



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομεας Δομοστατικής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιασμός κολυμβητηρίων



**ΣΤΕΦΑΝΟΣ, ΑΡΓΥΡΙΟΥ ΛΕΑΝΔΡΟΣ**

**Επιβλέπων :**

**Ι. ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, οι οποίοι με βοήθησαν και με στήριξαν σε όλη τη διάρκεια της.

Αρχικά να εκφράσω τις θερμές και ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον κ. Τζουβαδάκη Ιωάννη, Αναπληρωτή Καθηγητή του τομέα Δομοστατικής, για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας δίνοντας μου την ευκαιρία να ασχοληθώ με έναν πολύ δημιουργικό τομέα που με ενδιαφέρει άμεσα, την ενθάρρυνση και τη βοήθεια του για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Μαυρωτά Διονύσιο, Αρχιτέκτονα Μηχανικό εκ των συμμετεχόντων στην οργανωτική επιτροπή του "Αθήνα 2004" και τις τεχνικές υπηρεσίες για τις πληροφορίες και το υλικό που μου παρείχε απο το προσωπικό του αρχείο για τις εγκαταστάσεις του Ολυμπιακού κέντρου υγρού στίβου του Ο.Α.Κ.Α. εκείνης της περιόδου και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου έδωσε. Τις εταιρείες Pool Sport A.E. και Piscines Ideales απ τις μεγαλύτερες κατασκευάστριες εταιρείες στον Ελληνικό χώρο καθώς και την Κολυμβητική Ομοσπονδία Ελλάδος για το υλικό και τις πληροφορίες απο τα αρχεία τους.

Ιδιαίτερο ευχαριστώ στον Παπαγεωργίου Αλέξανδρο, Μηχανολόγο Μηχανικό και την εταιρεία Green tech για την καθοδήγηση και την παροχή πολύτιμων στοιχείων όσον αφορά την ενεργειακή διαχείριση γενικότερα, αλλά και ειδικά ενός αθλητικού χώρου όπως είναι το κολυμβητήριο.

Τελειώνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση και υπομονή που επέδειξε για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αθλητικές εγκαταστάσεις θεωρούνται ιδιαίτερα ενεργοβόρες κατασκευές, με κορυφαία όλων το αθλητικό κολυμβητήριο. Η κατασκευή και η λειτουργία ενός κολυμβητηρίου είναι σύνθετο πρόβλημα καθώς απαιτείται η συνεργασία αρκετών ειδικοτήτων για την σύνταξη της μελέτης κατασκευής.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο δημιουργίας μιας κολυμβητικής δεξαμενής, που αφορά στις κατασκευαστικές απαιτήσεις που ορίζονται από την υγειονομική υπηρεσία για την λειτουργία του κολυμβητηρίου. Στο πλαίσιο αυτό αναπτύσσονται λεπτομέρειες που αφορούν τα είδη των κολυμβητηρίων, τις τεχνικές και τα υλικά κατασκευής τους, καθώς και τον ενεργειακό σχεδιασμό των κολυμβητηρίων αυτών.

## **ABSTRACT**

The sports facilities are considered to be highly intensive constructions and at the top of all is the operation of a swimming pool. The construction and operation of a swimming pool is a complex problem, as it requires the cooperation of several disciplines to study the structure of manufacturing.

This thesis presents the legal framework to construct a swimming pool concerning the structural requirements for the operation of the pool, laid down by the health service. In this context, details of the types of swimming pools, techniques and materials, are expounded as well as the principles according to which the modeling and static calculations of the swimming pool, are made.

In this context, details of the types of swimming pools, techniques and materials, as well as energy planning of these swimming pools, are expounded.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ.....	15
1.1 Κατασκευαστική μελέτη.....	15
1.2 Άδεια λειτουργίας.....	23
2. ΕΙΔΗ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΩΝ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	27
2.1 Κατασκευή πισίνας επι τόπου.....	29
2.1.1 Πισίνα οπλισμένου σκυροδέματος.....	29
2.1.2 Πισίνα απο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.....	33
2.1.2.1 Γενικά για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.....	33
2.1.2.2 Διαδικασία σκυροδέτησης.....	34
2.1.2.3 Πλεονεκτήματα πισίνας απο gunite.....	36
2.2 Προκατασκευασμένες πισίνες.....	38

2.2.1	Γενικά.....	38
2.2.2	Υλικά κατασκευής.....	39
2.2.3	Πισίνα με μεταλλικά τοιχώματα.....	40
2.2.4	Πισίνα με καλούπια συνθετικού προϊόντος.....	48
2.3	Στατική επίλυση.....	51
2.3.1	Γενικά.....	51
2.3.2	Δράσεις.....	51
2.3.3	Απαιτήσεις σχεδιασμού.....	52
2.3.4	Λογική σχεδιασμού - Οριακές καταστάσεις.....	53
2.3.5	Ανάλυση κολυβητικής δεξαμενής.....	54
3.	ΚΛΕΙΣΤΑ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΑ ΣΤΕΓΑΣΤΡΑ.....	65
3.1	Γενικά.....	65
3.2	Τύποι κλειστών κολυμβητηρίων.....	66
3.2.1	Μπετονένια στέγαστρα.....	73
3.2.2	Ξύλινες κατασκευές.....	75
3.2.3	Μεταλλικές κατασκευές.....	82
3.2.4	Θόλος - Μπαλόκι.....	91
4.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ - ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	98
4.1	Ενεργειακή διαχείριση.....	98
4.2	Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	100
4.2.1	Θερμικό ισοζύγιο - θερμική άνεση.....	102
4.3	Ενεργητικά και παθητικά συστήματα.....	105
4.3.1	Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	105
4.3.1.1	Υλικά παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	108
4.3.2	Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.....	110

4.4 Φυσικός αερισμός.....	112
4.4.1 Διαμπερήs φυσικός αερισμός.....	113
4.4.2 Καμινάδα ή πύργος αερισμού.....	113
4.4.3 Ηλιακή καμινάδα.....	114
4.5 Ενεργειακός σχεδιασμός με ενσωμάτωση ΑΠΕ.....	114
4.6 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	124
4.7 Βιοκλιματικό - ενεργειακό κολυμβητήριο.....	125
4.7.1 Ισοθεμικά καλύμματα.....	134
4.7.1.1 Διαστασιολόγηση.....	134
4.7.1.2 Φυσικά - Χημικά - Τεχνικά χαρακτηριστικά - Αντοχές.....	135
4.8 Κατασκευές απο ETFE.....	136
4.8.1 Κατηγορίες προϊόντων απο ETFE.....	136
4.8.2 Πλεονεκτήματα κατασκευών απο ETFE.....	138
4.8.3 Θερμομονωτική ικανότητα.....	139
4.8.4 Οπτικά χαρακτηριστικά.....	139
4.8.5 Φορτία.....	140
4.8.6 Τοποθέτηση και αντικατάσταση.....	140
4.8.7 Κολυμβητήριο Ολυμπιακών αγώνων Κίνας - Water cube.....	141
5. ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΝΕΟΔΜΗΤΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ.....	145
5.1 Σκοπός λειτουργίας του κολυμβητηρίου.....	145
5.2 Χαρακτηριστικά του κολυμβητηρίου.....	146
5.2.1 Λειτουργικά χαρακτηριστικά.....	147
5.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	153
5.3 Κολυμβητική δεξαμενή εκμάθησης.....	155
5.4 Δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι.....	156
5.4.1 Είσοδος.....	156
5.4.2 Αποδυτήρια.....	156

5.4.3	Ιατρείο.....	159
5.4.4	Αίθουσα φυσικοθεραπείας - Μασάζ και σάουνα.....	159
5.4.5	Αίθουσα γυμναστηρίου.....	160
5.4.6	Αίθουσα ελέγχου ντόπινγκ.....	161
5.4.7	Διοικητικοί χώροι.....	161
5.5	Κερκίδες.....	163
5.5.1	Ορατότητα - Καμπύλη ορατότητας.....	163
5.5.2	Χώροι εξυπηρέτησης θεατών.....	164
5.5.3	Θέσεις επισήμων θεατών.....	165
5.5.4	Θέσεις Α.με Α.....	166
5.5.5	Θέσεις δημοσιογράφων.....	167
5.5.6	Ασφάλεια θεατών.....	169
5.6	Ενεργειακή διαχείριση.....	170
5.6.1	Βασικοί δομικοί χώροι.....	170
5.6.2	Ροές κίνησης.....	171
5.7	Ενεργειακό μοντέλο λειτουργίας.....	174
5.8	Αντλία θερμότητας.....	175
5.9	Ηλιακά πάνελα.....	177
5.10	Συνεργασία συστημάτων.....	178
5.11	Στέγαστρα.....	179
5.12	Περιβάλλον Χώρος.....	180
	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	183
	ΑΝΑΦΟΡΕΣ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	184
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	186



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη για το σχεδιασμό και τη λειτουργία ενός αθλητικού χώρου, όπως είναι ένα κολυμβητήριο μπορεί να χωριστεί σε δύο μεγάλες ενότητες. Η μια μεγάλη ενότητα αφορά στις κατασκευαστικές απαιτήσεις και λεπτομέρειες που εν μέρει καθορίζονται από τις αρμόδιες αρχές με συγκεκριμένες προδιαγραφές. Η δεύτερη μεγάλη ενότητα έχει να κάνει με την ενεργειακή διαχείριση του χώρου του κολυμβητηρίου που όπως θα δούμε αποτελεί μια από τις πιο ενεργοβόρες κατασκευές.

Η πολυπλοκότητα όσον αφορά την ενεργειακή αυτονομία των κυρίων και δευτερευόντων χώρων του κολυμβητηρίου είναι αυτή που κάνει ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα τη μελέτη και την εξεύρεση λύσεων για την διαχείριση αυτής της κατασκευής.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η παρουσίαση των κατασκευαστικών αρχών και λεπτομερειών σε συνδυασμό με τις αθλητικές και εμπορικές απαιτήσεις που μπορεί να υπάρχουν από την εκάστοτε κατασκευή, αλλά και των επιλογών της μορφής και της δομής όλων των χώρων του κολυμβητηρίου. Επίσης η παρουσίαση των βιοκλιματικών και ενεργειακών αρχών οι οποίες σε συνδυασμό με τη δομή της κατασκευής θα δώσουν μια αποτελεσματική λύση στην ιδανικότερη, ενεργειακά, διαχείριση της κατασκευής.

Η πρόταση η οποία παρατίθεται αφορά ένα νεόδμητο κολυμβητήριο στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι προαναφερόμενες αρχές και έχει ως στόχο να δώσει ένα συνδυαστικό μοντέλο λειτουργίας το οποίο να είναι βιώσιμο ενεργειακά αλλά και εφικτό κατασκευαστικά.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να επισημάνω τη δυσκολία την οποία συνάντησα στην συλλογή πληροφοριών καθώς η βιβλιογραφία περιορίζεται, σε αρχιτεκτονικές παρουσιάσεις και λύσεις για ιδιωτικές κατασκευές και μικρότερες πισίνες καλύπτοντας κυρίως διακοσμητικές λύσεις και ιδέες και όχι κατασκευαστικές μεθόδους ή λεπτομέρειες. Έτσι η αναζήτηση πληροφοριών έγινε κυρίως μέσω του διαδικτύου αλλά και μέσω κατασκευαστριών εταιρειών.

Κατά την περίοδο που παρουσιάζεται αυτή η διπλωματική εργασία τα λειτουργικά έξοδα των περισσότερων χωρών έχουν αυξηθεί πάρα πολύ με αποτέλεσμα να υπολειτουργούν ή να μην λειτουργούν καθόλου σε βάρος του κοινωνικού συνόλου. Ο βασικός στόχος πέρα από την παρουσίαση των αρχών πάνω στις οποίες στηρίζεται η κατασκευή ενός κολυμβητηρίου είναι η ανάδειξη της αναγκαιότητας που υπάρχει για την ενεργειακή διαχείριση της πιο ενεργοβόρας κατασκευής, όπως είναι το κολυμβητήριο.

Αν και η πρόταση που παρουσιάζεται αφορά νεόδμητο κολυμβητήριο πρέπει ακόμα να τονιστεί ότι η ενεργειακή διαχείριση αφορά νεόδμητες ή ήδη υπάρχουσες κατασκευές και οι λύσεις μπορούν και πρέπει να εξεταστούν και να δοθούν για όλες τις κατασκευές.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Νομοθετικό πλαίσιο δημιουργίας κολυμβητικής δεξαμενής**

---

Οι δύο βασικές πυλώνες που σχετίζονται με την κατασκευή και την λειτουργία μιας κολυμβητικής δεξαμενής περιγράφονται αναλυτικά στην σχετική νομοθεσία και αφορούν την έκδοση της κατασκευαστικής άδειας και της άδειας λειτουργίας.

### **1.1 Κατασκευαστική Μελέτη**

Η μελέτη ενός κολυμβητηρίου και των βοηθητικών του χώρων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις υγειονομικές διατάξεις που περιλαμβάνει αυτή.

Η απόφαση **Γ1/443/73** που περιλαμβάνεται στο ΦΕΚ 87 Β αποτελεί την Υγειονομική Διάταξη «περί κολυμβητικών δεξαμενών μετά οδηγιών κατασκευής και λειτουργίας αυτών» μέσω της οποίας καθορίζονται οι κατασκευαστικές απαιτήσεις αλλά και πολλοί από τους όρους λειτουργίας μιας κολυμβητικής δεξαμενής.

#### **Ορισμοί**

Κολυμβητική δεξαμενή ή κολυμβητήριο καλείται κάθε τεχνητή δεξαμενή, που τροφοδοτείται με νερό από ελεγμένη σύμφωνα με τους κανόνες της υγιεινής πηγή και χρησιμοποιείται για ομαδική κολύμβηση και αναψυχή.

Εσωτερική λέγεται η δεξαμενή που βρίσκεται εντός κλειστού ή στεγασμένου χώρου ενώ υπαίθρια εάν βρίσκεται σε ανοικτό και περιφραγμένο χώρο.

Δημόσιας χρήσεως καλείται κάθε δεξαμενή η οποία χρησιμοποιείται από το κοινό ή ομάδες πληθυσμού, ως μελών συλλόγων, ξενοδοχείων, ενοίκων πολυκατοικίας και είναι ανεξαρτήτου ιδιοκτησίας.

Ιδιωτική είναι η δεξαμενή η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά από τα μέλη μιας οικογένειας και συγγενή ή φιλικά πρόσωπα.

Ο διαχωρισμοί αυτοί είναι πολύ σημαντικοί γιατί αλλάζουν κατά πολύ οι κατασκευαστικές απαιτήσεις που θέτει ως απαραίτητες η παραπάνω απόφαση για την αδειοδότηση μίας κολυμβητικής δεξαμενής.

### **Υλικά κατασκευής**

Πρέπει να χρησιμοποιηθούν τέτοια υλικά τα οποία να έχουν λεία επιφάνεια, να είναι ανθεκτικά και να εξασφαλίζουν την υδατοστεγανότητα των χώρων ,όπου αυτή απαιτείται. Όσον αφορά τον μηχανολογικό εξοπλισμό πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μην δημιουργείται κίνδυνος ρυπάνσεως του νερού λόγω διάβρωσης ή διάλυσης βαρέων μετάλλων.

### **Χώροι και γενική διάταξη**

Η γενική διάταξη των χώρων πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι λουόμενοι θα διέρχονται υποχρεωτικά από τους καταιονητήρες ( ντουζιέρες) πριν βγουν στον περιβάλλοντα χώρο της πισίνας.

Πρέπει να υπάρχουν ξεχωριστά αποδυτήρια για κάθε φύλλο ενώ εάν πρόκειται για κολυμβητήριο που πρέπει να πάρει έγκριση από τη Γενική Γραμματεία Αθλητισμού συνίσταται η κατασκευή ξεχωριστών αποδυτηρίων για παιδιά μικρής ηλικίας.

### **Σχέδιο και λοιπά στοιχεία**

Το σχήμα της πισίνας πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται πλήρως η ανακυκλοφορία και ανανέωση του νερού. Η γενική σύσταση είναι να προτιμώνται τα ορθογωνικά σχήματα, ενώ αν το υπό κατασκευή κολυμβητήριο πρέπει να αδειοδοτηθεί από την Γενική Γραμματεία Αθλητισμού το ορθογωνικό σχήμα θεωρείται δεδομένο.

Τα αβαθή τμήματα της πισίνας πρέπει να επισημαίνονται, ενώ αν υπάρχει βάθος μικρότερο του ενός μέτρου πρέπει να διαχωρίζεται με γραμμή ασφαλείας.

Οι προτεινόμενες διαστάσεις κάτοψης είναι :

- 6,0 μ. \* 10,0 μ. ( για παιδικές πισίνες )
- 10,0 μ. \* 20,0 μ.
- 12,5 μ. \* 25,0 μ.
- 20,0 μ. \* 20,0 μ.
- 20,0 μ. \* 25,0 μ.
- 25,0 μ. \* 33,0 μ.
- 25,0 μ. \* 50.0 μ.

Αν πρόκειται για πισίνες που πρόκειται να πάρουν άδεια για τέλεση αγώνων από την Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, τότε ανάλογα με τους αγώνες που πρόκειται να φιλοξενηθούν καθορίζονται και οι διαστάσεις της πισίνας.

Ανάλογα με την επιφάνειά τους, οι πισίνες θεωρούνται :

- Μικρές, εάν καλύπτουν επιφάνεια μέχρι 350 μ<sup>2</sup>
- Μεσαίες, εάν καλύπτουν επιφάνεια από 350 μ<sup>2</sup> έως 1250 μ<sup>2</sup>
- Μεγάλες, εάν καλύπτουν επιφάνεια μεγαλύτερη από 1250 μ<sup>2</sup>

Η μεγαλύτερη πισίνα που κατασκευάζεται για την τέλεση αγώνων έχει διαστάσεις 25,0 μ. \* 50,0 μ. και περιγράφεται ως πισίνα ολυμπιακών διαστάσεων καθώς μπορεί να φιλοξενήσει, με εξαίρεση τις καταδύσεις, όλα τα ολυμπιακά αγωνίσματα του υγρού στίβου δηλαδή κολύμβηση υδατοσφαίριση και συγχρονισμένη κολύμβηση.

Η κλίση του πυθμένα για τα μικρά βάθη της πισίνας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 8% ενώ για τα βαθύτερα τμήματα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 33%.

Οι εσωτερικές επιφάνειες των περιμετρικών τοίχων συνίσταται να είναι κατακόρυφες λείες και ευχερώς καθαριζόμενες.

Ο πυθμένας πρέπει να είναι επενδυμένος με ανοιχτόχρωμο υλικό. Για τις πισίνες όπου πρόκειται να γίνουν αγώνες κολύμβησης πρέπει να προβλεφθεί ότι το πλάτος των 20,0 μ ή των 25,0 μ θα ισομοιραστεί σε λωρίδες πλάτους 2,0 - 2,5 μ οι οποίες θα αποτελέσουν τους κολυμβητικούς διαδρόμους. Στον πυθμένα αυτών των πισίνων και συγκεκριμένα στο κέντρο αυτής της λωρίδας πλάτους 2,5 μ. συνίσταται να υπάρχει, σαν επένδυση, μια λωρίδα αρκετά σκουρόχρωμη κατά όλο το μήκος αυτής της διαδρομής, ώστε να μπορεί να ξεχωρίζει ο αθλητής ποιο είναι το κέντρο της.

Η πισίνα για την τέλεση επίσημων αγώνων καταδύσεων, συχνά λέγεται και καταδυτήριο, έχει ειδικές απαιτήσεις. Αυτές έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με το βάθος της πισίνας αλλά και με τον τρόπο εξόδου των αθλητών από αυτήν, όπου στις σύγχρονες πισίνες καταδύσεων συνίσταται η μια πλευρά τους να έχει κλίμακες και να γίνεται η έξοδος των αθλητών μόνο από εκεί, για την αποφυγή ατυχημάτων. Επίσης στα καταδυτήρια απαιτείται πλέον να υπάρχουν ντουζιέρες δίπλα στο πύργο των βατήρων. Αυτό σημαίνει ότι πρόκειται για μια πισίνα η οποία κατασκευάζεται

ξεχωριστά και μόνο για τις απαιτήσεις αυτού του αθλήματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές που δίνονται από την Γενική Γραμματεία Αθλητισμού .

Η συνθηθέστερη επιλογή διαστάσεων κάτοψης για καταδυτήριο είναι αυτή των 20,0 \* 20,0 μ.

### **Μέγιστο φορτίο πισίνας**

Ο μέγιστος αριθμός των λουομένων πρέπει να υπολογίζεται με βάση τη επιφάνεια της πισίνας.

- Για τμήματα βάθους μέχρι 1,0μ. αντιστοιχεί τουλάχιστον 1,0 μ<sup>2</sup> για κάθε λουόμενο.
- Για τμήματα βάθους μεγαλύτερα του 1,0. αντιστοιχούν τουλάχιστον 2,5 μ<sup>2</sup> για κάθε λουόμενο.

Ένας άλλος παράγοντας που επίσης καθορίζει τον μέγιστο αριθμό των λουομένων είναι ο ρυθμός ανακυκλοφορίας – ανανέωσης του νερού της πισίνας .

- Για συνεχή χλωρίωση του ανακυκλοφορούμενου ή ανανεούμενου νερού της πισίνας αναλογούν 500 λίτρα καθαρού νερού ανά λουόμενο.
- Για ανανέωση νερού το οποίο όμως δεν υπόκειται σε συνεχή χλωρίωση αναλογούν τουλάχιστον 2000 λίτρα ανά λουόμενο.

Το κρίσιμο μέγεθος που καθορίζει τον μέγιστο αριθμό των λουομένων είναι αυτό που προκύπτει από τον υπολογισμό με βάση την επιφάνεια της πισίνας.

Έτσι για παράδειγμα ένα κολυμβητήριο με διαστάσεις κάτοψης 25,0 \* 33,0 μ. έχει 13 διαδρομές μήκους 25,0 μ. και πλάτους 2,5μ.. Άρα σε κάθε διαδρομή μπορεί να "φιλοξενηθούν" μέχρι 25 άτομα και συνολικά στο κολυμβητήριο μέχρι,  $25 * 13 = 325$  άτομα.

Με τη ίδια λογική και για τις συχνότερα εμφανιζόμενες διαστάσεις κάτοψης το μέγιστο φορτίο θα είναι :

- Κολυμβητήριο 25 ,0 \* 25,0 μ. 10 διαδρομές άρα 250 άτομα.
- Κολυμβητήριο 20,0 \* 25,0μ. 8 διαδρομές άρα 200 άτομα.
- Κολυμβητήριο 20,0 \* 50,0 μ. 8 διαδρομές με μήκος 50 μ. άρα 400 άτομα.
- Κολυμβητήριο 25,0 \* 50,0 μ. 10 διαδρομές με μήκος 50 μ. άρα 500 άτομα.

Αυτά τα όρια που καθορίζονται από τον υγειονομικό κανονισμό πρακτικά δεν μπορούν να εφαρμοστούν. Ο μέγιστος αριθμός των ατόμων που μπορούν να κινηθούν σε μια διαδρομή έχει καθοριστεί εμπειρικά από τις προπονήσεις ομάδων κολύμβησης. Στις ομάδες κολύμβησης η ροή της κίνησης σε μια διαδρομή είναι συνεχόμενη και η ταχύτητα κίνησης των αθλητών μπορεί να χαρακτηριστεί σταθερή. Εμπειρικά ο μέγιστος αριθμός που μπορεί να κινηθεί σε μια διαδρομή υπό ιδανικές συνθήκες είναι από 12 έως 14 άτομα, ανάλογα με την ηλικία του και την φυσική του κατάσταση, για το κατά πόσο θα μπορεί δηλαδή να ακολουθεί τη συνεχόμενη κίνηση των συναθλητών του ή όχι. Ένας μέσος ενήλικος αθλητής με ύψος 1.80 μ. καταλαμβάνει περίπου 4- 4,5 μ<sup>2</sup> κατά τη κίνηση του άρα σε μια διαδρομή συνολικού εμβαδού 25,0 \* 2,5μ. = 62,5 μ<sup>2</sup> μπορούν να κινηθούν 14 αθλητές κατά μέγιστο.

Οπότε τα παραπάνω νούμερα μέγιστης φόρτισης μειώνονται κατά 50 % για όλων των διαστάσεων τα κολυμβητήρια.

Στην περίπτωση που το κολυμβητήριο δεν θα φιλοξενήσει ποτέ αθλητικά σωματεία, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ο μέγιστος αριθμός των ατόμων για το οποίο πρέπει να σχεδιαστεί αυτό μειώνεται κατά πολύ.

Ο μέγιστος αριθμός των ατόμων που θα φιλοξενηθούν στο υπό κατασκευή κολυμβητήριο είναι το κρίσιμο στοιχείο που επηρεάζει την μελέτη όλων των βοηθητικών χώρων όπως είναι τα αποδυτήρια, οι θέσεις χώρων στάθμευσης, το ιατρείο ακόμα και το εντευκτήριο.

### **Ανκυκλοφορία νερού**

Για πισίνες με επιφάνεια μεγαλύτερη από 75 μ<sup>2</sup> η εισροή και η εκροή του νερού πρέπει να γίνεται από πολλαπλά σημεία. Συνίσταται τα σημεία εισροής, να βρίσκονται στο αβαθές τμήμα της πισίνας, να τοποθετούνται περιμετρικά και σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 4.50 μ..

Τα στόμια εκροής θα πρέπει να βρίσκονται σε πιο βαθειά σημεία.

Το σύστημα των σημείων εισροής – εκροής θα πρέπει να διατάσσεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη κυκλοφορία του νερού, η διατήρηση ομοιόμορφου υπολειμματικού χλωρίου στην πισίνα και να αποφεύγεται η δημιουργία θυλάκων στάσιμου ή ανεπαρκώς χλωριωμένου νερού.

Τα στόμια εισροής θα πρέπει να είναι βυθισμένα κατά 0,30 μ. τουλάχιστον για την αποφυγή έκλυσης του υπό διάλυση χλωρίου και θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με επιστόμια τα οποία θα διευκολύνουν την παροχή και κατεύθυνση του νερού στα σημεία που πρέπει ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή ανακυκλοφορία αυτού.

Η εκροή του νερού των ανώτερων στρωμάτων πρέπει να γίνεται μέσω συστήματος υπερχειλίσης. Το μισό περίπου νερό θα πρέπει να απομακρύνεται μέσω της υπερχειλίσης. Τα βαθύτερα στρώματα νερού θα απομακρύνονται μέσω των κατώτερα βυθισμένων σημείων εκροής για την αποφυγή δημιουργίας περιοχών στάσιμου νερού. Κάθε πισίνα πρέπει να έχει στόμιο εκκένωσης στο βαθύτερο σημείο της, τέτοιας αποχετευτικής ικανότητας ώστε αυτή να επιτυγχάνεται μέσα σε χρονικό διάστημα 4 ωρών.

Το άνοιγμα του στομίου πρέπει να καλύπτεται από κατάλληλη εσχάρα τετραπλάσιου ανοίγματος, η οποία θα είναι τοποθετημένη με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αμετακίνητη από τους κολυμβητές.

Για τις πισίνες που λειτουργούν με το σύστημα της ανακυκλοφορίας πρέπει να έχει προβλεφθεί κατάλληλο αποχετευτικό σύστημα για τυχόντα διαρρέοντα ύδατα από το σύστημα αυτό (σωληνώσεις, αντλίες και εξαρτήματα). Απαγορεύεται αυτά τα διαρρέοντα ύδατα να επικοινωνούν ή να επιστρέφουν στην πισίνα.

### **Κανάλια υπερχειλίσης**

Κάθε πισίνα μεγαλύτερη των 200 μ<sup>2</sup> θα πρέπει να περιβάλλεται σε όλη της την περίμετρο εκτός της περιοχής των κλιμάκων με κανάλια υπερχειλίσης. Αυτά τα κανάλια υπερχειλίσης πρέπει να έχουν βάθος ικανό ώστε να μην φθάνουν τα άκρα των δακτύλων των κολυμβητών στον πυθμένα αυτών και να έχουν επαρκές άνοιγμα ώστε ο καθαρισμός τους να είναι ευχερής, αλλά και να αποφεύγεται ο κίνδυνος τραυματισμού των κολυμβητών.

Η αποχετευτική ικανότητα των καναλιών υπερχειλίσης πρέπει να είναι ίση προς το 50% τουλάχιστον της παροχής του ανακυκλοφορούμενου νερού, ενώ θα πρέπει να αποστραγγίζουν καλά προς τα σημεία απορροής. Τα σημεία απορροής πρέπει να συνδέονται με το σύστημα ανακυκλοφορίας ή με φρεάτιο αποχέτευσης.



Για τις πισίνες με επιφάνεια μικρότερη των 200 μ<sup>2</sup> είναι δυνατόν αντί των καναλιών υπερχειλίσης να προβλέπονται στόμια υπερχειλίσης ( SKIMMERS ). Ο αριθμός των στομιών υπερχειλίσης αντιστοιχεί σε τουλάχιστον ένα ανά 50 μ<sup>2</sup> επιφάνειας της πισίνας.

Ο τρόπος με τον οποίο θα επιτυγχάνεται η ανακυκλοφορία του νερού είναι μια λειτουργία της πισίνας η οποία πέρα από το υγειονομικό κομμάτι επηρεάζει και την όλη χρηστικότητα της. Τα αγωνιστικά κολυμβητήρια αδειοδοτούνται μόνο εάν έχουν το σύστημα των καναλιών υπερχειλίσης και όχι το σύστημα των SKIMMERS. Αυτό συμβαίνει γιατί το σύστημα των SKIMMERS δημιουργεί μεγάλες δίνες στην ελεύθερη επιφάνεια της πισίνας, οι οποίες επηρεάζουν κατά πολύ την απόδοση των αθλητών.

### **Βαθμίδες και κλίμακες**

Κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγονται ή να περιορίζονται στο ελάχιστο οι κίνδυνοι ατυχήματος, γι' αυτό το λόγο οι επιφάνειές τους κατασκευάζονται από αντιολισθηρό υλικό.

Απαγορεύεται η κατασκευή οπών στους τοίχους των πισίνων για τη χρήση τους ως βαθμίδες.

Οι κανονικές κατακόρυφες κλίμακες θα πρέπει να κατασκευάζονται σε εσοχή στον τοίχο ή τον διάδρομο των δεξαμενών ενώ θα πρέπει να φέρουν χειρολαβές και στις δυο πλευρές μέχρι τον περιφερειακό διάδρομο της πισίνας.

### **Περιφερειακοί διάδρομοι**

Οι περιφερειακοί διάδρομοι πρέπει να έχουν πλάτος μεγαλύτερο του 1,5 μ. και κατά προτίμηση να είναι μεταξύ των 2,4 και 3,0 μ.. Το δάπεδο των διαδρόμων αυτών θα πρέπει να είναι η ολισθηρό και ευχερώς πλενόμενο. Η κλίση των διαδρόμων αυτών θα πρέπει να είναι περίπου 2% προς στραγγιστήρια τα οποία θα είναι τοποθετημένα ανα 10 μ<sup>2</sup> και θα αποχετεύονται στο δίκτυο αποβλήτων.

### **Εξώστες θεατών**

Οι εξώστες των θεατών δεν πρέπει να υπέρκεινται της επιφάνειας της πισίνας. Το δάπεδο των εξωστών δεν πρέπει να έχει οπές ή σχισμές και θα πρέπει να έχει κλίση προς αποχετευτικό αγωγό ώστε να αποκλείεται η διάδοος ρύπων προς την πισίνα.

### **Αποδυτήρια**

Τα δάπεδα των αποδυτηρίων πρέπει να είναι από αδιάβροχο υλικό, ομαλής επιφάνειας χωρίς ρήγματα ή ανοιχτούς αρμούς. Επίσης πρέπει να έχουν κλίση περίπου 2% προς αποστραγγιστικό αγωγό για να είναι ευχερής η έκπλυσή τους.

Οι επιφάνειες και οι διάδρομοι πάω στις οποίες βαδίζουν οι λουόμενοι με γυμνά πόδια πρέπει να είναι μη ολισθηροί.

Οι τοίχοι και τα χωρίσματα των αποδυτηρίων πρέπει να είναι από αδιαπτότιστο υλικό χωρίς διάκενα ή ανοιχτούς αρμούς.

### **Καταιονητήρες - Αποχωρητήρια**

Ο ελάχιστος αριθμός των καταιονητήρων αντιστοιχεί σε 1 ανά 50 λουόμενους κατά το χρόνο της μέγιστης φόρτισης.

Σε περίπτωση λειτουργίας από ομάδες, ο αριθμός τους πρέπει να είναι ίσος με το  $\frac{1}{4}$  των αθλητών της μέγιστης ομάδας.

Ο αριθμός των αποχωρητηρίων αντιστοιχεί σε 2 αποχωρητήρια και 4 ουρητήρια ανά 250 άνδρες και σε 1 αποχωρητήριο ανά 50 γυναίκες κατά το χρόνο της μέγιστης φόρτισης.

Αμέσως πριν την έξοδο των αποδυτηρίων προς τον περιβάλλοντα χώρο της πισίνας πρέπει να υπάρχει ποδολουτήρας ή μικρή στέρνα πληρωμένη με νερό και χλώριο για την απαραίτητη απολύμανση.

### **Φωτισμός**

Σε όλους τους χώρους των κολυμβητηρίων που λειτουργούν και νυχτερινές ώρες πρέπει να υπάρχει πλήρες σύστημα φωτισμού. Αυτό το σύστημα πρέπει να είναι διατεταγμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε κάθε σημείο της πισίνας να φωτίζεται καλά και να διευκολύνεται η εργασία των εποπτών ασφαλείας.

Για την περίπτωση του υποβρύχιου φωτισμού πρέπει να λαμβάνονται αυστηρά μέτρα ασφαλείας σύμφωνα με τους εκάστοτε ισχύοντες ειδικούς κανονισμούς.

Εάν το κολυμβητήριο είναι στεγασμένο πρέπει να παρέχεται κατά τη διάρκεια της ημέρας άπλετος φυσικός φωτισμός από παράθυρα διατεταγμένα κατά τη μια τουλάχιστον πλευρά του κολυμβητηρίου ή επί της στέγης του. Η συνολική επιφάνεια των παραθύρων αυτών πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από το ½ της συνολικής επιφάνειας της πισίνας και των περιφερειακών διαδρόμων της.

### **Θέρμανση - Υγρασία**

Σε περίπτωση τεχνητά θερμαινόμενης πισίνας, η θερμοκρασία του αέρα στα αποδυτήρια - καταιονητήρες – αποχωρητήρια πρέπει να είναι μεταξύ 24 °C και 21 °C.

Η θερμοκρασία του νερού της πισίνας πρέπει να διατηρείται μεταξύ των 22 °C και 25 °C, με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντα χώρου όχι μεγαλύτερη κατά 5 °C και όχι μικρότερη κατά 1 °C .

Η σχετική υγρασία όλων των χώρων πρέπει να είναι μικρότερη από 70%.

### **Θέσεις καταδύσεως**

Οι επιφάνειες των βαθμίδων που οδηγούν στις θέσεις κατάδυσης πρέπει να είναι αντιολισθηρές.

Σε περίπτωση που το κολυμβητήριο είναι στεγασμένο το ελεύθερο ύψος της αίθουσας πρέπει να είναι το ελάχιστο 5,0 μ. .

Ανάλογα με το ύψος κατάδυσης ορίζονται απο τον κανονισμό το ελάχιστο βάθος της δεξαμενής και κάποιες ελάχιστες αποστάσεις όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ύψος κατάδυσης (απο την επιφάνεια του νερού)	Ελάχιστο βάθος του νερού απο το κάτω μέρος του βαθήρα και για ύψος μέχρι 3,00μ.	Ελάχιστη απόσταση ασφαλείας μεταξύ του βαθήρα και των πλάγιων τοιχωμάτων	Ελάχιστη απόσταση ασφαλείας μεταξύ των βαθήρων
Μέχρι 0,50 μ.	2,50 μ.	2,50 μ.	2,50 μ.
0,51 - 1,00 μ.	2,75 μ.	3,00 μ.	3,00 μ.
1,01 - 3,00 μ.	3,50 μ.	3,70 μ.	3,00 μ.

Εικ. 1.1 Πίνακας με τα βάθη ανάλογα με το ύψος κατάδυσης.

Για ύψη κατάδυσης μεγαλύτερα των 3,0 μ. απαιτείται συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις των αθλητικών κολυμβητηρίων και σχετική έγκριση από την Γενική Γραμματεία Αθλητισμού.

## 1.2 Άδεια λειτουργίας

Προκειμένου να λειτουργήσει δημόσια μια κολυμβητική δεξαμενή, απαιτείται προηγουμένως να ληφθεί από τον υπόχρεο άδεια λειτουργίας σύμφωνα με το άρθρο 27 της Γ1/443/73 Υ.Δ.

Για τη χορήγηση της άδειας ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει μέσω του Δήμου αίτηση προς την υγειονομική υπηρεσία της Ν.Α. με πλήρη τεχνικά στοιχεία της δεξαμενής σε τρία αντίγραφα υπογεγραμμένα από διπλωματούχο μηχανικό.

Τα τεχνικά αυτά στοιχεία έχουν να κάνουν με τα εξής:

α) Έκθεση στην οποία θα περιλαμβάνονται στοιχεία:

- για την προέλευση του νερού, την ποιότητά του και την ενδεχόμενη προεπεξεργασία του
- χαρακτηρισμού της δεξαμενής (λ.χ. υπαίθρια, εσωτερικού χώρου, μικρή, μεσαία, με ανακυκλοφορία)
- για τον μέγιστο αριθμό λουομένων
- εργαστηριακού ελέγχου και τήρησης στοιχείων ποιότητας νερού
- λειτουργίας και συντήρησης της δεξαμενής και ειδικότερα σ' ό,τι αφορά το προσωπικό, τον υπεύθυνο λειτουργίας, την καθαριότητα της δεξαμενής, τα μέτρα ασφάλειας και την τήρηση λεπτομερών στοιχείων λειτουργίας
- για τα υλικά κατασκευής και τον μηχανολογικό εξοπλισμό
- για τα συστήματα φωτισμού, αερισμού και θέρμανσης
- για το σύστημα ανακυκλοφορίας (αντλίες, τριχοπαγίδες, θερμαντήρας νερού, αναρροφητικός καθαριστήρας, σύστημα σωληνώσεων, φίλτρα, μέσο απολύμανσης, άλλες ουσίες)
- συστήματος απολύμανσης
- μέσων διάσωσης

Επίσης θα δίδεται τεχνική περιγραφή της διάθεσης λυμάτων των βοηθητικών εγκαταστάσεων (αποχωρητήρια, καταιονητήρες, κλπ.) και της διάθεσης των υγρών αποβλήτων της κολυμβητικής δεξαμενής.

**β) Υπολογισμοί** στους οποίους θα προσδιορίζονται :

- η χωρητικότητα της δεξαμενής
- ο αριθμός των αποδυτηρίων, αποχωρητηρίων, καταιονητήρων για κάθε φύλο
- ο αριθμός και η δυναμικότητα των αντλιών και φίλτρων
- το μέγεθος στομίου και ο χρόνος εκκένωσης.

Όσον αφορά την ελάχιστη αποδεκτή επιφάνεια κολυμβητικής δεξαμενής, διευκρινίζεται ότι στη σχετική Υγ. Διάταξη δεν προβλέπεται η απαιτούμενη όμως επιφάνειά της προσδιορίζεται με βάση το μέγιστο αριθμό λουομένων που βρίσκονται κάθε στιγμή μέσα στον περιφραγμένο χώρο της , όπως αναλυτικότερα προβλέπεται στο άρθ.5 της Γ1/443/73 Υγ. Διάταξης .

**γ) Σχεδιαγράμματα** τα οποία θα πρέπει να απεικονίζονται σε λεπτομερή, γενικά και επιμέρους και συγκεκριμένα:

**I. Αρχιτεκτονικά σχέδια** (κατόψεις, τομές, κλπ.):

α) η κολυμβητική δεξαμενή, με ιδιαίτερη επισήμανση σε στοιχεία υγειονομικού ενδιαφέροντος, όπως:

- γραμμή ασφάλειας διαχωρισμού αβαθών νερών (βάθος 0.90 m), σήμανση βάθους 1.50 m και μέγιστου βάθους
- κλίσεις πυθμένα αβαθούς και βαθούς τμήματος
- στόμια εισροής και εκροής
- σύστημα υπερχειλίσης (αύλακες ή στόμια)
- βαθμίδες-κλίμακες
- περιφερειακοί διάδρομοι πλάτους τουλάχιστον 1.50 m και σε σχέση με την περίφραξη, ποδολουτήρες θέσεις κατάδυσης
- στόμιο εκκένωσης
- ανεπίστροφες δικλείδες προστασίας δικτύου ύδρευσης

β) Τα αποδυτήρια, αποχωρητήρια, καταιονητήρες χωριστά για κάθε φύλο καθώς και τα συστήματα αποχέτευσής τους.

γ) Η διάταξη των χώρων σε σχέση με την κολυμβητική δεξαμενή και να σημειώνονται με ευκρίνεια (διακριτό χρώμα) τα όρια του περιφραγμένου χώρου, σύμφωνα με τα άρθρα 3 & 5 Γ1/443/73 Υγ. Διάταξης.

## **II. Ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια :**

Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις της δεξαμενής, αντλίες, φίλτρα, τριχοπαγίδες, συσκευές απολύμανσης, αναρροφητικός καθαριστήρας, σωληνώσεις εισαγωγής-εξαγωγής, εκκένωσης, ανακυκλοφορίας, δοσιμετρικές αντλίες, δεξαμενές χημικών κ.ά. ουσιών, επιστόμια, στόμια δειγματοληψίας, μετρητές παροχής, πίεσης, θερμοκρασίας, φωτιστικά, αεριστήρες, θερμαντήρες, φρεάτια αποχέτευσης και αντλίες ακαθάρτων, συστήματα αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας και οι χώροι εγκατάστασής τους.

Τα σχέδια και τεχνικά στοιχεία πρέπει να είναι θεωρημένα από τις αρμόδιες υπηρεσίες (Πολεοδομία, ΤΥ, Δ/νση Βιομηχανίας, κ.λ.π.) και θα παρέχονται αποδείξεις με την υποβολή σχετικών Βεβαιώσεων ή Δηλώσεων, αναφορικά με τη νομιμότητα και καταλληλότητα της πηγής υδροληψίας (λ.χ. άδεια χρήσης νερού ή άδεια εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων και με αποτελέσμα-τα εργαστηριακών εξετάσεων), με το μόνιμο της κατάσκευής, την πληρότητα του συστήματος αερισμού, φωτισμού, των μέτρων ασφάλειας και υγιεινής, καθώς και όποιου άλλου στοιχείου απαιτεί η Γ1/443/ 73 Υγ. Δ. (λ.χ. δυναμικότητα μέσου διύλισης, αντλιών).

Για την έκδοση της άδειας λειτουργίας η υγειονομική υπηρεσία της Ν.Α. προβαίνει στη θεώρησή τους μετά από αξιολόγηση ότι τηρούνται οι σχετικές διατάξεις και εγκύκλιοι. Τα εγκρίνει δε οριστικώς μετά από επιθεώρηση και έλεγχο (παρ. 2 του αρθ. 27) που διενεργείται στην εγκατάσταση της κολυμβητικής δεξαμενής από αρμόδια όργανα ότι έχει κατασκευασθεί σύμφωνα με τα θεωρημένα στοιχεία και εισηγείται αρμοδίως στον οικείο Ο.Τ.Α. για τη χορήγηση της σχετικής άδειας λειτουργίας.

Στην άδεια λειτουργίας της κολυμβητικής δεξαμενής, η οποία εκδίδεται σύμφωνα με το αρθ.27 της Γ1/443/73 Υγ. Διάταξης αναγράφονται απαραίτητως και :

- α) το φυσικό ή νομικό πρόσωπο στο όνομα του οποίου εκδίδεται η άδεια και είναι ο υπεύθυνος για τη λειτουργία της και
- β) ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός εποπτών ασφαλείας και παροχής πρώτων βοηθειών, βάσει του αρθ.21.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Είδη Κολυμβητηρίων - Κατασκευή

---

Υπάρχουν πολλοί τρόποι που μπορεί κάποιος να κατηγοριοποιήσει τους διάφορους τύπους κολυμβητηρίων που μπορεί να κατασκευαστούν.

Ανοιχτά – Κλειστά

Υπέργεια – Εγκιβωτισμένα

Προπονητήρια – Αγωνιστικά – Ολυμπιακών προδιαγραφών

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής της πισίνας:

- Οπλισμένου σκυροδέματος
- Προκατασκευασμένες
- Μικτές κατασκευές

Ανάλογα με το σύστημα επανακυκλοφορίας και φίλτρανσης:

- Κανάλια υπερχειλίσης
- Σύστημα Skimmer
- Σύστημα Compact

Η επιλογή του είδους του κολυμβητηρίου που θα κατασκευαστεί εξαρτάται ουσιαστικά από 2 βασικές παραμέτρους. Από τον φορέα που αναλαμβάνει την κατασκευή του κολυμβητηρίου και φυσικά από το σκοπό για τον οποίο έχει αποφασιστεί η κατασκευή του κολυμβητηρίου.

Όσον αφορά το φορέα που έχει αποφασίσει την κατασκευή του κολυμβητηρίου μπορούμε να τους χωρίσουμε σε 3 βασικούς φορείς. Το κράτος, την δημοτική αρχή και τον ιδιωτικό φορέα.

### **Κράτος**

Ο μοναδικός λόγος για τον οποίο μπορεί να αποφασιστεί η δημιουργία κολυμβητηρίου είναι η διεξαγωγή κάποιων αγώνων. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα διοργανώνονται από την παγκόσμια και ευρωπαϊκή ομοσπονδία τα αντίστοιχα πρωταθλήματα. Έτσι το κράτος μέσω των εμπλεκόμενων υπουργείων και οργανισμών μπορεί να αποφασίσει την διοργάνωση κάποιων τέτοιων αγώνων. Στην



περίπτωση αυτή που θα αποφασιστεί η κατασκευή επιπλέον κολυμβητηρίου για την τέλεση αυτών των αγώνων, η επιλογή του τύπου του κολυμβητηρίου είναι μονόδρομος καθώς η διεξαγωγή τέτοιων αγώνων γίνονται σε κολυμβητήρια τα οποία πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές, που καθορίζονται αναλυτικά από την παγκόσμια (FINA) και πανευρωπαϊκή ομοσπονδία (LEN). Οι προδιαγραφές αυτές είναι επιπρόσθετες των εγχώριων προδιαγραφών οι οποίες για τη χώρα μας είναι αυστηρά ορισμένοι από τον υγειονομικό κανονισμό και από τις κείμενες σε αυτόν διατάξεις. Μέσω των αγωνιστικών προδιαγραφών οι περιορισμοί αφορούν κυρίως τις διαστάσεις της πισίνας αλλά και την χρήση του περιβάλλοντα χώρου κυρίως σε ότι έχει να κάνει με τους χώρους των ΑΜΕΑ. Οι πισίνες που κατασκευάζονται από το κράτος είναι συνήθως αυτές των ολυμπιακών διαστάσεων 50X25 μ. είτε 33X25 και 25X25 ή 20X20 για καταδυτήρια .

### **Δημοτική αρχή**

Πολλοί Δήμοι και κοινότητες αποφασίζουν την κατασκευή κολυμβητηρίων στο πλαίσιο της δημιουργίας χώρων στους οποίους οι δημότες θα μπορούν να αθληθούν έστω και μαζικά και όχι υπό το πνεύμα του πρωταθλητισμού. Σε αυτήν την περίπτωση και αν η δημοτική αρχή δεν ενδιαφέρεται για την τέλεση αγώνων μπορεί να επιλέξει διάφορες διαστάσεις κολυμβητηρίου. Περιορισμός υπάρχει μόνο στο σχήμα που πρέπει να είναι ορθογωνικό αλλά και στη μια διάσταση που πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 μέτρα. Τα πλάτη που επιλέγονται συνήθως είναι αυτά των 12,5, 20 και 25μετρων. Οι διαστάσεις αυτές δεν ορίζονται από κάποιον κανονισμό, αλλά προτείνονται από την Γενική Γραμματεία Αθλητισμού ως οι πιο ενδεδειγμένες για την καλύτερη άσκηση των αθλουμένων.

### **Ιδιωτικός φορέας**

Η επιλογή του τύπου του κολυμβητηρίου εξαρτάται καθαρά από τις επιχειρηματικές βλέψεις του ιδιώτη. Οι μόνες διατάξεις τις οποίες είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει είναι αυτές της υγειονομικής υπηρεσίας. Η απόφαση για το αν θα είναι ανοικτό ή κλειστό με κερκίδες ή χωρίς κερκίδες, ποιο θα είναι το σχήμα του και οι

διαστάσεις του άλλα και ο τρόπος ανακυκλοφορίας και φίλτρανσης εξαρτώνται καθαρά από την οικονομοτεχνική μελέτη.

Αναφορικά με τον τρόπο κατασκευής της πισίνας μπορούμε να διακρίνουμε 3 μεγάλες κατηγορίες. Την πισίνα από οπλισμένο σκυρόδεμα, την εξ ολοκλήρου προκατασκευασμένη πισίνα και την μικτού τύπου πισίνα.

## **2.1 Κατασκευή πισίνας επί τόπου**

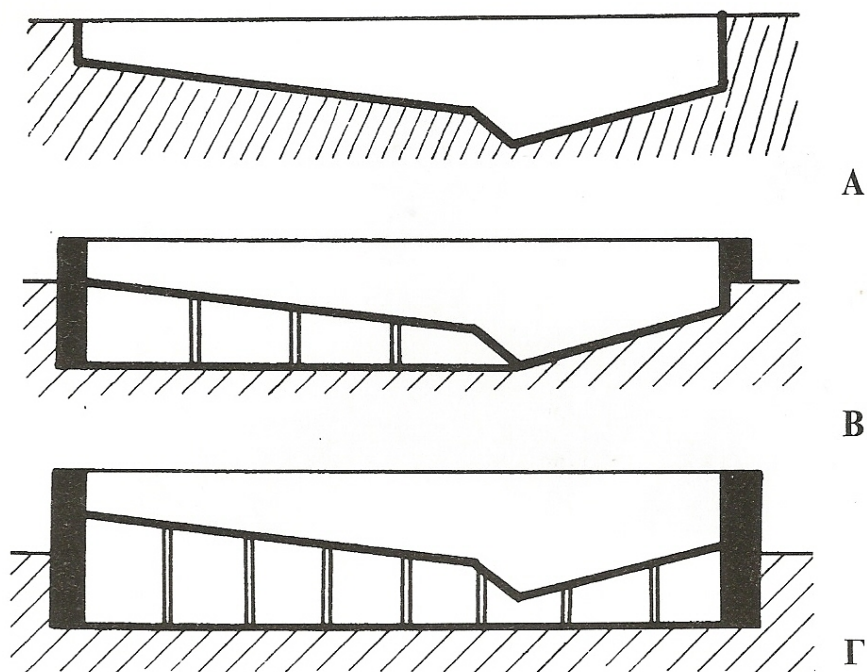
### **2.1.1 Πισίνα οπλισμένου σκυροδέματος.**

Είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος κατασκευής πισίνας και συναντάται στην πλειονότητα των κατασκευών των αθλητικών κολυμβητηρίων. Από πλευράς κόστους είναι σαφώς η πιο ακριβή, αλλά είναι και η πιο ασφαλής κατασκευή από την άποψη της στατικότητας και της ευαισθησίας που έχουμε στην δημιουργία ρωγμών και αστοχιών.

Η κατασκευή της πισίνας χωρίζεται σε δυο βασικά τμήματα, το δάπεδο ή πυθμένα της πισίνας και στα κατακόρυφα τοιχώματα. Στην διάρκεια των ετών έχουν εμφανιστεί διάφορες τεχνικές οι οποίες σαν στόχο έχουν την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του έργου αλλά φυσικά και την οικονομικότητα.

Θα εξετάσουμε αποκομμένα τα δυο αυτά τμήματα της πισίνας για να μπορέσουμε να αποδώσουμε κάποιες κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

Ο πυθμένας της πισίνας πρέπει να αποτελεί μια βάση σταθερή, ανθεκτική και στεγανή ώστε να αποφευχθούν ρωγμές που θα οδηγήσουν σε διαρροές νερού. Για να συμβεί αυτό πολύ σημαντική είναι η θεμελίωση αυτή της πλάκας η οποία μπορεί να φτάσει σε εμβαδό τα 1000m<sup>2</sup> με διαστάσεις κάτοψης 20m\*50m. Το δάπεδο της πισίνας μπορεί να θεμελιωθεί είτε απ ευθείας πάνω στο έδαφος είτε μέσω υποστρωμάτων, με την μικτή λύση να συναντάται κυρίως σε περιπτώσεις που το έδαφος θεμελίωσης έχει μεγάλη κλίση και κρίνεται ασύμφορη ή οριζοντίωση του .

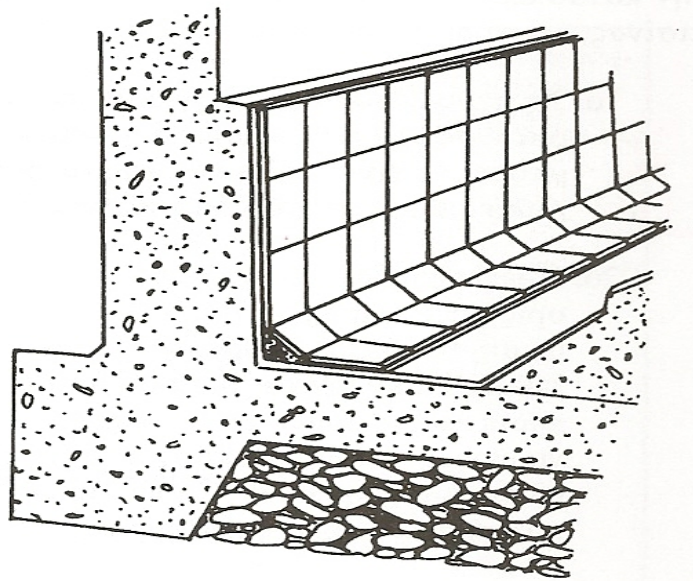


Εικ. 2.1 Θεμελίωση δαπέδου πισίνας (Piscinas, Juan de Cusa Ramos 2003)

Το δάπεδο από σκυρόδεμα μπορεί να κατασκευαστεί επιτόπου ή να έλθει σε προκατασκευασμένα κομμάτια, αλλά συνηθίζεται η επιτόπου κατασκευή, αφού μέσω αυτής επιτυγχάνεται καλύτερη συνεργασία με το υπέδαφος. Η εξομάλυνση των τάσεων που μεταφέρει η πλάκα σκυροδέματος στο υπέδαφος γίνεται μέσω ενός υποστρώματος αποστράγγισης χονδρόκοκκου αδρανούς πάχους 30cm – 35 cm.

