



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

**ΟΔΗΓΟΣ**

***Για την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών και μέτρων  
στις αθλητικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα***

**Επιμέλεια:**



**Συγγραφή:**



**Συγγραφική ομάδα:**

- Σωτήρης Καρέλλας, Καθηγητής ΕΜΠ
- Πλάτων Πάλλης, Διδάκτωρ ΕΜΠ
- Γιώργος Παντελίδης, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ



**Με τη συγχρηματοδότηση  
της Ευρωπαϊκής Ένωσης**



**Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action**

---

### **Δήλωση αποποίησης ευθυνών**

Αυτό το έγγραφο δημιουργήθηκε με την οικονομική βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Γερμανικού Ομοσπονδιακού Υπουργείου Οικονομικών Υποθέσεων και Κλιματικών Δράσεων στο πλαίσιο του έργου «Τεχνική Υποστήριξη για τις Επενδύσεις Καθαρής Ενέργειας υπό το Ελληνικό Σχέδιο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας». Οι απόψεις που εκφράζονται στο παρόν σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθούν ότι αντικατοπτρίζουν την επίσημη άποψη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Γερμανικού Ομοσπονδιακού Υπουργείου Οικονομικών Υποθέσεων και Κλιματικών Δράσεων.

---

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο Οδηγός Ενεργειακής Αναβάθμισης και Σχεδιασμού των υφιστάμενων και νέων αθλητικών εγκαταστάσεων της Ελλάδας αποσκοπεί στη διευκόλυνση υλοποίησης ενεργειακών ελέγχων και μελετών στις αθλητικές εγκαταστάσεις της Ελλάδας, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του νόμου 4342/2015 για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της χώρας και τη μείωση του ενεργειακού της αποτυπώματος. Προτού ακολουθήσει η παρουσίαση του περιεχομένου του παρόντος τεύχους, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στην πολύτιμη συνδρομή της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού στον σχεδιασμό και στην υλοποίησή του, παρέχοντας επιπροσθέτως όλα τα απαραίτητα κατασκευαστικά & ενεργειακά δεδομένα, τεχνικές περιγραφές των εν λειτουργία συστημάτων καθώς και τις τεχνικές προδιαγραφές όλων των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια.

Ιδιαίτερος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους:

- Καθ. Γεώργιο Μαυρωτά, Γενικό Γραμματέα Αθλητισμού
- κο. Δημήτριο Γιάκα, Διευθυντή Τεχνικών Αθλητικών Έργων και Υποδομών
- κα. Παρασκευή Ζορμπά, Προϊσταμένη του Τμήματος Ενεργειακής Αναβάθμισης Αθλητικών Εγκαταστάσεων
- τα στελέχη του Τμήματος Ενεργειακής Αναβάθμισης Αθλητικών Εγκαταστάσεων
  - ο κα. Ευθυμία Απιδοπούλου
  - ο κο. Σωφρονά Γιώργο

Τέλος ευχαριστούμε όλο το προσωπικό που στελεχώνει τις σχετικές διευθύνσεις των αθλητικών κέντρων της ελληνικής επικράτειας, για την άριστη συνεργασία και την άμεση ανταπόκριση στην παροχή δεδομένων.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε το δικηγορικό γραφείο Κ. Βλαχογιάννης και Συνεργάτες για την υποστήριξη των ενοτήτων του οδηγού που αφορούν τις διαγωνιστικές διαδικασίες.

Η προσφορά τους στην υλοποίηση του παρόντος Οδηγού ήταν μεγάλη και αναγνωρίζεται από όλα τα μέλη της συγγραφικής ομάδας.

Κλείνοντας, οφείλουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ και στην ομάδα μηχανικών της συγγραφικής ομάδας που λειτούργησε υποστηρικτικά σε όλα τα βήματα σχεδιασμού, συγγραφής και επιμέλειας του Οδηγού. Ευχαριστούμε την κα Επαμεινώνδια Αγγέλου, Πολιτικό Μηχανικό ΑΠΘ και τον κο Παναγιώτη Ρηγόπουλο, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό ΕΜΠ.

---

*Πίνακας περιεχομένων*

<b>1.</b>	<b>Εισαγωγή .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Βασικές αρχές διαχείρισης της ενέργειας στις αθλητικές εγκαταστάσεις.....</b>	<b>12</b>
2.1.	Γενική περιγραφή ενεργειακού προφίλ αθλητικών εγκαταστάσεων.....	12
2.2.	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων .....	13
2.2.1.	Γενικά χαρακτηριστικά .....	13
2.2.2.	Κατηγορίες εγκαταστάσεων.....	14
2.2.3.	Βασικές χρήσεις καταναλώσεων ενέργειας ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.....	16
2.2.4.	Λειτουργικά χαρακτηριστικά ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.....	17
2.2.5.	Βασικές παράμετροι επηρεασμού κατανάλωσης.....	19
2.3.	Περιγραφή των βασικών βημάτων εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων και παρουσίαση σχετικών παραδειγμάτων .....	21
2.3.1.	Παρουσίαση των ισχυόντων κανονιστικών και νομοθετικών πλαισίων των ενεργειακών ελέγχων .....	21
2.3.2.	Περιγραφή του ενεργειακού ελέγχου/σχεδιασμού σε υφιστάμενες/νέες αθλητικές εγκαταστάσεις και παράμετροι υπολογισμού .....	23
2.3.3.	Μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων σε υφιστάμενες αθλητικές εγκαταστάσεις και εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων για κάθε χρήση.....	29
2.3.4.	Μεθοδολογία εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τις αρχές του σχεδιασμού των νέων αθλητικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το εκτιμώμενο ενεργειακό προφίλ.....	39
2.3.5.	Βασικές αρχές για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας βάσει ISO50001, ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, και μεθοδολογία μέτρησης και παρακολούθησης.....	41
2.3.6.	Πρακτικές χαμηλού κόστους για την αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών φορτίων .....	43
2.3.7.	Παραδείγματα εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων σε τυπικές αθλητικές εγκαταστάσεις .....	44
<b>3.</b>	<b>Τεχνικοοικονομική περιγραφή των τεχνολογιών ενεργειακής αναβάθμισης των αθλητικών εγκαταστάσεων.....</b>	<b>61</b>
3.1.	Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας .....	61
3.1.1.	Μέτρα μηδενικού και χαμηλού κόστους.....	61
3.1.2.	Συστήματα παραγωγής για Θέρμανση – Ψύξη – ZNX υψηλού βαθμού απόδοσης.....	63
3.1.3.	Διαχείριση δικτύων νερού – αέρα.....	66
3.1.4.	Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Ελέγχου.....	67
3.1.5.	Ενεργειακά κουφώματα .....	69
3.1.6.	Θερμομόνωση δομικών στοιχείων .....	73

---

3.1.7.	Φωτισμός νέας τεχνολογίας .....	81
3.2.	Νέες τεχνολογίες εξοικονόμησης/παραγωγής αποκεντρωμένης ενέργειας .....	84
3.2.1.	Συμπαραγωγή – Τριπαραγωγή .....	84
3.2.2.	Ηλιοθερμία – Ηλιακή Ψύξη .....	87
3.2.3.	Αποθήκευση θερμικής ενέργειας .....	93
3.2.4.	Ανάκτηση/αξιοποίηση θερμότητας .....	95
3.2.5.	Φωτοβολταϊκά Συστήματα / Συσσωρευτές .....	95
3.2.6.	Εναλλάκτες αερισμού .....	100
3.2.7.	Χρήση βιομάζας .....	102
3.2.8.	Γεωθερμικά Συστήματα .....	106
3.2.9.	Παθητικά συστήματα .....	109
3.2.10.	Εφαρμογή υλικών αλλαγής φάσης (Phase Change Materials) στο κέλυφος .....	116
3.2.11.	Υβριδικά Συστήματα .....	118
3.2.12.	Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων .....	119
3.3.	Ενδεδειγμένες τεχνολογίες ανά κατηγορία εγκαταστάσεων .....	121
<b>4.</b>	<b>Οικονομική ανάλυση Κόστους-Οφέλους των ενεργειακών παρεμβάσεων ανά κατηγορία εγκατάστασης .....</b>	<b>124</b>
4.1.	Παράμετροι αξιολόγησης επεμβάσεων εξοικονόμησης .....	124
4.1.1.	Κατηγορίες εγκαταστάσεων που μπορούν να εφαρμοστούν .....	124
4.1.2.	Κόστος υλοποίησης .....	124
4.1.3.	Οικονομικό όφελος υλοποίησης .....	125
4.1.4.	Βελτίωση συνθηκών άνεσης .....	125
4.1.5.	Μείωση ανθρακικού αποτυπώματος – κατανάλωσης νερού .....	127
4.2.	Υπολογισμός κόστους .....	128
4.3.	Υπολογισμός εσόδων/οφέλους από την εξοικονόμηση και την παραγωγή ενέργειας .....	128
4.4.	Έλεγχος βιωσιμότητας έργου (εφαρμογή της μεθόδου LCCA) .....	129
4.5.	Υπολογισμός συμπληρωματικών οικονομικών δεικτών .....	132
4.6.	Επεξεργασία αποτελεσμάτων από την οικονομική ανάλυση και ιεράρχηση επεμβάσεων .....	135
4.7.	Εργαλεία χρηματοδότησης .....	136
4.7.1.	Εισαγωγή .....	136
4.7.2.	Πρόγραμμα ΗΛΕΚΤΡΑ .....	136
4.7.3.	Ταμείο Υποδομών .....	138
<b>5.</b>	<b>Διαδικασία υλοποίησης .....</b>	<b>140</b>
5.1.	Γενικά .....	140
5.2.	Υφιστάμενες Εγκαταστάσεις .....	142

---

---

5.2.1.	Στοιχεία τευχών υλοποίησης του έργου.....	142
5.2.2.	Καταγραφή απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιούνται - Εναρμόνιση με την εθνική νομοθεσία. ....	146
5.2.3.	Διαγωνιστικές διαδικασίες.....	147
5.2.4.	Διαδικασίες λειτουργικής παραλαβής.....	147
5.2.5.	Συντήρηση.....	149
5.2.6.	Παροπλισμός – παύση χρήσης και διαχείριση /διάθεση υλικών.....	150
5.3.	Σε Νέες Εγκαταστάσεις .....	151
5.3.1.	Στοιχεία τευχών υλοποίησης του έργου.....	151
5.3.2.	Καταγραφή απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιούνται - Εναρμόνιση με την εθνική νομοθεσία. ....	152
5.3.3.	Διαγωνιστικές διαδικασίες.....	152
5.3.4.	Διαδικασίες λειτουργικής παραλαβής.....	152
5.3.5.	Συντήρηση.....	152
5.3.6.	Παροπλισμός – παύση χρήσης και διαχείριση /διάθεση υλικών.....	152
<b>6.</b>	<b>Παραδείγματα εφαρμογής ενεργειακών αναβαθμίσεων σε αθλητικές εγκαταστάσεις.....</b>	<b>153</b>
6.1.	Παρουσίαση παραδειγμάτων και εμπειρίες υλοποιημένων ενεργειακών αναβαθμίσεων σε αθλητικές εγκαταστάσεις .....	153
6.1.1.	Ενεργειακή Μελέτη για την Αναβάθμιση των Υποδομών του Παπαχαραλάμπειου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου [51] .....	153
6.1.2.	Ενεργειακή Μελέτη για την Αναβάθμιση του Κλειστού Κολυμβητηρίου Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός» [48] .....	195
6.2.	Παρουσίαση παραδειγμάτων και εμπειρίες νέων αθλητικών εγκαταστάσεων υψηλής ενεργειακής απόδοσης.....	219
<b>7.</b>	<b>Επίλογος.....</b>	<b>234</b>
<b>8.</b>	<b>Αναφορές .....</b>	<b>235</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Διαγωνιστικές διαδικασίες.....</b>	<b>238</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: Υπολογισμοί στα παραδείγματα ενεργειακών αναβαθμίσεων.....</b>	<b>268</b>

---

## 1. Εισαγωγή

Η Γενική Γραμματεία Αθλητισμού (Γ.Γ.Α.) αποτελεί φορέα του Ελληνικού Κράτους, ο οποίος υπάγεται στο Υπουργείο Πολιτισμού και Αθλητισμού, και έχει βασική αποστολή τον στρατηγικό σχεδιασμό, την εφαρμογή και την εποπτεία της αθλητικής πολιτικής της χώρας. Πιο συγκεκριμένα, το έργο της περιλαμβάνει:

- την καλλιέργεια, τη διάδοση και την εμπέδωση του αθλητικού πνεύματος σε όλο το κοινωνικό σύνολο.
- τη διασφάλιση των αξιών του Ολυμπισμού και τη διάδοση του Ολυμπιακού Πνεύματος
- την πρόληψη και τη διασφάλιση της υγείας κάθε αθλουμένου.
- τη θεσμική, επιστημονική, υλικοτεχνική και οικονομική αρωγή των εποπτευομένων δημοσίων και ιδιωτικών αθλητικών φορέων (Ν.Π.), προκειμένου να εξασφαλίζεται ο συνδυασμός ποιότητας και αποτελεσματικότητας στο παραγόμενο αθλητικό έργο τους.
- την αξιολόγηση της δράσης πάσης φύσεως προσώπων ή φορέων, που διέπονται από την αθλητική πολιτική της χώρας, σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις και τον εκάστοτε διαμορφούμενο στρατηγικό σχεδιασμό.

Στις προαναφερθείσες αρμοδιότητες της Γ.Γ.Α. υπάγεται και η σύνταξη του παρόντος Τεύχους, το οποίο αποτελεί τον Οδηγό Ενεργειακής Αναβάθμισης και Σχεδιασμού των υφιστάμενων και νέων αθλητικών εγκαταστάσεων της Ελλάδας, συνεισφέροντας στη συνολική προσπάθεια μείωσης των ρύπων και προστασίας του περιβάλλοντος. Η εξοικονόμηση ενέργειας και η στροφή σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας συνιστούν απαίτηση των καιρών μας, δημιουργώντας την ανάγκη για υιοθέτηση στοχευμένων και οικονομικά αποδοτικών μέτρων, τα οποία θα αναβαθμίσουν τις αθλητικές εγκαταστάσεις, μειώνοντας το ενεργειακό τους αποτύπωμα και βελτιώνοντας την ποιότητα των παρεχόμενων συνθηκών και υπηρεσιών προς τον αθλούμενο.

Στο παρόν τεύχος εξετάζονται τα χαρακτηριστικά του αποθέματος αθλητικών εγκαταστάσεων της χώρας, αναλύονται οι ενεργειακές καταναλώσεις τους και οι τρόποι υπολογισμού τους, και παρουσιάζονται ανταγωνιστικές λύσεις ενεργειακής αναβάθμισης και προοπτικές ενεργειακού σχεδιασμού. Παράλληλα, εκτιμάται η οικονομική αποδοτικότητα που προσφέρει η υιοθέτηση μέτρων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης ή παραγωγής αποκεντρωμένης ενέργειας, και υποδεικνύεται η διαδικασία υλοποίησης και η σειρά ενεργειών, από τη μελέτη μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Πιο συγκεκριμένα, ο Οδηγός Ενεργειακής Αναβάθμισης και Σχεδιασμού των υφιστάμενων και νέων αθλητικών εγκαταστάσεων της Ελλάδας περιλαμβάνει έξι ενότητες, συμπεριλαμβανόμενης και της παρούσας, καθεμία από τις οποίες προσεγγίζει την έννοια του Ενεργειακού Ελέγχου και Σχεδιασμού των αθλητικών μονάδων και στοχεύει στην κατανόηση της διαδικασίας διεκπεραίωσής τους.

---

Την **πρώτη ενότητα** καταλαμβάνει η εισαγωγή στο παρόν τεύχος, η οποία περιγράφει τους στόχους και τις αρμοδιότητες της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού και παρουσιάζει τα ζητήματα που επεξεργάζεται ο Οδηγός Ενεργειακής Αναβάθμισης και Σχεδιασμού των υφιστάμενων και νέων αθλητικών εγκαταστάσεων της Ελλάδας.

Η **δεύτερη ενότητα** πραγματεύεται τις βασικές αρχές διαχείρισης της ενέργειας στις αθλητικές εγκαταστάσεις, ξεκινώντας με την περιγραφή του ενεργειακού προφίλ του αποθέματος αθλητικών κέντρων και συνεχίζοντας με τον διαχωρισμό του σε κατηγορίες. Για κάθε κατηγορία αθλητικής μονάδας παρουσιάζονται τα βασικά είδη καταναλώσεων που λαμβάνουν χώρα, τα λειτουργικά της χαρακτηριστικά και οι παράγοντες που υπεισέρχονται και επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας. Στη συνέχεια περιγράφονται οι τρόποι εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων, σύμφωνα με τα ισχύοντα κανονιστικά και νομοθετικά πλαίσια. Αρχικά, παρουσιάζεται η μεθοδολογία της διαδικασίας του Ενεργειακού Ελέγχου, για την περίπτωση της αναβάθμισης μίας υφιστάμενης αθλητικής μονάδας, και του Ενεργειακού Σχεδιασμού, για την περίπτωση της ανέγερσης μίας νέας αθλητικής εγκατάστασης. Τις θεωρητικές περιγραφές συμπληρώνουν τα παραδείγματα εκτίμησης ενεργειακών καταναλώσεων σε τυπικές αθλητικές εγκαταστάσεις και οι βασικές αρχές που διέπουν την παρακολούθηση και τη διαχείριση των ενεργειακών φορτίων βάσει ISO50001.

Η **τρίτη ενότητα** περιλαμβάνει την τεχνικοοικονομική περιγραφή των τεχνολογιών ενεργειακής αναβάθμισης των αθλητικών εγκαταστάσεων, και πιο συγκεκριμένα, τις διαχωρίζει σε προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και σε νέες τεχνολογίες εξοικονόμησης/παραγωγής αποκεντρωμένης ενέργειας. Στην πρώτη κατηγορία περιέχονται μέτρα χαμηλού κόστους και αποδεδειγμένες λύσεις, που εφαρμόζονται συχνά με στόχο την μείωση των απωλειών θερμότητας και της κατανάλωσης συμβατικών μορφών καυσίμου. Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται νέα καινοτόμα ή /και σύγχρονα συστήματα, κάποια εκ των οποίων βρίσκονται σε χαμηλή ωριμότητα του κύκλου ζωής τους, και συχνά λειτουργούν μέσω της αξιοποίησης ανανεώσιμων μορφών ενέργειας.

Στην **τέταρτη ενότητα** πραγματοποιείται οικονομική ανάλυση οφέλους-κόστους και βιωσιμότητας ενός έργου ενεργειακής αναβάθμισης, μέσα από την εφαρμογή κατάλληλων οικονομικών μεθόδων. Επιπλέον, παρουσιάζονται βασικά εργαλεία χρηματοδότησης, τα οποία δύναται να συνεισφέρουν οικονομικά και με άμεσο τρόπο, στη διεκπεραίωση ενός έργου τέτοιας εμβέλειας.

Η **πέμπτη ενότητα** περιγράφει όλα τα στάδια υλοποίησης ενός αθλητικού κέντρου ενεργειακών προδιαγραφών, είτε πρόκειται για υφιστάμενη είτε για νέα μονάδα, από τη μελέτη μέχρι την κατάθεση και την έγκριση του έργου. Πέρα από τις διαδικασίες διεκπεραίωσης του φακέλου και κατασκευής του έργου, παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις προδιαγραφές, που πρέπει να πληρούνται, την εναρμόνιση με την εθνική νομοθεσία και τα σημεία αξιολόγησης κατά τους διαγωνισμούς ανάδειξης αναδόχου.



Τέλος, στην **έκτη ενότητα** παρουσιάζονται δύο παραδείγματα από υλοποιημένα έργα ενεργειακών αναβαθμίσεων σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις του ελλαδικού χώρου, καθώς και ένα παράδειγμα σύγχρονης μελέτης για την κατασκευή ενός νέου βιοκλιματικού αθλητικού κέντρου με υψηλές ενεργειακές προδιαγραφές. Και στις τρεις περιπτώσεις, ενσωματώθηκαν τα κύρια σημεία των ενεργειακών μελετών, συνοδευόμενα από τους υπολογισμούς και τη συλλογιστική πορεία που ακολουθήθηκε.

➤ **Σε ποιους απευθύνεται**

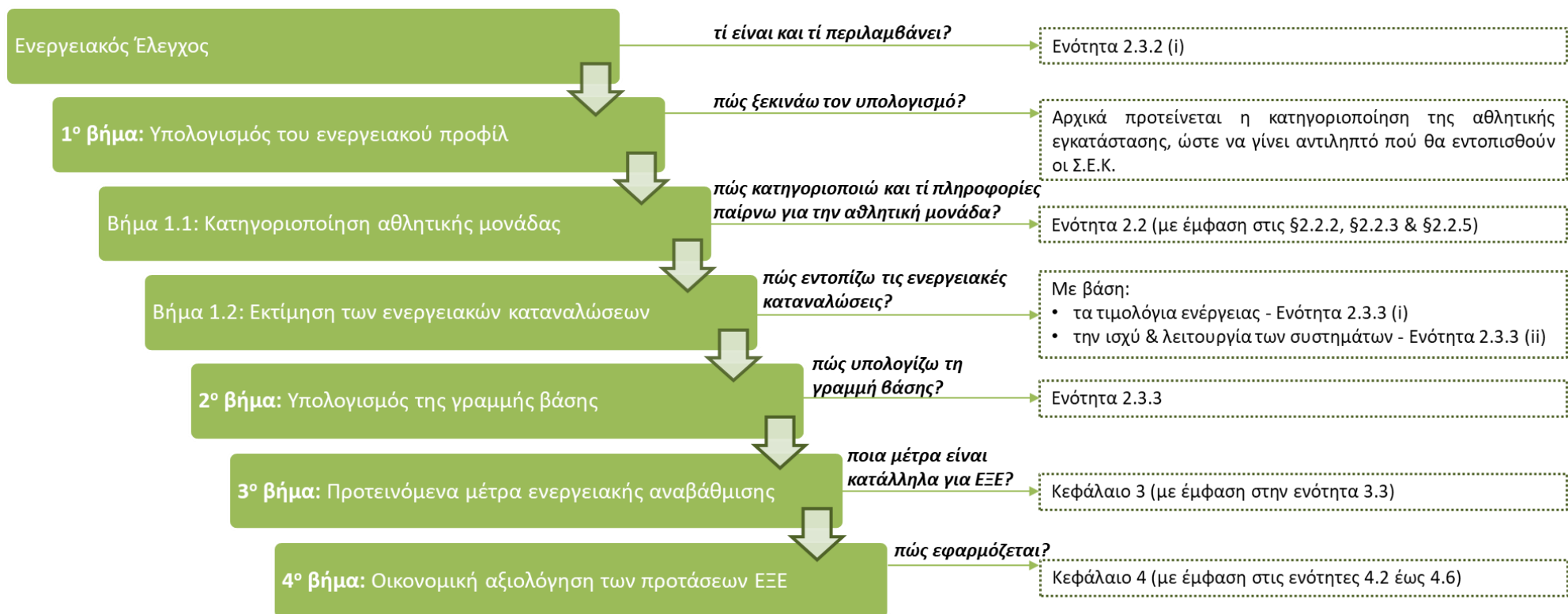
Ο παρών οδηγός για την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών και μέτρων στις αθλητικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα απευθύνεται σε μηχανικούς, που δραστηριοποιούνται στον τομέα της Ενέργειας, και έχει ως κύριο στόχο να προσαρμόσει και να προσανατολίσει τις γνώσεις και την εμπειρία τους στα χαρακτηριστικά των αθλητικών μονάδων. Η προσέγγιση του οδηγού ακολουθεί την σειρά του Διαγράμματος 1.1.



*Διάγραμμα 1.1: Απεικόνιση της διαδικασίας για την προσέγγιση του παρόντος Οδηγού.*

➤ **Κύρια σημεία – Προσέγγιση του Οδηγού Ενεργειακής Αναβάθμισης και Σχεδιασμού από τον μελετητή / μηχανικό**

Παρόλο που οι ενεργειακές μελέτες και επιθεωρήσεις ακολουθούν την ίδια διαδικασία σε κάθε είδους μονάδα (βιομηχανική, αθλητική, υπηρεσιών κλπ), κρίθηκε σημαντικό στο παρόν τεύχος να δοθεί έμφαση στα σημεία της μελέτης που χρήζουν ιδιαίτερης σημασίας και προσοχής για την ορθή διεκπεραίωση του ενεργειακού ελέγχου/σχεδιασμού μίας αθλητικής εγκατάστασης. Στα διαγράμματα 1.2 και 1.3 παρουσιάζονται τα βήματα των παραπάνω διαδικασιών και γίνονται οι αντίστοιχες παραπομπές στα σημεία ανάλυσης του παρόντος οδηγού. Επιπλέον, περιέχονται και σχετικά παραδείγματα, ως πρακτική επεξήγηση του θεωρητικού μέρους.



**Διάγραμμα 1.2:** Απεικόνιση της διαδικασίας διεκπεραίωσης ενεργειακού ελέγχου σε υφιστάμενη αθλητική μονάδα.

Ενεργειακός Σχεδιασμός				
Βήμα	Εργασία	Περιεχόμενο		
Ενότητα 2.3.4	1	Περιγραφή εγκατάστασης & ανάλυση λειτουργίας	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τοποθεσία</li> <li>• Κλιματικά δεδομένα</li> <li>• Αρχιτεκτονικά στοιχεία</li> <li>• Ωράριο λειτουργίας</li> <li>• Παρεχόμενες υπηρεσίες</li> <li>• Αθλήματα &amp; πλήθος που θα εξυπηρετείται</li> </ul>	Ενότητα 2.3.2 (iii)
	2	Δημιουργία ενεργειακού κελύφους	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Βιοκλιματικός Σχεδιασμός</li> <li>• Επίτευξη στόχων ΚΕΝΑΚ</li> <li>• Διαμόρφωση κελύφους σχεδόν μηδενικών απωλειών</li> <li>• Χρήση υλικών υψηλών ενεργειακών προδιαγραφών</li> </ul>	
Χρήση ειδικών υπολογιστικών προγραμμάτων	3	Εφαρμογή ενεργειακών Η/Μ συστημάτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η/Μ υψηλού β.α.</li> <li>• Αξιοποίηση ΑΠΕ</li> <li>• Νέες τεχνολογίες</li> <li>• Συστήματα ελέγχου &amp; διαχείρισης ενέργειας</li> </ul>	Κεφάλαιο 3
	4	Μοντελοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Του κτηριακού κελύφους</li> <li>• Των Η/Μ συστημάτων</li> <li>• Των εξωτερικών συνθηκών</li> </ul>	
Κεφάλαιο 4 (με έμφαση στις ενότητες 4.2 έως 4.6)	5	Κατάταξη σε ενεργειακή κλάση & πρόβλεψη του ενεργειακού προφίλ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μελέτη ενεργειακής απόδοσης</li> <li>• Υπολογισμός ενεργειακών απαιτήσεων</li> <li>• Εκτίμηση καταναλώσεων ανά μορφή ενέργειας</li> <li>• Προσδιορισμός εκπομπών CO<sub>2</sub></li> </ul>	Ενότητα 2.3.3 (ii) και χρήση των αντίστοιχων κανονισμών/οδηγιών
	6	Οικονομική ανάλυση της επένδυσης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υπολογισμός οικονομικών δεικτών</li> <li>• Επίτευξη οικονομικής αποδοτικότητας</li> <li>• Μικρή περίοδος απόσβεσης</li> </ul>	

**Διάγραμμα 1.3:** Απεικόνιση της διαδικασίας διεκπεραίωσης ενεργειακού σχεδιασμού σε νέα αθλητική μονάδα.

---

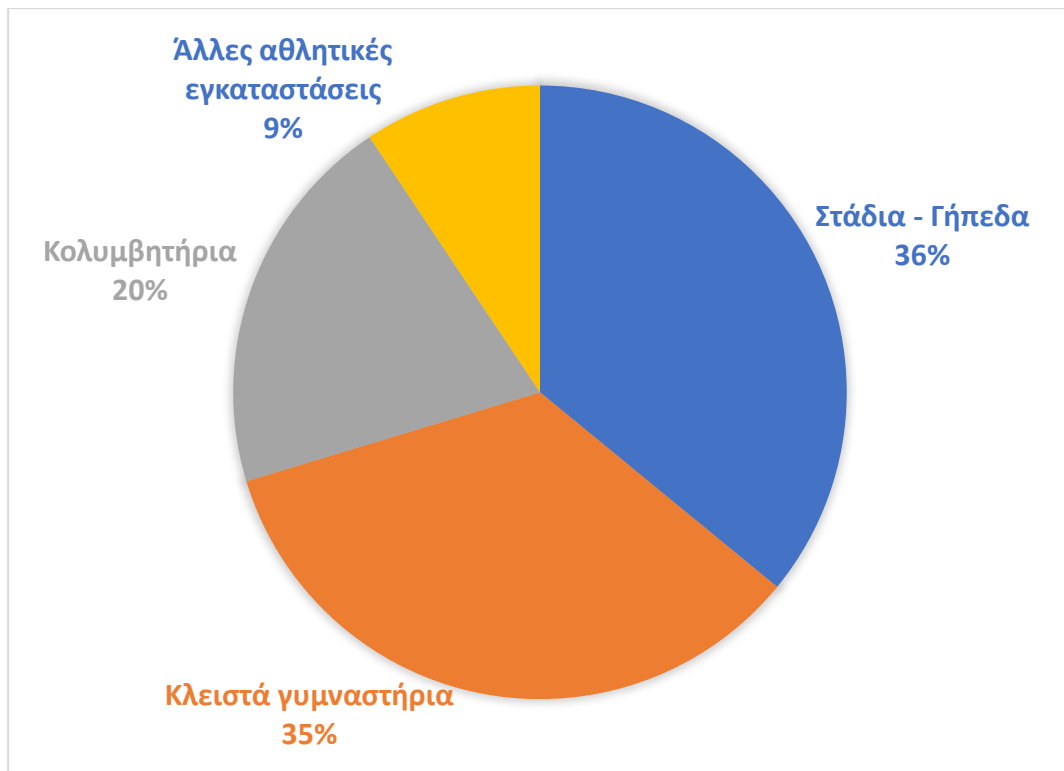
## **2. Βασικές αρχές διαχείρισης της ενέργειας στις αθλητικές εγκαταστάσεις**

### **2.1. Γενική περιγραφή ενεργειακού προφίλ αθλητικών εγκαταστάσεων**

Η παρουσία και η ανέγερση αθλητικών εγκαταστάσεων σε όλα τα μέρη της ελληνικής επικράτειας επιβεβαιώνει τον αθλητικό χαρακτήρα της χώρας με εμφανή τη διάθεση για συνεχή ανάπτυξη και εξέλιξη, μέσα από την εναρμόνιση των κέντρων αθλητισμού στις ανάγκες της σύγχρονης εποχής. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε νομό της Ελλάδας εντοπίζονται μικρές και μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις, με τα κυριότερα εθνικά αθλητικά κέντρα να συγκεντρώνονται στις πρωτεύουσες των νομών, φιλοξενώντας ποικιλία αθλημάτων.

Μελετώντας τις εθνικές εγκαταστάσεις αθλητισμού, που βρίσκονται υπό την εποπτεία της ΓΓΑ, εκτιμάται πως το μεγαλύτερο ποσοστό αθλητικών κέντρων αντιστοιχεί σε ανοιχτά στάδια και σε κλειστά γυμναστήρια. Στα πρώτα περιλαμβάνονται γήπεδα με πληθώρα αθλημάτων, όπως είναι το ποδόσφαιρο, η καλαθοσφαίριση, η πετοσφαίριση και η αντισφαίριση, τα οποία περιορίζονται κυρίως στις ηλεκτρικές καταναλώσεις για φωτισμό, ενώ τα κλειστά γυμναστήρια απαρτίζονται από αίθουσες γυμναστικής, κλειστά γήπεδα και χώρους εξυπηρέτησης του κοινού με ιδιαίτερες απαιτήσεις, πρώτα σε ηλεκτρική ενέργεια και έπειτα σε θερμική. Στην τρίτη θέση ακολουθούν τα κλειστά και ανοιχτά εθνικά κολυμβητήρια, τα οποία αποτελούν τμήμα των περισσότερων εθνικών αθλητικών εγκαταστάσεων, αυξάνοντας τις απαιτήσεις για παραγωγή θερμικής ενέργειας και τις καταναλώσεις νερού. Τέλος, υφίστανται και οι άλλες αθλητικές εγκαταστάσεις, στις οποίες εντάσσονται τα σκοπευτήρια, τα χιονοδρομικά κέντρα, τα γήπεδα Beach-Volley, οι πίστες πατινάζ, οι κωπηλατικές εγκαταστάσεις και άλλες μονάδες αθλητισμού, που συνήθως χωροθετούνται σε ανοιχτές υποδομές στην φύση, και δεν χαρακτηρίζονται από υψηλά ενεργειακά φορτία. Η εξυπηρέτηση αυξημένου αριθμού χρηστών και η φιλοξενία εθνικών αγώνων έχει ως αποτέλεσμα την κάλυψη μεγάλης έκτασης και την παρουσία πολλών χώρων με γκάμα χρήσεων, υψηλές απαιτήσεις και συνεχή λειτουργία, γεγονός που δικαιολογεί τις αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν από τη λειτουργία τους.

Η χρονολογία οικοδόμησης των περισσότερων εθνικών αθλητικών εγκαταστάσεων τοποθετείται μεταξύ των ετών 1975 – 2000, ακολουθούν εκείνες που κατασκευάστηκαν προ του 1975, ενώ η ανέγερση των λιγότερων αθλητικών μονάδων πραγματοποιήθηκε την περίοδο μετά το 2000. Η παλαιότητα του αθλητικού κτηριακού αποθέματος έχει αρνητικό αντίκτυπο στο ενεργειακό αποτύπωμα και στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, εντείνοντας την ανάγκη για ριζική ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση, όπως ήδη έχει ξεκινήσει να γίνεται.



*Διάγραμμα 2.1: Επιμερισμός εθνικών αθλητικών εγκαταστάσεων με βάση το είδος των Αθλημάτων που φιλοξενούνται.*

## 2.2. Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων

### 2.2.1. Γενικά χαρακτηριστικά

Η ανάπτυξη του αθλητισμού και η ανάδειξή του αποτελούν σημαντικό δείκτη της παιδείας και του πολιτισμού μίας χώρας, και επιτυγχάνεται μέσα από την εξασφάλιση επαρκών και στρατηγικά σχεδιασμένων αθλητικών εγκαταστάσεων. Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή και η ενεργειακή κρίση, που εντοπίζονται στην σύγχρονη εποχή, θέτουν ως επιτακτική ανάγκη τον ενεργειακό σχεδιασμό και την αναβάθμιση του συνολικού κτηριακού αποθέματος, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των αθλητικών εγκαταστάσεων, που βρίσκεται στην ελληνική επικράτεια, εντάσσεται στα πλέον ενεργοβόρα κτήρια, γεγονός που οφείλεται, κυρίως, στις ιδιαιτερότητες του σχεδιασμού και της λειτουργίας τους. Τα γενικά στοιχεία, που χαρακτηρίζουν και διαχωρίζουν τις αθλητικές εγκαταστάσεις, είναι:

- η χρονολογία κατασκευής τους,
- η περίοδος λειτουργίας και η ένταση χρήσης τους,
- το είδος της χρήσης τους,
- το πλήθος των ατόμων, που εξυπηρετείται και εργάζεται (αθλητές και εργατικό προσωπικό), και

- 
- το κλίμα της περιοχής.

Τα παραπάνω αποτελούν τους παράγοντες που καθορίζουν τη ζήτηση ενέργειας, τα φορτία που υπεισέρχονται στις αθλητικές εγκαταστάσεις, καθώς και τα συστήματα που καλύπτουν τις αντίστοιχες ενεργειακές ανάγκες.

## 2.2.2. Κατηγορίες εγκαταστάσεων

Η κατηγοριοποίηση των αθλητικών εγκαταστάσεων πραγματοποιείται με βάση τα γενικά χαρακτηριστικά τους και αποτελεί το αναγνωριστικό στάδιο, το οποίο είναι απαραίτητο για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων και κατά συνέπεια, την ενεργειακή αναβάθμισή τους.

Οι αθλητικές εγκαταστάσεις διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

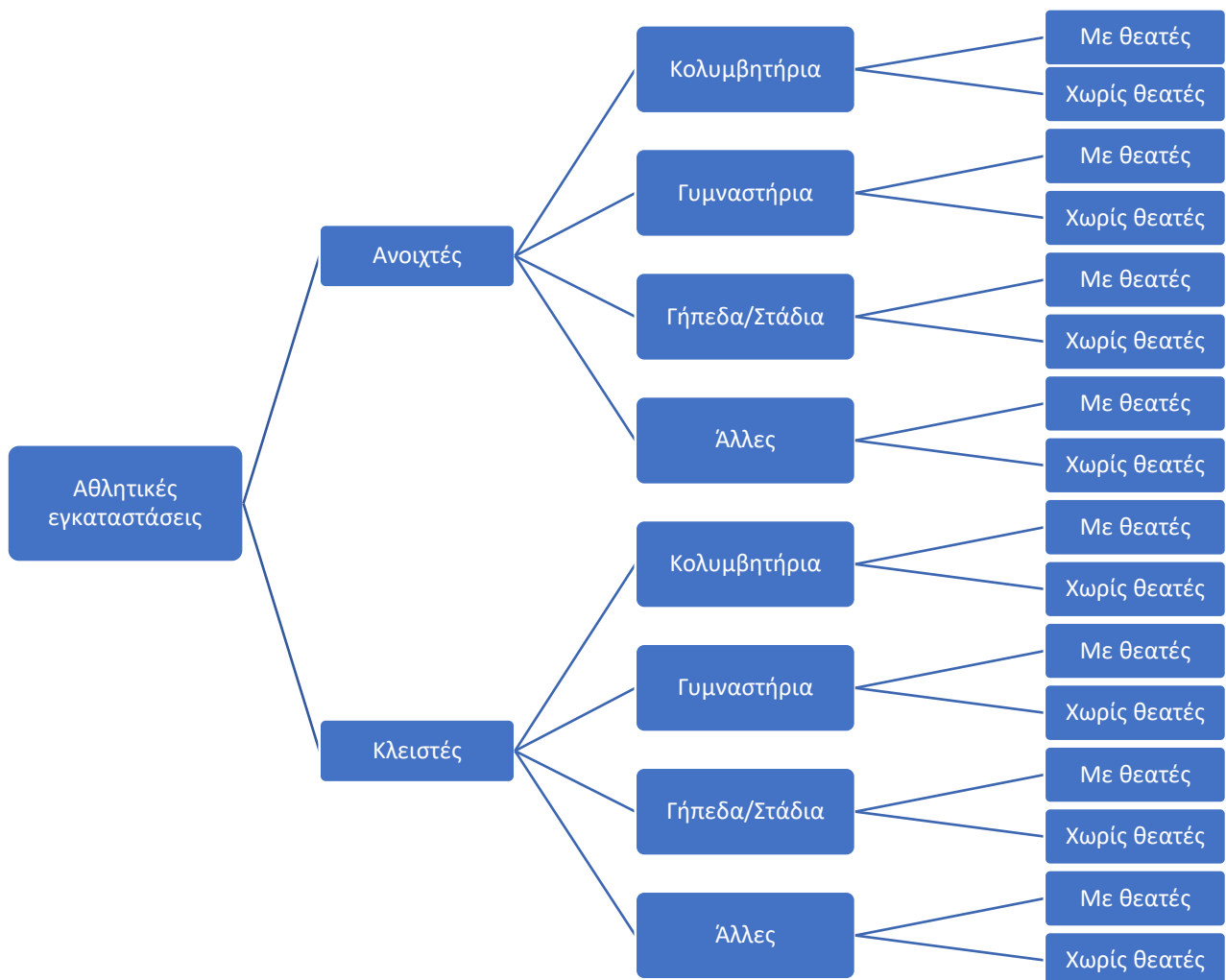
- αθλητικά κέντρα μεγάλων διαστάσεων και υποδομών, στις οποίες φιλοξενούνται τα περισσότερα είδη αθλημάτων και είναι σχεδιασμένα με χώρους μεικτών χρήσεων και μεγάλη πυκνότητα χρηστών, και
- αθλητικές εγκαταστάσεις μικρότερων υποδομών και πιο καθορισμένων προδιαγραφών, οι οποίες προσανατολίζονται σε συγκεκριμένα αθλήματα και, συνήθως, φιλοξενούν τα πιο διαδεδομένα από αυτά.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις με ειδικά διαμορφωμένους χώρους διαφόρων και πολλαπλών χρήσεων, όπως είναι οι χώροι γραφείων, εστιατορίου-καφέ, προπόνησης, αγώνων, αποδυτηρίων, συνάθροισης κοινού, καθώς και αιθουσών επικοινωνίας. Λόγω του μεγάλου όγκου και των πολλαπλών αναγκών, παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλά ενεργειακά φορτία και αυξημένες καταναλώσεις ενέργειας. Παραδείγματα της συγκεκριμένης κατηγορίας αποτελούν το Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας (Σ.Ε.Φ.) και το Ολυμπιακό Αθλητικό Κέντρο Αθηνών (Ο.Α.Κ.Α.).

Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται όλες οι υπόλοιπες αθλητικές εγκαταστάσεις, των οποίων οι υποδομές είναι σχεδιασμένες για συγκεκριμένα αθλήματα και οι προδιαγραφές είναι πιο περιορισμένες, τόσο ως προς το πλήθος των ατόμων που εξυπηρετούν όσο και ως προς τα είδη των χρήσεων. Για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω κατηγοριοποίηση ανάλογα με:

- τον τύπο των κτηριακών υποδομών. Οι αθλητικές εγκαταστάσεις, ανάλογα με το κτηριακό κέλυφος, δύναται να διαχωριστούν σε:
  - **ανοιχτού τύπου.**
  - **κλειστού τύπου.**
- το είδος της χρήσης των χώρων και το είδος του αθλήματος, που φιλοξενείται. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο κριτήριο, ο διαχωρισμός πραγματοποιείται σε:

- κολυμβητήρια.
  - γυμναστήρια.
  - γήπεδα - στάδια.
  - άλλες αθλητικές εγκαταστάσεις, όπως είναι τα σκοπευτήρια, τα χιονοδρομικά κέντρα, τα κέντρα ιστιοπλοΐας και οι χώροι άθλησης μεικτής χρήσης.
- την παρουσία, ή μη, κοινού. Σε αυτή την υποκατηγορία, αξιολογείται η παρουσία θεατών και κερκίδων, η οποία, αφενός, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις ενεργειακές καταναλώσεις και, αφετέρου, παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης των υποδομών για την υλοποίηση έργων εξοικονόμησης ενέργειας. Επομένως, ο διαχωρισμός αφορά σε αθλητικές εγκαταστάσεις:
- με θεατές - κερκίδες.
  - χωρίς θεατές - κερκίδες.
- Σημειώνεται ότι είναι δυνατόν να γίνει συνδυασμός των υποκατηγοριών, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.2, με σκοπό την καλύτερη πρόβλεψη και εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων καθώς και την εφαρμογή αποδοτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακού σχεδιασμού.



*Διάγραμμα 2.2: Απεικόνιση των δυνατών συνδυασμών κατηγοριοποίησης των αθλητικών εγκαταστάσεων.*

### 2.2.3. Βασικές χρήσεις καταναλώσεων ενέργειας ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης

Στα πλαίσια της κατηγοριοποίησης των αθλητικών εγκαταστάσεων, μελετήθηκαν οι βασικές χρήσεις των ενεργειακών καταναλώσεων που παρατηρούνται σε κάθε κατηγορία. Οι διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες, που παρουσιάζονται μεταξύ τους, έχουν ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση των καταναλώσεων από κατηγορία σε κατηγορία. Στον Πίνακα 2.1 συνομίζονται οι βασικές χρήσεις των καταναλώσεων ενέργειας ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.

**Πίνακας 2.1:** Παρουσίαση βασικών χρήσεων των ενεργειακών καταναλώσεων ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.

Είδος ενέργειας	Χρήση ενέργειας	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων								
		Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις	Λοιπές							
			1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)			3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)		
			Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες	Με θεατές	Χωρίς θεατές
Θερμική	Θέρμανση χώρων	✓		✓		✓			✓	
	Θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών	✓	✓	✓	✓	✓				
	Εξασφάλιση ZNX	✓	✓	✓	✓					
Ηλεκτρική	Φωτισμός	✓	✓	✓	✓				✓	
	Ψύξη χώρων	✓		✓		✓			✓	



Κλιματισμός χώρων	✓		✓		✓			✓	
Ανάγκες εστίασης / Μαγείρεμα	✓		✓					✓	
Πρόσθετες παροχές και υπηρεσίες	✓		✓				✓	✓	

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως, οι περισσότερες αθλητικές εγκαταστάσεις είναι συνδυασμός διάφορων κατηγοριών, όπως εκείνες παρουσιάζονται στην ενότητα 2.2.2, και κατά συνέπεια, οι τυπικές ενεργειακές απαιτήσεις τροποποιούνται ανάλογα, περιλαμβάνοντας τα αντίστοιχα βασικά πεδία του πίνακα 2.1. Η μελέτη των καταναλώσεων κάθε περίπτωσης αθλητικού κέντρου είναι καλό να πραγματοποιείται μεμονωμένα, έχοντας ως κατευθυντήρια γραμμή τα δεδομένα του συγκεκριμένου πίνακα.

#### 2.2.4. Λειτουργικά χαρακτηριστικά ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης

Ο τρόπος, οι ώρες και τα συστήματα λειτουργίας μίας αθλητικής εγκατάστασης αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά, που καθορίζουν τις ενεργειακές καταναλώσεις και συνθέτουν ένα τυπικό προφίλ λειτουργίας, το οποίο δύναται να προσαρμοστεί σε κάθε κατηγορία. Δεδομένων των αθλητικών εγκαταστάσεων, που βρίσκονται στον ελληνικό χώρο, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά για κάθε κατηγορία διαμορφώνονται ως εξής:

##### 1. Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία κάθε ημέρα της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 07:00 με 23:00, και διεξαγωγή αγώνων το Σαββατοκύριακο.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Λέβητες με καύσιμο πετρελαίου ή φυσικού αερίου
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Αερόψυκτοι ψύκτες νερού
  - Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού, Προβολείς HQI

##### 2. Λοιπές αθλητικές εγκαταστάσεις

###### I. Ανοιχτές:

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία κάθε ημέρα της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 07:00 με 23:00, και διεξαγωγή αγώνων το Σαββατοκύριακο.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Δεν υφίστανται
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Δεν υφίστανται

- 
- Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού, Προβολείς HQI

## II. Κλειστές

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία κάθε ημέρα της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 08:00 με 23:00, και διεξαγωγή αγώνων το Σαββατοκύριακο.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Λέβητες με καύσιμο πετρελαίου ή φυσικού αερίου
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Αερόψυκτοι ψύκτες νερού ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες αέρα-αέρα (τύπου split)
  - Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού

## III. Κολυμβητήρια

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία κάθε ημέρα της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 08:00 με 22:00, και διεξαγωγή αγώνων το Σαββατοκύριακο.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Λέβητες με καύσιμο πετρελαίου ή φυσικού αερίου
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Δεν υφίσταται
  - Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού, Προβολείς HQI

## IV. Γυμναστήρια

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία κάθε ημέρα της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 08:00 με 23:00, και διεξαγωγή αγώνων το Σαββατοκύριακο.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Δεν υφίσταται, ή εφόσον υπάρχει, συνήθως είναι είτε λέβητας με καύσιμο πετρελαίου/φυσικού αερίου είτε τοπικές κλιματιστικές μονάδες αέρα-αέρα (τύπου split)
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Δεν υφίσταται, ή εφόσον υπάρχει, συνήθως είναι είτε αερόψυκτοι ψύκτες νερού είτε τοπικές κλιματιστικές μονάδες αέρα-αέρα (τύπου split)
  - Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού

## V. Γήπεδα/Στάδια

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία κάθε ημέρα της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 07:00 με 23:00, και διεξαγωγή αγώνων το Σαββατοκύριακο.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Δεν υφίστανται
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Δεν υφίστανται
  - Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού, Προβολείς HQI

---

## VI. Άλλες

- **Προφίλ λειτουργίας:** Λειτουργία τις καθημερινές της εβδομάδας, μεταξύ των ωρών 10:00 με 21:00.
- **Περιγραφή τυπικών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων:**
  - Κάλυψη θερμικών αναγκών: Δεν υφίστανται
  - Κάλυψη ψυκτικών αναγκών: Δεν υφίστανται
  - Κάλυψη απαιτήσεων φωτισμού: Λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού, Προβολείς HQI

Σημειώνεται πως η παρουσία, ή μη, κοινού δεν επηρεάζει το ωράριο λειτουργίας των αθλητικών εγκαταστάσεων παρά μόνο τις ενεργειακές καταναλώσεις τους, προκειμένου να εξυπηρετούνται οι ανάγκες των θεατών. Πιο συγκεκριμένα, η παρουσία κοινού συνεπάγεται τη διαμόρφωση χώρου κερκίδων, στις οποίες υπάρχει απαίτηση για φωτισμό, κλιματισμό, θέρμανση και ψύξη. Επίσης, αυξάνει τις ανάγκες της εστίασης και των πρόσθετων παροχών και υπηρεσιών. Ωστόσο, λόγω της απουσίας θεατών κατά την προηγούμενη τριετία, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τον τρόπο που η παρουσία, ή μη, θεατών επηρεάζει τις καταναλώσεις.

### 2.2.5. Βασικές παράμετροι επηρεασμού κατανάλωσης

Ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει η κάθε αθλητική εγκατάσταση, υπάρχουν κάποιοι κρίσιμες παράμετροι, που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας και διαμορφώνουν το ενεργειακό προφίλ. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται οι βασικοί παράγοντες, που επιδρούν στην ενεργειακή κατανάλωση των αθλητικών εγκαταστάσεων, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτό επιτυγχάνεται. Κάθε κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, ανάλογα με την παράμετρο επίδρασης, έχει συμπληρωθεί με το κατάλληλο σύμβολο, το οποίο υποδηλώνει την υψηλή ενεργειακή απαίτηση για θέρμανση, ψύξη ή/και φωτισμό. Σημειώνεται ότι, κάθε αθλητική εγκατάσταση, ακόμη και εάν υπάγεται σε κάποια από τις ορισθείσες κατηγορίες, αποτελεί διακριτή περίπτωση και ενδείκνυται να μελετάται και μεμονωμένα.

**Πίνακας 2.2:** Παρουσίαση των βασικών παραμέτρων επηρεασμού των ενεργειακών καταναλώσεων ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.

Παράμετροι επίδρασης	Τρόπος επίδρασης	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων								
		Μεγάλες	Λοιπές							
			1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)			3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)		
			Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες	Με θεατές	Χωρίς θεατές
Κλίμα περιοχής	<b>Ψυχρό:</b> αύξηση απαιτήσεων για θέρμανση (χώρων/πισίνας/κλπ)									
	<b>Θερμό:</b> αύξηση απαιτήσεων για ψύξη									
Περίοδος λειτουργίας	<b>Χειμερινή:</b> αύξηση απαιτήσεων για θέρμανση & φωτισμό									
	<b>Θερινή:</b> απαίτηση για ψύξη									
	<b>Ετήσια:</b> αύξηση απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη & φωτισμό									
Ωράριο λειτουργίας	<b>Διακοπτόμενο:</b> μειωμένες απαιτήσεις									
	<b>Ολοήμερο:</b> αυξημένες απαιτήσεις									
Περίοδος κατασκευής	<b>&lt;1980:</b> πολύ αυξημένες απαιτήσεις για θέρμανση & ψύξη									
	<b>1980-2010:</b> αυξημένες απαιτήσεις για θέρμανση & ψύξη									
	<b>&gt;2010:</b> μειωμένες απαιτήσεις για θέρμανση & ψύξη									

Παράμετροι επίδρασης	Τρόπος επίδρασης	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων								
		Μεγάλες	Λοιπές							
			1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)			3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)		
			Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες	Με θεατές	Χωρίς θεατές
Πυκνότητα χρηστών	<b>Πολλοί αθλούμενοι:</b> μειωμένη απαίτηση για θέρμανση και αυξημένη απαίτηση για ψύξη	☀	☀		☀				☀	
	<b>Λίγοι αθλούμενοι:</b> αυξημένη απαίτηση για θέρμανση και μειωμένη απαίτηση για ψύξη	☀	☀	☀	☀				☀	

☀ : αυξημένη απαίτηση για θέρμανση χώρου ή/και νερού κολυμβητικών δεξαμενών ή/και ΖΝΧ.

☀ : αυξημένη απαίτηση για ψύξη χώρου.

💡 : αυξημένη απαίτηση για φωτισμό.

## 2.3. Περιγραφή των βασικών βημάτων εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων και παρουσίαση σχετικών παραδειγμάτων

### 2.3.1. Παρουσίαση των ισχυρότων κανονιστικών και νομοθετικών πλαισίων των ενεργειακών ελέγχων

- **Νομοθετικά πλαίσια**

Ο ενεργειακός έλεγχος επικεντρώνεται στον οργανωμένο, συστηματικό έλεγχο και στην ανάλυση της χρήσης και της κατανάλωσης ενέργειας σε μία μονάδα, ένα κτήριο ή ένα σύστημα. Ο κύριος στόχος του είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός των ενεργειακών ροών, η αξιολόγηση της απόδοσης του ενεργειακού σχεδιασμού τόσο των εγκαταστάσεων όσο και των λειτουργιών, και ο εντοπισμός κατάλληλων επεμβάσεων με προσανατολισμό την εξοικονόμηση ενέργειας στα πλαίσια της ενεργειακής και οικονομικής απόδοσης.

Η απαρχή για τη διεξαγωγή ενεργειακών ελέγχων στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Δ6/Β/ΥΚ/11038/8.7.1999 με τίτλο: «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε βιομηχανία και κτήρια».

---

Αυτή η απόφαση βασίστηκε στο πρώτο διεθνώς πρωτόκολλο για την μέτρηση και την επαλήθευση των ενεργειακών επιδόσεων έργων εξοικονόμησης ενέργειας με τίτλο: « The North American Measurement and Verification Protocol , NAMVP , Version 1» (1996) και είχε ως κύρια κατεύθυνση την εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας, την οποία θα είχε μία εγκατάσταση, ή έστω ένα μεμονωμένο τμήμα, ή μηχάνημα, εάν λειτουργούσε όπως πριν την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Η βασική προσέγγιση της ΚΥΑ 11038/1999 μέσω της έννοιας της «γραμμής βάσης», αν και πολύπλοκη, εφαρμόστηκε σε πολλά έργα και έχει υιοθετηθεί από μία σειρά ευρωπαϊκών και διεθνών πρωτοκόλλων, προτύπων και κανονισμών στον τομέα της μέτρησης και επαλήθευσης επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η δεύτερη νομοθεσία που θεσπίστηκε ήταν ο Ν.3661/2008 και περιλάμβανε την ενεργειακή επιθεώρηση των κτηρίων, με στόχο την ενεργειακή τους πιστοποίηση και τον εντοπισμό αποδοτικών λύσεων ενεργειακής αναβάθμισης. Η εναρμόνιση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/91/ΕΕ στο ελληνικό δίκαιο είχε ως αποτέλεσμα την καθιέρωση της διαδικασίας της ενεργειακής επιθεώρησης στον κτηριακό τομέα, δημιουργώντας, ωστόσο, μία σχετική ασυμμετρία ως προς την μεθοδολογία ενεργειακού ελέγχου στη βιομηχανία και στα κτήρια. Η Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/14826/2008 (ΦΕΚ 1122/Β'/17.6.2008) λειτούργησε συμπληρωματικά στον παραπάνω νόμο, περιγράφοντας βασικά μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα, και ορίζοντας την έννοια και τον ρόλο του ενεργειακού υπεύθυνου.

Επόμενη νομοθεσία που συνέδραμε στην ανάπτυξη δράσεων ενεργειακής απόδοσης, κυρίως στα πλαίσια του δημοσίου τομέα της Ελλάδας, ήταν ο νόμος Ν.3855/2010 (ΦΕΚ95 Α'/23-6-2010), στον οποίο εναρμονίστηκε η Οδηγία 2006/32/ΕΕ με τίτλο SAVE. Πρόκειται για την πρώτη οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία είναι υπεύθυνη για την θέσπιση της ενεργειακής αποτίμησης μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, μέσα από τη διαδικασία «Μέτρηση και Επαλήθευση (M&E)».

Η έκδοση του Ν.4342/2015 αντικατέστησε τον Ν.3661/2008 και καθόρισε τη βάση για την διεκπεραίωση των ενεργειακών ελέγχων, μέσα από τον υπολογισμό των πραγματικών ενεργειακών καταναλώσεων, και όχι εκτιμήσεων όπως καθορίζεται στον ΚΕΝΑΚ. Η θέσπισή του αποτέλεσε την προσαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2012/27/ΕΕ στα ελληνικά δεδομένα και όρισε, μεταξύ άλλων, τη διαδικασία ενός ενεργειακού ελέγχου και τα ελάχιστα κριτήρια πληρότητας, που τον χαρακτηρίζουν.

- **Κανονιστικά πλαίσια**

Το θεμέλιο για τη συγγραφή της ΚΥΑ 11038/1999 αποτέλεσε το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης της Ενεργειακής Επιδόσεως (IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol), το οποίο εκδόθηκε για πρώτη φορά το 2002 και έπειτα, επανεκδόθηκε άλλες δύο, το 2012 και το 2016. Κατέχει τον τίτλο του

---

πλέον διαδομένου προτύπου διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων σε όλο τον κόσμο, και πολλές χώρες το έχουν υιοθετήσει ως επίσημο κανονισμό. Το συγκεκριμένο πρότυπο περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή των διαδικασιών για την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας, τον υπολογισμό της αβεβαιότητας σε αυτή την εκτίμηση, καθώς και την παρουσίαση παραδειγμάτων ανά είδος τεχνολογικής παρέμβασης.

Ένα άλλο, αρκετά διαδεδομένο, κανονιστικό πλαίσιο, με στόχο την παρουσίαση της βασικής μεθοδολογίας για τη μέτρηση και τον υπολογισμό της επιτευχθείσας εξοικονόμησης ενέργειας στα συναφή έργα, αποτέλεσε το Πρότυπο 14 της ASHRAE, το οποίο εκδόθηκε το 2002 με τίτλο «Μετρήσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ζήτησης (Measurement of Energy and Demand Savings)», και αναθεωρήθηκε το 2014. Πρωτοπορία του συγκεκριμένου προτύπου αποτέλεσε η διατύπωση για πρώτη φορά μίας αναλυτικής στατιστικής θεωρίας για την εκτίμηση της αβεβαιότητας της υπολογισθείσας ενεργειακής εξοικονόμησης.

Η σειρά των προτύπων ΕΛΟΤ ISO50000 αναφέρεται στα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας και, πιο συγκεκριμένα, επικεντρώνεται στις απαιτήσεις των ενεργειακών ελέγχων, στις οδηγίες εφαρμογής, συντήρησης και βελτίωσης ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας, καθώς και στη μέτρηση της ενεργειακής επίδοσης με χρήση γραμμών ενεργειακής βάσης και δείκτες ενεργειακής επίδοσης. Το εν λόγω κανονιστικό πλαίσιο εκδόθηκε το 2011 και αποτελεί διεθνώς το υπ' αριθμόν ένα πρότυπο, το οποίο εφαρμόζεται στα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας.

Σε συνέχεια των παραπάνω προτύπων, ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης εξέδωσε, το 2014, τη σειρά ΕΛΟΤ EN16247, η οποία περιγράφει τις γενικές διαδικασίες και απαιτήσεις των ενεργειακών ελέγχων, και εστιάζει σε ειδικότερους τομείς αλλά και τύπους παρεμβάσεων ανά τομέα κατανάλωσης (κτίρια, βιομηχανία, μεταφορές). Συμπληρωματική στο συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο αποτέλεσε μία νέα σειρά διεθνών προτύπων ISO με αρίθμηση 17740, στην οποία αναπτύσσονται οι γενικοί τεχνικοί κανόνες για τη μέτρηση, τον υπολογισμό και την επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας στα έργα. Στα συγκεκριμένα πρότυπα, εκτός από τον υπολογισμό της εξοικονομούμενης ενέργειας, εφαρμόζονται οι θεμελιώδεις αρχές για την εύρεση της γραμμής βάσης της καταναλώσεως ενέργειας σε ευρύτερες περιοχές, εκτιμάται η αβεβαιότητα των αποτελεσμάτων εξοικονόμησης και γίνεται η αναγωγή σε ίδιες συνθήκες των παραγόντων, οι οποίοι επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας.

### **2.3.2. Περιγραφή του ενεργειακού ελέγχου/σχεδιασμού σε υφιστάμενες/νέες αθλητικές εγκαταστάσεις και παράμετροι υπολογισμού**

Ένας από τους κύριους στόχους των ενεργειακών ελέγχων, που διενεργούνται στις αθλητικές εγκαταστάσεις, συνιστά ο εντοπισμός της χρήσης και του μεγέθους της ενέργειας, η οποία καταναλώνεται στα πλαίσια της εύρυθμης λειτουργίας τους. Κάθε

---

αθλητικό κέντρο χαρακτηρίζεται από το δικό του προφίλ λειτουργίας και παρουσιάζει διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις, ο υπολογισμός των οποίων διαφέρει εάν πρόκειται για υφιστάμενες ή νέες εγκαταστάσεις.

Σημειώνεται πως, σύμφωνα με την ΥΑ Δ6/Β/14826/2008 (ΦΕΚ 1122/Β'/17.6.2008), σε κάθε κτήριο που χρησιμοποιείται από το δημόσιο και από τον ευρύτερο δημόσιο τομέα, υφίσταται η αναγκαιότητα ορισμού τουλάχιστον ενός ενεργειακού υπευθύνου, ο οποίος πρόκειται να είναι αρμόδιος για τη διαδικασία δημιουργίας και τήρησης αρχείου με καταγεγραμμένες τις ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου, καθώς και για την σύνταξη της απαιτούμενης ετήσιας συνοπτικής έκθεσης ενεργειακού ελέγχου.

*ι Συλλογιστική πορεία του ενεργειακού ελέγχου σε υφιστάμενες αθλητικές εγκαταστάσεις*

Σε κάθε διεθνές πρότυπο ενεργειακού ελέγχου παρουσιάζεται μία συγκεκριμένη σειρά διαδικασιών, η οποία διαφέρει τόσο ως προς τα απαιτούμενα δεδομένα που πρόκειται να αξιοποιηθούν, όσο και ως προς τα εξαγόμενα αποτελέσματα που πρόκειται να αξιολογηθούν και να κρίνουν τις αναγκαίες επεμβάσεις στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας. Ωστόσο, οι απαιτήσεις που διατυπώνονται σε κάθε πρότυπο βασίζονται στα ακόλουθα στάδια του ενεργειακού ελέγχου, τα οποία είναι κοινά για όλα τα κανονιστικά πλαίσια [1],[8]:

- **Σχεδιασμός του ενεργειακού ελέγχου από τον διευθύνοντα της εγκατάστασης:** Ο οργανισμός, που διευθύνει την αθλητική εγκατάσταση, κατανοεί την ανάγκη εκτίμησης του ενεργειακού της προφίλ και της ενεργειακής αναβάθμισης, εφόσον απαιτείται, και εκδηλώνει το ενδιαφέρον του για τη διενέργεια ενεργειακού ελέγχου.
- **Προκαταρκτική επικοινωνία:** ο διευθύνων της εγκατάστασης έρχεται σε επικοινωνία με τον ενεργειακό ελεγκτή, προκειμένου να καθοριστούν οι στόχοι και οι προσδοκίες των συμβουλευτικών υπηρεσιών, που πρόκειται να παρέχει ο μηχανικός-ανάδοχος. Ο ενεργειακός ελεγκτής πρόκειται να θέσει το πλαίσιο των υπηρεσιών του και τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση και αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης.
- **Εναρκτήρια συνάντηση:** αφότου οριστικοποιηθεί η συνεργασία μεταξύ του διευθύνοντα της εγκατάστασης και του ενεργειακού ελεγκτή, πραγματοποιείται η συνάντησή τους, η οποία έχει ως στόχο να τεθούν τα στάδια του ενεργειακού ελέγχου και η πρακτική επίδοσή τους. Σε αυτό το βήμα προσδιορίζονται τα δεδομένα και οι μετρήσεις που απαιτείται να δοθούν στον ελεγκτή, οι μετρητικές διατάξεις που πρέπει να τοποθετηθούν για την πραγματοποίηση των μετρήσεων, και ο καθορισμός ενός προσώπου από τον διευθύνοντα φορέα, ο οποίος πρόκειται να είναι υπεύθυνος για την υποστήριξη του ενεργειακού ελέγχου.
- **Συλλογή δεδομένων:** ο ενεργειακός ελεγκτής συλλέγει όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με τα ενεργειακά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, όπως είναι οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα, το ωράριο λειτουργίας των μονάδων, τα τιμολόγια ενέργειας και τα



---

διαθέσιμα στοιχεία από προγενέστερες αναλύσεις. Επιπλέον δεδομένα που συνεισφέρουν στην διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου είναι έγγραφα που αναφέρονται στην κατασκευή, τη συντήρηση και την λειτουργία της εγκατάστασης.

- **Επιτόπιες εργασίες:** ο ενεργειακός ελεγκτής επισκέπτεται και επιθεωρεί την εγκατάσταση, εντοπίζοντας τις χρήσεις της ενέργειας, τα συστήματα με τις σημαντικές ενεργειακές καταναλώσεις και την επίδραση της συμπεριφοράς των χρηστών στο προφίλ λειτουργίας. Κατά τη διάρκεια της εργασίας πεδίου λαμβάνουν μέρος οι απαιτούμενες μετρήσεις σε πραγματικές συνθήκες.
- **Ανάλυση των δεδομένων:** ο ενεργειακός επιθεωρητής αξιολογεί τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τα προηγούμενα στάδια του ενεργειακού ελέγχου, διενεργώντας υπολογιστές μεθόδους, όπως είναι τα ισοζύγια ενέργειας και η στατιστική ανάλυση, και προτείνει λύσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες συνοδεύονται από την αντίστοιχη οικονομική ανάλυση κερδοφορίας και βιωσιμότητας.
- **Έκθεση των αποτελεσμάτων του ενεργειακού ελέγχου:** ο ενεργειακός ελεγκτής διατυπώνει γραπτώς, συγκεντρωμένα και συνοπτικά, τα δεδομένα που αξιοποίησε, τις παραδοχές που έλαβε υπόψη κατά τους υπολογισμούς, την μεθοδολογία που ακολούθησε και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τη συνολική διαδικασία. Η απολογιστική έκθεση αποτελεί μία περίληψη των συμβουλευτικών υπηρεσιών του ενεργειακού επιθεωρητή, οι οποίες οδήγησαν στην κατάρτιση μίας λίστας επιλογών με επίκεντρο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
- **Συνάντηση παρουσίασης των αποτελεσμάτων:** αποτελεί το τελευταίο στάδιο κατά το οποίο ο ενεργειακός ελεγκτής υποβάλλει την έκθεση και γνωστοποιεί τα αποτελέσματά του στον διευθύνοντα φορέα της αθλητικής εγκατάστασης-ενδιαφερόμενο, επεξηγώντας τα στάδια της μελέτης που εκπονήθηκε και οτιδήποτε κρίνει αναγκαίο.

Ο τρόπος εφαρμογής των ανωτέρω σταδίων διαφέρει από πρότυπο σε πρότυπο, αλλά σε όλα υπάρχουν απαιτήσεις για την καταγραφή του εξοπλισμού, των συστημάτων ή/και των διεργασιών που καταναλώνουν ενέργεια, τον υπολογισμό ισοζυγίων μάζας και ενέργειας, τον επιμερισμό της κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με την τελική της χρήση, τον εντοπισμό των Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (Σ.Ε.Κ.) και τον προσδιορισμό της αβεβαιότητας μέσα από την ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των καταναλώσεων ενέργειας και των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή των παραγόντων που επηρεάζουν σημαντικά αυτές τις καταναλώσεις.

Τα αποτελέσματα, που προκύπτουν από τον ενεργειακό έλεγχο, αφορούν κυρίως στην κατανόηση του επιμερισμού των καταναλώσεων ενέργειας στις επιμέρους χρήσεις, στην ανάπτυξη των οικονομικά αποδοτικότερων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και στην οριοθέτηση προτεινόμενων επεμβάσεων-επενδύσεων προς περαιτέρω ανάλυση και μελέτη. Η πληρότητα και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του ενεργειακού ελέγχου εξαρτώνται τόσο από τον χρόνο διεξαγωγής της ενεργειακής μελέτης, όσο και από τα δεδομένα προς

---

επεξεργασία. Γι' αυτόν τον λόγο, έχουν καθιερωθεί δύο τύποι ελέγχων, ο συνοπτικός και ο εκτενής [1].

Ο συνοπτικός έλεγχος βασίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία, χωρίς να απαιτεί πολύπλοκες μετρήσεις, και έχει σαν κύριο στόχο την κατά προσέγγιση εκτίμηση των ενεργειακών μεγεθών σε επίπεδο συγκροτήματος και επιμέρους ενεργοβόρων μονάδων και συσκευών. Κατόπιν, προβαίνει στον επιμερισμό των καταναλώσεων ανά τομέα τελικής χρήσης και σε μία πρώτη αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων με βασικό γνώμονα την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης. Η διάρκεια διεκπεραίωσής του είναι σχετικά μικρή και εξαρτάται από το μέγεθος της αθλητικής μονάδας που μελετάται.

Ο εκτενής ενεργειακός έλεγχος δύναται να εκτελεστεί ως συνέχεια του συνοπτικού, αλλά και ως μεμονωμένη μελέτη, χωρίς να έχει προηγηθεί ο συνοπτικός έλεγχος. Κύριος στόχος του εκτενούς ελέγχου είναι ο ακριβής προσδιορισμός των καταναλώσεων ενέργειας σε κάθε ενεργοβόρα εγκατάσταση και η συσχέτιση αυτών με τα αντίστοιχα μεγέθη της παραγωγής ή με άλλους παράγοντες προσαρμογής. Με σκοπό την εγκυρότητα και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, συχνά εγκαθίστανται αξιόπιστοι μετρητές ενέργειας και συλλέγονται νέα μετρητικά δεδομένα. Ο συσχετισμός των ενδείξεων των οργάνων με τους καθοριστικούς παράγοντες που τις επηρεάζουν, όπως είναι η πυκνότητα των αθλουμένων στη μονάδα του χρόνου ή η ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία, έχει ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση του τύπου της γραμμής βάσης και την εκτίμηση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση ενέργειας ως συνάρτηση των παραγόντων αυτών.

## *ii Συλλογιστική πορεία του ενεργειακού σχεδιασμού σε νέες αθλητικές εγκαταστάσεις*

Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υφίστανται πραγματικές καταναλώσεις λειτουργίας προκειμένου να διαμορφωθεί το ενεργειακό προφίλ μίας αθλητικής εγκατάστασης, αλλά οι ενεργειακές απαιτήσεις προκύπτουν από τον σχεδιασμό. Κατά τη διενέργεια της μελέτης σχεδιασμού κάθε αθλητικής εγκατάστασης, λαμβάνεται υπόψη η ισχύουσα νομοθεσία και τηρούνται όλοι οι κανόνες εξοικονόμησης ενέργειας, περιλαμβάνοντας τα αποδοτικότερα μέτρα και τους κατάλληλους μηχανισμούς, μέσω των οποίων διασφαλίζεται τόσο η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών όσο και η χρήση ήπιων μορφών ενέργειας. Ο σχεδιασμός κάθε νέας αθλητικής εγκατάστασης περιλαμβάνει:

- **Προκαταρκτική επικοινωνία:** ο φορέας, που ενδιαφέρεται για την κατασκευή της αθλητικής εγκατάστασης απευθύνεται σε έναν αρμόδιο μηχανικό και του αναθέτει τον ενεργειακό σχεδιασμό και την μετέπειτα παρακολούθηση του ενεργειακής λειτουργίας της μονάδας.
- **Καθορισμός των απαιτήσεων και των προδιαγραφών του σχεδιασμού:** ο ενεργειακός ελεγκτής προσδιορίζει τα στάδια του σχεδιασμού της αθλητικής μονάδας με γνώμονα την ικανοποίηση των νομοθετικών ιδιαιτεροτήτων και ειδικών προδιαγραφών, που

---

χαρακτηρίζουν μία εγκατάσταση τέτοιας χρήσης, καθώς και την ικανοποίηση των κύριων στόχων, που εξασφαλίζουν την εύρυθμη και ενεργειακά αποδοτική λειτουργία της.

- **Ανάλυση της λειτουργίας και των φορτίων, που πρόκειται να παρουσιαστούν μελλοντικά κατά την αξιοποίηση των χώρων:** ο ενεργειακός υπεύθυνος διαμορφώνει το ενεργειακό προφίλ της αθλητικής εγκατάστασης σύμφωνα με τα αθλήματα που θα φιλοξενεί, τις υπηρεσίες που πρόκειται να παρέχει, το πλήθος που θα εξυπηρετεί και το ωράριο λειτουργίας.
- **Προσδιορισμός των καταλληλότερων και αποδοτικότερων τεχνολογιών και τεχνολογιών για τον σχεδιασμό της αθλητικής μονάδας:** Η επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης, η ελαχιστοποίηση των θερμικών απαιτήσεων και απωλειών και η αυτονόμηση από τα δίκτυα παροχής ενέργειας αποτελούν πρωταρχικούς στόχους για τη δημιουργία μίας νέας εγκατάστασης, οι οποίοι κατορθώνονται μέσα από:
  - ο την αξιοποίηση των αρχών του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, όπως είναι η χωροθέτηση των κτισμάτων και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, και
  - ο την υιοθέτηση εύστοχων στρατηγικών του Ενεργειακού Σχεδιασμού, όπως είναι η χρήση ΑΠΕ.
- **Έκθεση των αποτελεσμάτων της μελέτης σχεδιασμού και προσομοίωσης της εγκατάστασης:** ο ενεργειακός υπεύθυνος περιγράφει συνοπτικά και συγκεντρωμένα τα δεδομένα, τις παραδοχές και τις αρχές που χρησιμοποίησε κατά τον σχεδιασμό, καθώς και τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τη μελέτη και την προσομοίωση της εγκατάστασης.
- **Συνάντηση παρουσίασης των αποτελεσμάτων:** αποτελεί το τελευταίο στάδιο κατά το οποίο ο ενεργειακός ελεγκτής υποβάλλει την έκθεση και γνωστοποιεί τα αποτελέσματά του στον ενδιαφερόμενο φορέα της υπό μελέτη αθλητικής εγκατάστασης, επεξηγώντας τις αρχές που ακολούθησε και οτιδήποτε κρίνει αναγκαίο.

Η έγκριση και η αδειοδότηση για την κατασκευή ενός νέου αθλητικού κέντρου, απαιτεί, εκτός από την επίτευξη των βασικών στόχων για τους οποίους υλοποιείται, την εξασφάλιση της ενεργειακά αποδοτικής λειτουργίας του, ελαχιστοποιώντας το ενεργειακό του αποτύπωμα και τους ρύπους που προκύπτουν από τη λειτουργία του.

### *iii Παράμετροι υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων στις αθλητικές εγκαταστάσεις*

Ο προσδιορισμός του ενεργειακού προφίλ μίας αθλητικής εγκατάστασης αποτελεί απαιτούμενο στάδιο της ενεργειακής μελέτης σε κάθε κατηγορία αθλητικής μονάδας, υφιστάμενης ή νέας. Η εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων σε μία αθλητική εγκατάσταση, είτε πρόκειται για νέα είτε για υφιστάμενη μονάδα, πραγματοποιείται σύμφωνα με τις παρακάτω Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας:

- ΤΟΤΕΕ 2425/86: «Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων.»

- 
- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017: «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης»
  - ΤΟΤΕΕ 20701-2/2021: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
  - ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»
  - ΤΟΤΕΕ 20701-4/2017: «Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού»

και στηρίζεται τόσο στα δεδομένα της περιοχής όσο και στα χαρακτηριστικά στοιχεία της εγκατάστασης [13]. Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται [3],[5],[6],[7],[13]:

- τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής και η αντιστοίχιση σε κλιματική ζώνη,
- ο επιμερισμός σε θερμικές ζώνες και ο προσδιορισμός της χρήσης και της λειτουργίας καθεμίας από αυτές,
- τα δεδομένα που σχετίζονται με την κατασκευή (χρονολογία, παρουσία ή απουσία θερμομόνωσης),
- τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου (στοιχεία σκίασης), και
- τα εσωτερικά θερμικά φορτία.

✓ **Κλιματικά δεδομένα:**

Μπορούν να αντληθούν από τη βάση δεδομένων της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) για κάθε τοποθεσία εντός του ελλαδικού χώρου, και να αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης, όπως ορίζεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 [7].

✓ **Επιμερισμός σε θερμικές ζώνες:**

Ο διαχωρισμός των χώρων σε ζώνες πραγματοποιείται σύμφωνα με τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε αυτούς, αλλά και τις συνθήκες, που απαιτούνται, για την ομαλή διεξαγωγή τους. Τα κριτήρια καθορισμού των θερμικών ζωνών καταγράφονται στο άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ και στην ενότητα 2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 [5].

✓ **Χαρακτηριστικά στοιχεία της κατασκευής του κτηρίου:**

Το έτος κατασκευής μίας αθλητικής εγκατάστασης μπορεί να αποτελέσει ενδεικτικό στοιχείο της παρουσίας, ή μη, θερμομονωτικής προστασίας στο κέλυφος των κλειστών αθλητικών κέντρων, καθώς και των υλικών που εφαρμόζονταν στις κατασκευές τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Συνεπώς, συνδράμει στον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας και των συντελεστών θερμοδιαπερατότητας των δομικών στοιχείων του κελύφους (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2021) [6]. Παράλληλα, η απόχρωση του εξωτερικού επιχρίσματος των εγκαταστάσεων υπεισέρχεται στην εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων μέσω του συντελεστή απορροφητικότητας, όπως δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 [5].

---

✓ **Αρχιτεκτονικά στοιχεία της κατασκευής του περιβάλλοντος χώρου:**

Περιλαμβάνει τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες και τα φυσικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου, τα οποία επιδρούν στον βαθμό σκίασης του κτηρίου και στην προστασία του από την ηλιακή ακτινοβολία (π.χ. δέντροφύτευση, πρόβολοι, σκίαστρα, κλπ). Ο υπολογισμός των συντελεστών σκίασης από τα εξωτερικά εμπόδια περιγράφεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, και διαχωρίζεται ανάλογα με τον τύπο του εμποδίου [4],[5],[10].

✓ **Εσωτερικά θερμικά φορτία:**

Ο εξοπλισμός που εφαρμόζεται σε έναν αθλητικό χώρο και τα άτομα που δραστηριοποιούνται σε αυτόν, αποτελούν πηγές εκπομπής θερμότητας στον χώρο, οι οποίες δύνανται να επηρεάσουν τις απαιτήσεις σε θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Για τον υπολογισμό τους ενδείκνυνται η χρήση των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ 2425/86 και 20701-1/2017 [3],[5],[9],[38].

Σημειώνεται πως στην περίπτωση των υφιστάμενων αθλητικών εγκαταστάσεων, η εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων πραγματοποιείται μέσα από τον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου, όπως παρουσιάζεται στην ενότητα 2.3.3. Από την άλλη, στην περίπτωση των νέων αθλητικών μονάδων, η εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων αποτελεί μέρος του ενεργειακού σχεδιασμού και περιγράφεται στην ενότητα 2.3.4.

### **2.3.3. Μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων σε υφιστάμενες αθλητικές εγκαταστάσεις και εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων για κάθε χρήση**

Το πρώτο στάδιο για τη διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου ξεκινά με την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων της αθλητικής εγκατάστασης, τα οποία θα αποτελέσουν την αρχή της ενεργειακής μελέτης. Πρόκειται, ουσιαστικά, για τα πραγματικά δεδομένα που την χαρακτηρίζουν ως προς τη λειτουργία και την ενεργειακή της απόδοση. Στα πρωτογενή δεδομένα, που συλλέγονται, περιλαμβάνονται [17],[42]:

- τα γενικά στοιχεία, όπως είναι το όνομα, η τοποθεσία, τα αθλήματα που λαμβάνουν χώρα και η χρήση των χώρων του αθλητικού κέντρου,
- τα στοιχεία των εισερχομένων, που αναφέρονται στο πλήθος των αθλουμένων και των επισκεπτών,
- τα στοιχεία καταναλώσεων ενέργειας για τα τρία τελευταία έτη, στα οποία εντάσσονται οι μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρισμού και η κατανάλωση οποιασδήποτε μορφής καυσίμου,
- η ανάλυση της υπό μελέτη αθλητικής μονάδας, στην οποία παρουσιάζονται στοιχεία για τις εγκαταστάσεις και την οργάνωση του αθλητικού κέντρου, όπως είναι η περιγραφή των αθλημάτων και των απαιτήσεων που ενέχουν, του μηχανολογικού εξοπλισμού και των ωρών λειτουργίας του, των συστημάτων θέρμανσης-κλιματισμού-

---

φωτισμού και άλλων συστημάτων και δικτύων που απαιτούν την χρήση ενέργειας για τη λειτουργία τους.