Εκτός από το υπόστρωμα αδρανούς πολύ συχνά κατασκευάζεται και μια στρώση από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 10 cm περίπου (μπετό καθαριότητας). Μερικά απ τα προβλήματα που προσπαθούμε να αποφύγουμε με την κατασκευή του μπετόν καθαριότητας είναι αυτό της υγρασίας, προβλήματα διάβρωσης, έχουμε καλύτερη κάλυψη των οπλισμών, ενώ έχουμε και μεγαλύτερη πρόσφυση του σκυροδέματος του δαπέδου.

Η πλάκα του πυθμένα έχει συνήθως πάχος 25 cm και οπλίζεται σε δυο κατευθύνσεις για λόγους που θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της κατασκευής του δαπέδου από σκυρόδεμα είναι ότι επιτρέπει την κατασκευή των κατακόρυφων τοιχωμάτων από το ίδιο υλικό, πράγμα που μας δίνει την δυνατότητα να σχηματίσουμε στο τέλος μια ομοιόμορφη, "μονολιθική" δεξαμενή.



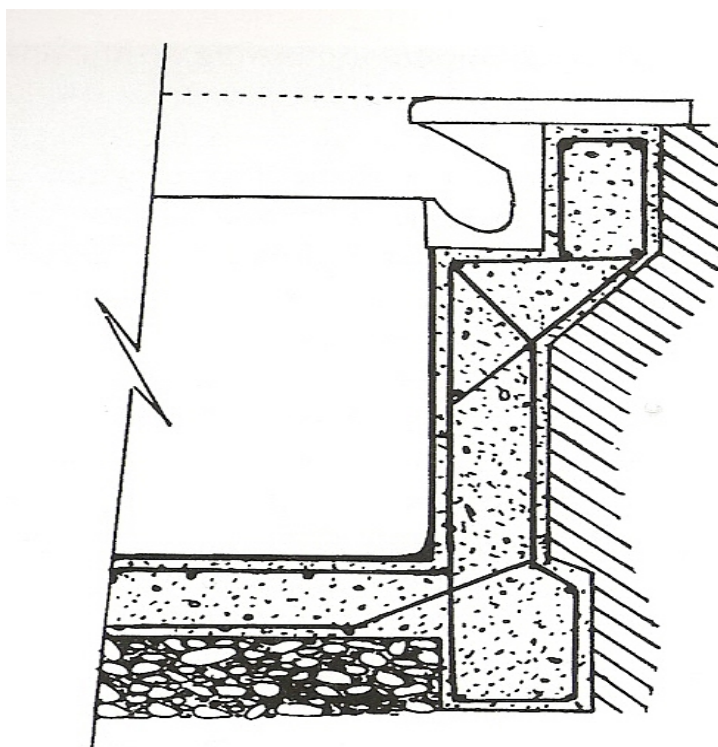
Εικ. 2.2 Τομή πλάκας δαπέδου κολυμβητικής δεξαμενής. (Piscinas, Juan de Cusa Ramos 2003)

Η μονολιθικότητα της κατασκευής επιτυγχάνεται όταν η έγχυση του σκυροδέματος γίνει με ενιαίο τρόπο σε δάπεδο και κατακόρυφα τοιχώματα.

Ο οπλισμός των κατακόρυφων τοιχωμάτων συνεχίζει να "τρέχει" και μέσα στην πλάκα του δαπέδου της πισίνας έτσι ώστε να συνεργάζεται με τον οπλισμό αυτού.

Τα κατακόρυφα τοιχώματα προορίζονται να δεχθούν όχι μόνο την πίεση του νερού της δεξαμενής αλλά και την πίεση από την ώθηση των γαιών όταν η πισίνα είναι άδεια. Ανεγείρονται κάθετα προς την επιφάνεια του δαπέδου από την εσωτερική επιφάνεια της δεξαμενής. Η εξωτερική επιφάνεια μπορεί να μην είναι κάθετη. Συχνά η τομή των κατακόρυφων τοιχωμάτων έχει τραπεζοειδή μορφή αντί για παραλληλόγραμμη, με τη βάση να είναι πλατύτερη από την κορυφή.

Το πάχος των κατακόρυφων τοιχωμάτων κυμαίνεται μεταξύ 25-35 cm, με συνηθέστερη επιλογή αυτή των 30 cm. Συχνά και ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας της πισίνας προβλέπεται η κατασκευή μιας διευρυμένης στέψης, όσον αφορά το πάχος αυτών των κατακόρυφων τοιχωμάτων, της τάξης των 30-35 cm. Σε αυτή τη διευρυμένη στέψη θα φιλοξενηθεί το περιμετρικό κανάλι της ανακυκλοφορίας του νερού.



Εικ. 2.3 Τομή περιμετρικού τοίχου και δαπέδου κολυμβητικής δεξαμενής (Piscinas, Juan de Cusa Ramos 2003)

Πολύ μεγάλη σημασία πρέπει να δίνεται στη δόνηση κατά την σκυροδέτηση η οποία πρέπει να γίνεται επιμελώς ιδίως στις ευαίσθητες περιοχές της σκυροδέτησης. Με τη σωστή δόνηση θέλουμε να αποφευχθεί, όσο είναι αυτό δυνατόν, η δημιουργία φυσαλίδων ή ο διαχωρισμός των χονδρόκοκκων απ τα ελαφρότερα αδρανή καταστάσεις που αδυνατίζουν την αντοχή του σκυροδέματος και έτσι αυξάνεται η πιθανότητα δημιουργίας ανεπιθύμητων ρωγμών.

Ως ευαίσθητες περιοχές μιας πισίνας θεωρούνται:

- Τα γωνιακά σημεία
- Τα σημεία επαφής τοιχωμάτων και πλάκας πυθμένα
- Τα σημεία αλλαγής της κλίσης του πυθμένα
- Οι αρμοί σκυροδέτησης
- Οι αρμοί διαστολής

## 2.1.2. Πισίνα απο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

### 2.1.2.1. Γενικά για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite)

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή gunite είναι η ονομασία που έχει δοθεί σε ένα μίγμα σκυροδέματος πολύ ρευστό αποτελούμενο από τσιμέντο, κατάλληλα αδρανή, νερό και κάποια πρόσθετα κατά βάση.

Η ονομασία του προέρχεται από την τεχνική έγχυσης αυτού του μίγματος η οποία γίνεται μέσω ενός εκτοξευτήρα σκυροδέματος.

Οι δύο ευρύτατα χρησιμοποιούμενες τεχνικές παραγωγής Ε.Σ. είναι η ξηρή και η υγρή μέθοδος.

- Ξηρή μέθοδος: είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο και αδρανή αναμιγνύονται επαρκώς και τροφοδοτούνται σε μία ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα υπόκειται σε πίεση και μεταφέρεται πνευματικά, με ρεύμα πεπιεσμένου αέρα, μέσω σωληνώσεων, σε ένα ακροφύσιο όπου προστίθεται το νερό δια ψεκασμού και κατάλληλο επιταχυντικό πρόσμικτο και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει πρόσθετα ή ίνες ή συνδυασμό και των δύο.
- Υγρή μέθοδος: είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο, αδρανή και νερό αναμιγνύονται σε κατάλληλο αναμικτήρα και τροφοδοτούνται σε μία ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων είτε πνευματικά είτε συνηθέστερα με άντληση σε ένα ακροφύσιο στο οποίο προστίθεται το επιταχυντικό πρόσμικτο και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει πρόσμικτα, ίνες ή ένα συνδυασμό και των δύο.

Η παραγωγή (υλικά παρασκευής, σύνθεση και μεταφορά), η προετοιμασία και εκτόξευση του σκυροδέματος, οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες, οι έλεγχοι αλλά και

το γενικότερο πλαίσιο απαιτήσεων περιγράφεται αναλυτικά από το Σχέδιο Προδιαγραφής για το Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα.

### **2.1.2.2. Διαδικασία σκυροδέτησης**

- Προετοιμασία επιφάνειας

Η επιφάνεια πάνω στην οποία θα εφαρμοστεί το Ε.Σ. διακρίνεται από τον τύπο και τα χαρακτηριστικά της διαμορφούμενης επιφάνειας του υποστρώματος. Η επιφάνεια αυτή πρέπει να προετοιμάζεται κατάλληλα και επί πλέον να προστατεύεται ικανοποιητικά κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Γενικά η επιφάνεια πρέπει να διαμορφώνεται με υλικά που θα είναι στερεά, αρκετά πυκνής δομής και να μη δονούνται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης.

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μπορεί να επιστρωθεί σε διαφόρων τύπων επιφάνειες όπως είναι:

#### **Έδαφος**

Πριν την εκτόξευση το έδαφος πρέπει να συμπακνώνεται ενώ τέτοιου είδους επιφάνειες δεν πρέπει να είναι παγωμένες ή με σπογγώδη εμφάνιση. Για την αποφυγή υπερβολικής απορρόφησης νερού του σκυροδέματος από το έδαφος, αυτό είτε πρέπει να βρέχεται, αν τούτο είναι δυνατόν, είτε να εγκαθίστανται συστήματα παρεμπόδισης διαφυγής της υγρασίας. Όταν παρουσιάζεται διαρροή ή διήθηση νερού από την επιφάνεια, αυτή πρέπει να στεγανοποιείται με κατάλληλο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται καλή πρόσφυση και να αποφεύγεται απόπλυση του σκυροδέματος.

#### **Βράχος**

Πριν την εκτόξευση του σκυροδέματος η διατομή ελέγχεται και διορθώνεται, αν απαιτείται. Η επιφάνεια θα καθαρίζεται με πεπιεσμένο αέρα ή εφ' όσον το επιτρέπουν οι συνθήκες του πετρώματος με αέρα και νερό, ώστε να απομακρύνεται κάθε χαλαρό στοιχείο που μπορεί να εμποδίσει την επαρκή πρόσφυση του Ε.Σ. στην επιφάνεια του βράχου.

#### **Σκυρόδεμα**

Η επιφάνεια του σκυροδέματος πάνω στην οποία θα γίνει η εκτόξευση πρέπει να είναι εντελώς καθαρή. Οι διαδικασίες προετοιμασίας θα εξασφαλίσουν ένα στερεό

υπόβαθρο, το οποίο θα έχει την ικανότητα να αναπτύξει επαρκή πρόσφυση και σύνδεση με το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Όπου υπάρχει θραυσμένο ή σε μεγάλη έκταση ρηγματωμένο ή γενικά πτωχής ποιότητας και σαθρό σκυρόδεμα, αυτό θα απομακρύνεται εντελώς.

### **Τοιχοποιία-Λιθοδομές**

Η επιφάνεια της τοιχοποιίας πάνω στην οποία θα γίνει η εκτόξευση πρέπει να είναι εντελώς καθαρή. Οι διαδικασίες προετοιμασίας θα εξασφαλίζουν ένα στερεό υπόβαθρο, το οποίο θα έχει την ικανότητα να αναπτύξει επαρκή πρόσφυση και σύνδεση με το Ε.Σ..

### **Χάλυβας**

Η επιφάνεια του χάλυβα πρέπει να είναι απαλλαγμένη από κάθε επιβλαβές υλικό που μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη της συνάφειας μεταξύ Ε.Σ. και χάλυβα.

Σε όλους τους τύπους εδαφών πάνω στους οποίους πρόκειται να διαστρωθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα απαιτείται να υπάρχει καθαρή και τραχειά επιφάνεια για την καλύτερη συνάφεια του Ε.Σ., το οποίο επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας της υδροβολής ή της αμμοβολής.

#### **• Σκυροδέτηση**

Στόχος της διαδικασίας σκυροδέτησης είναι η παραγωγή και απόληψη μιας στρώσης σκυροδέματος με συμπαγή και πυκνή δομή, επαρκώς επικολλημένη στην επιφάνεια του υποβάθρου, (όπου αυτό υπάρχει), με την οικονομικότερη εκμετάλλευση των υλικών ελαχιστοποιώντας τις κάθε είδους απώλειες .

Στην αρχή σκυροδετείται ο πυθμένας της πισίνας και στην συνέχεια τα κατακόρυφα τοιχώματά της. Για καλύτερη εργασία ο εργάτης στέκεται μέσα στη δεξαμενή και χειριζόμενος το σωλήνα του μηχανήματος ώστε το μίγμα να βγαίνει με μεγαλύτερη πίεση, στοχεύει κατευθείαν στο πλέγμα του οπλισμού για να το καλύψει.





Εικ. 2.4 Σκυροδέτηση κολυμβητικής δεξαμενής απο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (απο το φωτογραφικό αρχείο εταιρείας Piscines Ideales)

Σαν γενικός κανόνας που πρέπει να τηρείται, θεωρείται ότι η κατεύθυνση του ακροφυσίου και της εκτόξευσης θα είναι περίπου κάθετη προς την εκτοξευόμενη επιφάνεια. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση από την ορθή γωνία τόσο μεγαλύτερη είναι η αναπήδηση, μικρότερη η επιτυγχανόμενη συμπύκνωση και ανομοιόμορφες οι τελικά απολαμβανόμενες επιφάνειες.

Με τον όρο αναπήδηση περιγράφετε ένα φαινόμενο που συμβαίνει κατά την σκυροδέτηση και αφορά το ποσοστό του υλικού το οποίο στη διαδικασία της εκτόξευσης προς την επιφάνεια του υποστρώματος, δεν προσκολλάται σε αυτήν και αναπηδά υπό τύπον απώλειας εκτός της θέσης προσβολής. Το υλικό της αναπήδησης δεν πρέπει ποτέ και για οποιοδήποτε λόγο να καλυφθεί με Ε.Σ. Το υλικό αυτό θα απομακρύνεται από το έργο και θα εξασφαλίζεται ο αποκλεισμός της πιθανότητας επαναχρησιμοποίησέως του για παραγωγή εκτοξευόμενου ή συμβατικού σκυροδέματος.

### 2.1.2.3 Πλεονεκτήματα πισίνας από gunite

Χωρίς αμφιβολία η τεχνική του gunite είναι το σύστημα που αντιμετωπίζει καλύτερα το πρόβλημα της εγκατάστασης μιας πισίνας επιτόπου. Είναι σαφώς πιο γρήγορη τεχνική από την τεχνική της πισίνας οπλισμένου σκυροδέματος. Αυτό εξηγείτε εύκολα αν σκεφτούμε ότι με αυτή τη διαδικασία εξαλείφουμε τελείως, ή σε μεγάλο

βαθμό την ανάγκη για καλούπωμα. Πολλές φορές τα ίδια τα τοιχώματα της εκσκαφής χρησιμεύουν ως καλούπι, ενώ αν δεν έχουν την απαιτούμενη σύσταση μπορεί να μεσολαβήσει ένα απλό τοίχωμα από τούβλο το οποίο θα παίζει το ρόλο του καλουπιού.



*Εικ. 2.5 Ενκολία στη δημιουργία ιδιαίτερων σχημάτων των πισινών από gunite (απο το φωτογραφικό αρχείο εταιρείας Piscines Ideales)*

Η μη χρησιμοποίηση καλουπιών είναι σαφές ότι εκτός της μεγαλύτερης ταχύτητας αποπεράτωσης του έργου ελαττώνει σε σημαντικό βαθμό και τη δαπάνη του προϋπολογισμού του έργου.

Άλλο αξιοσημείωτο πλεονέκτημα του gunite είναι ότι μπορούμε να αποφύγουμε τους αρμούς μεταξύ των τοιχωμάτων και του δαπέδου της πισίνας, οι οποίοι είναι συνήθως υποχρεωτικοί σε άλλους τύπους κατασκευής. Γι αυτό η διαδικασία θεωρείται ως η πιο πρακτική για την κατασκευή μιας μονοκόμματης στεγανής δεξαμενής χωρίς περιορισμούς στις διαστάσεις της επιφάνειας και τους βάθους.

Ως μειονέκτημα μπορεί να παρουσιαστεί η μορφή της τελικής επιφανείας που ως επί το πλείστον επιλέγεται ειδική μεμβράνη και όχι πλακάκι.

## 2. 2 Προκατασκευασμένες πισίνες

### 2.2.1 Γενικά

Με τη γενική ονομασία προκατασκευασμένες πισίνες αποκαλούνται όλες οι δεξαμενές για κολύμβηση που κατασκευάζονται σε εργοστάσιο, είτε μονοκόμματα είτε αποτελούμενες από διάφορα στοιχεία και οι οποίες παράγονται σε μεγάλους αριθμούς. Στη διάρκεια των πολλών ετών που οι διάφορες βιομηχανίες προσπαθούν να βρουν λύσεις και να εντάξουν νέα υλικά για να πετύχουν μικρότερο κόστος κατασκευής αλλά να διατηρήσουν και την ποιότητα και την μεγαλύτερη βιωσιμότητα του έργου, έχουν δοκιμαστεί διάφορα υλικά και τεχνικές.

Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας επιλογής, για την κατασκευή της πισίνας έχουν να κάνουν κυρίως με την ταχύτητα ολοκλήρωσης του έργου, με το κόστος της κατασκευής αλλά και με κάποιες φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές κατασκευής της, όπως διαφημίζουν αρκετές εταιρείες. Επίσης σοβαρό πλεονέκτημα είναι ότι μια προκατασκευασμένη πισινά μπορεί να θεωρηθεί και ως μια προσωρινή ή μη μόνιμη κατασκευή η οποία μπορεί να μετακινηθεί ή να μεταπωληθεί μετά το πέρας των δραστηριοτήτων για τις οποίες κατασκευάστηκε όπως για παράδειγμα η τέλεση κάποιων αγώνων για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα(ολυμπιακοί αγώνες , παγκόσμια και πανευρωπαϊκά πρωταθλήματα κλπ.)

Ως μειονέκτημα της μπορούμε να πούμε ότι είναι η αυξημένη επικινδυνότητα σε σχέση με τις πισινές από σκυρόδεμα, για αστοχία σε λειτουργικότητα του έργου. Αυτό είναι σαφές αφού είναι μια κατασκευή που έχει πολλούς περισσότερους αρμούς σε σχέση με την πισίνα από σκυρόδεμα άρα και περισσότερες εν δυνάμει θέσεις αστοχίας.

Οι προκατασκευασμένες πισίνες μπορεί να είναι εγκιβωτισμένες στο έδαφος, μπορεί να στήνονται πάνω στο έδαφος ή μπορεί να ημιεγκιβωτίζονται. Η απόφαση για το αν η πισίνα θα είναι εγκιβωτισμένη ή όχι εξαρτάται από :

- Τη μονιμότητα ή όχι της κατασκευής.

Τα έξοδα των εκσκαφών και τα μεταφορικά των μπαζών είναι ιδιαίτερα σημαντικά . Αν η κατασκευή της πισίνας γίνεται για την τέλεση κάποιων αγώνων μπορεί να επιλεγεί η λύση της "ακουμπηστής" πισίνας.

- Τα υλικά κατασκευής.

Το υλικό κατασκευής της προκατασκευασμένης πισίνας σε συνδυασμό με το υπέδαφος και την ύπαρξη ή μη υδροφόρου ορίζοντα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για το αν θα επιλέξουμε να ακουμπήσουμε ή να εγκιβωτίσουμε την πισίνα. Ένας συνδυασμός μεταλλικού σκελετού και υπεδάφους με υψηλό υδροφόρο ορίζοντα μπορεί μακροχρόνια να είναι καταστροφικός. Πολλές πισίνες σχεδιάζονται να κατασκευάζονται κοντά σε παράκτιες ζώνες οπότε ο έλεγχος του υδροφόρου ορίζοντα αλλά και η απόφαση για την τοποθέτηση της πισίνας γίνεται ακόμα πιο σημαντικός.

- Το ανάγλυφο της περιοχής και ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός.

Μια πισίνα δεν μπορεί να λειτουργήσει από μόνη της αυτόνομα, καθώς απαραίτητοι είναι και οι βοηθητικοί της χώροι. Έτσι ανάλογα με το ανάγλυφο της περιοχής αλλά και ανάλογα με το σχεδιασμό των βοηθητικών χώρων μπορεί για την οικονομία του έργου να εξυπηρετεί μια συγκεκριμένη λύση.

Οι προκατασκευασμένες πισίνες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες.

α) Οι πισίνες που είναι φτιαγμένες εξ ολοκλήρου από προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία.

β) Οι μεικτού τύπου πισίνες στις οποίες γίνεται συνδυασμός των προκατασκευασμένων στοιχείων και του οπλισμένου σκυροδέματος, είτε βοηθητικά στην αντοχή των προκατασκευασμένων στοιχείων είτε σαν βάση ώστε να "πατήσουν" τα στοιχεία αυτά.

Ανάλογα με τις διαστάσεις και την χρηστικότητα του έργου μπορεί να γίνει η επιλογή για την κατασκευή. Σε πισίνες με μεγάλες διαστάσεις ή πισίνες που προορίζονται για αθλητικά γεγονότα, ακριβώς λόγω των αυστηρών προδιαγραφών που επιβάλλονται, γίνεται η επιλογή του μεικτού τύπου προκατασκευασμένης πισίνας.

### **2.2.2 Υλικά κατασκευής**

Τα βασικά δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται μια πισίνα είναι τα πλευρικά τοιχώματα και ο πυθμένας. Πολύ σημαντική είναι και η επένδυση των στοιχείων

αυτών η οποία πέραν του αισθητικού αποτελέσματος, εξασφαλίζει και την στεγανότητα της κατασκευής.

Οι δυο μεγάλες κατηγορίες υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων πισίνας είναι το μέταλλο και το πλαστικό(κυρίως πολυμερισμένα συνθετικά προϊόντα).

Τα μεταλλικά στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί στις κατασκευές πισίνας είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας, τα φύλλα ανοδιωμένου αλουμινίου αλλά κυρίως ο γαλβανισμένος χάλυβας.

Η χρησιμοποίηση του πλαστικού στην κατασκευή δομικών στοιχείων προήλθε λόγω της διαπίστωσης του κινδύνου οξείδωσης του μεταλλικών στοιχείων που εμφανιζόταν κυρίως σε παραθαλάσσιες περιοχές. Υπάρχουν κατασκευές που αποτελούνται από PVC, από μπλοκ πολυστερενίου από πολυμερή από γραφίτη, ακόμα και από fiberglass.

Η βασική ομοιότητα την οποία εμφανίζουν και τα δυο είδη προκατασκευασμένων στοιχείων είναι το υλικό με το οποίο επενδύονται. Το υλικό αυτό είναι από εύκαμπτο PVC μικρού πάχους και περιγράφεται με την ορολογία liner. Το πολυβινύλιο αυτό παράγεται σε λεπτά φύλλα σαν ύφασμα και διαστρώνεται πάνω στην επιφάνεια είτε του τοιχώματος είτε του πυθμένα. Τα φύλλα αυτά συγκολλούνται μεταξύ τους και δίνουν ένα αποτέλεσμα ενιαίας και συνεχούς επιφάνειας , εξασφαλίζοντας τέλεια στεγανότητα στα τοιχώματα και τον πυθμένα.

### **2.2.3 Πισίνα με μεταλλικά τοιχώματα**

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι ο γαλβανισμένος και ο ανοξείδωτος χάλυβας. Ο γαλβανισμός έχει σκοπό να προστατεύσει το χάλυβα από την υγρασία και την οξείδωση.

Τα κατακόρυφα τοιχώματα (panels) αποτελούνται από μια σειρά από δομικά στοιχεία από γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο χάλυβα εξοπλισμένα με νευρώσεις και αντερείσματα.

Οι τεχνικές ένωσης των κατακόρυφων τοιχωμάτων μεταξύ τους διαφέρουν από εταιρεία σε εταιρεία, κοινός στόχος όμως είναι η επίτευξη ενός στέρεου, ενιαίου περιγράμματος το οποίο με την κατάλληλη επένδυση θα δώσει το υδατοστεγανό

κατακόρυφο περίβλημα της πισίνας. Τα κατακόρυφα αυτά τοιχώματα βιδώνονται ή στερεώνονται στον πυθμένα της πισίνας ο οποίος συνήθως επιλέγεται να είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι ενώσεις μεταξύ των panels μπορούν να γίνουν με βίδες ή με πριτσίνια ενώ τεχνικές με ηλεκτροσυγκόλληση έχουν αρχίσει και εγκαταλείπονται. Κάθε panel στηρίζεται για να μπορεί να παραλάβει τις υδροστατικές και υδροδυναμικές ωθήσεις από μια αντηρίδα η οποία πακτώνεται στην άκρη της σε μικρό πέλδιλο σκυροδέματος.



Εικ. 2.6 Πισίνα με περιμετρικά τοιχώματα από μεταλλικά panels (απο το φωτογραφικό αρχείο εταιρείας Piscines Ideales)

Ανάλογα με την σημαντικότητα του έργου ο πυθμένας της πισίνας μπορεί να είναι ακόμα και το ίδιο το έδαφος το οποίο βέβαια το έχουμε εξυγιάνει με μια στρώση συμπιεσμένου αμμοχάλικου. Σε αυτή την περίπτωση το liner θα απλωθεί και θα συγκολληθεί πάνω σε αυτήν την στρώση και προφανώς και στα περιμετρικά κατακόρυφα τοιχώματα. Εάν επιλεγεί αυτή η λύση τα περιμετρικά panels μπορούν να πατήσουν και να αγκυρωθούν πάνω σε ένα περιμετρικό σκαλοπάτι από οπλισμένο σκυρόδεμα το οποίο έχει κατασκευαστεί στο ίδιο τελικό ύψος με τη στρώση του αμμοχάλικου.



*Εικ. 2.7 Συγκόλληση liner (απο το φωτογραφικό αρχείο εταιρείας Piscines Ideales)*

Μια από τις πιο αναγνωρισμένες εταιρείες παγκοσμίως η οποία αποτελεί και επίσημο χορηγό της παγκόσμιας ομοσπονδίας υγρού στίβου (F.I.N.A.) και έχει αναλάβει την κατασκευή των περισσότερων κολυμβητικών δεξαμενών για μεγάλα αθλητικά γεγονότα, κατασκευάζει πισίνες με μεταλλικά τοιχώματα με τεχνικές που έχει πατεντάρει.

Τα panels αυτά έχουν μέγιστο πλάτος 0.90 μ. και το ύψος ποικίλει και φτάνει μέχρι τα 3μ.. Η ένωση μεταξύ τους γίνεται με ανοξειδωτες βίδες έτσι ώστε να αποφεύγονται τάσεις και ρωγμές. Ταυτόχρονα με την μεταξύ τους ένωση γίνεται και η ένωση με την βάση. Η διαφορά σε αυτά τα κατακόρυφα panels είναι ότι έχουν εργοστασιακά επικολλημένη μεμβράνη PVC, με τη μέθοδο του εν θερμώ πολυμερισμού. Η επικάλυψη αυτή έχει εξαιρετική αντοχή στην ακτινοβολία UV, και στα χημικά του νερού. Έτσι αποφεύγεται ενδεχόμενο ανθρώπινο λάθος κατά τη συγκόλληση της μεμβράνης από PVC.

Σε κάθε ένωση panels τοποθετείται μια ανοξείδωτη αντηρίδα η οποία εφαρμόζει με τις ίδιες βίδες που ενώνουν τα panels. Αποτελείται από τέσσερα ειδικά τεμάχια (ανάλογα με το ύψος των panels), που βιδώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν ένα ενιαίο σύνολο. Η μία άκρη της αντηρίδας εφάπτεται στα τοιχώματα και η άλλη, με βύσματα και ανοξείδωτες βίδες, στηρίζεται στον πυθμένα. Οι αντηρίδες προσφέρουν σταθερότητα στην κατασκευή, απορροφώντας την πίεση του νερού, έχουν αντισεισμική συμπεριφορά και φέρουν ειδική διάταξη για ακριβή ευθυγράμμιση και ζύγιση της δεξαμενής. Το πάνω μέρος των αντηρίδων είναι κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να επικάθεται σε αυτές το κανάλι υπερχείλισης.

Η βάση της κολυμβητικής δεξαμενής είναι μία ανοξείδωτη διατομή σχήματος «Π», το μπροστινό μέρος της οποίας έχει κλίση 45°, πάνω στην οποία θα στηριχτούν τα πάνελς. Τα κομμάτια της βάσης ενώνονται μεταξύ τους και όλη η διατομή βιδώνεται στον πυθμένα με ειδικά χημικά βύσματα και ανοξείδωτες βίδες. Η όλη κατασκευή της βάσης παρέχει την δυνατότητα απόλυτης ευθυγράμμισης και ζύγισης.

Ο πυθμένας της πισίνας είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και η κάλυψη του πυθμένα γίνεται με ειδική μεμβράνη PVC, χρώματος γαλάζιου. Έχει πάχος 1.5 χιλ και είναι ενισχυμένη με πλέγμα πολυεστερικών ινών.

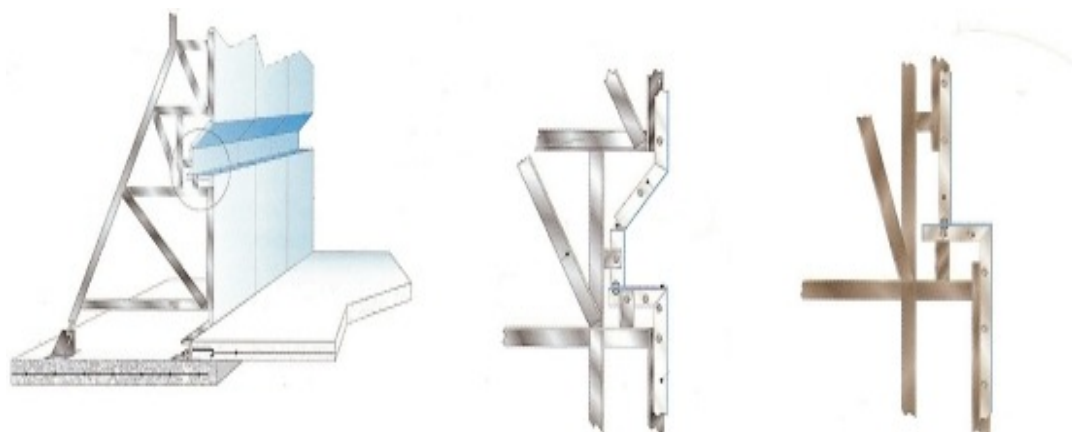


Εικ. 2.8 Πυθμένας από οπλισμένο σκυρόδεμα, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (από το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools)



Διατίθεται σε ρολά και τοποθετείται επιτόπου χρησιμοποιώντας με κόλληση εν θερμώ. Η μεμβράνη έχει αρκετό βάρος και σε συνδυασμό με τα ειδικά καρφάκια αγκύρωσης στο μπετό μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κλίση και σχήμα (σκάλες, γωνίες κτλ.).

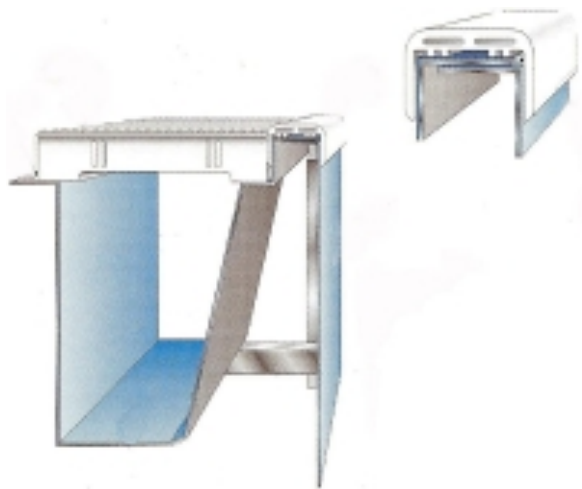
Στις κολυμβητικές δεξαμενές τεχνολογίας Myrtha Pools®, υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματωθεί περιμετρικό σκαλοπάτι ασφαλείας (σύμφωνα με την F.I.N.A). Συνήθως είναι πλάτους 15 εκ. και βρίσκεται σε βάθος 1,20 μ ή μεγαλύτερο. Το σκαλοπάτι μπορεί είτε να προεξέχει είτε να δημιουργεί εσοχή στα τοιχώματα (πάνελς) και καλύπτεται από ειδικό αντιολισθητικό υλικό.



Εικ. 2.9 Περιμετρικά μεταλλικά τοιχώματα κολυμβητικής δεξαμενής, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).

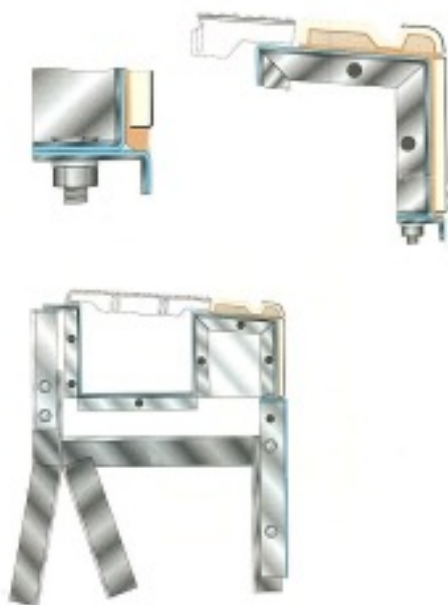
Όσον αφορά την ανακυκλοφορία του νερού οι προκατασκευασμένες πισίνες ανάλογα με το μέγεθος τους και το αν είναι αγωνιστικές ή προπονητήρια μπορούν λειτουργήσουν είτε με κανάλια υπερχείλισης είτε με μηχανήματα skimmer. Όπως έχει ήδη αναλυθεί σε αγωνιστικές πισίνες ή σε πισίνες που είναι προπονητήρια επιβάλλεται η ανακυκλοφορία μέσω καναλιών υπερχείλισης.

Στις πισίνες της εταιρείας Myrtha Pools το κανάλι υπερχείλισης είναι κατασκευασμένο με την ίδια τεχνολογία όπως τα panels. Έχει φάρδος 25 εκ και καλύπτεται από αντιολισθητική σχάρα.



*Εικ. 2.10 Περιμετρικό κανάλι υπερχείλισης, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).*

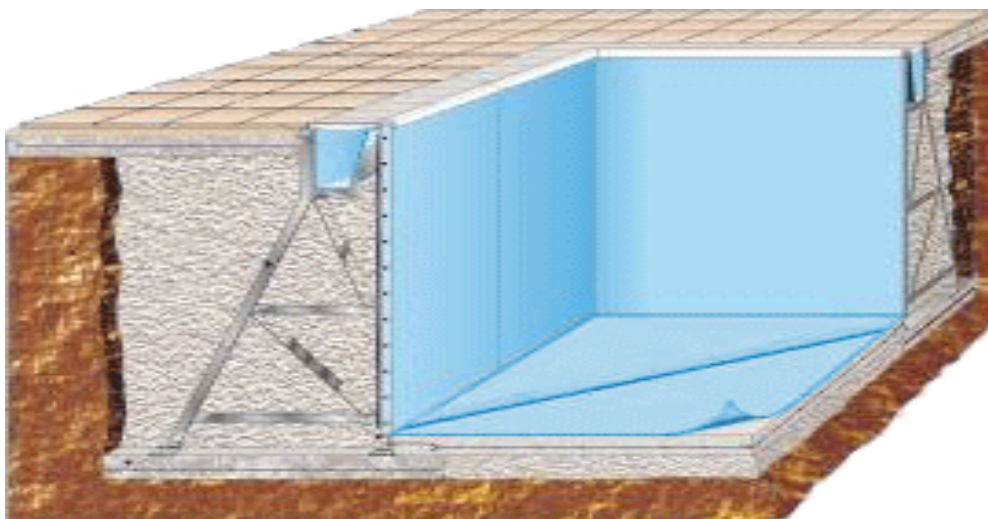
Ένα πρόκειται για αγωνιστική πισίνα το κανάλι υπερχείλισης διακοσμείται περιμετρικά από ειδικά κεραμικά που έχουν ειδική αντιολισθητική επιφάνεια και φέρουν λαβή για τους κολυμβητές. Το κανάλι είναι κατασκευασμένο και αυτό από ανοξείδωτο χάλυβα επενδυμένο με PVC και τοποθετείται πάνω στα panels. Τα πλακίδια τοποθετούνται πάνω στο κανάλι με ειδική κόλλα, ανθεκτική στο χλώριο και μαζί με την σκάρα έχουν κλίση 5° για την απόσβεση των κυματισμών σε αγωνιστικές δεξαμενές.



*Εικ. 2.11 Λεπτομέρειες εξωτερικής επένδυσης περιμετρικών καναλιών υπερχείλισης, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).*

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους καλύπτονται αυτά τα περιμετρικά κανάλια υπερχείλισης.

Συνήθως χρησιμοποιείται ένα κάθετο πλακάκι χρώματος μπλε που εφαρμόζεται στα πάνελ χωρίς να προεξέχει και ένα οριζόντιο που έχει στρογγυλεμένη άκρη και λαβή για τους κολυμβητές.



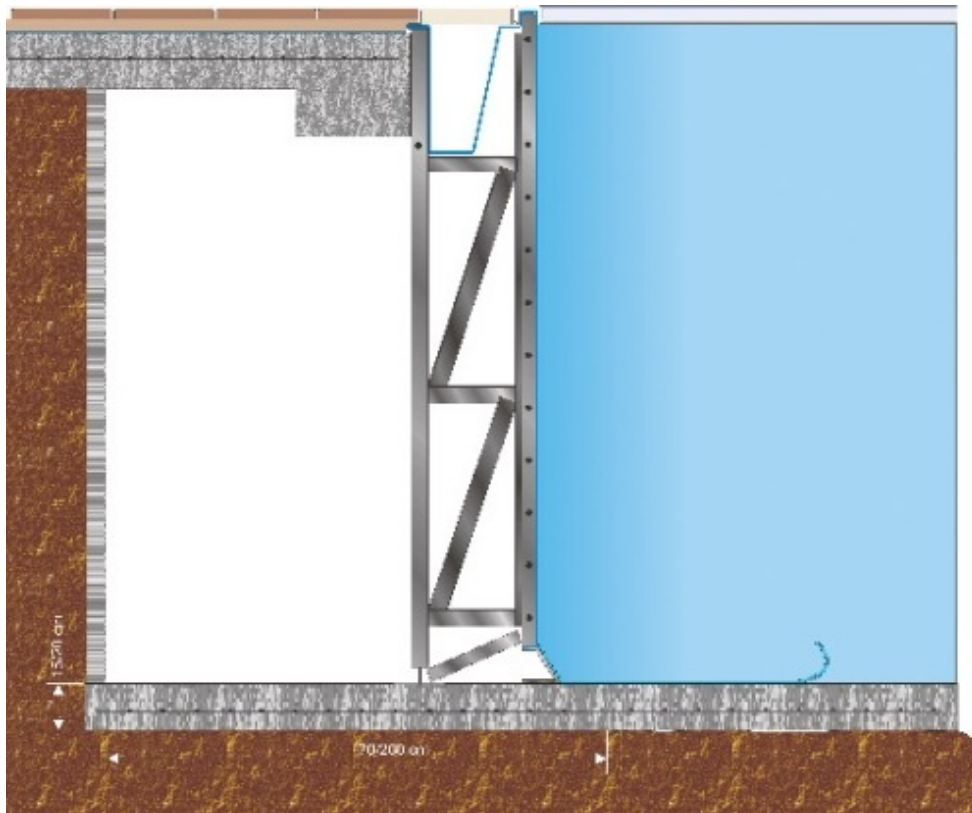
Εικ. 2.12 Κάλυψη περιμετρικού καναλιού υπερχείλισης, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).

Στις μεγάλες αγωνιστικές πισίνες διεθνών διοργανώσεων μπορεί να υπάρχουν και τρία οριζόντια πλακάκια και βαθύτερο κανάλι υπερχείλισης ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη απόσβεση των κυματισμών.



Εικ. 2.13 Κάλυψη περιμετρικού καναλιού υπερχείλισης μεγάλης αγωνιστικής πισίνας επιπέδου διεθνών διοργανώσεων, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).

Ένα άλλο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτών των κολυμβητικών δεξαμενών είναι ότι για λόγους ασφαλείας, μπορεί να κατασκευαστεί περιμετρικά των κατακόρυφων τοιχωμάτων διάδρομος επίβλεψης. Αυτός ο χώρος δημιουργείται μέσω ειδικών αντηρίδων ώστε να είναι προσβάσιμη περιμετρικά η πισίνα για το ενδεχόμενο βλάβης και εργασιών συντήρησης.

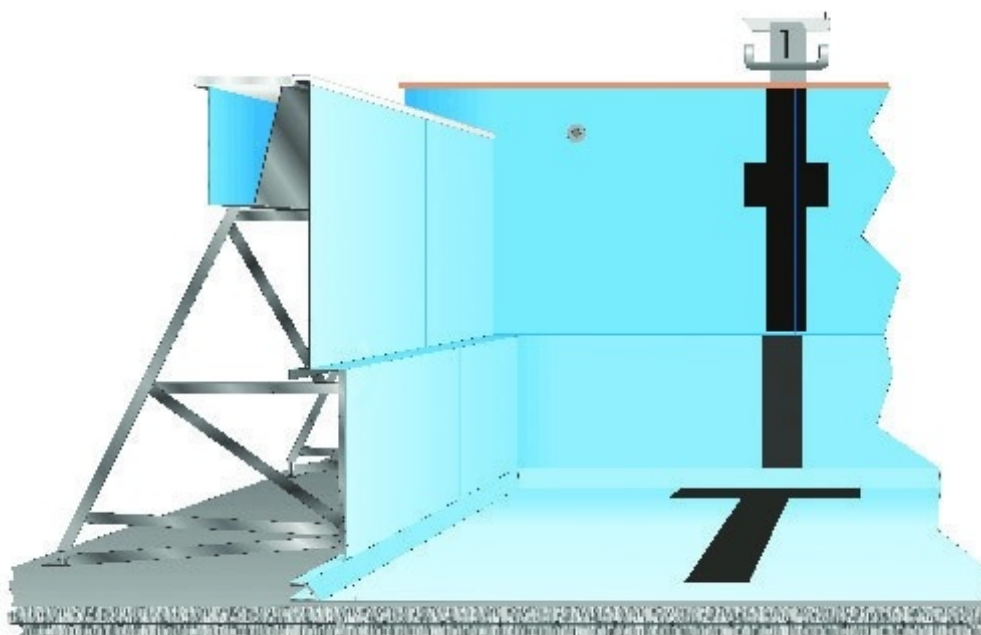


Εικ. 2.14 Περιμετρικοί διάδρομοι για πρόσβαση στα περιμετρικά μεταλλικά τοιχώματα, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).

Στο χώρο που βρίσκεται πάνω από αυτόν τον περιμετρικό διάδρομο ανάμεσα στα πλακάκια του περιβάλλοντα χώρου και το μετό τοποθετείται επίσης μεμβράνη PVC, που ξεκινάει από το κανάλι υπερχείλισης και εξασφαλίζει απόλυτη υδατοστεγανότητα μεταξύ αυτού του χώρου και της δεξαμενής.

Οι κολυμβητικές δεξαμενές που είναι κατασκευασμένες για αγωνιστικές δραστηριότητες πρέπει να έχουν την απαραίτητη διαγράμμιση στον πυθμένα και στα τοιχώματα. Στις κολυμβητικές δεξαμενές τεχνολογίας Myrtha Pools®, η διαγράμμιση του πυθμένα γίνεται με μεμβράνη PVC, χρώματος μαύρου και πλάτους 25 εκ

(σύμφωνα με τους κανονισμούς της F.I.N.A). Στα τοιχώματα χρησιμοποιείται ειδική αυτοκόλλητη μεμβράνη PVC, η οποία δεν επηρεάζεται από το νερό και τα χημικά του.



Εικ. 2.15 Διαγράμμιση πυθμένα και τοιχώματος αγωνιστικής κολυμβητικής δεξαμενής, αποκλειστικής κατασκευής Myrtha Pools (απο το φωτογραφικό αρχείο της εταιρείας Myrtha Pools).

#### 2.2.4 Πισίνα με καλούπια συνθετικού προϊόντος

Μπορούν να περιγραφούν και με τον όρο συναρμολογούμενες ή πισίνες σε κιτ καθώς ο κυρίως σκελετός των περιμετρικών τοιχωμάτων αποτελείται από κομμάτια μικρού πλάτους τα οποία συνδέονται μεταξύ τους είτε με βίδες είτε κουμπωτά. Με αυτό τον τρόπο σχηματίζεται το περιμετρικό κατακόρυφο καλούπι της πισίνας το οποίο στη συνέχεια θα οπλιστεί θα στηριχτεί και θα σκυροδετηθεί για να δώσει το τελικό περίγραμμα.

Είναι μια μέθοδος κατασκευής πισίνας η οποία συναντάται κυρίως σε μικρότερα ιδιωτικά έργα, αλλά έχει και εφαρμογές σε μεγαλύτερα κολυμβητήρια. Ο λόγος που συναντάται σε μικρότερα έργα είναι το ότι η μορφή των καλουπιών είναι τέτοια που μπορεί να δώσει ένα τελικό αποτέλεσμα στο περίγραμμα της πισίνας που να έχει οποιαδήποτε σχήμα επιθυμεί ο ιδιοκτήτης. Αρκετές εταιρείες κατασκευής πισίνας δραστηριοποιούνται μέσω αυτής της μεθόδου κατασκευής και για λόγους

ανταγωνισμού μπορεί να χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά για την παράγωγή αυτών των καλουπιών, με ποιο συχνή την κατασκευή με καλούπια από PVC. Είναι μια μεικτού τύπου κατασκευή καθώς χρησιμοποιείται οπλισμένο σκυρόδεμα και για την στήριξη των κατακόρυφων καλούπιων και στον πυθμένα της πισίνας.

Η διαδικασία κατασκευής παραμένει κοινή για όλες τις εταιρείες και ξεκινάει από την εκσκαφή του χώρου που θα γίνει η κατασκευή και το σχηματισμό του περιγράμματος πάνω στον οποίο θα στηθούν τα καλούπια. Ο πυθμένας διαμορφώνεται ως προς το σχήμα και το βάθος που έχει επιλεγεί και οπλίζεται αφού θα σκυροδετηθεί ταυτόχρονα με τα κατακόρυφα καλούπια. Τα κατακόρυφα καλούπια έχουν συνήθως πλάτος 25cm και συνδεόμενα μεταξύ τους δημιουργούν από την εσωτερική, προς την πισίνα, μεριά ένα ενιαίο πέτασμα που μετά τη σκυροδέτηση θα αποτελέσει το περιμετρικό κατακόρυφο τοίχωμα. Οι αρμοί που θα δημιουργηθούν μετά την ολοκλήρωση της σκυροδέτησης θα καλυφθούν μετά από την στεγανωτική μεμβράνη από PVC που έχουμε περιγράψει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τα κατακόρυφα καλούπια ακουμπάνε πάνω σε τσιμεντόλιθους ή σε τούβλα έτσι ώστε το τελικό ύψος να είναι ενιαίο. Στο πίσω μέρος τους τα καλούπια στηρίζονται σε διπλές τηλεσκοπικές αντηρίδες οι οποίες και εξασφαλίζουν τα κατακόρυφα αλφάδιασμα των τοιχείων. Οι αντηρίδες τσιμεντώνονται πριν αρχίσει η σκυροδέτηση ώστε να αποφευχθούν οι όποιες μετακινήσεις των καλουπιών κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης. Εάν η ανακυκλοφορία του νερού εξασφαλίζεται μέσω μηχανημάτων skimmer αυτά συναρμολογούνται στις επιλεγμένες θέσεις μαζί με τα καλούπια.

Στη συνέχεια οπλίζονται σε κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα τα τοιχεία και αλφαδιάζονται για να ακολουθήσει η σκυροδέτηση. Ο κατακόρυφος οπλισμός κάθε καλουπιού αφήνεται μεγαλύτερος σε αναμονή για να "δεθεί" με τον οπλισμό της πλάκας του περιβάλλοντα χώρου για την αποφυγή ρωγμών και καθιζήσεων μεταξύ του περιμετρικού τοίχου της πισίνας και του περιβάλλοντα χώρου. Ο περιβάλλοντας χώρος μετά την σκυροδέτηση μπαζώνεται και διαμορφώνεται κατάλληλα.

Η διαδικασία της σκυροδέτησης ξεκινάει από τη βάση των περιμετρικών τοιχείων. Στη συνέχεια σκυροδετείτε ο πυθμένας της πισίνας και τέλος γεμίζουν τα κατακόρυφα καλούπια. Οι διάφορες εταιρείες προσπαθώντας να κερδίσουν τον

ανταγωνισμό σχεδιάζουν με διαφορετικό τρόπο τα καλούπια τους στοχεύοντας στη μείωση του κόστους και τη διατήρηση της ποιότητας και της μακροβιωσιμότητας του έργου. Σύμφωνα με αυτή τη λογική μπορούμε να ξεχωρίσουμε 2 βασικές κατηγορίες καλουπιών ανάλογα με τον τρόπο που οπλίζονται και ενισχύονται με σκυρόδεμα.

- Καλούπια που οπλίζονται και σκυροδετούνται κατά τον οριζόντιο άξονα.

Σ αυτά τα καλούπια το σκυρόδεμα μπαίνει μόνο στη βάση και στο άνω σημείο της κατασκευής, ώστε να αποτελέσουν και τα δυο σημεία περιμετρικές ζώνες ενίσχυσης. Η βάση αυτής της κατασκευής και το δάπεδο από σκυρόδεμα θα αποτελέσουν ένα ενιαίο σώμα.

- Καλούπια που οπλίζονται κατά τον κατακόρυφο και τον οριζόντιο άξονα.

Η διαφορά σε αυτού του είδους τα καλούπια είναι ότι εκτός των δυο οριζόντιων ζωνών που δημιουργούνται από το οπλισμένο σκυρόδεμα, το καλούπι έχει κενό χώρο και κατά τον κατακόρυφο άξονα ο οποίος οπλίζεται και σκυροδετείται και αυτός. Έτσι δημιουργούνται περιμετρικά μικρές κολώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα που βοηθούν στην στήριξη των περιμετρικών τοιχωμάτων.

Μετά τη σκυροδέτηση για να δημιουργηθεί λεία επιφάνεια στον πυθμένα, γίνεται τσιμεντοκονία με άμμο θαλάσσης. Η επιφάνεια αυτή τρίβεται και στοκάρεται με προσοχή ώστε να προκύψει η τελική επιφάνεια του πυθμένα η οποία και θα επενδυθεί.

Η τελική επένδυση γίνεται από το την ειδική οπλισμένη στεγανοποιητική μεμβράνη (liner) με εν θερμώ συγκόλληση ξεκινώντας από τον πυθμένα της πισίνας. Στη συνέχεια τοποθετείται η μεμβράνη και στα κατακόρυφα τοιχώματα και στερεώνεται στο άνω μέρος του τοιχίου σε ειδικό οδηγό από αλουμίνιο ο οποίος έχει τοποθετηθεί στο χείλος του κατακόρυφου τοιχίου με σκοπό να στερεώσει τη μεμβράνη. Οι διάφορες εταιρείες έχουν δική τους τεχνοτροπία στο πώς θα εγκαταστήσουν αυτό τον οριζόντιο περιμετρικό οδηγό αφού άλλες τον εγκαθιστούν αμέσως μετά τη σκυροδέτηση, άλλες τον ενσωματώνουν στα καλούπια τους και άλλες τον τοποθετούν αφού κάνουν την τελική επένδυση των περιμετρικών χώρων και το στηρίζουν κάτω απ τα πλακίδια της τελικής αυτής επένδυσης.

## 2.3 Στατική επίλυση

### 2.3.1 Γενικά

Η κατασκευή υπόκειται σε δράσεις, η ανάληψη των οποίων και η ασφαλής μεταφορά τους στο έδαφος θεμελιώσεως αποτελεί τη βασική λειτουργία της. Προκειμένου να ελεγχθεί η κατασκευή έναντι αστοχίας ή λειτουργικότητας γίνεται χρήση των λεγόμενων «καταστάσεων σχεδιασμού», που περιγράφουν με επαρκή αξιοπιστία όλους τους συνδυασμούς φορτικών καταστάσεων, στις οποίες θα εκτεθεί η κατασκευή τόσο κατά τη φάση της ανέγερσης όσο και κατά την προβλεπόμενη διάρκεια ζωής της.

### 2.3.2 Δράσεις

Ανάλογα με το είδος, τη μορφή τη φύση, τη μεταβολή τους ως προς το χρόνο και την πιθανότητα εμφάνισής τους, προσδιορίζονται οι διάφορες χαρακτηριστικές τιμές των δράσεων οι οποίες επενεργούν επί μιας κατασκευής.

Όταν ασκούνται με τη μορφή επιβαλλόμενων δυνάμεων, οι δράσεις χαρακτηρίζονται ως **άμεσες**.

Αντίθετα, όταν οι δράσεις ασκούνται με τη μορφή παρεμποδιζόμενων και επιβαλλόμενων παραμορφώσεων, οι οποίες μπορεί να προκληθούν από θερμοκρασιακές μεταβολές ή συστολή ξηράνσεως και ερπυσμό του σκυροδέματος, υποχώρηση στηρίξεων, σεισμούς, κλπ., χαρακτηρίζονται ως **έμμεσες**.