Το χρονικό διάστημα αναφοράς των μετρήσεων είναι συνήθως ο ένας μήνας, καθώς σε αυτό το βήμα εκδίδονται οι λογαριασμοί των Εταιρειών Κοινής Ωφέλειας (ΕΚΩ), και, προκειμένου να διαμορφωθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα καταναλώσεων, το συνολικό διάστημα επεκτείνεται μέχρι και 36 μήνες. Αυτή η περίοδος καλείται περίοδος «ενεργειακής κατανάλωσης βάσης». Στην περίπτωση κατανάλωσης αποθηκευόμενης μορφής ενέργειας, όπως είναι τα υγρά καύσιμα, η κατανάλωση υπολογίζεται στο χρονικό βήμα αναφοράς με βάση τις προμηθευόμενες ποσότητες και τις μεταβολές των αντίστοιχων αποθεμάτων κατά το χρονικό διάστημα αναφοράς [1].

Από την επεξεργασία των πρωτογενών στοιχείων της αθλητικής εγκατάστασης, στην οποία πραγματοποιείται ο ενεργειακός έλεγχος, εξάγονται χρήσιμες πληροφορίες που σχετίζονται με τα ισοζύγια ενέργειας, την τάση της κατανάλωσης ενέργειας τα τελευταία έτη, τον επιμερισμό της ανά τελική χρήση, διεργασία και εξοπλισμό, και τις ειδικές καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρισμού. Η κατάρτιση ισοζυγίων ενέργειας και η ανάλυση των εισροών και των εκροών στο ενεργειακό σύστημα που μελετάται, είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της μέσης απόδοσης κατά την χρήση της ενέργειας και της κατανομής των σχετικών δαπανών.

Η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων μίας αθλητικής εγκατάστασης και η εκτίμηση των ενεργειακών της καταναλώσεων διακρίνεται σε δύο μέρη: στη μελέτη των καταγεγραμμένων καταναλώσεων ενέργειας για τα τρία τελευταία έτη και στην ανάλυση των στοιχείων που σχετίζονται με τις κτηριακές και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, καθώς και την οργάνωση της αθλητικής μονάδας.

Ωστόσο, η κατανάλωση ενέργειας, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν συνιστά ένα σταθερό μέγεθος, αλλά εξαρτάται από κάποιους καθοριστικούς παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας, αποτελούν το αντικείμενο μελέτης του δευτέρου σταδίου του ενεργειακού ελέγχου. Σε αυτό ερευνάται ο τρόπος με τον οποίο τα στοιχεία της κατανάλωσης ενέργειας συσχετίζονται με τα αντίστοιχα στοιχεία των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την κατανάλωση ενέργειας.

Ο μαθηματικός τύπος που διαμορφώνεται από την συσχέτιση της κατανάλωσης με έναν ή περισσότερους καθοριστικούς παράγοντες αποτελεί την γραμμή βάσης, και εφαρμόζεται με δύο τρόπους [1]. Στην πρώτη περίπτωση, δύναται να προβλέψει τις μελλοντικές καταναλώσεις ενέργειας κάτω από άγνωστες τιμές των παραγόντων προσαρμογής, ενώ στη δεύτερη, προβαίνει σε εκ των υστέρων εκτιμήσεις, δηλαδή σε υπολογισμό των καταναλώσεων που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν, κάτω από γνωστές τιμές των καθοριστικών παραγόντων.

Οι παράγοντες προσαρμογής συνήθως διαφέρουν από μονάδα σε μονάδα. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι συγκεκριμένοι παράγοντες, των οποίων η επίδραση είναι καθοριστική στην κατανάλωση της ενέργειας, ανεξάρτητα από το είδος της υπό μελέτη αθλητικής εγκατάστασης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι ώρες λειτουργίας της συναφούς εγκατάστασης, το πλήθος των αθλητών που προπονούνται, η έκταση των απασχολούμενων χώρων και οι καιρικές συνθήκες και μεταβολές. Η σχέση που συνδέει την καταναλισκόμενη ενέργεια με την επιφάνεια του αθλητικού κέντρου, ανά είδος αθλήματος, αποτελεί τον σημαντικότερο τρόπο για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης και των νεκρών χρόνων λειτουργίας της εγκατάστασης. Στην περίπτωση που η μονάδα, στην οποία διενεργείται ο ενεργειακός έλεγχος, απαρτίζεται από κτηριακά συγκροτήματα κύριας χρήσης, συνήθως απαιτείται και η συσχέτιση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων με τις βαθμοημέρες της αντίστοιχης χρονικής περιόδου.

Ο συνήθης τύπος συσχέτισης είναι η γραμμική συσχέτιση:

$$y = a \cdot x + \beta \quad (2.1)$$

όπου οι σταθερές  $a$  και  $\beta$  μπορούν να υπολογιστούν από το γράφημα της συσχέτισης, με βάση τα μηνιαία δεδομένα για τις εξαρτημένες ( $y$ ) και ανεξάρτητες ( $x$ ) μεταβλητές.

Λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους καθοριστικούς παράγοντες που επιδρούν στην κατανάλωση ενέργειας της εξεταζόμενης αθλητικής μονάδας, διαμορφώνεται ο συνολικός τύπος της γραμμής βάσης, του οποίου η γραμμική έκφραση έχει την παρακάτω μορφή:

$$\widehat{Y}_k = \beta_0 + \beta_1 X_{k,1} + \beta_2 X_{k,2} + \dots + \beta_p X_{k,p} + \delta_k \quad (2.2)$$

όπου:

**$k$ :** ο δείκτης αρίθμησης των χρονικών διαστημάτων σε σύνολο  $K$  διατεταγμένων συνόλων κατά τα οποία μετρώνται η κατανάλωση ενέργειας  $Y_k$  και οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών  $X_{k,1}, X_{k,2}, \dots, X_{k,p}$  που επηρεάζουν αυτή την κατανάλωση ενέργειας.

**$p$ :** ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. το πλήθος των αθλουμένων, η μέση εξωτερική θερμοκρασία, κλπ).

**$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_p$ :** οι παράμετροι του τύπου γραμμής βάσης, οι οποίοι συνήθως προσδιορίζονται με τις γνωστές τεχνικές παλινδρόμησης, όπως ορίζεται από την Στατιστική Ανάλυση.

**$\delta_k$ :** το σφάλμα εκτίμησης της κατανάλωσης ενέργειας  $\widehat{Y}_k$  κατά το χρονικό διάστημα  $k$  έναντι της πραγματικής μετρηθείσας  $Y_k$ , δηλαδή ορίζεται ως η διαφορά  $\delta_k = (\widehat{Y}_k - Y_k)$ . Όσο μικρότερο είναι το σφάλμα, τόσο καλύτερη είναι η πρόβλεψη της κατανάλωσης βάσης.

Αφότου εφαρμοστούν τα απαιτούμενα μέτρα εξοικονόμησης για χρονικό διάστημα ίσο με  $m$ , η εξοικονόμηση ενέργειας  $EE_M$ , που επιτυγχάνεται, εκτιμάται ως το άθροισμα των διαφορών:

$$EE_M = \sum_{m=1}^M (\widehat{Y}_m - Y_m) \quad (2.3)$$

όπου:

$Y_m$ : η μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας κατά το χρονικό διάστημα  $m$  σε σύνολο  $M$  διαστημάτων μετρήσεων.

$\widehat{Y}_m$ : η κατανάλωση ενέργειας η οποία αντιστοιχεί στην γραμμή βάσης της κατανάλωσης και υπολογίζεται από την Εξίσωση 2.1 με βάση τις νέες μετρήσεις των ανεξαρτήτων μεταβλητών  $X_{m,1}, X_{m,2}, \dots, X_{m,p}$ .

Η εκτίμηση της εξοικονομούμενης ενέργειας πραγματοποιείται μέσα από την εφαρμογή του τύπου της γραμμής βάσης, Εξίσωση 2.3, και στηρίζεται στην Στατιστική Ανάλυση, και πιο συγκεκριμένα, στην θεωρία της Παλινδρόμησης. Τα στατιστικά μεγέθη, που υπεισέρχονται στον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας της υπό μελέτη μονάδας, είναι:

- η μέση τιμή  $\bar{Y}_k$ , η οποία υπολογίζεται με βάση το σύνολο των αρχικών καταναλώσεων  $K$  και των αντίστοιχων τιμών των διορθωτικών παραμέτρων,
- το τυπικό σφάλμα  $RMSE$  ή  $\sigma(\delta)$ , το οποίο ορίζεται από την παρακάτω Εξίσωση (2.4)

$$\sigma(\delta) = RMSE = \sqrt{\frac{1}{(K - p - 1)} \sum_{k=1}^K (\widehat{Y}_k - Y_k)^2} \quad (2.4)$$

- η τυπική απόκλιση του σφάλματος  $\delta$ , το οποίο σε μία γραμμική πολυδιάστατη παλινδρόμηση ακολουθεί την στατιστική κατανομή  $t$  κατά Student.

Ωστόσο, η προσέγγιση της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της Εξίσωσης (2.3) ενέχει την αβεβαιότητα εκτίμησης των όρων της εν λόγω διαφοράς, τόσο για την περίπτωση της εκ των προτέρων πρόβλεψης, όσο και για την περίπτωση της εκ των υστέρων εκτίμησης. Με σκοπό την αποφυγή ανακριβών αποτελεσμάτων, που θα οδηγήσουν στην εφαρμογή λανθασμένων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, ακολουθείται -και είναι διεθνώς αποδεκτό- το κριτήριο ακρίβειας, που έχει ως βάση την τυπική απόκλιση  $\sigma$  των σφαλμάτων εκτίμησης, και σύμφωνα με το οποίο το διπλάσιο του σφάλματος εκτίμησης, όπως υπολογίζεται από την Εξίσωση (2.4), θα πρέπει να είναι μικρότερο του στόχου εξοικονόμησης ενέργειας. Ως πρακτικό παράδειγμα θα μπορούσε να αναφερθεί πως, δεδομένου ότι για  $t \approx 2$  η κατανομή ακολουθεί με πολύ καλή προσέγγιση την μορφή κανονικής κατανομής, οι δύο τυπικές αποκλίσεις είναι αποδεκτή απόκλιση από το στόχο



---

μέχρι το όριο 47,7% (διάστημα εμπιστοσύνης 95%). Εκφράζοντάς το με μαθηματικούς όρους, αυτό σημαίνει ότι:

$$A(t = 2) = 2 \cdot \sigma(EE) < (\SigmaΤΟΧΟΣ EE) = EE \quad (2.5)$$

Πρακτικά, το λογιστικό φύλλο εργασίας EXCEL, μέσω των εργαλείων του, παρέχει τη δυνατότητα διενέργειας του στατιστικού κριτηρίου της Παλινδρόμησης, καθώς και άλλων στατιστικών αναλύσεων. Εισάγοντας τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Y και των ανεξάρτητων μεταβλητών X, προκύπτουν τα στατιστικά αποτελέσματα της παλινδρόμησης και η ανάλυση της διακύμανσης, τα οποία καθιστούν δυνατή την αξιολόγηση της συσχέτισης των μεγεθών, που μελετώνται, και την κατασκευή του τύπου της γραμμής βάσης.

Σύμφωνα με τη θεωρία της Στατιστικής Παλινδρόμησης, ο δείκτης «Πολλαπλό R» αναφέρεται στην συνάφεια μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων μεταβλητών, η οποία αυξάνεται όσο η τιμή του δείκτη προσεγγίζει την μονάδα. Ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής, δηλαδή ο δείκτης «R Τετράγωνο», ορίζει το ποσοστό διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής, που οφείλεται στην επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι τιμές, που λαμβάνει, κυμαίνονται μεταξύ μηδέν (κανένα ποσοστό προσαρμοστικότητας) και 1 (άριστη προσαρμοστικότητα). Όταν  $R^2 < 0,92$  η συσχέτιση θεωρείται ικανοποιητική, χωρίς, ωστόσο, να υπάρχει ένα σαφές κάτω όριο. Ο δείκτης «Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο» λειτουργεί διορθωτικά στον συντελεστή  $R^2$  και χρησιμοποιείται όταν το μέγεθος του δείγματος είναι μικρό και ο συντελεστής προσδιορισμού προσαρμογής δεν είναι απόλυτα αξιόπιστος. Η τιμή του είναι πάντα μικρότερη από εκείνη του αντίστοιχου  $R^2$  και όταν λαμβάνει αρνητικές τιμές -για χαμηλές τιμές του συντελεστή προσδιορισμού- συνιστάται να αντικαθίσταται με το μηδέν [20],[21].

#### *i Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τα τιμολόγια ενέργειας*

Η συλλογή και η αξιολόγηση των τιμολογίων της αποθηκευόμενης, και μη, ενέργειας προσβλέπει στην απόκτηση μίας ευρύτερης αντίληψης για το προφίλ των μηνιαίων καταναλώσεων σε ηλεκτρισμό και σε οποιοδήποτε καύσιμο προμηθεύεται η αθλητική εγκατάσταση για τη λειτουργία της.

- **Τιμολόγια εταιρειών προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Σε έναν λογαριασμό προμήθειας ενέργειας περιλαμβάνονται οι χρεώσεις ενέργειας, οι οποίες είναι ανάλογες με την κατανάλωση ενέργειας, οι χρεώσεις ισχύος, οι οποίες είναι ανάλογες με τη μέση ισχύ τροφοδοσίας και αφορούν στη μεταφορά της ενέργειας μέσω του δικτύου, και, τέλος, οι πάγιες χρεώσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν τέλη τρίτων και τις ελάχιστες χρεώσεις ανά περίοδο τιμολόγησης. Ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να βρίσκεται σε θέση να διακρίνει το είδος των χρεώσεων και τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης και

χρέωσης, προκειμένου να μπορεί να προτείνει οικονομικά ανταποδοτικά μέτρα, όπως είναι η αντιστάθμιση ισχύος (αύξηση cosφ), η οποία μειώνει τα άεργα φορτία και, κατά συνέπεια, μειώνει τις χρεώσεις ισχύος. Παρακάτω παρουσιάζεται η ανάλυση ενός λογαριασμού Ηλεκτρικής Ενέργειας.

### Τα στοιχεία σας

Κωδικός Έταιρου: 11111111  
 Λογ. Συμβολαίου: 30000000000  
 Στοιχεία Πελάτη: 1070 1234  
 Αρ. Παραστατικού: 60000000000  
 ΑΦΜ/ΑΔΤ: 999999999  
 Εγγύηση: 130,00 €

### Ενδείξεις Μετρητή

Αριθμός Μετρητή	Τύπος Ενδείκτη	Παλαιό Καταμάρτυρη Καταμέτρηση	Προσφάτως Καταμάρτυρη Καταμέτρηση	Διαφορά Καταμέτρησης	Προβ. Κωτ.	Σταθ. Κατανάλωσης
9245678	11	90450	89005	1445	0	1445

Συνολικός όρος Παροχής ΔΕΗ	Συν. Μετρητή	Συν. Χρεώσεως	απορ.	Χρεώσιμη Στιμμή (€/kWh)
8	1		1,000	

Σε συνέχεια του υπ αριθμού Α.Α. Λογαριασμού 11111111 - 11/07/2020 με αριθμό παραστής 123456789-012

### Αναλυτικά οι χρεώσεις

Αξία σε €	
<b>Χρεώσεις Προμήθειας ΔΕΗ</b>	<b>138,27</b>
Πόσo Χρέωση kWh 1445x0,09460€/kWh	1,57
	136,70
<b>Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις</b>	<b>83,05</b>
ΔΔΜΗΕ Σύστημα Μεταφοράς Η/Ε (96V Ανά 24,05630, 0266Α V/kWh=0,00527€/kWh)	7,97
ΔΕΔΔΗΕ Δίκτυο Διανομής Η/Ε (96V Ανά 24,05630, 5406€/kWh=144,30€/kWh, 02130€/kWh)	32,25
ΥΚΩ Υπηρεσίες Κοινής Οφθελείας Η/Ε 97Α2 Σύνολο (04550€ x 0,000000000)	9,97
ΕΤΜΕΑΡ 1445 kWh x 0,2276€/kWh	32,76
Λοιπές Χρεώσεις 1445 kWh x 0,00007€/kWh	0,10
<b>Έναντι Κατανάλωσης</b>	<b>-37,07</b>
Μείον Αξία Ρεύματος Έναντι	-37,07
<b>Διάφορα</b>	<b>4,08</b>
ΕΦΚ (N.3336/05)	3,18
ΕΙΔ.Τ.Ε.Λ. 5ο/λορ Ν.2093/92	0,96
Στρογγύλη Πληρω. Ποσού	0,31
Ποσό Στρογγύ. Προηγ. Λογ.	-0,37
<b>ΦΠΑ</b>	<b>24,36</b>
ΦΠΑ 187,43 x 13% =	24,36
<b>Δήμος ΠΑΛΛΗΝΗΣ</b>	<b>12,10</b>
ΔΤ: 100 x 0,60 x 63/365 =	10,36
ΔΦ: 100 x 0,10 x 63/365 =	1,73
ΤΑΓ: 100x0,20x0,60x0,00350x63/365 =	0,01
<b>EPT</b>	<b>6,21</b>
ετήσια χρέωση x συντελεστήν - ΕΝΔΑΤ EPT	36,00 x 124/365 -6,02
	6,21

**Τρόποι εξόφλησης λογαριασμών**

- Στα ταμεία της ΔΕΗ, με μετρητά ή χρήση κάρτας, χωρίς επιβάρυνση
- Ηλεκτρονικά με χρήση κάρτας στο **deigr**, χωρίς επιβάρυνση
- Στις συντηρούμενες τράπεζες με πληκτρονική, e-banking, phone-banking, στα ΑΤΜ, στα Μηχανήματα Αυτόματων Συναλλαγών και στα ταμεία των καταστημάτων τους
- Στα ιδρύματα πληρωμών, ιδρύματα ηλεκτρονικού χρήματος και τους πιστοποιημένους αντιπροσώπους αυτών (N.4021/2011 και Ν.4537/2018), όπως σε καταστήματα ΟΠΑΠ σε όλη την Ελλάδα
- Μέσω επιβασιμάτων SEPA χρησιμοποιώντας το στοιχείο BIC EPHNGBA και IBAN GR90110040000004020086700 (υποχρεωτικός ο Κωδικός Ηλεκτρονικής Πληρωμής)

Περισσότερες πληροφορίες στο **deigr**. Οι λογαριασμοί μετά τη λήξη τους εξοφλούνται με δική σας ευθύνη με όλους τους παραπάνω τρόπους.

**Σημαντική ενημέρωση**

Σε περίπτωση εκπρόθεσμης εξόφλησης του λογαριασμού, επιβαρύνεστε με τόκους υπερμερείας και ενδεδειγμένα:

- Να διακοπεί η ηλεκτροδότησή σας με τή από σχετική ειδοποίηση
- Να γίνει καταγγελία της σύμβασης προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας

Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, για την επανασύνδεση επιβαρύνεστε με έξοδα επανασύνδεσης & εφόσον απαιτείται, αναπροσαρμόζεται η εγγύηση. Εφόσον υπάρχουν ληξιπρόθεσμες οφειλές εξουσιοδοτημένοι συνεργάτες δύναται να επικοινωνήσουν μαζί σας με σκοπό τη σχετική ενημέρωσή σας (N.375/09 & Κώδικας Προμήθειας σε Πελάτες ΦΕΧ 832/ 28/9.4.13). Η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα από τη ΔΕΗ πραγματοποιείται τή σύννομα και σύμφωνα με τις προβλέψεις του Κανονισμού (ΕΕ) 679/2016, όπως αυτές ενσωματώνονται στη Δήλωση Προστασίας Προσωπικών Δεδομένων της ΔΕΗ - Η ΔΕΗ προχωρεί σε τή αποποίηση απευθύνσεων τή έως 60 ημέρες. Μπορεί να ενημερωθείτε σχετικά με τή αποποίηση και τή ζητήματα προστασίας δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα στο **deigr**.

**Χρήσιμες πληροφορίες**

Για οποιαδήποτε πληροφορία, αίτημα ή παράπονο καλέστε στο **800 900 1000 Δ.ΟΡΕΑΝ** ή στο +30 211 211 0770 από τή εξωτερικό, επικοινωνήστε τή **deigr** ή απευθυνθείτε σε οποιοδήποτε κατάστημα ΔΕΗ. Σε περίπτωση διαφωνίας ως προς τή χρεώσεις του λογαριασμού, αντιρρήσεις υποβάλλονται εγγράφως, πριν τή λήξη του επόμενου λογαριασμού από αυτόν που αμφισβητείται. Ανεξάρτητη Αρχή στην οποία μπορείτε να απευθυνθείτε για εξειδικαστική επίλυση τή διαφοράς σας, είναι ο Συνήγορος του Καταναλωτή (λ. Αλεξάνδρας 144, 114 71 Αθήνα, τηλ: 210 6460862, 210 6460814). Σε περίπτωση παραβίασης του θεσμικού πλαισίου εκ μέρους τή ΔΕΗ, έχετε τή δυνατότητα υποβολής αιτιολογημένης καταγγελίας ενώπιον τή ΡΑΕ, σύμφωνα με τή Ν.4001/2011, άρθρο 34. Η καταγγελία στους έναντι λογαριασμούς επιμίσθια, βάσει καταναλωτικών αντίστοιχης χρονικής περιόδου του προηγούμενου έτους και οι χρεώσεις Προμήθειας και Ρυθμιζόμενες αποσυντίθενται αναλυτικά.

Εικόνα 2.1: Παράδειγμα έντυπου παραστατικού της ΔΕΗ.

(Πηγή: <https://www.dei.gr/el/gia-to-spiti/ypostiriksi-epikoinonia/ypodeigma-logariasmou/>)

Ενδείξεις Μετρητή						
Αριθμός Μετρητή	Τύπος Ενδείξης	Τελευταία Καταμέτρηση	Προηγούμενη Καταμέτρηση	Διαφορά Καταμέτρησης	Προσθ. Κwh	Σύνολο Κατανάλωσης
12345678	11	90450	89005	1445	0	1445
Συμφωνημένη Ισχύς Παροχής (kVA)	Συντ. Μετρίσμού	Συντ. Χρήσης	συνφ.	Χρεωστέα Ζήτηση (kW)		
8	1		1,0000			

α) Αριθμός του μετρητή και τύπος ένδειξης (π.χ. ημέρας ή νύχτας).

β) Ενδείξεις του μετρητή και σύνολο της κατανάλωσης.

γ) Συμφωνημένη Ισχύς Παροχής (kVA), όπως προκύπτει από τη συμφωνία σύνδεσης των εγκαταστάσεων με το Δίκτυο.

δ) Συντελεστής Μετασχηματισμού: Είναι ο συντελεστής με τον οποίο

πολλαπλασιάζεται η κατανάλωση που κατέγραψε ο μετρητής, προκειμένου να υπολογιστεί η πραγματική κατανάλωση. σας. Αφορά στις παροχές με συμφωνημένη ισχύ μεγαλύτερη από 85 kVA.

στ) Συντελεστής Χρησιμοποίησης: Υπολογίζεται σε ορισμένους πελάτες και δηλώνει την αποτελεσματική χρήση της ισχύος που απορροφήθηκε από το δίκτυο.

ε) Συντελεστής ισχύος (συνφ): Υπολογίζεται σε ορισμένες κατηγορίες πελατών με μεγάλη συμφωνημένη ισχύ και υπολογίζεται από τις καταναλώσεις ενεργού και αέργου ενέργειας. Για τους υπόλοιπους πελάτες ο συντελεστής ισχύος λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα (συνφ=1)

ζ) Χρεωστέα Ζήτηση (KW): Υπολογίζεται στις παροχές ισχύος μεγαλύτερης των 35 kVA και δηλώνει το μέγιστο της ζητούμενης ισχύος στην περίοδο που αφορά ο λογαριασμός.

Χρεώσεις Προμήθειας ΔΕΗ	138,27
Πάγια Χρέωση kWh 1445x0,09460€/kWh	1,57 136,70

Υπολογίζεται η χρέωση του ηλεκτρικού ρεύματος βάσει της καταναλωθείσας ενέργειας και του

ισχύοντος τιμοκαταλόγου. Περιλαμβάνει δηλαδή το κόστος και τις λοιπές δαπάνες για την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας στους πελάτες.

Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις	83,05
ΑΔΜΗΕ:Σύστημα Μεταφοράς Η/Ε (8kVAx124/365x0,130€/kVA)+(1445kWhx0,00527€/kWh)	7,97
ΔΕΔΔΗΕ:Δίκτυο Διανομής Η/Ε (8kVAx124/365x0,540€/kVA)+(1445kWhx0,02130€/kWh)	32,25
ΥΚΩ:Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας ΗΜΕΡΑΣ 124vημ (1445kWh x 0,00690€/kWh)	9,97
ΕΤΜΕΑΡ 1445kWhx0,02267€/kWh	32,76
Λοιπές Χρεώσεις 1445kWhx0,00007€/kWh	0,10

Οι χρεώσεις αυτές αφορούν:

ΑΔΜΗΕ: Καλύπτει τις δαπάνες του ΑΔΜΗΕ για τη λειτουργία, συντήρηση και ανάπτυξη του Δικτύου Μεταφοράς Υψηλής Τάσης (π.χ. πυλώνων), ώστε να

διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια.

ΔΕΔΔΗΕ: Καλύπτει τις δαπάνες του ΔΕΔΔΗΕ για τη λειτουργία, συντήρηση και ανάπτυξη του Δικτύου Διανομής Μέσης και Χαμηλής Τάσης, ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή και απρόσκοπτη ηλεκτροδότηση των ακινήτων.

ΥΚΩ: Αφορούν τη χρέωση όλων των πελατών για υπηρεσίες όπως, παροχή ρεύματος στους κατοίκους των μη διασυνδεδεμένων νησιών και παροχή ειδικού τιμολογίου στους δικαιούχους του Κοινωνικού Τιμολογίου.

---

**ΕΤΜΕΑΡ:** Ειδικό τέλος για την ενίσχυση της παραγωγής ρεύματος από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

**Λοιπές Χρεώσεις:** Χρεώσεις που επιβάλλονται βάσει νομοθεσίας για την ομαλή λειτουργία της Αγοράς.

Τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στους λογαριασμούς της ηλεκτρικής ενέργειας και συμβάλουν στη διεκπεραίωση του ενεργειακού ελέγχου είναι:

- η μέγιστη ζήτησης
- ο συντελεστής ισχύος
- η συνολική κατανάλωση Η.Ε.
- η συνολική χρέωση ενέργειας (άθροισμα υψηλής και χαμηλής ζήτησης)
- οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις

- **Τιμολόγια εταιρειών προμήθειας Καυσίμων**

Σε έναν λογαριασμό καυσίμου, συνήθως, μετριέται η ποσότητα προμήθειας σε φυσικές μονάδες (π.χ. lt, tn, m<sup>3</sup>) και με βάση την θερμογόνο ικανότητα του καυσίμου, εκτιμάται η θερμιδική τιμή του καυσίμου. Η θερμογόνος ικανότητα διακρίνεται σε ανώτερη (ΑΘΙ) και κατώτερη (ΚΘΙ), και ο υπολογισμός τόσο των ενεργειακών μεγεθών, όπως είναι ο βαθμός απόδοσης, όσο και των χρεώσεων ενέργειας, πραγματοποιείται είτε ως προς την ΑΘΙ είτε ως προς την ΚΘΙ, προκειμένου να διαμορφώνεται μία κοινή βάση και τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα μεταξύ των ανταγωνιστικών φορέων ενέργειας (καυσίμων) ή/και των τεχνολογιών. Συνηθίζεται για την εκτίμηση της θερμιδικής τιμής του καυσίμου να χρησιμοποιείται η ΚΘΙ, και πιο συγκεκριμένα να υπολογίζεται ως το πηλίκο της τιμής μονάδας (π.χ. €/lt) προς την ΚΘΙ (π.χ. kWh/lt). Παρακάτω παρουσιάζεται η ανάλυση ενός λογαριασμού Φυσικού Αερίου. Τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στα παραστατικά των καυσίμων και συμβάλουν στη διεκπεραίωση του ενεργειακού ελέγχου είναι:

- η θερμογόνος ικανότητα
- η ποσότητα κατανάλωσης (σε kg ή lt)
- η συνολική κατανάλωση ενέργειας (σε kWh)
- η χρέωση συνολική ενέργειας

ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΗΜΕΡΕΣ	Nm <sup>3</sup>	ΑΘΔ (kwh/Nm <sup>3</sup> )	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kWh)	ΤΙΜΗ (€/kWh)	ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΑ (€)
<b>Κατανάλωση</b>							
01/04/22	- 30/04/22	30	80.331,00	11,42	917.340,00 x	0,13224	121.309,04 €
<b>ΤΑΜΕΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ</b>							
01/04/22	- 30/04/22	30			917.340,00 x	0,04	-36.693,60 €
<b>ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ: ΠΟΣΑ ΠΡΟΣ ΤΡΙΤΟΥΣ</b>							
ΑΠΟ	ΕΩΣ	ΗΜΕΡΕΣ	Nm <sup>3</sup>	ΑΘΔ (kwh/Nm <sup>3</sup> )	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (kWh)	ΤΙΜΗ (€/kWh)	ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΑ (€)
<b>Χρέωση Μεταφοράς</b>							
01/04/22-	30/04/22	30	80.331,00	11,42	917.340,00 x	0,0018	1.651,21 €
<b>Χρέωση Δυναμικότητας Διανομής</b>							
01/04/22-	30/04/22	30			13.679,00 x	1,50551 x30 / 365	1.692,65 €
<b>Χρέωση Ενέργειας Διανομής</b>							
01/04/22-	30/04/22	30	80.331,00	11,42	917.340,00 x	0,00016	146,77 €
<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ/ΦΟΡΟΙ</b>							
<b>ΕΦΚ (Ν. 4389/2016)</b>					917.340,00 x	0,00162	1.486,09 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΙΣ Φ.Π.Α. &amp; ΕΙΔ. ΤΕΛΟΣ</b>							<b>89.592,16 €</b>
<b>Φ.Π.Α. 6 %</b>					89.592,16 x	6 %	5.375,53 €
<b>ΕΙΔ. ΤΕΛΟΣ 5%</b>							447,96 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΕ Φ.Π.Α. &amp; ΕΙΔ. ΤΕΛΟΣ</b>							<b>95.415,65 €</b>
<b>ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ</b>							
Τελευταία	Προηγούμενη	Κατανάλωση (Nm <sup>3</sup> )	Συνταλεστές Διόρθωσης	Διορθωμένη Κατανάλωση (Nm <sup>3</sup> )	Επόμενη Καταμέτρηση		
80.331	0	80.331,00	1	80.331	21/05/2022		

**Εικόνα 2.2:** Παράδειγμα έντυπου παραστατικού παροχής φυσικού αερίου.

(Πηγή: Τιμολόγιο προμήθειας ΦΑ από μία βιομηχανική εγκατάσταση)

**Ενδείξεις:** Καταγράφεται η τελευταία και η προηγούμενη ένδειξη του μετρητή, και η διαφορά τους αντιστοιχεί στην κατανάλωση ΦΑ εκφρασμένη σε (αδιόρθωτα) κυβικά μέτρα (m<sup>3</sup>) κατά την περίοδο κατανάλωσης.

---

**Διορθωμένη κατανάλωση ( $\text{Nm}^3$ ):** Είναι η κατανάλωση ΦΑ ανηγμένη σε Κανονικές Συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Προκύπτει από το γινόμενο της Κατανάλωσης επί τον Συντελεστή Διόρθωσης. Ο πολλαπλασιασμός της Διορθωμένης Κατανάλωσης με τη μέση Ανωτέρα Θερμογόνο Δύναμη (ΑΘΔ) αντιστοιχεί στην καταναλωθείσα ενέργεια προς τιμολόγηση (σε kWh).

**ΑΘΔ ( $\text{kWh}/\text{Nm}^3$ ):** Η μέση Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη είναι η ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση  $1 \text{ Nm}^3$  φυσικού αερίου. Η τιμή της δεν είναι σταθερή, εξαρτάται από τη σύσταση του ΦΑ, και υπολογίζεται κάθε μήνα από τον ΔΕΣΦΑ σύμφωνα με μετρήσεις που πραγματοποιούνται στους σταθμούς παραλαβής του ΦΑ. Μια ενδεικτική τιμή είναι  $11,5 \text{ kWh}/\text{Nm}^3$ .

**Ποσότητα (kWh):** Είναι το γινόμενο της Διορθωμένης Κατανάλωσης και της μέσης ΑΘΔ.

**Τιμή (€/kWh):** Προκύπτει από το άθροισμα της Τιμής Δημοπρασίας και του Περιθωρίου Εμπορίας, όπως αυτό αναγράφεται στον κατάλογο του Προγράμματος Φυσικού Αερίου, επί του οποίου εφαρμόζονται οι εκάστοτε χρεώσεις.

**Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις:** Αφορούν στον Διαχειριστή του Δικτύου Μεταφοράς (ΔΕΣΦΑ), στον Διαχειριστή του οικείου Δικτύου Διανομής (ΕΔΑ) και στο αποδιδόμενο στον ΔΕΣΦΑ Τέλος Ασφάλειας Εφοδιασμού.

**Διάφορες Χρεώσεις και Φόροι:** Περιλαμβάνονται οι χρεοπιστώσεις και οι φόροι που αποδίδονται στο κράτος. Ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης χρεώνεται μόνο στους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς και υπολογίζεται επί της πραγματικής κατανάλωσης αερίου. Το Ειδικό Τέλος 0,5% καλείται υπό τον τίτλο «Δικαιώματα Εκτελέσεως Τελωνειακών Έργων» και δεν υπόκειται σε ΦΠΑ.

*ii Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τη δυναμικότητα και τη λειτουργία της αθλητικής εγκατάστασης και του μηχανολογικού εξοπλισμού, έπειτα από επιτόπιο έλεγχο*

Σημαντικές πηγές συλλογής στοιχείων για τις ενεργειακές καταναλώσεις, εκτός από τα τιμολόγια ενέργειας, αποτελούν οι επιμέρους μετρήσεις και οι επιτόπιοι έλεγχοι. Σε αυτό το είδος εκτίμησης υπεισέρχονται:

- τα χαρακτηριστικά στοιχεία ισχύος από τις πινακίδες του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και των μηχανημάτων, σε συνδυασμό με τις εκτιμήσεις των ωρών λειτουργίας.
- οι καταγραφές από τυχόν συντηρήσεις του εξοπλισμού και οι εκθέσεις ενεργειακών ελέγχων ή και τεχνικών μελετών.
- οι μετρήσεις ενέργειας από επιμέρους μετρητές στην αθλητική εγκατάσταση.
- οι μετρήσεις ισχύος και ωρών λειτουργίας των επιμέρους μηχανολογικών συστημάτων, όπως καταγράφονται από το σύστημα εποπτικού ελέγχου και καταγραφής στοιχείων (ΣΕΕΚΣ), εφόσον αυτό υπάρχει.

---

Σημειώνεται πως, τα στοιχεία που συγκεντρώνονται πρέπει να εκφράζονται στο ίδιο χρονικό διάστημα αναφοράς, το οποίο είναι ίδιο για όλα τα μεγέθη και, συνήθως, αντιστοιχούν στη διάρκεια ενός μήνα. Σε περιπτώσεις αποκλίσεων, οι χρόνοι ανάγονται στο χρονικό βήμα επιλογής.

#### **2.3.4. Μεθοδολογία εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τις αρχές του σχεδιασμού των νέων αθλητικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το εκτιμώμενο ενεργειακό προφίλ**

Με προσανατολισμό τη μείωση στο ελάχιστο των εκπεμπόμενων ρύπων, οι κανονισμοί προβλέπουν τα σύγχρονα κτήρια να κατασκευάζονται με ενεργειακές προδιαγραφές και σύμφωνα με τα πρότυπα nZEB. Τα κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB) χαρακτηρίζονται από δομικά στοιχεία υψηλών ενεργειακών προδιαγραφών και Η/Μ συστήματα ιδιαίτερα υψηλής ενεργειακής απόδοσης, ενώ, ταυτόχρονα, ένα σημαντικό μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τοπικού επιπέδου.

Στην ίδια κατεύθυνση οφείλει να κινείται και ο σχεδιασμός των νέων αθλητικών εγκαταστάσεων, με στόχο την επίτευξη της μέγιστης εξοικονόμησης ενέργειας στα αθλητικά κέντρα και της ελάχιστης εκπομπής εκλυόμενων ρύπων. Ο ενεργειακός σχεδιασμός των νέων αθλητικών μονάδων πρόκειται να προωθή τα χαρακτηριστικά του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και να διέπεται από τις παρακάτω βασικές αρχές [10],[15]:

- Δημιουργία ενεργειακού κελύφους, υψηλών προδιαγραφών, με σχεδόν μηδενικές απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον.
- Εφαρμογή Η/Μ εξοπλισμού, υψηλού βαθμού απόδοσης, και συστημάτων ελέγχων και διαχείρισης ενέργειας.
- Ελαχιστοποίηση της εξάρτησης από συμβατικές μορφές καυσίμου και αξιοποίηση των ΑΠΕ σε τοπικό επίπεδο.
- Εφαρμογή μέτρων ενεργειακού νοικοκυρέματος με σκοπό την ανάπτυξη υπεύθυνης συμπεριφοράς στους χρήστες και την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης στους αθλουμένους και σε όσους δραστηριοποιούνται στις αθλητικές εγκαταστάσεις.

Η εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων μίας νέας αθλητικής μονάδας αποτελεί απόρροια του σχεδιασμού και των εργαλείων μοντελοποίησης της εγκατάστασης, δεδομένων των εξωτερικών συνθηκών, των χαρακτηριστικών και της λειτουργίας της. Στο πρώτο βήμα υλοποιούνται η σχεδίαση και η μελέτη των αθλητικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με τον κτηριοδομικό κανονισμό και τις απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται, ώστε να διεξάγονται ομαλά οι προπονήσεις και οι αγώνες για κάθε άθλημα. Αφότου ολοκληρωθεί η επιλογή των βασικών αρχιτεκτονικών στοιχείων και κτηριακών δομών,

---

ακολουθεί η εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και αυτονόμησης.

Σε αυτό το στάδιο, ο αρμόδιος μηχανικός διενεργεί μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας στους κτηριακούς όγκους, μεριμνώντας για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ., και στη συνέχεια, πραγματοποιεί μελέτη ενεργειακής απόδοσης, επιλέγοντας τα καταλληλότερα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, προκειμένου η αθλητική εγκατάσταση να κατατάσσεται σε κατηγορία ανώτερης ή ίσης της Α. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η επίτευξη τόσο υψηλής ενεργειακής κλάσης απαιτεί την αξιοποίηση μίας, τουλάχιστον, μορφής ΑΠΕ, όπως ορίζεται και στα χαρακτηριστικά των κτηρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.

Η θερμομονωτική επάρκεια του κτηρίου πραγματοποιείται μέσα από τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων του κτίσματος και επιδιώκει τον περιορισμό, στο ελάχιστο δυνατόν, των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και την επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Ο έλεγχος που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. απαρτίζεται από δύο στάδια [6],[44]:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμομονωτική επάρκεια όλων των δομικών στοιχείων του κτηρίου. Αυτό σημαίνει πως η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε εξεταζόμενου δομικού στοιχείου  $U_{εξεταζ.}$  θα πρέπει να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{max}$  που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{εξεταζ.} \leq U_{max} \quad (2.6)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμομονωτική επάρκεια του συνόλου του κτηρίου. Αυτό σημαίνει πως η μέση τιμή θερμοπερατότητας του κτηρίου  $U_m$  θα πρέπει να μην υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_{m,max}$  που ορίζει ο κανονισμός ανά κλιματική ζώνη. Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad (2.7)$$

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου, υπολογίζονται:

- οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων,
- τα εμβαδά όλων των επί μέρους αδιαφανών και διαφανών στοιχείων,
- οι θερμογέφυρες του κτηρίου, και
- ο όγκος του κτηρίου.



---

Έπειτα, ακολουθεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης της αθλητικής εγκατάστασης, κατά την οποία εισάγονται στο επιλεγμένο ενεργειακό πρόγραμμα τα απαραίτητα δεδομένα που αφορούν στη γεωμετρία, στη σύνθεση και στη λειτουργία του κελύφους, στα Η/Μ που πρόκειται να λειτουργούν σε αυτή, καθώς και στα στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου. Στόχος είναι η μοντελοποίηση να απεικονίζει στο μέγιστο δυνατό βαθμό την πραγματική εικόνα της αθλητικής μονάδας και των εξωτερικών συνθηκών, καθιστώντας εφικτή την εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας του υπό μελέτη αθλητικού κέντρου, την πρόβλεψη της ενεργειακής κατηγορίας του και τη διαμόρφωση του ενεργειακού του προφίλ.

### **2.3.5. Βασικές αρχές για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας βάσει ISO50001, ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, και μεθοδολογία μέτρησης και παρακολούθησης**

Το πρότυπο ISO50001 αποτελεί ένα διαχειριστικό εργαλείο, το οποίο βασίζεται στην μεθοδολογία της αρχής του «**Σχεδιάζω - Εκτελώ - Ελέγχω - Βελτιώνω**» και υποστηρίζει την αποτελεσματική αξιοποίηση της ενέργειας σε όλους τους τομείς κάθε οργανισμού, μέσα από την ανάπτυξη ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση των αθλητικών εγκαταστάσεων, η εφαρμογή του προτύπου στοχεύει στην εγκατάσταση των απαιτούμενων διαδικασιών, οι οποίες πρόκειται να οδηγήσουν στη βέλτιστη ενεργειακή επίδοση των αθλητικών μονάδων, και τα οφέλη εντοπίζονται στα παρακάτω σημεία [37]:

- **Σχεδιάζω** → Ανάπτυξη πολιτικών, με στόχο την αποτελεσματικότερη χρήση της ενέργειας, και καθορισμένων στόχων για την εκπλήρωση αυτών.
- **Εκτελώ** → Λήψη αποφάσεων σχετικά με τη χρήση ενέργειας, μέσα από τα αποτελέσματα των μετρήσεων και την αξιολόγηση των στοιχείων καταναλώσεων.
- **Ελέγχω** → Επανεξέταση της αποδοτικότητας των πολιτικών.
- **Βελτιώνω** → Συνεχής βελτίωση της διαχείρισης της ενέργειας.

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO50001 οι βασικές αρχές για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας σε μία αθλητική μονάδα περιλαμβάνουν τον εντοπισμό των σημαντικών ενεργειακών χρήσεων και των παραγόντων που σχετίζονται με αυτές, τη μέτρηση και την ανάλυση των δεικτών ενεργειακής επίδοσης, την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των σχεδίων δράσης στην επίτευξη των ενεργειακών στόχων, και τέλος την αξιολόγηση των πραγματικών έναντι των αναμενόμενων καταναλώσεων ενέργειας. Ο ενεργειακός υπεύθυνος έχει στην αρμοδιότητά του την καταγραφή των αποτελεσμάτων από τη μέτρηση και την παρακολούθηση, την τήρηση των απαιτήσεων του προτύπου και τον καθορισμό του πεδίου εφαρμογής, μετά των ορίων του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.

Ανάλογα με την κατηγορία της αθλητικής εγκατάστασης, η μεθοδολογία της μέτρησης και παρακολούθησης δύναται να διαφέρει, καθώς μεταβάλλονται οι απαιτήσεις των εγκαταστάσεων και, συνεπώς, οι ανάγκες των μετρήσεων. Για παράδειγμα, στις μικρές

αθλητικές μονάδες μπορούν να τοποθετηθούν απλοί μετρητές για τη μέτρηση, την καταγραφή και τον έλεγχο των βασικών χαρακτηριστικών (τάση, ένταση ρεύματος, παραγόμενη ισχύς, θερμοκρασία θερμικού/ψυκτικού μέσου κ.ά.) σε αντίθεση με τις μεγάλες αθλητικές μονάδες, όπου είναι αναγκαία η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων παρακολούθησης και μέτρησης με την χρήση κατάλληλου λογισμικού, το οποίο επιτρέπει την αυτόματη ανάλυση και την παροχή έγκυρων αποτελεσμάτων. Στον Πίνακα 2.3 συμπληρώνονται με πράσινη απόχρωση τα πεδία των τυπικών μετρήσεων που λαμβάνουν μέρος σε κάθε κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, βάσει του δείγματος των ενεργειακών ελέγχων και της σχετικής βιβλιογραφίας.

**Πίνακας 2.3:** Παρουσίαση των τυπικών μετρήσεων ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.

Τυπικές μετρήσεις	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων									
	Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις	Λοιπές							Με θεατές	Χωρίς θεατές
		1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)			3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)			
		Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες			
Μέτρηση ηλεκτρικής ενέργειας & ισχύος										
Μέτρηση θερμοκρασίας										
Μέτρηση απωλειών θερμότητας										
Μέτρηση παροχής νερού										
Μέτρηση παροχής αέρα										
Μέτρηση παροχής καυσίμου										

Τυπικές μετρήσεις	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων								
	Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις	Λοιπές							
		1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)				3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)	
		Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες	Με θεατές	Χωρίς θεατές
Μέτρηση υγρασίας αέρα									
Μέτρηση καυσαερίων									
Μέτρηση χρόνου λειτουργίας									
Μέτρηση επιπέδων φωτισμού									

### 2.3.6. Πρακτικές χαμηλού κόστους για την αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών φορτίων

Πρώτο βήμα με κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας και την αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών φορτίων μίας αθλητικής εγκατάστασης αποτελούν οι πρακτικές χαμηλού κόστους. Πρόκειται για μέτρα με μικρό έως μηδενικό κόστος, αλλά με σημαντική συμβολή στη μείωση της κατανάλωσης φορτίων και της σπατάλης ενέργειας. Αναφέρονται σε μέτρα συμπεριφοράς τόσο από τους αθλουμένους, ως προς την χρήση των εγκαταστάσεων, όσο και από το προσωπικό της αθλητικής μονάδας, ως προς τη συντήρηση και την ομαλή λειτουργία της. Συνοπτικά, οι πρακτικές χαμηλού κόστους περιλαμβάνουν τα εξής [14],[17]:

- ✓ **Μέτρα Ενεργειακού Νουκοκυρέματος Χαμηλού ή/και Μηδενικού Κόστους με επίκεντρο τη λειτουργία της αθλητικής μονάδας**
  - Εγκατάσταση μηχανισμών επαναφοράς σε όλες τις θύρες της εγκατάστασης και τακτικός έλεγχος της λειτουργίας τους.

- 
- Εγκατάσταση μέτρων προστασίας από τον άνεμο και τον ήλιο σε υπαίθριες εγκαταστάσεις και προσαρμογή των παθητικών συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή και τον προσανατολισμό.
  - Συστηματική χρήση των παραθύρων και φεγγιτών, που τοποθετούνται σε υψηλό σημείο των εξωτερικών τοίχων, με σκοπό την ενίσχυση του φυσικού αερισμού – δροσισμού του κτηρίου στις θερμές περιόδους του χρόνου.
  - Τακτικός έλεγχος και συντήρηση των εγκαταστάσεων μέσα από σαφώς καθορισμένες ενέργειες και προσεκτική παρακολούθηση.
  - Σφράγισμα των σημείων αρμολόγησης μεταξύ κουφωμάτων και τοιχοποιίας με ειδικές θερμομονωτικές ταινίες για αεροστεγανότητα.
  - Μόνωση των σωληνώσεων των Η/Μ συστημάτων για μείωση των απωλειών θερμότητας κατά τη μεταφορά.
  - Κεφαλές εξοικονόμησης νερού στους κρουνοί των καταιονιστήρων (ντους).
  - Κατάλληλη ρύθμιση και τακτικός έλεγχος της θερμοκρασίας τόσο του αέρα των χώρων όσο και του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών.
  - Αναπροσαρμογή στο σύστημα άντλησης του νερού με νέες και ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες.
  - Εγκατάσταση θερμομονωτικού καλύμματος στις θερμαινόμενες κολυμβητικές δεξαμενές.
- ✓ **Μέτρα Ενεργειακού Νοικοκυρέματος Χαμηλού ή/και Μηδενικού Κόστους με επίκεντρο τη συμπεριφορά των χρηστών της αθλητικής μονάδας**
- Κατάρτιση των αθλουμένων με σκοπό την ορθή χρήση των συστημάτων και του εξοπλισμού της μονάδας.
  - Άμεση πληροφόρηση για την ενεργειακή λειτουργία των αθλητικών εγκαταστάσεων και παραδειγματική χρήση από τους εκπαιδευτές.
  - Απαγόρευση του καπνίσματος σε όλους τους κλειστούς χώρους των εγκαταστάσεων, προς αποφυγή της λειτουργίας των συστημάτων καθαρισμού του αέρα.
  - Ορθή ενημέρωση των χρηστών σχετικά με την ενέργεια και το νερό, που δαπανάται άσκοπα από τους καταιονισμούς (ντους) μακράς διάρκειας.

Η περιγραφή των μέτρων χαμηλού κόστους ακολουθεί αναλυτικότερα στην ενότητα 3.1.1.

### **2.3.7. Παραδείγματα εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων σε τυπικές αθλητικές εγκαταστάσεις**

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται ένα τυπικό παράδειγμα αθλητικής εγκατάστασης, η οποία περιλαμβάνει ποικίλες χρήσεις αθλητικών χώρων, προκειμένου να αναπτυχθεί πρακτικά η διαδικασία υλοποίησης του ενεργειακού ελέγχου και να γίνει κατανοητή από τον αναγνώστη-ενεργειακό επιθεωρητή. Το Ποσειδώνιο Ναυταθλητικό Κέντρο Θεσσαλονίκης κρίθηκε ως μία από τις πλέον κατάλληλες αθλητικές μονάδες, στο οποίο δύναται να λάβει μέρος μία πλήρης και αντιπροσωπευτική ενεργειακή μελέτη [49].

---

## **Βήμα 1: Γενική περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της αθλητικής εγκατάστασης**

Το αθλητικό κέντρο του Ποσειδωνίου τοποθετείται στην ανατολική παραλιακή πλευρά της Θεσσαλονίκης, επί της οδού Μαρία Κάλλας, δίπλα στο Μέγαρο Μουσικής Θεσσαλονίκης. Ανεγέρθηκε το 1978 με την υπ' αριθμόν 2768/9-11-1978 οικοδομική άδεια, ενώ το 2002 εγκρίθηκε, με την υπ' αριθμόν 131/15-10-2002 οικοδομική άδεια, η κατασκευή του νέου στεγάστρου για δύο κολυμβητικές δεξαμενές (πισίνας διαστάσεων 50m x 21m και πισίνας εκμάθησης διαστάσεων 12m x 10m) και τις κερκίδες χωρητικότητας 700 θέσεων.

### **➤ Χωροθέτηση και δομή του αθλητικού κέντρου**

Το Ποσειδώνιο Ναυταθλητικό Κέντρο Θεσσαλονίκης απαρτίζεται από τους παρακάτω χώρους:

- Κλειστό κολυμβητήριο, χωρητικότητας 700 θεατών, με δύο κολυμβητικές δεξαμενές. Η μία αξιοποιείται ως πισίνα κολύμβησης και έχει διαστάσεις 50m x 21m και η άλλη ως πισίνα εκμάθησης και έχει διαστάσεις 10m x 12m.
- Ανοιχτή δεξαμενή κολύμβησης διαστάσεων 50m x 21m.
- Ανοιχτό γήπεδο ποδοσφαίρου
- Επτά ανοιχτά γήπεδα αντισφαίρισης
- Δέκα ανοιχτά γήπεδα καλαθοσφαίρισης
- Δύο ανοιχτά γήπεδα πετοσφαίρισης

Στην εικόνα 2.3 απεικονίζεται εντός του μαύρου περιγράμματος το σύνολο των αθλητικών χώρων του Ποσειδωνίου Ναυταθλητικού Κέντρου Θεσσαλονίκης, και έχει σημειωθεί με μπλε περίγραμμα ο κλειστός χώρος του κολυμβητηρίου.

Το διάφορο κτήριο του κλειστού κολυμβητηρίου έχει ορθογωνική κάτοψη με συνολική επιφάνεια 3.943,45 m<sup>2</sup>, και ολικό ύψος 13,2 m. Στο υπόγειο, ύψους 2,20 m, περιλαμβάνονται τα αποδυτήρια γυναικών και ανδρών, τα μηχανοστάσια και οι δεξαμενές καυσίμων, ενώ στο ισόγειο, ύψους 11 m, περιέχονται οι δεξαμενές κολύμβησης, οι κερκίδες, τα γραφεία και οι διάδρομοι που τα συνδέουν.



**Εικόνα 2.3:** Κάτοψη αθλητικών εγκαταστάσεων Ποσειδωνίου Ναυταθλητικού Κέντρου Θεσσαλονίκης.  
(Πηγή: Google Earth)

➤ **Ωράριο λειτουργίας**

Το Ποσειδώνιο Ναυταθλητικό Κέντρο Θεσσαλονίκης λειτουργεί όλους τους μήνες του έτους, όλες τις ημέρες της εβδομάδας από τις 06:00 π.μ., ώρα προσέλευσης των προπονητών, έως τις 23:00 μ.μ..

➤ **Κέλυφος κτηρίου**

Το κτήριο αποτελείται από μεταλλική κατασκευή με εξωτερικές κολόνες στήριξης, και διαθέτει μία υποτυπώδη στρώση θερμομόνωσης, σύμφωνα με τις πληροφορίες που δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία των Ε.Α.Κ.Θ.. Ωστόσο, δεδομένης της περιόδου εκπόνησης της μελέτης, η οποία αντιστοιχεί στην περίοδο εφαρμογής του Κ.Θ.Κ., θεωρείται ότι πραγματοποιήθηκε ανεπαρκής θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ. στο κέλυφος του κτίσματος, και κατά συνέπεια οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  ( $W/m^2K$ ) λαμβάνονται από τον Πίνακα 3.5α της TOTEE 20701-1/2017, αυξημένες κατά

0,2, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η παρουσία θερμογεφυρών. Επομένως, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ισούται με:

- 1,2 για τους εξωτερικούς τοίχους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα
- 1,15 για τα δώματα
- 1,15 για τα δάπεδα επί εδάφους

➤ **Καταγραφή εξοπλισμού και ΗΜ εγκαταστάσεων**

**(Α) Σύστημα Φωτισμού**

Κατά την αυτοψία της υπό μελέτη αθλητικής μονάδας, καταγράφηκαν σε κάθε χώρο τα φωτιστικά ως προς την ποσότητα, τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά τους, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.4.

*Πίνακας 2.4: Καταγραφή χαρακτηριστικών φωτιστικών σωμάτων.*

Χώρος	Τύπος φωτιστικού	Εγκατεστημένη ποσότητα	Ποσότητα σε λειτουργία	Ισχύς λαμπτήρων	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας
		τμχ	τμχ	W	h/day	day/y
Εσωτερική πισίνα	HB HID	25	25	400	5	365
Εσωτερική πισίνα	RFL HID	71	71	400	5	365
Εξωτερική πισίνα	RFL HID	16	16	1.000	5	365
Εξωτερικά γήπεδα	RFL HID	8	8	2.000	5	365
Εξωτερικά γήπεδα	RFL HID	36	36	1.000	5	365
Γήπεδα τένις	RFL HID	4	4	2.000	5	365
Λοιποί χώροι	CEL LFL	150	150	58	13	365

**(Β) Σύστημα Θέρμανσης χώρων - Συστήματα διανομής θερμικής ενέργειας**

Στον υπόγειο χώρο του κτηρίου του κολυμβητηρίου έχει εγκατασταθεί ένα μικρό λεβητοστάσιο, το οποίο βρίσκεται σε άμεση επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω φρεατίου φωτισμού (κουραγκλέ) και εξυπηρετεί τη θέρμανση των χώρων του

κολυμβητηρίου μέσω της λειτουργίας ενός λέβητα και του κατάλληλα σχεδιασμένου δικτύου διανομής του ζεστού νερού. Στον Πίνακα 2.5 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του λέβητα παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση των χώρων.

**Πίνακας 2.5:** Χαρακτηριστικά λέβητα παραγωγής θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων.

<b>Κατασκευαστής</b>	Buderus
<b>Τύπος</b>	SK 725
<b>Καύσιμο</b>	Φ.Α.
<b>Εγκατεστημένη ισχύς</b>	1,6 MW

Ο λέβητας τροφοδοτεί με θερμική ενέργεια τον κεντρικό διανομέα θέρμανσης των χώρων, στον οποίο συνδέονται οι αγωγοί διανομής της θερμότητας προς τις τερματικές μονάδες των χώρων, όπως περιγράφεται στον πίνακα 2.6.

**Πίνακας 2.6:** Διατομές σωληνώσεων του κεντρικού διανομέα θερμότητας στο μικρό λεβητοστάσιο.

<b>Συλλέκτης Θέρμανσης Χώρων</b>	<b>Διατομή</b>
Από Λέβητα	DN 100
Μεταθέρμανση προς μικρή ΚΚΜ (λειτουργεί & βοηθητικά στη μεγάλη ΚΚΜ μέσω απομάστευσης)	DN 40
Προς στοιχείο θέρμανσης των ΚΚΜ της κεντρικής πισίνας	DN 100
Προς στοιχείο θέρμανσης ΚΚΜ Πισίνας Εκμάθησης	DN 50
Προς συλλέκτη ψύξης (παροχή για καλοριφέρ)	DN 50

Η θέρμανση, η ψύξη και ο εξαερισμός της κεντρικής σάλας, γίνεται μέσω δύο διακριτών δικτύων αεραγωγών, όπου ο ένας καλύπτει την κεντρική πισίνα και τμήμα των κερκίδων και ο άλλος καλύπτει την πισίνα εκμάθησης και το λοιπό τμήμα των κερκίδων. Για τη θέρμανση των λοιπών χώρων του κολυμβητηρίου (π.χ. τα αποδυτήρια, τα γραφεία κλπ) χρησιμοποιείται δίκτυο αγωγών και θερμαντικά σώματα τύπου panel.

### **(Γ) Σύστημα Θέρμανσης νερού των κολυμβητικών δεξαμενών και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης - Συστήματα διανομής θερμικής ενέργειας**

Στον υπόγειο χώρο του κτηρίου του κολυμβητηρίου εντοπίζεται και το κεντρικό λεβητοστάσιο, στο οποίο είναι εγκατεστημένοι δύο λέβητες, όπου παράγεται η απαιτούμενη θερμότητα με σκοπό τη θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών και του νερού χρήσης.



**Πίνακας 2.7:** Χαρακτηριστικά λέβητα παραγωγής θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων.

<b>Κατασκευαστής</b>	Buderus
<b>Τύπος</b>	SE 725
<b>Καύσιμο</b>	Φ.Α.
<b>Εγκατεστημένη ισχύς</b>	1,6 MW

Οι λέβητες τροφοδοτούν με θερμική ενέργεια τον κεντρικό διανομέα του λεβητοστασίου, στον οποίο συνδέονται οι αγωγοί διανομής της θερμότητας προς τους εναλλάκτες, μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η εναλλαγή της θερμικής ενέργειας από τους λέβητες στο νερό των κολυμβητικών δεξαμενών αλλά και στο ZNX (Πίνακας 2.8).

**Πίνακας 2.8:** Διατομές σωληνώσεων του κεντρικού διανομέα θερμότητας στο κεντρικό λεβητοστάσιο και τύπος εναλλακτών θερμότητας του κολυμβητηρίου.

<b>Διανομέας Κεντρικού Λεβητοστασίου</b>	<b>Διατομή</b>	<b>Τύπος Εναλλάκτη</b>
Από Λέβητα	DN 100	-
Από Λέβητα	DN 100	-
Προς πλακοειδή εναλλάκτη ZNX	DN 65	Alfa Laval M6-FG 30110-20369
Προς πλακοειδή εναλλάκτη ZNX	DN 65	Alfa Laval M6-FG 30110-20370
Προς πλακοειδή εναλλάκτη εσωτερικής πισίνας	DN 100	Alfa Laval T8-MFG 30110-20366
Προς πλακοειδή εναλλάκτη εξωτερικής πισίνας	DN 100	Alfa Laval T8-MFG 30110-20367
Προς πλακοειδή εναλλάκτη εξωτερικής πισίνας	DN 100	Alfa Laval T8-MFG 30110-20368
Προς σωληνωτό εναλλάκτη μικρής πισίνας	DN 32	Pahlen

#### **(Δ) Σύστημα παραγωγής Ψύξης χώρων - Συστήματα διανομής ενέργειας για την ψύξη χώρων**

Η κάλυψη του ψυκτικού φορτίου του κλειστού κολυμβητηρίου πραγματοποιείται με αερόψυκτο ψύκτη νερού TRANE τύπου RTAC 375, εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος 1.322,4 KWc, τοποθετημένο εξωτερικά του κολυμβητηρίου. Ο ψύκτης τροφοδοτεί με ψυχρό νερό (θερμοκρασία προσαγωγής – επιστροφής, 7°C – 12°C) τον κεντρικό διανομέα ψύξης, ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος στο μικρό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου. Ο αγωγός τροφοδοσίας του κεντρικού διανομέα ψύξης του κολυμβητηρίου είναι DN150 και οδεύει υπόγεια από τη θέση του ψύκτη έως την είσοδο του στο μικρό λεβητοστάσιο. Οι αγωγοί που συνδέονται στον κεντρικό διανομέα ψύξης, η διατομή τους και ο εξοπλισμός που τροφοδοτούν παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.9.

**Πίνακας 2.9:** Διατομές σωληνώσεων του κεντρικού διανομέα ψύξης στο μικρό λεβητοστάσιο.

Διανομέας Ψύξης	Διατομή
Από Ψύκτη	DN 150
Προς στοιχείο Ψύξης μεγάλης ΚΚΜ	DN 125
Προς στοιχείο Ψύξης μικρής ΚΚΜ	DN 80

#### **(Ε) Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ)**

Στο κολυμβητήριο έχουν εγκατασταθεί τρεις ΚΚΜ, οι οποίες μέσω αεραγωγών εισάγουν εντός των χώρων προκλιματισμένο αέρα, διατηρώντας την επιθυμητή ελάχιστη θερμοκρασία των 18°C κατά την χειμερινή περίοδο και των 25°C την αντίστοιχη θερινή. Οι δύο ΚΚΜ διακρίνονται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Εταιρία ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ
- Ισχύς ψυκτικού στοιχείου 400 kWc
- Ισχύς θερμικού στοιχείου 425 kWth
- Ανεμιστήρες προσαγωγής, παροχής αέρα 32.500 m<sup>3</sup>/h και εγκατεστημένης ισχύος 20 HP
- Ανεμιστήρες επιστροφής, παροχής αέρα 32.500 m<sup>3</sup>/h και εγκατεστημένης ισχύος 15 HP

Η λειτουργία τους συνοψίζεται στην τροφοδοσία του δικτύου αεραγωγών της κεντρικής δεξαμενής του κλειστού κολυμβητηρίου και τμήματος των κερκίδων, και βρίσκονται εγκατεστημένες στο διακριτό μηχανοστάσιο των ΚΚΜ, στο κολυμβητήριο.

Η τρίτη ΚΚΜ, τύπου MFE100 της εταιρείας ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ, χαρακτηρίζεται από:

- Ισχύς ψυκτικού στοιχείου 153 kWc
- Ισχύς θερμικού στοιχείου 140 kWth
- Ανεμιστήρες προσαγωγής - επιστροφής, παροχής αέρα 11.000 m<sup>3</sup>/h και εγκατεστημένης ισχύος 7,5 HP

Είναι εγκατεστημένη στο μικρό λεβητοστάσιο και τροφοδοτεί το δίκτυο αεραγωγών της δεξαμενής εκμάθησης του κλειστού κολυμβητηρίου και τμήματος των κερκίδων.

#### **(ΣΤ) Αντλίες Ανακυκλοφορίας Νερού των Κολυμβητικών Δεξαμενών**

Για τη φίλτρανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, υπάρχουν εγκατεστημένες και λειτουργούν 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, επτά ημέρες την εβδομάδα, όλο τον χρόνο, οι αντλίες ανακυκλοφορίας. Στον Πίνακα 2.10 παρουσιάζονται ο αριθμός και τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και η κολυμβητική δεξαμενή την οποία εξυπηρετούν.

**Πίνακας 2.10:** Αντλίες ανακυκλοφορίας νερού κολυμβητικών δεξαμενών - κεντρικό λεβητοστάσιο.

Αντλία κολυμβητικής δεξαμενής	Αριθμός (τμχ)	Εγκατεστημένη Ισχύς (kWe)	Παρατηρήσεις
Εξωτερική πισίνα	3	63	Η τρίτη αντλία είναι εφεδρική
Εσωτερική πισίνα	3	63	Η τρίτη αντλία είναι εφεδρική
Πισίνα εκμάθησης	2	7	Η δεύτερη αντλία είναι εφεδρική

### **(Ζ) Αυτοματισμοί – BMS**

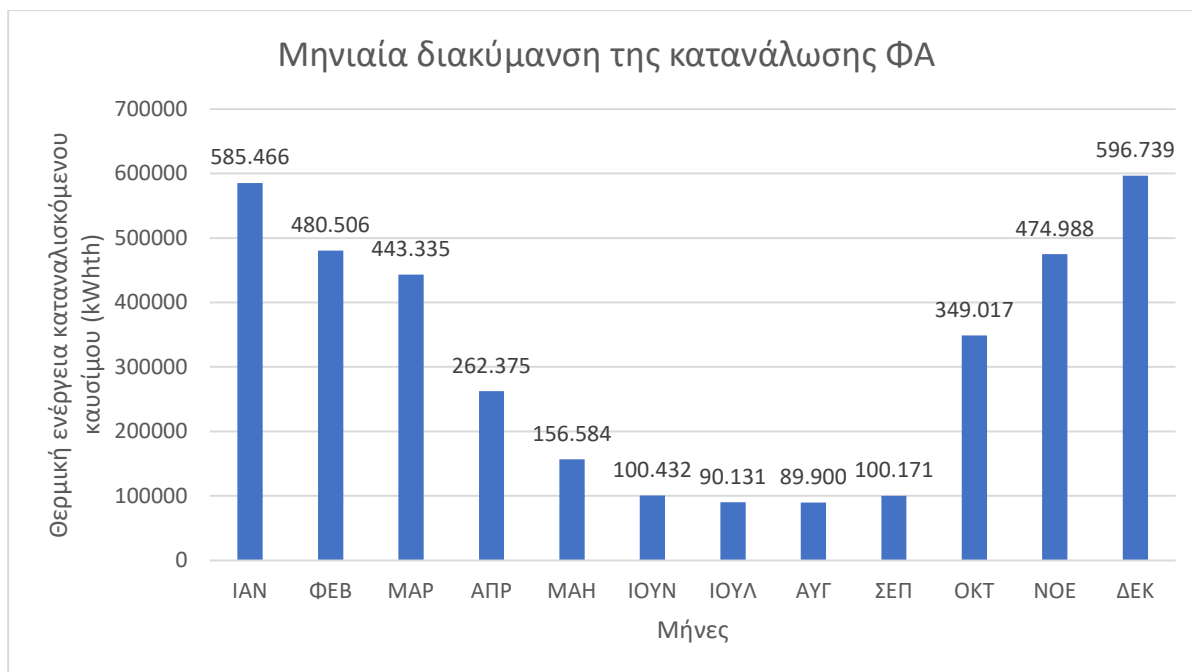
Στο κτήριο δεν υπάρχει εγκατεστημένο BMS και, κατά συνέπεια, η εποπτεία της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και οι χειρισμοί γίνονται χειροκίνητα.

### **Βήμα 2: Ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων**

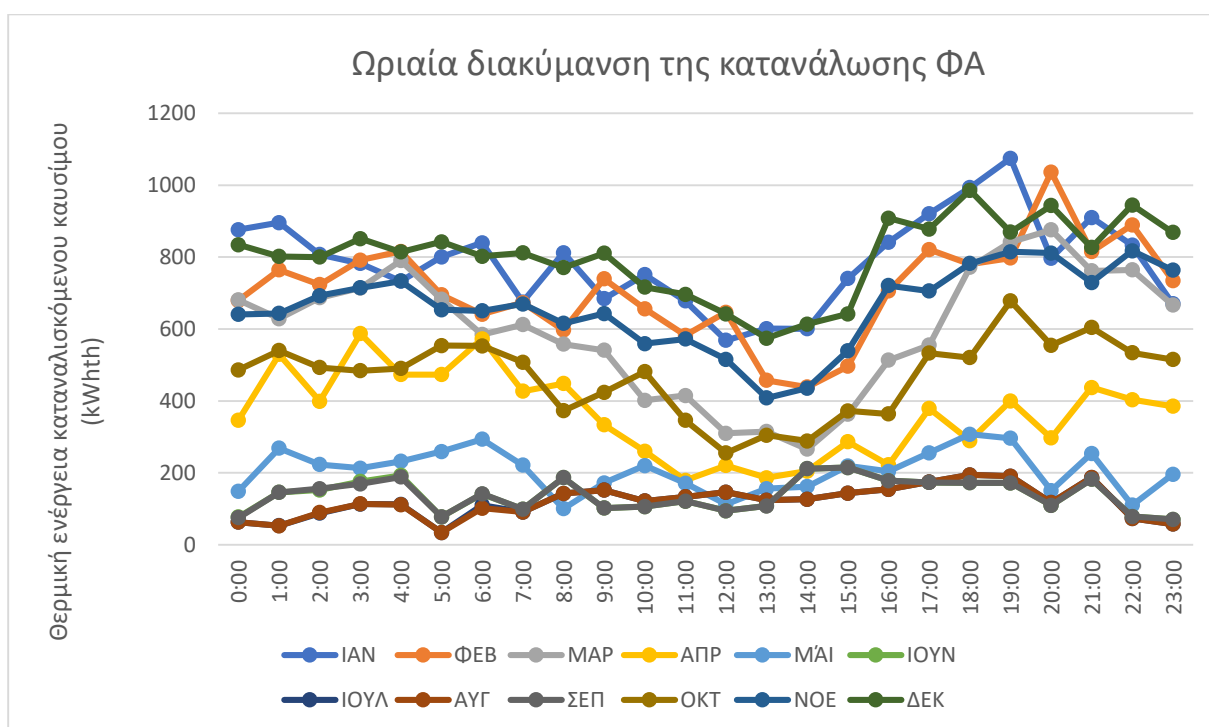
Το δεύτερο στάδιο του ενεργειακού ελέγχου, έπειτα από την περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και της καταγραφής του εξοπλισμού και των χαρακτηριστικών στοιχείων λειτουργίας των εγκαταστάσεων του Ποσειδώνιου Ναυταθλητικού Κέντρου Θεσσαλονίκης, περιλαμβάνει την συλλογή και την ανάλυση των πρωτογενών δεδομένων, όπως προκύπτουν από τους λογαριασμούς κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, από τους αντίστοιχους διαχειριστές των δικτύων και τις καταγραφές της λειτουργίας και του εξοπλισμού. Εφόσον λάβουν χώρα μετρήσεις στο πεδίο της αθλητικής εγκατάστασης, υπεισέρχονται κι εκείνες στους υπολογισμούς των ενεργειακών καταναλώσεων ανά τελική χρήση και στον επιμερισμό τους.

### **Βήμα 2.1: Ανάλυση στοιχείων καταναλώσεων βάσει τιμολογίων**

- **Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τα τιμολόγια καυσίμου ΦΑ**  
Η παραγωγή θερμικής ενέργειας στους λέβητες της αθλητικής μονάδας πραγματοποιείται με την κατανάλωση φυσικού αερίου, το οποίο τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΕΔΑ Θεσσαλονίκης. Ο μετρητής ΦΑ καταγράφει και μετρά τον όγκο καυσίμου που καταναλώνεται ανά ώρα, και μετατρέπονται σε καταναλώσεις θερμικής ενέργειας χρησιμοποιώντας τις μηνιαίες τιμές της θερμογόνου δύναμης του φυσικού αερίου, που σημειώνεται στο αντίστοιχο τιμολόγιο ή αναρτάται στην ιστοσελίδα του παρόχου του αθλητικού κέντρου. Για την παρούσα μελέτη δόθηκαν οι ωριαίες καταγραφές του μετρητή για όλους τους μήνες του 2017 και για τους μήνες από Ιανουάριο μέχρι και Σεπτέμβριο του 2018. Σύμφωνα με αυτές, διαμορφώνεται το μηνιαίο προφίλ καταναλώσεων θερμικής ενέργειας του κολυμβητηρίου καθώς και το ωριαίο προφίλ καταναλώσεων του 24ώρου για την τυπική ημέρα κάθε μήνα του έτους αναφοράς.



**Διάγραμμα 2.3:** Μηνιαία διακύμανση της κατανάλωσης ΦΑ σε μονάδες ενέργειας για το έτος 2017.



**Διάγραμμα 2.4:** Ωριαία διακύμανση της κατανάλωσης ΦΑ σε μονάδες ενέργειας για την τυπική ημέρα κάθε μήνα του έτους 2017.

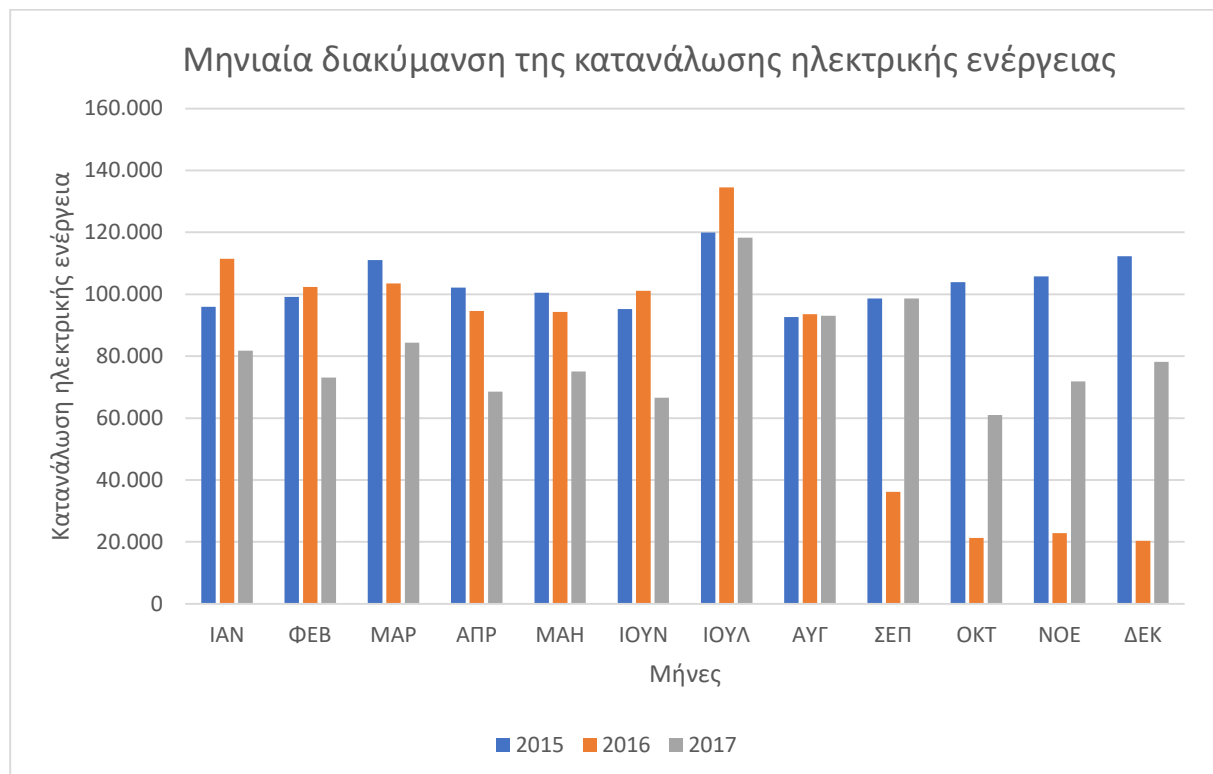
- Εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων με βάση τα τιμολόγια ηλεκτρισμού**  
 Το αθλητικό κέντρο τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από την ΔΕΗ Α.Ε., μέσω των δικτύων Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ. Ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης του αθλητικού κέντρου καθώς και ο Μ/Σ ισχύος 2,5 ΜVA βρίσκονται εγκατεστημένοι στο κτήριο του

υποσταθμού, διακριτό του κτηρίου του κολυμβητηρίου και βρίσκεται δεξιά (κατά την είσοδο) της κεντρικής εισόδου του αθλητικού κέντρου.

Στοιχεία καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας ελήφθησαν τόσο από το ΔΕΔΔΗΕ σε επίπεδο καταγραφών ώρας, όσο και από τα τιμολόγια της ΔΕΗ Α.Ε. που είναι ο Πάροχος του αθλητικού κέντρου. Τα στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ αφορούν τα έτη 2015, 2016, 2017 & 2018 (έως και τον Σεπτέμβριο) και η επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε τόσο σε επίπεδο μήνα όσο και σε επίπεδο ωριαίας διακύμανσης 24ωρου της ζητούμενης ηλεκτρικής ισχύος, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα.

Από το διάγραμμα 2.5 επιβεβαιώνεται η παρατήρηση της Τεχνικής Υπηρεσίας του αθλητικού κέντρου ότι, το κολυμβητήριο παρέμεινε κλειστό τους μήνες Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο του 2016, λόγω εργασιών στις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις. Στο πλαίσιο των παρεμβάσεων αυτών, αντικαταστάθηκαν οι αντλίες ανακυκλοφορίας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, με σαφή αποτελέσματα στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2017.

Η αύξηση στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά του θερινούς μήνες, οφείλεται στην λειτουργία του κεντρικού συστήματος ψύξης του κολυμβητηρίου.



**Διάγραμμα 2.5:** Μηνιαία διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα έτη 2015, 2016 & 2017.



*Διάγραμμα 2.6: Ωριαία διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την τυπική ημέρα κάθε μήνα του έτους 2017 (έτος αναφοράς).*

Στο διάγραμμα 2.6 αποτυπώνεται η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από ώρα 17:00 έως ώρα 23:00 τους χειμερινούς μήνες και από ώρα 20:00 τους θερινούς μήνες. Η εν λόγω αύξηση οφείλεται στην έναυση του φωτισμού των ανοικτών γηπέδων, της εξωτερικής πισίνας αλλά και της κεντρικής σάλας του κολυμβητηρίου. Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης του φωτισμού, λαμβάνονται ως μέσος όρος λειτουργίας του φωτισμού αυτές οι πέντε ώρες (Πίνακας 2.4).

**Βήμα 2.2: Ανάλυση στοιχείων καταναλώσεων με βάση τα τιμολόγια και τα δεδομένα από τον επιτόπιο έλεγχο – Επιμερισμός καταναλώσεων**

- **Θερμική Ενέργεια**

Η θερμική ενέργεια από την καύση ΦΑ στους λέβητες διοχετεύεται με σκοπό την κάλυψη των απαιτήσεων για τη θέρμανση των χώρων, του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών και του νερού χρήσης. Ο υπολογισμός των καταναλώσεων φυσικού αερίου ανά τελική χρήση δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί μόνο από τα τιμολόγια, αλλά λαμβάνονται υπόψιν οι πληροφορίες από την τεχνική υπηρεσία της αθλητικής μονάδας και οι κατάλληλοι τύποι υπολογισμού από την σχετική βιβλιογραφία.

### (α) Παραγωγή ZNX

Για τον υπολογισμό του ωριαίου προφίλ καταναλώσεων φυσικού αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιούνται:

- Για την θερινή περίοδο (Ιούνιος – Σεπτέμβριος): οι καταγεγραμμένες μετρήσεις κατανάλωσης φυσικού αερίου τις καθημερινές και τα σαββατοκύριακα των μηνών μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου, κατά τους οποίους δεν θερμαίνονται οι χώροι και το νερό των κολυμβητικών δεξαμενών, χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν οι αργίες της αντίστοιχης περιόδου.
- Για την υπόλοιπη περίοδο (Οκτώβριος – Μάιος): ο μέσος όρος των τεσσάρων θερινών μηνών.

Από την επεξεργασία των καταγεγραμμένων δεδομένων ωριαίας κατανάλωσης ΦΑ, υπολογίστηκε το ωριαίο προφίλ της κατανάλωσης φυσικού αερίου για την παραγωγή ZNX σε μία τυπική ημέρα της αθλητικής εγκατάστασης τόσο για την περίοδο μεταξύ Ιουνίου και Σεπτεμβρίου, όσο και τους λοιπούς μήνες, κατά τους οποίους λαμβάνεται ο μέσος όρος των τεσσάρων θερινών μηνών (Πίνακας 2.11).