Οι δράσεις μπορεί να είναι **στατικές** ή **δυναμικές**, ανάλογα με το αν προκαλούν ή όχι σημαντικές επιταχύνσεις της κατασκευής.

Ανάλογα με τη μεταβολή τους στο χρόνο και την πιθανότητα εμφάνισής τους κατά τη διάρκεια της ζωής της κατασκευής, οι δράσεις διακρίνονται σε **μόνιμες**, **μεταβλητές** και **τυχηματικές**.

**Μόνιμες** δράσεις είναι αυτές που κατά τη διάρκεια της ζωής της κατασκευής το μέγεθός τους μεταβάλλεται σπάνια ή πολύ λίγο, σε σχέση με τη μέση τιμή τους.



Περιλαμβάνουν (α) το βάρος του φέροντα οργανισμού της κατασκευής, (β) το βάρος των επικαλύψεων και του οργανισμού πληρώσεως (τοιχοποιιών, κλπ) και (γ) τις δράσεις αποθηκευμένων υγρών (ή άλλων υλικών) με σταθερή στάθμη.

**Μεταβλητές** δράσεις είναι αυτές που το μέγεθός τους μεταβάλλεται συχνά ή συνεχώς σε σημαντικό βαθμό σε σχέση με τη μέση τιμή τους. Τέτοιες δράσεις είναι : α) τα φορτία που ασκούνται κατά τη χρήση (ωφέλιμα ή κινητά φορτία) που συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 2 και 7.5 kN/m και περιλαμβάνουν το βάρος ανθρώπων, επίπλων, κινητών χωρισμάτων, συσκευών και εξοπλισμού, εμπορευμάτων, οχημάτων (ανάλογα με τη χρήση) καθώς και ενδεχόμενες πλευρικές ωθήσεις γαιών και υπογείου νερού, και (β) δράσεις που ασκούνται από συνήθεις ανέμους, χιονοπτώσεις, συχνούς σεισμούς, θερμοκρασιακές μεταβολές.

**Τυχηματικές** είναι οι δράσεις που έχουν πολύ μικρή πιθανότητα εμφάνισης στη διάρκεια ζωής της κατασκευής, όπως προσκρούσεις οχημάτων, εκρήξεις, κατολισθήσεις, πυρκαγιές, τυφώνες, ανεμοστρόβιλοι, σεισμοί μεγάλης έντασης οι οποίοι και αποτελούν τη σημαντικότερη τυχηματική δράση για τον Ελληνικό χώρο.

### 2.3.3 Απαιτήσεις σχεδιασμού

Για να μπορεί μία κατασκευή ή τμήμα κατασκευής να εκπληρώσει το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Ασφάλεια υπό την επίδραση των μεγαλύτερων πιθανών τιμών των δράσεων, η κατασκευή δεν πρέπει να αστοχεί.
- Λειτουργικότητα Υπό τις συνήθεις τιμές των δράσεων, η συμπεριφορά της κατασκευής (βέλη, άνοιγμα ρωγμών, κλπ) δεν πρέπει να παρεμποδίζει τη λειτουργία της. Για παράδειγμα, μια πλάκα δεν πρέπει να έχει μεγάλα βέλη κάμψης τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ρωγμές σε υπερκείμενους διαχωριστικούς τοίχους, ή, μια δεξαμενή δεν πρέπει να έχει ρωγμές με άνοιγμα μεγαλύτερο από ένα όριο (~0.1 mm) ώστε να μπορεί να κλείνει η ρωγή από τα εναποτιθέμενα άλατα του νερού) που μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση του οπλισμού και να μειώσουν την ανθεκτικότητα της κατασκευής.

- Οικονομία Το συνολικό κόστος της κατασκευής, σε ό,τι αφορά τόσο την ανέγερσή της όσο και τη συντήρησή της, πρέπει να είναι το ελάχιστο δυνατό, ενώ παράλληλα να ικανοποιούνται οι υπόλοιπες απαιτήσεις.
- Περιβάλλον Η κατασκευή πρέπει να σέβεται και να αναβαθμίζει όσο γίνεται το περιβάλλον μέσα στο οποίο εντάσσεται. Πρέπει, δηλαδή, να είναι καλαίσθητη και εναρμονισμένη με το περιβάλλον και να μην προκαλεί δυσανάλογες επεμβάσεις στη φύση (ακόμα και στη φάση ανέγερσής της). Επειδή ενδέχεται μερικές από τις παραπάνω απαιτήσεις να είναι αντιφατικές μεταξύ τους, θα πρέπει να σημειωθεί ότι χρειάζεται κάποια βελτιστοποίηση ανάμεσα στο σύνολο των βασικών απαιτήσεων σχεδιασμού.

### **2.3.4 Λογική του σχεδιασμού – Οριακές Καταστάσεις**

Αντικείμενο του σχεδιασμού είναι ο προσδιορισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των μελών του σκελετού της κατασκευής με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η εξασφάλιση των απαιτήσεων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Η εκπλήρωση των απαιτήσεων αυτών υπόκειται στη λογική των οριακών καταστάσεων. Ο όρος οριακή κατάσταση υιοθετήθηκε για να περιγράψει τη φυσική κατάσταση της κατασκευής τη στιγμή που γίνεται ακατάλληλη για τη χρήση για την οποία προορίζεται. Οι οριακές καταστάσεις διακρίνονται κυρίως σε δύο κατηγορίες:

- Οριακή κατάσταση αστοχίας η οποία αντιστοιχεί στη στιγμή που η κατασκευή ή ένα τμήμα της καταρρέει. Κατάρρευση μπορεί να συμβεί από διάφορες αιτίες: μετατροπή της κατασκευής σε μηχανισμό, ελαστική ή ανελαστική αστάθεια, ανατροπή λόγω απώλειας της ισορροπίας της κατασκευής θεωρούμενης ως στερεό σώμα, κλπ.
- Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας η οποία αντιστοιχεί σε κριτήρια που διέπουν την κανονική χρήση και την ανθεκτικότητα των κατασκευών. Τα συνηθέστερα κριτήρια κανονικής χρήσης σχετίζονται με περιορισμούς στη ρηγμάτωση και το βέλος κάμψης, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις (βλαπτικό

περιβάλλον λόγω φυσικοχημικών δράσεων) απαιτείται να εξασφαλισθεί ανθεκτικότητα. Μια κατασκευή από σκυρόδεμα σχεδιάζεται, συνήθως, έτσι ώστε να πληροί τις συνθήκες της οριακής κατάστασης αστοχίας και, στη συνέχεια, ελέγχεται για να διαπιστωθεί εάν πληρούνται και οι συνθήκες των οριακών καταστάσεων λειτουργικότητας.

### 2.3.5 Ανάλυση κολυμβητικής δεξαμενής

Σε αυτήν την ενότητα θα δώσουμε το στατικό μοντέλο με το οποίο προσομοιάζεται μια πισίνα αλλά και την λογική της στατικής λειτουργίας της. Επίσης την μορφή των φορτίων που παραλαμβάνει και μεταβιβάζει μια πισίνα αλλά και τους συνδυασμούς αυτών των φορτίσεων για τις οποίες πρέπει να διαστασιολογηθεί. Θα περιγραφούν οι οριακές καταστάσεις για τις οποίες γίνονται έλεγχοι καθώς και τα ευαίσθητα σημεία μια τέτοιας κατασκευής.

#### I. Φορτίσεις

Τα φορτία τα οποία επιβαρύνουν το σκελετό μιας πισίνας είναι τα εξής :

- Φορτίο νερού. Φορτίζει είτε υδροστατικά είτε δυναμικά και την πλάκα του πυθμένα και τα τοιχώματα της πισίνας. Υπεισέρχεται στους υπολογισμούς με την τιμή του ειδικού του βάρους  
 $\gamma = 10 \text{ KN/m}^3$
- Ωθήσεις γαιών. Επηρεάζουν είτε στατικά είτε δυναμικά τα κατακόρυφα τοιχώματα της πισίνας. Το ειδικό βάρος των γαιών έχει διάφορες τιμές που συνήθως κυμαίνονται μεταξύ  $\gamma = 18 - 25 \text{ KN/m}^3$ .
- Μόνιμα φορτία. Αφορούν κυρίως τις επικαλύψεις οι τιμές των οποίων αναφέρονται αναλυτικά στους πίνακες του ευρωκώδικα 1 (EN 1991-1.1)
- Κινητά φορτία. Αφορά τις κορυφές των τοιχωμάτων όπου μπορεί να υπάρχουν ειδικές κατασκευές που πρέπει να προστεθούν στον έλεγχο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι κτιστοί βατήρες και η τοποθέτηση τραμπολίνου ή

πύργου καταδύσεων. Ιδιαίτερα ο πύργος καταδύσεων αποτελεί μεγάλο φορτίο το οποίο πρέπει να ελεγχθεί και έναντι ανεμοπιέσεων.

- Υδροστατική του εδάφους. Αφορά κατασκευές με υψηλό υδροφόρο ορίζοντα.

## II. Θεμελίωση

Όσον αφορά τη θεμελίωση της πισίνας και τη μεταφορά των φορτίων στο υπέδαφος, στα προηγούμενα φορτία θα προστεθεί και το ίδιο βάρος της κατασκευής. Ανάλογα με το ανάγλυφο της περιοχής της διαστάσεις της κατασκευής και την μορφή του έργου, αλλά και του υπεδάφους αποφασίζεται η θεμελίωση της πισίνας. Στα περισσότερα έργα επιλέγεται η γενική κοιτόστρωση όπου η πλάκα του πυθμένα αποτελεί και την πλάκα θεμελίωσης. Αν το ανάγλυφο της περιοχής και το υπέδαφος δεν το επιτρέπουν μπορεί να χρειαστεί να γίνει θεμελίωση με πάσσαλους ή να γίνει μεγάλη εξυγίανση εδάφους.

Γενικά η επιλογή της θεμελίωσης της πισίνας είναι πολύ σημαντική καθώς απ αυτήν εξαρτάται άμεσα η βιωσιμότητα του έργου. Η πισίνα είναι μια κατασκευή στην οποία οι παραμορφώσεις και οι σχετικές μετακινήσεις άρα και οι ρωγμές που θα προκληθούν να είναι ανεκτές για την παρεμπόδιση καταστροφικών, για το έργο, διαρροών.

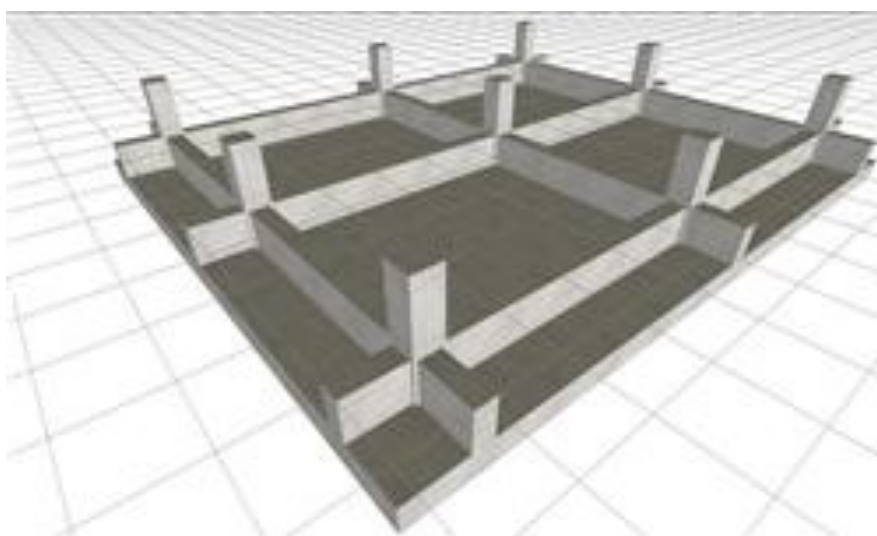
- Κοιτόστρωση

Η εκτεταμένη θεμελίωση (που συνήθως ονομάζεται κοιτόστρωση), είναι μια ενιαία θεμελίωση, που εκτείνεται σε όλη την επιφάνεια των υποστυλωμάτων που θεμελιώνονται. Η λειτουργία της κοιτόστρωσης μοιάζει με τη λειτουργία μίας εσχάρας πεδιλοδοκών. Οι τάσεις που δημιουργούνται στο έδαφος είναι ισχυρότερες στην περιοχή των υποστυλωμάτων και ασθενέστερες στις ενδιάμεσες περιοχές. Όταν υπάρχουν δοκοί ενίσχυσης, τότε οι τάσεις στο έδαφος έχουν μικρότερη απόκλιση μεταξύ των περιοχών των υποστυλωμάτων και των ενδιάμεσων περιοχών της κοιτόστρωσης.

Η κοιτόστρωση μπορεί να ανήκει σε μία από τις τέσσερις γενικές κατηγορίες, (1) κοιτόστρωση με νευρώσεις, (2) κοιτόστρωση χωρίς νευρώσεις, (3) κοιτόστρωση με κρυφοδοκούς, (4) μικτή κοιτόστρωση.

- Κοιτόστρωση με νευρώσεις

Στην κοιτόστρωση με νευρώσεις, εκτός από την ενιαία πλάκα θεμελίωσης υπάρχουν και δοκοί ως ενισχύσεις. Οι δοκοί δίνουν ακαμψία στη θεμελίωση και εκτός των άλλων, ομοιομορφίζουν και τις τάσεις του εδάφους.



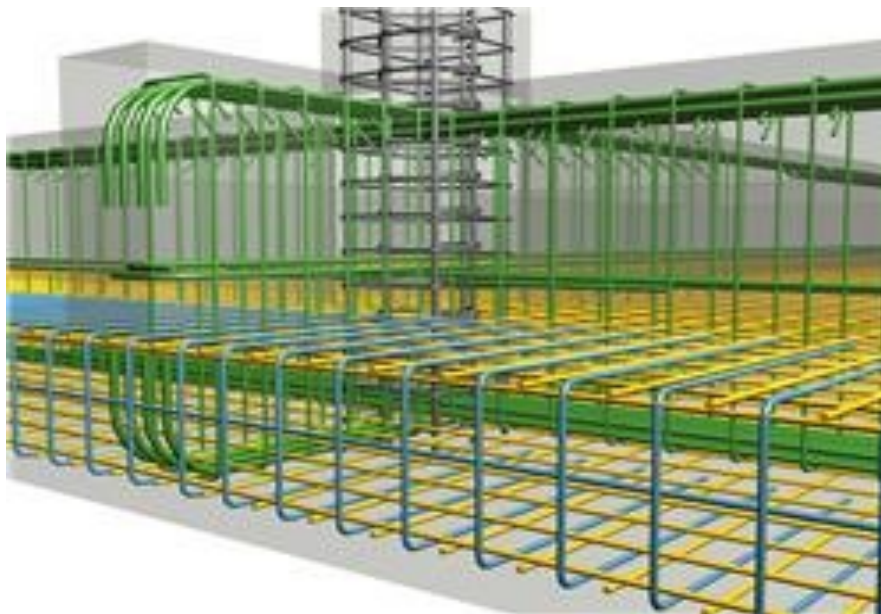
Εικ. 2.16 Κοιτόστρωση με νευρώσεις(<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>)

Η κοιτόστρωση με δοκούς ενίσχυσης έχει σχετική δυσκολία τόσο στο καλούπωμα, όσο και στο σιδέρωμα.

Ο οπλισμός της κοιτόστρωσης με ενισχύσεις, είναι τριών κατηγοριών, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα:

- α) όπλιση πλακών (κίτρινο χρώμα)
- β) όπλιση ελεύθερων παρυφών πλακών (μπλε χρώμα)
- γ) όπλιση δοκών (πράσινο χρώμα)

Τα σίδερα των κολονών είναι με γκρι χρώμα.

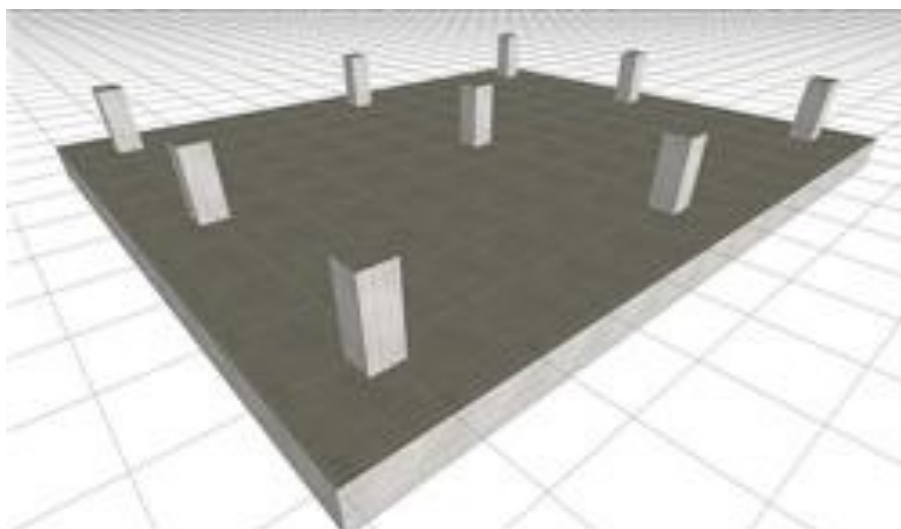


Εικ. 2.17 Οπλισμός πλάκας θεμελίωσης σε γενική κοιτόστρωση (<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>).

Οι πλάκες της θεμελίωσης σιδερώνονται με δύο πλέγματα, ένα στις κάτω ίνες και ένα στις πάνω και ακολουθεί τους κανόνες όπλισης των πλακών. Οι δοκοί οπλίζονται με ισχυρούς συνδετήρες και ράβδους στις πάνω και κάτω ίνες και ακολουθούν τους κανόνες όπλισης των δοκών. Οι ελεύθερες παρυφές των πλακών οπλίζονται με απλές φουρκέτες, ή με πλέγμα διαμορφωμένο σε φουρκέτα, ακολουθώντας τους κανόνες που ισχύουν και για τις πλάκες.

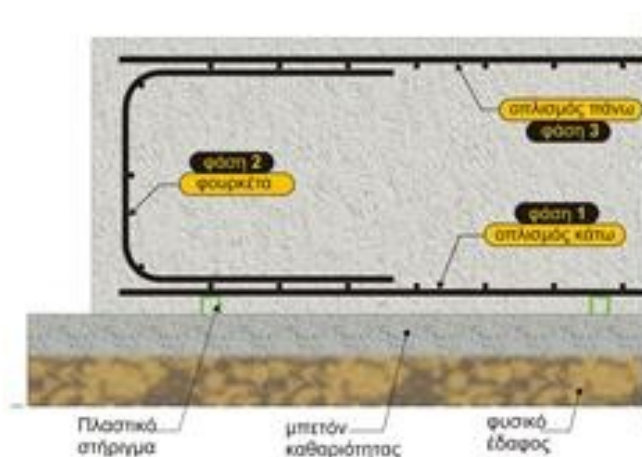
- Κοιτόστρωση χωρίς νευρώσεις

Η ενιαία πλάκα θεμελίωσης χωρίς ενισχύσεις είναι η απλούστερη μορφή θεμελίωσης, έχει πολύ εύκολο καλούπωμα και κατά κανόνα πολύ εύκολο σιδέρωμα. Στην κοιτόστρωση χωρίς νευρώσεις, υπάρχει μόνο ενιαία πλάκα θεμελίωσης. Οι πλάκες της θεμελίωσης σιδερώνονται με δύο πλέγματα, ένα στις κάτω ίνες και ένα στις πάνω. Στις περιοχές των αξόνων των υποστυλωμάτων, πολλές φορές, τοποθετούνται ισχυρότερες ή διπλές εσχάρες, επειδή κατά μήκος των αξόνων των υποστυλωμάτων εμφανίζονται και οι ισχυρότερες εντάσεις.



Εικ. 2.18 Πλάκα γενικής κοιτόστρωσης χωρίς νευρώσεις (<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>)

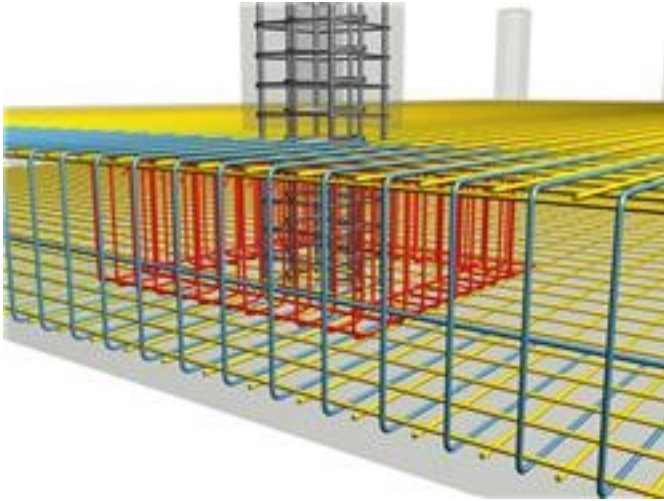
Οι ελεύθερες παρυφές των πλακών οπλίζονται με απλές φουρκέτες, ή με πλέγμα σε μορφή φουρκέτας.



Εικ. 2.19 Οπλισμός ελεύθερης παρυφής πλάκας (<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>)

Ο οπλισμός της κοιτόστρωσης χωρίς ενισχύσεις είναι τριών κατηγοριών όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα:

- α) όπλιση πλακών
- β) όπλιση ελεύθερων παρυφών πλακών
- γ) όπλιση διάτρησης (όταν απαιτείται) στην περιοχή κάποιων κολονών (με κόκκινο χρώμα)

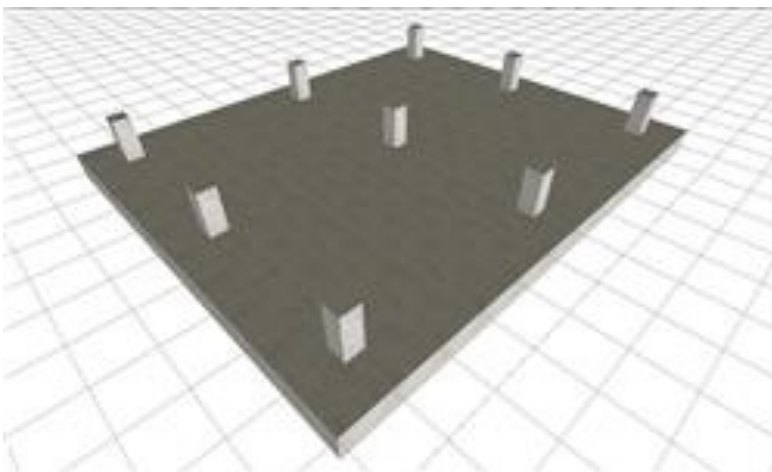


Εικ. 2.20 οπλισμός πλάκας γενικής κοιτόστρωσης χωρίς νευρώσεις (<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>)

- Κοιτόστρωση με κρυφοδοκούς

Στην κοιτόστρωση με κρυφοδοκούς, η πλάκα θεμελίωσης είναι ενιαία χωρίς ενισχύσεις, δηλαδή γεωμετρικά είναι το ίδιο απλή με την προηγούμενη περίπτωση. Η κοιτόστρωση με κρυφοδοκούς έχει πολύ εύκολο καλούπωμα, αλλά δύσκολο σιδέρωμα.

Ο οπλισμός της κοιτόστρωσης με κρυφοδοκούς είναι ίδιος με τον οπλισμό της κοιτόστρωσης με ενισχύσεις, μόνο που το ύψος της δοκού - ενίσχυσης είναι ίδιο με το πάχος της πλάκας.



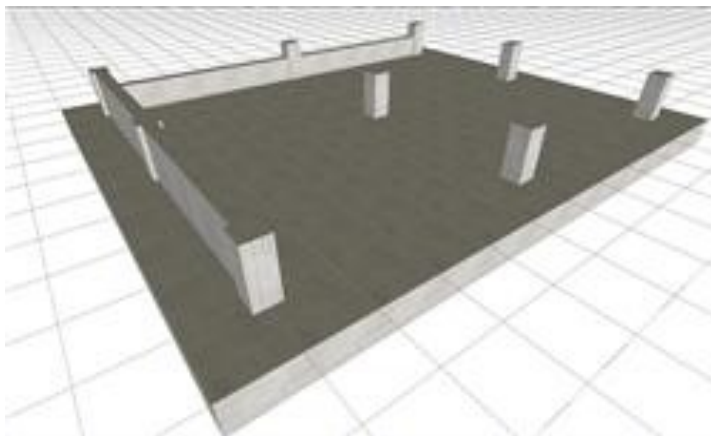
Εικ. 2.21 Κοιτόστρωση με κρυφοδοκούς (<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>)



- Μικτή κοιτόστρωση

Η μικτή κοιτόστρωση είναι μία εκτεταμένη θεμελίωση, που σε άλλα σημεία έχει ενισχύσεις και σε άλλα όχι. Οι ενισχύσεις μπορεί να είναι δοκοί ή τοιχεία. Η μικτή κοιτόστρωση μπορεί να έχει σημεία χωρίς ενισχύσεις, σημεία με ενισχύσεις δοκών και σημεία με ενισχύσεις τοιχείων.

Η μικτή κοιτόστρωση έχει δυσκολίες και στο καλούπωμα και στην όπλιση, αλλά πολλές φορές είναι αναπόφευκτη λύση π.χ. σε υπόγεια, όπου αναγκαστικά υπάρχουν τοιχεία.



Εικ. 2.22 Μικτή κοιτόστρωση (<http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>)

### III. Συνδυασμοί φορτίσεων

Οι περιπτώσεις φορτίσεων για τις οποίες εξετάζεται μια πισίνα είναι οι ακόλουθες :

Π.Φ. 1 Υγρό

Π.Φ. 2 Έδαφος

Π.Φ. 3 Σεισμός-Υγρό κατά άξονα +X

Π.Φ. 4 Σεισμός-Υγρό κατά άξονα +Y

Π.Φ. 5 Σεισμός-Υγρό κατά άξονα -X

Π.Φ. 6 Σεισμός-Υγρό κατά άξονα -Y

Π.Φ. 7 Σεισμός-Έδαφος κατά άξονα +X

Π.Φ.8 Σεισμός-Έδαφος κατά άξονα +Y

Π.Φ. 9 Σεισμός-Έδαφος κατά άξονα -X

Π.Φ. 10 Σεισμός-Έδαφος -Y

Το φορτίο εδάφους για τις ΠΦ7 – ΠΦ10 υπολογίζεται σύμφωνα με την § 5.3 β [2] και Σ 5.3. β ΕΑΚ2000.

Π.Φ. 11 Συστολή εκ πήξεως

Π.Φ. 12 Θερμοκρασιακή μεταβολή άνω - κάτω ίνας

Π.Φ. 13 Ίδιο βάρος

Π.Φ. 14 Άνωση ( για περίπτωση άδειας πισίνας και απότομη αύξηση του υδροφόρου ορίζοντα)

Μια πισίνα εξετάζεται για τρεις οριακές καταστάσεις :

Ο.Κ.Α.: Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Ο.Κ.Λ. ΜΑ: Μακροχρόνιος Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση λειτουργικότητας

Ο.Κ.Λ. ΒΡ: Βραχυχρόνιος Έλεγχος σε Οριακή Κατάσταση λειτουργικότητας.

#### **IV. Στατικό μοντέλο – προσομοίωμα**

Η πισίνα έχει τη μορφή ανοικτού κιβωτίου και η μοντελοποίηση για την στατική επίλυσή της έχει αυτή τη γεωμετρία. Οι αναφορές που γίνονται στον αντισεισμικό κανονισμό (ΕΑΚ 2000) και στον κανονισμό οπλισμένου σκυροδέματος (ΕΚΩΣ 2000) είναι μόνο για φορτίσεις υπόγειων δεξαμενών.

Τα δυο δομικά στοιχεία στα οποία μπορούμε να χωρίσουμε και να εξετάσουμε μια πισίνα είναι η πλάκα του πυθμένα και τα περιμετρικά τοιχώματα.

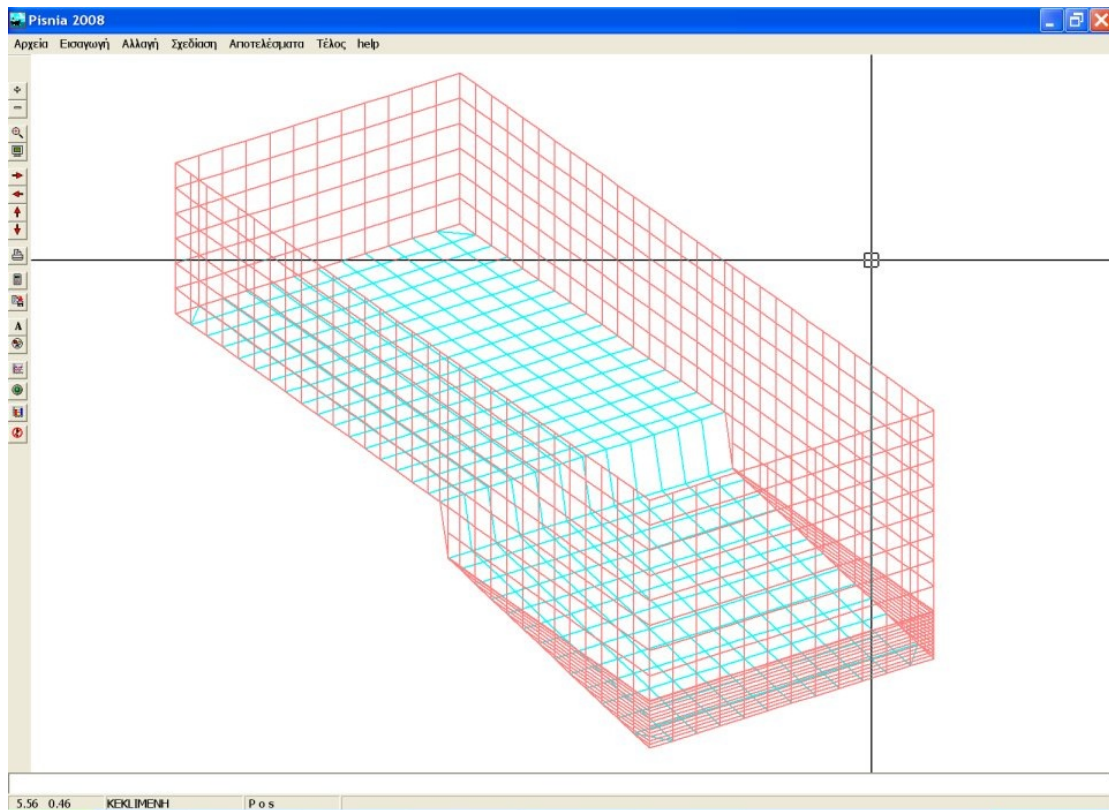
- Η πλάκα του πυθμένα της πισίνας, όπως αναφέραμε και νωρίτερα μπορεί να προσομοιαστεί με μια πλάκα θεμελίωσης γενικής κοιτόστρωσης.
- Τα περιμετρικά τοιχώματα μπορούν να προσομοιαστούν με ακλόνητους τοίχους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τοίχοι που είναι πρακτικώς απαραμόρφωτοι και έχουν ακλόνητη έδραση. Η αντιμετώπιση των τοιχωμάτων αυτών είτε από στατική, είτε από δυναμική άποψη (Monopobe – Okabe), σε μη κορεσμένα και κορεσμένα εδάφη περιγράφεται από τον ΕΚΟΣ 2000 Κεφ. 5.3 β. (Ακλόνητοι τοίχοι).

Οι αρχές σχεδίασης που διέπουν τις δεξαμενές αναφέρονται αναλυτικά στον ευρωκώδικα 8, στο 4 μέρος (EC8 part 4).

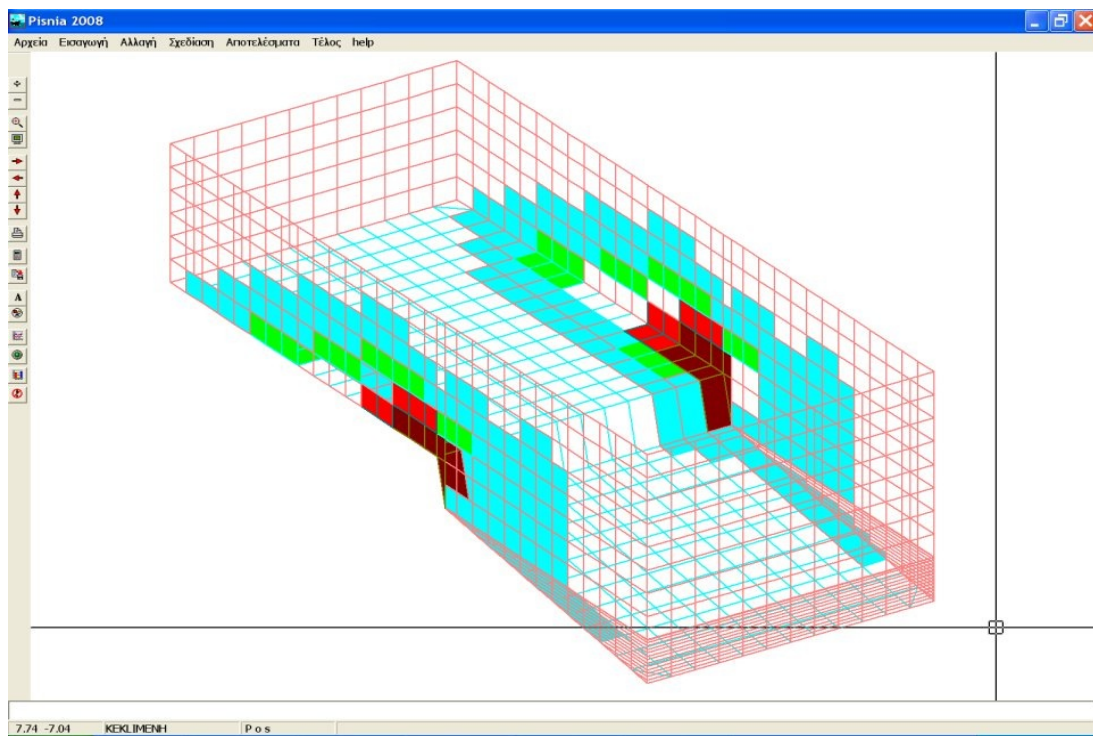
## **V. Κρίσιμες Περιοχές**

Οι κρίσιμες περιοχές μιας πισίνας είναι το σημείο αλλαγής της κλίσης του πυθμένα, τα σημεία επαφής των περιμετρικών τοιχωμάτων με τη πλάκα του πυθμένα της πισίνας καθώς και τα ελεύθερα άκρα των τοιχωμάτων αυτών. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται καθαρά τα κρίσιμα αυτά σημεία καθώς και ο τρόπος με το οποίο παραμορφώνονται τα δομικά στοιχεία μιας πισίνας. Στις διατομές αυτές πρέπει να γίνεται επιμελής μελέτη αλλά και εφαρμογή αυτής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ευρωκώδικα 8 και το 4<sup>ο</sup> μέρος του που έχει να κάνει με τον αντισεισμικό σχεδιασμό δεξαμενών.

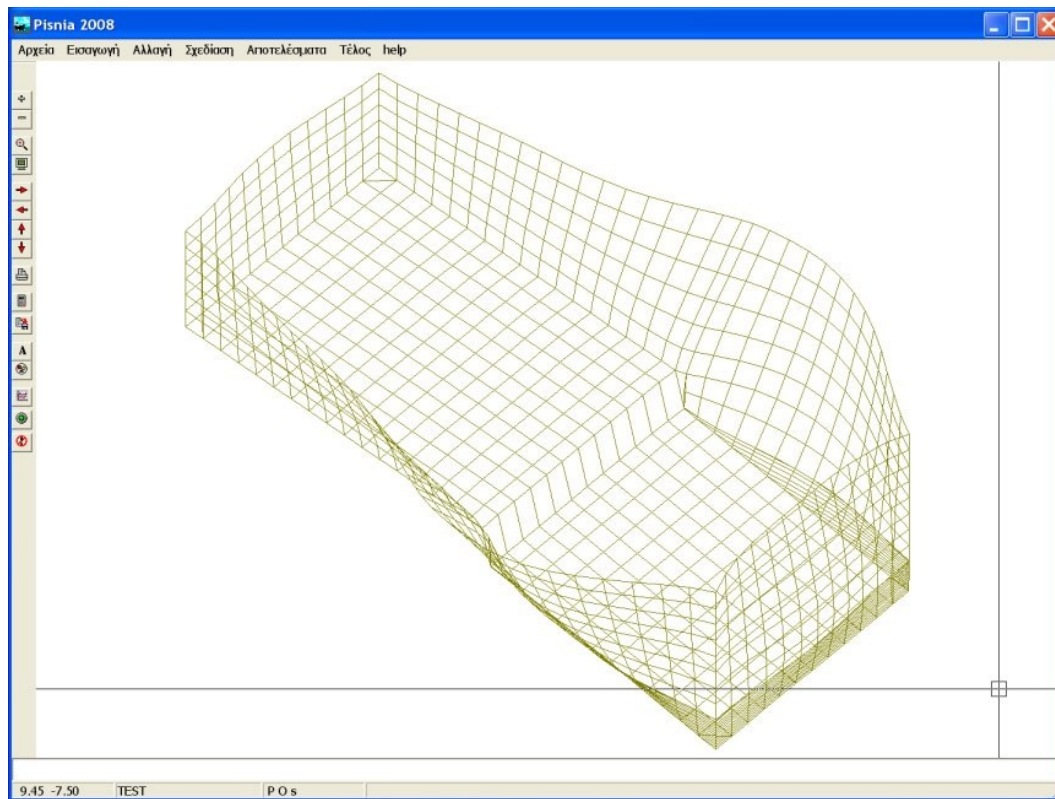
Η απαίτηση εφαρμογής του EN 1998 υπάρχει, γιατί ο Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος αναφέρει στην παραγραφο 15.2 ότι έργα με ειδικές απαιτήσεις έναντι ρηγματώσεως όπως οι δεξαμενές δεν καλύπτονται από το κεφάλαιο αυτό.



Εικ. 2.23 Πρόσμοιείωση κολυμβητηρίου (λογισμικό επίλυσης PISINA της εταιρείας Multisoft <http://www.multisoft.gr/piscina/piscina-2011>)



Εικ. 2.24 Κρίσιμες περιοχές πλάκας δαπέδου και περιμετρικών τοιχείων (τυχαίο παράδειγμα επίλυσης κολυμβητικής δεξαμενής του προγράμματος PISINA 2011, <http://www.multisoft.gr/piscina/piscina-2011>)



Εικ. 2.25 Παραμορφώσεις περιμετρικών τοιχωμάτων κολυμβητικής δεξαμενής (τυχαίο παράδειγμα επίλυσης κολυμβητικής δεξαμενής του προγράμματος PISINA 2011, <http://www.multisoft.gr/piscina/piscina-2011>)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Κλειστά κολυμβητήρια - Στέγαστρα

---

### 3.1 Γενικά

Τα κλειστά κολυμβητήρια κάνουν την εμφάνισή τους κατά τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Συγκεκριμένα στην Μεγάλη Βρετανία κατά το 1837 υπάρχουν ήδη 6 κλειστές κατασκευασμένες πισίνες με καταδυτήρια. Οι κατασκευές αυτές γίνονταν κυρίως από ιδιωτικά κλάμπ παροχής υπηρεσιών σε πολίτες ανώτερης κοινωνικής τάξης. Μετά τους πρώτους ολυμπιακούς αγώνες το 1896 και την διεξαγωγή των πρώτων κολυμβητικών αγώνων το άθλημα άρχισε να αναπτύσσεται ραγδαία. Τα κλειστά κλάμπ που φιλοξενούσαν ευγενείς που απλά περνούσαν ευχάριστα κάποιες ώρες σε κλειστές πισίνες που λειτουργούσαν κυρίως ως λουτρά άρχισαν να μεταμορφώνονται. Ολοένα και περισσότερα κλάμπ ίδρυσαν κολυμβητικούς συλλόγους και διοργάνωναν εσωτερικούς αγώνες μεταξύ των μελών οι οποίοι διαγωνίζονταν μεταξύ τους σε ένα άθλημα που στην αρχή του ήταν για τους λίγους.



Εικ. 3.1 Πισίνα του σταθμού 1913 (Piscine de la gare , <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b6924727q>)

Από τη στιγμή που η κολύμβηση έπαψε να είναι ψυχαγωγία και εισέβαλε στην αθλητική ζωή δημιουργήθηκε και η ανάγκη για περαιτέρω ενασχόληση άρα και κατασκευή χώρων που θα απέδιδαν τις κατάλληλες συνθήκες. Η αναγκαιότητα για την ύπαρξη κλειστών πισινών ήταν μεγάλη σε πολλές από τις πόλεις της κεντρικής αλλά και βόρειας Ευρώπης στις οποίες οι καιρικές συνθήκες ήταν σχεδόν απαγορευτικές για την λειτουργία ανοικτών κολυμβητηρίων κατά ένα διάστημα αρκετών μηνών.

Στην Ελλάδα για αρκετά χρόνια τα κολυμβητήρια που κατασκευάζονταν ήταν ανοικτά. Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα αλλά και το επίπεδο ενασχόλησης των αθλητών δεν πίεζαν για μια τέτοια πολυδάπανη κατασκευή. Το πρώτο κλειστό κολυμβητήριο που κατασκευάζεται είναι το κολυμβητήριο της Σχολής Ναυτικών Δοκίμων στις αρχές της δεκαετίας του '60.

Σχεδιάζεται από τον αρχιτέκτονα Δημήτρη Φατούρο και αποτελεί έργο σταθμό για την εποχή από αθλητική και αρχιτεκτονική άποψη.

Η κολύμβηση παύει να είναι στις συνειδήσεις των ανθρώπων το άθλημα των ευγενών και των πλουσίων. Η όλο και μεγαλύτερη και συχνότερη ενασχόληση με την κολύμβηση γεννά και την ανάγκη για κατασκευή περισσότερων κλειστών χώρων που παρέχουν ιδανικότερες συνθήκες άθλησης. Τα περισσότερα κλειστά κολυμβητήρια εξαιτίας του μεγάλου κόστους κατασκευής τους, κατασκευάζονται από το κράτος και προορίζονται ως χώροι άθλησης. Έτσι ελάχιστα είναι τα έργα ιδιωτικής πρωτοβουλίας και η αισθητική αυτών των χώρων μπαίνει σε δεύτερη μοίρα καθώς πρωταρχικός σκοπός είναι η οικονομική και γρήγορη κατασκευή χώρων άθλησης προς το κοινό.

### **3.2 Τύποι κλειστών κολυμβητηρίων**

Οι βασικές κατηγορίες που περιγράφουν την στέγαση ενός κολυμβητηρίου είναι οι εξής:

- Μπετονένια κατασκευή
- Ξύλινη κατασκευή

- Μεταλλική κατασκευή
- Μπαλόκι- Θόλος

Οι τέσσερις αυτές βασικές κατηγορίες στεγών κολυμβητηρίων έχουν κατασκευαστεί σε διάφορα έργα ανά τον κόσμο και φυσικά την Ελλάδα. Σε πολλές περιπτώσεις έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί μικτού τύπου στέγαστρα έτσι ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα σε ένα πρόβλημα με πολλές παραμέτρους, όπως είναι αυτό της κάλυψης ενός μεγάλου αθλητικού χώρου.

Τα κριτήρια για την πιο ορθολογική απόφαση για την κατασκευή του κατάλληλου στεγάστρου κινούνται γύρω από 5 βασικούς άξονες:

#### **α) νέα η προϋπάρχουσα κατασκευή**

Ο βασικός διαχωρισμός που γίνεται αφορά το αν πρόκειται για νέα κατασκευή ή κάποια ήδη προϋπάρχουσα πισίνα η οποία πρόκειται να στεγαστεί .

Είναι προφανές ότι η κατασκευή ενός κλειστού κολυμβητηρίου απ την αρχή μας δίνει την ελευθερία επιλογών ως προς το πώς θα επιλέξουμε να καλύψουμε μια κολυμβητική δεξαμενή. Σε μια καινούρια κατασκευή μπορεί να υλοποιηθεί οποιοσδήποτε τύπος στέγασης. Οι διάφοροι περιορισμοί εμφανίζονται όταν το έργο έχει να κάνει με μια υφιστάμενη κολυμβητική δεξαμενή. Τα διάφορων τύπων στέγαστρα κατασκευάζονται για να καλύψουν ανοίγματα δεκάδων μέτρων γεγονός που επιφέρει ιδιαίτερα στατικά προβλήματα. Η στήριξη των στεγαστρων σε ήδη υπάρχουσες αλλά και νεόδμητες κολυμβητικές δεξαμενές είναι ένα σύνθετο πρόβλημα που κυρίως έχει να κάνει με:

- Κερκίδες

Η ύπαρξη ή όχι των κερκίδων, καθώς και ο τύπος των κερκίδων επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την απόφαση μας για τον τύπο του στεγάστρου που θα επιλέξουμε. Στα περισσότερα υφιστάμενα κολυμβητήρια για εξοικονόμηση χώρου και χρημάτων επιλέγεται ένας τύπος στεγάστρου η στήριξη του οποίου να μπορεί να γίνεται στις κολώνες στις οποίες στηρίζονται και οι κερκίδες. Είναι προφανές ότι μια τέτοια κατασκευή στηρίζεται μόνο σε μόνιμου τύπου κερκίδες από μπετόν και δεν είναι



δυνατόν να στηριχτεί σε κινητές ή μεταλλικού τύπου πρόχειρες κερκίδες. Πολύ σημαντική είναι η μορφολογία των κερκίδων ( αναναπτύσσονται σε ύψος ή σε "πλάτος") καθώς και το μέγεθος τους καθώς το στέγαστρο καλείται να καλύψει το σύνολο της κατασκευής.

- Βοηθητικοί χώροι κολυμβητηρίου

Τα κολυμβητήρια πολλές φορές κατασκευάζονται σαν μέρη ενός αθλητικού κέντρου το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες εγκαταστάσεις ή να εντάσσεται σε χώρους αλληλοσυνδεόμενους ή συνεργαζόμενους. Ένα κολυμβητήριο μπορεί να βρίσκεται δίπλα σε άλλο γήπεδο, κλειστό ή ανοικτό, μπορεί να βρίσκεται δίπλα σε χώρους στάθμευσης ή δίπλα σε υφιστάμενες οδούς με αποτέλεσμα οι επιλογές του τύπου του στεγάστρου και της δημιουργίας βοηθητικών κατασκευών στήριξης αυτού να περιορίζονται είτε για λόγους λειτουργικούς και κατασκευαστικούς, είτε για λόγους αισθητικούς.

Σε διάφορες περιπτώσεις τα αποδυτήρια ενός κολυμβητηρίου μπορεί να αποτελούν οδηγό για τον τύπο του στεγάστρου που θα επιλέξουμε να κατασκευάσουμε. Αυτό γίνεται στις περιπτώσεις που τα αποδυτήρια είναι κοινά με κάποια άλλη αθλητική κατασκευή ή εντάσσονται σε κτίριο που βρίσκεται είτε σε απόσταση από την πισίνα είτε σε διαφορετικό επίπεδο (υψομετρικά) σε σχέση με την πισίνα.

- Υπέδαφος

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που πρέπει να εξετάζεται για την επιλογή του τύπου του στεγάστρου στις υφιστάμενες πισίνες είναι ο τύπος του υπεδάφους που υπάρχει. Πολλά στέγαστρα στηρίζονται αυτόνομα σε υποστυλώματα που δημιουργούν διάφορα σημειακά φορτία τα οποία πρέπει να εξεταστούν επιμελώς για ενδεχόμενες αστοχίες. Ιδίως στην Ελλάδα πολλά κολυμβητήρια κατασκευάζονται σε παράκτιες περιοχές όπου ο βαθμός επικινδυνότητας όσον αφορά την ποιότητα του υπεδάφους μεγαλώνει.

## **β) Χρηστικότητα της στέγης - κλιματολογικές συνθήκες**

Η στέγαση ενός κολυμβητηρίου γίνεται για να παρέχονται στους αθλούμενους - ασκούμενους οι καλύτερες δυνατές συνθήκες για να μπορέσουν να αθληθούν πιο σωστά ή να ψυχαγωγηθούν καλύτερα. Το τεχνητό περιβάλλον που διαμορφώνεται με την κατασκευή ενός στεγάστρου εξασφαλίζει τις πιο επιθυμητές για τον αθλούμενο, συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, φωτισμού και αερισμού. Ανάλογα με το στεγάστρο που θα κατασκευάσουμε οι συνθήκες αυτές είναι απόλυτα ελεγχόμενες και μεταβαλλόμενες ή απλώς καλύτερες αλλά μετρίως ελεγχόμενες από τις συνθήκες που επικρατούν σε ένα ανοικτό κολυμβητήριο. Σε χώρες ή σε τοποθεσίες όπου οι κλιματολογικές συνθήκες είναι ακραίες για μεγάλα χρονικά διαστήματα, προτιμώνται κλειστά κολυμβητήρια τα οποία να μπορούν να ελέγχουν κατά το δυνατό περισσότερο κυρίως τις συνθήκες θερμοκρασίας αλλά και αερισμού του κολυμβητηρίου. Η πλειονότητα των κολυμβητηρίων που κατασκευάζεται στην κεντρική και βόρεια ευρώπη ή στην Ρωσία είναι κλειστά κολυμβητήρια με βαριά μεπετονένια στέγαστρα τα οποία να μην επιτρέπουν την εύκολη αλληλεπίδραση των εξωτερικών κλιματολογικών συνθηκών με το εσωτερικό ατμοσφαιρικό περιβάλλον της πισίνας. με στόχο κυρίως . Τα στέγαστρα που κατασκευάζονται στα κλειστά κολυμβητήρια χωρών που έχουν μεσογειακού τύπου κλίμα, στην πλειονότητα τους αποτελούνται από πιο ελαφριές κατασκευές. Σ αυτού του τύπου τις κατασκευές είναι μεγαλύτερη και πιο άμεση η επίδραση των εξωτερικών καιρικών συνθηκών. Ο μεσογειακός τύπος του κλίματος όμως δίνει διαφορές μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών - επιθυμητών θερμοκρασιών που είναι μικρές και μπορούν σχετικά εύκολα να ελεγχθούν με μηχανικά, ψυκτικά ή θερμαντικά μέσα. Πολλά από αυτά τα ελαφριάς κατασκευής στέγαστρα δίνουν την δυνατότητα της άμεσης μεταβολής των συνθηκών που επιβάλλουν σε ένα κολυμβητήριο. Υπάρχουν διαφόρων τύπων κατασκευές οι οποίες μας επιτρέπουν με απλές ενέργειες να έχουμε ένα κολυμβητήριο το οποίο να είναι κλειστό τους μήνες του χειμώνα και ανοικτό ή ημί-στεγαζόμενο ή επαρκώς αεριζόμενο τους καλοκαιρινούς μήνες.

Το κομμάτι της χρηστικότητας της στέγης έχει να κάνει ακριβώς με αυτή τη διαδικασία. Το πόσο εύκολα μπορούμε να μετατρέψουμε ένα κλειστό κολυμβητήριο

σε ένα κολυμβητήριο το οποίο να είναι είτε ανοικτό είτε να έχει τέτοιες συνθήκες που να πλησιάζουν σε συνθήκες ανοικτού κολυμβητηρίου όσον αφορά κυρίως την θερμοκρασία, τον αερισμό, τον δροσισμό και τον φωτισμό του κολυμβητηρίου.

### **γ) Μονιμότητα κατασκευής**

Κάθε χρόνο σε όλο τον πλανήτη διοργανώνονται δεκάδες αθλητικά γεγονότα που αφορούν αθλήματα του υγρού στίβου, τα οποία διεξάγονται σε ένα κολυμβητήριο. Ανάλογα με την περίοδο και το είδος των αγώνων, αν πρόκειται δηλαδή για Παγκόσμιας εμβέλειας αγώνες ή για αγώνες που διεξάγονται σε μια ήπειρο υπάρχουν και οι ανάλογες οδηγίες οι αγώνες αυτοί να γίνονται μόνο σε κλειστά κολυμβητήρια. Είναι συχνό το φαινόμενο λοιπόν της κατασκευής στεγάστρων κολυμβητηρίων για πολύ μικρές περιόδους και μόνο για την περίοδο κάποιων αγωνιστικών υποχρεώσεων που μπορεί να είναι από μια εβδομάδα έως και ένας μήνας.

Σε αυτές τις περιπτώσεις προτιμώνται από τις διοργανώτριες αρχές συνηθέστερα ελαφριές έως πολύ ελαφριές κατασκευές ανάλογα με το εάν το κολυμβητήριο που θα κατασκευαστεί είναι κολυμβητήριο αγώνων ή προπονητήριο. Έτσι μπορεί να έχουμε σαν στέγαστρο μια ελαφριά μεταλλική κατασκευή με πλήρωση από πανέλα (πολυκαρβονικά φύλλα ή μεταλλικά) ή με πλήρωση από ειδικά πανιά. Για ιδιαίτερα πρόχειρες στεγάσεις μπορούμε να έχουμε την στέγαση με τη τεχνική του μπαλονιού, η οποία αν πρόκειται για μεγάλο αθλητικό γεγονός συναντάται μόνο σε προπονητήρια.

Η μονιμότητα της κατασκευής αφορά αποκλειστικά την κατασκευή του στεγάστρου. Τα αθλητικά γεγονότα δεν είναι ο μοναδικός λόγος για τον οποίο μπορεί να καλυφθεί ένα κολυμβητήριο. Υπάρχουν αρκετά κολυμβητήρια που έχουν κατασκευαστεί για ψυχαγωγικούς λόγους. Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα όπου η περίοδος ηλιοφάνειας είναι μεγάλη και επίπεδα θερμοκρασιών που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν μέτρια ή υψηλά για αρκετούς μήνες κατασκευή ενός στεγάστρου το οποίο θα μπορούσε να αφαιρεθεί με εύκολο και ανέξοδο τρόπο φαντάζει ιδανική. Έτσι σε κατασκευές οι οποίες δεν αφορούν αμιγώς αθλητικούς χώρους μπορούμε να κατασκευάσουμε εκτός από το μπαλόκι κάποια μορφή κινητού θόλου ή να

επιλέξουμε να “κλείσουμε” το κολυμβητήριο με τηλεσκοπικά πανέλα από πολυκαρβονικά φύλλα (που είναι ιδιαιτέρως φωτοδιαπερατά) συνηθέστερα και αλουμινένιο σκελετό. Σ αυτού του τύπου τις κατασκευές ακριβώς γιατί είναι πιο ελαφριάς μορφής και απευθύνονται κυρίως σε πιο μικρά ιδιωτικά έργα, υπάρχουν πολλές εταιρείες που προτείνουν διάφορες λύσεις όσον αφορά τις μορφές των στεγάστρων και τα υλικά κατασκευής τους.