*Πίνακας 2.11: Μέση ωριαία τιμή κατανάλωσης ΦΑ για μία καθημερινή ημέρα ανά μήνα έτους 2017 (Heat Map).*

2017	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0:00	69,9	69,9	69,9	69,9	69,9	77,5	63,2	63,2	75,7	69,9	69,9	69,9
1:00	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	145,9	53,5	53,1	145,9	99,6	99,6	99,6
2:00	121,7	121,7	121,7	121,7	121,7	152,6	88,2	89,8	156,1	121,7	121,7	121,7
3:00	143,2	143,2	143,2	143,2	143,2	176,0	113,4	114,0	169,4	143,2	143,2	143,2
4:00	151,4	151,4	151,4	151,4	151,4	192,9	112,6	111,6	188,4	151,4	151,4	151,4
5:00	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	77,8	34,1	34,1	77,8	56,0	56,0	56,0
6:00	123,8	123,8	123,8	123,8	123,8	141,1	110,4	102,0	141,8	123,8	123,8	123,8
7:00	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	99,3	91,2	91,2	99,3	95,2	95,2	95,2
8:00	164,7	164,7	164,7	164,7	164,7	186,8	142,7	142,7	186,8	164,7	164,7	164,7
9:00	127,2	127,2	127,2	127,2	127,2	102,3	152,1	152,1	102,3	127,2	127,2	127,2
10:00	114,0	114,0	114,0	114,0	114,0	106,1	122,0	122,0	106,1	114,0	114,0	114,0
11:00	127,3	127,3	127,3	127,3	127,3	121,3	133,3	133,3	121,3	127,3	127,3	127,3
12:00	120,5	120,5	120,5	120,5	120,5	94,7	146,4	146,4	94,7	120,5	120,5	120,5
13:00	116,1	116,1	116,1	116,1	116,1	108,3	124,0	124,0	108,2	116,1	116,1	116,1
14:00	169,1	169,1	169,1	169,1	169,1	211,6	126,7	126,7	211,6	169,1	169,1	169,1
15:00	179,4	179,4	179,4	179,4	179,4	215,0	143,7	143,7	215,0	179,4	179,4	179,4
16:00	166,4	166,4	166,4	166,4	166,4	178,4	154,4	154,4	178,4	166,4	166,4	166,4
17:00	174,2	174,2	174,2	174,2	174,2	173,5	174,9	174,9	173,5	174,2	174,2	174,2
18:00	183,7	183,7	183,7	183,7	183,7	172,8	194,6	194,6	172,8	183,7	183,7	183,7
19:00	181,5	181,5	181,5	181,5	181,5	172,1	190,8	190,8	172,1	181,5	181,5	181,5
20:00	113,6	113,6	113,6	113,6	113,6	110,0	117,3	117,3	110,0	113,6	113,6	113,6
21:00	184,9	184,9	184,9	184,9	184,9	182,5	187,2	187,2	182,5	184,9	184,9	184,9
22:00	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	78,5	73,2	73,2	78,5	75,8	75,8	75,8
23:00	64,4	64,4	64,4	64,4	64,4	70,9	57,8	57,8	70,9	64,4	64,4	64,4

Από τον πίνακα γίνεται αντιληπτό πως, τις νυχτερινές ώρες η θερμική ενέργεια καλύπτει τις απώλειες του δικτύου ανακυκλοφορίας του ZNX, ενώ τις ώρες που το κολυμβητήριο λειτουργεί, αυξάνεται η κατανάλωση θερμικής ενέργειας, λόγω της κατανάλωσης ZNX.

### **(β) Θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών**

Η κατανάλωση θερμικής ενέργειας για την θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, μπορεί μόνο να υπολογισθεί, βάσει μαθηματικών εξισώσεων οι οποίες λαμβάνονται από τη βιβλιογραφία. Για τη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκε το βιβλίο «Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας» του Ευθύμιου Βαζαίου, έκδοση 1984, και σύμφωνα με αυτό, οι μηνιαίες θερμικές απώλειες των κολυμβητικών δεξαμενών, οι οποίες οφείλονται κυρίως σε εξάτμιση, συναγωγή και ακτινοβολία, υπολογίζονται από την σχέση 2.8, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία της δεξαμενής διατηρείται στο επιθυμητό επίπεδο.

$$L = A_s \cdot \{N \cdot (q_E + q_R + q_C) - 0,8 \cdot \bar{H}\}, \text{ σε kJ/mo} \quad (2.8)$$

Όπου:

N: ο αριθμός ημερών του μήνα

A<sub>s</sub>: η επιφάνεια της δεξαμενής σε m<sup>2</sup>

q<sub>E</sub>: οι απώλειες λόγω εξατμίσεως σε kJ/m<sup>2</sup>-d

q<sub>R</sub>: οι απώλειες λόγω ακτινοβολίας σε kJ/m<sup>2</sup>-d

q<sub>C</sub>: οι απώλειες λόγω συναγωγής σε kJ/m<sup>2</sup>-d

$\bar{H}$ : η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία, σε οριζόντιο επίπεδο σε kJ/m<sup>2</sup>-mo, (πίν. 4.2α της σχετικής βιβλιογραφίας).

Οι τιμές των q<sub>E</sub>, q<sub>R</sub> και q<sub>C</sub>, προκύπτουν από τις παρακάτω σχέσεις:

$$q_R = 5450 + \{350 + 2,4 (T_s + T_a)\} \cdot (T_s - T_a) \quad (2.9)$$

$$q_C = (490 + 66 u) \cdot (T_s - T_a) \quad (2.10)$$

$$q_E = f_s \cdot (790 + 530 u) \cdot (P_s - P_a) \quad (2.11)$$

Όπου:

T<sub>s</sub>: η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής. Στην παρούσα μελέτη,

T<sub>a</sub>: η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος από TOTEE 20701-3/2010 (Πίνακας 3.1 της σχετικής βιβλιογραφίας)

u: η ταχύτητα του ανέμου, ίση με  $u = Z \cdot u_{ap}$ , όπου  $u_{ap} = 3\text{m/s}$  μία μέση ταχύτητα ανέμου και Z ο συντελεστής έκθεσης σε άνεμο, η τιμή του οποίου ορίζεται από τη θέση της πισίνας και σχετίζεται με τις συνθήκες που προσβάλλεται αυτή από τον άνεμο

- πολύ προσβαλλόμενη: 1,0
- ελεύθερη: 0,5



- μερικώς προστατευμένη: 0,33
- συνηθισμένη θέση δεξαμενής: 0,25
- εντελώς προστατευμένη: 0

**fs:** το ποσοστό του χρόνου που η δεξαμενή δεν έχει κάλυμμα

**Ps:** η μερική πίεση των υδρατμών (mbar) κορεσμένου αέρα με θερμοκρασία Ts, η οποία υπολογίζεται ως  $P_s = 70 \cdot \{\exp(0,053 \cdot T_s - 2) - 0,05\}$

**Pa:** η μέση μηνιαία μερική πίεση (mbar) των υδρατμών του περιβάλλοντος αέρα (πίν. 5.7 της σχετικής βιβλιογραφίας).

**Πίνακας 2.12:** Υπολογισμός θερμικών απωλειών εξωτερικής κολυμβητικής δεξαμενής.

Εξωτερική Πισίνα		50*21										
Επιφάνεια, As (m <sup>2</sup> )		1.050										
Επιθυμητή θερμοκρασία νερού κολυμβητικής δεξαμενής, Ts (°C)		24										
Συντελεστής έκθεσης σε άνεμο, Z		0,25										
Ποσοστό χρόνου χωρίς κάλυμμα, fs		1										
Πόλη		Θεσσαλονίκη										
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Αριθμός ημερών, N	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Μέση θερμ/σία περιβάλλοντος, Ta (°C)	5,30	6,80	9,80	14,30	19,70	24,50	26,80	26,20	21,90	16,30	11,10	6,90
Μέση ταχύτητα ανέμου, u (m/s)	0,75	0,75	0,70	0,70	0,65	0,78	0,83	0,73	0,70	0,63	0,65	0,70
Μερική πίεση των υδρατμών, Ps (mbar)	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30
Μέση μηνιαία μερική πίεση, Pa (mbar)	8,70	8,90	9,50	11,70	14,70	17,80	18,80	18,30	16,60	14,60	12,40	10,10
qR (kJ/m <sup>2</sup> -d)	13310	12741	11572	9737	7406	5217	4129	4415	6416	8890	11052	12703
qC (kJ/m <sup>2</sup> -d)	10089	9279	7614	5201	2291	0	0	0	1126	4091	6874	9169
qE (kJ/m <sup>2</sup> -d)	25651	25414	24150	21596	17700	15011	14115	14092	15907	17605	20309	23454
H (MJ/m <sup>2</sup> -mo)	169	223	360	493	644	680	727	670	486	328	220	162
L (MWh)	404	335	308	205	97	18	0	11	92	200	283	372

Σημειώνεται πως, για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών μίας κολυμβητικής δεξαμενής, και κατά συνέπεια την εκτίμηση των απαιτήσεων για τη θέρμανσή της, μπορούν να αξιοποιηθούν οι μεθοδολογίες που παρουσιάζονται και σε άλλες βιβλιογραφικές πηγές [23] ή/και ηλεκτρονικά εργαλεία [43].

---

### **(γ) Θέρμανση των χώρων**

Η κατανάλωση της θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων, προκύπτει ως το αποτέλεσμα των αφαιρέσεων, ώρα προς ώρα, των καταναλώσεων για την παραγωγή ZNX και για τη θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών από τη συνολική μέση ζήτηση θερμικής ενέργειας, που προέκυψε ως το αποτέλεσμα της επεξεργασία των στοιχείων που κατέγραψε η ΕΔΑ Θεσσαλονίκης.

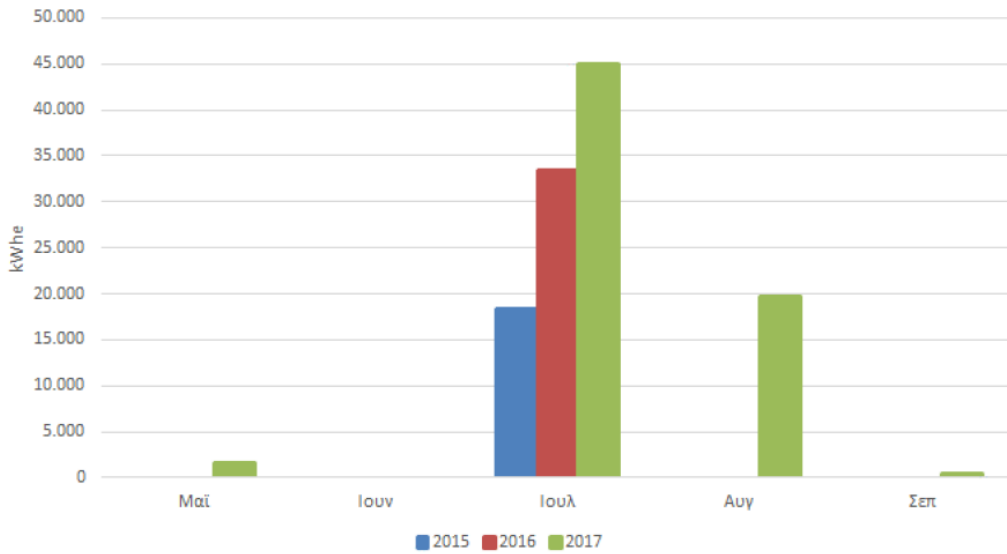
- **Ηλεκτρική Ενέργεια**

Η ψύξη των χώρων, ο φωτισμός και η λειτουργία κάποιων βασικών συσκευών της αθλητικής εγκατάστασης απαιτούν την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία παρέχεται από το δημόσιο δίκτυο Ηλεκτρισμού και το τιμολόγιο υπολογισμού της εκδίδεται σε μηνιαία βάση. Για την παρούσα μελέτη δόθηκαν οι ωριαίες καταγραφές του μετρητή για όλους τους μήνες των ετών 2015, 2016 και 2017 και για τους μήνες από Ιανουάριο μέχρι και Σεπτέμβριο του 2018. Σύμφωνα με αυτές, διαμορφώνεται το μηνιαίο προφίλ καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του κολυμβητηρίου, καθώς και το ωριαίο προφίλ καταναλώσεων του 24ώρου για την τυπική ημέρα κάθε μήνα του έτους αναφοράς.

### **(α) Ψύξη χώρων**

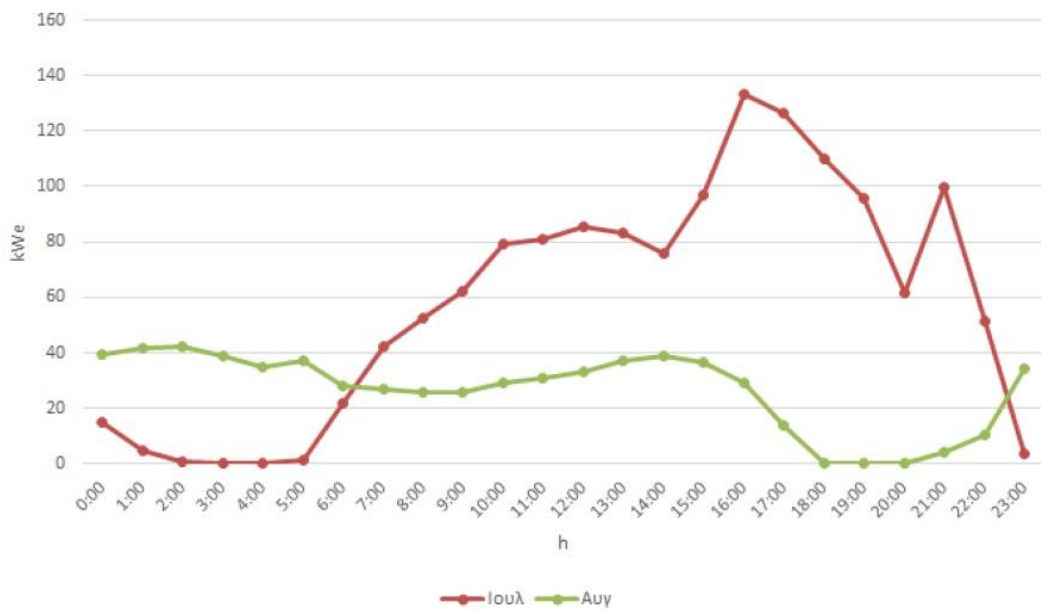
Τους χειμερινούς μήνες είναι προφανές ότι δεν λειτουργεί το κεντρικό σύστημα ψύξης των χώρων του κολυμβητηρίου. Επομένως, δημιουργώντας το ωριαίο προφίλ 24ώρου της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την τυπική ημέρα λειτουργίας του αθλητικού κέντρου, κατά τους μήνες που δεν λειτουργεί το κεντρικό σύστημα ψύξης των χώρων, και αφαιρώντας, ώρα προς ώρα, από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας τους μήνες που λειτουργεί η ψύξη, προκύπτει το ωριαίο προφίλ της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού συστήματος ψύξης των χώρων του κολυμβητηρίου για κάθε θερινό μήνα.

Διακύμανση Μηνιαίας Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας για την Ψύξη των Χώρων



Διάγραμμα 2.7: Μηνιαία Διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη του Κολυμβητηρίου.

Ωριαίο Προφίλ Ζήτησης Ηλεκτρικής Ενέργειας για την Ψύξη του κολυμβητηρίου



Διάγραμμα 2.8: Ωριαία διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη των χώρων του αθλητικού κέντρου την τυπική ημέρα των μηνών ψύξης του έτους αναφοράς.

### **(β) Φωτισμός**

Ο υπολογισμός της ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό, υπολογίζεται από την εγκατεστημένη ισχύ του φωτισμού σε λειτουργία και τις ώρες που αυτός λειτουργεί (Πίνακας 2.13). Σημειώνεται ότι σύμφωνα με την

δήλωση της τεχνικής υπηρεσίας, ο ταυτοχρονισμός των φωτιστικών που λειτουργούν, τις ώρες που λειτουργούν λαμβάνεται πάντοτε ίσος με 100%. Επίσης, βάσει του επιτόπιου ελέγχου, παρατηρήθηκε πως το σύνολο των εγκατεστημένων φωτιστικών σωμάτων βρίσκεται σε λειτουργία, και κατά συνέπεια, η εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό ισούται με την αντίστοιχη ισχύ λειτουργίας.

**Πίνακας 2.13:** Συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σωμάτων και ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό.

Χώρος	Τύπος φωτ/κού	Εγκατεστημένη ποσότητα φωτιστικών	Ποσότητα λαμπτήρων ανά φωτιστικό	Ισχύς λαμπτήρων	Ώρες λειτουργίας	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
		τιμχ	τιμχ	W	h/y	MWh/y
Εσωτερική πισίνα	HB HID	25	1	400	1.825	18,25
Εσωτερική πισίνα	RFL HID	71	2	400	1.825	103,66
Εξωτερική πισίνα	RFL HID	16	1	1.000	1.825	29,20
Εξωτερικά γήπεδα	RFL HID	8	1	2.000	1.825	29,20
Εξωτερικά γήπεδα	RFL HID	36	1	1.000	1.825	65,70
Γήπεδα τένις	RFL HID	4	1	2.000	1.825	14,60
Λοιποί χώροι	CEL LFL	150	2	58	4.745	82,56
Συνολική κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας για Φωτισμό						<b>343,20</b>

#### **(γ) Λοιπά ηλεκτρικά φορτία του αθλητικού κέντρου**

Ως «λοιπά» χαρακτηρίζονται τα φορτία των καταναλωτών του αθλητικού κέντρου, στους οποίους (καταναλωτές) δεν πρόκειται να γίνουν παρεμβάσεις, αν και μπορεί να εμφανίζουν σημαντικές καταναλώσεις. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα φορτία των αντλιών ανακυκλοφορίας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, δεδομένου ότι το έτος 2016 αντικαταστάθηκαν όλες οι αντλίες που υπήρχαν από νέες, και είναι εκείνες που λαμβάνουν μέρος στην παρούσα μελέτη.

---

### 3. Τεχνικοοικονομική περιγραφή των τεχνολογιών ενεργειακής αναβάθμισης των αθλητικών εγκαταστάσεων

Η επίτευξη της ενεργειακής αναβάθμισης μίας εγκατάστασης πραγματοποιείται με διάφορες παρεμβάσεις, καθεμία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από διαφορετικά επίπεδα απόδοσης, κόστους, δυνατότητας εφαρμογής και οικονομικής αποδοτικότητας [22], [23], [39]. Κάποιες από αυτές αποτελούν πάγιες και δοκιμασμένες λύσεις, οι οποίες προτείνονται στο πρωταρχικό στάδιο κάθε έργου ενεργειακής αναβάθμισης λόγω της βέβαιης και σημαντικής συμβολής τους και περιγράφονται αναλυτικά στην ενότητα 3.1. Παράλληλα, υπάρχουν και νέες τεχνολογίες, οι οποίες είτε βρίσκονται στην αρχή της εφαρμογής τους είτε συνεχώς εξελίσσονται, και συνήθως αξιοποιούν την ενέργεια από τις Ανανεώσιμες Πηγές, συντελώντας σε μεγάλο βαθμό στην ενεργειακή αναβάθμιση [12],[33].

#### 3.1. Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

##### 3.1.1. Μέτρα μηδενικού και χαμηλού κόστους

Το «ενεργειακό νοικοκύρεμα» αναφέρεται στις **επεμβάσεις μηδενικού κόστους** και πιο συγκεκριμένα, στις ενέργειες που έχουν στόχο τόσο την ορθολογική και συνειδητή συμπεριφορά των χρηστών όσο και τον έλεγχο της ορθής λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Ο τρόπος διαχείρισης του εξοπλισμού καθορίζει τα φορτία φωτισμού, αερισμού, θέρμανσης και ψύξης των αθλητικών μονάδων, και περιλαμβάνει [14],[16],[17]:

- τη ρύθμιση των θερμοστατών στη σωστή θερμοκρασία. Η ιδανική θερμοκρασία για τους κλειστούς χώρους άθλησης ανέρχεται στους 18°C, για τη χειμερινή περίοδο, και στους 25°C για τη θερινή.
- το άνοιγμα των παραθύρων τις ώρες που δεν λειτουργούν τα συστήματα θέρμανσης/ψύξης, με σκοπό τον φυσικό αερισμό των εσωτερικών χώρων. Οι ιδανικές ώρες κατά την περίοδο του καλοκαιριού είναι οι πρωινές, ενώ κατά την περίοδο του χειμώνα οι μεσημβρινές.
- τη ρύθμιση των περσίδων και των κινητών σκιάστρων στην κατάλληλη θέση, ώστε τη θερινή περίοδο να σκιάζονται οι εσωτερικοί χώροι, ενώ τον χειμώνα να αξιοποιούνται τα ηλιακά κέρδη.
- τη διατήρηση κλειστών θυρών και παραθύρων προκειμένου να μην υπάρχει διαρροή θερμότητας.
- την αποφυγή τοποθέτησης αντικειμένων γύρω από τις τερματικές μονάδες θέρμανσης/ψύξης, με σκοπό την ανεμπόδιστη κυκλοφορία του αέρα.
- την απενεργοποίηση των ηλεκτρικών συσκευών και συστημάτων (π.χ. υπολογιστές, οθόνες, κλπ), όταν σταματάει η λειτουργία της εγκατάστασης.
- τον τακτικό έλεγχο των εγκαταστάσεων για τυχόν απώλειες θερμότητας ή/και νερού.

- 
- την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού μέσα από την κατασκευή τοίχων σε ανοιχτές αποχρώσεις, οι οποίες «φωτίζουν» τους εσωτερικούς χώρους και καθιστούν τον τεχνητό φωτισμό λιγότερο απαραίτητο.
  - την τοποθέτηση θερμομονωτικού καλύμματος στις θερμαινόμενες κολυμβητικές δεξαμενές κατά τις ώρες που δεν χρησιμοποιούνται, δεδομένου ότι υπάρχουν αυξημένες απώλειες θερμότητας, όταν η επιφάνεια του θερμού νερού είναι εκτεθειμένη σε αέρα με αυξημένη κινητικότητα ή/και με μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας.
  - τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών στους 24°C, προκειμένου να μειωθεί η δαπάνη ενέργειας για τη θέρμανση του νερού.
  - την αποφυγή της άσκοπης χρήσης του νερού από τους λουόμενους, μειώνοντας τη διάρκεια του χρόνου πλύσης στα ντους.
  - την απενεργοποίηση των φωτιστικών σωμάτων, όταν υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός και τις χρονικές στιγμές που οι αθλητικοί χώροι δεν χρησιμοποιούνται.

Η εφαρμογή των μέτρων «νοικοκυρέματος», τα οποία ενέχουν μηδενικό κόστος και απαιτούν μόνο τη συμμόρφωση του χρήστη σε αυτά, δύναται να επιφέρει άμεση εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας, της τάξεως του 15%, χωρίς να επηρεάζονται οι συνθήκες άνεσης. Η επιτυχία τους στηρίζεται στον ανθρώπινο παράγοντα και επικεντρώνεται στην ενημέρωση, την ευαισθητοποίηση και την κινητοποίηση όλων των ατόμων που κάνουν χρήση των αθλητικών μονάδων (αθλούμενοι, επισκέπτες και εργατικό προσωπικό). Η κατανόηση της σημαντικότητας της εξοικονόμησης ενέργειας και ο ορθός παραδειγματισμός από το εκπαιδευτικό προσωπικό συμβάλλει στην υιοθέτηση περιβαλλοντικής συνείδησης και κατά συνέπεια, στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των αθλητικών εγκαταστάσεων.

Οι **επεμβάσεις χαμηλού κόστους** αναφέρονται σε εκείνα τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, τα οποία δύναται να χρηματοδοτηθούν από τον ετήσιο τακτικό προϋπολογισμό της εγκατάστασης και χαρακτηρίζονται από μικρό χρόνο απόσβεσης του αρχικού τους κόστους. Το κόστος επένδυσης της επέμβασης αποπληρώνεται συνήθως εντός του ίδιου διαχειριστικού έτους ή σε λιγότερο από τέσσερα έτη. Τα μέτρα χαμηλού κόστους περιλαμβάνουν [14],[16],[17]:

- την περιοδική και συστηματική συντήρηση των συστημάτων και των εγκαταστάσεων.
- την εγκατάσταση μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών.
- το σφράγισμα των συνδετικών σημείων μεταξύ των κουφωμάτων και της τοιχοποιίας με ειδικές θερμομονωτικές ταινίες ή μονωτικά υλικά πλήρωσης των αρμών.
- το κλείσιμο των διόδων θερμικής ροής σε φρεάτια και κλιμακοστάσια.
- την κατάργηση των περιττών ανοιγμάτων, καλύπτοντας την επιφάνεια με θερμομονωτικά δομικά στοιχεία, και την αντικατάσταση των κατεστραμμένων υαλοστασίων με διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες.
- την τοποθέτηση θερμομονωτικής προστασίας στις σωληνώσεις και στα Η/Μ συστήματα που απαιτείται.

- 
- την αντικατάσταση των ενεργοβόρων λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες υψηλής απόδοσης.
  - τον ανασχεδιασμό της μελέτης φωτισμού και την αναδιαμόρφωση των φωτιστικών σημείων, λαμβάνοντας υπόψιν τον φυσικό φωτισμό των χώρων.
  - την εφαρμογή χρονοδιακοπών φωτισμού και την χρήση τοπικών διακοπών.
  - την εφαρμογή ανακλαστικών μεμβρανών στα ανοίγματα με ανεπιθύμητα υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος.
  - τη βελτίωση και την συντήρηση των υφιστάμενων διατάξεων σκίασης.
  - την προσθήκη εσωτερικών ρυθμιζόμενων σκιάστρων (π.χ. βενετικά στόρια).
  - τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου με ειδικές δενδροφυτεύσεις και αρχιτεκτονικές διαμορφώσεις. Η φύτευση φυλλοβόλων δέντρων στις πλευρές με νότιο προσανατολισμό έχει ως αποτέλεσμα την προστασία από την απορρόφηση αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι χωρίς να μειώνεται η αξιοποίηση των ηλιακών κερδών τον χειμώνα. Από την άλλη, η υψηλή φύτευση αειθαλών δέντρων στις πλευρές με βόρειο προσανατολισμό προσφέρει προστασία, κυρίως στις υπαίθριες αθλητικές εγκαταστάσεις, από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους. Παράλληλα, η δημιουργία απλών κατασκευών αξιοποίησης του υδάτινου στοιχείου (π.χ. μικρά σιντριβάνια) παρέχει φυσικό δροσισμό στους εξωτερικούς χώρους κατά τη θερινή περίοδο και οι πέργκολες με αναρριχόμενα φυτά εξασφαλίζουν την απαιτούμενη σκίαση τους καλοκαιρινούς μήνες.
  - την εγκατάσταση κεφαλών εξοικονόμησης νερού στους κρουνοί των καταιονιστήρων και των λουτήρων.
  - τη συλλογή και την επαναχρησιμοποίηση του γκριζού νερού. Το νερό που προέρχεται από τους λουτήρες, ή και τα όμβρια, είναι εφικτό να συλλέγεται σε μία δεξαμενή αποθήκευσης και να διοχετεύεται για χρήση στα καζανάκια και στα ουρητήρια.

Η εφαρμογή των μέτρων χαμηλού κόστους έχει ως αποτέλεσμα την άμεση μείωση στην κατανάλωση ενέργειας έως και 15% - 20%, επιβάλλοντας ένα αρχικό κόστος επένδυσης, το οποίο συνήθως δεν ξεπερνάει τα 500€ - 1.000€. Σημειώνεται πως, αυτή η τιμή μεταβάλλεται και καθορίζεται από το είδος και την έκταση εφαρμογής της επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας.

### **3.1.2. Συστήματα παραγωγής για Θέρμανση – Ψύξη – ZNX υψηλού βαθμού απόδοσης**

Για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης χώρων καταναλώνεται για τις περισσότερες χρήσεις κτηρίων η περισσότερη ενέργεια μαζί με το φωτισμό. Η εξασφάλιση ZNX συμβάλει και αυτή σημαντικά στην ενεργειακή κατανάλωση κυρίως σε ορισμένες χρήσεις που περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις αποδυτηρίων, λουτρών αλλά και θερμαινόμενων κολυμβητικών δεξαμενών.

Σε υφιστάμενες κτηριακές εγκαταστάσεις και κατ' επέκταση και σε αθλητικές εγκαταστάσεις το είδος των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης χώρων και

---

παραγωγής ZNX εξαρτάται από το έτος κατασκευής της εκάστοτε εγκατάστασης. Η αντικατάσταση παλαιών ενεργοβόρων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ZNX με νέα συστήματα υψηλής απόδοσης είναι μια συνήθης παρέμβαση που μπορεί να επιφέρει πολύ σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας [3],[5],[38].

Στην παρούσα παράγραφο εξετάζονται μόνο τα συστήματα παραγωγής θέρμανσης και ψύξης. Τα συστήματα αυτά ανάλογα με τα τερματικά συστήματα της εγκατάστασης έχουν ως θερμαινόμενο μέσο το νερό ή τον αέρα.

Τα πιο τυπικά συστήματα για θέρμανση χώρων σε κτηριακές εγκαταστάσεις είναι:

- Συστήματα λέβητα – καυστήρα πετρελαίου, φυσικού αερίου ή υγραερίου
- Τοπικές/ημικεντρικές αντλίες θερμότητας αέρα - αέρα διαιρούμενου τύπου, με επίτοιχες ή επιδαπέδιες εσωτερικές μονάδες
- Κεντρικές αντλίες θερμότητας αέρα – νερού
- Κεντρικά/ημικεντρικά συστήματα μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου απευθείας εκτόνωσης (VRF - VRV)

Από τα παραπάνω, τα συστήματα λέβητα – καυστήρα και οι αντλίες θερμότητας αέρα – νερού είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται και για παραγωγή ZNX ή για θέρμανση νερού για άλλες χρήσεις (π.χ. κολυμβητικές δεξαμενές).

Τα τυπικότερα συστήματα για ψύξη χώρων σε κτηριακές εγκαταστάσεις είναι:

- Κεντρικοί ψύκτες
- Τοπικές/ημικεντρικές αντλίες θερμότητας αέρα – αέρα διαιρούμενου τύπου, με επίτοιχες ή επιδαπέδιες εσωτερικές μονάδες
- Κεντρικές αντλίες θερμότητας αέρα – νερού
- Κεντρικά/ημικεντρικά συστήματα μεταβλητού όγκου ψυκτικού μέσου απευθείας εκτόνωσης (VRF - VRV)

Η αντικατάσταση παλαιών συστημάτων λέβητα – καυστήρα παλαιάς τεχνολογίας με καύσιμο πετρέλαιο ή φυσικό αέριο μπορεί να γίνει με νέα συστήματα λέβητα – καυστήρα τεχνολογίας συμπύκνωσης φυσικού αερίου ή υγραερίου. Τα νέα συστήματα έχουν βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο από τα παλαιά, με αποτέλεσμα να παράγουν την ίδια απαιτούμενη θερμότητα με λιγότερη κατανάλωση καυσίμου. Ενδεικτικά ένας υφιστάμενος παλαιός λέβητας μπορεί να έχει βαθμό απόδοσης 80-85% ενώ ένας νέος λέβητας συμπύκνωσης μπορεί να έχει βαθμό απόδοσης έως και 98%. Αν συνυπολογιστεί και η υπερδιαστασιολόγηση, που γινόταν συνήθως σε παλαιότερες εγκαταστάσεις με αποτέλεσμα οι λέβητες να λειτουργούν σε μερικό φορτίο με χαμηλότερο βαθμό απόδοσης, καθώς και οι φθορές στη μόνωση του λέβητα, η αντικατάσταση ενός συστήματος με νέο μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση καυσίμου έως και 25%. Περαιτέρω εξοικονόμηση μπορεί



---

να επιτευχθεί και με την εφαρμογή αυτοματισμών, συμβατών με τα νέα συστήματα, όπως είναι η θερμοκρασιακή αντιστάθμιση ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία κ.ά.

Τα παλαιά συστήματα λέβητα – καυστήρα μπορούν να αντικατασταθούν και με αντλίες θερμότητας αέρα – νερού για θέρμανση χώρων και παραγωγή ZNX. Η αντλία θερμότητας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια και χρησιμοποιεί τις ιδιότητες ενός ψυκτικού μέσου για να απορροφά θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον και να την αποδίδει σε εσωτερικούς χώρους. Οι περισσότερες αντλίες θερμότητας, αντιστρέφοντας τον κύκλο, λειτουργούν και για ψύξη χώρων. Ο βαθμός απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας καθορίζεται από το λόγο της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας προς τη θερμική ενέργεια που αποδίδει και ονομάζεται COP (Coefficient of Performance) και εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα αλλά και από την επιθυμητή θερμοκρασία του μέσου που αποδίδει τη θερμότητα (αέρας ή νερό). Ενδεικτικοί βαθμοί απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού για τυπικές συνθήκες λειτουργίας είναι από 3 έως 4. Η αντικατάσταση συστημάτων λέβητα – καυστήρα με αντλία θερμότητας αέρα – νερού αξιολογείται ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία του νερού στο δίκτυο θέρμανσης. Όσο χαμηλότερη είναι η απαιτούμενη θερμοκρασία νερού, τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας για θέρμανση και για αυτό συνδυάζεται καλύτερα με τερματικά συστήματα όπως fan – coils και ενδοδαπέδια θέρμανση και όχι τόσο με τα τυπικά σώματα καλοριφέρ που έχουν διαστασιοποιηθεί για υψηλότερη θερμοκρασία νερού (70°C – 90°C).

Στην ψύξη, κεντρικά υφιστάμενα συστήματα όπως ψύκτες νερού ή αντλίες θερμότητας αέρα νερού μπορούν να αντικατασταθούν με νέες κεντρικές αντλίες θερμότητας αέρα – νερού. Ένας τυπικός ψύκτης μπορεί να έχει βαθμό απόδοσης ή δείκτη ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Rating = EER όπως έχει επικρατήσει να λέγεται) από 2,1 έως 2,5 ανάλογα την παλαιότητα του. Οι σύγχρονες αντλίες θερμότητας αέρα-νερού έχουν EER για ψύξη μεγαλύτερο του 3,5.

Οι αντλίες θερμότητας αέρα – αέρα έχουν συνήθως τη δυνατότητα για ψύξη και για θέρμανση χώρων. Παλαιές αντλίες αέρα – αέρα, τοπικές ή ημικεντρικές, εγκατεστημένες παραπάνω από δέκα έτη, μπορούν να αντικατασταθούν με νέες μία προς μία ή με λιγότερες κεντρικές. Οι βαθμοί απόδοσης των σύγχρονων αντλιών είναι σημαντικά υψηλότεροι τόσο για τη θέρμανση όσο και για την ψύξη, και όσο παλαιότερα είναι τα υφιστάμενα συστήματα τόσο μεγαλύτερη θα είναι η εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιτευχθεί.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1) παρουσιάζονται οι ενδεικτικοί εποχιακοί βαθμοί απόδοσης για θέρμανση και ψύξη (SCOP – SEER) για αντλίες θερμότητας ανάλογα με το έτος κατασκευής τους. Ο εποχιακός βαθμός απόδοσης αντικατοπτρίζει την απόδοση ενός συστήματος για όλη τη διάρκεια ενός έτους. Για τα σύγχρονα συστήματα έχει θεσπιστεί από την ΕΕ η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των εποχιακών βαθμών απόδοσης, για την οποία έχουν εκδοθεί και σχετικές οδηγίες.

**Πίνακας 3.1:** Ενδεικτικοί εποχιακοί βαθμοί απόδοσης αντλιών θερμότητας για θέρμανση και ψύξη βάσει χρονικής περιόδου κατασκευής.

Είδος Αντλίας θερμότητας	Χρονική περίοδος κατασκευής			
	- προ 1990	1990 - 2000	μετά το 2001	Νέο
Αντλία θερμότητας αέρα - αέρα	1,7	2,2	2,5	> 3,5
Αντλία θερμότητας αέρα - νερού	2,2	2,7	3,0	> 3,3

Το κόστος εγκατάστασης συστημάτων αντλιών θερμότητας εξαρτάται τόσο από τον κατασκευαστή και την ισχύ. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά κόστη εγκατάστασης αντλιών θερμότητας και συστημάτων λέβητα – καυστήρα φυσικού αερίου για θερμική απόδοση ισχύος από 31 – 345 kW που περιλαμβάνουν όλον τον απαραίτητο περιφερειακό εξοπλισμό και το κόστος εργασίας (Πίνακας 3.2). Οι συγκεκριμένες τιμές αναφέρονται στο έτος 2021.

**Πίνακας 3.2:** Ενδεικτικό κόστος εγκατάστασης A/Θ αέρα – νερού και συστημάτων λέβητα – καυστήρα Φ.Α. αναλογικά με την αποδιδόμενη θερμική ισχύ.

Ισχύς (kW)	Κόστος εγκατάστασης νέου συστήματος (€)*	
	Σύστημα A/Θ αέρα νερού	Λέβητας
31	11.790	6.180
40	17.490	8.040
51	19.950	8.040
67	21.750	10.740
80	25.980	10.740
103	34.350	10.740
130	39.270	14.160
168	43.440	14.160
200	52.200	14.160
276	67.770	34.890
310	73.890	34.890
345	78.120	34.890

\* Στο κόστος συμπεριλαμβάνεται περιφερειακός εξοπλισμός και εργασία. Οι τιμές αναφέρονται στο έτος 2021.

### 3.1.3. Διαχείριση δικτύων νερού – αέρα

Στις εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης η μεταφορά της θερμότητας προς ή από τους θερμαινόμενους ή ψυχόμενους χώρους, γίνεται με δίκτυα σωληνώσεων ή αεραγωγών ανάλογα με το μέσο μεταφοράς (αέρας, νερό ή άλλο ψυκτικό μέσο). Στα δίκτυα αυτά, εκτός από τις απώλειες θερμότητας που υπάρχουν κατά τη μεταφορά του μέσου, καταναλώνεται και ηλεκτρική ενέργεια σε βοηθητικό εξοπλισμό που απαιτείται για την κυκλοφορία του.

---

Ο εξοπλισμός αυτός είναι κυρίως αντλίες – κυκλοφορητές αν πρόκειται για νερό ή άλλο υγρό μέσο και ανεμιστήρες αν πρόκειται για αέρα. Ο βοηθητικός αυτός εξοπλισμός είναι απαραίτητος για την απρόσκοπτη παροχή του μέσου σε όλα τα τερματικά συστήματα στους θερμαινόμενους και ψυχόμενους χώρους.

Για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών στα δίκτυα είναι απαραίτητη η προστασία τους με κατάλληλα θερμομονωτικά υλικά. Πολλές δίκτυα σε παλαιές εγκαταστάσεις θέρμανσης ή/και ψύξης είναι χωρίς καμία ή με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία από την κατασκευή τους ή τα θερμομονωτικά υλικά έχουν υποστεί φθορές και έχουν χάσει σημαντικό μέρος των θερμομονωτικών ιδιοτήτων τους. Επίσης, στις παλαιότερες εγκαταστάσεις δε συνηθιζόταν να εφαρμόζεται θερμομόνωση σε όλα τα εξαρτήματα του δικτύου πέρα από τις σωληνώσεις (συλλέκτες, κυκλοφορητές, μετρητικά όργανα κλπ). Η θερμομόνωση ενός υφιστάμενο δικτύου μιας εγκατάστασης μπορεί να γίνει με χαμηλό σχετικά κόστος ανάλογα με το μέγεθος της ενώ ανάλογη θα είναι και η εξοικονόμηση ενέργειας.

Για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον βοηθητικό εξοπλισμό γίνεται αντικατάσταση παλαιών κυκλοφορητών ή ανεμιστήρων με νέους οι οποίοι επιφέρουν το ίδιο αποτέλεσμα καταναλώνοντας λιγότερη ενέργεια (π.χ. αυτόματη υδραυλική προσαρμογή κυκλοφορητών ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο). Σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν μεγάλα δίκτυα αεραγωγών για εξαερισμό ή και κλιματισμό με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες η απόδοση των ανεμιστήρων για την κυκλοφορία του αέρα είναι αρκετά σημαντική για την κατανάλωση της εγκατάστασης.

#### **3.1.4. Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Ελέγχου**

Με την ολοένα και μεγαλύτερη ανάπτυξη της πληροφορικής, των συστημάτων επικοινωνιών και των αυτοματισμών ή χρήση συστημάτων αυτοματισμών, παρακολούθησης, διαχείρισης και ελέγχου στον κτηριακό τομέα και στα επιμέρους συστήματα ενός κτηρίου αυξάνει όλο και περισσότερο. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι αποκεντρωμένα και να λειτουργούν ανεξάρτητα σε κάθε επιμέρους σύστημα ή να είναι όλα συνδεδεμένα σε ένα κεντρικό σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου. Η χρήση διάφορων αισθητήριων οργάνων (sensors) δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης διάφορων λειτουργικών παραμέτρων των κτηριακών συστημάτων ενώ με τη χρήση και ενεργοποιητών (actuators) – συσκευών εκτέλεσης εντολών και αλγορίθμων ελέγχου δίνεται η δυνατότητα αυτόματης παρέμβασης στη λειτουργία τους.

Ένα σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Κτηρίου (Building Energy Management System – BEMS) έχει σκοπό την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτηρίου, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία [26].

---

Το σύστημα αποτελείται συνήθως από ένα κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου, τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών, καθώς και τις συνδεδεμένες καλωδιώσεις. Η παρακολούθηση, ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου ενώ σε ορισμένους περιπτώσεις μπορεί να γίνει και από επιμέρους χειριστήρια. Επίσης, γίνεται εφικτή η εφαρμογή αλγόριθμων προσαρμοζόμενου ελέγχου (adaptive control) στα διάφορα συστήματα με αποτέλεσμα το κτήριο να μπορεί να λειτουργεί αυτοματοποιημένα και ευέλικτα.