#### **δ) Αισθητική**

Η κατασκευή ενός κολυμβητηρίου πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες αφού κύριος σκοπός είναι η αθλητική ενασχόληση ή ψυχαγωγία ενός συνόλου ανθρώπων. Οι κανόνες αυτοί είναι αυστηροί και όπως έχουμε δει σε προηγούμενα κεφάλαια δεν αναφέρεται πουθενά η λέξη αισθητική. Αυτό βέβαια ισχύει σε όλους τους αθλητικούς χώρους και όχι μόνο στα κολυμβητήρια. Έκτος από τους δευτερεύοντες και βοηθητικούς χώρους που μπορεί να έχουν το χρώμα και την αισθητική του εκάστοτε μελετητή το τμήμα της κατασκευής που δίνει πάντα ένα ξεχωριστό τόνο και ουσιαστικά το χαρακτήρα σε έναν αθλητικό χώρο είναι το στέγαστρό του. Το στέγαστρο σε έναν αθλητικό χώρο πέρα απ τις λειτουργικές ιδιότητες που μπορεί να προσδίδει σε αυτόν το χώρο, είναι το τμήμα της κατασκευής με το οποίο έρχεται σε πρώτη επαφή ένας επισκέπτης. Είναι η πρώτη εικόνα που θα συναντήσει κάποιος η οποία μπορεί να τον προσελκύσει και να τον κερδίσει αισθητικά.

Πέρα από την εξωτερική εμφάνιση και τον αισθητικό μαγνητισμό που μπορεί να προκαλέσει το στέγαστρο ενός κολυμβητηρίου, πολύ σημαντική είναι και η εσωτερική όψη αλλά και η αίσθηση που δίνει στους ανθρώπους που βρίσκονται μέσα στο κολυμβητήριο. Οι άνθρωποι οι οποίοι θα μπουν σε έναν αθλητικό χώρο όπως είναι το κολυμβητήριο χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, στους θεατές και στους αθλούμενους. Για τους θεατές το αίσθημα της προφύλαξης και της ασφάλειας χωρίς ωστόσο να υπάρχει η αίσθηση της ασφυξίας ή του εγκλεισμού είναι ιδιαίτερα ευχάριστο στο να παραμείνουν και να παρακολουθήσουν ένα αθλητικό γεγονός. Ιδιαίτερη και σημαντική είναι η αίσθηση της επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον που έχουν κύριως οι αθλητές – ψυχαγωγούμενοι, αλλά και οι θεατές. Η κολύμβηση

από αρχαιοτάτων χρόνων περιγράφεται ως ένα καθαρό και ευγενικό άθλημα. Είναι ένα άθλημα που σου δημιουργεί συναισθήματα ευεξίας, χαλάρωσης και διαλογισμού, αφού σε φέρνει σε άμεση επαφή με ένα δυναμικό και οικείο στοιχείο της φύσης, όπως είναι το νερό. Όσο πιο άμεση και ζωντανή είναι αυτή η επαφή των αισθήσεων του κολυμβητή με τα πραγματικά στοιχεία της φύσης, όπως είναι το φώς του ήλιου και ο αέρας, τόσο περισσότερο απολαμβάνει τη δραστηριότητά του.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα από κολυμβητήρια και κατασκευές που θεωρούνται ακόμα και αρχιτεκτονικά επιτεύγματα τα οποία αφορούν κυρίως τα στέγαστρα των κολυμβητηρίων αυτών και τις εσωτερικές συνθήκες που δημιουργούν αυτά. Πολλοί μελετητές έχουν οραματιστεί και έχουν υλοποιήσει στέγαστρα μέσω των οποίων θα επιτευχθούν οι τελειότερες δυνατές συνθήκες. Το κολυμβητήριο δεν είναι ένας αθλητικός χώρος όπως όλοι οι άλλοι, αλλά ένας χώρος ο οποίος θα πρέπει να αποπνέει συναισθήματα ευεξίας ζωντάνιας, θετικής ενέργειας και καθαρότητας.

#### **ε) Οικονομικότητα**

Η λήψη της απόφασης για την κατασκευή ενός στεγάστρου κολυμβητηρίου είναι σαφές ότι ανήκει μόνο στο χρηματοδότη του έργου, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι ο μελετητής μηχανικός δεν οφείλει να γνωρίζει τις οικονομικές προεκτάσεις του έργου που καλείται να μελετήσει. Το στέγαστρο ενός αθλητικού χώρου αποτελεί το αισθητικό του περιτύλιγμα και είναι ένα σημαντικό κομμάτι όσον αφορά την όλη λειτουργία και φιλοσοφία αυτού του χώρου. Εκτός από τα οικονομικά δεδομένα και τις παραμέτρους που αναλύονται πρίν από την κατασκευή ενός αθλητικού χώρου, αυτό που οφείλει να συνυπολογίζει ένας μελετητής είναι ο κοινωνικός χαρακτήρας του έργου και ο σκοπός για τον οποίο κατασκευάζεται. Εάν δηλαδή το υπό κατασκευή κολυμβητήριο έχει σαν στόχο να αποτελέσει μια κερδοφόρο επιχείρηση ή η λειτουργία του έχει περισσότερο κοινωνικό χαρακτήρα. Το κολυμβητήριο είναι ένας αθλητικός χώρος ο οποίος δεν μπορεί να ανταγωνιστεί σε επίπεδα κερδοφορίας άλλους αθλητικούς χώρους όπως είναι για παράδειγμα ένα γήπεδο ποδοσφαίρου ή ένα γήπεδο μπάσκετ. Η αθλητική κοινωνία είναι δομημένη με τέτοιο τρόπο ώστε το μεγαλύτερο ενδιαφέρον να βρίσκεται σε άλλους αθλητικούς χώρους κατά πολύ περισσότερο από ότι στα κολυμβητήρια. Αυτός ακριβώς είναι και ο λόγος που στα

περισσότερα κλειστά κολυμβητήρια ανά τον κόσμο κατασκευάζονται στέγαστρα που ακολουθούν τις πεπατημένες οδούς και λύσεις.

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο, κατασκευάζονται κλειστά κολυμβητήρια που ως στόχο έχουν την εξασφάλιση των καλύτερων δυνατών συνθηκών με την βοήθεια των πολλών τεχνολογικών επιτευγμάτων και την εφαρμογή μοντέρνων αρχιτεκτονικών θεωριών.

### **3.2.1 Μπετονένια στέγαστρα**

Συνήθως συναντώνται σε κολυμβητήρια που κατασκευάζονται από το μηδέν και δεν χρησιμοποιείται τόσο συχνά σαν τεχνική επιστέγασης ενός ανοικτού προϋπάρχοντος κολυμβητηρίου. Το μπετονένιο στέγαστρο είναι μια βαριά κατασκευή που συχνά επιλέγεται να καλύψει μεσαία ή μικρά ανοίγματα σε κολυμβητήρια σχετικά μικρών διαστάσεων ή σε προπονητήρια ολυμπιακών διαστάσεων με μεγάλες κερκίδες και περιμετρικούς καλυπτόμενους χώρους. Σε αυτού του είδους τα στέγαστρα οι εσωτερικές συνθήκες που δημιουργούνται είναι στην πλειονότητα των περιπτώσεων πλήρως ελεγχόμενες από μηχανικά μέσα θέρμανσης και κλιματισμού. Ο φωτισμός αυτών των χώρων επιτυγχάνεται σχεδόν αποκλειστικά με τεχνητό τρόπο εκτός από τις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν περιμετρικά του κολυμβητηρίου κερκίδες ή τοιχία. Στα κολυμβητήρια που θα τοποθετηθεί αυτού του είδους το στέγαστρο πολύ συχνά προβλέπεται να κατασκευάζονται κερκίδες από τη μια πλευρά κατά μήκος του κολυμβητηρίου έτσι ώστε να υπάρχει κάποιος φυσικός φωτισμός αλλά και φυσικά να μετριαστεί το εύρος του ανοίγματος. Οι πισίνες που καλύπτονται με τέτοια στέγαστρα θεωρούνται και είναι γενικά σκοτεινές πισίνες. Γι αυτό το λόγο μεγάλη σημασία πρέπει δίνεται στον προσανατολισμό της πισίνας και τελικά του φυσικού αλλά και τεχνητού φωτισμού αφού λόγω της αντανάκλασης του νερού μπορεί να δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες για την τέλεση αθλημάτων.

Στην Ελλάδα δεν προτιμάται σαν λύση και εμφανίζεται κυρίως σε μικρότερα ιδιωτικά έργα και όχι σε πισίνες αγώνων, ή σε πισίνες που αποτελούν προθερμαντήρια και είναι συνήθως μικρών διαστάσεων.

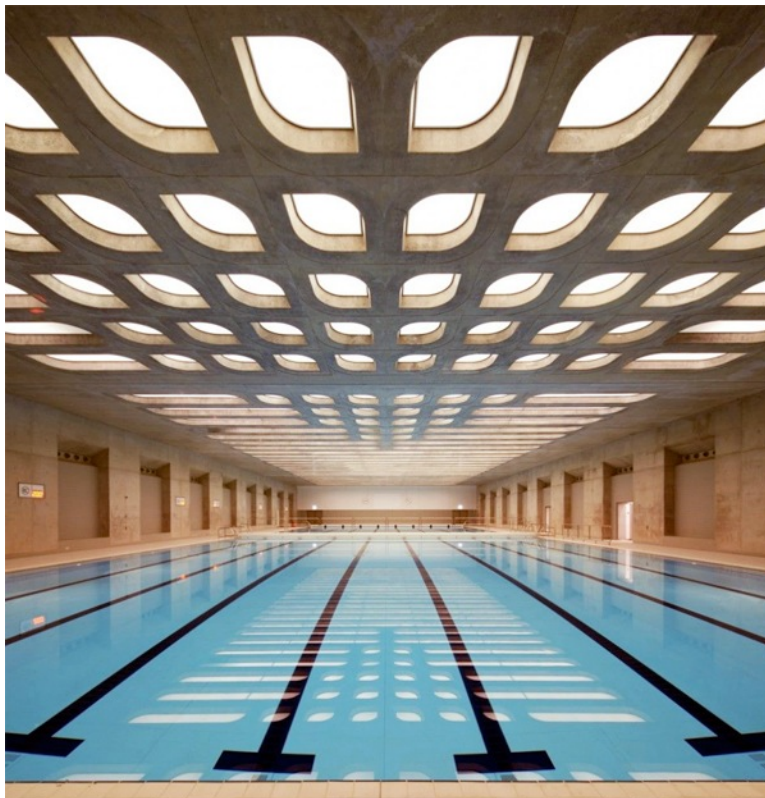


Εικ. 3.2 Κλειστό κολυμβητήριο

ΟΑΚΑ με μπετονένιο στέγαστρο

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου κολυμβητηρίου στην Ελλάδα αποτελεί η πισίνα προθέρμανης του ολυμπιακού σταδίου, το στέγαστρο της οποίας αποτελεί την δημόσια πλατεία των υπερκείμενων χώρων του ολυμπιακού κέντρου κολύμβησης του ΟΑΚΑ.

Μια απο τις πιο πρόσφατες κατασκευές που αφορά κολυμβητήριο με στέγαστρο απο



σκυρόδεμα αποτελεί το προπονητήριο του κέντρου κολύμβησης των τελευταίων Ολυμπιακών αγώνων του Λονδίνου.

Εικ. 3.3 Κλειστό προπονητήριο Ολυμπιακού κέντρου κολύμβησης, Λονδίνο 2012

(<http://www.archdaily.com/161116/london-aquatics-centre-for-2012-summer-olympics-zaha-hadid-architects/>)

Όπως παρατηρούμε πρόκειται πάλι για κολυμβητήριο - προπονητήριο το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχουν κερκίδες και άρα το συνολικό πλάτος του στεγάστρου είναι μικρό. Στο συγκεκριμένο στέγαστρο παρατηρούμε ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο από ανοίγματα τα οποία εκτός από τον ομοιόμορφο φυσικό φωτισμό που παρέχουν στον υποκείμενο χώρο, μειώνουν και το ίδιο βάρος της πλάκας το άνοιγμα της οποίας φτάνει τα 20 μέτρα.

### 3.2.2 Ξύλινες κατασκευές

Η στέγαση πισίνας με ξύλινη κατασκευή αποτελεί την συνηθέστερη επιλογή στον Ελλαδικό χώρο για τα περισσότερα αθλητικά τουλάχιστον κολυμβητήρια. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε μεγάλα κολυμβητήρια όπου τα ανοίγματα που καλύπτονται μπορεί να φτάσουν και τα 60 μέτρα. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην μόρφωση του φέροντος οργανισμού είναι :

- Χάλυβας
- Ωπλισμένο σκυρόδεμα
- Συγκολλητό ξύλο



Εικ. 3.4 Κλειστό κολυμβητήριο Κολλεγίου Αθηνών, όπου φαίνεται το ξύλινο στέγαστρο (<http://buildinggreen.gr/sustainable-project/κολυμβητήριο-κολλεγίου-αθηνών-στην-κ-2/>).



Οι φορείς της στέγασης είναι τόξα από συγκολλητό ξύλο (Glulam) από λαμέλλες που έχουν υποστεί την διαδικασία εμποτισμού ασηπτοποίησης εντός κλιβάνου. Όλα τα μεταλλικά μέρη είναι βαρεία γαλβανισμένα, τα καρφιά είναι ανοξείδωτα, με ελικοειδή κορμό, όπως επίσης και οι δοκοθήκες των δευτερευουσών δοκών.

Ο καμπύλος φορέας επιλέγεται σ αυτήν την ομάδα συνθέσεων κυρίως για δυο λόγους:

α) Για την οικονομικότητα της διατομής τους στην ασφαλή γεφύρωση μεγάλων ανοιγμάτων.

β) Για τον ικανό όγκο που δημιουργεί υπό την κάλυψη του, απαραίτητο για την σωστή βιοκλιματική λειτουργία ενός θερμαινόμενου κλειστού κολυμβητηρίου με πολλές θέσεις.

Η στέγαση επιτυγχάνεται από ένα τοξωτό ξύλινο φορέα ο οποίος έχει τη συμπεριφορά του τριαρθρωτού τόξου. Η επιλογή της λύσης του τριαρθρωτού τόξου έγινε για να αποφευχθεί μια δαπανηρή και δύσκολη θεμελίωση που ενδεχομένως να χρειαζόταν ένας τοξωτός φορέας, σε εδάφη ασταθή και ασθενή όπου πολλές φορές υπάρχουν σε αυτά τα έργα.



*Εικ. 3.5 Σύνδεση στοιχείων ξύλινου στεγάστρου όπου φαίνεται η τοξωτή διάταξη και η λογική στήριξης με τη λύση του τριαρθρωτού τόξου. (απο το αρχείο του καθ. ΕΜΠ Π. Τουλιάτου).*

Για να αποφευχθεί το μειονέκτημα του τοξωτού φορέα αφ' ενός ως προς την εξωτερική μορφολογία της στέγασης και αφ' ετέρου για την δυσκολία ύπαρξης ανοιγμάτων αερισμού και φωτισμού, συχνά σχεδιάζονται συνδυασμοί του βασικού τοξωτού φορέα με άλλα ξύλινα ευθύγραμμα ή καμπύλα στοιχεία (αντιθέτου καμπυλότητας) και χαλύβδινα δικτυώματα.



Εικ. 3.6 Συνδυασμός τοξωτών και ευθύγραμμων τμημάτων στο φορέα για την δημιουργία ανοιγμάτων αερισμού και φωτισμού (απο το αρχείο του καθ. ΕΜΠ Π. Τουλιάτου).

Ο κατασκευαστής είχε μελετήσει τη συμπεριφορά των τοξωτών φορέων στην Ελλάδα. Παρατήρησε ότι όταν ένας τοξωτός φορέας, υποβληθεί σε καμπτική παραμόρφωση (π.χ. λόγω μετακίνησης των βάσεων του ) τότε στον ουδέτερο άξονα και κάθετα προς αυτόν αναπτύσσονται εφελκυστικές δυνάμεις με συνηθέστερο αποτέλεσμα μια παράλληλη προς τον άξονα του φορέα ρωγμή.

Η αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου έγινε ως εξής: Τα χαλύβδινα δικτυώματα που στηρίζονται επάνω στα ξύλινα τόξα και φέρουν ένα άλλο, μικρότερο, ξύλινο στοιχείο συνδέονται με αυτά μέσω χαλύβδινων "πηρουνιών" που περιβάλλουν την ξύλινη διατομή, σφικτά και ασφαλίζονται επάνω σε αυτή με ένα κατάλληλο καπάκι. Το καπάκι αυτό συνδέεται με το "πηρούνι" με δυο μπουλόνια.



*Εικ. 3.7 Στηριξη του δευτερεύοντος μικρού τριαρθρωτού τόξου που θα καλύψει την ρηχή πισίνα εκμάθησης (απο το αρχείο του καθ. ΕΜΠ Π. Τουλιάτου).*

Κατά τη σύσφιγξη αυτού του συστήματος σύνδεσης παρεμβάλλονται μικρά ελατήρια, έτσι ώστε να μην υπάρξει χαλάρωση ακόμα και αν η ξύλινη διατομή συσταλεί.



*Εικ. 3.8 Στην αριστερή εικόνα φαίνεται η χαλύβδινη λεπτομέρεια για την απόλεια και προένταση των αντιανεμιών. Στην δεξιά εικόνα φαίνεται η αρθρωτή λεπτομέρεια σύνδεσης των δυο ξύλινων τόξων καθώς και το στοιχείο ασφάλισής τους (απο το αρχείο του καθ. ΕΜΠ Π. Τουλιάτου).*

Με αυτό το σύστημα σύνδεσης επιτυγχάνονται κυρίως τα εξής:

α) Αντίθετα με τις κλασσικές μεθόδους σύνδεσης, μεταξύ ξύλινου τόξου και χαλύβδινου στοιχείου ("πηρούνι") δεν παρεμβάλλονται μπουλόνια που θα μπορούσαν

να μπλοκάρουν την φυσική συστολοδιαστολή του ξύλου, κάθετα στις ίνες του. Τόσο πιθανή σε έναν χώρο γεμάτο υδρατμούς, όπως το κλειστό κολυμβητήριο.

β) Αυτή η περιβάλλουσα, το ξύλο, μεταλλική προσαρμογή, έχοντας σχεδιασθεί να ευρίσκεται στις κατάλληλες θέσεις, ουσιαστικά "προεντείνει" την ξύλινη διατομή, εισάγοντας θλίψη κάθετα στις ίνες της και προλαμβάνοντας έτσι κάποια τάση ρήγματωσης, όταν κάποια ανομοιογενής φόρτιση (π.χ. μονόπλευρο χιόνι και ισχυρός άνεμος, ένας σεισμός με διεύθυνση παράλληλη προς τα τόξα, κ.λ.π.) υποβάλλει τα τόξα σε κάμψη.

Για την πλήρη ακαμψία του κτιρίου λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα:

- i. Το πέτωμα της στέγασης δεν ακολουθεί την κλασσική μέθοδο του σανιδώματος. Χρησιμοποιούνται στοιχεία Καναδικής αντεπικολλητής ξυλείας (1,20 X 2,40 μ.) τα οποία καρφώνονται βάσει των σχετικών κανονισμών στις ξύλινες δοκίδες. Μεταξύ τους καθέτως προς τη διεύθυνση των δοκίδων, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ειδική διατομή αλουμινίου σχήματος διπλού ταυ που τα συνδέει.
- ii. Μια πλήρης σειρά χαλύβδινων αντιανεμίων διατάσσεται στο μέσον του ύψους των ξύλινων τόξων. Ο νέος τύπος χαλύβδινης προσαρμογής που συνδέει τους ελκυστήρες με το ξύλινο στοιχείο που σχεδιάστηκε και δοκιμάστηκε στην πράξη, δεν επιτρέπει πια μια συμπίεση του ξύλου από κάποια συνιστώσα κάθετη στις ίνες του, στην περίπτωση σεισμού ή άλλης έντονης καταπόνησης.



Εικ.3.9 Ευθύγραμμο τμήμα για την δημιουργία ανοιγμάτων αερισμού στην κορυφή του τριαρθρωτού τόξου (απο το αρχείο του καθ. ΕΜΠ Π. Τουλιάτου)

Οι δυο πλευρικές όψεις χρησιμοποιούν χαλύβδινα υποστυλώματα διατομής διπλού ταύ. Συνήθως είναι διαπερατές από το φώς χάρη στα πανέλλα διπλού τοιχώματος από P.V.C. που στερεώνεται πάνω σε ξύλινο σκελετό.

Κατά τον αρχικό σχεδιασμό λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψη η καμπυλότητα και τα μεγέθη των τοξωτών τμημάτων ώστε :

- Να βρίσκονται σε συμφωνία με τις προδιαγραφές που ορίζονται από τους σύγχρονους κανονισμούς για το σχεδιασμό ενός τοξωτού φορέα από συγκολλητό ξύλο.
- Να είναι δυνατή και πάλι σύμφωνη με τους αντίστοιχους διεθνείς κανονισμούς η μεταφορά τους από το εργοστάσιο παραγωγής έως και το εργοτάξιο.
- Ακόμα λαμβάνεται υπ' όψη η μέθοδος και η διαδικασία σύνδεσης επι τόπου των προκατασκευασμένων, στα αντιστοιχα εργοστάσια, ξύλινων και χαλύβδινων στοιχείων καθώς και η ανόρθωσή τους. Έτσι το ίδιο το κτίριο, οι φορείς, οι επί μέρους λεπτομέρειες κ.λ.π. σχεδιάζονται έτσι ώστε ένα εξειδικευμένο συνεργείο 6-8 ατόμων να μπορεί να κάνει την έγερση του φέροντος οργανισμού σε λίγες εβδομάδες, χωρίς βοηθητικά ικριώματα με την χρήση ενός και μόνο γερανού σ αυτό το χρονικό διάστημα και ενός δεύτερου για λίγες μόνο ημέρες. Η ασφάλεια των εργαζομένων λαμβάνεται επίσης υπ' όψη. Έτσι π.χ. κατά την στιγμή της ανόρθωσης από τους δύο γεραμούς των ανά ζεύγη προκατασκευασθέντων σε χαμηλωμένη θέση επί του εδάφους, τοξωτών φορέων, το κλείδωμά τους γίνεται αυτόματα, χωρίς ανθρώπινο χέρι στο σημείο επαφής. Αμέσως μετά γίνεται η ασφάλισή τους στην οριστική αυτή θέση.

Η σύνθεση και η ανέγερση των τοξωτών ξύλινων φορέων γίνεται ουσιαστικά σε 3 φάσεις.

Στην 1<sup>η</sup> φάση γίνεται η συναρμολόγηση και η προκατασκευή των φορέων κατά ζεύγη σε θέση χαμηλωμένη προς το έδαφος. Προστίθενται επίσης τα αντιανέμια στοιχεία που εξασφαλίζουν μαζί με το πέτσωμα την ακαμψία της κατασκευής. Η δυσκολία

αυτής της φάσης έχει να κάνει με την εφαρμογή των φορέων πάνω στα υποστυλώματα και τις κερκίδες στοιχεία δηλαδή κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα η κατασκευή των οποίων γίνεται συνήθως με ακρίβεια εκατοστών και όχι χιλιοστών. Οι τοξωτοί φορείς είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να κουμπώνει το ένα μέλος με το άλλο και είναι προφανές ότι ακόμα και η ελάχιστη κλίση στη βάση ενός τέτοιου φορέα, σε αποστάσεις 50 και 60 μέτρων δημιουργεί μεγάλες αποκλίσεις. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται συχνά με τον σχεδιασμό των βάσεων των φορέων με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να ρυθμίζονται παραλαμβάνοντας τις ανοχές αυτές. Στη φάση αυτή χρησιμοποιείται ένας γερανός και ένα συνεργείο 6-8 ατόμων.



*Εικ. 3.10 Κάποια κομμάτια του στεγάστρου έχουν ανεγερθεί και κουμπωθεί έχει ολοκληρωθεί δηλαδή η 2η φάση ενώ τα διπλάνα τους είναι έτοιμα για να ανυψωθούν και να κουμπωθούν με τη βοήθεια του γερανού (απο το αρχείο του καθ. ΕΜΠ Π. Τουλιάτου).*

Στην 2<sup>η</sup> φάση χρησιμοποιούνται 2 γερανοί και ένα συνεργείο 5-6 ατόμων. Είναι η φάση των εργασιών που πραγματοποιείται η ανόρθωση των έτοιμων ζευγαριών των φορέων. Οι τοξωτοί φορείς είναι κατασκευασμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε το κλείδωμά τους να γίνεται αυτόματα, χωρίς ανθρώπινο χέρι στο σημείο επαφής.

Αμέσως μετά γίνεται η ασφάλισή τους στην οριστική αυτή θέση με κατάλληλα χαλύβδινα στοιχεία.

Η 3<sup>η</sup> και τελευταία φάση ολοκληρώνει την κατασκευή του έργου και πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός γερανού και συνεργείο 3-4 ατόμων. Σε αυτή τη φάση γίνονται οι δευτερεύουσες εργασίες που αφορούν την επικάλυψη του ξύλινου σκελετού, τις μονώσεις την τοποθέτηση παραθύρων των πορτών των ανεμιστήρων και των λοιπών λειτουργικών στοιχείων του στεγάστρου.

### 3.2.3 Μεταλλικές κατασκευές

Η στέγαση ενός κολυμβητηρίου με μεταλλική κατασκευή αποτελεί την συνηθέστερη επιλογή παγκοσμίως. Οι ιδιότητες του χάλυβα και γενικότερα των μεταλλικών κατασκευών όσον αφορά την στατική τους επάρκεια στην καλυψη μεγάλων ανοιγμάτων είτε σε καταστάσεις οριακές είτε σε καταστάσεις λειτουργίας είναι αυτό που έχει κάνει τα μεταλλικά στέγαστρα να αποτελούν μια ασφαλή και συνήθη επιλογή τεχνικής στέγασης.



Εικ. 3.11 Κολυμβητήριο με μεταλλικό στέγαστρο στην πόλη Kirishi της Ρωσίας (προσωπικό αρχείο)

Το μεταλλικό στέγαστρο είναι μία επιλογή η οποία μπορεί να αποτελεί βέλτιστη λύση σε καθένα από τα 5 βασικά κριτήρια επιλογής που αναλύθηκαν στην αρχή αυτού του κεφαλαίου. Είναι ένα στέγαστρο που μπορεί να καλύψει προϋπάρχουσα ή καινούρια πισίνα και να αποτελεί μόνιμη ή προσωρινή κατασκευή. Η χρηστικότητα και οι συνθήκες που μπορεί να προσφέρει, είναι από απόλυτα βιοκλιματικές και άριστου επιπέδου όσον αφορά την θερμοκρασία, την υγρασία, τον αερισμό και τον φωτισμό, έως τουλάχιστον ανεκτές και τυπικές συνθήκες κλειστού κολυμβητηρίου. Αισθητική και οικονομικότητα είναι έννοιες άμεσα συνυφασμένες αλλά είναι δεδομένο ότι τα πιο όμορφα και εντυπωσιακά κολυμβητήρια σε όλο τον κόσμο έχουν στέγαστρο που είτε είναι μεταλλικό εξ ολοκλήρου είτε έχει μεταλλικό φέροντα οργανισμό. Επίσης ένα στέγαστρο βιομηχανικού τύπου με μεταλλικό φέροντα οργανισμό και πλήρωση από πολυκαρβονικά φύλλα σίγουρα δεν είναι και ότι πιο όμορφο αισθητικά αλλά αποτελεί μια από τις πιο οικονομικές λύσεις στέγασης.

Οι τεχνικές κατασκευής των μεταλλικών στεγαστρών μπορούν να χωριστούν σε 2 βασικές κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές έχουν να κάνουν με τον φέροντα οργανισμό και με τις τεχνικές πλήρωσης των κενών του φέροντα οργανισμού.

Η πρώτη βασική κατηγορία έχει να κάνει με τον φέροντα οργανισμό του στεγαστρου ο οποίος αποτελείται από μια μεταλλική κατασκευή. Υπάρχουν διαφόρων τύπων φέροντες οργανισμοί και η επιλογή έχει να κάνει κυρίως με την αισθητική και την οικονομικότητα του έργου. Μπορεί να επιλεγθεί ένας απλός βιομηχανικού τύπου σκελετός αποτελούμενος από διαδοχικά μεταλλικά πλαίσια ή κάποιος άλλος σκελετός ο οποίος θα προσδίδει κάποια ιδιαίτερη μορφή στο στέγαστρο. Κοινό χαρακτηριστικό είναι ότι τα κενά που αφήνονται πληρώνονται με κάποια υλικά όπως είναι τα πολυκαρβονικά φύλλα ή τα φύλλα από PVC ή τα μεταλλικού τύπου βιομηχανικά πανέλα ανάλογα με την μονωτικές ιδιότητες και τη φωτοδιαπερατότητα που θέλουμε να έχει το στέγαστρο.

Τα βιομηχανικού τύπου πανέλα αποτελούνται από δυο γαλβανισμένα & έγχρωμα (βαμμένα με πολυεστερική βαφή) χαλυβδοελάσματα που περικλείουν οικολογικό αφρό πολυουρεθάνης.





*Εικ. 3.12 Φωτογραφία από το μεταλλικό στέγαστρο του Κολυμβητηρίου Πάτρας Α. Πεπανός (προσωπικό αρχείο).*

Η δεύτερη μεγάλη κατηγορία έχει να κάνει με το στέγαστρο το ίδιο και όχι με τον τρόπο που στηρίζεται αυτό και μεταβιβάζει τα φορτία στο υπέδαφος. Το στέγαστρα αυτής της μορφής επιλέγονται για να καλύψουν μεγάλα ανοίγματα που μπορεί να φτάσουν και πάνω από τα 100 μέτρα, κολυμβητήρια δηλαδή κυρίως αγωνιστικά. Η συνηθέστερη επιλογή στήριξης αυτών των στεγάστρων είναι μέσω ενός χωροδικτύωματος το οποίο μεταβιβάζει τα φορτία της ανωδομής σε περιφερειακά υποστυλώματα ή τοιχεία τα οποία μπορεί να είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, μεταλλικά ή σύμμικτα. Τα κολυμβητήρια με αυτού του τύπου τη στέγαση παρέχουν απολύτως ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας ως επι το πλείστον από μηχανικά μέσα.

Στην Ελλάδα βρίσκεται ένα απ τα μεγαλύτερα και ποιο εντυπωσιακά κλειστά κολυμβητήρια στον κόσμο το οποίο έχει στεγαστεί με αυτού του τύπου το στέγαστρο. Το κλειστό κολυμβητήριο του Ολυμπιακού Αθλητικού Κέντρου των Αθηνών στεγάζει μια πισίνα ολυμπιακών διαστάσεων 50X25 μ., ένα καταδυτήριο 25X12,5 μ., 5.500 θέσεις θεατών και 1300 θέσεις δημοσιογράφων.

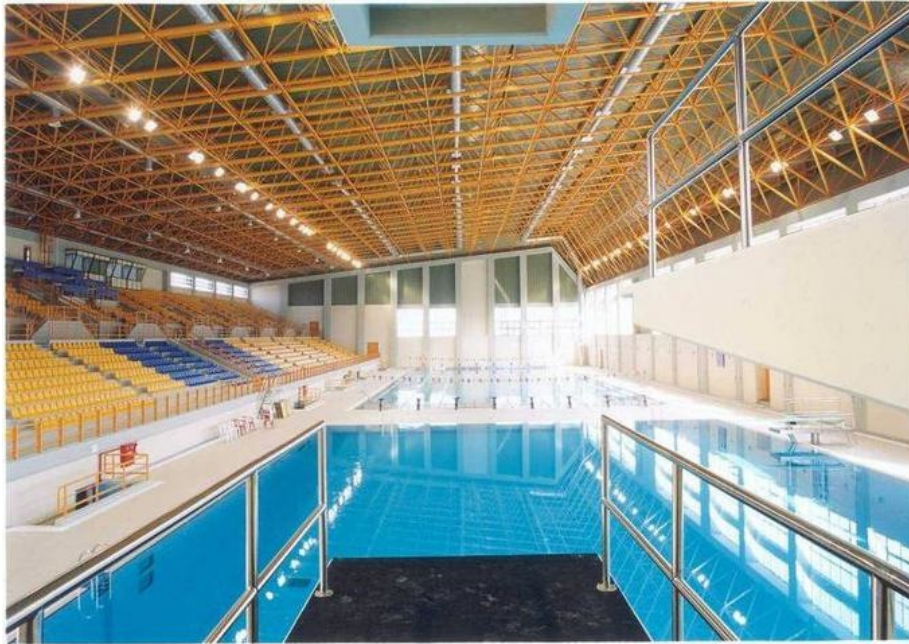


Εικ. 3.13 Γενική άποψη του μεταλλικού στεγάστρου του κλειστού κολυμβητηρίου του OAKA (<http://www.aktor.gr/article.asp?catid=20032&subid=2&pubid=13245101>).

Το χωροδικτύωμα που δεσπόζει στην οροφή στηρίζεται σε 4 πυλώνες η απόσταση μεταξύ των οποίων φτάνει τα 108 μ. που είναι και η μεγαλύτερη απόσταση παγκοσμίως. Ο χώρος είναι πλήρως κλιματιζόμενος και οι συνθήκες απόλυτα ελεγχόμενες, ενώ ο φωτισμός είναι κυρίως τεχνητός. Με την ίδια λογική έχει στεγαστεί και το δεύτερο μεγαλύτερο κολυμβητήριο της χώρας που βρίσκεται στην Πάτρα.



Εικ.3.15 Άποψη από ψηλά του μεταλλικού στεγάστρου του κολυμβητηρίου Α. Πεπανός



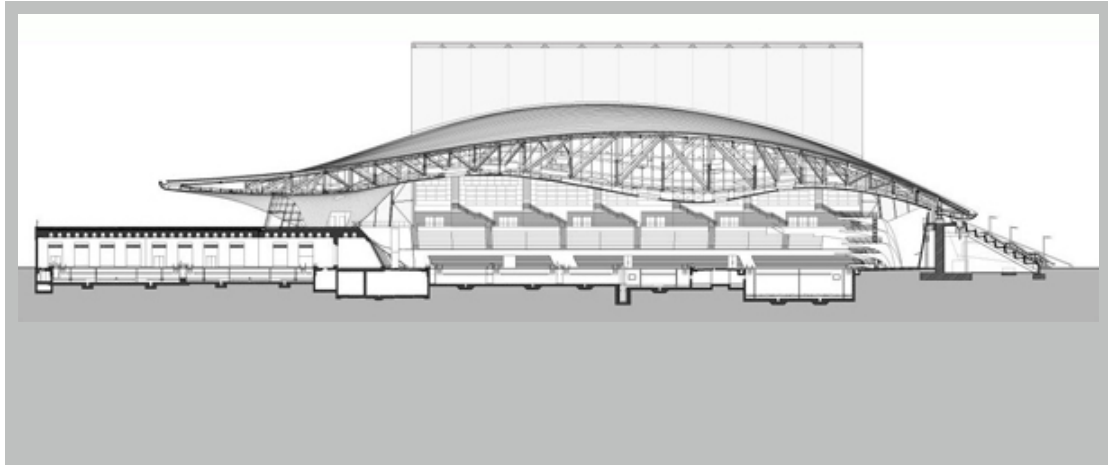
Εικ 3.14 Εσωτερικό κολυμβητηρίου Πάτρας Α.Πεπανός(<http://www.aktor.gr/article.asp?catid=20032&subid=2&pubid=13245105>)

Ένα πολύ εντυπωσιακό μεταλλικό στέγαστρο κολυμβητηρίου αποτελεί αυτό της βασικής αγωνιστικής πισίνας των ολυμπιακών αγώνων του Λονδίνου.



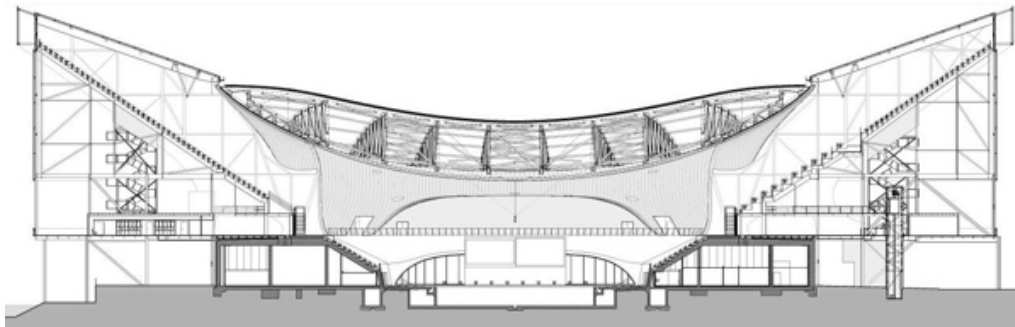
Είκ. 3.15 Αεροφωτογραφία του κολυμβητηρίου όπου τελέστηκαν οι Ολυμπιακοί αγώνες του Λονδίνου 2012 ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

Ο σχεδιασμός του κολυμβητηρίου είναι εμπνευσμένος από τη ρέουσα γεωμετρία του νερού σε κίνηση. Το κολυμβητήριο αυτό οργανώθηκε πάνω σε ένα γραμμικό άξονα παράλληλο με την μεγάλη διάσταση της πισίνας ολυμπιακών διαστάσεων σε συνέχεια με το καταδυτήριο και φυσικά των κερκίδων. Ο σχεδιασμός της οροφής βασίστηκε σε γεωμετρία διπλής καμπυλότητας και οδήγησε σε μια κατασκευή παραβολοειδούς δομής, που ξεκινάει με ομαλή καμπύλη από το νότιο τμήμα, ανυψώνεται κεντρικά επάνω από τις πισίνες και χαμηλώνει προς το βορρά ως πρόβολος στο χώρο της πλατείας.



Εικ. 3.16 Διαμήκης τομή ολυμπιακού κολυμβητηρίου Λονδίνου ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

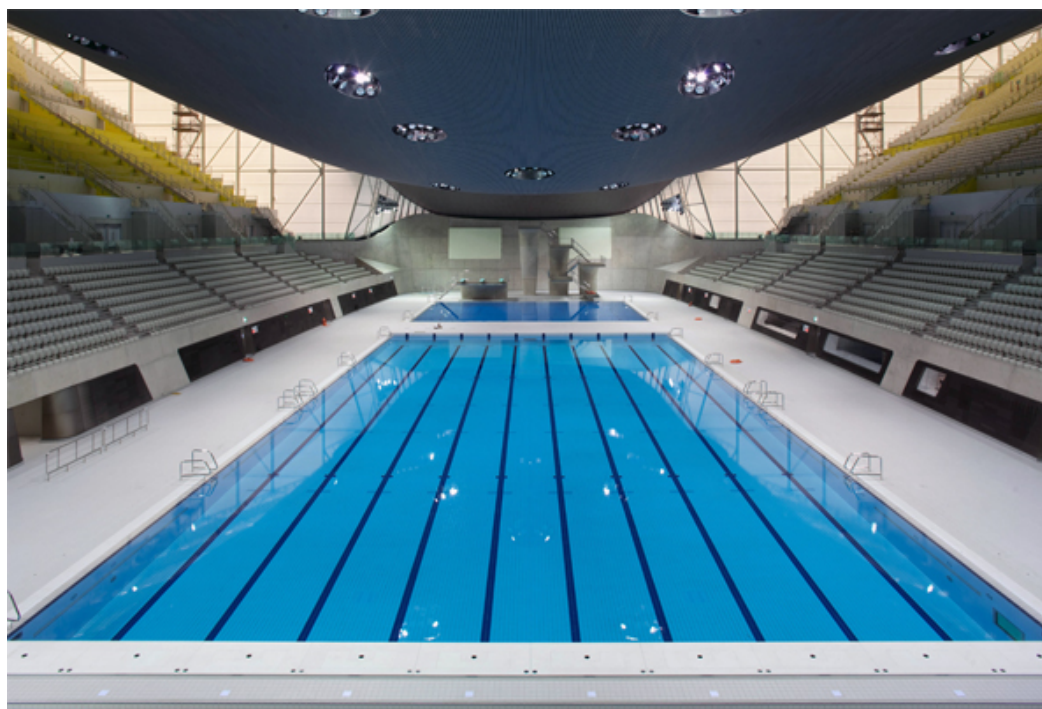
Ταυτόχρονα ανυψώνονται και τα ανατολικά και δυτικά περύγια της, ιδιαίτερος κοντά στις ακμές.



Εικ 3.17 Εγκάρσια τομή ολυμπιακού κολυμβητηρίου Λονδίνου ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

Το στέγαστρο αυτό βάρους μεγαλύτερου από 70 τόνους είναι μια μεταλλική κατασκευή έκτασης 11.000 τετραγωνικών μέτρων, που στεγάζει χώρο διαστάσεων 160\*90 μέτρων, χωρίς την ανάγκη ενδιάμεσων υποστυλωμάτων. Η οροφή στηρίζεται μέσω εδράνων σε τρία σημεία: σε δύο πυρήνες σκυροδέματος στη βόρεια πλευρά, με μεταξύ τους απόσταση 54 μέτρα, και ένα τοίχιο στην νότια. Ολόκληρος ο σκελετός της οροφής κατασκευάστηκε από χαλύβδινα στοιχεία, συνολικού βάρους 3.200 τόνων και χρησιμοποιήθηκαν 70.000 κοχλίες για τη συναρμολόγησή τους.

Η οροφή αποτελείται από μία σειρά χωροδικτυωμάτων μεγάλου εύρους, που είναι τοποθετημένα κατά μήκος της κατασκευής και στηρίζονται από το νότο σε εγκάρσιο χωροδικτύωμα, στερεωμένο στο τοίχιο και από το βορρά σε δεύτερο εγκάρσιο χωροδικτύωμα, που ενώνει τα δύο μεγάλα υποστυλώματα. Τα κύρια χωροδικτυώματα συνεχίζονται προς τη βόρεια πλευρά σχηματίζοντας πρόβολο μήκους έως 30 μέτρα, που λειτουργεί ως στέγαστρο για τη δημόσια πλατεία.



Εικ. 3.18 Λήψη φωτογραφίας από το βορινό τμήμα του στεγάστρου όπου η στήριξη γίνεται στα δυο υποστυλώματα. Στην απέναντι θέση από τη θέση λήψης διακρίνονται οι βατήρες και το μεγάλο τοίχιο που αποτελεί τη στήριξη του στεγάστρου στη Νότια θέση του ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

Τα φορτία των κεντρικών χωροδικτυωμάτων μεταφέρονται μέσω των εγκάρσιων στις φέρουσες κατασκευές από σκυρόδεμα. Η σταθερότητα της κατασκευής από

πλευρικές δυνάμεις εξασφαλίζεται με ένα σύστημα από οριζόντιες και διαγώνιες ράβδους μέσα στα χωροδικτυώματα.



Εικ. 3.19 Μεταλλικό χωροδικτύωμα του στεγάστρου του ολυμπιακού κολυμβητηρίου του Λονδίνου ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

Όλα τα μεταλλικά στοιχεία των χωροδικτυωμάτων είναι ράβδοι διατομής "H". Το πάχος του μετάλλου διαφοροποιείται ανάλογα με το μήκος κάθε ράβδου και κυμαίνεται μεταξύ 8-120 χιλιοστά. Λόγω του έντονα διαβρωτικού περιβάλλοντος του έργου, τα επί μέρους στοιχεία του σκελετού επιστρώθηκαν με βαφές πυριτικού ψευδάργυρου, αφού προηγουμένως έγιναν έλεγχοι για την επίτευξη ικανοποιητικού συντελεστή τριβής. Στις εκτεθειμένες επιφάνειες εφαρμόστηκε επιπλέον εποξειδική επίστρωση υψηλών αντοχών. Η κατασκευή της οροφής φέρει εσωτερικά και εξωτερικά επένδυση από πετάσματα αλουμινίου. Την οροφή διατρέχει δίκτυο μεταλλικών διαδρόμων, συνολικού μήκους 600 μέτρων, που παρέχει πρόσβαση για ελέγχους και συντήρηση, καθώς και εγκαταστάσεις φωτισμού.

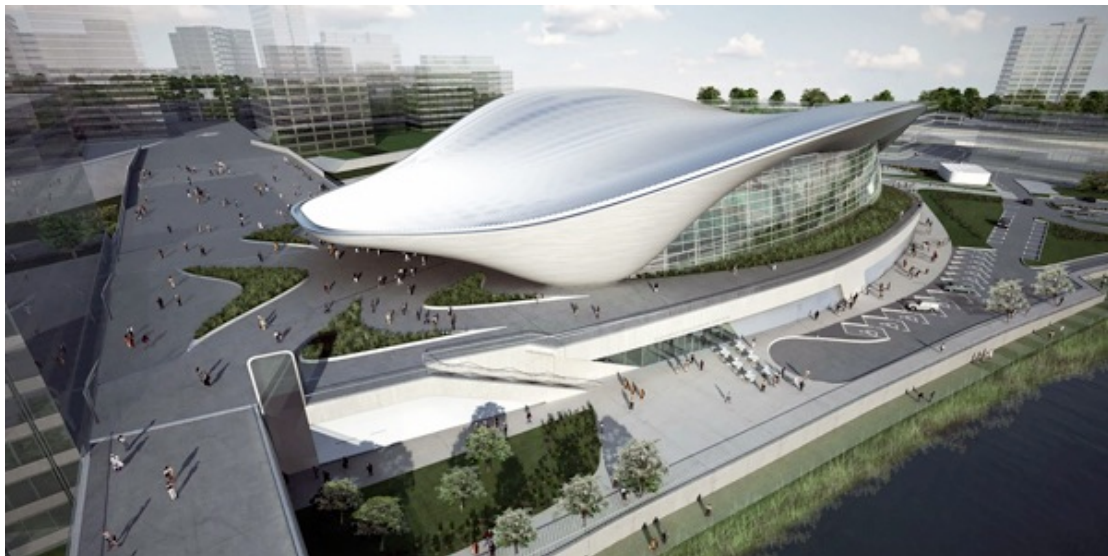
Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός προβλέπει δύο διαμορφώσεις του κτιρίου, αντιμετωπίζοντας με ευελιξία την ιδιαιτερότητα της χρήσης. Η πρόβλεψη αυτή έχει να κάνει με το κριτήριο της μονιμότητας της κατασκευής και της γενικότερης βιωσιμότητας της αθλητικής εγκατάστασης σε βάθος χρόνου.

Η πρώτη αφορά στην περίοδο των Ολυμπιακών Αγώνων [Olympic mode] και περιλαμβάνει δύο επιπλέον πτέρυγες εκατέρωθεν των πισινών, ικανές να φιλοξενήσουν 17.500 θεατές.



3.20 Olympic Mode ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

Μετά τη λήξη των Ολυμπιακών Αγώνων [Legacy mode], οι πτέρυγες θα απομακρυνθούν, το κενό που θα μείνει κάτω από τη στέγη θα πληρωθεί με υαλοπετάσματα και οι κολυμβητικές εγκαταστάσεις θα έχουν μέγιστη χωρητικότητα 2.500 θεατών.

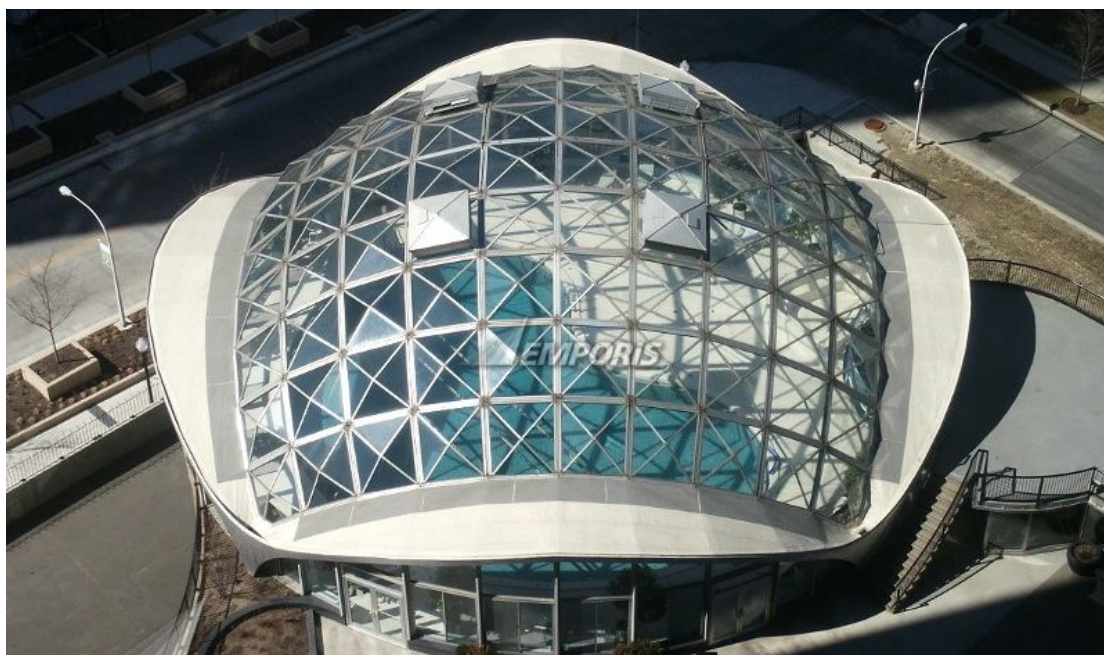


3.21 Legacy Mode ([http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post\\_5.html](http://www.zeroenergybuildings.org/2013/01/blog-post_5.html))

### 3.2.4 Θόλος - Μπαλόνι

Η στέγαση ενός κολυμβητηρίου με θόλο κυρίως συναντάται σε κατασκευές που κύριο στόχο έχουν την αναψυχή και ενδεχομένως την φιλοξενία αθλητικών δραστηριοτήτων χαμηλού επιπέδου. Αυτό συμβαίνει κυρίως γιατί οι συνθήκες που δημιουργούνται λόγω της ύπαρξης του θόλου είναι αντίξοες για την εξάσκηση σε υψηλό αθλητικό επίπεδο. Η εξισορρόπηση του μικροκλίματος του χώρου της πισίνας κατά του καλοκαιρινούς μήνες γίνεται με μηχανικά μέσα (κλιματισμός) γεγονός που καθιστά την επιλογή του θόλου ασύμφορη όσον αφορά την ενεργειακή επιβίωση της κατασκευής. Για το λόγο αυτό συναντάται κυρίως σε χώρες με μικρότερο ποσοστά ετήσιας ηλιοφάνειας μιας και αισθητικά το αποτέλεσμα είναι ιδιαίτερα ελκυστικό.

Ο θόλος αποτελείται κυρίως από την κατασκευή ενός μεταλλικού (συνήθως) χωροδικτύωματος το οποίο καλύπτει όλο το χώρο του κολυμβητηρίου με τις όποιες κερκίδες, είτε αποτελεί το στέγαστρο της πισίνας στηριζόμενο σε περιμετρικές κολώνες ή τοιχεία, όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία από κολυμβητήριο στο Σικάγο των Ηνωμένων Πολιτειών.



3.22 Θολωτό στέγαστρο σε κολυμβητήριο στο Σικάγο (<http://www.emporis.com/images/details/446879>).

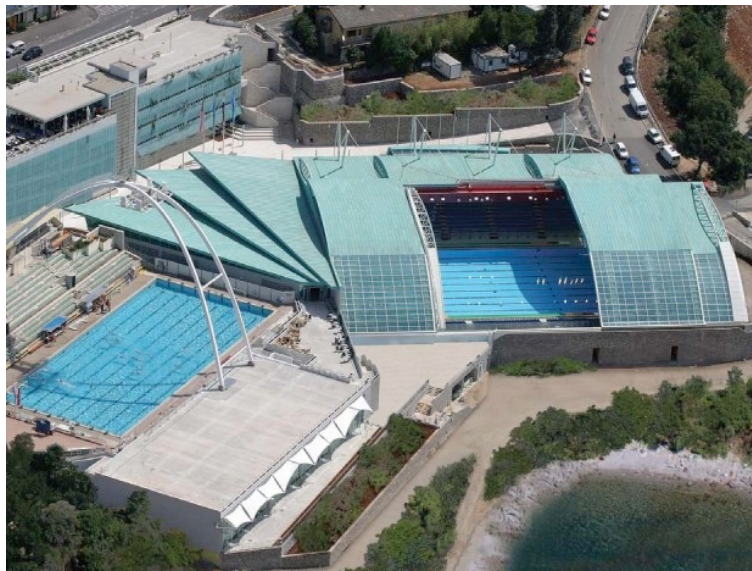


Τα κενά του χωροδικτυώματος πληρώνονται είτε με πολυκαρβονικά φύλλα, είτε με ειδικά κρύσταλλα που παρέχουν προστασία απο τις υπεριώδεις ακτινοβολίες. Η συνηθέστερη επιλογή είναι τα πολυκαρβονικά φύλλα για μια σειρά απο πλεονεκτήματα που προσφέρουν όπως είναι:

- Εξαιρετική αντοχή σε θραύση με μικρό ειδικό βάρος σε σχέση με τα κρύσταλλα, άρα συνολικά μικρότερες επιβαρύνσεις στη φόρτιση.
- Προστασία έναντι υπεριωδών (UV) ακτίνων.
- Εξαιρετική θερμομόνωση.
- Πολύ καλή αντιπυρική συμπεριφορά.

Οι θόλοτες αυτές κατασκευές μας δίνουν την δυνατότητα να στεγάσουμε το κολυμβητήριο είτε με σταθερές είτε με ανοιγόμενες οροφές σε μικρά ή μεγαλύτερα κολυμβητήρια με σύνθετες κατασκευές που συνδυάζουν μεταλλικό σκελετό ή ξύλινο σκελετό και πολυκαρβονικά φύλλα ή κρύσταλλα.

Ένα απο τα πιο γνωστά παραδείγματα ανοιγόμενης μεταλλικής οροφής η οποία έχει θολωτά χαρακτηριστικά είναι ενός μεγάλου αθλητικού κέντρου στην Κροατία το οποίο φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες.

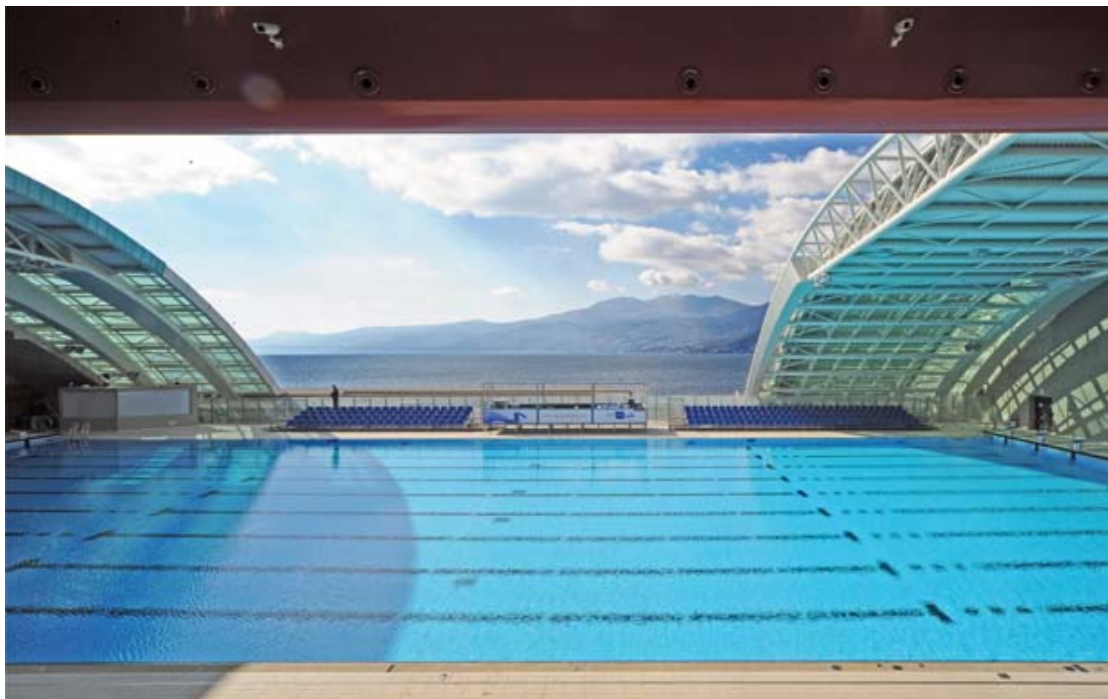


Εικ. 3.23 Ανοιγόμενο στέγαστρο σε κολυμβητήριο στην Ριέκα της Κροατίας (<http://www.uia-sport.com/summer-winter-swimming-centre-in-rijeka-croatia/>).



Εικ. 3.24 Άποψη από το εσωτερικό με την οροφή κλειστή (<http://www.uia-sport.com/summer-winter-swimming-centre-in-rijeka-croatia/>).

Ο σκελετός της οροφής κινείται και δίνει την δυνατότητα στους θεατές να έχουν οπτική επαφή με τη θάλασσα δίπλα στην οποία είναι κατασκευασμένο το κολυμβητήριο.



Εικ. 3.25 Άποψη από το εσωτερικό με την οροφή ανοιχτή (<http://www.uia-sport.com/summer-winter-swimming-centre-in-rijeka-croatia/>).

Το μπαλόκι είναι ένας τρόπος στέγασης ο οποίος χρησιμοποιείται ως επι το πλείστον σε ήδη προυπάρχουσες ανοικτές κατασκευές, είτε αφορά στέγαση του κολυμβητηρίου για συγκεκριμένη περίοδο μέσα στο έτος ή για συγκεκριμένο αθλητικό γεγονός. Η στέγαση αυτής της μορφής γίνεται μέσω ειδικής μεμβράνης με δυο βασικές τεχνικές:

- Κατασκευή σε σχήμα μπαλονιού με συρματόσχοινα υψηλής αντοχής, τεντωμένα εξωτερικά της μεμβράνης και σταθεροποιημένα περιμετρικά της κατασκευής από γαλβανιζέ κρίκους, σε τοίχιο σκυροδέματος.
- Κατασκευή σε σχήμα μπαλονιού με διπλή ειδική μεμβράνη, υποστηριζόμενο από συμπιεσμένο αέρα.

Η συνηθέστερη κατασκευή αφορά αυτή που υποστηρίζεται η μεμβράνη εσωτερικά από σύστημα πεπιεσμένου αέρα. Η μεμβράνη "αγκυρώνεται", μέσω μεταλικών στοιχείων που έχει περιμετρικά στην άκρη της, στους κατάλληλους μεταλλικούς οδηγούς που έχουν πακτωθεί σε τοίχιο περιμετρικά της πισίνας. Το μηχάνημα του πεπιεσμένου αέρα τροφοδοτεί συνεχώς την κατάλληλη ποσότητα αέρα ώστε να κρατείται τεντωμένη αυτή η μεμβράνη και να δημιουργείται αυτό το μπαλόκι που σκεπάζει το κολυμβητήριο. Η είσοδος στο κολυμβητήριο γίνεται από νέες ειδικές περιστρεφόμενες θύρες που είναι ενσωματωμένες σε ειδικές υποδοχές σε προκαθορισμένα σημεία αυτής της μεμβράνης. Το σύστημα της περιστροφής των θυρών αυτών είναι τέτοιο ώστε να επιτυγχάνονται οι μικρότερες κατά το δυνατόν απώλειες στην πίεση του αέρα στο εσωτερικό της μεμβράνης. Οι αναμενόμενες απώλειες επανατροφοδοτούνται μέσω του συστήματος πεπιεσμένου αέρα που αποτελείται από την αεροαντλία και τα κανάλια του αέρα. Η μεμβράνη φέρει ειδικές υποδοχές έτσι ώστε να είναι εφικτή η ανάρτηση του φωτισμού του κολυμβητηρίου πάνω σε αυτή.

Οι παρακάτω εικόνες είναι από την τοποθέτηση και την λειτουργία του μπαλονιού-θόλου του κολυμβητηρίου του Ναυτικού ομίλου Σύρου.

Η τοποθέτηση έγινε σε προϋπάρχουσα κολυμβητική δεξαμενή η οποία βρίσκεται δίπλα στη θάλασσα έτσι ώστε να μπορεί να γίνεται χρήση του κολυμβητηρίου και κατά του χειμερινούς μήνες όπου οι καιρικές συνθήκες είναι ιδιαίτερα δυσμενείς.



*Εικ. 3.26 Ένωση των κομματιών της μεμβράνης απο το εξειδικευμένο συνεργείο. Στο βάθος διακρίνεται η αεροαντλία του συστήματος πεπιεσμένου αέρα και το περιμετρικό τοιχείο με τον μεταλλικό οδηγό πάνω στο οποίο κουμπώνει η μεμβράνη (προσωπικό αρχείο).*



Εικ.3.27 Έναρξη της διαδικασίας πλήρωσης με πεπιεσμένο αέρα, στο εσωτερικό της μεμβράνης (προσωπικό αρχείο).



Εικ. 3.28 Άποψη από τις κερκίδες του τελικού σταδίου. Στα αριστερά φαίνεται καθαρά η μια θύρα εισόδου (προσωπικό αρχείο).



*Εικ. 3.30 Το μπαλόκι πληρωμένο με αέρα (προσωπικό αρχείο).*

Η τελική κάλυψη αφορά μόνο το κομμάτι της πισίνας και όχι τις κερκίδες, αφού πρόκειται για προσωρινή εγκατάσταση για την χειμερινή περίοδο κατά την οποία διεξάγονται μόνο προπονήσεις και όχι αγώνες.



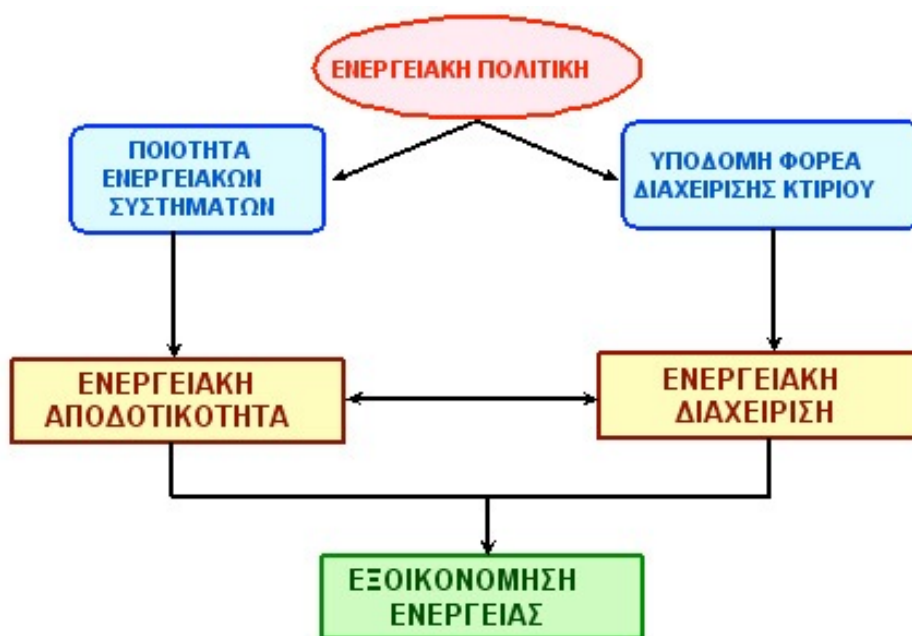
*Εικ. 3.31 Τελική μορφή από την κερκίδα και το εσωτερικό του κολυμβητηρίου, όπου διακρίνουμε και τον αναρτώμενο φωτισμό (προσωπικό αρχείο).*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ενεργειακή Διαχείριση-Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

---

### 4.1 Ενεργειακή Διαχείριση

Ενεργειακή Διαχείριση ενός κτιρίου είναι η μέθοδος βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός συστήματος με τεχνικά και οργανωτικά μέτρα, με άμεσο στόχο τη μείωση της συμμετοχής της ενέργειας στο συνολικό κόστος λειτουργίας του κτιρίου αυτού. Η Ενεργειακή Διαχείριση του κτιρίου είναι μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων και στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή των χρηστών του κτιρίου ευχάριστη με την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση και συνετή χρήση του ενεργειακού εξοπλισμού.



Οι δράσεις αυτές έχουν ως κριτήρια:

- Την οικονομική αποδοτικότητα και αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων από την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
- Την διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών στα κτίρια

- Την διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος
- Τον έλεγχο του συνολικού λειτουργικού ενεργειακού κόστους και όχι απλά της καταναλισκόμενης ποσότητας καυσίμων

Η διαδικασία της ενεργειακής διαχείρισης αποτελείται από τέσσερα αλληλοεξαρτώμενα στάδια συγκεκριμένα τη σκέψη, το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την καταμέτρηση. Βασικά εργαλεία στη διαχείριση της ενέργειας αποτελούν η ενεργειακή επιθεώρηση, η ενεργειακή παρακολούθηση, η σωστή συντήρηση του εξοπλισμού, καθώς και η λήψη μέτρων για εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πρέπει να περιλαμβάνει:

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές κτιριακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στη γνώση του ποσού των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης και καταλήγουν στον προσδιορισμό δόκιμων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Προσδιορισμό κατάλληλων στόχων ενεργειακής κατανάλωσης
- Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας όπου διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών (π. χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης δυναμικού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κ. α.)
- Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχούς ενημέρωσή του.
- Σύνταξη ενεργειακών εκθέσεων - αναφορών σε τακτά χρονικά διαστήματα προς τον φορέα διοίκησης – διαχείρισης.
- Έλεγχο της εφαρμογής ενός προγράμματος ορθολογικής λειτουργίας και συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων (θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης) και συσκευών.



- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του χρήστη του κτιρίου σχετικά με τους στόχους του προγράμματος Ε. Δ. και σχετικά με την συμμετοχή του σε αυτό.
- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού και συνεργατών που εμπλέκονται στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του.
- Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσής τους μετά την κατασκευή με σκοπό την αξιολόγηση της ωφελιμότητάς τους

Η αντικατάσταση ολόκληρων συστημάτων είναι η πιο δαπανηρή δράση και πρέπει να αποφεύγεται (εκτός εάν είναι απολύτως απαραίτητη), καθώς πέρα από το κόστος που συνεπάγεται μπορούν να ανακύψουν και άλλα προβλήματα.

## **4.2.Βιοκλιματικός σχεδιασμός**

Ο όρος «βιοκλιματικός σχεδιασμός» ή «ενεργειακός σχεδιασμός» ή «ηλιακή αρχιτεκτονική» αναφέρεται στο σχεδιασμό που ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, κλπ. με τρόπο ώστε το κτιριακό κέλυφος να τις τροποποιεί για να δημιουργείται εσώκλιμα που να παρέχει με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη τις βέλτιστες συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες. Στη χειμερινή περίοδο, ο ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας, αερισμού και εξάτμισης, επιτρέποντας μόνον τον απαραίτητο για λόγους υγιεινής αερισμό, και στην αύξηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία, ώστε αφενός να μειωθεί η διάρκεια της θερμαντικής περιόδου και αφετέρου να ελαττωθούν οι δαπάνες για την παροχή θέρμανσης. Αντίστοιχα, στην θερινή περίοδο ο ενεργειακός σχεδιασμός στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία και στη βελτιστοποίηση των διαφόρων μεθόδων φυσικού δροσισμού, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη και να αποτραπεί η με το μηχανολογικό εξοπλισμό παρεχόμενη ψύξη.

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι οι ακόλουθες :

α) Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση τον χειμώνα. Η ηλιακή ενέργεια εισέρχεται στο κτίριο μέσω των διαφανών ανοιγμάτων και αποθηκεύεται στη μάζα του, η οποία την επανεκπέμπει με τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας, που δεν μπορεί πλέον να διαφύγει από το κτίριο (φαινόμενο θερμοκηπίου). Με αυτή τη διαδικασία βελτιώνεται το θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου και μειώνονται οι ενεργειακές ανάγκες του για θέρμανση.

β) Αξιοποίηση των δροσερών ανέμων για τον αερισμό και την ψύξη του κτιρίου το καλοκαίρι.

γ) Αξιοποίηση του φυσικού φωτός για τον φωτισμό του κτιρίου.

δ) Αξιοποίηση της βλάστησης για τον σκιασμό του κτιρίου το καλοκαίρι.

ε) Μείωση των θερμικών απωλειών του κτιρίου.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) που συμπεριλαμβάνεται στο νόμο 3661( ΦΕΚ 89/Α 3661-19/5/2008) του Υπουργείου Ανάπτυξης περί των μέτρων για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων, αναφέρει κάποιες παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και αφορούν τις βασικές αρχές του σχεδιασμού.

Οι παράμετροι αυτοί είναι :

1. Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών
2. Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
3. Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση ανοιγμάτων ανα προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις του ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού
4. Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).

5. Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (ΠΗΣ), όπως: στοιχεία άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)κ.α.
6. Ηλιοπροστασία κατά την θερινή περίοδο
7. Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
8. Εξασφάλιση οπτικής άνεσης με τεχνικές και συστήματα φωτισμού.

#### 4.2.1 Θερμικό ισοζύγιο – Θερμική άνεση

Η επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα για ένα χώρο, καθορίζεται από τους κανονισμούς που ισχύουν, με στόχο την εξασφάλιση θερμικής άνεσης για τον συγκεκριμένο χρήστη του χώρου και έχει άμεση σχέση με τους “προσωπικούς παράγοντες”, δηλαδή την δραστηριότητα που εκτελείται στον χώρο, την ηλικία, τον τρόπο ένδυσης κ.λ.π.. Για να επιτευχθεί και να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, παρέχεται στο κτίριο θέρμανση ή ψύξη που καλύπτει την θερμοκρασιακή διαφορά από την θερμοκρασία που θα επικρατούσε στο κτίριο χωρίς αυτήν την παροχή, μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία. Όσο μικρότερη είναι η συμβολή της θέρμανσης ή της ψύξης για την εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου και την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης, τόσο οικονομικότερη είναι η λειτουργία του κτιρίου.

Με τον όρο **θερμικό ισοζύγιο** του κτιρίου εννοούμε το άθροισμα όλων των θερμικών ροών από και προς ένα κτίριο. Οι θερμικές αυτές ροές αναφέρονται σε κέρδη (θερμικές πρόσδοδοι ή θερμικά κέρδη) και σε απώλειες (θερμικές απώλειες) του κτιρίου που οφείλονται στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβάλλοντος. Το θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή μιας απλής μαθηματικής σχέσης που έχει τη μορφή:

$$QI + QS \pm QC \pm QV \pm QM - QE = 0, \text{ όπου,}$$

QI: η θερμότητα που αποδίδεται από τους χρήστ, τις διάφορες συσκευές και τον φωτισμό

QS: η θερμική πρόσδοδος από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο

κτίριο

QC: οι θερμικές απώλειες ή τα κέρδη με αγωγιμότητα από το κέλυφος του

κτιρίου

QV: οι θερμικές απώλειες ή τα κέρδη από τον αερισμό

QM: οι θερμοαντικές ή ψυκτικές ανάγκες του χώρου

QE: οι θερμικές απώλειες από την εξάτμιση

Οι παράμετροι του θερμικού ισοζυγίου ισχύουν για κάθε κτίριο, με διαφορετική όμως βαρύτητα της καθεμιάς, ανάλογα με την χρήση του κτιρίου και τον τρόπο λειτουργίας του.

Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Παράμετροι όπως, το κλίμα, το φως, ο θόρυβος, η βλάστηση, οι ζωντανοί οργανισμοί, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, κ.λ.π., συσχετιζόμενοι μεταξύ τους συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα του ατόμου. Η **θερμική, η οπτική και η ηχητική άνεση** είναι οι τρεις σημαντικότερες συνισταμένες που επηρεάζουν την ευεξία του ανθρώπου και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου του εσωκλίματος. Ο βαθμός ανταπόκρισης του κελύφους και των συστημάτων ελέγχου στις απαιτήσεις για την εξασφάλιση άνεσης, είναι κριτήριο αξιολόγησης του σχεδιασμού. Το αίσθημα της θερμικής άνεσης δημιουργείται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για την εξασφάλιση των θερμορρυθμιστικών λειτουργιών στο ανθρώπινο σώμα, ώστε να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ατόμου.

Όταν οι κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, το σώμα αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα με την ακτινοβολία, την αγωγιμότητα, την κυκλοφορία του αέρα, την εξάτμιση του ιδρώτα και την αναπνοή. Το θερμορρυθμιστικό σύστημα λειτουργεί με το ελάχιστο έργο και το άτομο αισθάνεται “θερμικά άνετα”. Σε δυσμενείς όμως συνθήκες- π.χ., αν επικρατεί πολύ “κρύο” ή πολύ “ζέστη”-, το σώμα χάνει πολύ περισσότερη από όση θα 'πρεπε θερμότητα ή αντίστοιχα αδυνατεί να

αποβάλλει το πλεόνασμα της παραγόμενης θερμότητας, και τότε δεν υπάρχει “θερμική άνεση”.

Το κέλυφος των κτιρίων αποτελεί το ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, με το να αξιοποιεί τα θετικά κατά περίπτωση κλιματικά στοιχεία και να αποτρέπει τα επιζήμια.

Με βάση τα κριτήρια του ενεργειακού σχεδιασμού το κέλυφος καλείται να εκπληρώσει επιλεκτικά τρεις ρόλους:

- Να λειτουργήσει ως ‘επιλεκτικός ηλιακός συλλέκτης’, δηλαδή να συνεισφέρει στη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν αυτή είναι διαθέσιμη και απαραίτητη (τη χειμωνιάτικη μέρα) και να την κρατήσει μακριά την καλοκαιρινή μέρα. Τα σωστά προσανατολισμένα ανοίγματα, εξοπλισμένα με τις κατάλληλες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, καθορίζουν και επηρεάζουν τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Να λειτουργήσει ως «φράγμα θερμικών απωλειών» ώστε η θερμότητα που δεσμεύτηκε από την ηλιακή ακτινοβολία να μη διαφύγει στο εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμομόνωση του κελύφους και η νυχτερινή-κινητή θερμομόνωση των ανοιγμάτων συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών.
- Να λειτουργήσει ως «θερμική αποθήκη», ώστε η συλλεχθείσα θερμότητα να αποθηκευτεί για να αποδεσμευτεί και να αποδοθεί στους κατοικήσιμους χώρους όταν είναι χρήσιμη (τις βραδυνές ώρες ή σε περιόδους με συννεφιά). Η θερμότητα που μπορεί να αποθηκεύσουν τα δομικά υλικά- και τα δομικά στοιχεία αντίστοιχα, είναι ανάλογη με το μέγεθος της θερμοχωρητικότητάς τους.

### 4.3 Ενεργητικά και παθητικά συστήματα

Έχουν αναπτυχθεί δύο κυρίως τεχνολογικά συστήματα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων: τα ενεργητικά και τα παθητικά συστήματα. Ανάμεσά τους υπάρχει και ένα τρίτο: τα υβριδικά.

**Παθητικά συστήματα** είναι εκείνα που για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν κάνουν χρήση υψηλής τεχνολογίας και μηχανικών μέσων. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοιίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα).

Τα **ενεργητικά συστήματα** απαιτούν τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων, απλών μέχρι υψηλής τεχνολογίας (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας, ανεμιστήρες, κτλπ) και προϋποθέτουν σύνθετους μηχανισμούς συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που έχει προέλθει από την ηλιακή ακτινοβολία που δεσμεύτηκε.

Τα **υβρίδια** είναι συστήματα που συνδυάζουν τη φυσική και τη μηχανική θερμική ροή. Για παράδειγμα, η προσθήκη σε ένα παθητικό σύστημα ενός ανεμιστήρα για να υποβοηθήσει τη μεταφορά θερμότητας στους πίσω χώρους του κτιρίου ή ενός θερμοστάτη για να υπάρχει έλεγχος της θερμότητας που αποδίδεται, μετατρέπουν ένα παθητικό σύστημα σε υβριδικό.

#### 4.3.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας προϋποθέτει ένα σωστά ενεργειακά σχεδιασμένο κτίριο, σύμφωνα με τις αρχές που ήδη αναπτύχθηκαν. Ιδιαίτερα, η διαμόρφωση του κελύφους του κτιρίου πρέπει να είναι τέτοια, που να επιτρέπει τη μέγιστη συλλογή της ηλιακής ενέργειας, τη μέγιστη δυνατότητα για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας και τις ελάχιστες θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων στηρίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της

θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από τη συλλογή στην αποθήκη και στο χώρο που θα θερμανθεί.

Όσον αφορά τη θέρμανση τα παθητικά ηλιακά συστήματα λειτουργούν αποθηκεύοντας την ηλιακή ενέργεια υπό μορφή θερμότητας κι έπειτα τη διαχέουν στο χώρο. Χωρίζονται σε συστήματα :

- Άμμεσου κέρδους
- Έμμεσου κέρδους
- Απομονωμένου κέρδους
- Διπλού Κέρδους

Στο παθητικό σύστημα του **Άμμεσου κέρδους** η διαφορά από ένα συμβατικό, βασικά εντοπίζεται στη θερμική απόδοση των παραθύρων και στα υλικά και το μέγεθος (διαθέσιμη επιφάνεια και πάχος) των δομικών του στοιχείων (τοιχοί, πάτωμα, οροφή). Τα δομικά αυτά στοιχεία κατασκευάζονται από υλικά (με θερμοχωρητικότητα) ώστε να αποθηκεύουν θερμότητα, αφενός χρήσιμη για τη νύχτα και περιόδους συννεφιάς και αφετέρου να συμβάλλουν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης του χώρου. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το μέγεθος και τον προσανατολισμό του ανοίγματος, το σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου και την χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας, η εξοικονόμηση σε θερμαντική ενέργεια μπορεί να κυμαίνεται από 30% - 100%. Ένα συχνό πρόβλημα είναι αυτό της υπερθέρμανσης αλλά και η απώλεια θερμότητας. Στην περίπτωση της υπερθέρμανσης, απαιτούνται συστήματα σκίασης ενώ οι οπές αερισμού και τα συστήματα εξαγωγής συμβάλλουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων και το δροσισμό τους. Τα συστήματα **Έμμεσου κέρδους**, συνδυάζουν τις διαδικασίες συλλογής, συσσώρευσης και διανομής της θερμότητας, σε ένα μέρος του περιβλήματος του κτιρίου και χωρίζονται στις εξής κατηγορίες :

- i. Στους **ηλιακούς τοίχους**, οι οποίοι είναι τοιχοποιίες σε συνδυασμό με υαλοστάσιο ή κάποια άλλη διαφανή επιφάνεια η οποία τοποθετείται εξωτερικά σε απόσταση 5-15cm. Η τοιχοποιία που χρησιμοποιείται χωρίζεται

σε δυο κατηγορίες τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης και στα θερμοσιφωνικά πανέλα (Τοίχος Bara Constantini). Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης έχουν μεγάλη θερμική μάζα ενώ τα θερμοσιφωνικά πανέλα είναι θερμομονωμένα. Ο ηλιακός τοίχος συλλέγει την ενέργεια, η οποία με τη μορφή θερμότητας, μεταφέρεται στο εσωτερικό της κατασκευής, μέσω της μάζας του τοίχου ή μέσω θυρίδων. Το υαλοστάσιο είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και διαθέτει μονά ή διπλά τζάμια. Οι τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής Trombe- Michel, αποτελούν μια ειδική κατηγορία τοιχοποιίας θερμικής αποθήκευσης και συνδυάζουν τις δυο λειτουργίες θερμικής απόδοσης.

- ii. Στα **θερμοκήπια ή ηλιακοί χώροι** τα οποία είναι συνδυασμός παθητικού συστήματος «άμμεσου κέρδους» και τοίχου θερμικής συσσώρευσης. Ο ηλιακός χώρος περιβάλλεται από τη μια ή μέχρι τις τρεις πλευρές του με υαλοστάσιο και από τις υπόλοιπες από συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα με τον οποίο και συνδέεται με το κυρίως κτίριο. Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί σαν το παθητικό σύστημα του «απευθείας κέρδους». Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφιάται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτίριο. Από αυτή την άποψη, το προσαρτημένο θερμοκήπιο είναι ένα εκτεταμένο σύστημα τοίχου θερμικής αποθήκευσης με τη μόνη διαφορά ότι το υαλοστάσιο δεν απέχει από τον τοίχο με τη θερμική μάζα μερικά εκατοστά αλλά είναι σε αρκετή απόσταση. Το θερμοκήπιο επίσης λειτουργεί σαν φράγμα θερμικών απωλειών του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον (tampon espace, buffer zone). Σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας ο ηλιακός χώρος έχει υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του 25περιβάλλοντος και έτσι συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτίριο. Χωρίς ηλιοφάνεια, η εσωτερική θερμοκρασία σ' ένα θερμοκήπιο με διπλό υαλοστάσιο φθάνει τουλάχιστον στους 10°C όταν η εξωτερική είναι 0°C.



- iii. Στα **ηλιακά αίθρια**, τα οποία αποτελούν αιθριακούς χώρους της κατασκευής οι οποίοι επικαλύπτονται από υαλοστάσια και λειτουργούν όπως και τα θερμοκήπια.

Στα συστήματα **απομονωμένου κέρδους**, η επιφάνεια ηλιοσυλλογής δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που επιθυμούμε να θερμάνουμε. Μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές μεταφοράς ενέργειας από τον συλλέκτη είναι ο θερμοσιφωνικός βρόγχος. Στο θερμοσιφωνικό βρόγχο, ο αέρας θερμαίνεται στο συλλέκτη, γίνεται πιο ελαφρύς κι έτσι ανέρχεται, μεταθέτοντας τον ψυχρότερο αέρα στα κατώτερα επίπεδα. Ο θερμότερος αέρας, μεταφέρει την ενέργειά του στο εσωτερικό της κατασκευής ή στο απομακρυσμένο σύστημα συσσώρευσης, κατέρχεται στο κάτω μέρος του συλλέκτη και αυτή η κυκλική διαδικασία συνεχίζει όσο χρόνο ο συλλέκτης είναι αρκετά θερμός. Τη θερμοσιφωνική αρχή μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε και για μεταφορά ενέργειας στο χώρο της κατασκευής μέσω απομονωμένων τοίχων μάζας αλλά και ενδοδαπέδιων στρωμάτων.

Τα συστήματα **διπλού κέρδους** συνδυάζουν διάφορα παθητικά συστήματα και επωφελούνται από τα πλεονεκτήματα του καθενός. Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εφαρμογής τέτοιων συστημάτων, όπως η κατασκευή συστήματος που συνδυάζει το άμμεσο και το έμμεσο κέρδος, διευκολύνοντας τη μετάδοση ακτινοβολίας αλλά και την ανάκτηση θερμότητας. Η οποία αποθηκεύεται στο σύστημα έμμεσα. Ένας τέτοιος συνδυασμός παρατηρείται στο σύστημα Transwal, του οποίου η αναλογία μεταξύ άμμεσων και έμμεσων ηλιακών κερδών καθορίζεται από τα υλικά και τη γεωμετρία του συστήματος.

#### **4.3.1.1 Υλικά παθητικών ενεργειακών συστημάτων**

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα, διακρίνονται σε υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας και σε υλικά αποθήκευσης της θερμότητας

Τα κριτήρια για την επιλογή των διαφανών υλικών για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ένα παθητικό σύστημα είναι:

- Η εμφάνιση που είναι καθοριστική για τις εξωτερικές όψεις του κτιρίου

- Η αντοχή, που πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να αντέχει στις αλλαγές της εξωτερικής θερμοκρασίας και γενικά στις κλιματικές μεταβολές
- Η "ποιότητα", που εξαρτάται από τη διαπερατότητα (στη μικρού ή μεγάλου μήκους ακτινοβολία), την ανακλαστικότητα και την απορροφητικότητά του
- Το αρχικό κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο για να μην επιβαρύνεται η κατασκευή.

Το γυαλί, είναι από τα πιο ακριβά διαφανή υλικά. Είναι άκαμπτο, παρουσιάζει αντοχή στις καιρικές μεταβολές, στο φως και στις χημικές αντιδράσεις και έχει καλή εμφάνιση. Μειονεκτήματά του είναι το βάρος και η μικρή αντοχή του σε μηχανική κρούση. Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα σε μικρού μήκους ακτινοβολία από 0.91-0.78, ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε οξείδιο του σιδήρου και το πάχος του. Εάν χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί υαλοπίνακες, μειώνεται η ηλιακή διαπερατότητα αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητάς του. Προκειμένου να τροποποιηθούν οι θερμικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, χρησιμοποιούνται πρόσθετα συστατικά στη μάζα τους, ή ειδικές επικαλύψεις ή ειδική επεξεργασία. Ανακλαστικά και απορροφητικά γυαλιά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα γιατί μειώνουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μπαίνει στο χώρο.

	απλός υαλοπίνακας	δίδυμος υαλοπίνακας
πάχος (mm)	3-6	3-6
βάρος (Kg/m <sup>2</sup> )	7.5-15	15-30
ηλιακή διαπερατότητα	0.86-0.78	0.71-0.61
Θερμοπερατότητα (W/m <sup>2</sup> K)	5.23-5.81	2.6-3.49

Εικ. 4.1 Ιδιότητες υαλοπινάκων ([http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA\\_SEMINARIA/H\\_KYKLOS\\_S\\_M\\_D\\_IAN\\_FEB\\_09/ENERGEIAKOS\\_SXEDIASMOΣ\\_NEWN\\_KAI\\_YFISTAMENWN\\_KTHRIWN/%C1%CE%C1%D1%CB%C72009-1-%E2%E9%EF%EA%EB%E9%EC%E1%F4%E9%EA%EF%F2.pdf](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/H_KYKLOS_S_M_D_IAN_FEB_09/ENERGEIAKOS_SXEDIASMOΣ_NEWN_KAI_YFISTAMENWN_KTHRIWN/%C1%CE%C1%D1%CB%C72009-1-%E2%E9%EF%EA%EB%E9%EC%E1%F4%E9%EA%EF%F2.pdf))

### 4.3.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα επιτυγχάνεται μέσω των θερμικών ηλιακών συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούν συλλέκτες και δεξαμενές αποθήκευσης ως χωριστά υποσυστήματα, ενώ η μεταφορά της ενέργειας πραγματοποιείται είτε με φυσική ροή είτε μέσω κυκλοφορητή.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, μια δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού, τις απαραίτητες σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται με φυσικό ή τεχνητό τρόπο στη δεξαμενή. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρήσης από θερμικά ηλιακά συστήματα αποθηκεύεται σε ειδικές δεξαμενές προκειμένου στη συνέχεια να καταναλωθεί σε διάφορα σημεία του κτιρίου στο οποίο βρίσκεται η εγκατάσταση.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα ποικίλουν από τα χαμηλού κόστους, συμβατικά θερμοσιφονικά (χωρίς παρελκόμενο μηχανολογικό εξοπλισμό) έως τα πιο αποτελεσματικά, περίπλοκα και δαπανηρά κεντρικά ηλιακά συστήματα όπου χρησιμοποιούνται αντλίες εναλλάκτες θερμότητας, αισθητήρες και συστήματα ελέγχου.

Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθος τους τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής κ.λ.π μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικού τύπου θερμικά ηλιακά συστήματα. Η ποικιλία που παρουσιάζουν οι διατάξεις των συστημάτων αυτών οφείλεται κυρίως στους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους τα συστήματα αυτά προστατεύονται από τον παγετό και στον τρόπο που επιτυγχάνεται η κυκλοφορία ζεστού νερού.

Μπορούν να διακριθούν δυο κύριοι τύποι ενεργητικών ηλιακών συστημάτων:

- Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας
- Συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας

Τα συστήματα **φυσικής κυκλοφορίας** χωρίζονται σε δυο κατηγορίες :

- Τους συμπαγείς θερμαντήρες νερού ή όπως ονομάζονται αλλιώς τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη αποθήκευσης που αποτελούνται από μια ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μεμονωμένο περίβλημα με τη διαφανή πλευρά προς τον ήλιο.
- Τα θερμοσιφωνικά συστήματα, τα οποία στηρίζονται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή. Η οποία βρίσκεται επάνω από το συλλέκτη. Καθώς το νερό θερμαίνεται στον ηλιακό συλλέκτη γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο προς τη δεξαμενή αποθήκευσης ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας κυκλοφορία σε όλο το σύστημα.

Τα συστήματα **εξαναγκασμένης κυκλοφορίας** χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το νερό ή τα άλλα ρευστά μεταφοράς της θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Υπάρχουν δυο τύποι τέτοιων συστημάτων:

- Τα συστήματα ανοικτού βρόχου, τα οποία χρησιμοποιούν αντλίες(κυκλοφορητές) για να κυκλοφορήσουν νερό χρήσης στους συλλέκτες.
- Τα συστήματα κλειστού βρόχου, που αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητα, συνήθως αυτό είναι ένα μείγμα γλυκόλης και νερού, μέσα στους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό στο νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές.

Γενικά τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι πιο αξιόπιστα, ευκολότερα στη συντήρηση και μεγαλύτερης διάρκειας ζωής από τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

## 4.4 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού, εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο.

Με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

- Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν
- Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα)
- Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες.

Εν γένει ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)
- Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα

Ο φυσικός αερισμός μπορεί να γίνεται και εξωτερικά του κτιρίου ή και διαμέσου του κελύφους του, συμβάλλοντας έτσι στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος. Ο φυσικός αερισμός των κτιρίων μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα, προκύπτει μείωση της τάξης του 75 με 100% του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού (εφόσον εφαρμόζεται επαρκής ηλιοπροστασία στα κτίρια), γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υποκαταστήσει ένα

κλιματιστικό σύστημα, καθώς δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους.

#### **4.4.1 Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)**

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού.

Ο νυκτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυκτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.

#### **4.4.2 Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)**

Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της καμινάδας αερισμού γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων.

Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.

#### **4.4.3 Ηλιακή καμινάδα**

Πρόκειται για κατασκευή καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια η νοτιοδυτική επιφάνειά της ( $\pm 30^\circ$  ο N) υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (εν γένει έναν μικρό ηλιακό τοίχο) και περσίδες στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς.

Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Καθώς επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα, η ηλιακή καμινάδα συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.

#### **4.5 Ενεργειακός σχεδιασμός με ενσωμάτωση ΑΠΕ**

Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο η βενζίνη και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αργά η γρήγορα θα εξαντληθούν. Η παραγωγή και χρήση της ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργούν μια σειρά από περιβαλλοντικά προβλήματα με αιχμή τους, το γνωστό σε όλους μας, φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Από την άλλη πλευρά, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων. Ο ενεργειακός σχεδιασμός έχει ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης και την αξιοποίηση των τοπικά διαθέσιμων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε επίπεδο κτιρίου ή ακόμα και οικοδομικού τετραγώνου και οικιστικού συνόλου. Η εφαρμογή προσεγγίσεων ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού με ενσωμάτωση των αποδοτικότερων τεχνολογιών στο δομημένο περιβάλλον είναι προϋπόθεση για την πλήρη αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού για κάθε κτίριο. Η μέγιστη αξιοποίηση αυτού του δυναμικού, μέσω ενός βέλτιστου συνδυασμού τεχνολογιών και συστημάτων, επιφέρει και μείωση της απαιτούμενης εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού με αποτέλεσμα τη μικρότερη διαστασιολόγηση τους, το μειωμένο κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης, το μειωμένο ηλεκτρικό φορτίο αιχμής το καλοκαίρι, συγχρόνως με τη μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από τους ρύπους σε επίπεδο κτιρίου και σε επίπεδο δικτύου.

Ενεργειακά οι Ανανεώσιμες Πηγές χωρίζονται σε 6 βασικές κατηγορίες:

- Αιολική ενέργεια: Η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή / και σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Υδροηλεκτρική Ενέργεια: Τα Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα (μέχρι 10 MW ισχύος) αξιοποιούν τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια.



- Βιομάζα: είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης.
- Ηλιακή ενέργεια η οποία περιλαμβάνει τα Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα, τα Παθητικά Ηλιακά συστήματα και το Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα.
- Γεωθερμική Ενέργεια: η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.
- Υδρογόνο: Το υδρογόνο αποτελεί το 90% του σύμπαντος και θα αποτελέσει ένα νέο καύσιμο που θα χρησιμοποιούμε στο μέλλον.

Τα 4 πιο διαδεδομένα συστήματα μέσω των οποίων γίνεται η εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι τα:

- Φωτοβολταϊκά συστήματα (ηλιακή ενέργεια)
- Ανεμογεννήτριες (αιολική ενέργεια)
- Γεωθερμικά συστήματα (γεωθερμία)
- Καυστήρες Βιομάζας

### **Φωτοβολταϊκά συστήματα**

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται

αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

#### I. Κρυσταλλικού Πυριτίου

- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21%,
- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%.

#### II. Λεπτών Μεμβρανών

- Άμορφου Πυριτίου, ονομαστικής απόδοσης ~7%.
- Χαλκοπυριτών CIS / CIGS, ονομαστικής απόδοσης από 7% έως 11%.

Το πυρίτιο (Si) είναι η βάση για το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής Φ/Β και ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα Φ/Β στοιχεία.

Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα αριθμό μερών ή υποσυστημάτων:

α) Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανική υποστήριξη και πιθανόν ένα σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς.

β) Μπαταρίες (υποσύστημα αποθήκευσης)- πλέον δεν χρησιμοποιούνται, εκτός σε απομακρυσμένες εγκαταστάσεις όπως είναι π.χ. οι φάροι, διαφορετικά η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο δίκτυο της ΔΕΗ.

γ) Καθορισμό ισχύος και συσκευή ελέγχου που περιλαμβάνει φροντίδα για μέτρηση και παρατήρηση.

δ) Εφεδρική γεννήτρια. Η επιλογή του πώς και ποια από αυτά τα στοιχεία ολοκληρώνονται μέσα στο σύστημα εξαρτάται από ποικίλες εκτιμήσεις.

Υπάρχουν δυο κύριες κατηγορίες συστημάτων, το διασυνδεδεμένο με το δίκτυο και το αυτόνομο. Η απλούστερη μορφή του δεύτερου εκ των δυο αποτελείται απλώς από μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια, η οποία μόνη της τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποτεδήποτε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Αυτού του τύπου το σύστημα

είναι κοινό σε εφαρμογές άντλησης. Σε άλλες περιπτώσεις το σύστημα περιέχει συνήθως μια φροντίδα για αποθήκευση ενέργειας από τις μπαταρίες. Συχνά συμπεριλαμβάνεται κάποια μορφή ρύθμισης της ισχύος, όπως στην περίπτωση που απαιτείται εναλλασσόμενο ρεύμα να εξέρχεται από το σύστημα. Σε μερικές περιπτώσεις το σύστημα περιέχει μια εφεδρική γεννήτρια.

Τα συνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα μπορούν να υποδιαιρεθούν σ' εκείνα στα οποία το δίκτυο ενεργεί απλώς ως μια βοηθητική τροφοδοσία (εφεδρικό δίκτυο) και εκείνα τα οποία ίσως λάβουν επίσης πρόσθετη ισχύ από τη Φ.Β. γεννήτρια (αλληλοεπιδρώμενο δίκτυο). Μέσα στους Φ.Β. σταθμούς όλη η παραγόμενη ισχύς τροφοδοτείται στο δίκτυο.

### **Ανεμογεννήτρια**

Η ενέργεια που υπάρχει στην κίνηση του ανέμου (αιολική ενέργεια) μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες.

Ο άνεμος περιστρέφει τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας, τα οποία με τη σειρά τους περιστρέφουν ένα μοτέρ το οποίο παράγει ρεύμα.

Το ρεύμα αυτό μπορεί να διοχετεύεται κατ' ευθείαν στο κεντρικό δίκτυο ρεύματος ή να αποθηκεύεται σε συσσωρευτές ή και να θερμαίνει νερό.

Η ισχύς που μπορεί να δώσει μια ανεμογεννήτρια εξαρτάται κυρίως από δύο παράγοντες:

1. Όσο μεγαλύτερα είναι τα πτερύγια, τόσο μεγαλύτερη η ισχύς της. Διπλασιάζοντας το μήκος των πτερυγίων, **τετραπλασιάζεται** η ισχύς σε κάθε ταχύτητα ανέμου.
2. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, τόσο μεγαλύτερη η ισχύς. Με διπλάσια ταχύτητα ανέμου, **οκταπλασιάζεται** η ισχύς της ίδιας ανεμογεννήτριας.

Υπάρχουν πολλών ειδών ανεμογεννήτριες οι οποίες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες :

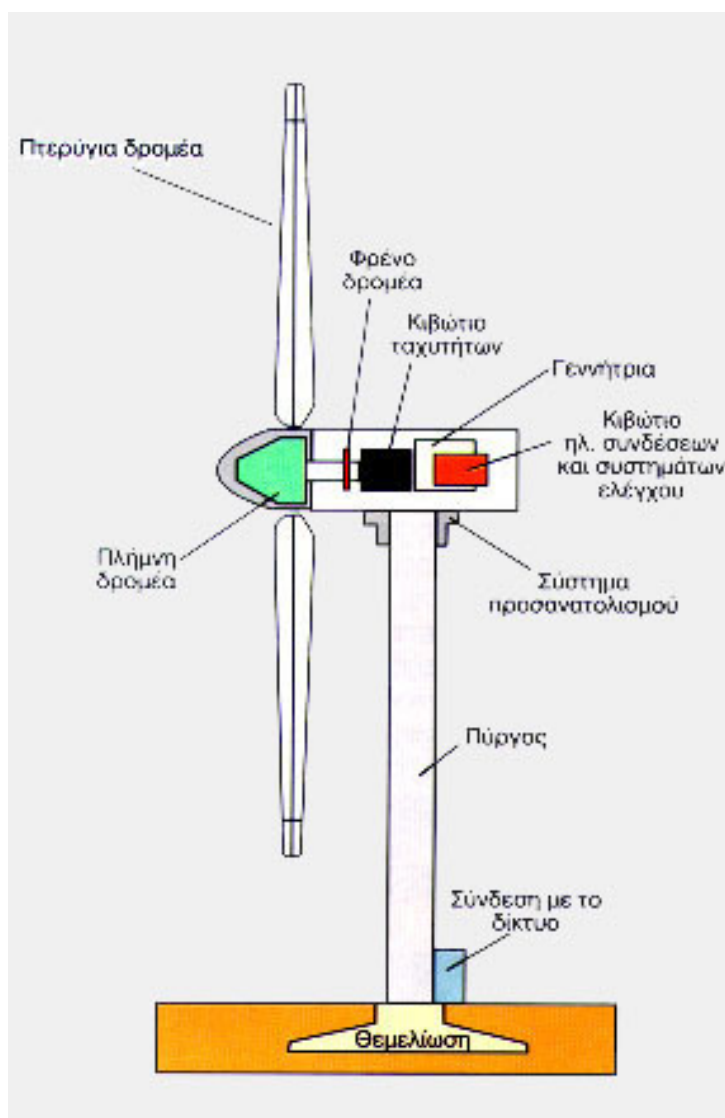
- Οριζοντίου άξονα, των οποίων ο δρομέας είναι τύπου έλικα και βρίσκεται συνεχώς παράλληλος με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους
- Κατακόρυφου άξονα, ο οποίος παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του εδάφους

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου . Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Παρόλο που δεν υφίσταται κανένας καθοριστικός λόγος, εκτός ίσως από την εμφάνιση, στην αγορά έχουν επικρατήσει αποκλειστικά οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα , με δύο ή τρία πτερύγια. Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη :

- το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα . Τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά , είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριε άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών , το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής
- την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας . Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας

- το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου
- τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση . Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου , οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου . Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί , συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας , φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.



Εικ. 4.2 Σκίτσο Ανεμογεννήτριας

## Γεωθερμικά συστήματα

Η γη απορροφά περίπου το 50% της ηλιακής ενέργειας και παραμένει σε μια θερμοκρασία από 10 έως 21°C. Η φιλοσοφία λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος βασίζεται στη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους και του επιφανειακού ή υπογείου υδροφόρου ορίζοντα, με αποτέλεσμα τον κλιματισμό της εγκατάστασης, για θέρμανση ή δροσισμό. Το γεωθερμικό σύστημα μεταφέρει την θερμότητα από τον κλιματιζόμενο χώρο στην χαμηλότερη θερμοκρασία της γης. Συνοπτικά αποτελείται από τρία κύρια μέρη, τον εναλλάκτη θερμότητας νερού (γεωεναλλάκτης - κλειστό ή ανοιχτό κύκλωμα), την αντλία θερμότητας και το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας στο κτίριο (αεραγωγοί ή ενδοδαπέδια ή fan coil). Ένα γεωθερμικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από μια μονάδα εντός του κτιρίου και ένα θαμμένο γεωεναλλάκτη, αξιοποιεί αυτές τις σταθερές θερμοκρασίες για να δεσμεύσει την "ελεύθερη" ενέργεια.

Καρδιά του συγκεκριμένου συστήματος είναι μια γεωθερμική αντλία θερμότητας (που δεν έχει μεγάλες διαφορές από τις γνωστές μικρές κλιματιστικές συσκευές ή εν μέρει τα ηλεκτρικά ψυγεία), η οποία αποτελείται από 4 στοιχεία: εξατμιστή, συμπιεστή, συμπυκνωτή και στοιχείο εκτόνωσης.

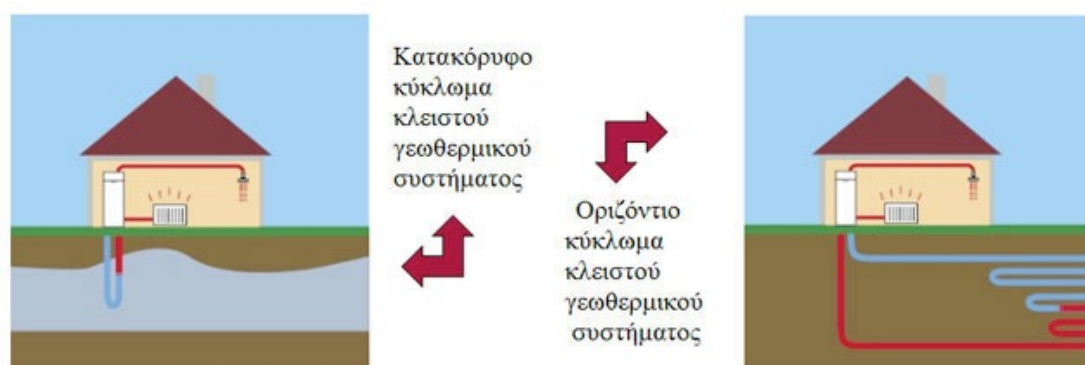
Μια πλήρης εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται εν γένει από τα παρακάτω τμήματα:

- α) από τη γεωθερμική αντλία θερμότητας
- β) από τον γεωθερμικό εναλλάκτη, που είναι ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας, με μεγάλη διάρκεια ζωής, που διαρρέεται από ειδικό υγρό και τοποθετείται μέσα στο έδαφος,
- γ) από την εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και/ή δροσισμού της κατοικίας (του κτιρίου). Μπορούν να χρησιμοποιήσουν ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού ή σύστημα fan coils για θέρμανση και δροσισμό. Ακόμη και σώματα θερμαντικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, και
- δ) από τον αυτοματισμό της εγκατάστασης.

Σε λίγες γραμμές, το κλειστό, αυτό, γεωθερμικό σύστημα εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασία του εδάφους (10-21 °C ), χρησιμοποιώντας γεωτρητικό εξοπλισμό για ανόρυξη γεωτρήσεων μικρής διαμέτρου μέχρι βάθους 150μ και ειδικών γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (γεωεναλλακτών) ανεβάζοντας τη σε θερμοκρασία έως και 55 °C.

Ο γεωτρητικός εξοπλισμός, αποτελείται από ένα δίκτυο θαμμένων σωλήνων πολυαιθυλενίου. Οι σωλήνες συνδέονται με την αντλία θερμότητας όπου και ολοκληρώνεται κύκλωμα στο οποίο κυκλοφορεί διάλυμα νερού με φιλικό προς το περιβάλλον αντιψυκτικό. Στην ουσία είναι ένα διάλυμα, όπως το 'παραφλού', το οποίο αποτελείται από 25% γλυκόλη και 75% νερό. Είναι, λοιπόν, ένα κλειστό κύκλωμα που ανακυκλοφορεί υπό πίεση το διάλυμα που μεταφέρει την θερμότητα. Η επωφελούμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για διάφορους σκοπούς: θέρμανση χώρου, ετοιμασία ζεστού νερού, θέρμανση πισινών (με ειδικό πυκνωτή).

Ο βασικός διαχωρισμός των γεωθερμικών συστημάτων γίνεται σε γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού ή κλειστού τύπου. Τα ανοιχτού τύπου γεωθερμικά συστήματα κάνουν χρήση του επιφανειακού ή υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα μέσω ενός συστήματος υδρογεωτρήσεων άντλησης και επανεισαγωγής. Από την άλλη μεριά, τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού τύπου εκμεταλεύονται την σταθερή θερμοκρασία των πετρωμάτων και των γεωλογικών σχηματισμών με την εγκατάσταση γεωσυλλεκτών (σωληνώσεων). Σύμφωνα με την μορφολογία του εδάφους και το διάγραμμα κάλυψης της εγκατάστασης, η διάταξη των γεωσυλλεκτών μπορεί να είναι οριζόντια, κάθετη ή κωνική.



Εικ. 4.3 Διατάξεις κλειστών βρόχων κατακόρυφου και οριζόντιου κυκλώματος (<http://www.boudouri.gr/sistim.php>)

## Βιομάζα - Βιοενέργεια

Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία, (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τις συναφείς βιομηχανίες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/EK.

Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά περιλαμβάνεται σε αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων, της αγροτικής βιομηχανίας και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των αστικών απορριμμάτων.



*Εικ. 4.4 Μια μορφή βιομάζας: pellets (συσσωματώματα) τα οποία προκύπτουν από τη μηχανική συμπίεση πριονιδιού, χωρίς την προσθήκη χημικών ή συγκολλητικών ουσιών (<http://el.wikipedia.org/wiki/Βιομάζα>)*

Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί



στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η ενέργεια της βιομάζας είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι βασικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται, είναι το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, που είναι άφθονα στη φύση.

Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ό,τι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι, ο όρος "βιοισχύς" περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες βιομάζας αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως "βιοκαύσιμα" αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ.