Τα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας σε ένα κτήριο είναι τα εξής:

- Συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και μηχανικού αερισμού – εξαερισμού
- Συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, ατμού και άλλων διεργασιών
- Εγκαταστάσεις φωτισμού (γενικού και έκτακτης ανάγκης)
- Συστήματα παρακολούθησης ποιότητα εσωτερικού αέρα
- Συστήματα μέτρησης εξωτερικών περιβαλλοντικών συνθηκών (τοπικοί μετεωρολογικοί σταθμοί)
- Κινητά συστήματα σκίασης
- Συστήματα αυτοπαραγωγής ενέργειας στο κτήριο από ΑΠΕ, ΣΗΘΥΑ κλπ
- Ανελκυστήρες
- Λοιπά μεγάλα ηλεκτρικά φορτία
- Ανοίγματα (θύρες και παράθυρα αν είναι ανοιχτά ή κλειστά)
- Παρουσία χρηστών σε κάθε χώρο

Η εγκατάσταση ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας σε ένα κτήριο ή μια εγκατάσταση, αποτελεί ένα από τα μέτρα που μπορούν να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 20 - 50%. Η εξοικονόμηση αυτή επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, οι σημαντικότεροι εκ των οποίων είναι:

- Η εξοικονόμηση ενέργειας από την αυτόματη απενεργοποίηση συστημάτων που καταναλώνουν ενέργεια σε χώρους όπου δεν είναι απαραίτητο. Π.χ. απενεργοποίηση φωτισμού ή κλιματισμού σε μια άδεια αίθουσα
- Ο άμεσος εντοπισμός και η επίλυση προβλημάτων σε μεμονωμένα συστήματα όπως δυσλειτουργίες ή απορρύθμισης που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μη αποδοτική λειτουργία τους και την άσκοπη χρήση ενέργειας.
- Η βελτιστοποίηση λειτουργίας συστημάτων βάσει διάφορων παραμέτρων. Π.χ. Ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού του συστήματος θέρμανσης βάσει των εξωτερικών συνθηκών.
- Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού και η μείωση της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού. Π.χ. με αισθητήρες φυσικού φωτισμού με ταυτόχρονη ρυθμιζόμενη ένταση των φωτιστικών σωμάτων ώστε να βελτιστοποιείται και η οπτική άνεση των χρηστών με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Η παρακολούθηση της ζήτησης αιχμής και η αυτόματη ή η σύσταση για αποκοπή φορτίων τα οποία μπορούν να μεταφερθούν χρονικά, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πιο

---

ορθολογική κατανομή τιμολογίων ενέργειας και μείωσης της κατανάλωσης σε ώρες αιχμής.

- Συντονισμός της κατανάλωσης αυτοπαραγωγής και αποθήκευση ενέργειας στην εγκατάσταση για την ελαχιστοποίηση της ζήτησης από το δίκτυο. Προϋποθέτει την ύπαρξη μονάδων ΑΠΕ και αποθήκευσης.
- Εκμετάλλευση του φυσικού αερισμού και δροσισμού με το αυτόματο άνοιγμα των κατάλληλων σημείων στο κτήριο την κατάλληλη ώρα βάσει εξωτερικών συνθηκών.

Εκτός από τα παραπάνω, ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας μιας εγκατάστασης αποτελεί βασικό συστατικό της διαδικασίας Ενεργειακής Παρακολούθησης και Θέσπισης Ενεργειακών Στόχων (Monitoring and Targeting) ειδικά αν η χρήση ενέργειας εποπτεύεται από σημαντικό αριθμό σημείων μέτρησης και ελέγχου. Το αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η σταδιακή και συνεχής βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης με τον προγραμματισμό των κατάλληλων επεμβάσεων εξοικονόμησης αλλά και τον προσδιορισμό νέων δυνατοτήτων εξοικονόμησης που δεν ήταν αναγνωρίσιμες πριν. Τέλος, καθίσταται δυνατή η ακριβής μέτρηση του ενεργειακού οφέλους μετά την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας επιφέρει και πρόσθετα οφέλη που δε σχετίζονται άμεσα με την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά συμβάλουν στην ασφαλή λειτουργία του κτηρίου και μεγιστοποιούν την άνεση των χρηστών. Διασφαλίζεται η θερμική και η οπτική άνεση καθώς και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Υπάρχει γενική εποπτεία όλων των συστημάτων που εξασφαλίζει την απρόσκοπτη λειτουργία, τον προγραμματισμό συντήρησης την έγκαιρη διάγνωση βλαβών για έκτακτη συντήρηση.

Η πολυπλοκότητα ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας εξαρτάται από το μέγεθος μια εγκατάστασης και το πλήθος των επιμέρους συστημάτων του. Σε μια εγκατάσταση με λιγότερα ή λιγότερο σύνθετα συστήματα, για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να αρκεί ο μεμονωμένος έλεγχος ενός ή περιορισμένου αριθμού συστημάτων που αποτελούν τους βασικότερους καταναλωτές ενέργειας. Για παράδειγμα σε ένα ανοιχτό κολυμβητήριο το σύστημα θέρμανσης του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών.

Το κόστος ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας εξαρτάται από το μέγεθος της εγκατάστασης, από το πλήθος των σημείων παρακολούθησης ή/και μέτρησης αλλά και την ύπαρξη ή μη δυνατότητας ελέγχου στα σημεία αυτά. Το μέγεθος επίσης μια εγκατάστασης επηρεάζει το κόστος ανά μονάδα επιφανείας. Ενδεικτικά το κόστος ενός συστήματος διαχείρισης για μια κτηριακή εγκατάσταση κυμαίνεται από 30 – 50 €/m<sup>2</sup> σύμφωνα με τις τιμές που ίσχυαν κατά το έτος 2021.

### **3.1.5. Ενεργειακά κουφώματα**

Τα διαφανή δομικά στοιχεία ενός κελύφους είναι οι επιφάνειες του κτηρίου, οι οποίες επιτρέπουν τον φυσικό φωτισμό και αερισμό του εσωτερικού, την οπτική επαφή με τον περιβάλλοντα χώρο και την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας ως μέσο φυσικής

---

θέρμανσης των εσωτερικών χώρων. Ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τον προσανατολισμό και τις καιρικές συνθήκες κάθε εποχής, επιδρούν, είτε με θετικό είτε με αρνητικό τρόπο, στις συνθήκες άνεσης, που επικρατούν στο εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου.

Η επιλογή του κατάλληλου κουφώματος στηρίζεται στις ιδιότητες τόσο του υαλοπίνακα όσο και του πλαισίου, από τα οποία απαρτίζεται. Τα σημαντικότερα στοιχεία που χαρακτηρίζουν έναν υαλοπίνακα είναι [44]:

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_g$ , ο οποίος εκφράζει την ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας του υαλοπίνακα, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δύο πλευρές του διαφανούς στοιχείου διατηρείται σταθερή και ισούται με τη μονάδα. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας, τόσο αυξάνεται η ικανότητα του υαλοπίνακα να περιορίζει τις θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και, κατά συνέπεια, η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους  $g$ , ο οποίος ισούται με τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή ηλιακού κέρδους, τόσο αυξάνεται η ικανότητα του υαλοπίνακα να διοχετεύει την ηλιακή ακτινοβολία προς το εσωτερικό του κτηρίου και κατά συνέπεια, η δυνατότητα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.
- Ο συντελεστής φωτοδιαπερατότητας  $T_v$ , ο οποίος εκφράζει το ποσοστό της ορατής ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά τον υαλοπίνακα. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή φωτοδιαπερατότητας, τόσο αυξάνεται η ικανότητα μεταφοράς φυσικού φωτός στους εσωτερικούς χώρους, μειώνοντας την χρήση του τεχνητού φωτισμού.

Στους χώρους όπου παρουσιάζονται υψηλές απαιτήσεις για κλιματισμό καθώς και στις ανατολικές και δυτικές όψεις των κτηρίων, προτιμώνται υαλοπίνακες με χαμηλό συντελεστή ηλιακού κέρδους, προκειμένου να συνδυάζεται ο έλεγχος της ηλιακής θερμικής ενέργειας με την επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών οπτικής άνεσης. Αντίθετα στις νότιες όψεις, οι οποίες συμμορφώνονται στις αρχές της παθητικής ηλιακής θέρμανσης, επιλέγονται υαλοπίνακες με υψηλό συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους και χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας. Οι βόρειες όψεις δεν απαιτούν την χρήση υαλοπινάκων με χαμηλό συντελεστή ηλιακού κέρδους, καθώς δεν επιβαρύνονται από την ηλιακή ακτινοβολία, παρά ελάχιστα το καλοκαίρι.

Με γνώμονα την επίτευξη των βέλτιστων τιμών των παραπάνω συντελεστών, προκειμένου να εξασφαλίζονται οι συνθήκες οπτικής, ηχητικής και, κυρίως, θερμικής άνεσης, έχουν αναπτυχθεί πολλές κατηγορίες υαλοπινάκων, βασικότεροι από τους οποίους είναι [44]:

- ο διπλός υαλοπίνακας. Η διάταξη περιλαμβάνει δύο υαλοπίνακες με ενδιάμεσο κενό ξηρού αέρα. Η αύξηση του εύρους του διακένου, μειώνει τον συντελεστή θερμοπερατότητας και αυξάνει τη θερμομονωτική ικανότητα.
- ο τριπλός υαλοπίνακας. Περιλαμβάνει 3 στοιχεία υαλοπίνακα, με αποτέλεσμα την πρόσδοση καλύτερων θερμομονωτικών και ηχομονωτικών ιδιοτήτων στο κούφωμα.
- ο ανακλαστικός υαλοπίνακας. Αποτελείται από μονό ή διπλό υαλοπίνακα, στην εξωτερική επιφάνεια του οποίου επιστρώνεται ανακλαστικό υλικό, προκειμένου να ανακλάται μεγάλο ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια, να μειώνονται τα ηλιακά θερμικά κέρδη και να περιορίζεται η διαπερατότητα του φυσικού φωτός.
- ο απορροφητικός υαλοπίνακας. Χαρακτηρίζεται από την απορρόφηση μεγάλου μέρους της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει σε αυτόν, γεγονός το οποίο, στην περίπτωση του μονού υαλοπίνακα οδηγεί σε υψηλά επίπεδα θέρμανσης του εσωτερικού χώρου. Αυτό δεν συμβαίνει στην περίπτωση του διπλού υαλοπίνακα, όπου ο απορροφητικός τοποθετείται εξωτερικά και, συνεπώς, η απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία εκλύεται στο περιβάλλον.
- ο υαλοπίνακας με χαμηλό συντελεστή θερμικής ακτινοβολίας. Πρόκειται για διπλό υαλοπίνακα, του οποίου το ένα διαφανές στοιχείο έχει την μία επιφάνειά του επιστρωμένη από οξειδία μετάλλου και στραμμένη προς το ενδιάμεσο κενό. Όταν η επίστρωση είναι εσωτερικά του εξωτερικού υαλοπίνακα, παρεμποδίζεται η είσοδος της θερμικής ενέργειας στο εσωτερικό κατά τη θερινή περίοδο, ενώ εάν η επίστρωση βρίσκεται εξωτερική του εσωτερικού υαλοπίνακα, δυσχεραίνεται η έξοδος της θερμικής ενέργειας προς το περιβάλλον κατά την χειμερινή περίοδο.
- ο θερμομονωτικός υαλοπίνακας. Απαρτίζεται από δύο υαλοπίνακες, οι οποίοι στο ενδιάμεσο κενό δεν περιέχουν ξηρό αέρα, αλλά κάποιο κατάλληλο αέριο (π.χ. αργό), το οποίο προσφέρει υψηλή θερμομονωτική ικανότητα.

Η επιλογή του κουφώματος εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά του πλαισίου που περιβάλλει τον υαλοπίνακα, τα οποία εξασφαλίζουν τις κατάλληλες συνθήκες άνεσης στους εσωτερικούς χώρους και επιδρούν στην ενεργειακή συμπεριφορά του κουφώματος. Στις βασικές ιδιότητες, που κρίνουν την ποιότητα και την επιλογή ενός κουφώματος, ανήκουν [44]:

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου  $U_w$ , ο οποίος, αντίστοιχα με την περίπτωση του υαλοπίνακα, εκφράζει την θερμομονωτική ικανότητα του πλαισίου του κουφώματος. Για μεγάλες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας, παρατηρούνται μικρές τιμές στη θερμική αντίσταση του πλαισίου και αυξημένες απώλειες.
- Η αντοχή του κουφώματος στην ανεμοπίεση, η οποία μετρά την παραμόρφωσή του στην πίεση που του ασκεί ο αέρας. Όσο μικρότερη είναι η κατηγορία της εφαρμοζόμενης πίεσης, τόσο χειρότερη είναι η ποιότητα της κατασκευής του κουφώματος, αυξάνοντας τον κίνδυνο για απώλεια της αεροστεγανότητας και διαρροές θερμότητας.
- Η αεροπερατότητα του κουφώματος, η οποία εκφράζει τη διαπερατότητα της συνολικής επιφάνειας του κουφώματος και των αρμών του φύλλου στον αέρα

---

αναφοράς, που του ασκείται κατά τη δοκιμή. Όσο μειώνεται η τιμή της αεροπερατότητας, τόσο αυξάνεται η κλάση, στην οποία αντιστοιχεί το κούφωμα, και η αεροστεγανότητά του.

- Η υδατοστεγανότητα του κουφώματος, η οποία μετρά την υδατοπερατότητα του κουφώματος όταν υφίστανται συνθήκες βροχόπτωσης, και το σημείο πίεσης στο οποίο πρωτοεμφανίζεται η διαρροή ύδατος.

Οι κύριες κατηγορίες πλαισίων για την κατασκευή κουφωμάτων είναι [44]:

- τα συνθετικά πλαίσια. Κατασκευάζονται από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) με ενισχύσεις μεταλλικών διατομών αλουμινίου ή γαλβανισμένου χάλυβα και χαρακτηρίζονται από πολύ καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και υψηλά επίπεδα στεγανότητας στο νερό και στον αέρα.
- τα ξύλινα πλαίσια. Ο μικρός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, που χαρακτηρίζει το ξύλο, προσδίδει χαμηλό συντελεστή θερμοδιαπερατότητας στο κούφωμα, βελτιώνοντας την θερμομονωτική συμπεριφορά του. Ωστόσο, η αεροστεγανότητα του ξύλινου πλαισίου εμφανίζεται μειωμένη σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες πλαισίων, γεγονός που προκαλεί κάποιες ελάχιστες θερμικές απώλειες.
- τα πλαίσια αλουμινίου. Παρουσιάζουν υψηλή στεγανότητα στον αέρα και στο νερό, αλλά μειονεκτούν στην θερμομονωτικές ιδιότητες σε σχέση με τα υπόλοιπα πλαίσια. Με στόχο την επίτευξη καλύτερης θερμομονωτικής συμπεριφοράς, έχει αναπτυχθεί το πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή, όπου περιμετρικά των πλαισίων έχει προστεθεί πλαστικό θερμομονωτικό υλικό, το οποίο αυξάνει την αντίσταση στη θερμοδιαφυγή.

Στα ενεργειακά κουφώματα απαιτείται η εφαρμογή διπλών ή θερμομονωτικών υαλοπινάκων, με πλαίσιο χαμηλού συντελεστή θερμοδιαπερατότητας και υψηλού δείκτη αεροστεγανότητας. Οι τιμές των συντελεστών είναι πιστοποιημένες και δίνονται από τον κατασκευαστή του κάθε κουφώματος, σύμφωνα με τις επιδόσεις που εμφανίζει το κάθε κούφωμα στις δοκιμές σε αεροπερατότητα, υδατοστεγανότητα και αντοχή στην ανεμοπίεση. Κατά την τοποθέτηση των κουφωμάτων στα ανοίγματα του κελύφους, οι αρμοί πρέπει να σφραγίζονται με σιλικόνη, προκειμένου να αποτρέπεται η δημιουργία θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και τοιχοποιίας.

Η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με νέα ενεργειακά κουφώματα, καλύτερων προδιαγραφών, οδηγεί στην εξοικονόμηση ενέργειας κατά ποσοστό ~10%-20% και αποτελεί μία λύση υψηλού κόστους, η οποία απαιτεί την ένταξη κεφαλαίου για την εφαρμογή της. Η δαπάνη για την προμήθεια και τις εργασίες τοποθέτησης των κουφωμάτων διαφέρει ανάλογα με το υλικό του πλαισίου, το είδος του υαλοπίνακα και τον τύπο του κουφώματος, και παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.3. Οι συγκεκριμένες τιμές κόστους αναφέρονται στο έτος 2021 [2].



**Πίνακας 3.3:** Τιμές κόστους αντικατάστασης κουφωμάτων.

Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	Πλαίσιο PVC		Πλαίσιο αλουμινίου		Πλαίσιο ξύλινο	
	2,0≤U<3,2	U<2,0	2,0≤U<3,2	U<2,0	2,0≤U<3,2	U<2,0
Παράθυρο	180-290	190-300	310-390	360-470	390-505	450-575
Εξωστόθυρα	120-265	145-290	240-315	290-360	325-410	370-460

Σημειώνεται πως οι αξίες, που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα, συλλέχθηκαν έπειτα από εκτεταμένη έρευνα αγοράς, λαμβάνοντας δεδομένα από εταιρείες παραγωγής και εμπορίας κουφωμάτων, τεχνικές-κατασκευαστικές εταιρείες και τρέχοντα προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης, και ακολουθούν τις εξής παραδοχές:

- δεν περιλαμβάνουν τον ΦΠΑ, το κόστος των προστατευτικών φύλλων (εξώφυλλα ή ρολά) και τη δαπάνη για την αποξήλωση και την απομάκρυνση του υφιστάμενου κουφώματος, η οποία αποτιμάται γύρω στα 30€/τεμάχιο.
- περιλαμβάνουν το κόστος τοποθέτησης του κουφώματος, το οποίο ανέρχεται περίπου σε 20€/m<sup>2</sup>.
- ανταποκρίνονται σε πλαίσιο PVC και αλουμινίου με λευκή απόχρωση, χωρίς να περιλαμβάνονται κόστη βαφής για αλλαγή του χρώματος.

### 3.1.6. Θερμομόνωση δομικών στοιχείων

Η θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων ενός κτηρίου επιτυγχάνεται με την εφαρμογή κατάλληλων θερμομονωτικών υλικών, τα οποία λόγω της δομής της μάζας τους εγκλωβίζουν, πρακτικά, ακίνητο αέρα, προβάλλοντας μεγάλη αντίσταση στη ροή της θερμότητας και αναπτύσσοντας θερμομονωτικές ιδιότητες. Τα θερμομονωτικά υλικά παρουσιάζουν συνήθως θερμική αγωγιμότητα ( $\lambda$ ) μικρότερη από 0,20 W/(m·K) και ταξινομούνται σύμφωνα με διάφορα κριτήρια, κάποια από τα οποία είναι η δομή τους (ινώδη, κυψελώδη, κοκκώδη), οι ιδιότητές τους (ανθεκτικότητα στους εξωγενείς παράγοντες, προσβολή του υλικού από την υγρασία, μηχανικές ιδιότητες, κλπ) και η μορφή τους (πλάκες, παπλώματα, χύδην). Η γνώση των ιδιοτήτων κάθε θερμομονωτικού υλικού είναι σημαντική, καθώς οδηγεί σε εκείνη την επιλογή, που ανταποκρίνεται καλύτερα στην εκάστη εξεταζόμενη εφαρμογή. Στις θερμομονώσεις, που χρησιμοποιούνται ευρέως και σε μεγαλύτερη κλίμακα στις ελληνικές κατασκευές, περιλαμβάνονται τα παρακάτω υλικά [44].

- Ο **υαλοβάμβακας** (σε μορφή πλακών ή παπλώματος): είναι ινώδες υλικό ορυκτής προέλευσης, αποτελείται από ίνες γυαλιού με πυριτική σύσταση και χαρακτηρίζεται από τις εξής κύριες ιδιότητες:
  - Δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά.
  - Δεν καταστρέφεται από χημικές ενώσεις.
  - Αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.

- 
- Παρουσιάζει μικρή αντοχή σε συμπίεση.
  - Αποτελεί καλό θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό.
- **Ο πετροβάμβακας** (σε μορφή πλακών ή παπλώματος): είναι ινώδες υλικό, παρεμφερές του υαλοβάμβακα, αλλά αποτελείται από ίνες οξειδίου πυριτίου – αλουμινίου και παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:
    - Δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά.
    - Δεν καταστρέφεται από χημικές ενώσεις.
    - Είναι άκαυστο υλικό.
    - Δεν φθείρεται και δεν αποσυντίθεται στην πάροδο του χρόνου.
    - Αποτελεί καλό θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό.
    - Έχει ευρεία εφαρμογή σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις για τη μόνωση λεβήτων, σωληνών και εγκαταστάσεων, όπου αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες.
- **Η αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη** (σε μορφή πλακών): είναι αφρώδες πλαστικό υλικό, αποτελείται από διογκωμένους συγκολλημένους κόκκους στυρολίου και εμφανίζει τις εξής ιδιότητες:
    - Προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά, καθώς και από ποικιλία χημικών διαλυτών (π.χ. ακετόνη).
    - Φθείρεται από την εκτεταμένη έκθεση στον ήλιο.
    - Είναι καυστό υλικό και δεν επιτρέπεται η έκθεσή της σε υψηλές θερμοκρασίες.
    - Παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή σε συμπίεση.
    - Συγκρατεί ελάχιστη ποσότητα νερού.
    - Δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό αλλά διακρίνεται για τις υψηλές θερμομονωτικές ιδιότητες.
    - Είναι διαδεδομένη στην θερμομόνωση των δομικών στοιχείων.
- **Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη** (σε μορφή πλακών): είναι αφρώδες συνθετικό υλικό και έχει την ίδια σύσταση με τη διογκωμένη πολυστερίνη, διαφέροντας ως προς τη μέθοδο επεξεργασίας. Παρουσιάζει συγγενή χαρακτηριστικά με τη διογκωμένη πολυστερίνη, τα οποία έχουν ως:
    - Προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά, καθώς και από ποικιλία χημικών διαλυτών (π.χ. ακετόνη).
    - Φθείρεται από την εκτεταμένη έκθεση στον ήλιο.
    - Είναι εύφλεκτο υλικό και δεν επιτρέπεται να εκτίθεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες.
    - Παρουσιάζει αρκετά καλή αντοχή σε συμπίεση.
    - Συγκρατεί ελάχιστη ποσότητα νερού.
    - Δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό αλλά παρουσιάζει πολύ καλές τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ).
    - Δεν απορροφά υγρασία και δεν επηρεάζεται από τη βροχή και την παγωνιά.
    - Έχει ποικιλία οικοδομικών χρήσεων και είναι ευρύτατα διαδεδομένη στην Ελλάδα.
-

- 
- Η **πολυουρεθάνη** (σε μορφή πλακών ή προκατασκευασμένων πετασμάτων): είναι σκληρό αφρώδες υλικό, έχει κυψελώδη δομή, αποτελείται από στερεά ύλη (4% - 9%), διογκωτικό αέριο και αέρα, και χαρακτηρίζεται από τις εξής ιδιότητες:
    - Προσβάλλεται από ορισμένα έντομα και τρωκτικά.
    - Δεν διαβρώνεται από χημικές ουσίες (π.χ. βενζίνη και οξέα).
    - Επηρεάζεται από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία.
    - Είναι αυτοσβεννόμενο υλικό και δεν εξαπλώνει την φωτιά.
    - Παρουσιάζει ικανοποιητική αντοχή σε συμπίεση.
    - Είναι αδιάβροχο υλικό και θεωρητικά δεν απορροφάει υγρασία.
    - Έχει πολύ καλές θερμομονωτικές ιδιότητες.
    - Εφαρμόζεται στα προκατασκευασμένα πετάσματα των λυόμενων κατασκευών και στη θερμομόνωση των επιφανειών και σημείων, όπου είναι δύσκολη η τοποθέτηση πλακών θερμομονωτικού υλικού (σφράγιση αρμών - προστασία σωληνώσεων – μόνωση μη επίπεδων επιφανειών).
  - Το **ξυλόμαλλο** (σε μορφή πλακών): είναι ινώδες υλικό με κυψελωτή δομή, αποτελείται από ξυλώδεις ίνες που έχουν ορυκτοποιηθεί με τσιμέντο υψηλής αντοχής, και παρουσιάζει τις εξής ιδιότητες:
    - Αποτελεί καλό ηχομονωτικό και θερμομονωτικό υλικό.
    - Προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά.
    - Εμφανίζει αντίσταση στους χημικούς διαλύτες και στα ασφαλτικά υλικά.
    - Δεν επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία και είναι ανθεκτικό στον χρόνο.
    - Παρουσιάζει υψηλή αντοχή σε θλίψη και σε κάμψη.
    - Απορροφάει την υγρασία, αλλά μπορεί και την επαναποδίδει στο περιβάλλον όταν εκλείψουν οι συνθήκες προσβολής.
    - Προτιμάται κυρίως σε εσωτερικές θερμομονώσεις, στις οποίες παραμένει και ως εμφανές στοιχείο, και σε περιπτώσεις που απαιτείται ηχητική προστασία.

Η τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος των κτηρίων έχει στόχο τη διαμόρφωση χαμηλού συντελεστή θερμοπερατότητας στα αδιαφανή δομικά στοιχεία, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη μείωση των θερμικών απωλειών μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και στον περιορισμό των απαιτήσεων σε θερμικά και ψυκτικά φορτία κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα.

Η θέση της θερμομονωτικής στρώσης επιδρά στη δημιουργία θερμογεφυρών και η επιλογή της εξαρτάται από το είδος της χρήσης και το ωράριο λειτουργίας ενός κτηρίου. Τόσο το είδος της θερμομονωτικής προστασίας όσο και η θέση του θερμομονωτικού υλικού επηρεάζουν τη θερμική συμπεριφορά του δομικού στοιχείου και η ορθότητα της επιλογής εξαρτάται από την εφαρμογή και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα [44].

- 
- Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης στην **εξωτερική πλευρά** του δομικού στοιχείου

Το θερμομονωτικό υλικό έχει εσωτερικά το σύνολο της μάζας του δομικού στοιχείου και εξωτερικά επικαλύπτεται από ειδικό επίχρισμα, αδιάβροχα πετάσματα ή διακοσμητικές πλάκες. Αυτός ο τρόπος τοποθέτησης μειώνει στο ελάχιστο τον σχηματισμό θερμογεφυρών και, επειδή αξιοποιεί τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων, προτιμάται σε κτήρια συνεχούς χρήσης, όπως είναι οι κατοικίες και τα νοσοκομεία, στα οποία είναι επιθυμητή περισσότερο η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας μετά τη διακοπή λειτουργίας της θέρμανσης/ψύξης, παρά η άμεση απόδοση του αντίστοιχου συστήματος.

Στην περίπτωση της εξωτερικής θερμικής προστασίας είναι αναγκαία η χρήση υλικών που δεν προσβάλλονται από την υγρασία και συνεργάζονται καλά με το επίχρισμα. Η παρεμβολή πλέγματος μεταξύ επιχρίσματος και θερμομονωτικού υλικού είναι απαραίτητη, δεδομένου ότι το πλέγμα λειτουργεί ως οπλισμός στο επίχρισμα, συνδράμοντας στην ανάπτυξη της συνάφειας μεταξύ των δύο στρώσεων και στην αποφυγή σχηματισμού ρωγμών λόγω συστολοδιαστολών στην επιφάνεια του επιχρίσματος.

- Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης στην **εσωτερική πλευρά** του δομικού στοιχείου

Το σύνολο της μάζας του δομικού στοιχείου βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά της θερμομόνωσης, η οποία εσωτερικά καλύπτεται με κάποιο επίχρισμα, γυψοσανίδες ή άλλα ελαφρά πετάσματα. Αυτός ο τρόπος τοποθέτησης δεν εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, και, συνεπώς, ευνοεί τη σύντομη θέρμανση/ψύξη του χώρου. Ενδείκνυται σε κτήρια διακοπτόμενης λειτουργίας, στα οποία είναι επιθυμητή η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης και δεν ενδιαφέρει η διατήρηση της θερμότητας μετά το πέρας του ωραρίου. Σε αυτά ανήκουν τα κτήρια δημόσιων υπηρεσιών, τα σχολεία, οι αίθουσες εκδηλώσεων, οι αθλητικοί χώροι, κ.ά..

Στην περίπτωση της εσωτερικής θερμικής προστασίας δύναται να τοποθετηθούν σχεδόν όλα τα είδη θερμομονωτικών υλικών με μοναδικές προϋποθέσεις την καλή στερέωση και συνεργασία με το επίχρισμα. Όπως στην τοποθέτηση της εξωτερικής θερμομόνωσης, έτσι και σε αυτόν τον τύπο εφαρμογής, παρεμβάλλεται ένα πλέγμα μεταξύ των δύο στρώσεων, με σκοπό την αποφυγή ρωγμών και την ανάπτυξη συνάφειας των δύο στρώσεων.

- Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης στον **πυρήνα** του δομικού στοιχείου, όταν πρόκειται για δικέλυφη τοιχοποιία

Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται στο ενδιάμεσο κενό μεταξύ των δύο κελύφων της τοιχοποιίας, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται η επικάλυψη με κάποιο επίχρισμα και να δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής οποιουδήποτε θερμομονωτικού υλικού, αρκεί να

---

στερεώνεται καλά και να εφάπτεται και στις δύο πλευρές του με την τοιχοποιία. Είναι απαραίτητο τα δύο κελύφη της τοιχοποιίας να συνδέονται μεταξύ τους καθ' ύψος, τουλάχιστον ανά ένα μέτρο, με περιδέσμους ενίσχυσης, οι οποίοι να θερμομονώνονται ώστε να μην αποτελούν θερμογέφυρες για την κατασκευή.

Παλαιότερα, αποτελούσε τον κύριο τρόπο θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας σε μία κατασκευή στην Ελλάδα, καθώς συνταιριάζει τον εύκολο τρόπο τοποθέτησης των θερμομονωτικών υλικών, την εκμετάλλευση κατά ένα ποσοστό της θερμοχωρητικότητας του δομικού στοιχείου, την προστασία της θερμομονωτικής στρώσης και την δυνατότητα της αρχιτεκτονικής διαμόρφωσης των όψεων χωρίς να μειώνεται εσωτερικά ο ωφέλιμος χώρος.

Ωστόσο, στις σύγχρονες κατασκευές αποφεύγεται η τοποθέτηση θερμομόνωσης στον πυρήνα των νεόδμητων κτηρίων, καθώς κατά την πάροδο των χρόνων το δομικό στοιχείο έχει παρουσιάσει κακή αντισεισμική συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα σε ισχυρές σεισμικές δονήσεις έχει παρατηρηθεί η αποσύνδεση των δύο κελύφων και η πτώση του εξωτερικού, λόγω τις πλημμελούς σύνδεσης. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις έχει παρουσιαστεί συρρίκνωση και καθίζηση του θερμομονωτικού υλικού στη βάση της τοιχοποιίας, λόγω της ελλιπούς στήριξης αλλά και του αυξημένου ιδίου βάρους (σύνηθες πρόβλημα σε υλικά υπό μορφή παπλώματος), με αποτέλεσμα την απώλεια της θερμομονωτικής προστασίας.

Η θερμομονωτική προστασία των κατασκευών, μέσα από την εφαρμογή κατάλληλων θερμομονωτικών υλικών στα δομικά της στοιχεία, συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων και συχνά οδηγεί σε εξοικονόμηση μέχρι και 45% της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του. Πιο συγκεκριμένα, από την τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία σε, κυρίως αμόνωτα, κτήρια κατοικιών προκύπτει εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας σε ένα ποσοστό της τάξεως του 33% - 60%, ενώ η εφαρμογή θερμομονωτικών υλικών σε αμόνωτα κτήρια γραφείων και σχολείων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση στην κατανάλωση θερμικής ενέργειας κατά 28% - 34% και ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη κατά 4%. Αντίστοιχα, η θερμομόνωση της οροφής οδηγεί σε εξοικονόμηση 14% - 20% της θερμικής ενέργειας για αμόνωτα, παλαιά κτήρια κατοικιών και σε εξοικονόμηση 4% - 7% της θερμικής και 2% της ηλεκτρικής ενέργειας ψύξης για κτήρια γραφείων και σχολείων.

Η τοποθέτηση θερμομονωτικής προστασίας στο κέλυφος των κτηρίων αποτελεί μία λύση μεσαίου και υψηλού κόστους, ανάλογα με την επιφάνεια που πρέπει να καλυφθεί. Από μελέτες έχει υπολογισθεί πως, σε ένα νεοαναγειρόμενο κτήριο η προμήθεια και η εργασία τοποθέτησης των θερμομονωτικών υλικών σπάνια υπερβαίνει το 2% - 4% του αρχικού συνολικού κόστους ανέγερσης της κατασκευής. Οι τιμές κόστους για την κατασκευή της θερμομονωτικής στρώσης διαφέρει ανάλογα με το υλικό και το δομικό στοιχείο. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα εύρη τιμών και οι παραδοχές ανά δομικό στοιχείο και συντελεστή αντίστασης R, σύμφωνα με τις αξίες των επικρατέστερων θερμομονωτικών

υλικών της ελληνικής αγοράς. Σημειώνεται πως οι τιμές κόστους έχουν προκύψει έπειτα από έρευνα αγοράς σε εταιρίες παρασκευής θερμομονωτικών υλικών, μάντρες υλικών, τεχνικές εταιρείες, συνεργεία, κ.τ.λ., και αναφέρονται στο έτος 2021 [2].

➤ **Θερμομόνωση τοιχοποιίας**

*Πίνακας 3.4: Τιμές κόστους για την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στην τοιχοποιία.*

R = d/λ	Κόστος θερμομόνωσης από - έως (€/m <sup>2</sup> )		Ενδεικτικό πάχος θερμομονωτικού υλικού από - έως (m)	
	Min	Max	Min	Max
0,90	34,70	47,20	0,03	0,04
1,20	36,00	49,40	0,04	0,05
1,50	38,10	52,80	0,05	0,06
1,80	39,00	56,10	0,06	0,07
2,10	41,40	58,30	0,07	0,08
2,40	42,20	61,00	0,07	0,10
2,70	43,20	61,50	0,08	0,11
3,00	43,90	64,90	0,09	0,12
3,30	44,90	66,70	0,10	0,13
3,60	45,80	68,20	0,11	0,14

**Παραδοχές:**

- Επιλέχθηκε η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού στην εξωτερική πλευρά των κατακόρυφων δομικών στοιχείων και η επικάλυψή του με συνθετικό επίχρισμα.
- Στις τιμές περιλαμβάνονται τα κόστη του θερμομονωτικού υλικού (γραφιτούχα ή μη διογκωμένη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη και σκληρές πλάκες ορυκτοβάμβακα), της κόλλας, των βυσμάτων, του πλέγματος, του ασταριού, των στηριγμάτων, του επιχρίσματος καθώς και το κόστος της εργασίας.
- Δεν συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ και το κόστος για την σκαλωσιά και την έκδοση άδειας μικρής κλίμακας.

➤ **Θερμομόνωση οροφής πυλωτής ή μη θερμαινόμενου χώρου και επικάλυψη με συνθετικό επίχρισμα**

*Πίνακας 3.5: Τιμές κόστους για την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στην οροφή πυλωτής και επικάλυψη με συνθετικό επίχρισμα.*

R(d/λ)	Επικάλυψη με οργανικό επίχρισμα (€/m <sup>2</sup> )		Ενδεικτικό πάχος θερμομονωτικού υλικού (m)	
	Min	Max	Min	Max
0,90	42,90	55,30	0,03	0,04
1,20	44,00	57,40	0,04	0,05
1,50	46,10	60,90	0,05	0,06
1,80	47,00	64,10	0,06	0,07

2,10	49,50	66,30	0,07	0,08
2,40	50,30	69,10	0,07	0,10
2,70	51,20	69,60	0,08	0,11
3,00	52,00	72,90	0,09	0,12
3,30	56,80	74,80	0,10	0,13
3,60	53,80	76,30	0,11	0,14

#### **Παραδοχές:**

- Επιλέχθηκε η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού στην κάτω πλευρά της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος και η επικάλυψή του με συνθετικό επίχρισμα.
- Στις τιμές περιλαμβάνονται τα κόστη του θερμομονωτικού υλικού (γραφιτούχα ή μη διογκωμένη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη και σκληρές πλάκες ορυκτοβάμβακα), της κόλλας, των βυσμάτων, του πλέγματος, του ασταριού, των στηριγμάτων, του επιχρίσματος καθώς και το κόστος της εργασίας.
- Δεν συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ και το κόστος για την σκαλωσιά.
- Τα κόστη του πίνακα αναφέρονται στις τιμές του έτους 2021.

#### **➤ Θερμομόνωση οροφής πυλωτής ή μη θερμαινόμενου χώρου και επικάλυψη με ελαφρά πετάσματα**

*Πίνακας 3.6: Τιμές κόστους για την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στην πυλωτή και επικάλυψη με ελαφρά πετάσματα.*

R(d/λ)	Επικάλυψη με γυψοσανίδα (€/m <sup>2</sup> )		Ενδεικτικό πάχος θερμομονωτικού υλικού (m)	
	Max	Max	Min	Max
0,90	22,40	31,90	0,03	0,04
1,20	22,80	31,90	0,04	0,05
1,50	22,90	33,70	0,05	0,06
1,80	23,10	35,20	0,06	0,07
2,10	24,40	38,60	0,07	0,08
2,40	24,90	38,70	0,07	0,10
2,70	26,00	41,90	0,08	0,11
3,00	26,20	42,00	0,09	0,12
3,30	27,00	45,40	0,10	0,13
3,60	27,50	46,00	0,11	0,14

#### **Παραδοχές:**

- Επιλέχθηκε η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού στην κάτω πλευρά της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος και η επικάλυψή του με ελαφρά πετάσματα.
- Στις τιμές περιλαμβάνονται τα κόστη του θερμομονωτικού υλικού (γραφιτούχα ή μη διογκωμένη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη και σκληρές πλάκες ορυκτοβάμβακα),

της κόλλας, των βυσμάτων, του πλέγματος, του ασταριού, των στηριγμάτων, του επιχρίσματος καθώς και το κόστος της εργασίας.

- Δεν συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ και το κόστος για την σκαλωσιά.
- Τα κόστη του πίνακα αναφέρονται στις τιμές του έτους 2021.

#### ➤ Θερμομόνωση δώματος

**Πίνακας 3.7:** Τιμές κόστους για την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στο δώμα.

R(d/λ)	Αντεστραμμένο δώμα (€/m <sup>2</sup> )		Ενδεικτικό πάχος θερμομονωτικού υλικού (m)	
	Min	Max	Min	Max
0,90	32,10	38,10	0,03	0,04
1,20	33,50	39,70	0,04	0,05
1,50	34,20	40,90	0,05	0,06
1,80	35,50	42,00	0,06	0,07
2,10	37,00	43,70	0,07	0,08
2,40	39,20	45,50	0,07	0,10
2,70	39,60	45,20	0,08	0,11
3,00	41,00	51,20	0,09	0,12
3,30	42,00	52,70	0,10	0,13
3,60	42,90	54,30	0,11	0,14

#### Παραδοχές:

- Επιλέχθηκε η διαμόρφωση αντεστραμμένου δώματος, δηλαδή η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού βρίσκεται σε υπερκείμενη θέση της στεγανοποιητικής και την προστατεύει από τις έντονες θερμικές καταπονήσεις.
- Στις τιμές περιλαμβάνονται τα κόστη προετοιμασίας της επιφάνειας, της δημιουργίας στρώσης ρύσεων, της στεγανοποίησης, του θερμομονωτικού υλικού, του γεωφύσματος και της τελικής επικάλυψης με πλάκες (που πατούν σε στηρίγματα), καθώς και το κόστος εργασίας.
- Δεν συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ και το κόστος για την σκαλωσιά.

#### ➤ Θερμομόνωση στέγης

**Πίνακας 3.8:** Τιμές κόστους για την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στην στέγη.

R(d/λ)	Κόστος θερμομόνωσης οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη (€/m <sup>2</sup> )		Ενδεικτικό πάχος θερμομονωτικού υλικού (m)	
	Min	Max	Min	Max
0,90	11,00	16,40	0,03	0,04
1,20	12,40	18,20	0,04	0,05
1,50	13,50	20,30	0,05	0,06
1,80	14,50	22,10	0,06	0,07



2,10	15,90	24,10	0,07	0,08
2,40	17,60	26,20	0,07	0,10
2,70	18,60	27,30	0,08	0,11
3,00	22,60	31,70	0,09	0,12
3,30	23,90	33,20	0,10	0,13
3,60	25,40	34,70	0,11	0,14

### Παραδοχές:

- Επιλέχθηκε η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού επάνω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, η οποία βρίσκεται κάτω από την κεκλιμένη στέγη του κτίσματος .
- Στις τιμές περιλαμβάνονται τα κόστη της προετοιμασίας της επιφάνειας με τσιμεντοκονίαμα εξομάλυνσης, της εναπόθεσης του θερμομονωτικού υλικού και της εργασίας.
- Δεν συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ, ενώ οι τιμές αναφέρονται στο έτος 2021.