#### **4.6 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου**

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της θερμότητας που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά μια γυάλινη επιφάνεια. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στην ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι διαπερατό στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία (0.4-2.5 μικρά), ενώ είναι αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε μια γυάλινη επιφάνεια, ένα ποσοστό αντανακλάται, ένα ποσοστό απορροφάται από το γυαλί, από το οποίο ένα μέρος επαναακτινοβολείται προς το εξωτερικό, και το μεγαλύτερο ποσοστό (ανάλογα με τη διαπερατότητα του γυαλιού), που είναι η φωτεινή ακτινοβολία (0.4-0.8 μικρά), περνά μέσα από το γυαλί στον εσωτερικό χώρο. Αυτό το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που πέρασε μέσα από το γυαλί, απορροφάται από τα δομικά στοιχεία και τα λοιπά αντικείμενα του εσωτερικού χώρου και αλλάζοντας μήκος κύματος μετατρέπεται σε θερμική

ακτινοβολία για την οποία το γυαλί είναι σχεδόν αδιαπέραστο. Η με αυτό τον τρόπο προερχόμενη θερμότητα παγιδεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου και αποθηκεύεται στα στοιχεία με θερμοχωρητικότητα. Στη συνέχεια η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί :

- με αγωγιμότητα
- με μεταφορά (με τη βοήθεια κάποιου ρευστού, αερίου ή υγρού)
- με ακτινοβολία

και να συνεισφέρει στη διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου.

#### **4.7 Βιοκλιματικό - ενεργειακό κολυμβητήριο**

Βιοκλιματικό κολυμβητήριο μπορεί να χαρακτηριστεί ένα κολυμβητήριο το οποίο κατασκευάστηκε με βάση αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εξοικονομούνται ποσότητες καταναλισκόμενης ενέργειας ή να γίνεται χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

Ο σχεδιασμός με βάση τις βιοκλιματικές αρχές αποσκοπεί στην εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου και την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης. Με τον όρο «θερμική άνεση» σε ένα κολυμβητήριο εννοούμε το μικροκλίμα που επικρατεί στα πλησιέστερα στρώματα του αέρα με την επιφάνεια του νερού, όταν το κολυμβητήριο είναι ανοιχτό και γενικότερα το κλίμα μίας αίθουσας κολύμβησης, όταν το κολυμβητήριο είναι κλειστού τύπου.

Οι παράγοντες που συντελούν στην διαμόρφωση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του αέρα ενός κολυμβητηρίου είναι ο βαθμός περιεκτικότητας βλαβερών χημικών ενώσεων (προερχόμενες από τα χημικά που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση της ποιότητας του νερού), η περιεκτικότητα σε σωματίδια σκόνης, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία.

Στα ανοιχτού τύπου κολυμβητήρια δεν μπορούμε να μιλάμε για έλεγχο θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του αέρα. Μπορούμε όμως να ελέγχουμε την περιεκτικότητα σε βλαβερές χημικές ενώσεις οι οποίες δημιουργούνται με την παρουσία χλωρίου στο

νερό, οι κυριότεροι εκπρόσωποι των οποίων είναι τα τριαλογονομεθάνια, το χλωροφόρμιο κ.ά. Τα επιτρεπόμενα όρια στην χρήση χλωριωμένων υδρογονανθράκων αναφέρονται σε σχετική οδηγία της Ε.Ε. (88/379/ΕWG. Παραρτήματα I και II).

Εξετάζοντας λοιπόν την θερμική άνεση, σε περιβάλλον κλειστού κολυμβητηρίου, ο πλημμελής έλεγχος των παραπάνω παραμέτρων επηρεάζει την ατμόσφαιρα η οποία καθίσταται ανυπόφορη, αποπνικτική αλλά και επικίνδυνη για τους χρήστες.

Οι σπουδαιότεροι τρόποι για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών είναι οι εξής:

- Μείωση, όσον το δυνατόν περισσότερο, των ποσοτήτων χλωρίου για την απολύμανση του νερού.

Αυτό επιτυγχάνεται αφ' ενός μεν με την χρήση βοηθητικών συστημάτων όπως οζόνωση, ιονισμός ή οξυγόνωση, και αφ' εταίρου με την χρήση αυτομάτων συστημάτων ελέγχου χλωρίωσης ώστε κάθε χρονική στιγμή να προσδίδεται η ακριβής και μόνον ποσότητα χλωρίου για την επίτευξη των αναγκαίων ποσοτήτων υπολειμματικού χλωρίου στο νερό τη δεξαμενής, χωρίς να γίνεται άσκοπη υπερχλωρίωση.

Η μέθοδος της οζόνωσης είναι πολύ ακριβή, τόσο για την τοποθέτησή της όσο και για το κόστος λειτουργίας της. Είναι όμως πολύ πιο αποτελεσματική από την χλωρίωση διότι με την οζόνωση επιτυγχάνεται αποστείρωση του νερού και όχι απολύμανση όπως με το χλώριο. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν μπορεί να αντικαταστήσει 100% το χλώριο επειδή το όζον, που παράγεται δρα στιγμιαία και μόνο στο νερό που διέρχεται από το σημείο οζόνωσης. Αυτό σημαίνει ότι το νερό της δεξαμενής, που έρχεται κάθε στιγμή σε επαφή με ρύπους δεν μπορεί να διατηρήσει την αποστείρωσή του. Χρειάζεται λοιπόν κάτι που να διατηρεί το νερό σε συνεχή απολύμανση και αυτό είναι το υπολειμματικό χλώριο.

Η μέθοδος του ιονισμού συνίσταται στην ηλεκτρόλυση με στοιχεία χαλκού απελευθερώνοντας ιόντα του βαρέως μετάλλου στο νερό του κολυμβητηρίου. Έτσι, με την παρουσία ιόντων χαλκού εξουδετερώνονται οι μικροοργανισμοί, που

βρίσκονται στο νερό. Η μέθοδος είναι αποδεκτή από το υπουργείο υγείας και πρόνοιας και έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε μικρές και μεσαίες δεξαμενές. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ανεξέλεγκτη παρουσία ιόντων βαρέως μετάλλου (χαλκού) στο νερό, η δράση των οποίων μπορεί να είναι επικίνδυνη ακόμη και για τον άνθρωπο. Σημειωτέον ότι και αυτή η μέθοδος απαιτεί την παρουσία υπολειμματικού χλωρίου στο νερό αλλά σε πολύ μικρότερες ποσότητες.

- Επαρκής εξαερισμός και καλή φίλτρανση του αέρα ανακυκλοφορίας

Όταν πρόκειται για κλειστό κολυμβητήριο, ο εξαερισμός της αίθουσας θα πρέπει να είναι επαρκής ώστε αφ' ενός μεν να απομακρύνονται οι ανεπιθύμητες ουσίες, που περιέχονται στον αέρα, αφ' εταίρου να αντικαθίσταται με φρέσκο και φιλτραρισμένο αέρα από το περιβάλλον. Ο φρέσκος αέρας επεξεργάζεται κατάλληλα από τις κλιματιστικές μονάδες τόσο όσον αφορά την καθαρότητά του όσον και την θερμοκρασία και υγρασία του. Συνήθως οι κλιματιστικές μονάδες σχεδιάζονται για παροχές σε 100% νωπό αέρα ώστε να καλύπτουν και τις πλέον βεβαρημένες συνθήκες λειτουργίας. Δηλαδή, αίθουσα πλήρης θεατών με μεγάλο ποσοστό καπνιζόντων, προσωπικό κολυμβητηρίου και δεξαμενή με το μέγιστο φορτίο αθλουμένων. Θα πρέπει λοιπόν να παρασκευάζεται τόσος νωπός αέρας ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις της αίθουσας σε θέρμανση και ύγρανση δεδομένου του ότι απαιτείται εξ' ολοκλήρου απόρριψη του βεβαρημένου αέρα. Επειδή ο απορριπτόμενος αέρας μεταφέρει μεγάλο ποσό θερμότητας συνιστάται η χρησιμοποίηση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας ώστε η εγκατάσταση να εκμεταλλεύεται αυτή την ενέργεια.

- Περιορισμός της εξάτμισης του νερού

Περιορισμό της εξάτμισης του νερού επιτυγχάνουμε αφ' ενός με την ρύθμιση της θερμοκρασίας του χώρου και αφ' εταίρου με την χρήση ισοθερμικών καλυμμάτων. Είναι λογικό το ότι όταν η κολυμβητική δεξαμενή βρίσκεται σε λειτουργία ο μόνος τρόπος για να περιοριστεί η εξάτμιση είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου να είναι σταθερά σε επίπεδα μεγαλύτερα από την επιφανειακή θερμοκρασία του νερού κατά ένα ή δύο βαθμούς Κελσίου ώστε να εμποδίζεται η μεταφορά ενέργειας μέσω των υδρατμών από το ένα μέσον στο άλλο και κατά συνέπεια η διάλυση

βλαβερών ενώσεων στον αέρα. Όταν η δεξαμενή βρίσκεται εκτός λειτουργίας και ιδιαίτερα τις βραδινές ώρες τότε προτείνεται η χρήση ισοθερμικού καλύμματος. Τα ισοθερμικά καλύμματα καλύπτουν την επιφάνεια του νερού εμποδίζοντας την εξάτμιση. Υπάρχουν δύο κατηγορίες ισοθερμικών καλυμμάτων. Καλύμματα που εμποδίζουν την εξάτμιση και παρέχουν μερική θερμομόνωση και καλύμματα που εμποδίζουν την εξάτμιση έχοντας ταυτόχρονα υψηλές θερμομονωτικές ιδιότητες.

Είναι ευνόητο ότι τα δεύτερα είναι καλύτερα αλλά με πολύ μεγαλύτερο κόστος. Αυτά χρησιμοποιούνται περισσότερο σε δεξαμενές ανοιχτού τύπου όπου οι συνολικές θερμικές απώλειες είναι πολύ μεγαλύτερες.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός μπορεί να αφορά είτε :

- Το χώρο της πισίνας.
- Τους βοηθητικούς χώρους.
- Το κολυμβητήριο στην ολότητα του σαν κατασκευή.

Η αρχιτεκτονική δομή του κολυμβητηρίου είναι αυτή που θα καθορίσει την ενεργειακή διαχείριση των χώρων του και αφορά κυρίως την ανάπτυξη των βοηθητικών χώρων της πισίνας σε σχέση με την ίδια την πισίνα. Η ανάπτυξη αυτή μπορεί να γίνει καθ' ύψος ή κατά πλάτος, αλλά κυρίαρχο στοιχείο αποτελεί ο τρόπος με τον οποίο συνδεόνται ο κύριος χώρος της πισίνας και οι βοηθητικοί χώροι και κατά πόσο αλληλεπιδρούν ενεργειακά μεταξύ τους αυτοί οι χώροι.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στα κολυμβητήρια έχει να κάνει τόσο με το στέγαστρο του κολυμβητηρίου όσον αφορά το χώρο της πισίνας όσο και με βασικές αρχές και τεχνικές που εφαρμόζονται στα βοηθητικά κτίρια του κολυμβητηρίου αλλά και στον περιβάλλοντα χώρο. Μια από τις πιο βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού που είναι η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας εξαρτάται σχεδόν εξ ολοκλήρου από το στέγαστρο του κολυμβητηρίου. Το στέγαστρο ανάλογα με την τεχνική κατασκευής του αλλά κυρίως και με τα υλικά κατασκευής είναι αυτό που θα διαμορφώσει τις κατάλληλες συνθήκες αφού είναι το κέλυφος της κατασκευής.

Η κατασκευή ενός κολυμβητηρίου ακριβώς λόγω της ευρύτητας που έχει στην έκταση του ως έργο, μπορεί να παρουσιάζει ευκολίες στην χωροθέτηση και στον προσανατολισμό της πισίνας. Είναι λοιπόν ιδιαίτερα σημαντικό να προσεχθεί ο προσανατολισμός που θα έχει η πισίνα, καθώς ο σωστός προσανατολισμός αποτελεί σαφές πλεονέκτημα στην εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών και στην αποφυγή της υπερθέρμανσης των επιθυμητών σημείων.

Ανάλογα με το στέγαστρο που θα επιλεγεί να κατασκευαστεί και μετέπειτα ανάλογα με τα υλικά κατασκευής ο συνηθέστερος τρόπος με τον οποίο προσπαθούμε να εκμεταλλευτούμε την ηλιακή ενέργεια σε ένα κολυμβητήριο είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα στέγαστρα με την περισσότερο βιοκλιματική δράση είναι τα ξύλινα, τοξωτά στέγαστρα και τα μεταλλικά στέγαστρα (κυρίως αυτά με τον μεταλλικό σκελετό). Τα κενά και στον ξύλινο και στο μεταλλικό σκελετό πληρούνται σε ένα ποσοστό τους από υλικά που επιτρέπουν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας λόγω της φωτοδιαπερατότητας τους.

Η τεχνική που χρησιμοποιείται για την θέρμανση του χώρου της πισίνας είναι αυτή των παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου κέρδους. Ένα σαφές μειονέκτημα όσον αφορά τα κολυμβητήρια είναι αυτό της υπερθέρμανσης κατά τις ώρες της έντονης ηλιοφάνειας αλλά και η απώλεια θερμότητας κατά τις βραδινές ώρες, λόγω της μεγάλης έκτασης του κελύφους και της μεταβλητότητας που δίνει αυτό, στις θερμικές ροές. Ο χώρος της πισίνας γενικά μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα θερμοαποθηκευτικός αφού και το νερό αλλά και το σκυρόδεμα έχουν υψηλούς συντελεστές θερμοχωρητικότητας.

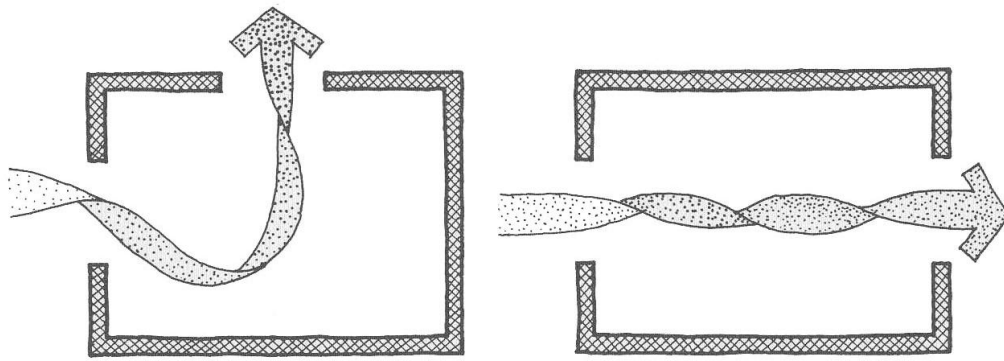
Υλικά	Θερμική Μάζα KJ/m <sup>3</sup> °C
Νερό	4186
Σκυρόδεμα	2060
Συμπαγή εδαφικά υλικά	1740
Τούβλο	1360

Εικ.4.5 Ενδεικτικά κάποια απ τα βασικά υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ενός κολυμβητηρίου. (<http://www.ntua.gr/vitruvius/2005/ecomat.pdf>)

Αυτή η έντονη δράση του φαινομένου του θερμοκηπίου σε ένα κολυμβητήριο οφείλει και πρέπει να αποτελεί σημαίνουσας σημασίας στοιχείο του σχεδιασμού. Σημαντική είναι η γνώση στατιστικών στοιχείων που αφορούν τον πληθυσμό χρήσης της πισίνας σε ωριαία βάση αλλά και ο γενικότερος σχεδιασμός χρήσης της πισίνας. Αυτά τα στοιχεία πρέπει να μας δίνουν μια σαφή εικόνα όσον αφορά την ποσότητα των ατόμων που βρίσκονται συγχρόνως σε μια πισίνα αλλά και το επίπεδο ενασχόλησης με την κολύμβηση στις περιπτώσεις που το κολυμβητήριο είναι καθαρά αγωνιστικό ή όχι.

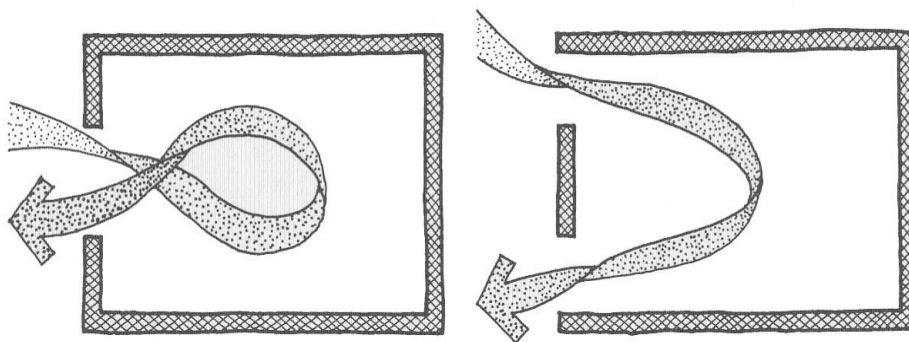
Σε αγωνιστικό κολυμβητήριο ο αριθμός των κολυμβητών που βρίσκονται συγχρόνως στην πισίνα και αθλούνται είναι μεγάλος ενώ και το επίπεδο της άσκησης είναι υψηλό. Κατά τη διάρκεια της έντονης άσκησης ανεβαίνει αισθητά η θερμοκρασία των αθλητών ενώ η εξάτμιση των χλωριωμένου νερού σε συνδυασμό με την αύξηση της συγκέντρωσης των υδρατμών δημιουργούν μια ιδιαίτερη ατμόσφαιρα, η οποία αρκετές φορές μπορεί να χαρακτηριστεί αποπνικτική. Αυτή η ατμόσφαιρα δυσχεραίνει τις προσπάθειες και τις διαθέσεις των αθλητών και για αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται πρόβλεψη κατά τον σχεδιασμό. Η πρόβλεψη αυτή έχει να κάνει με την εκτόνωση μια τέτοιας κατάστασης στην ατμόσφαιρα του κλειστού κολυμβητηρίου με τεχνικές που έχουν να κάνουν με τον φυσικό δροσισμό ή αερισμό του κολυμβητηρίου, τον γενικότερο προσανατολισμό του και την σκίαση αν αυτή μπορεί να επιτευχθεί. Ο φυσικός αερισμός του κολυμβητηρίου περιλαμβάνει την καλή γνώση των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή, η οποία θα μας βοηθήσει και στον προσανατολισμό της κατασκευής αλλά κυρίως στον προσανατολισμό και στη λογική λειτουργίας των ανοιγμάτων. Ο φυσικός αερισμός των κολυμβητηρίων μπορεί να επιτευχθεί

- i. Μέσω ανοιγμάτων που υπάρχουν περιμετρικά από την πισίνα. Ο αερισμός αυτής της μορφής είναι διαμπερής και απαιτείται καλός σχεδιασμός στην τοποθέτηση των ανοιγμάτων για καλύτερα αποτελέσματα. Ο διαμπερής αερισμός γίνεται δυσλειτουργικός σε αθλητικά κολυμβητήρια που διαθέτουν κερκίδες, οι οποίες διακόπτουν οι παρεμβάλλονται ανάμεσα στα ανοίγματα.



Εικ. 4.6 Διαμπερής αερισμός ([http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1\\_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf))

- ii. Μέσω ανοιγμάτων που υπάρχουν στο στέγαστρο της πισίνας. Τα ανοίγματα αυτά εάν είναι μεγάλα και αποτελούν τα μοναδικά ανοίγματα στο χώρο της πισίνας αερίζουν μονομερώς το χώρο.



Εικ. 4.7 Μονομερής αερισμός ([http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1\\_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf))

Στην περίπτωση που τα ανοίγματα αυτά συνδυαστούν με ανοίγματα περιμετρικά της πισίνας τότε ο χώρος αερίζεται μέσω του φαινομένου Bernulli με τις μεγάλες, σε όγκο, αέρινες μάζες να μπαίνουν από το στέγαστρο της πισίνας και να απομακρύνονται από τα περιμετρικά ανοίγματα. Εάν τα ανοίγματα του στεγάστρου της πισίνας είναι μικρά ο συνδυασμός τους με τα περιμετρικά ανοίγματα δίνει τη μορφή του κατακόρυσου αερισμού ή φυσικού ελκυσμού όπως ονομάζεται. Τα θερμά στρώματα αέρα που δημιουργούνται από το ζεστό νερό της πισίνας αλλά και από τις αναπνοές των κολυμβητών ανέρχονται πολύ πιο εύκολα λόγω του φυσικού ελκυσμού και εξέρχονται από τα ανοίγματα του στεγάστρου. Αυτή η μορφή του φυσικού



ελκυσμού αποτελεί την συνηθέστερη επιλογή αερισμού στα περισσότερα κολυμβητήρια με ξύλινο στέγαστρο.

Αν εξετάσουμε την ενεργειακή κάλυψη του χώρου της πισίνας μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούμε να πούμε ότι οι όποιες μελέτες είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Η λειτουργία ενός κολυμβητηρίου σύμφωνα με μετρήσεις με Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (συγκεκριμένα της ομάδας εξοικονόμησης ενέργειας του Ινστιτούτου μελετών περιβάλλοντος και βιώσιμης ανάπτυξης) είναι στην πρώτη θέση από άποψη κατανάλωσης ενέργειας ξεπερνώντας ακόμα και νοσοκομεία και ξενοδοχεία.

Η τελική κατανάλωση ενέργειας σε ένα κολυμβητήριο υπολογίζεται κοντά στις 400 Kwh/m<sup>2</sup>. Αυτή η μεγάλη κατανάλωση προκύπτει λόγω των τεράστιων και διαρκών απωλειών που υπάρχουν κατά τη λειτουργία μιας πισίνας. Οι ενεργειακές αυτές απώλειες μπορούν να υπολογιστούν μέσω του τύπου (κατά Περγίδη Σταμάτη 2007) :

$$Q = 0.6 \times F \times Q_A + \frac{1000 \times V \times (t_2 - t_1)}{T}$$

Όπου

F [m<sup>2</sup>] Επιφάνεια της πισίνας

Q<sub>A</sub> [kcal/h·m<sup>2</sup>] Θερμικές απώλειες νερού

V [m<sup>3</sup>] Όγκος νερού

t<sub>1</sub> [°C] Αρχική θερμοκρασία νερού

t<sub>2</sub> [°C] Τελική θερμοκρασία νερού

T [h] Χρόνος θέρμανσης. Συνήθως λαμβάνεται 10 - 20 h

Σε κλειστά κολυμβητήρια ισχύει Q<sub>A</sub> = 120 kcal/h·m<sup>2</sup> για θερμοκρασία νερού ανώτερη των 23 °C, θερμοκρασία αέρα 26 °C, θερμοκρασία νερού συμπλήρωσης 13 °C, σχετική υγρασία 60% και ταχύτητα ανέμου 1 m/s (Περγίδης, 2007).

Σε ανοικτά κολυμβητήρια για θερμοκρασία νερού ανώτερη των 23 °C, θερμοκρασία αέρα 13 °C, θερμοκρασία νερού συμπλήρωσης 13 °C σχετική υγρασία 60% οι θερμικές απώλειες είναι:

$Q_A = 335 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2$  για ταχύτητα ανέμου 1 m/s

$= 500 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2$  για ταχύτητα ανέμου 2 m/s

$= 820 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2$  για ταχύτητα ανέμου 4 m/s

Δεν υπάρχει παγκοσμίως κανένα κολυμβητήριο που να λειτουργεί ενεργειακά αυτόνομα με οποιαδήποτε μορφή ΑΠΕ. Υπάρχουν κάποια κολυμβητήρια τα οποία έχουν εκμεταλλευτεί κάποια μορφή ΑΠΕ αλλά μιλάμε για ειδικές περιπτώσεις και όχι για τον κανόνα. Το παράδειγμα ενός ιδιόκτητου κολυμβητηρίου στην Κροατία είναι ένα από τα ελάχιστα που υπάρχουν παγκοσμίως όπου χρησιμοποιείται οποιασδήποτε μορφής ΑΠΕ. Σε αυτό το κολυμβητήριο το νερό της πισίνας αντλείται από θερμές υπόγειες πηγές και στην πράξη ψύχεται αντί να θερμαίνεται έτσι ώστε να είναι ανεκτό στο ανθρώπινο σώμα. Υπάρχουν διάφορες ανεπίσημες μελέτες για την λειτουργία κολυμβητηρίων με ενεργειακή διαχείριση μέσω ΑΠΕ όπου άλλες φορές τα δείγματα είναι ενθαρρυντικά και κάποιες άλλες αποτρεπτικά κυρίως όσον αφορά τη σχέση κόστους - απόδοσης. Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις οποίες έχουν επικεντρωθεί οι περισσότερες μελέτες και μπορούν να εφαρμοστούν πιο εύκολα στη λειτουργία ενός κολυμβητηρίου, αφορούν κυρίως τα φωτοβολταϊκά συστήματα την γεωθερμία και τους καυστήρες βιομάζας.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν είτε στην οροφή ενός κολυμβητηρίου που συνήθως μένει ανεκμετάλεκτη είτε στον -περιβάλλοντα χώρο του κολυμβητηρίου. Η εκμετάλλευση της ενέργειας που θα αποδίδουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν μπορεί να είναι άμεσα εκμεταλεύσιμη παρά μόνο έμμεσα μέσω της γνωστής διαδικασίας της σύνδεσης με το δίκτυο του παρόχου και της εκμετάλευσης της ενέργειας από τον πάροχο.

Το πρώτο κολυμβητήριο στην Ευρώπη, με χρήση γεωθερμικών αντλιών και εκμετάλευση της αντίστοιχης ενέργειας, εγκαινιάστηκε το Σεπτέμβριο του 2013. Είναι ένα μοντέλο που χρησιμοποιείται κυρίως σε πιο μικρά ιδιωτικά έργα καθώς τα γεωθερμικά πεδία στη χώρα μας δεν έχουν την απαιτούμενη ένταση για να υποστηρίξουν ένα μεγάλο κολυμβητήριο.

Η χρήση των καυστήρων βιομάζας μέχρι πριν από μερικά χρόνια, ήταν απαγορευτικοί για τα μεγάλα αστικά κέντρα λόγω των αυξημένων ρύπων στην βεβαρημένη ατμόσφαιρα. Έτσι δεν υπάρχουν στοιχεία από κολυμβητήρια τα οποία να έχουν προσπαθήσει να εκμεταλευθούν αυτή τη μορφή ενέργειας.

#### **4.7.1 Ισοθερμικά καλύμματα**

Τα ισοθερμικά καλύμματα χρησιμοποιούνται σε ανοικτά και κλειστά κολυμβητήρια με σκοπό τη μείωση των θερμικών απωλειών του νερού και την εξοικονόμηση ενέργειας. Τα καλύμματα αυτά καθώς και οι μηχανισμοί περιτύλιξης αυτών, πρέπει να πληρούν τις παρακάτω τεχνικές απαιτήσεις.

##### **4.7.1.1 Διαστασιολόγηση**

- Το συνολικό μήκος και πλάτος του ισοθερμικού καλύμματος να έχει το αντίστοιχο μήκος και πλάτος της κολυμβητικής δεξαμενής, που πρόκειται να καλύψει.
- Να αποτελείται από τέσσερις λωρίδες που θα τοποθετούνται κατά μήκος της μεγάλης πλευράς της κολυμβητικής δεξαμενής.
- Το μήκος κάθε λωρίδας να είναι όσο και το μήκος της κολυμβητικής δεξαμενής π.χ. 50,00 μ. ή 33,00 μ., ενώ το πλάτος να είναι υποπολλαπλάσιο του πλάτους της δεξαμενής. Δηλαδή για δεξαμενή πλάτους 25,00 μ. το πλάτος κάθε λωρίδας να είναι 6,25 μ. και για δεξαμενή πλάτους 21,00 μ. να είναι 5,25 μ..
- Το πάχος του να είναι τουλάχιστον 6 χιλστ..
- Το βάρος του να μην υπερβαίνει τα 500 γρ./τετρ.μ..

#### 4.7.1.2 Φυσικά - Χημικά - Τεχνικά χαρακτηριστικά - Αντοχές

- Να είναι πολυστρωματικό, συμπαγές και αφρώδες, 100% από πολυαιθυλένιο, σύμφωνα με τη μέθοδο των συμπιεσμένων κλειστών κυψελών (χωρίς την παρουσία αέρα). Οι δύο πλευρές του πάνω και κάτω να καλύπτονται από γερά θερμοκολλημένες στρώσεις πολυαιθυλενίου (μορφή sandwich). Η άνω στρώση πολυαιθυλενίου να είναι ιδιαίτερα ισχυρή και ανθεκτική στο σχίσσιμο και τον ελκυσμό. Η κάτω στρώση να είναι αδιαπέραστη από τους υδρατμούς.
- Να προστατεύει το νερό της δεξαμενής από την απώλεια θερμότητας και υδρατμών.
- Οι θερμομονωτικές του ικανότητες να περιορίζουν τις θερμικές απώλειες του νερού σε ποσοστό τουλάχιστον 40% έως 45%.
- Να διαθέτει υψηλή αντοχή στο νερό της κολυμβητικής δεξαμενής και στα προϊόντα που εμπεριέχει (χλώριο, όζον κ.τ.λ.).
- Να διαθέτει υψηλή αντοχή στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και στο πλαγκτόν.
- Να διαθέτει υψηλές αντοχές στις θερμοκρασιακές αλλαγές του περιβάλλοντος, από -10° C έως +45° C και στην υπεριώδη ακτινοβολία.
- Το ισοθερμικό κάλυμμα να έχει υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό και επιμήκυνση στο σύνολό του και οι τρεις στρώσεις μεταξύ τους.
- Να διαθέτει υψηλή ανθεκτικότητα σε ακτινοβολία UV.
- Να είναι άοσμο.
- Να έχει ουδέτερο PH.
- Να διαθέτει υψηλή ανθεκτικότητα στη διάλυση στο νερό και σε άλλα στοιχεία.
- Στην αρχή κάθε φύλλου να υπάρχει ενσωματωμένος σωλήνας από σκληρό PVC, που να επιτρέπει στο κάλυμμα να επιπλέει κατά τη διαδικασία απλώματος και περιτύλιξης. Στο σωλήνα αυτό να προσαρμόζεται σχοινί για τον έλεγχο του καλύμματος από μακριά.

- Κάθε φύλλο να φέρει ανοξείδωτα μπουντούζια στην αρχή και το τέλος του, για τη σύνδεσή του με το επόμενο και με το μηχανισμό περιτύλιξης.
- Κατά μήκος κάθε φύλλου ισοθερμικού καλύμματος να υπάρχει ενσωματωμένο συρματόσχοινο, πάχους 5 χιλστ., που να δένει στις άκρες της κολυμβητικής δεξαμενής και με τη βοήθεια εντατήρων να προστατεύεται το κάλυμμα από τους ανέμους.

## **4.8 Κατασκευές απο ETFE**

Ξεχωριστή κατηγορία όσον αφορά την κατασκευή με βάση τις βιοκλιματικές αρχές, αποτελεί η χρήση του πολυμερούς υλικού ETFE, που βρίσκει εφαρμογή στην επικάλυψη των κτιρίων ή την διαμόρφωση του κελύφους του.

Η επιστήμη των υλικών επιδεικνύει σημαντικά βήματα προόδου με την δημιουργία νέων καινοτόμων υλικών στο χώρο της δόμησης, με άριστες τεχνικές ιδιότητες με την συνεισφορά τεχνολογιών απο άλλες επιστήμες. Κύριες πηγές τεχνογνωσίας και έμπνευσης αποτελούν η διαστημική τεχνολογία και η τεχνολογία της αεροναυπηγικής και της κατασκευής αυτοκινήτων, όπου η χρήση υλικών με τη βέλτιστη σχέση αντοχής βάρους, με μεγάλη ταχύτητα κατασκευής και σχετικά μικρό κόστος είναι πολυ καθοριστική για την κατασκευή ενός ασφαλούς και ελκυστικού προϊόντος. Αποτέλεσμα μιάς τέτοιας προσπάθειας (αρχικά χρησιμοποιήθηκε ως μονωτικό υλικό στην αεροναυπηγική) είναι και το πολυμερές υλικό ETFE (αίθυλο-τετραφλουορο-πολυουρεθάνη).

Τη δεκαετία του 1970 χρησιμοποιήθηκε για την επένδυση των θερμοκηπίων, ενώ μόλις το 1982 παρήχθη για χρήση σε αρχιτεκτονικές εφαρμογές. Πλέον έχει γίνει εξαιρετικά δημοφιλές ειδικά στην Ευρώπη με χρήσεις σε αίθρια, σε χώρους γραφείων, εμπορικά κέντρα, κτίρια πανεπιστημίων, νοσοκομεία κλπ.

### **4.8.1 Κατηγορίες προϊόντων ανάλογα με την κατασκευή.**

Για την ανάληψη των φορτίων τα προϊόντα απο ETFE χρειάζονται προένταση. Ανάλογα με τον τρόπο προέντασης τους, μπορούν να κατανεμηθούν σε δύο κατηγορίες:

- **Πολυκέλυφα με προένταση με πεπιεσμένο αέρα(πνευματικά)**

Τα προϊόντα αυτά αποτελούνται κυρίως από δύο τουλάχιστον (έως και πέντε) μεμβράνες ETFE, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους στις ακμές τους, δημιουργώντας μεταξύ τους ένα διάκενο. Στο διάκενο αυτό βρίσκεται αέρας υπό πίεση (προσφέροντας προένταση), ο οποίος προσδίδει τη σταθερότητα και την αντοχή στο προϊόν αλλά και αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα. Η απαιτούμενη πίεση κυμαίνεται από 200 έως και 1000kPa, που αντιστοιχεί σε φορτίο από 0,2 έως 1,0 kN/cm<sup>2</sup>, ενώ το βέλος κάμψης των μεμβρανών κυμαίνεται από 10% έως 15% του μήκους του στοιχείου.

Η ενέργεια που χρειάζεται για να διατηρηθεί η τιμή αυτής της πίεσης σταθερή είναι λίγη (για μια στέγη τυπικών διαστάσεων δεν υπερβαίνει την ενέργεια που καταναλώνει ένας μικρός λαμπτήρας). Στην περίπτωση απώλειας ηλεκτρικής ισχύος, το σύστημα διατηρεί την απαραίτητη πίεση για 4 έως 8 ώρες, ενώ εάν η απώλεια ισχύος συνεχιστεί, καλό είναι να προβλέπεται η τροφοδοσία του συστήματος με εφεδρικό σύστημα ενέργειας.

Οι μεμβράνες μπορούν να διαμορφωθούν σε οποιοσδήποτε διαστάσεις και σχήματα και περιορίζονται μόνο από τα βασικά φορτία κατασκευής(άνεμο, χιόνι) και από τη γεωμετρία του χώρου για τον οποίο προορίζονται. Ως γενικός κανόνας ισχύει ότι για ορθογωνικά στοιχεία το πλάτος τους μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο, έως και 30m. Οι διαστάσεις των στοιχείων μπορούν να αυξηθούν ακόμη περισσότερο, εάν χρησιμοποιηθούν τριγωνικά ή πολυμολυγωνικά στοιχεία τα οποία μεταφέρουν τα φορτία σε δύο διαστάσεις. Περαιτέρω αύξηση μπορεί να επιτευχθεί προσθέτοντας ειδική ενίσχυση στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης ETFE.

- **Μονοκέλυφα με μηχανική προένταση**

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ένα φύλλο ETFE, το οποίο προεντείνεται με μηχανικά μέσα και στη συνέχεια στερεώνεται στην κατασκευή. Τέτοιου είδους συστήματα χρησιμοποιούνται μόλις από 1990 για δομικές εφαρμογές. Η αντοχή των φύλλων ETFE σε σχέση με τις μεμβράνες(υφάσματα) που χρησιμοποιούνται σε παρόμοια δομικά συστήματα είναι μικρή. Για το λόγο αυτό οι διαστάσεις αυτών των πλακών είναι μικρές ή χρειάζονται συχνά στηρίγματα. Τα φύλλα από ETFE μπορούν επίσης να συγκολληθούν, δημιουργώντας ένα πλάτος ραφής ίσο με 10 mm. Η

περιοχή αυτή είναι παχύτερη από το υπόλοιπο υλικό, είναι όμως διαφανής και γίνεται αντιληπτή μόνο από μικρή απόσταση.

#### **4.8.2 Πλεονεκτήματα κατασκευών από ETFE**

Τα προϊόντα από ETFE διατίθενται σε ποικιλία διαστάσεων και μορφών (επιμήκων, ορθογωνικών στοιχείων, πολυγωνικών καμπύλων) προσφέροντας έτσι σχεδιαστική ευελιξία και αελεθερία στη μορφή.

Στα πλεονεκτήματα τους συγκαταλέγονται το μικρό τους βάρος (περίπου 1% του συμβατικού γυαλιού, 2,0 - 3.5 kg/m<sup>2</sup>), η εξαιρετική μηχανική τους αντοχή, οι άριστες θερμομονωτικές τους ιδιότητες, η οπτική άνεση, η ανθεκτικότητα στις ατμοσφαιρικές συνθήκες, στους ρύπους και στους χημικούς παράγοντες (οξέα και αλκάλια) και η μεγάλη διάρκεια ζωής (περίπου 40 χρόνια), χωρίς να παρατηρείται απομείωση της μηχανικής τους αντοχής, αποχρωματισμός ή ευθραυστότητα. Επίσης βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη ελαστικότητα, καθώς μπορούν να αυξήσουν τρεις φορές το μέγεθος τους χωρίς να παρατηρηθεί αστοχία. Το γεγονός αυτό καθιστά τις μεμβράνες ETFE ιδανικό για χώρους, στους οποίους υπάρχει μεγάλος κίνδυνος εκρήξεων.

Ακόμη και στην περίπτωση των βανδαλισμών, το υλικό δεν θράυεται εύκολα και ούτε αποκολλάται από το πλαίσιο στηριξής του, εξασφαλίζοντας έτσι υψηλό επίπεδο ασφάλειας. Βέβαια αρνητικό στοιχείο αποτελεί ο τραυματισμός των μεμβρανών από αιχμηρά αντικείμενα και για το λόγο αυτό συνήθως χρησιμοποιούνται σε οροφές, αλλά οι φθορές αυτές μπορούν να καλυφθούν από άλλες μεμβράνες ETFE. Σημαντικό πλεονέκτημα των μεμβρανών αποτελεί το γεγονός ότι είναι αυτοκαθαριζόμενες, καθώς οτιδήποτε προσκολλάται επάνω τους μπορεί να απομακρυνθεί μόνο με το νερό της βροχής λόγω της λείας τους επιφάνειας αλλά και ενδεχομένως πρόσθετων προϊόντων, που μπορούν να επιστρωθούν επάνω σε αυτές. Έτσι εξωτερικά η επένδυση με ETFE δεν χρειάζεται καθαρισμό, ενώ σε περίπτωση ξηρασίας αρκεί και μόνο το κατάβρεγμα της επιφάνειάς της με νερό και η επιφάνεια καθαρίζεται. Εσωτερικά χρειάζεται το καθάρισμα της επιφάνειας ανα 5 - 10 χρόνια, ανάλογα με την ποιότητα του περιβάλλοντος στο εσωτερικό του κτιρίου. Το υλικό

παρουσιάζει μικρή ευφλεξιμότητα και είναι αυτοσβενόμενο ενώ όταν εκτίθεται σε πυρκαγιά μαλακώνει, συρρικνώνεται και απομακρύνεται από τη φλόγα, δημιουργώντας έτσι ένα ρεύμα αέρα, το οποίο επομακρύνει τον καμινό από το κτίριο. Όσον αφορά την ακουστική, το υλικό λειτουργεί ως απορροφητής, βελτιώνοντας γενικά την ακουστική του χώρου. Επίσης είναι υλικό ανακλυκλώσιμο, σε αντίθεση με το PVC ή άλλους παλαιούς τύπους συνθετικών υλικών, γεγονός που το καθιστά κατάλληλο δομικό υλικό για τη σημερινή αρχιτεκτονική της αειφορίας.

#### **4.8.3 Θερμομονωτική ικανότητα**

Στις πνευματικές πολυκέλυφες κατασκευές, εκτός των δύο απαιτούμενων μεμβρανών από ETFE, οι υπόλοιπες που δεν είναι φέρουσες χρησιμοποιούνται για την αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας του συστήματος. Τέτοιου είδους συστήματα έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U = 2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , καλύτερο των τριπλών υαλοπινάκων. Αν η εξωτερική και η εσωτερική μεμβράνη στηριχθούν ανεξαρτήτως στην φέρουσα κατασκευή, μπορεί να επιτευχθεί επιπλέον αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας κατά 20% ανάλογα με το σύστημα. Επίσης μπορούν να τοποθετηθούν και διάφορες επιστρώσεις για την περαιτέρω βελτίωση της θερμομονωτικής ικανότητας. Στην αγορά διατίθενται συστήματα, στα οποία μπορούν να τοποθετηθούν συστήματα σκίασης, είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά, σταθερά ή κινητά, τα οποία επιτρέπουν τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, βελτιστοποιώντας έτσι την απόδοση του συστήματος. Ανάλογα με τις απαιτήσεις.

#### **4.8.4 Οπτικά χαρακτηριστικά**

Ενώ το βασικό υλικό παρέχει μεγάλο ποσοστό διαφάνειας (φτάνει το 94 - 97% του συνολικού φωτός), μπορεί με διάφορους τρόπους να μεταβληθούν τα οπτικά του χαρακτηριστικά (συντελεστές ανάκλασης και μετάδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας). Αυτές οι ιδιότητες εξαρτώνται από το είδος του προϊόντος, τον αριθμό των μεμβρανών που το συνιστούν, το πάχος των μεμβρανών, τη γωνία πρόσπτωσης του ηλιακού φωτός και το χρώμα της μεμβράνης που μπορεί να επιτευχθεί είτε με τύπωμα είτε με βαφή. Στην αγορά σήμερα διατίθενται προϊόντα που προσφέρουν απόλυτη διαφάνεια χωρίς αλλοίωση των χρωμάτων αλλά και προϊόντα με λευκή απόχρωση,



που αποτρέπουν τελείως την είσοδο της υπεριώδους ακτινοβολίας. Επίσης το προϊόν παρέχει μεγάλη απορροφητικότητα στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας, ιδιότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια.

#### **4.8.5 Φορτία**

Οι μεμβράνες ETFE καλούνται να φέρουν τα φορτία της προέντασης, το χίονι και την ανεμοπίεση. Τα φορτία εντός επιπέδου που πρέπει να φέρουν οι μεμβράνες εξαρτώνται από το μέγεθος των πλακών, το μέγεθος της κατασκευής και το ύψος στο οποίο τοποθετούνται. Το φορτία από τις μεμβράνες ETFE μεταφέρονται συνήθως σε μια περιμετρική κατασκευή από χάλυβα ή αλουμίνιο, η οποία τα μεταφέρει τελικά στο έδαφος. Συχνά, λόγω του ιδιαίτερου σχήματος των κατασκευών από ETFE, για τον ακριβή καθορισμό της ανεμοπίεσης που απαιτείται να ληφθεί υπόψη στη μελέτη χρειάζεται η διεξαγωγή πειραμάτων σε σήραγγες αέρα. Εντούτοις, ακόμη και εάν εξακριβωθεί η αντοχή των στοιχείων για τα δεδομένα φορτία, υπάρχει το πρόβλημα, η ανάπτυξη παραμορφώσεων να οδηγήσει σε καταστάσεις υδατοστεγανότητας της κατασκευής και εισροής ύδατος στο διάκενο των πλακών, αυξάνοντας ενδεχομένως το φορτίο της κατασκευής. Για το λόγο αυτό πρέπει να περιορίζονται οι παραμορφώσεις, αλλά και ο κατάλληλος σχεδιασμός να εγγυάται, κατά το δυνατόν, την υδατοστεγανότητα.

#### **4.8.6 Τοποθέτηση και αντικατάσταση**

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι τοποθέτησης και σύνδεσης προϊόντων από ETFE με τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Τα υλικά αυτά τοποθετούνται σε έναν δευτερεύοντα κάρναβο, είτε ορθογωνικό είτε πολυγωνικό, συμμετρικό ή μή, ο οποίος κατασκευάζεται συνήθως από ειδικά διαμορφωμένες διατομές αλουμινίου. Αυτός ο κάρναβος στηρίζεται σε μια κύρια φέρουσα από γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο χάλυβα ή από αλουμίνιο διέλασης. Η όλη κατασκευή μπορεί να ενισχυθεί με καλώδια ή πλέγματα καλωδίων στην περίπτωση της τοποθέτησης των μεμβρανών από ETFE σε κολυμβητήριο όπου το ποσοστό υγρασίας είναι μεγάλο θα πρέπει να αποτραπεί το φαινόμενο της συγκέντρωσης υδρατμών μέσα στο διάκενο των μεμβρανών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, χρησιμοποιώντας ξηραντήρα χώρου στο σύστημα κλιματισμού.

Συμπύκνωση υδρατμών μπορεί να συμβεί και στα σημεία σύνδεσης των στοιχείων στο εσωτερικό ή όπου υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας. Για τη βελτίωση της κατάστασης διαμορφώνεται στις διατομές αλουμινίου που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση ένα κανάλι απορροής, που προσφέρει την αναγκαία και απαραίτητη στεγανοποίηση.

Η ανατικατάσταση των μεμβρανών ETFE είναι πολύ εύκολη και μπορεί να πραγματοποιηθεί από το εξωτερικό του κτιρίου.

#### **4.8.7 Κολυμβητήριο ολυμπιακών αγώνων Κίνας - Water Cube**

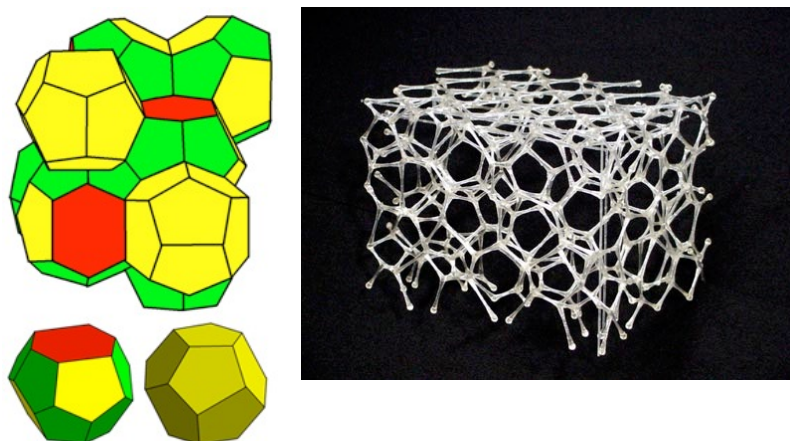
Ένα από τα πιο γνωστά έργα όπου έχει γίνει χρήση των μεμβρανών ETFE αποτελεί τον ολυμπιακό κολυμβητικό κέντρο που κατασκευάστηκε για τους Ολυμπιακούς αγώνες του Πεκίνου. Είναι ένα έργο το οποίο έχει αποσπάσει βραβεία σε διεθνείς εκθέσεις έχει χαρακτηριστεί ως μια από τις εντυπωσιακότερες κατασκευές της τελευταίας δεκαετίας και αφορά κυρίως την κατασκευή ενός ιδιόμορφου στεγάστρου του ολυμπιακού κολυμβητηρίου η τελική μορφή του οποίου θυμίζει κύβο νερού.



Εικ. 4.8 Νυχτερινή αεροφωτογραφία Water cube ([http://www.mondoarc.com/projects/Architectural/209999/the\\_water\\_cube\\_beijing\\_china.html](http://www.mondoarc.com/projects/Architectural/209999/the_water_cube_beijing_china.html)).

Το εντυπωσιακό αυτό στέγαστρο πήρε αυτή τη μορφή βασιζόμενο στην απάντηση του γεωμετρικού προβλήματος που διατυπώθηκε και εξετάστηκε από τον Kelvin κατά το 1887 και αργότερα από τους Weaire - Phelan και αφορούσε την αποτελεσματικότερη υποδιαίρεση του τρισδιάστατου χώρου σε σχήματα που να έχουν την ελάχιστη επιφάνεια και τον ίδιο όγκο.

Η δομή που επικράτησε και έδωσε τελικά την ιδέα για την κατασκευή ήταν η απάντηση των Weaire - Phelan μια δομή από δυο διαφορετικές φυσαλίδες ίσου όγκου ένα ακανόνιστο δωδεκάεδρο με πενταγωνικές όψεις και ένα tetrakaidecahedron με 2 εξάγωνα ως όψεις και 12 πεντάγωνα, με ελαφρώς κυρτές όψεις που αποτελεί και την καλύτερη λύση στο πρόβλημα Kelvin.



Εικ.4.9 Η δομή που έδωσε την ιδέα για την μορφή του στέγαστρου στο Water Cube ([http://en.wikipedia.org/wiki/Weaire-Phelan\\_structure#The\\_Kelvin\\_conjecture](http://en.wikipedia.org/wiki/Weaire-Phelan_structure#The_Kelvin_conjecture)).

Η λύση αυτή για το μοντέλο με τις σαπουνόφουσκες πέρα από βέλτιστη μαθηματικά, παρουσιάζει οπτικό ενδιαφέρον καθώς παρά την πλήρη κανονικότητα της δομής των φυσαλίδων, η δομή φαίνεται εντελώς τυχαία και ακανόνιστη από διαφορετικές οπτικές γωνίες γεγονός που δίνει την αίσθηση ότι το μοτίβο είναι τυχαϊκό και μη επαναλαμβανόμενο. Η όλη γεωμετρία σχεδιάστηκε με βάση την κατασκευή μιας άπειρης ακολουθίας φυσαλίδων από την οποία αποκόπηκε ένα κομμάτι 177\*177\*31 κυβικά μέτρα ίσο δηλαδή με το μέγεθος του κτιρίου. Ο μεταλλικός σκελετός του κτιρίου αποτελείται από 22.000 δοκάρια, καλύπτει μια συνολική επιφάνεια 100.000

τετραγωνικών μέτρων, στεγάζοντας ουσιαστικά πέντε πισίνες και ζυγίζει 6.500 τόνους. Η μορφή των κελιών του αφρού είναι δομημένη σε ένα χωροδικτύωμα με τις ακμές των κελίων να ενώνονται στους κόμβους του χωροδικτύωματος το οποίο μεταφέρει τα βάρη της κατασκευής ασφαλώς στο ενεργό σεισμικά υπέδαφος.



Εικ. 4.10 Άποψη από το εσωτερικό κατά την τοποθέτηση των μεμβρανών ([http://www.arup.com/projects/chinese\\_national\\_aquatics\\_center/watercube\\_overview\\_1.aspx](http://www.arup.com/projects/chinese_national_aquatics_center/watercube_overview_1.aspx))

Υπάρχουν περίπου 4.000 κελιά-φουσαλίδες με μέγιστο μέγεθος ακμής τα 9 μέτρα, επενδεδυμένες με μεμβράνες από ETFE.

Η σκεπή του κολυμβητηρίου φτιάχνεται από 7 διαφορετικές φουσαλίδες που επαναλαμβάνονται ενώ οι τοίχοι από 15 διαφορετικές φουσαλίδες που παρά την επανάληψη το μάτι τις αντιλαμβάνεται ως ένα τυχαίο μοτίβο.

Το εσωτερικό των φουσαλίδων είναι γεμάτο με αέρα ο οποίος διατηρεί τις μεμβράνες υπό ένταση μέσω μιας αντλίας αέρα χαμηλής ισχύος.

Σημαντικά μέτρα πάρθηκαν και για τον δροσισμό την ψύξη και την θέρμανση του κτιρίου με το ιδιαίτερο αυτό κέλυφος, έτσι ώστε να γίνει εκμετάλλευση στο έπακρο των ιδιοτήτων των μεμβρανών ETFE.



4.11 Σκαλωσιές για την τοποθέτηση των μεμβρανών στα κελιά του χωροδικτύωματος ([http://it.wikipedia.org/wiki/Centro\\_acquatico\\_nazionale\\_di\\_Pechino#mediaviewer/File:Watercube.jpg](http://it.wikipedia.org/wiki/Centro_acquatico_nazionale_di_Pechino#mediaviewer/File:Watercube.jpg))

Περιμετρικά στους τοίχους του κτιρίου είναι τοποθετημένα ακροφύσια τα οποία ανάλογα με την εποχή τροφοδοτούν το χώρο με θερμό αέρα το χειμώνα και κρύο το καλοκαίρι και σε συνδυασμό με τα μηχανικά μέσα ψύξης αποφέρουν μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης της τάξεως του 30%.



Εικ. 4.12 Αποψη από το εσωτερικό του κολυμβητηρίου στην τελική του μορφή ([http://www.arup.com/projects/chinese\\_national\\_aquatics\\_center/watercube\\_overview\\_1.aspx](http://www.arup.com/projects/chinese_national_aquatics_center/watercube_overview_1.aspx))

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ. 5 Πρόταση για νεόδμητο κολυμβητήριο**

---

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιάσω μια πρόταση για ένα νεόδμητο κολυμβητήριο τα χαρακτηριστικά του οποίου μπορεί να αντιστοιχούν σε μια οποιαδήποτε μελλοντική κατασκευή. Η πρόταση αυτή, πέρα από τα τεχνικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία ως στόχο έχει να προσεγγίσει το δύσκολα επιλύσιμο, μέχρι σήμερα, πρόβλημα της ενεργειακής διαχείρισης του κολυμβητηρίου.

Όπως έχω ήδη αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο οι συνολικές χρήσεις κατά τη λειτουργία ενός κολυμβητηρίου συνθέτουν ένα μοντέλο το οποίο είναι εξαιρετικά απαιτητικό ενεργειακά. Η λειτουργία αυτή δε είναι τόσο απαιτητική ενεργειακά που κρίνεται σε πολλές περιπτώσεις από τους εκάστοτε εμπλεκόμενους φορείς που χρηματοδοτούν την λειτουργία του κολυμβητηρίου ως ασύμφορη.

Ο σχεδιασμός λοιπόν πρέπει να είναι ολιστικός, ώστε να συμπεριλαμβάνονται και να αλληλοεμπλέκονται τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά με τα στοιχεία της ενεργειακής διαχείρισης τα οποία αποτελούν βασικό κομμάτι της λειτουργίας και της βιωσιμότητας του έργου.

### **5.1 Σκοπός λειτουργίας κολυμβητηρίου**

Ένα από τα βασικά στοιχεία που πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής είναι σκοπός της λειτουργίας του κολυμβητηρίου. Γνωρίζοντας τις λειτουργίες της πισίνας καθορίζονται οι διαστάσεις της, οι ώρες και ο τρόπος λειτουργίας της, οι χρήσεις των βοηθητικών χώρων και οι ροές κυκλοφορίας στους κύριους και βοηθητικούς χώρους. Με αυτές τις πληροφορίες μπορεί να συνταχθεί ένα μοντέλο λειτουργίας όσον αφορά τις ενεργειακές απαιτήσεις του αγωνιστικού χώρου αλλά και των βοηθητικών χώρων αυτού.

Το εν λόγω κολυμβητήριο θα προορίζεται για την ευρύτερη χρήση από αγωνιστικές ομάδες των περισσότερων αθλημάτων του υγρού στίβου αλλά και για χρήσεις μαζικού αθλητισμού.

Σε αυτό το κολυμβητήριο θα μπορούν να διεξάγονται αγώνες των 4 από τα 6 αθλήματα του υγρού στίβου που μπορούν να γίνουν στην ίδια πισίνα, που είναι οι αγώνες κολύμβησης, υδατοσφαίρισης, συγχρονισμένης κολύμβησης και τεχνικής

κολύμβησης. Επίσης θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προπονητήριο για το αγώνισμα της κολύμβησης ανοιχτής θάλασσας, όπως επίσης να λειτουργήσουν όλα τα τμήματα, αεροβικής κολυμβητικής άσκησης και ναυαγοσωστικής που κυρίως αφορούν την εμπορική εκμετάλλευση της πισίνας και όχι τόσο την αθλητική.

Η επιλογή αυτού του μοντέλου λειτουργίας είναι αυτή που αντιστοιχεί στις συνηθέστερες χρήσεις κολυμβητηρίων όχι μόνο στον ελληνικό χώρο αλλά και παγκοσμίως.

## **5.2 Χαρακτηριστικά κολυμβητηρίου**

Το κύριο χαρακτηριστικό του κολυμβητηρίου είναι ότι πρόκειται για ένα κλειστό κολυμβητήριο. Οι δύο βασικοί λόγοι της επιλογής της κατασκευής ενός κλειστού κολυμβητηρίου είναι αφενός η χρηστικότητα του και αφετέρου η ενεργειακή του διαχείριση. Όσον αφορά το κομμάτι της χρηστικότητας ένα κλειστό κολυμβητήριο μπορεί να φιλοξενήσει από γεγονότα υψηλού επιπέδου και σημαντικότητας έως και καθημερινές απλές αθλητικές δραστηριότητες ενώ παράλληλα επιτυγχάνονται και συνθήκες απόλυτα ελεγχόμενες και μετρήσιμες γεγονός που διευκολύνει την ενεργειακή διαχείριση της κατασκευής.

Εφόσον η κατασκευή αφορά αθλητικό κολυμβητήριο οι διαστάσεις της πισίνας και εν προκειμένω του αγωνιστικού χώρου είναι δεδομένες και ορισμένες από τις αρμόδιες διοργανώτριες αρχές διεξαγωγής των αγώνων. Αρμόδια διοργανώτρια αρχή στην Ελλάδα είναι η Κολυμβητική Ομοσπονδία Ελλάδος (ΚΟΕ) η οποία αποτελεί μέλος της ευρωπαϊκής και παγκόσμιας ομοσπονδίας, γεγονός που σημαίνει ότι πρέπει να εναρμονίζει τις οδηγίες με τις οδηγίες των ομοσπονδιών αυτών. Η Γενική Γραμματεία Αθλητισμού σε συνεργασία με την Κολυμβητική Ομοσπονδία, έχουν καθορίσει ένα σύνολο προδιαγραφών που αποτελούν ανελαστικές οδηγίες για την κατασκευή αθλητικών εγκαταστάσεων, οι οποίες φιλοδοξούν να φιλοξενήσουν επίσημους αγώνες.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της κολυμβητικής δεξαμενής χωρίζονται σε 2 βασικές κατηγορίες : τα λειτουργικά χαρακτηριστικά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά

### 5.2.1.Λειτουργικά χαρακτηριστικά

Με τον όρο λειτουργικά χαρακτηριστικά ουσιαστικά περιγράφουμε τις ελάχιστες διαστάσεις αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κολυμβητικής δεξαμενής ώστε να μπορούν να διεξαχθούν αγώνες ανάλογα με το άθλημα και το επίπεδο των αγώνων.

**Κλασσική κολύμβηση:** Το άθλημα της κλασσικής κολύμβησης είναι ατομικό και ομαδικό, αγωνίζονται άνδρες και γυναίκες και περιλαμβάνει αγωνίσματα τα οποία διεξάγονται σε αποστάσεις των 50μ.-100μ.-200μ.-400μ.-800μ.και 1.500μ.. Με αυτό ως δεδομένο και και με την επισήμανση ότι οι διαστάσεις αφορούν τον καθαρό αγωνιστικό χώρο μη συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού, όπως πλάκες επιστροφής κ.τ.λ., ανάλογα με το επίπεδο των αγώνων έχουμε:

- **Ολυμπιακοί Αγώνες:** Στην περίπτωση Ολυμπιακών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 50,03μ., πλάτος 25,00μ. (10 διαδρομές, εκ των οποίων χρησιμοποιούνται οι 8) και βάθος 2,00μ. έως 3,00μ..
- **Πανευρωπαϊκοί Αγώνες:** Για τη διεξαγωγή Πανευρωπαϊκών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 50,03μ. ή 25,03μ., πλάτος 25,00μ. (10 διαδρομές, εκ των οποίων χρησιμοποιούνται οι 8) ή 21,00μ.(8 διαδρομές) και βάθος 2,00μ. έως 3,00μ..
- **Πανελλήνιοι Αγώνες:** Για τη διεξαγωγή Πανελληνίων Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 50,03μ. ή 25,03μ., πλάτος 21,00μ. (8 διαδρομές) και βάθος 2,00μ..
- **Διασυλλογικοί - Διαδημοτικοί Αγώνες:** Για τη διεξαγωγή Διασυλλογικών ή Διαδημοτικών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 50,03μ. ή 25,03μ., πλάτος 21,00μ. (8 διαδρομές) και βάθος 2,00μ..



- **Αγώνες Επίδειξης:** Οι Αγώνες Επίδειξης διεξάγονται μεταξύ παιδιών. Για τη διεξαγωγή Αγώνων Επίδειξης απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 50,03μ. ή 25,03μ., πλάτος 21,00μ. (8 διαδρομές) και βάθος 1,80μ. έως 2,00μ..

Το πλάτος κάθε διαδρομής κολύμβησης είναι ανελαστικό και ορίζεται στα 2,50 μ..

**Υδατοσφαίριση:** Το άθλημα της υδατοσφαίρισης είναι ομαδικό και αγωνίζονται είτε άνδρες είτε γυναίκες. Ο αγωνιστικός χώρος του αθλήματος της υδατοσφαίρισης ανδρών έχει διαστάσεις 30,00μ.Χ20,00μ. και του αθλήματος της υδατοσφαίρισης των γυναικών έχει διαστάσεις 25,00μ.Χ20,00μ..

Λόγω του μήκους των 30,00μ. που απαιτεί το άθλημα της υδατοσφαίρισης, οι κολυμβητικές δεξαμενές που κατασκευάζονται με πρόβλεψη να εξυπηρετούν και το άθλημα της υδατοσφαίρισης, έχουν μήκος 33,33μ., που καλύπτει παράλληλα το άθλημα των 100,00μ. της κλασσικής κολύμβησης, σε τρεις διαδρομές.

- **Ολυμπιακοί Αγώνες:** Στην περίπτωση Ολυμπιακών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 33,33μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 2,00μ..
- **Πανευρωπαϊκοί Αγώνες:** Οι Πανευρωπαϊκοί Αγώνες διεξάγονται συνήθως σε κολυμβητικές δεξαμενές που έχουν μήκος 33,33μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 2,00μ.. Υπάρχει όμως η δυνατότητα διεξαγωγής αγωνισμάτων σε κολυμβητικές δεξαμενές με μικρότερες διαστάσεις, δηλαδή να έχουν μήκος 17,00μ., πλάτος 17,00μ. και βάθος 2,00μ.
- **Πανελλήνιοι Αγώνες:** Πανελλήνιοι Αγώνες διεξάγονται συνήθως σε κολυμβητικές δεξαμενές που έχουν μήκος 33,33μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 2,00μ.. Υπάρχει όμως η δυνατότητα διεξαγωγής αγωνισμάτων σε κολυμβητικές δεξαμενές με μικρότερες διαστάσεις, δηλαδή να έχουν μήκος 17,00μ., πλάτος 17,00μ. και βάθος 2,00μ..
- **Διασυλλογικοί - Διαδημοτικοί Αγώνες:** Διασυλλογικοί-Διαδημοτικοί Αγώνες διεξάγονται σε κολυμβητικές δεξαμενές που έχουν μήκος 25,00μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 2,00μ.. Υπάρχει όμως η δυνατότητα διεξαγωγής αγωνισμάτων σε

κολυμβητικές δεξαμενές με μικρότερες διαστάσεις, δηλαδή να έχουν μήκος 15,00μ., πλάτος 15,00μ. και βάθος 2,00μ.

- **Αγώνες Επίδειξης:** Οι Αγώνες Επίδειξης διεξάγονται μεταξύ παιδιών και σε κολυμβητικές δεξαμενές που έχουν μήκος 25,00μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 2,00μ.. Υπάρχει όμως η δυνατότητα διεξαγωγής αγωνισμάτων σε κολυμβητικές δεξαμενές με μικρότερες διαστάσεις, δηλαδή να έχουν μήκος 15,00μ., πλάτος 15,00μ. και βάθος 2,00μ.

**Συγχρονισμένη Κολύμβηση:** Είναι ένα από τα ελάχιστα αγωνίσματα στο οποίο συμμετέχουν μόνο γυναίκες. Οι κολυμβητικές δεξαμενές, στις οποίες διεξάγεται το άθλημα της συγχρονισμένης κολύμβησης πρέπει να έχουν βάθος ελάχιστο βάθος 3,00μ.. Πιο συγκεκριμένα μία περιοχή διαστάσεων 12,00μ.Χ12,00μ. του αγωνιστικού χώρου της συγχρονισμένης κολύμβησης πρέπει να έχει βάθος 3,00μ.. και η υπόλοιπη επιφάνεια να έχει βάθος 2,50μ..

Οι υπόλοιπες διαστάσεις των κολυμβητικών δεξαμενών, δηλαδή το μήκος και το πλάτος, διαφοροποιούνται ανά κατηγορία αγώνων, ως εξής:

- **Ολυμπιακοί Αγώνες:** Στην περίπτωση Ολυμπιακών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 33,00μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 3,00μ..
- **Πανευρωπαϊκοί Αγώνες:** Για τη διεξαγωγή Πανευρωπαϊκών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 33,00μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 3,00μ..
- **Πανελλήνιοι Αγώνες:** Για τη διεξαγωγή Πανελληνίων Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 33,00μ., πλάτος 25,00μ. και βάθος 3,00μ..
- **Διασυλλογικοί - Διαδημοτικοί Αγώνες:** Για τη διεξαγωγή Διασυλλογικών ή Διαδημοτικών Αγώνων απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 25,00μ., πλάτος 21,00μ. και βάθος 3,00μ..
- **Αγώνες Επίδειξης:** Οι Αγώνες Επίδειξης διεξάγονται μεταξύ παιδιών. Για τη διεξαγωγή Αγώνων Επίδειξης απαιτείται οι κολυμβητικές δεξαμενές να έχουν μήκος 25,00μ., πλάτος 21,00μ. και βάθος 3,00μ..

**Τεχνική κολύμβηση:** Το άθλημα της τεχνικής κολύμβησης είναι ατομικό και ομαδικό και λαμβάνουν μέρος άνδρες και γυναίκες.

Οι κολυμβητικές δεξαμενές, στις οποίες διεξάγεται το άθλημα της τεχνικής κολύμβησης, απαιτείται να έχουν τις ίδιες διαστάσεις για όλες τις κατηγορίες αγώνων. Συγκεκριμένα οι κολυμβητικές δεξαμενές για την τεχνική κολύμβηση πρέπει να έχουν μήκος 50,03μ. πλάτος 21,00μ. και βάθος 2,00μ..

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό τα κρίσιμα γεγονότα που καθορίζουν τις ελάχιστες διαστάσεις της κολυμβητικής δεξαμενής είναι οι ολυμπιακοί αγώνες, οι πανευρωπαϊκοί αγώνες και οι πανελλήνιοι αγώνες. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά τα μεγέθη που θα καθορίσουν το μέγεθος της κολυμβητικής δεξαμενής.

	ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ	ΠΑΝΕΥΡΩΠΑΙΚΟΙ	ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΙ
ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ	M:50,03μ. Π:25,00μ. B:2,00 έως 3,00μ.	M:50,03 ή 25,03μ. Π:25,00 ή 21,00μ. B:2,00 έως 3,00μ.	M:50,03 ή 25,03μ. Π:21,00μ. B:2,00 έως 3,00μ.
ΥΔΑΤΟ-ΣΦΑΙΡΙΣΗ	M:33,33μ. Π:25,00μ. B:2,00μ.	M:33,33μ. Π:25,00μ. B:2,00μ.	M:33,33μ. Π:25,00μ. B:2,00μ.
ΣΥΓΧΡΟΝ. ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ	M:33,00μ. Π:25,00μ. B:3,00μ.	M:33,00μ. Π:25,00μ. B:3,00μ.	M:33,00μ. Π:25,00μ. B:3,00μ.
ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ	M:50,03μ. Π:21,00μ. B:2,00μ.	M:50,03μ. Π:21,00μ. B:2,00μ.	M:50,03μ. Π:21,00μ. B:2,00μ.

Εικ. 5.1 Πίνακας διαστάσεων αγωνιστικών χώρων ανάλογα με το αγώνισμα και την διοργάνωση.

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι οι καταλληλότερες διαστάσεις της κολυμβητικής δεξαμενής είναι :

Μήκος 50,03μ.

Πλάτος : 25,00μ.

Βάθος: 3,00μ.

Με αυτές τις διαστάσεις μπορούν να διεξαχθούν απο υψηλού επιπέδου αγώνες εώς και αγώνες επίδειξης, οπότε αυτή είναι και η επιλογή που κάνουμε για την δική μας πρόταση.

Όσον αφορά τα ιδιαίτερα εκείνα στοιχεία που πρέπει να υπάρχουν σε μια αθλητική κολυμβητική δεξαμενή και είναι απαιτούμενα για να διεξαχθούν αγώνες υψηλού επιπέδου αυτά κυρίως αφορούν το άθλημα της κολύμβησης και της συγχρονισμένης κολύμβησης. Πιο αναλυτικά στον πυθμένα της κολυμβητικής δεξαμενής και συγκεκριμένα στο μέσο και κατά μήκος κάθε διαδρομής, υπάρχει ευδιάκριτη διαγράμμιση. Κάθε γραμμή διαγράμμισης του πυθμένα της κολυμβητικής δεξαμενής έχει πλάτος από 0,20μ. έως 0,30μ. και μήκος 46,00μ. για δεξαμενές μήκους 50,00μ.. Τα άκρα κάθε γραμμής διαγράμμισης απέχουν 2,00μ. από κάθε τοίχο τερματισμού.

Στα δύο άκρα κάθε γραμμής διαγράμμισης, κάθετα στον άξονά της, υπάρχει κάθετη γραμμή διαγράμμισης, ιδίου πλάτους και μήκους 1,00μ., της οποίας το κέντρο συμπίπτει με τον άξονα της γραμμής διαγράμμισης. Σε κολυμβητικές δεξαμενές μήκους 50,00μ., υπάρχει μία επιπλέον κάθετη γραμμή, ιδίου πλάτους και μήκους 0,50μ., σε απόσταση 15,00μ. από κάθε τοίχο τερματισμού.

Σε κάθε τοίχο τερματισμού και στον άξονα κάθε διαδρομής υπάρχει ευδιάκριτη γραμμή σήμανσης. Η γραμμή σήμανσης διατρέχει όλο το βάθος του τοίχου τερματισμού, ξεκινάει από την κορυφή του και καταλήγει κάθετα στον πυθμένα. Το πλάτος της γραμμής σήμανσης είναι το ίδιο με το πλάτος των γραμμών διαγράμμισης του πυθμένα. Κάθετα στον άξονα κάθε γραμμή σήμανσης και σε βάθος 0,30μ. από την επιφάνεια του νερού, υπάρχει γραμμή μήκους 0,50μ. της οποίας το κέντρο συμπίπτει με τον άξονα της γραμμής σήμανσης.

Ο απαραίτητος εξοπλισμός για την άσκηση των αθλημάτων και την διεξαγωγή αγώνων κλασικής κολύμβησης, περιλαμβάνει τα εξής όργανα:

- Βατήρες εκκίνησης κολύμβησης
- Αντικυματικές διαδρομές κολύμβησης
- Άγκιστρα αντικυματικών διαδρομών
- Πλάκες επιστροφής ή τοίχος τερματισμού
- Ορθοστάτες με σημαίες στροφών υπτίου

- Ορθοστάτες με σχοινί ανάσχεσης (άκυρης εκκίνησης)
- Σκάλες κολυμβητηρίου

Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες για αυτόν τον εξοπλισμό αφορούν κυρίως τους βατήρες εκκίνησης και τον τοίχο τερματισμού.

Οι βατήρες εκκίνησης για τα αθλήματα της κολύμβησης πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα, για να μην προσβάλλονται από το υγρό περιβάλλον των κολυμβητηρίων και τα χημικά στοιχεία, που περιλαμβάνονται στο νερό.

Το ύψος της πλατφόρμας του βατήρα, δηλαδή της άνω επίπεδης επιφάνειας του βατήρα, από όπου γίνεται η εκκίνηση των αθλητών, κυμαίνεται από 0,50μ. έως 0,75μ.. Η πλατφόρμα πρέπει να είναι καλυμμένη με αντιολισθητικό υλικό και να έχει διαστάσεις 0,50μ.Χ0,60μ.. Η κατασκευή του βατήρα πρέπει να επιτρέπει στον αθλητή τη λαβή από μπροστά και από το πλάι, κατά την πρόσθια εκκίνηση. Για την εκκίνηση του ύπτιου, ο βατήρας θα πρέπει να φέρει λαβές, οριζόντιες και κάθετες, σε ύψος 0,30μ. έως 0,60μ. από την επιφάνεια του νερού, οι οποίες πρέπει να είναι παράλληλες με τον τοίχο τερματισμού και να μην προεξέχουν από αυτόν. Κάθε βατήρας εκκίνησης πρέπει να φέρει εμφανή αρίθμηση και στις τέσσερις πλευρές του.

Η Παγκόσμια Ομοσπονδία Κολύμβησης (F.I.N.A.) έχει εγκρίνει τη χρήση των νέων βατήρων εκκίνησης, των οποίων η πλατφόρμα έχει διαστάσεις 0,55μ.Χ0,75μ., με προεξοχή και κλίση προς το πίσω μέρος. Η προεξοχή αυτή έχει τη δυνατότητα μετακίνησης σε πέντε θέσεις και επιτρέπει στον κολυμβητή να εκκινήσει με το πίσω πόδι σε γωνία 90°.

Ο βατήρας εκκίνησης τοποθετείται σε τέτοιο σημείο ώστε, το κέντρο της πλατφόρμας του να συμπίπτει με την προέκταση του κέντρου της γραμμής σήμανσης που διατρέχει όλο τον πυθμένα και τον τοίχο τερματισμού.

Ο τοίχος τερματισμού κατασκευάζεται στις δύο πλευρές της κολυμβητικής δεξαμενής που τερματίζουν οι αθλητές και αποτελεί μια επιφάνεια η οποία καλύπτει το πλάτος της διαδρομής και έχει ύψος 0,30μ., πάνω από την επιφάνεια του νερού. Η επιφάνεια

αυτή πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα τοποθέτησης πάνω σε αυτήν πλακών αφής ηλεκτρονικής χρονομέτρησης.

Σε κολυμβητικές δεξαμενές με περιμετρικό κανάλι υπερχειλίσης, η τοποθέτηση των πλακών επιστροφής επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Στη μία περίπτωση τοποθετείται πλάκα από ανοξείδωτο χάλυβα και PVC, με τα απαραίτητα στηρίγματα, σε συνδυασμό με τη χρήση υψηλών βατήρων. Στη δεύτερη περίπτωση υπερυψώνεται το τοίχιο κατά 0,30μ. από την επιφάνεια του νερού με μια ειδική κατασκευή από ανοξείδωτο χάλυβα, η οποία επιτρέπει την ροή του νερού προς το κανάλι υπερχειλίσης και τη τοποθέτηση χαμηλών βατήρων.

Σε κολυμβητικές δεξαμενές, με υπερυψωμένα τοιχία τερματισμού και κανάλι υπερχειλίσης στις δύο μεγάλες κατά μήκος πλευρές, δεν είναι απαραίτητες οι πλάκες επιστροφής. Στη περίπτωση αυτή θα πρέπει το πλάτος των τοιχίων να επιτρέπει τη τοποθέτηση ηλεκτρονικών πλακών αφής και των βατήρων.

Αναφορικά με το άθλημα της συγχρονισμένης κολύμβησης το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό έχει να κάνει με τον αγωνιστικό χώρο και συγκεκριμένα με το βάθος του. Θα πρέπει στον αγωνιστικό χώρο να υπάρχει συγκεκριμένη περιοχή διαστάσεων 12,00μ.Χ12,00μ., η οποία να έχει βάθος 3,00μ., ενώ η υπόλοιπη επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής να έχει βάθος τουλάχιστον 2,50μ.

Αυτή η τετραγωνική περιοχή συνήθως τοποθετείται στο κέντρο της κολυμβητικής δεξαμενής, έτσι ώστε κατά την παρουσίαση ενός προγράμματος να είναι καλύτερα ορατή από όλους τους θεατές.

### **5.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Περιμετρικά στο χείλος κάθε κολυμβητικής δεξαμενής διαμορφώνεται το κανάλι υπερχειλίσης, διαστάσεων συνήθως 0,20μ. πλάτους και 0,20μ. βάθους, που παραλαμβάνει τον κυματισμό και την επιφανειακή ρύπανση του νερού της δεξαμενής. Το κανάλι υπερχειλίσης καλύπτεται με πλαστική εσχάρα. Τα νερά που περισυλλέγονται στο κανάλι υπερχειλίσης μεταφέρονται στην δεξαμενή εξισορρόπησης, που βρίσκεται σε υπόγεια περιοχή του κολυμβητηρίου, καθαρίζονται με ειδικά φίλτρα και επιστρέφουν στη δεξαμενή κολύμβησης.

Κάθε κολυμβητική δεξαμενή περιβάλλεται από τον περιμετρικό διάδρομο κυκλοφορίας, πλάτους 3,00μ έως 5,00μ., από το χείλος της δεξαμενής. Στον περιμετρικό διάδρομο, κυκλοφορούν μόνο οι αθλούμενοι και οι προπονητές, για λόγους ασφάλειας και υγιεινής.

Ο περιμετρικός διάδρομος της κολυμβητικής δεξαμενής διαμορφώνεται εξωτερικά του καναλιού υπερχειλίσης, είναι επιστρωμένος με αντιολισθητικά πλακάκια και έχει κλίση περίπου 1,5% προς τα έξω, δηλαδή σε αντίθετη κατεύθυνση από την κολυμβητική δεξαμενή, όπου καταλήγει σε ένα κανάλι, διαστάσεων 0,20μ. πλάτους και 0,20μ. βάθους. Στο κανάλι αυτό περισυλλέγονται τα νερά της καθαριότητας και του πλυσίματος του περιμετρικού διαδρόμου και έτσι αποφεύγεται η ρύπανση του καναλιού υπερχειλίσης και της κολυμβητικής δεξαμενής. Το κανάλι καλύπτεται με πλαστική ή μεταλλική εσχάρα.

Σε κολυμβητικές δεξαμενές μήκους 50,03μ., περιμετρικά και σε βάθος 1,20μ. από την επιφάνεια του νερού, κατασκευάζεται αναβαθμός, που προεξέχει κατά 0,10μ. περίπου, από τις κάθετες πλευρές της δεξαμενής και χρησιμεύει για την ανάπαυση των κολυμβητών.

Οι κολυμβητικές δεξαμενές Κλειστών Κολυμβητηρίων, τα οποία εξυπηρετούν πανευρωπαϊκούς και διεθνείς αγώνες, είναι επιθυμητό να διαθέτουν παράθυρα τηλεοπτικής λήψης. Τα υποβρύχια παράθυρα τηλεοπτικής λήψης κατασκευάζονται στα τοιχώματα των μεγάλων πλευρών της κολυμβητικής δεξαμενής, είναι συνήθως τέσσερα, δύο σε κάθε μεγάλη πλευρά. Οι διαστάσεις τους είναι συνήθως 1,00μ. x 0,50μ., τα πλαίσια από ανοξείδωτο μέταλλο και οι υαλοπίνακες είναι triplex security.

Αναπόσπαστο στοιχείο των κολυμβητικών δεξαμενών είναι τα υπόγεια περιμετρικά κλειστά κανάλια, που περιβάλλουν τα τοιχώματά τους. Έχουν κιβωτοειδή διατομή και χρησιμεύουν για την όδευση των σωληνώσεων, που εξυπηρετούν τις δεξαμενές.

Το υπόγειο περιμετρικό κλειστό κανάλι κάθε κολυμβητικής δεξαμενής συνδέεται με το μηχανοστάσιο του κολυμβητηρίου, έχει ελάχιστο πλάτος 1,80μ. και ελάχιστο ύψος 2,20μ.. Οι διαστάσεις αυτές είναι οι ελάχιστες απαιτούμενες, ώστε αφενός να δίνεται η δυνατότητα της άνετης όδευσης όλων των σωληνώσεων της κολυμβητικής δεξαμενής μέσα στο κλειστό κανάλι, αφετέρου να δίνεται η δυνατότητα στα

συνεργεία συντήρησης να επισκέπτονται και να επισκευάζουν τα τοιχώματα των κολυμβητικών δεξαμενών και τις σωληνώσεις.

Η στάθμη του δαπέδου του κλειστού καναλιού της κολυμβητικής δεξαμενής πρέπει να βρίσκεται λίγο χαμηλότερα από τη στάθμη του πυθμένα της, ώστε στην περίπτωση που δημιουργηθούν ρωγμές στα τοιχώματα ή τον πυθμένα της κολυμβητικής δεξαμενής, το νερό που θα διαρρεύσει να συγκεντρωθεί στο δάπεδο του καναλιού και να οδηγηθεί στα φρεάτια.

Το δάπεδο του καναλιού πρέπει να έχει κλίση προς το μηχανοστάσιο, ώστε σε περίπτωση διαρροής νερού από τις σωληνώσεις, ή από τα τοιχώματα των δεξαμενών, το νερό να κατευθύνεται στα φρεάτια του μηχανοστασίου.

### **5.3 Κολυμβητική Δεξαμενή Εκμάθησης**

Ακριβώς επειδή θα υπάρχει και ενδεχόμενη εμπορική εκμετάλευση του κολυμβητηρίου είναι απαραίτητη η κατασκευή μικρής – ρηχής πισίνας στην οποία θα μπορούν να πραγματοποιούνται όλα τα μαθήματα σε μικρά παιδιά, τα μαθήματα και οι θεραπείες για άτομα με ειδικές δεξιότητες ή τραυματισμούς. Η μικρή αυτή πισίνα θα είναι ορθογωνική με πλευρές διαστάσεων 12,50μ. X 10,00μ. με κυμαινόμενο βάθος από -0,30μ. έως 1,00μ. κατά μήκος της μεγάλης πλευράς των 12,50μ.. Η πισίνα εκμάθησης όπως συχνά περιγράφεται για λόγους εξοικονόμησης και απλότητας της κατασκευής θα βρίσκεται στον ίδιο χώρο με την κυρίως κολυμβητική δεξαμενή. Αν και συνίσταται πολλές φορές η πισίνα εκμάθησης να βρίσκεται σε διαφορετικό χώρο για λόγους όχλησης των αθλητών από τους μικρούς σε ηλικία ασκούμενους, υπάρχουν και εκπαιδευτικοί λόγοι που έχουν να κάνουν με το κίνητρο των μικρών αθλητών για την εξέλιξη τους, που συνηγορούν στην συνύπαρξη των δυο κολυμβητικών δεξαμενών.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κολυμβητικών δεξαμενών εκμάθησης είναι τα ίδια με εκείνα των αγωνιστικών κολυμβητικών δεξαμενών



## **5.4 Δευτερεύοντες - Βοηθητικοί χώροι**

### **5.4.1 Είσοδος**

Η είσοδος των αθλητών στο Κλειστό Κολυμβητήριο θα είναι προσβάσιμη από τον περιβάλλοντα χώρο, όπου θα σταθμεύουν τα οχήματα μεταφοράς των αθλητών, τα λεωφορεία των ομάδων (στις περιπτώσεις αγώνων), τα ασθενοφόρα κ.τ.λ., χωρίς να διασταυρώνονται οι κινήσεις τους με εκείνες του κοινού, των δημοσιογράφων και κάθε άλλου μη διαπιστευμένου προσώπου.

Η είσοδος για την πισίνα εκμάθησης θα γίνεται απο διαφορετικό σημείο. Σε αυτή την είσοδο θα υπάρχει γραφείο για πληροφορίες και η γραμματεία του κολυμβητηρίου στην οποία μπορούν να γίνονται οι εγγραφές των προγραμμάτων, αν αυτά υπάρχουν για την εμπορική χρήση του κολυμβητηρίου.

### **5.4.2 Αποδυτήρια**

Οι κατηγορίες των αποδυτηρίων του κολυμβητηρίου είναι 4 και είναι οι εξής:

- Αποδυτήρια αθλητών
- Αποδυτήρια παιδιών
- Αποδυτήρια ΑΜΕΑ
- Αποδυτήρια διατητών - κριτών

#### **Αποδυτήρια Αθλητών**

Όσον αφορά τα αποδυτήρια των αθλητών, η πρόσβαση σε αυτά θα γίνεται απο την είσοδο των αθλητών και μόνο για λόγους ασφαλείας. Το εμβαδόν μίας μονάδας αποδυτηρίων θα είναι 60,00μ<sup>2</sup> και θα χωρίζεται σε τρεις διακριτές περιοχές, στο χώρο ένδυσης - απόδυσης των αθλητών, στο χώρο λουτρού και στους χώρους υγιεινής. Τα αποδυτήρια των αθλητών είναι δύο χώροι εκ των οποίων, ο ένας προορίζεται για τους άντρες και ο άλλος για τις γυναίκες. Κατά την περίοδο των αγώνων εάν δεν πρόκειται για αγώνες κολύμβησης (οι οποίοι συνήθως είναι μικτοί), αλλά για αγώνες υδατοσφαίρισης, το ένα αποδυτήριο θα χρησιμοποιείται απο τη μια ομάδα και το άλλο απο την άλλη.

Ο χώρος ένδυσης - απόδυσης πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης

τουλάχιστον 13 ατόμων συγχρόνως, όσα και τα άτομα μιας ομάδας του αθλήματος της υδατοσφαίρισης με αντίστοιχο αριθμό ερμαρίων, καθισμάτων και κρεμαστρών.

Ο χώρος λουτρού θα εξυπηρετεί τουλάχιστον 7 άτομα συγχρόνως, με αντίστοιχο αριθμό καταιονιστήρων και θα έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετήσει ΑμεΑ.

Οι χώροι υγιεινής πρέπει να είναι δύο με πλήρη εξοπλισμό, ένας εκ των οποίων να είναι προσβάσιμος και να πληροί τις προδιαγραφές χρήσης από ΑμεΑ.

### **Αποδυτήρια μικρών παιδιών**

Τα αποδυτήρια μικρών παιδιών αποτελούνται και αυτά από δύο χώρους τουλάχιστον και η είσοδος σε αυτά θα γίνεται από την είσοδο του χώρου της γραμματείας προκειμένου τα παιδιά να μπορούν να εξυπηρετηθούν από τους γονείς τους.

Τα αποδυτήρια των μικρών παιδιών δεν θα επικοινωνούν με τα αποδυτήρια των ενήλικων αθλητών και η έξοδος τους θα είναι πλησιέστερα προς την πισίνα εκμάθησης.

Αν και συνήθως προτείνεται το εμβαδόν μίας μονάδας αποδυτηρίων μικρών παιδιών να κυμαίνεται μεταξύ 35,00μ<sup>2</sup> και 40,00μ<sup>2</sup> οι διαστάσεις αυτών των αποδυτηρίων θα είναι 50μ<sup>2</sup> παρόμοιες με τις διαστάσεις των αποδυτηρίων ενηλίκων. Αυτό συμβαίνει γιατί σε περίοδο αγώνων υπο μορφή τουρνουά είναι σύνηθες το φαινόμενο της σύγχρονης μετάβασης από τον ένα αγώνα στον επόμενο. Σε αυτή την περίπτωση επειδή κάθε ομάδα χρειάζεται τα δικά της αποδυτήρια, τα αποδυτήρια ανηλίκων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποδυτήρια ενηλίκων, για την αποφυγή συνωστισμού αλλά και για λόγους ασφαλείας. Τα αποδυτήρια αυτά χωρίζονται επίσης σε τρεις διακριτές περιοχές, στο χώρο ένδυσης - απόδυσης των παιδιών, στο χώρο λουτρού και στους χώρους υγιεινής.

Ο χώρος ένδυσης – απόδυσης πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης τουλάχιστον 13 παιδιών συγχρόνως, με αντίστοιχο αριθμό ερμαρίων, καθισμάτων και κρεμαστρών.

Ο χώρος λουτρού πρέπει να εξυπηρετεί τουλάχιστον 7 παιδιά συγχρόνως, με αντίστοιχο αριθμό καταιονιστήρων και να έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετήσει επίσης παιδιά με ειδικές ανάγκες και μειωμένη κινητικότητα.

Οι χώροι υγιεινής πρέπει να είναι δύο με πλήρη εξοπλισμό, ένας εκ των οποίων να είναι προσβάσιμος και να πληροί τις προδιαγραφές χρήσης από παιδιά με ειδικές ανάγκες και μειωμένη κινητικότητα.

Ο εξοπλισμός των αποδυτηρίων των μικρών παιδιών πρέπει να είναι ειδικός και να ανταποκρίνεται στην κλίμακα των παιδιών.

### **Αποδυτήριο ΑμεΑ**

Το αποδυτήριο για ΑμεΑ θα είναι ένας χώρος ο οποίος θα έχει τις ίδιες διαστάσεις με τα αποδυτήρια των αθλητών και θα πληροί τις προδιαγραφές τους. Πρέπει να είναι προσβάσιμο από ΑμεΑ και να επιτρέπει την ανεμπόδιση κυκλοφορία αμαξιδίων. Το αποδυτήριο για ΑμεΑ θα περιλαμβάνει χώρο λουτρού για την εξυπηρέτηση τουλάχιστον 5 ατόμων και δύο χώρους υγιεινής. Τόσο ο χώρος λουτρού όσο και οι χώροι υγιεινής πρέπει να είναι άνετα προσβάσιμοι και εύχρηστοι από χρήστες αμαξιδίων.

### **Αποδυτήρια Διαιτητών - Κριτών**

Τα αποδυτήρια των διαιτητών - κριτών θα βρίσκονται σε περιοχή, που να εξασφαλίζεται η άμεση και προστατευόμενη πρόσβαση των διαιτητών και των κριτών στον αγωνιστικό χώρο. Τα αποδυτήρια των διαιτητών και των κριτών δεν πρέπει να είναι προσβάσιμα από το κοινό και τους δημοσιογράφους. Επιπλέον είναι ανεξάρτητα από τα αποδυτήρια των ομάδων των αθλητών, αλλά κοντά σε αυτά.

Επειδή υπάρχει η πιθανότητα οι αγώνες να διευθύνονται από γυναίκες διαιτητές ή βοηθούς διαιτητές το κολυμβητήριο θα διαθέτει όμοιους και ξεχωριστούς χώρους και για τα δύο φύλα με εμβαδόν περίπου 15,00μ<sup>2</sup>, που θα χωρίζεται σε χώρο ένδυσης - απόδυσης με ερμάρια, κρεμάστρες και καθίσματα, καθώς επίσης σε χώρο λουτρού και χώρο υγιεινής.

Ο χώρος ένδυσης - απόδυσης πρέπει να εξυπηρετεί 3 άτομα με αντίστοιχο εξοπλισμό (κρεμάστρες, ερμάρια, καθίσματα) και ένα έπιπλο γραφείου.

Ο χώρος λουτρού θα εξυπηρετεί 2 άτομα συγχρόνως, με αντίστοιχο αριθμό καταιονιστήρων και θα έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετήσει ΑμεΑ.

Ο χώρος υγιεινής ανδρών θα περιλαμβάνει ένα κλειστό χώρο (WC) και ένα

ουρητήριο με πλήρη εξοπλισμό. Η κλειστή καμπίνα πρέπει να είναι προσβάσιμη και να πληροί τις προδιαγραφές χρήσης από ΑμεΑ.

Ο χώρος υγιεινής γυναικών θα περιλαμβάνει ένα κλειστό χώρο (WC) με πλήρη εξοπλισμό. Ο κλειστός χώρος πρέπει να είναι προσβάσιμος και να πληροί τις προδιαγραφές χρήσης από ΑμεΑ.

### **5.4.3 Ιατρείο**

Ο χώρος του ιατρείου πρέπει να χωροθετείται στην περιοχή των αποδυτηρίων, ενώ παράλληλα να βρίσκεται πλησίον της κολυμβητικής δεξαμενής, να έχει εύκολη πρόσβαση στον περιβάλλοντα χώρο του Κλειστού Κολυμβητηρίου και στο χώρο στάθμευσης των οχημάτων εκτάκτου ανάγκης.

Οι πόρτες και οι διάδρομοι που οδηγούν στο ιατρείο πρέπει να έχουν επαρκές πλάτος και να είναι εύκολα προσβάσιμοι από φορεία και αναπηρικά αμαξίδια.

Το ιατρείο πρέπει να έχει επιφάνεια της τάξης των 30,00m<sup>2</sup> και να περιλαμβάνει:

- ένα χώρο υγιεινής με πλήρη εξοπλισμό
- χώρο λουτρού με ένα τουλάχιστον καταιονητήρα – ένα ιατρικό κρεβάτι
- δύο κινητά φορεία τραυματιών
- ερμάρια
- έπιπλο γραφείου και καρέκλες

Πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ιατρικά όργανα και φαρμακευτικό εξοπλισμό, σύμφωνα με τις υποδείξεις του ιατρού της αρμόδιας Επιτροπής για την έκδοση άδειας λειτουργίας του Κλειστού Κολυμβητηρίου.

### **5.4.4 Αίθουσα φυσιοθεραπείας - μασάζ και σάουνα**

Αφού το κολυμβητήριο, θα προορίζεται και για αγώνες διεθνούς ή εθνικού επιπέδου, κάθε μονάδα αποδυτηρίων, είναι επιθυμητό να περιλαμβάνει και συγκρότημα φυσιοθεραπείας - μασάζ. Ο χώρος του φυσιοθεραπευτηρίου θα κατασκευαστεί κοντά στο χώρο των αποδυτηρίων και συγκεκριμένα ανάμεσα από τα αποδυτήρια ανδρών και γυναικών ώστε να υπάρχει άμεση πρόσβαση και θα έχει επιφάνεια 10m<sup>2</sup>.

#### 5.4.5 Αίθουσα γυμναστηρίου

Θα υπάρξει αίθουσα γυμναστηρίου η οποία θα χωρίζεται σε δυο τμήματα, το τμήμα της εκγύμνασης των κολυμβητών και των υδατοσφαιριστών και το τμήμα της εκγύμνασης των αθλητριών συγχρονισμένης κολύμβησης.

Για την εκγύμναση των αθλητών της κολύμβησης και της υδατοσφαίρισης χρειάζεται μία αίθουσα επιφάνειας 100,00 μ<sup>2</sup>, η οποία θα έχει ελάχιστο πλάτος 6,00 μ. και ύψος 4,00μ.

Για την εκγύμναση των αθλητριών της συγχρονισμένης κολύμβησης χρειάζεται μία αίθουσα ρυθμικής γυμναστικής επιφάνειας 60,00 μ<sup>2</sup>, η οποία θα έχει επίσης ελάχιστο πλάτος 6,00m και ύψος 4,00μ.

Τα ελάχιστο ύψος των 4,00μ. για τις αίθουσες γυμναστικής – προπόνησης – ενδυνάμωσης και ρυθμικής γυμναστικής, που αναγράφεται πιο πάνω, επισημαίνεται ότι αφορά απόλυτη διάσταση, χωρίς τη παρεμβολή δομικών στοιχείων, δηλαδή δοκών, ούτε αεραγωγών κλιματισμού ή φωτιστικών σωμάτων.

Ανάλογα με τα αθλήματα, που διεξάγονται στις αίθουσες αυτές, επιλέγεται και το υλικό με το οποίο επιστρώνονται τα δάπεδα. Το δάπεδο της αίθουσας ρυθμικής γυμναστικής, στην οποία θα γυμνάζονται οι αθλήτριες της συγχρονισμένης κολύμβησης θα είναι επιστρωμένο με ξύλο (παρκέ).

Η αίθουσα ρυθμικής γυμναστικής πρέπει να έχει δύο τοίχους χωρίς ανοίγματα, δηλαδή χωρίς πόρτες ή παράθυρα, οι οποίοι θα επενδυθούν με καθρέπτη. Οι τοίχοι που θα επενδυθούν με καθρέπτη, θα είναι ο ένας τοίχος κατά μήκος του μεγάλου άξονα της αίθουσας και ο δεύτερος τοίχος θα είναι κάθετος στον πρώτο και κατά συνέπεια κατά μήκος του μικρού άξονα της αίθουσας. Στον άλλο τοίχο, κατά μήκος του μεγάλου άξονα της αίθουσας, τοποθετείται συνήθως η μπάρα.

Οι αίθουσες γυμναστικής - προπόνησης θα πρέπει βρίσκονται κοντά στους χώρους των αποδυτηρίων, στο συγκρότημα της φυσιοθεραπείας και το ιατρείο.

Μηχανήματα γυμναστικής μπορούν να τοποθετηθούν σε εσοχές που θα υπάρχουν στο χώρο περιμετρικά της πισίνας και αν δεν υπάρχουν αυτοί οι χώροι θα δημιουργηθούν για την παράλληλη εκγύμναση αθλητών κατά την υγρή τους φυσική άσκηση. Οι χώροι αυτοί θα κλείνονται και θα ανοίγουν με ρολλά υπό της μορφή ντουλαπιών.

#### **5.4.6 Αίθουσα ελέγχου ντόπινγκ**

Εφόσον πρόκειται να διεξαχθούν αγώνες εθνικού ή και διεθνούς επιπέδου, θα πρέπει να κατασκευαστεί αίθουσα ελέγχου ντόπινγκ, η οποία να βρίσκεται πλησίον της αγωνιστικής κολυμβητικής δεξαμενής, στην έξοδο των αθλητών μετά τον αγώνα και στη διαδρομή τους προς τα αποδυτήρια, χωρίς να παρεμβάλλεται ενδιάμεσα (μεταξύ αγωνιστικού χώρου και χώρου έλεγχου ντόπινγκ) άλλος χώρος.

Απαγορεύεται αυστηρά να είναι προσβάσιμος από θεατές και δημοσιογράφους.

Ο χώρος έλεγχου ντόπινγκ θα έχει επιφάνεια από 30,00μ<sup>2</sup> και θα διαχωρίζεται σε αίθουσα αναμονής, αίθουσα δειγματοληψίας και χώρο υγιεινής, οι οποίοι θα είναι συνεχόμενοι και θα επικοινωνούν μεταξύ τους. Στο χώρο ελέγχου ντόπινγκ απαιτείται άπλετος φωτισμός, αερισμός με φρέσκο αέρα και κλιματισμός. Οι τοίχοι και τα δάπεδα πρέπει να επενδύονται με υλικά, που να καθαρίζονται εύκολα. Τα δάπεδα πρέπει να είναι μη ολισθηρά και οι τοίχοι του χώρου υγιεινής να είναι επενδεδυμένοι με καθρέπτες.

Η αίθουσα αναμονής πρέπει να έχει επαρκή χώρο για οκτώ καθήμενους και να είναι εξοπλισμένη με μία συσκευή τηλεόρασης και ένα ψυγείο.

Η αίθουσα δειγματοληψίας θα πρέπει να βρίσκεται σε συνέχεια της αίθουσας αναμονής και να είναι εξοπλισμένη με:

- 1 γραφείο
- 4 καρέκλες
- 1 νιπτήρα με καθρέπτη
- 1 συσκευή τηλεφώνου με σύνδεση εσωτερική και εξωτερική
- 1 ερμάριο με κλειδαριά για τα δείγματα
- 1 ψυγείο

Ο χώρος υγιεινής πρέπει να βρίσκεται σε άμεση επαφή με την αίθουσα δειγματοληψίας και να έχει αποκλειστική πρόσβαση από αυτήν. Επίσης πρέπει να περιλαμβάνει πλήρη εξοπλισμό και χώρο λουτρού για ένα άτομο.

#### **5.4.7 Διοικητικοί χώροι**

Οι χώροι της διοίκησης είναι απαραίτητοι σε κάθε κολυμβητικό κέντρο και πρέπει να βρίσκονται σε τέτοιο σημείο ώστε να μην είναι άμεσα προσβάσιμοι από τους θεατές

αλλά να υπάρχει και σχετικά εύκολη πρόσβαση από τους χώρους αυτούς στην κολυμβητική δεξαμενή.

Πέρα από τη γραμματεία η οποία ουσιαστικά θα αποτελεί τον προθάλαμο των χώρων διοίκησης θα υπάρχουν οι εξής χώροι:

- 2 γραφεία επιφάνειας 25μ<sup>2</sup> το καθένα για τους διοικητικούς εργαζόμενους (το ένα από τα δυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως γραφείο προπονητών)
- Γραφείο διευθυντή επιφάνειας 20μ<sup>2</sup> με αυτόνομο χώρο υγιεινής.
- Αίθουσα συνεδριάσεων επιφάνειας 30μ<sup>2</sup> με για τις ανάγκες της διοίκησης του Κλειστού Κολυμβητηρίου, η οποία να έχει τη δυνατότητα υποδιαίρεσης σε μικρότερους χώρους, για να εξυπηρετήσει και άλλες δραστηριότητες, κυρίως σε περιπτώσεις διοργάνωσης αγώνων.
- Γραφείο Αστυνομίας - Πυροσβεστικής επιφάνειας 30,00μ<sup>2</sup>, ο οποίος πέραν την άμεση πρόσβασης με τον αγωνιστικό χώρο θα έχει και άμεση επικοινωνία με τον περιβάλλοντα χώρο ώστε να βρίσκεται κοντά στο χώρο στάθμευσης των οχημάτων της Αστυνομίας και της Πυροσβεστικής.
- Χώρος πληροφορικών συστημάτων επιφάνειας 15μ<sup>2</sup> για την εγκατάσταση της κατάλληλης υποδομής.
- Αποθήκη επιφάνειας 10μ<sup>2</sup>
- Χώροι υγιεινής διοικητικού προσωπικού οι οποίοι θα είναι ξεχωριστοί για άνδρες και για γυναίκες. Για τους άνδρες θα υπάρχουν 2 χώροι υγιεινής με προθάλαμο και πλήρη εξοπλισμό. Ένας από τους δύο χώρους αυτούς μπορεί να αντικατασταθεί με ένα ουρητήριο.

Επίσης και για τις γυναίκες θα υπάρχουν δύο χώροι υγιεινής με προθάλαμο και πλήρη εξοπλισμό. Ένας χώρος στο συγκρότημα των γυναικών ή των ανδρών θα έχει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης ΑμεΑ, με τις ανάλογες διαστάσεις και τον αντίστοιχο εξοπλισμό.

Στο συγκρότημα των χώρων υγιεινής θα υπάρχει και ένας χώρος με ερμάρια, νιπτήρα και ντουζιέρα, για τη φύλαξη των ειδών καθαριότητας.

Επίσης πλησίον του συγκροτήματος των χώρων υγιεινής του διοικητικού προσωπικού θα κατασκευαστεί ένας χώρος αποδυτηρίου, που θα περιλαμβάνει ένα χώρο λουτρού και υγιεινής, για την εξυπηρέτηση του προσωπικού καθαριότητας.

## 5.5 Κερκίδες

Οι κερκίδες του κολυμβητηρίου θα αναπτυχθούν κατά μήκος της μιας εκ των δυο μεγάλων πλευρών της κολυμβητικής δεξαμενής. Θα είναι ελαφρώς υπερυψωμένες σε σχέση με το επίπεδο του αγωνιστικού χώρου και αυτό εξυπηρετεί δυο σκοπούς. Ο βασικός σκοπός είναι ο "αποκλεισμός" του αγωνιστικού χώρου από την κερκίδα για την αποφυγή οποιασδήποτε επαφής μεταξύ φιλάθλων και αθλητών. Δευτερευόντως και κυρίως όσον αφορά την χωροθέτηση, οι κερκίδες μπορεί να βρίσκονται ένα επίπεδο πάνω από τον αγωνιστικό χώρο και ουσιαστικά να αναπτύσσονται πάνω ακριβώς από όλους τους δευτερεύοντες βοηθητικούς χώρους οι οποίοι σκοπό έχουν να εξυπηρετούν τους αθλητές αλλά και την διεξαγωγή των αγώνων ή την λειτουργία του κέντρου, χώροι που απαιτούν άμεση πρόσβαση στον αγωνιστικό χώρο.

Η χωρητικότητα των κερκίδων είναι ένα θέμα για το οποίο είναι αρμόδια η Κολυμβητική Ομοσπονδία Ελλάδος και η απόφαση έχει να κάνει με το επίπεδο των αγώνων που πρόκειται να φιλοξενηθούν. Με μια αρχική εκτίμηση, μια χωρητικότητα 1000 ατόμων είναι ικανοποιητική ώστε να φιλοξενηθούν τα μεγαλύτερα αθλητικά γεγονότα.

Οι κερκίδες αποτελούνται από σειρές αναβαθμών με ελάχιστο πλάτος 85 εκ. και κυμαινόμενο ύψος, όπως αυτό προκύπτει από τη καμπύλη ορατότητας. Τα καθίσματα τοποθετούνται σε σταθερό ύψος 40 ( $\pm$  2) εκ.. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν καθίσματα, το μέγιστο ύψος του αναβαθμού δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 52 εκ..

### 5.5.1 Ορατότητα – Καμπύλη Ορατότητας

Από τις κερκίδες πρέπει να εξασφαλίζεται η ελεύθερη ορατότητα όλων των θεατών σε όλο το μήκος και το πλάτος του αγωνιστικού χώρου και για όλα τα αθλήματα, που διεξάγονται στο Κλειστό Κολυμβητήριο, χωρίς κανένα εμπόδιο.

Επειδή το κολυμβητήριο αυτό θα κατασκευαστεί για την διεξαγωγή 4 διαφορετικών αθλημάτων είναι ευνόητο πως όταν εξασφαλίζεται καλή ορατότητα στον αγωνιστικό χώρο των αθλημάτων, που απαιτούν τις μεγαλύτερες διαστάσεις, τότε εξασφαλίζεται η πλήρης ορατότητα και στον αγωνιστικό χώρο των υπολοίπων αθλημάτων, που απαιτούν μικρότερο αγωνιστικό χώρο και διεξάγονται στην ίδια κολυμβητική δεξαμενή. Κρίσιμο αγώνισμα για τον υπολογισμό της καμπύλης ορατότητας



αποτελούν οι αγώνες των αθλημάτων της κλασσικής κολύμβησης οι οποίοι απαιτούν το μεγαλύτερο αγωνιστικό χώρο (50,00μ.Χ25,00μ), από τα άλλα αθλήματα. Η καλή ορατότητα στον αγωνιστικό χώρο της κλασσικής κολύμβησης των 50,00μ. εξασφαλίζει την ορατότητα και των αγωνισμάτων των υπολοίπων αθλημάτων, όπως π.χ. της υδατοσφαίρισης. Στον υπολογισμό της καμπύλης ορατότητας λαμβάνονται υπ' όψη οι εξής σταθερές:

1. Ως σημείο στόχευσης λαμβάνεται η νοητή γραμμή στην επιφάνεια του νερού, παράλληλα προς τη μεγάλη πλευρά της κολυμβητικής δεξαμενής και προς την πλευρά των κερκίδων, που απέχει από το χείλος της δεξαμενής 1,75 μ., που είναι και το μέσον της πρώτης διαδρομής κολύμβησης.
2. Το ύψος των οφθαλμών του θεατή από το δάπεδο του αναβαθμού της κερκίδας, όπου πατάνε τα πόδια του, ορίζεται σε 1.25μ. και το ύψος των οφθαλμών του θεατή από την επιφάνεια του καθίσματός του, πρέπει να είναι 0,85μ..
3. Η απόσταση της οπτικής ακτίνας καθήμενου θεατή, από τον οφθαλμό καθήμενου θεατή της προηγούμενης σειράς, πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον σε 0,10μ..

### **5.5.2 Χώροι Εξυπηρέτησης Θεατών**

Οι χώροι εξυπηρέτησης των θεατών θα βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή των κερκίδων καθώς πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμοι από τους θεατές. Οι διαδρομές των θεατών προς τους χώρους εξυπηρέτησης τους δεν πρέπει να διασταυρώνονται με τις διαδρομές άλλων χρηστών του Κλειστού Κολυμβητηρίου, όπως αθλητών, εκπροσώπων τύπου κ.τ.λ..

Στους χώρους αυτούς περιλαμβάνονται:

- **Αναψυκτήρια**

Τα αναψυκτήρια των θεατών διαμορφώνονται σε ελεύθερους χώρους και αποτελούν σταθερά σημεία πώλησης αναψυκτικών και μικρών γευμάτων.

Ο αριθμός των αναψυκτηρίων για τους θεατές διαφέρει για κάθε Κλειστό Κολυμβητήριο και εξαρτάται από τον αριθμό θέσεων των κερκίδων.