### 3.1.7. Φωτισμός νέας τεχνολογίας

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού στα κτήρια και ειδικότερα του τριτογενούς τομέα, κυμαίνεται από το 30% έως και το 50% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με το είδος χρήσης του κτηρίου. Οι μεγαλύτερες ανάγκες για φωτισμό συνήθως είναι στο εσωτερικό των κτηρίων ενώ στα περισσότερα κτήρια υπάρχει, ο φωτισμός ασφαλείας ο ειδικός φωτισμός αλλά και ο εξωτερικός φωτισμός. Ανάλογα το είδος της χρήσης και των δραστηριοτήτων που διεξάγονται σε ορισμένες εγκαταστάσεις ο εξωτερικός φωτισμός μπορεί να πρωταγωνιστεί (π.χ. ανοιχτές αθλητικές εγκαταστάσεις, διαμορφωμένοι εξωτερικοί χώροι, κήποι) [11].

Ανάλογα με τη χρήση του κάθε χώρου ενός κτηρίου, τη φύση δηλαδή της δραστηριότητας που επιτελείται σε αυτόν, ορίζονται και οι απαιτήσεις για τεχνητό φωτισμό βάσει κανονισμών και προτύπων. Ενδεικτικά στον Πίνακα 3.9 παρουσιάζεται η απαίτηση για τη μέση ένταση φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς μέτρησης για διάφορες χρήσεις εσωτερικών χώρων που συναντιούνται σε διάφορα κτήρια και εγκαταστάσεις.

**Πίνακας 3.9:** Απαίτηση για μέση ένταση φωτισμού (lx) για διάφορες χρήσεις εσωτερικών χώρων στο επίπεδο αναφοράς μέτρησης.

Χρήση χώρου	Μέση ένταση φωτισμού (lx)	Χρήση χώρου	Μέση ένταση φωτισμού (lx)
Κατοικία - κύριοι χώροι	200	Χώρος αναμονής	200
Κατοικία - βοηθητικοί χώροι	100	Κερκίδες κλειστού γηπέδου	100
Αίθουσα εκδηλώσεων	300	Κλειστό γήπεδο, χώροι αθλητών	200

Κατάστημα	300	Κερκίδες κλειστού κολυμβητηρίου	100
Χώρος γραφείων	500	Κλειστό κολυμβητήριο, χώροι αθλητών	200
Αίθουσα συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	Διάδρομοι & Χώροι κυκλοφορίας Αθλητικών Εγκαταστάσεων	100
Αίθουσα γυμναστηρίου, χοροδιδασκαλείο	300	Βοηθ. θερμ. χώροι Αθλητικών Εγκαταστάσεων	100

Η εξοικονόμηση ενέργειας από το σύστημα φωτισμού μπορεί να επιτευχθεί ή με την μείωση της εγκατεστημένης ισχύος ή/και με την μείωση του χρόνου λειτουργίας του συστήματος. Η μείωση της εγκατεστημένης ισχύος μπορεί να επιτευχθεί με υιοθέτηση πιο αποδοτικής τεχνολογίας (λαμπτήρες, φωτιστικά) ή με καλύτερο σχεδιασμό (συνδυασμός γενικού – τοπικού φωτισμού). Η μείωση του χρόνου λειτουργίας μπορεί να πραγματοποιηθεί με προσωπική ευαισθητοποίηση (χειροκίνητη σβέση φωτιστικών) ή/και με υιοθέτηση αυτοματισμών (χρονοδιακόπτες, αισθητήρες παρουσίας, φωτισμού).

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί από την αναβάθμιση ενός συστήματος φωτισμού μπορεί να είναι σημαντική και επηρεάζει την λειτουργία και των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη σε ένα χώρο αναμένεται να μειωθούν με αποτέλεσμα τη μικρή αύξηση της απαίτησης για θέρμανση χώρων και τη μείωση των ψυκτικών φορτίων.

Στην συνολική κατανάλωση ενέργειας από το σύστημα φωτισμού θα πρέπει να ληφθεί υπόψη τόσο η κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος φωτισμού όσο και οι καταναλώσεις που οφείλονται στο σύστημα φωτισμού ασφαλείας (π.χ. για φόρτιση μπαταριών) και στα συστήματα ελέγχου που έχουν υιοθετηθεί.

Η μείωση της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού σε ένα κτήριο με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να γίνει κατά βάση με δύο μεθόδους. Είτε με την ένα προς ένα αντικατάσταση των παλαιών φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων με νέα πιο αποδοτικά ή με τη μείωση και του αριθμού των φωτιστικών σε κάθε χώρο και την εκπόνηση φωτοτεχνικής μελέτης για τον ορισμό του τύπου, του αριθμού και της θέσης των νέων φωτιστικών σωμάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε χώρου. Η τελευταία αποτελεί και την πιο ορθή πρακτική.

Η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί με την αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων είναι συνήθως πολύ μεγάλη λόγω της υψηλής αποδοτικότητας των νέων φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων τεχνολογίας LED. Ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ και την πυκνότητα ισχύος [ $W/(lm \ 100lx)$ ] του υφιστάμενου συστήματος και τη μέθοδο που

---

επιλέγεται για την αναβάθμιση ενός συστήματος φωτισμού αλλά και τις απαιτήσεις του κάθε χώρου σε ένα κτήριο, τα επίπεδα της εξοικονόμησης κυμαίνονται από 30 – 70%.

Επιπλέον εξοικονόμηση μπορεί να επιτευχθεί με την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και με τη μείωση του χρόνου λειτουργίας είτε με καλύτερη στρατηγική του χειροκίνητου ελέγχου ή με εφαρμογή συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προϋποθέτει την ύπαρξη ανοιγμάτων σε κατακόρυφα ή οριζόντια δομικά στοιχεία (παράθυρα, θύρες, φεγγίτες κλπ.) και εξαρτάται από το σχεδιασμό, την εξωτερική σκίαση, και τον προσανατολισμό καθώς και τις ώρες λειτουργίας του χώρου (πρωινές, απογευματινές, βραδινές). Η πλήρης αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού σε χώρους που αυτό είναι δυνατό, γίνεται με τη χρήση αισθητήρων φωτισμού σε συνδυασμό με φωτιστικά με δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής τους ροής (dimmable). Έτσι τα φωτιστικά συμπληρώνουν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού σε κάποιο χώρο όταν χρειάζεται.

Ο συντελεστής αξιοποίησης φυσικού φωτισμού υποδηλώνει το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας από τη μείωση της λειτουργίας του φωτισμού λόγω της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού. Η τιμή του κυμαίνεται από 0,25 έως και 0,60 ανάλογα με τη διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού στο χώρο, το είδος του ελέγχου των φωτιστικών, ενώ επίσης εξαρτάται και από το είδος της εσωτερικής σκίασης για τον έλεγχο της θάμβωσης από το φυσικό φωτισμό.

Εξοικονόμηση της κατανάλωσης ενέργειας ενός συστήματος φωτισμού επιτυγχάνεται και από τον έλεγχο παρουσίας χρηστών σε ένα χώρο, αν δηλαδή υπάρχουν αισθητήρες κίνησης ή παρουσίας σε ένα χώρο για την αυτόματη έναυση και σβέση των φωτιστικών. Οι συνηθέστεροι χώροι για εγκατάσταση τέτοιων αισθητήρων είναι συνήθως οι διάδρομοι, τα κλιμακοστάσια και άλλοι βοηθητικοί χώροι και χώροι υγιεινής (τουαλέτες, αποθήκες) χωρίς να αποκλείονται και άλλες χρήσεις όπου κάθε αισθητήρας μπορεί να ελέγχει και ομάδες φωτιστικών σωμάτων. Ανάλογα με τη χρήση του χώρου, ο συντελεστής επίδρασης χρηστών έτσι όπως ονομάζεται ο συντελεστής που εκφράζει τη μείωση της αρχικά υπολογιζόμενης κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό λόγω της χρήσης διατάξεων ελέγχου, μπορεί να πάρει τιμές από 0,30 έως και 0,70 που σημαίνει αντίστοιχα 70% έως και 30% εξοικονόμηση ενέργειας για τα φωτιστικά που εφαρμόζεται ο έλεγχος.

Το κόστος για αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων / λαμπτήρων σε μια κτηριακή εγκατάσταση εξαρτάται από τις απαιτήσεις φωτισμού των χώρων της, τη μέθοδο αντικατάστασης και την εφαρμογή ή μη διατάξεων ελέγχου φωτισμού (αξιοποίηση φυσικού φωτισμού, επίδραση χρηστών κλπ.). Ενδεικτικά το κόστος για την αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού σε ένα κτήριο γραφείων με φωτιστικά τεχνολογίας LED δίνεται στον παρακάτω πίνακα για εφαρμογή ή μη αυτοματισμών που περιλαμβάνουν αισθητήρες φωτισμού στο 50% των κύριων χώρων και αισθητήρες κίνησης και παρουσίας σε κάθε ατομικό γραφείο και τουαλέτες. Σημειώνεται πως τα κόστη του πίνακα αντιστοιχούν στις τιμές που επικρατούσαν στην αγορά κατά το έτος 2021.

**Πίνακας 3.10:** Ενδεικτικό κόστος αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων με νέα τεχνολογίας LED σε κτήριο γραφείων ανά μονάδα επιφάνειας, με και χωρίς αυτοματισμούς φωτισμού.

Υπαρξη διατάξεων ελέγχου	Εύρος κόστους (€/m <sup>2</sup> )
Ναι	20 – 26
Όχι	34 – 38

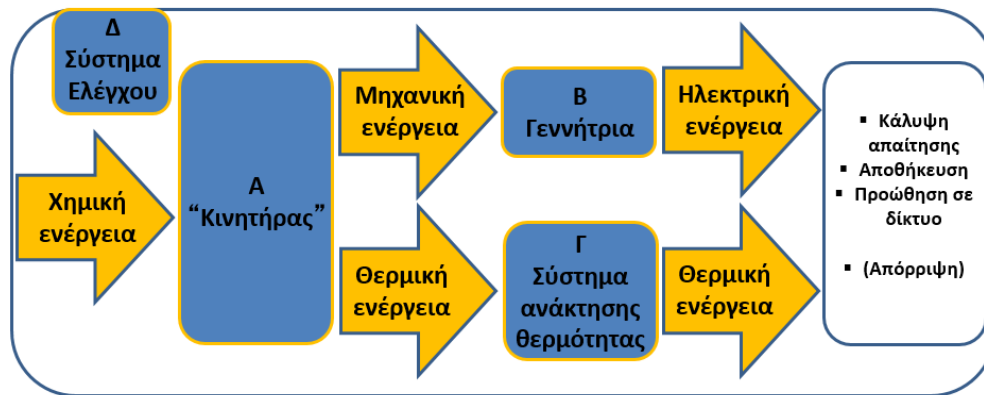
### 3.2. Νέες τεχνολογίες εξοικονόμησης/παραγωγής αποκεντρωμένης ενέργειας

#### 3.2.1. Συμπαγωγή – Τριπαγωγή

Συμπαγωγή είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ΣΗΘ) από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας – καύσιμο [9]. Με το συμβατικό τρόπο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων (συμπυκνωτές, πύργοι ψύξης κλπ), είτε μέσω των καυσαερίων (αεροστρόβιλοι κλπ). Με τη μέθοδο της συμπαγωγής, σημαντικό μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται ωφέλιμα. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης ενός συστήματος ΣΗΘ κυμαίνεται από 60 έως 85%.

Η τεχνολογία της συμπαγωγής, προκειμένου να είναι οικονομικά βιώσιμη, εφαρμόζεται σε περιπτώσεις όπου υπάρχει ταυτόχρονη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Ένας σταθμός συμπαγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας παράγει ατμό, θερμό αέρα και θερμό νερό που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία καθώς και ηλεκτρική ενέργεια για χρήση ή/και πώλησης μέρους αυτής στον αρμόδιο διαχειριστή ενέργειας. Επιπρόσθετα υπάρχει και η δυνατότητα ταυτόχρονης κάλυψης και ψυκτικών αναγκών με την χρήση ψυκτών τεχνολογίας απορρόφησης, όπου μέρος της παραγόμενης θερμότητας δημιουργεί ψυχρό νερό για κλιματισμό και ψύξη. Στην περίπτωση αυτή η διεργασία

ονομάζεται τριπαραγωγή ή συμπαραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης (ΣΗΘΨ). (Για την ηλιακή ψύξη βλ. επόμενη παράγραφο).



*Διάγραμμα 3.1: Σχηματικό διάγραμμα μετατροπής ενέργειας σε ένα σύστημα συμπαραγωγής.*

Οι περισσότερες εφαρμογές συμπαραγωγής βρίσκονται στη βιομηχανία. Η συμπαραγωγή είναι ώριμη τεχνολογία και εφαρμόζεται ευρέως ενώ συμπεριλαμβάνεται στον κατάλογο των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (ΒΔΤ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Εκτός από ενεργοβόρες βιομηχανίες, τα συστήματα ΣΗΘ μπορούν να βρουν εφαρμογές και στον τριτογενή τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μεγάλα κτήρια, αθλητικά κέντρα, κλπ), ή να καλύψουν τις θερμικές και ηλεκτρικές ανάγκες μιας αστικής περιοχής, μέσω συστημάτων τηλεθέρμανσης / τηλεψύξης. Ως πηγή ενέργειας σε μονάδες Συμπαραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο (ορυκτό ή βιομάζα). Το καύσιμο όμως που σήμερα κυριαρχεί, κυρίως για περιβαλλοντικούς λόγους, είναι το φυσικό αέριο.

Τα κυριότερα συστήματα συμπαραγωγής είναι [9]:

- συστήματα αεριοστροβίλου (ανοιχτού ή κλειστού κύκλου)
- συστήματα ατμοστροβίλου (ανοιχτού ή κλειστού κύκλου)
- συστήματα συνδυασμένου κύκλου
- συστήματα εμβολοφόρου κινητήρα εσωτερικής καύσης (Otto – Diesel)
- μηχανές Stirling
- κυψέλες καυσίμου (fuel cells)

Ανάλογα το μέγεθος ισχύος της κάθε εφαρμογής, τη διαθεσιμότητα καυσίμου, και την απαιτούμενη θερμοκρασία της ζητούμενης θερμότητας επιλέγεται και το κατάλληλο από τα παραπάνω συστήματα. Στο νομοθετικό πλαίσιο (Ν. 3734/2009) διαχωρίζονται τα συστήματα συμπαραγωγής σε μικρής κλίμακας για εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ έως και 1 MWe και σε πολύ μικρής κλίμακας για ηλεκτρική ισχύ μέχρι 50 kWe.

Σε κτήρια και εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα όπως μεγάλα κτήρια γραφείων, νοσοκομεία και εμπορικά κέντρα, τα συστήματα συμπαραγωγής που χρησιμοποιούνται

συνήθως είναι με μηχανές εσωτερικής καύσης, αεριοστρόβιλοι για ισχύ από 200 έως 1000 kW και ατμοστρόβιλοι για μεγαλύτερη ισχύ. Τέλος, για τα πολύ μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής (micro-CHP) συνήθως χρησιμοποιούνται μηχανές Otto, Stirling, κυψέλη καυσίμου ή μικροαεριοστρόβιλος.

Βάσει του παραπάνω νομοθετικού πλαισίου χαρακτηρίζεται η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ως υψηλής απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) εφόσον εξασφαλίζεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας τουλάχιστον κατά 10 % σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή από μονάδες συμπαραγωγής μικρής και πολύ μικρής κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ανεξαρτήτως ποσοστού, χαρακτηρίζεται ως συμπαραγωγή υψηλής αποδοτικότητας.

Τα συστήματα συμπαραγωγής λόγω της αποδοτικότερης αξιοποίησης των καυσίμων μειώνουν των κόστος λειτουργίας μιας εγκατάστασης και συμβάλλουν και στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και άλλων αερίων του θερμοκηπίου.

Τα συστήματα συμπαραγωγής προτείνονται για αθλητικές εγκαταστάσεις εφόσον υπάρχει σημαντική ζήτηση σε θερμότητα και για μεγάλο χρονικά διάστημα μέσα στο έτος όπως σε κολυμβητήρια για τη θέρμανση των κολυμβητικών δεξαμενών. Ένας γενικός κανόνας για επιλογή συστήματος ΣΗΘ σε μια εγκατάσταση είναι η απαίτηση θερμότητας να υπάρχει για 4000 ώρες και πάνω μέσα σε ένα έτος (σύνολο 8760 ώρες). Σε κάθε περίπτωση απαιτείται οικονομοτεχνική μελέτη που θα αποδεικνύει τη βιωσιμότητα ή μη ενός συστήματος ΣΗΘ ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά μια εγκατάστασης.

Το ενδεικτικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης ενός συστήματος ΣΗΘ με κινητήρα εσωτερικής καύσης φυσικού αερίου σε μια κτηριακή εγκατάσταση ανά εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ διαμορφώνεται όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.11, και αφορά το έτος 2021.

**Πίνακας 3.11:** Ενδεικτικό κόστος ανά μονάδα αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος για συστήματα ΣΗΘ με κινητήρα εσωτερικής καύσης Φ.Α.

Εύρος ισχύος (kW)	Κόστος (€/kWe)
8 - 35	2.500
35 - 100	2.300
100 - 400	2.150

---

### 3.2.2. Ηλιοθερμία – Ηλιακή Ψύξη

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας και την κάλυψη διάφορων θερμικών αναγκών στον κτηριακό τομέα αλλά και στη βιομηχανία έχει επιτευχθεί με ένα ευρύ φάσμα συστημάτων και εφαρμογών ενώ η έρευνα συνεχίζεται για τη βελτιστοποίηση και την καινοτομία [34].

Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμότητα με τη χρήση ηλιοθερμικών (H/Θ) συστημάτων εφαρμόζεται σε ευρεία βάση στα ελληνικά κτήρια με πλειοψηφία την παραγωγή ΖΝΧ στις κατοικίες αλλά και στον τριτογενή τομέα (ξενοδοχεία, νοσοκομεία κλπ). Σε λιγότερες περιπτώσεις η θερμότητα επικουρεί και τη θέρμανση χώρων ενώ μπορεί να αξιοποιηθεί και για ψύξη χώρων με συστήματα απορρόφησης ή προσρόφησης.

Το μέρος του H/Θ συστήματος που μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα, είναι ο ηλιακός συλλέκτης, μια επιφάνεια δηλαδή που συλλέγεται η ηλιακή ακτινοβολία και μεταφέρεται σε σωλήνες όπου ρέει ένα μέσο (συνήθως νερό ή μίγμα νερού με πρόσθετα για αντιδιαβρωτική και αντιπαγετική προστασία) το οποίο μεταφέρει τη θερμότητα στα απαιτούμενα φορτία.

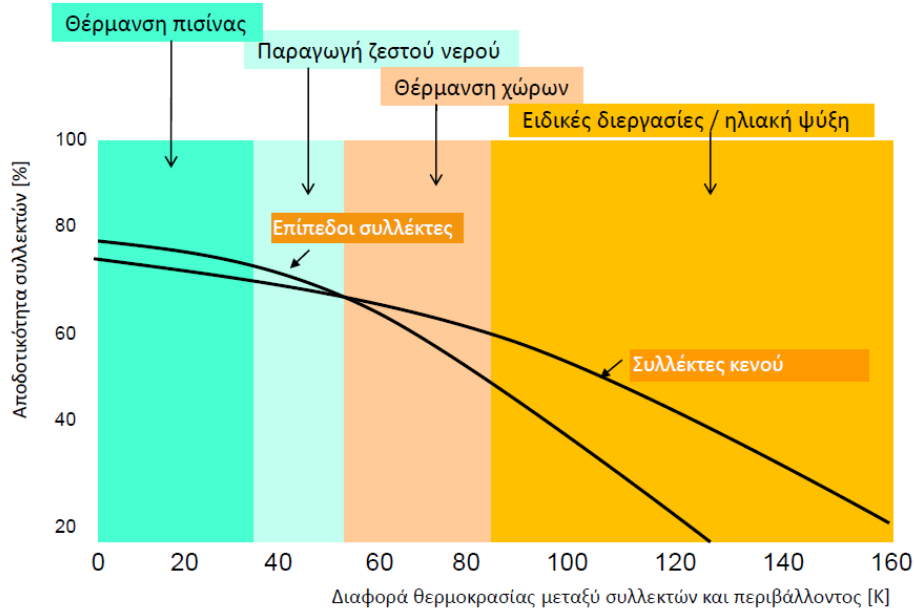
Η κυριότερη κατηγορία ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιείται στα κτήρια για την παραγωγή ΖΝΧ, για τη θέρμανση ή/και ψύξη χώρων είναι οι επίπεδοι συλλέκτες και τοποθετούνται συνήθως στις στέγες και τα δώματα των κτηρίων. Η θερμότητα που παράγεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στη συλλεκτική επιφάνεια ενός ηλιακού συλλέκτη μεταφέρεται στο ρευστό (υγρό ή αέριο), που κυκλοφορεί κάτω από την επιφάνεια μέσω σωλήνα (σερπαντίνα), το οποίο χαρακτηρίζεται ως θερμοαπαγωγό ρευστό/μέσο. Το θερμό ρευστό χρησιμοποιείται απευθείας (ανοικτού κυκλώματος συλλέκτης) ή μέσω εναλλάκτη (κλειστού κυκλώματος συλλέκτης). Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος και το υλικό του καλύμματος και την επίστρωση της συλλεκτικής επιφάνειας:

- **Ηλιακοί συλλέκτες χωρίς διαφανές κάλυμμα.** Είναι η πιο απλή και οικονομική τεχνολογία ηλιακού συλλέκτη καθώς δεν διαθέτουν διαφανές κάλυμμα και θερμομόνωση του απορροφητή, και χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές χαμηλών θερμοκρασιακών απαιτήσεων μέχρι 30°C (π.χ. θέρμανση νερού πισίνας).
- **Ηλιακοί συλλέκτες με μονό διαφανές κάλυμμα.** Αποτελούν την πιο διαδεδομένη τεχνολογία συλλεκτών με ευρεία χρήση κυρίως για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. στα κτήρια, σε θερμοκρασίες 40°C - 60°C. Η χρήση του διαφανούς καλύμματος μειώνει τις θερμικές απώλειες της συλλεκτικής/ απορροφητικής επιφάνειας, καθώς εγκλωβίζει τη θερμότητα μεταξύ αυτής και του διαφανούς καλύμματος.

- 
- **Ηλιακοί συλλέκτες με διπλό διαφανές κάλυμμα.** Είναι κατάλληλοι για εφαρμογές σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, καθώς και για εφαρμογές με απαιτήσεις θερμοκρασίας θερμού ρευστού μέχρι και 80°C, τόσο για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. όσο και για τη θέρμανση χώρων. Η χρήση διπλού διαφανούς καλύμματος μειώνει περαιτέρω τις θερμικές απώλειες της συλλεκτικής/απορροφητικής επιφάνειας προς το περιβάλλον.
  - **Ηλιακοί συλλέκτες με επιλεκτική βαφή.** Οι συλλέκτες με επιλεκτική βαφή διαθέτουν επιφάνεια απορρόφησης βαμμένη συνήθως σε μαύρο χρώμα με υψηλή περιεκτικότητα σε τιτάνιο. Το μαύρο χρώμα εφαρμόζεται στη μεταλλική συλλεκτική επιφάνεια με ειδική επεξεργασία αυξάνοντας τον συντελεστή απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας (~95%) και μειώνοντας παράλληλα το ποσοστό της ανακλώμενης ακτινοβολίας. Οι επιλεκτικοί ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές οικιακής χρήσης, με απαιτήσεις θερμού ρευστού μέχρι και 80°C, όπως για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ., τη θέρμανση χώρων ή/και την ψύξη χώρων.
  - **Ηλιακοί συλλέκτες κενού.** Η συλλεκτική/απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται μέσα σε γυάλινο σωλήνα κενού και εφάπτεται συνήθως με χαλκοσωλήνα στον οποίο κυκλοφορεί πτητικό (εξάτμιση σε χαμηλές θερμοκρασίες) θερμοαπαγωγό ρευστό. Ο σωλήνας κενού περιορίζει σημαντικά τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον. Το πτητικό ρευστό μεταφέρει τη θερμότητα μέσω εναλλάκτη στο νερό της δεξαμενής αποθήκευσης. Οι συλλέκτες κενού χρησιμοποιούνται συνήθως σε εφαρμογές με απαιτήσεις θερμού ρευστού από 80°C έως και 150°C, όπως είναι οι βιομηχανικές εφαρμογές, οι μονάδες αφαλάτωσης, η ψύξη χώρων μέσω συστημάτων απορρόφησης προσρόφησης κ.α. Διατηρούν υψηλή απόδοση ακόμη και κατά τη διάρκεια δυσμενών καιρικών συνθηκών. Είναι ιδανικοί για εγκατάσταση σε στέγες με πολύ μικρή κλίση, όπου οι άλλες κατηγορίες επίπεδων ηλιακών συλλεκτών δεν αποδίδουν, καθώς και σε ψυχρά κλίματα.

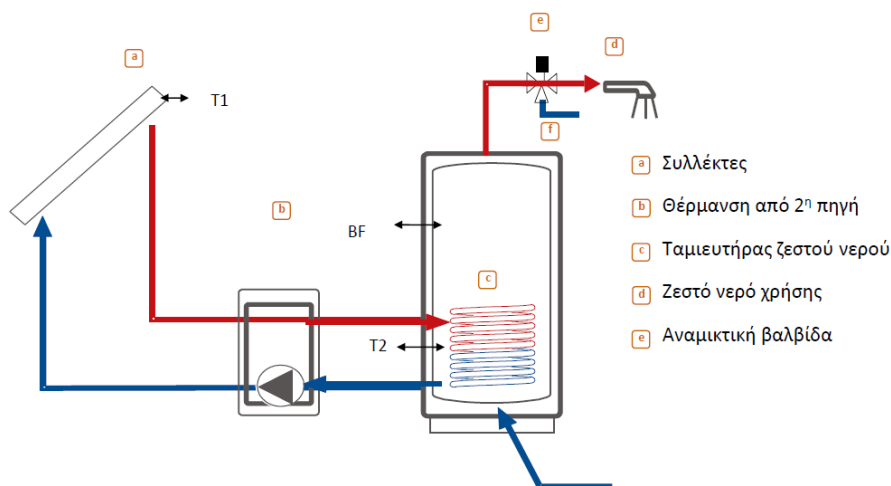
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συλλεκτών και περιβάλλοντος συναρτήσει της αποδοτικότητας δύο ειδών συλλεκτών, ενώ έμμεσα παρουσιάζεται και το εύρος της θερμοκρασίας που απαιτείται για διάφορες χρήσεις (Διάγραμμα 3.2).





**Διάγραμμα 3.2:** Αποδοτικότητα επίπεδων ηλιακών συλλεκτών και συλλεκτών κενού συναρτήσει της διαφοράς θερμοκρασίας τους με το περιβάλλον (Πηγή: [apothesis.lib.hmu.gr](http://apothesis.lib.hmu.gr) )

Το σύστημα αποθήκευσης του θερμού νερού (θερμοδοχείο ή θερμαντήρας ή δεξαμενή αποθήκευσης ή ταμειυτήρας ζεστού νερού ή μπόιλερ) μπορεί να βρίσκεται είτε πάνω από το συλλέκτη έτσι ώστε να είναι δυνατή η φυσική κυκλοφορία του μέσου από το συλλέκτη ή να βρίσκεται σε κάποιο άλλον χώρο (αποθήκη, μηχανοστάσιο). Στην πρώτη περίπτωση το σύστημα είναι το ευρέως διαδεδομένο θερμοσιφωνικό σύστημα συλλέκτη – θερμοδοχείου. Στην άλλη περίπτωση το σύστημα ονομάζεται βεβιασμένης κυκλοφορίας αφού απαιτείται αντλία/κυκλοφορητής για να μπορεί να κινεί το μέσο μεταξύ του συλλέκτη και του θερμοδοχείου. Το υδραυλικό κύκλωμα περιλαμβάνει επίσης βαλβίδες, ηλεκτροβάνες, συστήματα αυτομάτου ελέγχου κ.α., τα οποία καταναλώνουν μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας (βλ. Εικόνα 3.1).



**Εικόνα 3.1:** Σχηματική απεικόνιση συστήματος ηλιακού συλλέκτη και δοχείου αποθήκευσης βεβιασμένης κυκλοφορίας για ΖΝΧ.

---

Ο έλεγχος λειτουργίας του κυκλοφορητή (έναρξη, διακοπή, χρονική απόκριση κλπ.) πραγματοποιείται από μονάδα αυτομάτου ελέγχου (controller), με διαφορικούς θερμοστάτες που καταγράφουν τις θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του θερμοαπωγού ρευστού των ηλιακών συλλεκτών, τις θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του θερμοδοχείου κ.α.

Το μέγεθος του θερμοδοχείου εξαρτάται από το μέγεθος της κάθε εφαρμογής αλλά και τη χρήση της θερμότητας, εάν πρόκειται δηλαδή για παραγωγή μόνο ZNX ή/και θέρμανση χώρων ή/και εφαρμογές ηλιακής ψύξης. Η ζήτηση θερμότητας δε συμπίπτει πολλές φορές με την προσφορά π.χ. τις απογευματινές και βραδινές ώρες, γεγονός που επηρεάζει επίσης το μέγεθος του θερμοδοχείου. Ένα θερμοδοχείο εκτός από τους ηλιακούς συλλέκτες λαμβάνει θερμότητα και από άλλη πηγή θερμότητας (π.χ. λέβητας, ηλεκτρική αντίσταση) για την κάλυψη των αναγκών όταν δεν επαρκεί η ηλιακή ενέργεια.

Η απόδοση των Η/Θ συστημάτων εξαρτάται από τη θερμοκρασία επιστροφής του θερμοαπωγού ρευστού από το θερμοδοχείο αποθήκευσης στην είσοδο του Η.Σ., η οποία μεταβάλλεται διαρκώς στη διάρκεια της ημέρας και εξαρτάται και από τη χρονική περίοδο κατανάλωσης του θερμού νερού (ζήτηση θερμικής ενέργειας) στη διάρκεια της ημέρας. Σε περιόδους υψηλής ηλιοφάνειας και μηδενικής κατανάλωσης θερμού νερού, η απόδοση του συλλέκτη σχεδόν μηδενίζεται καθώς οι θερμοκρασίες του ρευστού στην είσοδο και την έξοδο του συλλέκτη είναι σχεδόν ίσες. Ο συλλέκτης παρουσιάζει μεγαλύτερη απόδοση όταν η θερμοκρασία του ρευστού στην είσοδο του συλλέκτη είναι χαμηλή. Όταν το παραγόμενο ζεστό νερό καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας περιορίζονται οι θερμικές απώλειες του θερμοδοχείου. Η χρήση του παραγόμενου θερμού νερού εκτός ωρών ηλιοφάνειας αυξάνει τις απαιτήσεις σε όγκο θερμοδοχείου και κατά συνέπεια και σε συλλεκτική επιφάνεια.

Η διαστασιολόγηση των Η.Σ. εξαρτάται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής εγκατάστασης καθώς και το προφίλ κατανάλωσης για κάθε χρήση. Η συνήθης πρακτική για τη διαστασιολόγηση ενός Η.Σ., βάσει οικονομοτεχνικών κριτηρίων και των κλιματικών συνθηκών στην Ελλάδα, είναι η εγκατάσταση 1 m<sup>2</sup> απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη για κάθε άτομο (ένοικο κατοικίας), προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για περίπου 50 lt ZNX Αντίστοιχα, για τη θέρμανση χώρων αντιστοιχεί 1 m<sup>2</sup> επίπεδου απλού ηλιακού συλλέκτη για θερμικό φορτίο 700 W (≈ 600 kcal/h).

Η εγκατάσταση ενός ηλιοθερμικού συστήματος προϋποθέτει τη διαθεσιμότητα κατάλληλης επιφάνειας για την τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών. Η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων ποικίλει σημαντικά ανάλογα με την εφαρμογή και το ποσοστό κάλυψης της υφιστάμενης κατανάλωσης με χρήση καυσίμου ή ηλεκτρισμού με την ηλιακή ενέργεια. Για τη

βιωσιμότητα μιας επένδυσης σε ένα ηλιοθερμικό σύστημα απαιτείται τεχνοοικονομική ανάλυση.

Το κόστος για ένα ηλιοθερμικό σύστημα για υποβοήθηση της θέρμανσης χώρων ή και για ΖΝΧ εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος του συστήματος και συγκεκριμένα την επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών και το μέγεθος του θερμοδοχείου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το ενδεικτικό κόστος για μια πλήρη ηλιοθερμική εγκατάσταση (με επιλεκτικούς ηλιακούς συλλέκτες, δοχείο διαστολής, θερμοδοχείο, εξοπλισμός ελέγχου και δίκτυο σωληνώσεων νερού) συναρτήσει της επιφάνειας των συλλεκτών και κατ' αναλογία και του μεγέθους του θερμοδοχείου. Σημειώνεται πως τα κόστη του πίνακα αντιστοιχούν στις τιμές που επικρατούσαν στην αγορά κατά το έτος 2021.

**Πίνακας 3.12:** Ενδεικτικό κόστος πλήρους ηλιοθερμικής εγκατάστασης για θέρμανση χώρων για διάφορες επιφάνειες συλλεκτών (επιλεκτικοί επίπεδοι).

Επιφάνεια Συλλεκτών (m <sup>2</sup> )	Ειδικό κόστος (€/ kW <sub>th</sub> )
5	3.360 – 5.220
10	5.340 – 8.040
15	7.260 – 10.980
20	9.480 – 14.220
30	12.360 – 18.540
40	15.780 – 23.700
60	20.160 – 30.240
80	24.060 – 36.120

### ➤ Ηλιακή ψύξη

Με τους ψύκτες απορρόφησης – προσρόφησης πραγματοποιείται μετατροπή της θερμότητας σε ψύξη. Οι τεχνολογίες της ψύξης απορρόφησης/προσρόφησης βρίσκουν επιτυχή εφαρμογή στις περιπτώσεις όπου υπάρχει διαθέσιμη θερμότητα και δεν υπάρχουν ανάγκες για θερμότητα αλλά υπάρχουν ανάγκες για ψύξη. Τέτοια παραδείγματα είναι τα συστήματα συμπαραγωγής και τα ηλιοθερμικά συστήματα στα οποία η παραγόμενη θερμότητα κατά τη διάρκεια του χειμώνα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρων (π.χ. ξενοδοχεία, νοσοκομεία, μεγάλα δημόσια κτήρια κλπ.), ενώ το καλοκαίρι διοχετεύεται σε ψύκτες απορρόφησης/προσρόφησης, οι οποίοι παράγουν ψύξη για τον κλιματισμό των χώρων.

Στην ηλιακή ψύξη, η χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων συνήθως είναι παράλληλη με χρήση και άλλης πηγής θερμότητας (λέβητας, αντλία θερμότητας κλπ) καθώς απαιτείται νερό θερμοκρασίας μεγαλύτερης των 70°C. Για αυτόν το λόγο οι συλλέκτες που είναι κατάλληλη για εφαρμογές ηλιακής ψύξης είναι οι επιλεκτικοί και συλλέκτες κενού.

Σε γενικές γραμμές, ο κύκλος απορρόφησης-προσρόφησης αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια:

1. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι το νερό. Με τον ψεκασμό του νερού σε ένα δοχείο, στο οποίο υπάρχουν συνθήκες κενού και την εξάτμισή του, προκαλείται πτώση της θερμοκρασίας.
2. Οι υδρατμοί που παράγονται απορροφούνται-προσροφούνται από ένα διαλυτικό μέσο απορρόφησης-προσρόφησης. Τα απορροφητικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι το Βρωμιούχο Λίθιο (LiBr) και η αμμωνία. Το διάλυμα αμμωνίας χρησιμοποιείται για να επιτευχθούν χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ αποφεύγεται η τοποθέτηση τέτοιων ψυκτών σε κλειστούς χώρους. Το προσροφητικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι το Silica Gel.
3. Το κορεσμένο διάλυμα αναγεννάται από μια πηγή θερμότητας (νερό θερμοκρασίας μεγαλύτερης από 70°C ή ατμό χαμηλής πίεσης) και ελευθερώνονται οι υδρατμοί.
4. Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται από ένα κατάλληλο ρευστό ψύξης (νερό θερμοκρασίας μικρότερης από 35 °C).

Ο βαθμός απόδοσης ενός ψύκτη απορρόφησης/προσρόφησης (Coefficient of Performance) δίνεται από την παρακάτω σχέση, όπου όσο περισσότερη θερμική ενέργεια καλύπτεται από ηλιοθερμικά συστήματα τόσο αυξάνεται ο καθαρός βαθμός απόδοσης:

$$\text{COP} = \text{αποδιδόμενη ψύξη} / \text{καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια}$$

Ο βαθμός απόδοσης ενός ψύκτη είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας θερμού νερού που προσάγεται για την αναγέννηση του διαλύματος. Για τους ψύκτες απορρόφησης οι τιμές κυμαίνονται από 0,5 (για θερμό νερό 70°C) έως και 1,1 (για ατμό). Για τους ψύκτες προσρόφησης οι τιμές κυμαίνονται από 0,7 (για θερμό νερό 70°C) έως 0,9 (για ατμό). Η διαστασιολόγηση ενός συστήματος ηλιακής ψύξης και η χρήση ή όχι αποθήκευσης θερμότητας εξαρτάται από τα φορτία που πρόκειται να καλυφθούν, και τον ταυτοχρονισμό τους με την διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία.

Το κόστος για συστήματα ηλιακής ψύξης εξαρτάται ανάμεσα σε άλλα και από το μέγεθος της εγκατάστασης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ενδεικτικά κόστη, που ίσχυαν το έτος 2021, ανάλογα με την κλίμακα μεγέθους μιας εγκατάστασης (Πίνακας 3.13).

**Πίνακας 3.13:** Ενδεικτικό κόστος ανά μονάδα ψυκτικής ισχύος για σύστημα ηλιακής ψύξης.

Μέγεθος	Ειδικό κόστος (€/ kW <sub>th</sub> )
Μικρής κλίμακας (<10 kW <sub>th</sub> )	> 7.000
Μεσαίας κλίμακας (<50 kW <sub>th</sub> )	2.000 – 4.500
Μεγάλης κλίμακας (>50 kW <sub>th</sub> )	1.300 – 3.000

---

### 3.2.3. Αποθήκευση θερμικής ενέργειας

Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας ορίζεται ως η προσωρινή αποθήκευση ενέργειας θερμαίνοντας ή ψύχοντας ένα αποθηκευτικό μέσο, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή για εφαρμογές θέρμανσης ή ψύξης. Επιπρόσθετα μπορεί να συνδυαστεί και με τεχνολογίες αποθήκευσης μηχανικής ενέργειας παρέχοντας συμπληρωματικές δυνατότητες και για τις δύο τεχνολογίες [32].

Σήμερα, η αποθήκευση θερμικής ενέργειας μελετάται και εφαρμόζεται σε μια ποικιλία εφαρμογών, όπως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία, σε συστήματα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης, στα κτήρια, καθώς και στη διαχείριση εφοδιασμού προϊόντων που απαιτούν ψύξη. Εκτός από την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων αναγκών, η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να συμβάλει σημαντικά και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Μια από τις σημαντικότερες κατηγορίες εφαρμογών της αποθήκευσης θερμικής ενέργειας είναι ο συνδυασμός της με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως είναι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Αυτές οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρουσιάζουν έντονη μεταβλητότητα με αποτέλεσμα τη δυσκολία ταυτοχρονισμού της ζήτησης και της προσφοράς. Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας μπορεί να συμβάλει στην άμβλυνση αυτής της διαφοράς, με αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση της ευελιξίας και της σταθερότητας των ΑΠΕ και την ελαχιστοποίηση της εξάρτησης από τις συμβατικές πηγές καυσίμων.

Ανάλογα με τη θερμοκρασία, που απαιτείται για κάθε εφαρμογή, υπάρχουν και διάφορα μέσα αποθήκευσης της θερμότητας. Για παράδειγμα, στην παραγωγή ενέργειας όπου απαιτείται θερμότητα υψηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται τηγμένα άλατα σε συνδυασμό με συγκεντρωτικούς ηλιακούς συλλέκτες. Άλλες μέθοδοι αποθήκευσης χρησιμοποιούν αποθήκευση σε υλικά στέρεας μορφής, υλικά αλλαγής φάσης (PCMs) ενώ η θερμοχημική αποθήκευση ενέργειας εξελίσσεται συνεχώς.

Τα μεγαλύτερα έργα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας παγκοσμίως είναι σε εφαρμογές με τηλεθέρμανση ενώ μεγάλο μερίδιο καταλαμβάνει και η τηλεψύξη. Για την αποθήκευση σε τέτοιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται συνήθως υπόγειες δεξαμενές, ο υδροφόρος ορίζοντας και κατάλληλες γεωτρήσεις, όπου αποθηκεύονται μεγάλα ποσά θερμότητας και διανέμονται με δίκτυο σωληνώσεων σε μια γειτονική περιοχή κτηρίων για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση. Αντίστοιχα για την τηλεψύξη αποθηκεύεται «ψύχος» με μορφή πάγου ή χιονιού και χρησιμοποιείται κατά τη θερινή περίοδο για να καλύπτει τα ψυκτικά φορτία μια ομάδας γειτονικών κτηρίων.