- **Χώροι υγιεινής θεατών**

Απαιτούνται ανεξάρτητα συγκροτήματα χώρων υγιεινής για άνδρες, γυναίκες και ΑμεΑ, που να καλύπτουν κατ' ελάχιστον τις απαιτήσεις της Κ.Υ.Α. οικ. 46596/22-11-2004. Οι χώροι υγιεινής πρέπει να διαθέτουν προθάλαμο, με αντίστοιχο αριθμό νιπτήρων.

Ο αριθμός των χώρων υγιεινής εξαρτάται από τον αριθμό των θεατών και συγκεκριμένα αντιστοιχεί ένας χώρος υγιεινής για 65 θεατές περίπου, ή συνολικά 15 θέσεις για 1.000 θεατές.

Συγκεκριμένα στα συγκροτήματα χώρων υγιεινής των ανδρών προβλέπονται συνολικά 10 χώροι εκ των οποίων οι 2 είναι κλειστοί (WC) και οι υπόλοιποι 8 σε διαμορφωμένο χώρο για ουρητήρια.

Στα συγκροτήματα χώρων υγιεινής των γυναικών προβλέπονται 5 κλειστοί χώροι (WC).

Αν υπάρχει ικανοποιητικός ελεύθερος χώρος στη συγκεκριμένη περιοχή, είναι επιθυμητό να προβλεφθούν και δύο χώροι υγιεινής, που να πληρούν τις απαιτήσεις εξυπηρέτησης ΑμεΑ., ένας ανδρών και ένας γυναικών. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, τότε πρέπει σε κάθε συγκρότημα ανδρών και γυναικών να διαμορφωθεί ένας από τους κλειστούς χώρους (WC), σε χώρο υγιεινής για την εξυπηρέτηση ΑμεΑ..

Όλοι οι χώροι και οι προθάλαμοι θα είναι πλήρως εξοπλισμένοι για την εξυπηρέτηση των χρηστών.

#### • **Εγκαταστάσεις Πρώτων Βοηθειών**

Εκτός από την αναγκαιότητα να υπάρχει οργανωμένος χώρος ιατρείου και πρώτων βοηθειών, όπως ορίζει η Κ.Υ.Α. οικ. 46596/22-11-2004, συνιστάται σε Κλειστά Κολυμβητήρια με μεγάλη χωρητικότητα, άνω των 3.000 θεατών, να προβλέπονται χώροι έκτακτης ιατρικής φροντίδας και παροχής Πρώτων Βοηθειών, οι οποίοι θα πληρούν τους κανόνες λειτουργίας, που προβλέπει η αντίστοιχη Νομοθεσία.

### **5.5.3 Θέσεις επίσημων θεατών**

Ένας τομέας των κερκίδων διατίθεται για τους επίσημους θεατές.

Η πρόσβαση στις κερκίδες των επίσημων θα γίνεται μέσω κάποιας κεντρικής εισόδου

- εξόδου έτσι ώστε να είναι ευχερής η μετάβαση, μέσω ελεγχόμενης και ασφαλούς διόδου στο χώρο της κολυμβητικής δεξαμενής για την απονομή μεταλλίων.

#### • Αναψυκτήριο

Θα προβλεφθεί χώρος αναμονής για τους επισήμους, που θα λειτουργεί και ως αναψυκτήριο, για την περίπτωση που ο σχεδιασμός του Κλειστού Κολυμβητηρίου δεν παρέχει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης από τα αναψυκτήρια των θεατών.

Στο χώρο αυτό μπορεί να προβλεφθεί η δυνατότητα να παρέχουν οι επίσημοι σύντομες συνεντεύξεις.

Ο συγκεκριμένος χώρος μπορεί να χωροθετηθεί και στη συνέχεια της εισόδου των επισήμων.

Η διαδρομή από την περιοχή της εισόδου προς τις κερκίδες και συγκεκριμένα προς τις διακεκριμένες θέσεις που προβλέπονται για τους επισήμους θεατές, πρέπει να είναι σύντομη και αν είναι δυνατόν να μην μεσολαβούν σκάλες, αλλαγές επιπέδων ή απότομες στροφές, που να δυσχεραίνουν την κυκλοφορία.

#### • Χώροι υγιεινής

Οι χώροι υγιεινής για τους επίσημους είναι δυο, με προθάλαμο και πλήρη εξοπλισμό, ένας για άνδρες και ένας για γυναίκες.

Απαιτείται επίσης ένας χώρος υγιεινής για ΑμεΑ. Εάν υπάρχει ελεύθερη επιφάνεια στη συγκεκριμένη περιοχή, καλό είναι να διαμορφωθεί ένας ανεξάρτητος χώρος υγιεινής για ΑμεΑ, διαφορετικά πρέπει ένας από τους χώρους ανδρών ή γυναικών να έχει τις διαστάσεις και τον εξοπλισμό, που απαιτείται για εξυπηρέτηση ΑμεΑ.

Οι χώροι υγιεινής μπορούν να χωροθετηθούν και στην περιοχή της εισόδου και του αναψυκτηρίου των επισήμων, εάν δεν υπάρχει άλλος ελεύθερος χώρος στη συγκεκριμένη περιοχή.

### 5.5.4 Θέσεις ΑμεΑ

Για τα άτομα με προβλήματα κινητικότητας πρέπει να προβλεφθεί περιοχή στις κερκίδες με εύκολη προσβασιμότητα και άνετη κυκλοφορία αμαξιδίων, ελάχιστων διαστάσεων 0,90μ.Χ0,90μ., για κάθε αμαξίδιο.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Πυροπροστασίας των Κτιρίων, ο ανελκυστήρας δεν αποτελεί αποκλειστικό μέσο μετακίνησης ΑμεΑ στις κερκίδες. Επιβάλλεται η

πρόβλεψη κεκλιμένων επίπεδων (ράμπες), για περιπτώσεις πανικού, όπου απαιτείται άμεση εγκατάλειψη του κτιρίου.

### **5.5.5 Θέσεις Δημοσιογράφων Γραπτού και Ηλεκτρονικού Τύπου**

Για τους δημοσιογράφους διατίθεται ειδικός τομέας κερκίδων, με ανεξάρτητη πρόσβαση από τον περιβάλλοντα χώρο.

Στις περιπτώσεις που το Κλειστό Κολυμβητήριο διαθέτει μικτή ζώνη, πρέπει να προβλέπεται σύντομη και ασφαλής πρόσβασης των δημοσιογράφων στο χώρο αυτό. Η μικτή ζώνη είναι ειδικά διαμορφωμένος χώρος στην έξοδο των αθλητών από την κολυμβητική δεξαμενή προς τα αποδυτήρια, όπου δίνονται σύντομες συνεντεύξεις μετά τον αγώνα.

Πάνω στις κερκίδες και σε σημεία που δεν εμποδίζεται η ελεύθερη ορατότητα των θεατών, προβλέπεται η τοποθέτηση κλειστών δημοσιογραφικών θεωρείων σε μέγεθος και αριθμό σύμφωνα με το επίπεδο το αγώνων που θα διεξάγονται στο Κλειστό Κολυμβητήριο και την κλίμακα του Κλειστού Κολυμβητηρίου.

Τα δημοσιογραφικά έδρανα, με τα αντίστοιχα καθίσματα, καταλαμβάνουν κατά κανόνα δύο σειρές κερκίδων, πλάτους 1,70 μ. και μήκους τουλάχιστον 0,90 μ.. Σε κάθε έδρανο προβλέπεται παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και τηλεπικοινωνιακή σύνδεση.

Ο συνολικός αριθμός των θέσεων, που προορίζονται για τους δημοσιογράφους του γραπτού και ηλεκτρονικού Τύπου, δεν είναι προκαθορισμένος για κάθε εγκατάσταση. Εξαρτάται από την κλίμακα της εγκατάστασης, το επίπεδο των αγώνων που διεξάγονται ανά κατηγορία αθλήματος και σύμφωνα με τις προδιαγραφές διεξαγωγής των αγώνων, όπως ορίζονται από την Κολυμβητική Ομοσπονδία Ελλάδος.

#### **5.5.5.1 Χώροι εξυπηρέτησης Δημοσιογράφων**

Οι χώροι εξυπηρέτησης των δημοσιογράφων, πρέπει να είναι συγκεντρωμένοι σε μία περιοχή, για να αποφεύγονται άσκοπες διαδρομές και διασταυρώσεις με άλλους χρήστες του Κλειστού Κολυμβητηρίου.

##### **• Χώρος αναμονής - Αναψυκτηρίου**

Είναι επιθυμητό να υπάρχει ένας χώρος αναμονής για τους δημοσιογράφους με ράφια και θυρίδες για τα δελτία ενημέρωσης, που να μπορεί να λειτουργήσει και ως

αναψυκτήριο στην περίπτωση που ο σχεδιασμός του Κολυμβητηρίου δεν παρέχει τη δυνατότητα εξυπηρέτησης από τα αναψυκτήρια των θεατών.

Ο συγκεκριμένος χώρος θα χωροθετηθεί στη συνέχεια της εισόδου.

#### • Αίθουσα εργασίας

Θα υπάρχει χώρος εργασίας των δημοσιογράφων επιφάνειας περίπου 50,00μ<sup>2</sup>, εξοπλισμένος με τραπέζια και καρέκλες ο οποίος θα έχει πρόσβαση σε όλες τις εγκαταστάσεις επικοινωνίας.

#### • Αίθουσα συνεντεύξεων

Ο σχεδιασμός Κλειστών Κολυμβητηρίων, που προορίζονται για αγώνες διεθνούς ή εθνικού επιπέδου, επιβάλλεται να προβλέπει μία αίθουσα συνεντεύξεων.

Η συγκεκριμένη αίθουσα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με πλατφόρμα για κάμερα, βάθρο και τραπέζι ομιλητών, split box, μεγαφωνικό σύστημα και καθίσματα.

Η αίθουσα πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη από τα αποδυτήρια των αθλητών, να είναι διαμορφωμένη αμφιθεατρικά με κλίση του δαπέδου, όπου στο χαμηλότερο σημείο θα βρίσκεται η πλατφόρμα και οι ομιλητές.

Για σημαντικές διοργανώσεις θα πρέπει να υπάρχουν και τουλάχιστον τρεις θάλαμοι διερμηνείας.

#### • Θεωρεία δημοσιογράφων

Τα θεωρεία των δημοσιογράφων πρέπει να βρίσκονται σε κεντρική θέση στην κύρια κερκίδα, πλησίον της αίθουσας συνέντευξης και συνεργασίας των μέσων ενημέρωσης. Στα θεωρεία πρέπει να εξασφαλίζεται ανεμπόδιστη θέα σε όλο τον αγωνιστικό χώρο του Κλειστού Κολυμβητηρίου, καθώς επίσης προστασία και ασφάλεια από πιθανές παρεμβολές θεατών.

Σε Κλειστά Κολυμβητήρια μεγάλης κλίμακας, που προβλέπεται να φιλοξενούν αγώνες σημαντικών διοργανώσεων, ο σχεδιασμός των δημοσιογραφικών θεωρείων πρέπει να προβλέπει τη δυνατότητα επέκτασής τους, ώστε να αυξάνεται ο αριθμός τους. Πρέπει να υπάρχει η πρόβλεψη ώστε ορισμένες θέσεις των θεατών να μπορούν να παραχωρούνται σε δημοσιογράφους και με τις αναγκαίες τροποποιήσεις να καλύπτουν τις ανάγκες τους.

Στις περιπτώσεις διοργανώσεων, όπου εκδηλώνεται έντονο δημοσιογραφικό ενδιαφέρον, απαιτούνται πολλές τηλεφωνικές συνδέσεις, καθώς και συνδέσεις

ιντερνέτ υψηλών ταχυτήτων. Προτείνεται επίσης τουλάχιστον οι μισές θέσεις θεατών, που μπορούν να παραχωρηθούν σε δημοσιογράφους, να διαθέτουν πλήρη εξοπλισμό.

#### • Χώροι υγιεινής

Απαιτούνται δύο χώροι υγιεινής με προθάλαμο και πλήρη εξοπλισμό, ένας για άνδρες και ένας για γυναίκες.

Απαιτείται επίσης ένας χώρος υγιεινής για ΑμεΑ.. Εάν υπάρχει ελεύθερη επιφάνεια στη συγκεκριμένη περιοχή, καλό είναι να διαμορφωθεί ένας ανεξάρτητος χώρος υγιεινής για ΑμεΑ, διαφορετικά πρέπει ένας από τους χώρους ανδρών ή γυναικών να έχει τις διαστάσεις και τον εξοπλισμό που απαιτείται για εξυπηρέτηση ΑμεΑ.

Οι χώροι υγιεινής μπορούν να χωροθετηθούν και στην περιοχή της εισόδου και του αναψυκτηρίου των δημοσιογράφων ή στην περιοχή των χώρων υγιεινής του κοινού.

### 5.5 Ασφάλεια Θεατών

Για την ασφάλεια των θεατών επιβάλλεται να ισχύουν οι εξής προϋποθέσεις:

Οι έξοδοι πρέπει να είναι σε αριθμό και διαστάσεις, σύμφωνα με τον Κανονισμό Πυροπροστασίας των Κτιρίων, ώστε να διασφαλίζεται η πλήρης ασφάλεια των θεατών, καθώς και η αποχώρησή τους στο μικρότερο δυνατό χρονικό διάστημα, κυρίως σε περιπτώσεις κινδύνου ή πανικού.

Η μελέτη πρέπει να προβλέπει την ευχερή και ακίνδυνη προσέλευση και αποχώρηση των ΑμεΑ (άτομα με ειδικές ανάγκες) στις κερκίδες, όπως και σε όλο το κτίριο.

Η κυκλοφορία των θεατών στις κερκίδες και στους χώρους εξυπηρέτησής τους, δεν πρέπει σε κανένα σημείο να συμπίπτει, ή να διασταυρώνεται με την εσωτερική κυκλοφορία των αθλητών στο περιμετρικό διάδρομο της κολυμβητικής δεξαμενής, στα αποδυτήρια και γενικά στους χώρους εξυπηρέτησής τους.

Οι κερκίδες διαχωρίζονται σαφώς σε διακριτά και αυτόνομα τμήματα με ξεχωριστές εισόδους, εξόδους και χώρους εξυπηρέτησης, ανάλογα με την κατηγορία των θεατών, π.χ. επίσημοι, δημοσιογράφοι κ.τ.λ..

Ο διαχωρισμός των τμημάτων πραγματοποιείται με κιγκλιδώματα, όπως ορίζεται στην Κ.Υ.Α. Αρ. οικ. 46596/22-11-2004.

Τα διαχωριστικά κιγκλιδώματα πρέπει να είναι απόλυτα ασφαλή και να πληρούν τις προδιαγραφές του Ευρωκώδικα 1 (EC1). Το κιγκλίδωμα που τοποθετείται στον κάτω

διάδρομο των κερκίδων, πρέπει να επιτρέπει την ελεύθερη ορατότητα των θεατών στην κολυμβητική δεξαμενή.

## **5.6. Ενεργειακή Διαχείριση**

Ο σχεδιασμός και η λειτουργία αυτού του κολυμβητηρίου θα πρέπει να γίνει με γνώμονα τις θεμελιώδεις αρχές της ενεργειακής διαχείρισης των κτιρίων όπως αυτές αναπτύχθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο (κεφ. 4.1)

Όσον αφορά το σχεδιασμό, οι βασικοί άξονες πάνω στους οποίους θα πρέπει να στηθεί η λογική της ενεργειακής διαχείρισης του κολυμβητηρίου είναι οι εξής :

- Βασικοί δομικοί χώροι
- Ροές κίνησης
- Ενεργειακό μοντέλο θέρμανσης - ψύξης χώρων.

### **5.6.1 Βασικοί δομικοί χώροι**

Οι βασικοί δομικοί χώροι είναι ο χώρος της κολυμβητικής δεξαμενής ο οποίος είναι σε άμεση εξάρτηση με τις κερκίδες, τα αποδυτήρια και γενικά οι βοηθητικοί χώροι και το κέλυφος της κατασκευής. Αναφορικά με την κολυμβητική δεξαμενή και τις κερκίδες τα δεδομένα έχουν αναλυθεί εκτενώς σε προηγούμενα κεφάλαια. Η κατασκευή αυτών των δομικών στοιχείων είναι ανελαστική από τις προδιαγραφές των αρμόδιων φορέων και το μόνο που μπορεί να σχολιαστεί είναι ότι μας δίνουν συγκεκριμένα αριθμητικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά αφορούν τις ενεργειακές ανάγκες της κατασκευής και έχουν να κάνουν με το εύρος των τιμών στη θερμοκρασία του νερού της πισίνας αλλά και στο εύρος των τιμών στην δημιουργία του μικροκλίματος που δημιουργείται στο χώρο του κολυμβητηρίου (δεξαμενή και κερκίδες).

Όσον αφορά το χώρο των αποδυτηρίων, όλα τα αποδυτήρια θα σχεδιαστούν και θα κατασκευαστούν με βάση τις βιοκλιματικές αρχές οι οποίες έχουν ήδη αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η χωροθέτηση και ο προσανατολισμός των αποδυτηρίων θα είναι τέτοιος ώστε να αξιοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια. Τα αποδυτήρια θα σχεδιαστούν με βάση τις αρχές λειτουργίας των παθητικών συστημάτων τα οποία εκμεταλεύονται

την ηλιακή ακτινοβολία αλλά φυσικά η δράση αυτή θα είναι υποβοηθούμενη και απο μηχανικά μέσα γεγονός που χαρακτηρίζει το σύστημα ως υβριδικό.

Μέσω τεχνικών θα αξιοποιηθεί η ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση και το φυσικό φωτισμό, όπου είναι αυτό εφικτό. Με την κατάλληλη επιλογή των υλικών κυρίως όσον αφορά τους τοίχους τα πατάματα και την οροφή θα γίνει εκμετάλλευση της ιδιότητας της θερμοχωρητικότητας των υλικών αυτών. Μεγάλο μέρος της οροφής θα είναι απο υαλοστάσιο, ενώ το ίδιο ισχύει και για όσους περιμετρικούς τοίχους είναι εφικτό να συνεισφέρουν έτσι ώστε να δημιουργηθούν συνθήκες θερμοκηπίου.

Το υαλοστάσιο των περιμετρικών τοίχων θα σταματάει σε συγκεκριμένο ύψος για λόγους ορατότητας προς τα αποδυτήρια και το υπόλοιπο μέρος θα καλύπτεται απο τοίχο Trombe.

Ο τοίχος Trombe είναι ένας τοίχος από μπετόν πάχους 30-40 cm που είναι εξωτερικά βαμμένος μαύρος και μπροστά από αυτόν και σε απόσταση 5-10 cm υπάρχει μονός ή διπλός υαλοπίνακας. Στην εξωτερική του πλευρά υπάρχει κινητό σκίαστρο το οποίο προστατεύει τον χώρο από τις θερμικές απώλειες την νύχτα το χειμώνα και την υπερθέρμανση την ημέρα το καλοκαίρι. Για να διευκολυνθεί η κίνηση του αέρα που οφείλεται στην διαφορά θερμοκρασίας, στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου και σε όλο το μήκος του, υπάρχουν στόμια. Τέλος η απομάκρυνση του ζεστού αέρα προς τα έξω το καλοκαίρι θα γίνεται μέσω ενός φεγγίτη που βρίσκεται στο πάνω μέρος του υαλοπίνακα.

Στους υπόλοιπους δευτερεύοντες χώρους, όπως είναι οι χώροι διοίκησης, το ιατρείο, το γυμναστήριο κ.λ.π θα εφαρμοστούν οι ίδιες βιοκλιματικές αρχές και όπου είναι εφικτό η θέρμανση ο αερισμός και ο φωτισμός των χώρων θα γίνεται μέσω συστημάτων και τεχνικών που περιγράφονται στις αρχές λειτουργίας των παθητικών συστημάτων.

### **5.6.2 Ροές κίνησης**

Μία απο τις πιο βασικές παραμέτρους για το σχεδιασμό της ενεργειακής λειτουργίας αλλά και για τον έλεγχο τις λειτουργιάς αυτής είναι οι ροές κινήσεις των αθλητών - αθλουμένων, των εργαζομένων και των θεατών. Οι αθλούμενοι και οι εργαζόμενοι

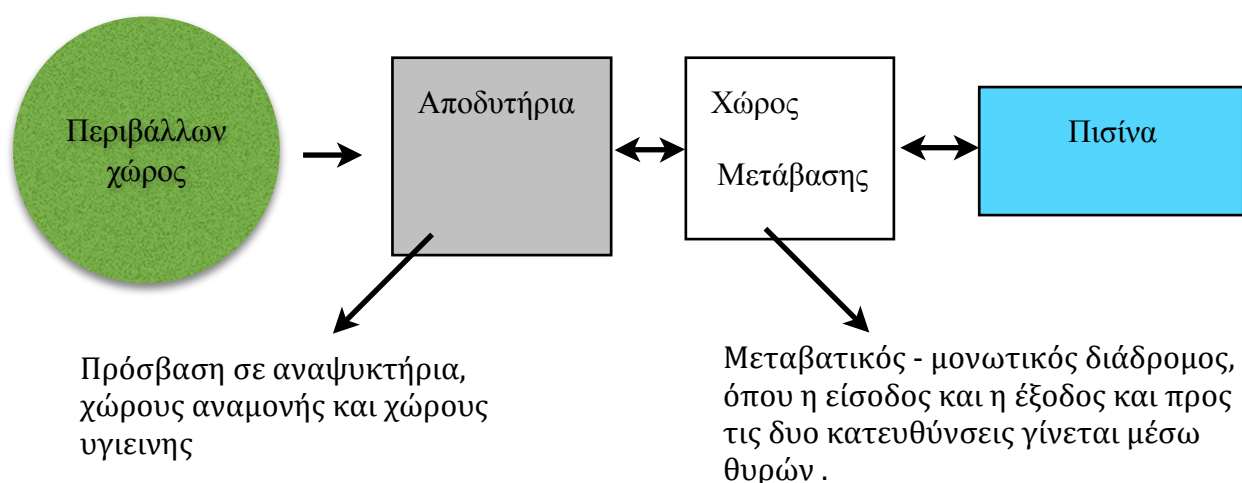


στην κατασκευή επηρεάζουν σε καθημερινή βάση το ενεργειακό κόστος της κατασκευής ενώ οι θεατές μόνο κατά την περίοδο των αγώνων.

Η απόλυτη γνώση και η πρόβλεψη του μεγαλύτερου ποσοστού των επιθυμητών κινήσεων των επισκεπτών της κατασκευής είναι δεδομένα που μπορούν να μας οδηγήσουν στην σωστότερη, ενεργειακά διαχείριση, αφού μπορούμε να αποφύγουμε τις αλλόγιστες ενεργειακές απώλειες ή αν όχι να τις αποφυγούμε να τις μετριάσουμε και σε κάθε περίπτωση να επιτύχουμε τον έλεγχο των απωλειών αυτών.

Στην περίπτωση των αποδυτηρίων και των αθλουμένων, γνωρίζουμε πολύ καλά τη βασική ροή κίνησης για έναν είναι από τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο στα αποδυτήρια και από τα αποδυτήρια στο εσωτερικό χώρο της κολυμβητικής δεξαμενής.

Η θερμική μόνωση του χώρου των αποδυτηρίων και της κολυμβητικής δεξαμενής μπορεί να επιτευχθεί με την κατασκευή ενός **χώρου μετάβασης** από τον οποίον θα είναι υποχρεωμένοι να περνάνε όλοι οι αθλούμενοι και στον οποίο θα υπάρχει και η ειδική στέρνα πληρωμένη με νερό και χλώριο που απαιτείται από τους υγειονομικούς κανονισμούς για την απολύμανση. Η πρόσβαση στο χώρο αυτό θα γίνεται με πόρτες οι οποίες υποχρεωτικά θα κλείνει έτσι ώστε ο χώρος αυτός να αποτελεί τον μονωτικό προθάλαμο της κολυμβητικής δεξαμενής από τα αποδυτήρια και το ανάποδο.



Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουμε την όσο το δυνατόν ανεξαρτητοποίηση ενεργειακά των δυο βασικών χώρων δράσης και ανταλλαγής ενέργειας όπως είναι ο χώρος των αποδυτηρίων και της κολυμβητικής δεξαμενής

Όσον αφορά τους δευτερεύοντες - βοηθητικούς χώρους είναι σαφές ότι οι ροές κίνησης των εργαζομένων είναι δεδομένες και σε μεγάλο βαθμό ελέγξιμες. Με την ίδια λογική και γνωρίζοντας ποιοί χώροι πρέπει να έχουν άμεση πρόσβαση στο χώρο της κολυμβητικής δεξαμενής και ποιοί δεν χρειάζονται άμεση πρόσβαση πρέπει να δημιουργηθούν οι κατάλληλοι διάδρομοι οι οποίοι μέσω ενός μικρού αντίστοιχου(μετα αποδυτήρια) χώρου θα δίνουν πρόσβαση στον αγωνιστικό χώρο.

Με τη λογική αυτή των χώρων μετάβασης ή των διαδρόμων που καταλήγουν σε χώρους μετάβασης η κολυμβητική δεξαμενής εκτός από το κομμάτι των κερκίδων, είναι περιμετρικά "μονωμένη" όσο αυτό είναι δυνατόν.

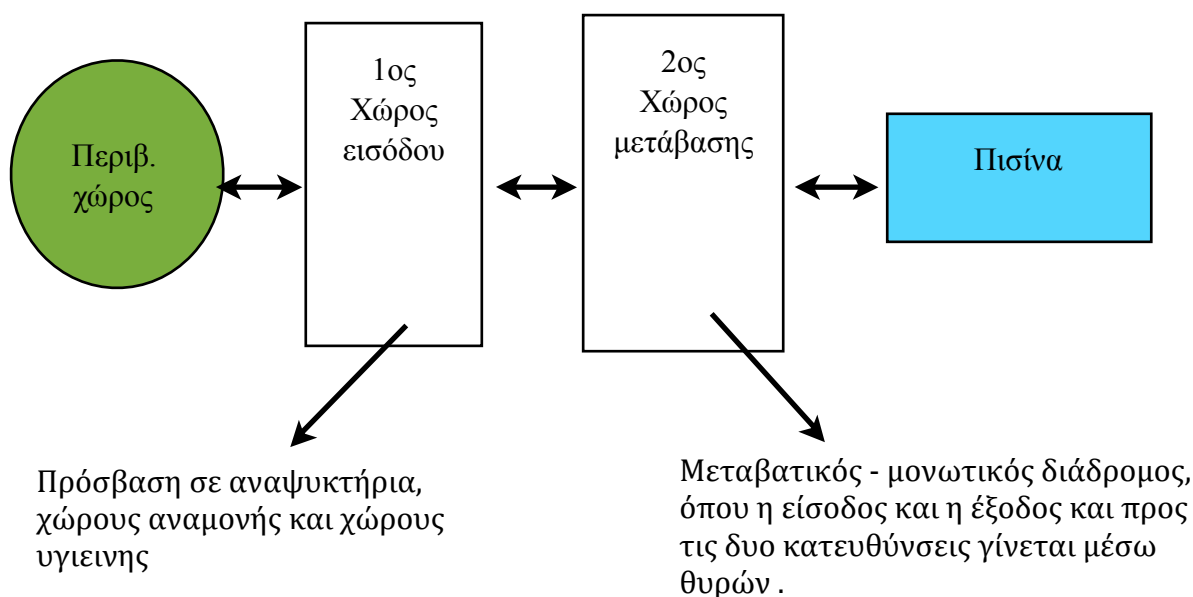
Το κομμάτι των κερκίδων το οποίο αποτελεί και το σημείο με τις μεγαλύτερες απώλειες ενεργειακά, μπορεί να προστατευτεί με την δημιουργία 2 διαδρόμων οι οποίοι θα μεσολαβούν από την είσοδο από τον περιβάλλοντα χώρο έως τις κερκίδες και την επαφή με το μικροκλίμα του αγωνιστικού χώρου. Η κατασκευή του επιπέδου διαδρόμου ουσιαστικά αφορά την κατασκευή μια ζώνης η οποία θα λειτουργεί ως "μονωτικός τοίχος" προστατεύοντας τις συνθήκες του μικροκλίματος της πισίνας από το μικρόκλιμα που δημιουργείται στον έξωτερικό διάδρομο από τον οποίο υπάρχει άμεση πρόσβαση από και προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο μονωτικός αυτός ενδιάμεσος διάδρομος θα υπηρετείται από τις αρχές των υβριδικών συστημάτων και μέσω αυτοματισμού θα επιτυγχάνονται απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες.

Οι διαστάσεις των διαδρόμων αυτών θα είναι σύμφωνες με τις διαταγές του κανονισμού πυροπροστασίας των κτιρίων όσον αφορά την ασφαλή προσέλευση και αποχώρηση των φιλάθλων.

Η πρόσβαση σε χώρους αναμονής ή στο χώρο του αναψυκτηρίου θα γίνεται μέσα από τον πρώτο διάδρομο. Έτσι κατά την καθημερινότητα όπου η προσέλευση των φιλάθλων είναι σχεδόν μηδενική και η προσέλευση στις κερκίδες αφορά μόνο σε συγγενικά ή φιλικά πρόσωπα αθλουμένων επιτυγχάνεται σαφής περιορισμός των ενεργειακών απωλειών. Όσοι ενδιαφέρονται να παρακολουθήσουν κάτι στον αγωνιστικό χώρο εισέρχονται στον δεύτερο διάδρομο και στη συνέχεια στις κερκίδες,

ενώ όσοι δεν ενδιαφέρονται για κάτι τέτοιο απλά παραμένουν στον πρώτο διάδρομο και κατά αυτό τον τρόπο δεν διαταράσσεται έντονα το θερμικό ισοζύγιο.



Σε όλους τους ενδιάμεσους - μεταβατικούς - μονωτικούς χώρους, αλλά και στους κύριους χώρους της κολυμβητικής δεξαμενής και των αποδυτηρίων θα τοποθετηθούν αισθητήρες για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας, έτσι ώστε να είναι απόλυτα ελέγξιμες οι συνθήκες λειτουργίας και αλληλοεπίδρασης των χώρων αυτών.

### 5.7 Ενεργειακό μοντέλο λειτουργίας

Οι προηγούμενες δράσεις αφορούν στο πώς θα μπορέσουμε να περιορίσουμε τις ενεργειακές απώλειες ή στο πώς θα υποβοηθήσουμε την προσδιδόμενη ενεργειακή προσφορά στο σύστημα. Το σημαντικότερο κομμάτι όσον αφορά την λειτουργία της κατασκευής μας όμως, έχει να κάνει με το ενεργειακό μοντέλο λειτουργίας, τον τρόπο δηλαδή με τον οποίο θα τροφοδοτήσουμε με ενέργεια την κατασκευή μας.

Οι βασικές ενεργειακές απαιτήσεις αφορούν τα εξής :

- Θέρμανση του νερού της πισίνας και διατήρηση της θερμοκρασίας αυτής στα ζητούμενα επίπεδα.
- Ζεστό νερό χρήσης για τα αποδυτήρια.
- Θέρμανση και ψύξη του αγωνιστικού χώρου, των κερκίδων, των αποδυτηρίων και των βοηθητικών χώρων

- Σωστός αερισμός του αγωνιστικού χώρου (και όχι μόνο) για την σωστότερη αφύγρανση.
- Φωτισμός αγωνιστικού χώρου και βοηθητικών χώρων - αποδυτηρίων.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις αυτού της κατασκευής θα καλυφθούν απο ένα σύστημα αεροθερμικής αντλίας θερμότητας, συστοιχία ηλιακών πανέλων, μια μονάδα επεξεργασίας του αέρα του χώρου και έναν λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

## 5.8 Αντλία θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι ένα ενιαίο μηχάνημα παραγωγής ζεστού και ψυχρού νερού, σχεδιασμένο για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και κλιματισμού ενός κτιρίου.

Η αεροθερμική αντλία θερμότητας αξιοποιεί προς όφελος μας ανεκμετάλλευτα ποσά θερμότητας στην ατμόσφαιρα ή στο έδαφος, αναλόγως τύπου, αεροθερμίας ή γεωθερμίας αντίστοιχα.

Αεροθερμία ή αεροθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που αποθηκεύεται στον αέρα της ατμόσφαιρας. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον και διαθέσιμη σε τεράστιες ποσότητες.

Τα αεροθερμικά συστήματα εκμεταλλεύονται το ενεργειακό δυναμικό του αέρα ώστε να ικανοποιούν τις ανάγκες για θέρμανση/ψύξη (ή δροσισμό) εσωτερικών χώρων, καθώς και για την παροχή ζεστού νερού χρήσης.

Μία γνωστή τεχνολογία από την οποία η αλλαγή στα ψυκτικά μέσα διεθνώς, για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τις συνέπειές της στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, έδωσε τα τελευταία χρόνια αντλίες θερμότητας με εξαιρετικούς βαθμούς απόδοσης και σημαντικά διευρυμένα θερμοκρασιακά όρια λειτουργίας. Αποτέλεσμα που σε συνδυασμό με την αύξηση των τιμών των καυσίμων, να καθιστούν την χρήση της οικολογικά και οικονομικά επιβεβλημένη.

Λειτουργεί ακριβώς όπως ένα κλιματιστικό μηχάνημα σε πιο μεγάλη κλίμακα, χρησιμοποιώντας ως μέσο μετάδοσης θερμότητας το νερό, όπως ακριβώς και στα συτήματα θέρμανσης με λέβητες.

Τους χειμερινούς μήνες, αντλεί ποσά ενέργειας από το περιβάλλον (75%) και τα αποδίδει υπό την μορφή θερμότητας σε ένα κλειστό κύκλωμα νερού θέρμανσης, με χρήση ηλεκτρικής και μόνο ενέργειας (25%), σημαντικά μικρότερης της ονομαστικής του απόδοσης.

Τους καλοκαιρινούς μήνες ο κύκλος αντιστρέφεται και ποσά θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον με αποτέλεσμα την ψύξη του εσωτερικού χώρου, προϋποθέτοντας την χρήση κατάλληλων εσωτερικών μονάδων με αποχέτευση (fan coils) και μονωμένων σωληνώσεων για την αντιμετώπιση των συμπυκνωμάτων.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα, των οποίων οι βαθμοί απόδοσης είναι πάντοτε μικρότεροι της μονάδας, εφόσον απλά μετασχηματίζουν την ενέργεια που καταναλώνουν, οι δείκτες απόδοσης των αντλιών θερμότητας, όπως τα COP και EER στην θέρμανση και στην ψύξη αντίστοιχα, ξεπερνούν το 4 στις περιπτώσεις των υψηλής κλάσης μηχανημάτων. Αυτό και μόνο αποδεικνύει την ενεργειακή υπεροχή των αντλιών θερμότητας.

Ο δείκτης COP = Coefficient of Performance αποτελεί το μέτρο αποδοτικότητας του κάθε συστήματος

Coefficient of Performance = Αποδιδόμενη θερμική ενέργεια του συστήματος (kWh) / Ηλεκτρική κατανάλωση του συστήματος (kWh)

Η αεροθερμική αντλία θερμότητας θα έχει τη δυνατότητα ανάκτησης θερμότητας. Η ανάκτηση θερμότητας είναι η διαδικασία κατά την οποία θερμότητα που θα διέφυγε στο περιβάλλον κατά κάποια θερμική διεργασία, ολόκληρη ή μέρος της ανακτάται και χρησιμοποιείται για άλλη διαδικασία που εξελίσσεται παράλληλα με την πρώτη. Γενικά όταν μια αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται στην ψύξη παράγει ως παραπροϊόν θερμότητα που απορρίπτεται στο περιβάλλον. Όταν αυτή την ενέργεια υπό την μορφή θερμότητας την εκμεταλλευόμαστε για παράδειγμα για να θερμάνουμε νερό (πισίνα ή νερό χρήσης) τότε κάνουμε ανάκτηση. Αν όμως δεν έχουμε ανάγκες ψύξης τότε δεν μπορούμε να ανακτήσουμε θερμότητα ως παραπροϊόν εφόσον δεν παράγουμε προϊόν. Ψύξη φυσικά δεν είναι απαραίτητη μόνο για τον κλιματισμό ενός χώρου αλλά μπορούμε να την χρειαζόμαστε για μια

διαδικασία αφύγρανσης ακόμα και σε χειμερινή περίοδο ιδίως σε θερμαινόμενες πισίνες εσωτερικού χώρου.

## 5.9 Ηλιακά πανέλα

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών:

- Ακάλυπτοι (πλαστικοί) συλλέκτες
- Επίπεδοι υαλοκάλυπτοι συλλέκτες
- Επίπεδοι υαλοκάλυπτοι συλλέκτες κενού

Σύμφωνα με έρευνα που έχει διεξαχθεί απο το ΚΑΠΕ οι ακάλυπτοι-πλαστικοί συλλέκτες κρίνονται ως η πιο ενδεδειγμένη λύση για την περίπτωση της θέρμανσης νερού κολυμβητικών δεξαμενών.



Εικ. 5.2 Ακάλυπτοι - πλαστικοί συλλέκτες [http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/ENERGY\\_RES\\_09/Chasapis.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/ENERGY_RES_09/Chasapis.pdf)

Το πλέγμα των ηλιακών συλλεκτών θα τοποθετηθεί στην οροφή της κολυμβητικής δεξαμενής και η επιφάνεια που θα πρέπει να καλύπτουν σύμφωνα με την ίδια έρευνα πρέπει να είναι περίπου ίδια με την επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής.

Στα θετικά ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι υπάρχει χαμηλό κόστος και σχετικά σύντομος χρόνος απόσβεσης ο οποίος υπολογίζεται στα 1 έως 5 έτη. Η χρήση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να είναι μικτή και αφορά την θέρμανση του νερού της πισίνας και την παροχή ζεστού νερού χρήσης των αποδυτηρίων. Η απόδοση του ηλιακού πεδίου εξαρτάται φυσικά από την τοποθεσία της κατασκευής αλλά και από την περίοδο λειτουργίας, αφού είναι γνωστό ότι το γεωγραφικό πλάτος και η εποχή είναι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια την απόδοση του συστήματος.

### **5.10 Συνεργασία συστημάτων**

Πρωτεύοντα ρόλο για την κάλυψη των θερμικών αλλά και των ψυκτικών αναγκών του κολυμβητηρίου παίζει η λειτουργία του συστήματος της αντλίας θερμότητας. Δευτερεύοντα στοιχεία λειτουργίας και συνεργασίας είναι τα δοχεία αποθήκευσης του ζεστού νερού χρήσης (ZNX) καθώς και κάποιοι εναλλάκτες θερμότητας και αέρα που χρησιμοποιούνται είτε στα συστήματα θέρμανσης είτε στα συστήματα αερισμού του κτιρίου.

Η αντλία θερμότητας παράγει αναλόγως εποχής ένα συνδυασμό ψυχρού και θερμού νερού, το οποίο μέσω διακριτών υδραυλικών δικτύων διοχετεύονται στην μονάδα επεξεργασίας αέρα (κλιματισμός, θέρμανση, αφύγρανση με μεταθέρμανση) και στον εναλλάκτη του δοχείου ZNX. Ταυτόχρονα το ηλιακό πεδίο, αναλόγως δυναμικότητας εποχής μπορεί να θερμαίνει σε διαδικασία προθέρμανσης, είτε καθολικά εναλλακτικά της αντλίας θερμότητας και τα ZNX και το νερό θέρμανσης για πισίνα και χώρο (θέρμανση, μεταθέρμανση για την διαδικασία της αφύγρανσης).

Ειδικευμένες αντλίες θερμότητας μπορούν να παράγουν και τα δύο φορτία ψυκτικά και θερμικά, αναλόγως των αναγκών και να ανακτούν τα κοινά συνδυασμένα φορτία. Αντίθετα απλές αντλίες θερμότητας με δυνατότητα ανάκτησης πρέπει να έχουν ψυκτικά φορτία για να παράγουν και ανακτώμενα θερμικά και σε ενδιάμεσες εποχές

που δεν υπάρχει ζήτηση ψύξης, η ζήτηση θερμικών φορτίων πρέπει να καλύπτεται με εναλλακτική πηγή.

Η συνεργασία όλων αυτών των συστημάτων γίνεται μέσω συστήματος αυτοματισμού αποτελούμενο από αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας, ηλεκτροκίνητες βάνες, ηλεκτροκίνητα dampers, και κεντρική μονάδα ελέγχου.

Η δοκιμασμένη σκληρή χρήση των αντλιών θερμότητας σε ιδιαίτερα απαιτητικούς χώρους ενεργειακά τις καθιστά αξιόπιστη λύση ως πρωτεύων ενεργειακό τροφοδότη της κατασκευής. Η ύπαρξη του λέβητα φυσικού αερίου υπάρχει καθαρά για λόγους υποστηρικτικής λύσης σε περιπτώσεις βλάβης ή σε περιπτώσεις μερικής επάρκειας του συστήματος εξαιτίας έντονων καιρικών φαινομένων.

## 5.11 Στέγαστρο

Η οροφή που αποτελεί και το κέλυφος της κατασκευής μας θα είναι μεταλλική και ουσιαστικά θα αποτελεί τη βάση του ηλιακού μας πεδίου. Ο χώρος αυτός για την συντριπτική πλειονότητα των κλειστών κολυμβητηρίων ανά τον κόσμο παραμένει ανεκμετάλλευτος. Πάνω στην οροφή θα τοποθετηθεί το σύνολο των ηλιακών συλλεκτών που αποτελούν βασικό τροφοδότη ενέργειας της κατασκευής μας. Η οροφή περιμετρικά θα φέρει τοίχωμα χαμηλού αλλά ικανού ύψους, ώστε να καλύπτεται οπτικά το σύνολο των ηλιακών συλλεκτών για να μην γίνεται αντιληπτό από κανέναν επισκέπτη.

Οι βασικές αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού για το κέλυφος μιας κατασκευής είναι ότι πρέπει να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης, ως φράγμα θερμικών απωλειών και ως θερμική αποθήκη. Η κατασκευή λοιπόν μια μεταλλικής οροφής με την κατάλληλα θερμομονωτικά μεταλλικά πάνελ και το φερόμενο πλέγμα ηλιακών συλλεκτών εξυπηρετεί και τις τρεις αυτές αρχές. Είναι προφανές ότι με την κατασκευή αυτού του είδους της οροφής δεν μπορούμε να έχουμε ενεργειακές "απολαβές" άμμεσου κέρδους όπως θα είχαμε σε μια κατασκευή με οροφή από υαλοστάσιο. Έχουμε όμως ενεργειακό κέρδος μέσω του ενεργητικού ηλιακού συστήματος των ηλιακών συλλεκτών και παράλληλα αποφεύγουμε όλες εκείνες τις δυσχερείς, για ένα αγωνιστικό κολυμβητήριο, συνθήκες της αντανάκλασης λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας ή της αίσθησης δυσφορίας λόγω εξάτμισης.



Η οροφή του κολυμβητηρίου θα αποτελεί της ύπαρξης μια ηλιακής κοιλάδας έτοιμης να προσδώσει ενέργεια φιλική προς το περιβάλλον που παραμένει αναίτια ανεκμετάλλευτη.

## 5.12 Περιβάλλον χώρος

Ο σχεδιασμός του Περιβάλλοντα χώρου ενός κλειστού Κολυμβητηρίου θα γίνει με γνώμονα αρχές που αφορούν την πρόσβαση, την παραμονή και την αποχώρηση μεγάλου αριθμού οχημάτων οι φιλαθλων σε αυτό.

Είναι απαραίτητο να εξασφαλίζονται τα εξής:

- Η άνετη δίοδος από το οδικό δίκτυο των οχημάτων ασφάλειας, τροφοδοσίας, συντήρησης των εγκαταστάσεων, των οχημάτων των θεατών, των αθλουμένων, των εργαζομένων στο κλειστό κολυμβητήριο και των οχημάτων μεταφοράς αθλητών στις περιπτώσεις τέλεσης αγώνων
- Η δημιουργία των προβλεπόμενων από τη νομοθεσία θέσεων στάθμευσης. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, πρέπει να αναζητηθεί οικόπεδο στην εγγύτερη περιοχή, που θα καλύψει τις θέσεις στάθμευσης που υπολείπονται, σύμφωνα με την ισχύουσα Νομοθεσία.
- Η άνετη και ασφαλής πρόσβαση, αποχώρηση και εσωτερική κυκλοφορία των οχημάτων μέσα στο οικόπεδο.
- Η ασφαλής κυκλοφορία εντός των ορίων του περιβάλλοντα χώρου των χρηστών του κλειστού κολυμβητηρίου. Επίσης πρέπει να διασφαλίζεται η άνετη και ασφαλής κυκλοφορία ΑμεΑ, με ή χωρίς αμαξίδια, καθώς και να υπάρχουν ειδικές διαδρομές, διαστρωμένες με ειδικά πλακίδια, για την κυκλοφορία τυφλών.

- Η έξοδος του κοινού στον περιβάλλοντα χώρο, μετά από κάθε αγώνα, πρέπει να είναι άνετη και ασφαλής και να επιτυγχάνεται μέσα στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα.

Σε αθλητικές εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας, στις οποίες διοργανώνονται εθνικοί και διεθνείς αγώνες, πρέπει να υπάρχει ζώνη, όπου η κυκλοφορία και η παραμονή των θεατών θα είναι απόλυτα ελεγχόμενη, τόσο κατά την προσέλευσή τους, όσο και κατά την παραμονή και αποχώρησή τους. Πρέπει να διασφαλίζεται ο διαχωρισμός των θεατών, κυρίως των φίλαθλων αντίπαλων ομάδων, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, όπως ορίζεται στο άρθρο 5 της Κ.Υ.Α. αρ. οικ. 46596/22-11-2004.

- Τα ειδικά οχήματα έκτακτης ασφάλειας (Αστυνομία, ΕΚΑΒ, Πυροσβεστική κ.τ.λ.) πρέπει να έχουν απρόσκοπτη προσπέλαση σε όλες τις περιοχές του Περιβάλλοντα Χώρου του Κλειστού Κολυμβητηρίου, καθώς και τη δυνατότητα να προσεγγίσουν τις θύρες του. Στο χώρο στάθμευσης θα υπάρχουν 3 μόνιμες θέσεις για αυτά τα οχήματα.
- Οι θέσεις στάθμευσης του κοινού πρέπει να είναι ομαδοποιημένες και να κατανέμονται σε διάφορα σημεία του Περιβάλλοντα Χώρου, πλησίον των εισόδων και εξόδων των θεατών, ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση και η αποχώρησή τους από περισσότερα σημεία.
- Στην περίπτωση που η περιοχή, όπου βρίσκεται το κλειστό κολυμβητήριο, δεν εξυπηρετείται επαρκώς από μέσα μαζικής μεταφοράς, ο αριθμός θέσεων στάθμευσης πρέπει να αυξηθεί ανάλογα και κατόπιν συνεννόησης με την ελέγχουσα Αρχή.

Η μεγάλη αυτή έκταση που θα καταλαμβάνεται από τις θέσεις στάθμευσης των αυτοκινήτων θα είναι στεγασμένη. Τα στέγαστρα αυτά θα φέρουν στην οροφή τους φωτοβολταϊκά πλαίσια και έτσι πέρα από τη σκίαση θα κατασκευαστεί επιπλέον και φωτοβολταϊκό πάρκο.

Το πρόσθετο αυτό ενεργειακό κέρδος δεν θα είναι άμεσο πρὸς εκμετάλλευση στο ενεργειακό ισοζύγιο του κολυμβητηρίου, ἀλλὰ ἔμμεσο ἀφοῦ ἡ ἀποδιδόμενη ἐνέργεια θα δίνεται στο δίκτυο τῆς Δ.Ε.Η..



Εικ. 5.3 Φωτοβολταϊκά πλαίσια που καλύπτουν στέγαστρα χώρος στάθμευσης (<http://saveplanet.gr/images/news/solar-parking.jpg>)

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η κατασκευή ενός αθλητικού κολυμβητηρίου είναι ένα έργο ιδιαίτερα σύνθετο τόσο στην μελέτη του όσο και στην κατασκευή του. Οι λειτουργικοί στόχοι της κατασκευής ενός τόσο μεγάλου έργου θα πρέπει να είναι αποσαφηνισμένοι από τους εμπλεκόμενους φορείς γιατί καθορίζουν πολλές από τις παραμέτρους κατασκευής. Οι παράμετροι αυτοί θα καθορίσουν βασικά στοιχεία της κατασκευής όπως είναι το μέγεθος της δεξαμενής και ο τρόπος κατασκευής της, το μέγεθος των κερκίδων και των βοηθητικών χώρων είτε εσωτερικά της κατασκευής είτε στον περιβάλλοντα χώρο της. Από αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά των χώρων του κολυμβητηρίου, θα μπορέσουν να δοθούν λύσεις και για το δεύτερο μεγάλο κομμάτι προς μελέτη και διευρέυση που αποτελεί η ενεργειακή διαχείριση του έργου.

Τα τελευταία χρόνια ο τομέας της ενεργειακής διαχείρισης, αποτελεί αντικείμενο προς διευρέυση σε υφιστάμενες και νεόδμητες κατασκευές αθλητικών χώρων. Με αφορμή κυρίως την οικονομική δυσπραγία των αρμόδιων οργανισμών, για την λειτουργία και τη συντήρηση των ιδιαίτερα ενεργοβόρων κατασκευών όπως είναι τα κολυμβητήρια και με αποτέλεσμα την αναστολή της λειτουργίας πολλών εξ'αυτών γίνεται επιτακτική η ανάγκη να υπάρξει μια διαφορετική προσέγγιση στο σχεδιασμό αυτών των χώρων.

Οι μελέτες αυτών των χώρων πρέπει να είναι συνδυαστικές και εκτός από την τήρηση των απαιτούμενων κατασκευαστικών προδιαγραφών θα πρέπει να ενσωματώνουν ενεργειακές αρχές και λειτουργίες, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται και οικονομικότερη βιωσιμότητα της κατασκευής.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πέρα από την παρουσίαση των κατασκευαστικών απαιτήσεων, προσπάθησα μέσω μια πρότασης για ένα νεόδμητο κολυμβητήριο να αναδείξω την αναγκαιότητα που υπάρχει ώστε η μελέτη ενός κολυμβητηρίου να γίνεται συνδυαστικά και οι αλληλοεμπλεκόμενες αρχιτεκτονικές και βιοκλιματικές αρχές να δίνουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα για την ενεργειακή διαχείριση της κατασκευής.

## Αναφορές - Βιβλιογραφία

- [1] Juan de Cusa Ramos, Σχεδιασμός πισίνας, "Κλειδάριθμος", Αθήνα 1998.
- [2] John Dawes, Design & planning of swimming pools, ISPE Handbook, England 1986
- [3] Μπαλαράς Κωνσταντίνος Α. (1996). *Στρατηγικές εξοικονόμησης ενέργειας σε αθλητικά κέντρα – Ενεργειακή βελτιστοποίηση και προτάσεις για την ποιότητα των εσωτερικών συνθηκών*. Εκδόσεις «Άνωση», Αθήνα.
- [4] Περδίδος Σταμάτης Δ. (2007). *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές*. Τόμος Α, ΤεκΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα
- [5] Περδίδος Σταμάτης Δ. (2007). *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές*. Τόμος Β, ΤεκΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα.

## Διαδύκτιο

- [6] [http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika\\_Hliaka\\_Systemata.pdf](http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf)
- [7] [http://library.tee.gr/digital/books\\_notee/book\\_60757/book\\_60757\\_perdios.pdf](http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60757/book_60757_perdios.pdf)
- [8] <http://www.4m.gr/services/manuals/HYDROSTRAD%20P.pdf>
- [9] [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/bathing/srwe2full.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2full.pdf)
- [10] <http://www.ktiriaka.gr/Default.aspx?ch=77>
- [11] [http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464\\_ec5.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464_ec5.pdf)
- [12] [http://www.renovat.gr/technical/pisina/kataskeui\\_pisina](http://www.renovat.gr/technical/pisina/kataskeui_pisina)
- [13] [http://ygromonosi.blogspot.gr/2011/03/blog-post\\_7091.html](http://ygromonosi.blogspot.gr/2011/03/blog-post_7091.html)
- [14] <http://www.multisoft.gr/piscina/piscina-2011>
- [15] <http://www.ideales.gr/sites/default/files/file/THE-ECO-POOL-ENTIPO.pdf>
- [16] <http://buildinggreen.gr/sustainable-project>
- [17] <http://www.aktor.gr/>
- [18] <http://content.yudu.com/Library/A1ua8x/Ecodomein1/resources/114.htm>

- [19] [http://library.tee.gr/digital/m2362/m2362\\_ladopoulos.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2362/m2362_ladopoulos.pdf)
- [20] <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
- [21] <http://www.minenv.gr/>
- [22] <http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=5&C=418&P=2>
- [23] <http://www.barrisolwelch.com/barrisol-acoustics/barrisol-stretch-ceiling-london-2012-olympic-games/>
- [24] <http://www.architectureholic.com/4965/bioclimatic-indoor-swimming-pool-tropical-garden.html/>
- [25] <http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/articles/2009-07-41.pdf>
- [26] <http://architecture.web.auth.gr/en/home/>
- [27] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>
- [28] <http://www.boudouri.gr/sistim.php>
- [29] [http://www.duol.eu/duol\\_air\\_domes\\_1/pools\\_70.html](http://www.duol.eu/duol_air_domes_1/pools_70.html)
- [30] <http://www.hachp.gr>
- [31] <http://www.rae.gr/>
- [32] <http://energy.gov/>
- [33] [http://www.fina.org/H2O/docs/rules/FINAFacilitiesrules\\_20132017.pdf](http://www.fina.org/H2O/docs/rules/FINAFacilitiesrules_20132017.pdf)
- [34] <http://www.eurostar-solar.com/solar-pool-heaters-gr.html>
- [35] [http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1\\_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf)
- [36] <http://www.ntua.gr/arch/geometry/postgrad/Ventilation2notes.pdf>
- [37] <http://el.wikipedia.org/wiki/Βιομάζα>
- [38] <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/archike>
- [39] <http://www.green-tech.com.gr/>
- [40] <http://www.bluebox.gr>