Η απαίτηση για θερμική ενέργεια σε τομείς όπως ο κτηριακός παρουσιάζει έντονη εποχικότητα. Η θερμότητα μπορεί να αποθηκευτεί για ώρες, μέρες, εβδομάδες, έως και μήνες, με στόχο την εξομάλυνση της εποχιακής μεταβλητότητας ζήτησης και προσφοράς. Οι τεχνολογίες αποθήκευσης θερμικής ενέργειας όπως θερμομονωμένες δεξαμενές νερού,

στέρεας μορφής (με χρήση πετρωμάτων ή σκυροδέματος) και η υπόγεια αποθήκευση θερμότητας, μπορούν να αποθηκεύσουν την πλεονάζουσα παραγωγή ενέργειας το καλοκαίρι και να συμβάλλουν στην κάλυψη των αναγκών θέρμανσης χώρων τη χειμερινή περίοδο. Το αποτέλεσμα είναι να εξοικονομείται σημαντικό μέρος της ενέργειας που θα καταναλωνόταν εάν δεν είχε αποθηκευτεί.

Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας στα κτήρια σε δεξαμενές ζεστού νερού είναι πλέον πολύ διαδεδομένη ενώ χρησιμοποιούνται και υπόγειες δεξαμενές για αποθήκευση. Η πιο απλή και συνήθης εφαρμογή είναι η αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης που συνδυάζεται με ένα ηλιοθερμικό σύστημα. Αντίστοιχα, σε μεγαλύτερες δεξαμενές μπορεί να αποθηκεύεται θερμότητα για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης χώρων. Η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως από ηλιοθερμικά συστήματα, μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ή αντλίες θερμότητας. Για να υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται όταν υπάρχει αφθονία σε φθηνή ενέργεια π.χ. ηλιακή ενέργεια της μεσημεριανής ώρας σε ημερήσια βάση, είτε απευθείας από ηλιοθερμικά συστήματα είτε έμμεσα από φωτοβολταϊκά συστήματα και αντλίες θερμότητας. Η θερμική ενέργεια αποδίδεται στους χώρους τις απογευματινές ή τις βραδινές ώρες, περίοδο κατά την οποία η ζήτηση είναι συνήθως μεγαλύτερη. Κατ' αναλογία μπορεί να γίνει και αποθήκευση θερμικής ενέργειας και σε επίπεδο ενός συμπλέγματος κτηρίων με χρήση μεγάλων υπόγειων δεξαμενών αποθήκευσης.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με χρήση αποθήκευσης θερμικής ενέργειας σε μια κτηριακή εγκατάσταση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και είναι αρκετά περίπλοκο για να εκτιμηθεί. Η αποθήκευση θερμότητας ή και «ψύχους» συνδυάζεται με την αξιοποίηση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται οφείλεται στην αξιοποίηση ενέργειας, η οποία θα παρέμενε αναξιοποίητη σε περίπτωση που δεν αποθηκευόταν. Το κόστος ανά μονάδα όγκου για την αποθήκευση θερμικής ενέργειας σε θερμομονωμένα θερμοδοχεία νερού είναι αντιστρόφως ανάλογο του όγκου. Ενδεικτικά, στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.14) παρουσιάζεται το μοναδιαίο κόστος ανάλογα με το εύρος του συνολικού όγκου του θερμοδοχείου με βάση τις ισχύουσες τιμές κατά το έτος 2021.

**Πίνακας 3.14:** Ενδεικτικό κόστος θερμοδοχείου αποθήκευσης ζεστού νερού ανά μονάδα όγκου.

Όγκος θερμοδοχείου (m <sup>3</sup> )	Κόστος ανά μονάδα όγκου (€/m <sup>3</sup> )
0 - 5	2.000 – 3.500
5 - 10	1.500 – 2.000
10 - 20	1.000 – 1.500
20 - 50	~ 1.000

---

### 3.2.4. Ανάκτηση/αξιοποίηση θερμότητας

Πολλές διεργασίες κυρίως στον τομέα της βιομηχανίας αλλά και σε άλλους τομείς χρησιμοποιούν θερμότητα για τις ανάγκες τους. Η θερμότητα που απορρίπτεται από αυτές τις διεργασίες μπορεί να αξιοποιηθεί για άλλες χρήσεις όπως θέρμανση χώρων ή ακόμα και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση του κόστους. Η θερμότητα που απορρίπτεται από τις διάφορες διεργασίες εμπεριέχεται συνήθως σε καυσαέρια, σε ατμό, σε ρευστά που χρησιμοποιούνται για την ψύξη εξοπλισμού αλλά και σε στερεά υλικά που έχουν θερμανθεί κατά τη διάρκεια της διεργασίας.

Η εκμετάλλευση αυτής της απορριπτόμενης θερμότητας γίνεται με εναλλάκτες θερμότητας οι οποίοι συνήθως σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής ανάκτησης. Η ποσότητα της θερμότητας και η θερμοκρασία η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και καθορίζει τελικά το κατά πόσο είναι τεχνικά υλοποιήσιμη και οικονομικά αποδοτική μια επένδυση σε ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας.

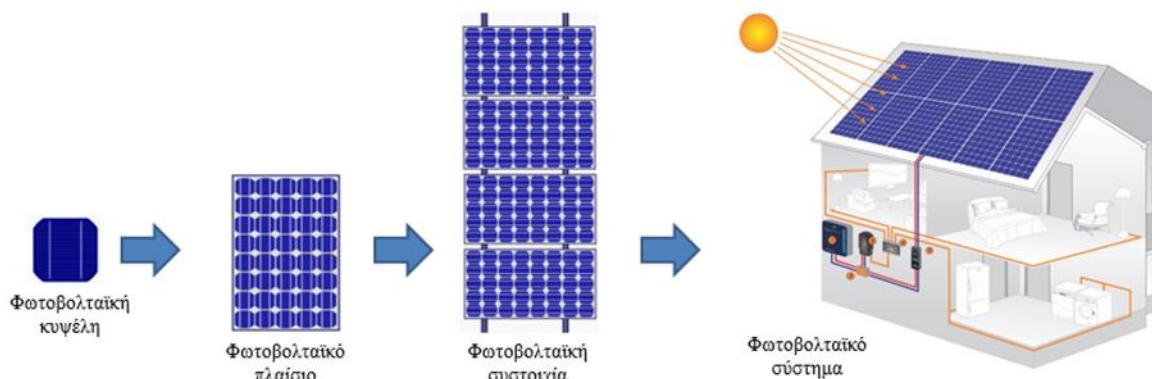
Στον κτηριακό τομέα η ανάκτηση θερμότητας που μπορεί να γίνει είναι περιορισμένη καθώς οι διεργασίες που παράγουν θερμότητα είναι μόνο για θέρμανση χώρων και ΖΝΧ από συστήματα λεβήτων καυστήρων. Η θερμότητα των καυσαερίων από τα συστήματα αυτά μπορεί να ανακτηθεί για χρήση σε προθέρμανση κλιματιζόμενου αέρα άλλου συστήματος ή για θέρμανση νερού κολυμβητικών δεξαμενών όπου δεν απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες.

Μιας άλλης μορφής ανάκτηση θερμότητας είναι όταν υπάρχει ταυτόχρονη ανάγκη σε ψύξη και θέρμανση. Αυτό μπορεί να συμβεί κατά τη θερινή περίοδο σε ορισμένα είδη χρήσεων που υπάρχει και απαίτηση για ΖΝΧ. Η απορριπτόμενη θερμότητα από τον χώρο που ψύχεται μπορεί μέσω ενός εναλλάκτη να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση ΖΝΧ έτσι ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια και να μειωθεί το λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης.

### 3.2.5. Φωτοβολταϊκά Συστήματα / Συσσωρευτές

Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απ' ευθείας σε ηλεκτρική εκμεταλλευόμενα τις ιδιότητες των ημιαγωγών όταν σε αυτούς προσπίπτει ηλιακή ακτινοβολία. Το συνεχές ρεύμα που παράγεται μετατρέπεται συνήθως με έναν ηλεκτρονικό αντιστροφέα σε εναλλασσόμενο ώστε να μπορεί να τροφοδοτήσει συσκευές και φορτία αλλά και να διοχετευτεί στο δίκτυο. Τα Φ/Β συστήματα συνδυάζονται και με αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας σε συσσωρευτές – μπαταρίες δίνοντας τη δυνατότητα πλήρους αυτονομίας σε κτηριακές εγκαταστάσεις και συστήματα, όπου αυτό απαιτείται.

Τα Φ/Β συστήματα παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης παγκοσμίως την τριετία 2018 – 2020 σε σύγκριση με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [33]. Οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες στην αγορά είναι τα Φ/Β στοιχεία από πυρίτιο κρυσταλλικής δομής (μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά). Με χρήση άμορφου πυριτίου κατασκευάζονται τα Φ/Β λεπτού υμένα (thin film) που είναι πολύ λεπτά και εύκαμπτα. Ο βαθμός απόδοσης των Φ/Β συστημάτων με στοιχεία πυριτίου κυμαίνεται από 15-22% για τα κρυσταλλικά και από 7 έως 11% για τα άμορφα. Τα Φ/Β πυριτίου αποτελούν και την πιο διαδεδομένη τεχνολογία ενώ άλλες τεχνολογίες ερευνώνται και εξελίσσονται. Η πιο μικρή μονάδα ενός Φ/Β είναι το στοιχείο. Πολλά Φ/Β στοιχεία ενωμένα μεταξύ τους δημιουργούν το Φ/Β πλαίσιο το οποία είναι συνήθως η μικρότερη εμπορική μονάδα. Πολλά πλαίσια μεταξύ τους συνδέονται σε συστοιχίες και δημιουργούν ένα Φ/Β σύστημα μαζί με την καλωδίωση και τον απαραίτητο ηλεκτρονικό εξοπλισμό (Εικόνα 3.2)



**Εικόνα 3.2:** Απεικόνιση των διαφόρων επιπέδων ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά ενός Φ/Β πλαισίου είναι η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς (P), η ενεργειακή απόδοση ( $\eta$ ), η τάση στην μέγιστη ισχύ ( $V_{mp}$ ), η ένταση ρεύματος στη μέγιστη ισχύ ( $I_{mp}$ ) αλλά και το πως μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι τιμές αυτές δίνονται συνήθως για τυποποιημένες συνθήκες λειτουργίας ως σημείο αναφοράς. Η απόδοση των Φ/Β εξαρτάται και από τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ επίσης η απόδοση τους μειώνεται με την πάροδο του χρόνου (υποβάθμιση) από 0,7 έως 1,5% ετησίως. Η βέλτιστη κλίση τοποθέτησης και ο βέλτιστος προσανατολισμός των Φ/Β πλαισίων εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της εγκατάστασης που καλύπτει. Για μεγιστοποίηση της ετήσια παραγωγής ενέργειας η βέλτιστη σταθερή κλίση κυμαίνεται από 25 – 30 μοίρες με νότιο προσανατολισμό για τις περιοχές της Ελλάδας. Για την μεγιστοποίηση της ετήσιας παραγωγής εφαρμόζεται και σύστημα με κινητές βάσεις που ακολουθούν την πορεία του ήλιου στον ουρανό ώστε να επιτυγχάνεται κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας όλες τις ώρες. Ένα Φ/Β σύστημα τοποθετημένο στη βέλτιστη ετήσια κλίση στον ελλαδικό χώρο παράγει κατά μέσο όρο 1.300 – 1.500 kWh/εγκατεστημένο kW ισχύος ετησίως. Για τυπικά Φ/Β πλαίσια (κρυσταλλικού πυριτίου) η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας κυμαίνεται από 150 – 250 kW/m<sup>2</sup>.



---

Αξίζει να σημειωθεί πως, οι διάφορες τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξελίσσονται συνεχώς με στόχο τη συνεχή βελτίωση του βαθμού απόδοσης. Προς αυτή την κατεύθυνση έχουν αναπτυχθεί και τα διμέτωπα φωτοβολταϊκά πλαίσια, τα οποία αξιοποιούν και τις δύο πλευρές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με την «κάτω» πλευρά να εκμεταλλεύεται την ακτινοβολία που αντανακλάται από την επιφάνεια στην οποία είναι τοποθετημένα, δηλαδή το έδαφος ή το δώμα ενός κτηρίου.

Η εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων μπορεί να γίνει τόσο επί εδάφους σε ελεύθερες εκτάσεις αλλά και πάνω στις επιφάνειες ενός κτηρίου. Η τοποθέτηση σε κτήρια γίνεται συνήθως στα οριζόντια δομικά στοιχεία όπως δώματα, πέργκολες, στέγαστρα με κατάλληλες βάσεις στήριξης στην επιθυμητή κλίση, αλλά και σε κεκλιμένες επιφάνειες όπως στέγες με κατάλληλο προσανατολισμό (νοτιοδυτικό, νότιο, νοτιοανατολικό). Σπανιότερα, τα Φ/Β πλαίσια εγκαθίστανται και στις κατακόρυφες επιφάνειες με μειωμένη όμως απόδοση.

Ένα Φ/Β σύστημα εκτός από τις συστοιχίες των πλαισίων όπου παράγουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (DC) αποτελείται και από άλλες συσκευές για την ορθή και ασφαλή λειτουργία. Η βασικότερη συσκευή για τη μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο είναι ο αντιστροφέας (inverter), ενώ άλλες συσκευές είναι και ο επιτηρητής τάσης, ρυθμιστής φόρτισης αν γίνεται αποθήκευση σε συσσωρευτές, μετρητές ενέργειας, διατάξεις και συσκευές προστασίας κ.α.

Σύμφωνα με το τρέχον νομικό πλαίσιο, η εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτήρια μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρεις διαφορετικές μεθόδους:

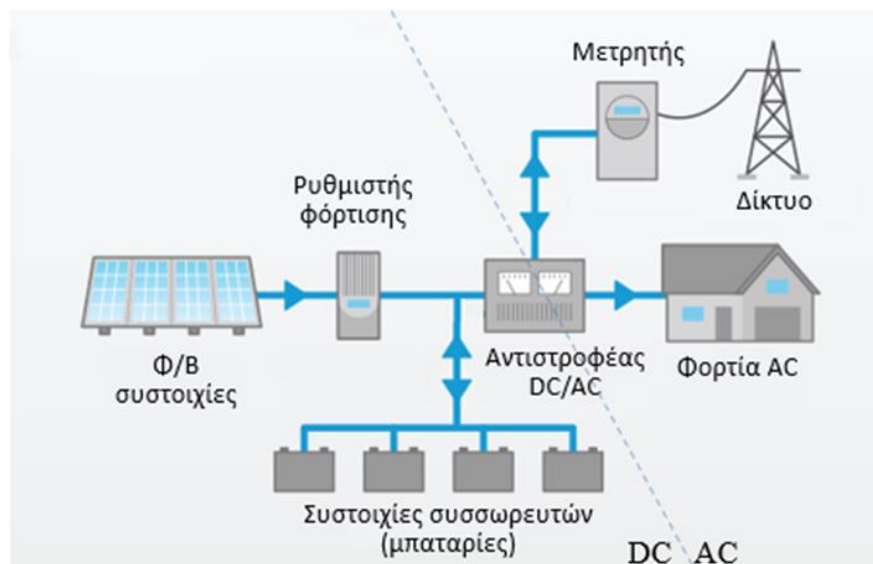
**A) Αυτόνομα Φ/Β συστήματα:** Πρόκειται για συστήματα που τροφοδοτούν κτήρια τα οποία δεν είναι διασυνδεδεμένα στο δίκτυο (π.χ. σε απομακρυσμένες, δύσβατες περιοχές). Τα συστήματα αυτά συνδυάζονται με συσσωρευτές για την αποθήκευση και επάρκεια της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της νύχτας αλλά και για περιόδους με μειωμένη παραγωγή (νεφοσκεπείς ημέρες). Η διαστασιολόγηση των συστημάτων αυτών γίνεται με βάση το ηλεκτρικό φορτίο της εγκατάστασης με στόχο την επάρκεια της αποθηκευμένης ηλεκτρικής ενέργειας και για περιόδους με μειωμένη ηλιοφάνεια. Η κλίση των πλαισίων επιλέγεται με βάση την περίοδο με τη μεγαλύτερη ζήτηση σε ενέργειας.

**B.1) Διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα για αυτοπαραγωγή με τη μέθοδο του συμψηφισμού (net-metering) χωρίς αποθήκευση:** Στην περίπτωση αυτή το Φ/Β σύστημα του κτηρίου συνδέεται με το τοπικό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιείται από τον αυτοπαραγωγό για έμμεση αποθήκευση της ενέργειας όταν υπάρχει πλεονάζουσα παραγωγή. Ένα από τα προαπαιτούμενα για τη μέθοδο αυτή είναι ο σταθμός παραγωγής (Φ/Β σύστημα) να βρίσκεται στον ίδιο ή όμορο χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης. Η διαστασιολόγηση του συστήματος γίνεται έτσι ώστε η ετήσια παραγόμενη ενέργεια να μην υπερβαίνει την ετήσια κατανάλωση του κτηρίου αφού η πλεονάζουσα ενέργεια εγχέεται στο δίκτυο χωρίς κανένα όφελος για τον αυτοπαραγωγό. Ο συμψηφισμός γίνεται

στο τέλος της περιόδου συμψηφισμού (τρία έτη) με βάση τη λεγόμενη τιμή συμψηφισμού η οποία διαμορφώνεται από το προφίλ αυτοπαραγωγής και κατανάλωσης. Όταν η ιδιοκατανάλωση συμπίπτει χρονικά με την παραγωγή, έχουμε δηλαδή μεγάλο ταυτοχρονισμό τότε αυξάνεται και η τιμή συμψηφισμού και ο αυτοπαραγωγός έχει μεγαλύτερο όφελος.

**B.2) Διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα για αυτοπαραγωγή με τη μέθοδο του συμψηφισμού (net-metering) με αποθήκευση:** Μετά από τις τελευταίες αλλαγές στο σχετικό νομικό πλαίσιο το 2019 συμπεριλήφθηκε και η δυνατότητα αποθήκευσης για συστήματα με συμψηφισμό. Σε αυτήν την περίπτωση ο αυτοπαραγωγός εγκαθιστά συσσωρευτές για αποθήκευση της ενέργειας που παράγει με σκοπό την ελαχιστοποίηση της ενέργειας που απορροφά από το δίκτυο για μεγιστοποίηση του ταυτοχρονισμού και συνεπώς και του οφέλους. Η αποθήκευση επιλέγεται όταν υπάρχει μικρός ταυτοχρονισμός μεταξύ αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης π.χ. όταν υπάρχουν μεγάλες καταναλώσεις τις βραδινές ώρες.

**Γ) Διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα για αυτοπαραγωγή με τη μέθοδο του εικονικού συμψηφισμού (virtual net-metering).** Για ορισμένες περιπτώσεις αυτοπαραγωγών (όπως νομικά πρόσωπα δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημοσίου ενδιαφέροντος σκοπούς γενικής ή τοπικής εμβέλειας) δίνεται η δυνατότητα αυτοπαραγωγής με μία ή περισσότερες καταναλώσεις να βρίσκονται σε διαφορετική περιοχή από το Φ/Β σταθμό παραγωγής. Αυτό δίνει τη δυνατότητα σε φορείς όπως π.χ. δήμοι να καλύπτουν τις καταναλώσεις διάφορων εγκαταστάσεων τους με ένα Φ/Β σύστημα που βρίσκεται σε μία από τις εγκαταστάσεις που υπάρχει ο διαθέσιμος χώρος.



**Εικόνα 3.3:** Απεικόνιση των βασικότερων μερών ενός ολοκληρωμένου Φ/Β συστήματος.

(Πηγή: <https://www.solarsponsoring.com.au/benefits-of-solar-energy/battery-storage-ac-coupled-vs-dc-coupled/> )

---

Οι συσσωρευτές χρησιμοποιούνται για αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β συστήματα, ώστε να παρέχουν αυτονομία σε μια κτηριακή εγκατάσταση. Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι:

- α) η τάση λειτουργίας τους V (συνήθως 12 Volt, 24 Volt ή 48 Volt),
- β) η χωρητικότητά τους (Cbat) σε (Ah ή Wh),
- γ) ο ρυθμός φόρτισης/εκφόρτισης,
- δ) ο μέγιστος επιτρεπόμενος βαθμός (βάθος) εκφόρτισης ( $\eta_L$ ,%), δηλαδή η μέγιστη ενέργεια κατά την εκφόρτιση ενός συσσωρευτή ως ποσοστό της χωρητικότητάς του,
- ε) ο συνολικός αριθμός πλήρων κύκλων φόρτισης/εκφόρτισης που μπορεί να ολοκληρώσει ένας συσσωρευτής, διατηρώντας σε υψηλό ποσοστό την αρχική του χωρητικότητα και
- στ) το βάρος (kg) τους.

Η τάση λειτουργίας των συσσωρευτών επιλέγεται και ρυθμίζεται ανάλογα με την τάση εξόδου των Φ/Β πάνελ, ενώ η χωρητικότητά τους εξαρτάται από το ημερήσιο ηλεκτρικό φορτίο ( $L_d$ ) που απαιτείται να καλύψουν, την αυτονομία της εγκατάστασης, καθώς επίσης και το είδος του κύκλου φόρτισης των συσσωρευτών (βαθύς ή αβαθής). Οι συσσωρευτές βαθιάς εκφόρτισης διαθέτουν δυνατότητα εκφόρτισης μέχρι το 80% της διαθέσιμης χωρητικότητάς τους. Τα χαμηλά επίπεδα εκφόρτισης (20%-30%) των συσσωρευτών, αυξάνουν κατά πολύ τη διάρκεια ζωής τους. Επιπλέον, η διαθέσιμη χωρητικότητα των συσσωρευτών μπορεί να μειωθεί μέχρι και 25%, λόγω χαμηλής θερμοκρασίας κατά τους χειμερινούς μήνες.

Οι πιο κοινές και ώριμες τεχνολογίες συσσωρευτών, που συνήθως επιλέγονται για Φ/Β εγκαταστάσεις, είναι οι μολύβδου-οξέος (Lead-Acid) και οι ιόντων λιθίου (Li-ion). Άλλες τεχνολογίες συσσωρευτών, όπως εκείνες του νατρίου-θείου και ροής, βρίσκονται ακόμα σε χαμηλότερο στάδιο ανάπτυξης και εμπορικής διαθεσιμότητας.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων εξαρτάται από την εγκατεστημένη ισχύ των Φ/Β πλαισίων. Η μείωση του κόστους για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται με τη μεγιστοποίηση του ταυτοχρονισμού κατανάλωσης και παραγωγής.

Το κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων σε κτήρια εξαρτάται από την ισχύ του συστήματος και το ειδικό κόστος (€/kW) μειώνεται όσο αυξάνεται η ισχύς. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ενδεικτικά κόστη εγκατάστασης Φ/Β συστήματος, χωρίς συσσωρευτές ανάλογα με την ισχύ του, όπως ίσχυαν κατά το έτος 2021.

**Πίνακας 3.15:** Ενδεικτικό κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος σε κτήριο ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος.

Εύρος εγκατεστημένης ισχύος	Μοναδιαίο Κόστος Φ/Β συστήματος (€/kW)
Έως 5 kW	1.500 – 2.000
5 – 10 kW	1.200 – 1.450
10 – 20 kW	1.100 – 1.250

### 3.2.6. Εναλλάκτες αερισμού

Στο εσωτερικό κάθε κτηρίου, για την εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής και άνεσης, απαιτείται η ανανέωση του αέρα με νωπό αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον ή αλλιώς αερισμός. Στα κτήρια κατοικιών και γενικότερα σε κτήρια με μικρή συγκέντρωση χρηστών, ο αερισμός γίνεται μέσω των ανοιγμάτων και ονομάζεται φυσικός αερισμός. Στα κτήρια όμως του τριτογενή τομέα, ο αερισμός πρέπει να εξασφαλίζει μια ελάχιστη απαίτηση σε νωπό αέρα ανάλογα με το μέγεθος του κτηρίου και τον αριθμό των χρηστών, πράγμα που επιτυγχάνεται με τη χρήση συστημάτων μηχανικού αερισμού. Τα συστήματα μπορεί να είναι είτε κεντρικά, περιλαμβάνοντας μεγάλους ανεμιστήρες προσαγωγής και απαγωγής αέρα και δίκτυα αεραγωγών και στομιών για την μεταφορά του νωπού αέρα προς τους εσωτερικούς χώρους, είτε τοπικά με μικρότερους ανεμιστήρες, που τοποθετούνται συνήθως σε εξωτερικούς τοίχους ή ανοίγματα. Ενδεικτικά, η ποσότητα νωπού αέρα που απαιτείται για διάφορες χρήσεις κτηρίων βάσει της TOTEE 20701-1/2017 [5] παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.16.

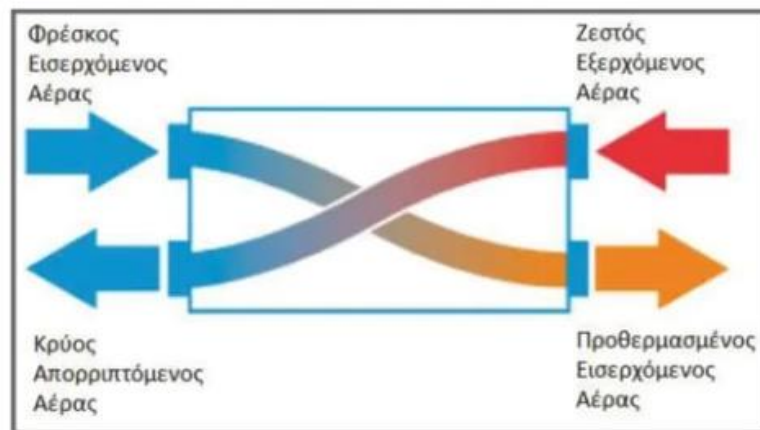
**Πίνακας 3.16:** Ελάχιστη απαίτηση για αερισμό (νωπό αέρα) ανά άτομο για διάφορες χρήσεις κτηρίων.

Χρήση κτηρίου	Νωπός αέρας [m <sup>3</sup> /h/άτομο]
Ξενοδοχεία	20
Εστιατόρια, αμφιθέατρα, δικαστήρια, χώροι συνεδρίων	25
Χώροι συναυλιών, τράπεζες, αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, γραφεία, βιβλιοθήκες	30
Κλειστά γυμναστήρια & κολυμβητήρια, αίθουσες αναμονής, παιδικοί σταθμοί	45

Η εισαγωγή νωπού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον αυξάνει τα φορτία θέρμανσης ή ψύξης ενός χώρου. Τη χειμερινή περίοδο, ο εξωτερικός αέρας είναι σε χαμηλότερη θερμοκρασία από την επιθυμητή στους εσωτερικούς χώρους ενώ κατά τους θερινούς μήνες συμβαίνει το αντίστροφο. Οι απώλειες αερισμού σε ένα κτήριο, ανάλογα και με τη χρήση του, δύναται να αποτελέσουν έως και το 30% των συνολικών θερμικών απωλειών και κατ'

επέκταση να συμβάλουν σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση αλλά και ψύξη.

Με στόχο τη μείωση των απωλειών αερισμού και την εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη χρησιμοποιούνται συστήματα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας. Η ανάκτηση γίνεται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας μέσα στον οποίο ο εξερχόμενος από το κτήριο αέρας προσδίδει μέρος της θερμότητάς του στον εισερχόμενο νωπό αέρα χωρίς να έρχονται σε άμεση επαφή μεταξύ τους. Το ποσοστό ανάκτησης της θερμότητας εξαρτάται από το είδος του εναλλάκτη και μπορεί να κυμαίνεται από 60% έως και 95%. Σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς ο ελάχιστος βαθμός απόδοσης των συστημάτων μηχανικού αερισμού για νέα συστήματα είναι 68% - 73% ανάλογα με τον τύπο του εναλλάκτη. Στην εικόνα 3.4 απεικονίζεται σχηματικά ένας εναλλάκτης θερμότητας για σύστημα αερισμού.



**Εικόνα 3.4:** Σχηματική αναπαράσταση εναλλάκτη θερμότητας αέρα – αέρα διασταυρούμενης ροής για συστήματα αερισμού.

Τα κυριότερα είδη εναλλακτών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα ανάκτησης θερμότητας είναι οι περιστρεφόμενοι εναλλάκτες, διασταυρούμενης ροής και αντίστροφης ροής. Η ανάκτηση θερμότητας στον μηχανικό αερισμό εφαρμόζεται τόσο στα κεντρικά συστήματα αερισμού όσο και σε τοπικά. Η διαφορά είναι ότι, σε ένα κεντρικό σύστημα το μόνο που χρειάζεται είναι η τοποθέτηση του εναλλάκτη στους κεντρικούς αεραγωγούς προσαγωγής και απόρριψης αέρα, ενώ σε ένα τοπικό σύστημα εξαερισμού θα πρέπει να είναι εξαρχής ενσωματωμένο το σύστημα ανάκτησης.

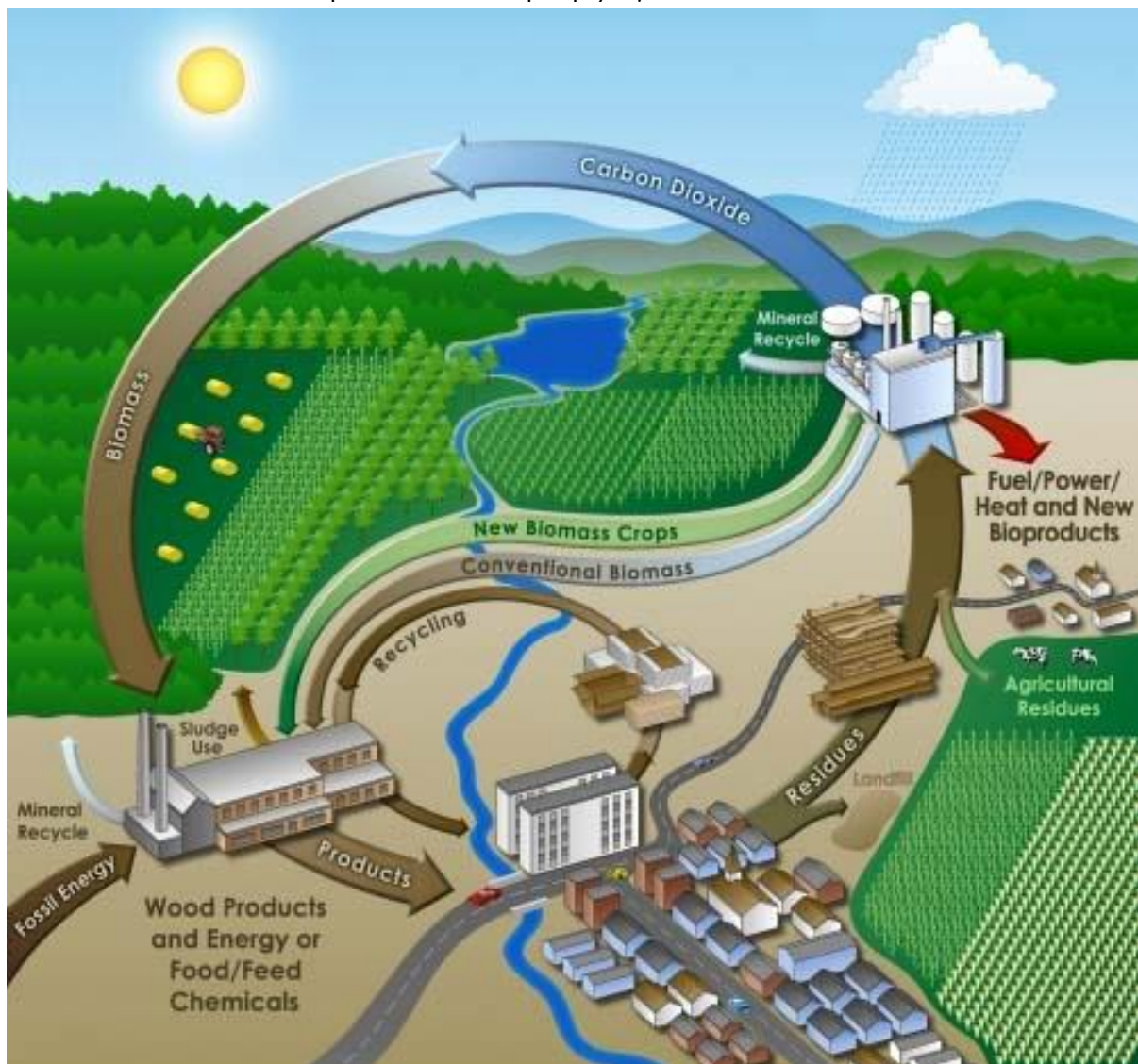
Η εγκατάσταση ενός συστήματος ανάκτησης θερμότητας στο σύστημα μηχανικού αερισμού ενός υφιστάμενου κτηρίου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας τόσο στην κατανάλωση για θέρμανση όσο και για ψύξη. Προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα ενός συστήματος ανάκτησης αποτελεί ασφαλώς η επαρκής αεροστεγανότητα του κτηριακού κελύφους, η περιορισμένη δηλαδή διείσδυση εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων, διάφορες άλλες οπές κλπ. Το ποσοστό εξοικονόμησης που μπορεί να επιτευχθεί με εφαρμογή ανάκτησης στον αερισμό ενός

κτηρίου εξαρτάται από τις απώλειες αερισμού και από τον βαθμό απόδοσης του εναλλάκτη. Στις περισσότερες περιπτώσεις κυμαίνεται μεταξύ 20% – 30%.

### 3.2.7. Χρήση βιομάζας

Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK, η βιομάζα ορίζεται ως «το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων». Επομένως, πρόκειται για μία μορφή Ανανεώσιμης Πηγής Ενέργειας, η οποία προέρχεται από φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς και με κατάλληλη βιομηχανική επεξεργασία δύναται να μετατραπεί σε καύσιμο ισοδύναμο των ορυκτών καυσίμων [25].

*Εικόνα 3.5: Απεικόνιση του κύκλου ζωής της βιομάζας.*



(Πηγή: <http://www.agroenergy.gr/>)

---

Η βιομάζα ανήκει στο φάσμα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και η ενέργεια που προέρχεται από αυτήν ακολουθεί την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας, δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της δεσμεύεται από τα φυτά με τη μορφή ηλιακής ενέργειας, μέσω της φωτοσύνθεσης μετατρέπεται και αποθηκεύεται σε μορφή χημικής ενέργειας και τελικά αποδίδεται ξανά στο περιβάλλον με τη μορφή καυσίμου (Εικόνα 3.5). Παράλληλα, δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με επιπλέον διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), καθώς η ποσότητα που έχει απορροφήσει είναι ίση ή και μεγαλύτερη από εκείνη που εκλύει στην ατμόσφαιρα κατά την καύση της. Γι' αυτό τον λόγο είναι σημαντικό η καλλιέργεια, η επεξεργασία και η μεταφορά της να πραγματοποιούνται με όσο το δυνατόν αποδοτικότερο τρόπο, ο οποίος θα απαιτεί χαμηλές ενεργειακές καταναλώσεις και θα επιβαρύνει στον ελάχιστο δυνατό βαθμό το περιβάλλον.

Κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα έχει ως παράγωγα τα κύρια ή χρήσιμα προϊόντα, τα οποία καλύπτουν τις καθημερινές ανάγκες και αποτελούν αναπόσπαστο συστατικό για την επιβίωση του ανθρώπου, αλλά και τα παραπροϊόντα ή απόβλητα, όπως είναι η βιομάζα, των οποίων η σωστή διαχείριση είναι ικανή να συνεισφέρει σημαντικά στην παραγωγή πράσινης μορφής ενέργειας, της επονομαζόμενης βιοενέργειας.

Η βιομάζα, με βάση τον τομέα προέλευσής της, διακρίνεται στα παρακάτω είδη [19]:

- Γεωργική βιομάζα, στην οποία ανήκουν τα κατάλοιπα των αγροτικών δραστηριοτήτων, τα υπολείμματα από την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων και οι ενεργειακές καλλιέργειες.
- Κτηνοτροφική βιομάζα, η οποία περιλαμβάνει τα απόβλητα από την κτηνοτροφική παραγωγή και την αλιεία.
- Δασική βιομάζα, στην οποία περιέχονται τα δασικά υπολείμματα από την καλλιέργεια των δασών, καθώς και τα προϊόντα υλοτομίας.
- Βιομηχανικά απόβλητα, τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανία τροφίμων.
- Αστικά απόβλητα, στα οποία περιλαμβάνονται τα οργανικά απόβλητα των νοικοκυριών, τα βιοαποικοδομήσιμα κλάσματα των αστικών απορριμμάτων και τα αστικά λύματα.

Η σημαντικότητα αξιοποίησης της βιομάζας, ως καύσιμο για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, με στόχο την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών και δραστηριοτήτων, οδήγησε στην ανάγκη ανάπτυξης των βιοκαυσίμων, τα οποία διαχωρίζονται σε [24],[25]:

- Στερεά βιοκαύσιμα, όπως είναι το πυρηνόξυλο, οι πελλέτες και τα καυσόξυλα, τα οποία συναντώνται κυρίως στον οικιακό τομέα και στη βιομηχανία.
- Υγρά βιοκαύσιμα, που περιλαμβάνουν τη βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ, και χρησιμοποιούνται στις μεταφορές.
- Αέρια βιοκαύσιμα, όπως είναι το βιοαέριο και το βιο-υδρογόνο, τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε όλους τους τομείς (οικιακός, βιομηχανικός και μεταφορές).



**Εικόνα 3.6:** Απεικόνιση των τομέων προέλευσης και αξιοποίησης της βιομάζας.

(Πηγή: [http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B\\_event\\_8\\_4\\_16/04\\_GER\\_ASIMOU.pdf](http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/B4B_event_8_4_16/04_GER_ASIMOU.pdf) )

Στις κτηριακές εγκαταστάσεις, στις οποίες ανήκουν και οι αθλητικές μονάδες, η κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων για την θέρμανση των χώρων και την παροχή ζεστού νερού χρήσης δύναται να επιτευχθεί μέσα από την καύση επεξεργασμένων υποπροϊόντων ξύλου ή βιοκαυσίμων, όπως είναι ο πυρήνας, τα θρύμματα και οι πελλέτες ξύλου, σε έναν λέβητα βιομάζας. Η θερμική ισχύς των σύγχρονων λεβήτων βιομάζας κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 50kW - 500kW, ενώ ο θερμικός βαθμός απόδοσης σύγχρονων συστημάτων ξεπερνάει το 75%. Στην περίπτωση που υπάρχει συχνή και έντονη διακύμανση του θερμικού φορτίου, προτείνεται η εγκατάσταση δύο ή περισσότερων λεβήτων αντί ενός. Είναι γνωστό πως ο βαθμός απόδοσης ενός λέβητα εξαρτάται έντονα από τον συντελεστή φόρτισής του, σύμφωνα με την εμπειρία και τη διεθνή βιβλιογραφία. (Διάγραμμα 3.3). Επομένως, εγκαταστάσεις στις οποίες λειτουργούν μεμονωμένοι λέβητες ή συνδυασμός λεβήτων που μπορούν να καλύψουν το συνολικό φορτίο μέσω μιας στρατηγικής ελέγχου και λειτουργίας, με στόχο την αποδοτικότερη φόρτιση και λειτουργία του συνολικού συστήματος θέρμανσης, μπορούν να προσφέρουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας. Τέτοια συστήματα ονομάζονται συστήματα αλληλουχίας λεβήτων «cascade boiler systems» και η στρατηγική της αποδοτικής λειτουργίας οφείλεται στην επιλογή του φορτίου του λέβητα/ων με στόχο την κάλυψη των συνολικών απαιτήσεων με τον υψηλότερο συνολικά βαθμό απόδοσης. Συνήθως σε τέτοια συστήματα επιλέγεται η λειτουργία ενός εκ των λεβήτων στο 70 – 80% του ονομαστικού φορτίου του (φορτίο βάσης) και το επιπλέον φορτίο (φορτίο αιχμής) καλύπτεται από τον επόμενο στην αλληλουχία λέβητα, συνήθως χαμηλότερης ονομαστικής ισχύος σε σχέση με τον πρώτο στην αλληλουχία λέβητα. Η διαστασιολόγηση των λεβήτων εξαρτάται από τις θερμικές



απαιτήσεις, και κατά συνέπεια από την κλιματική ζώνη, το μέγεθος της αθλητικής εγκατάστασης, τον αριθμό των χρηστών, το ωράριο και το προφίλ λειτουργίας της εγκατάστασης.



**Impact of load factor on efficiency**

**Διάγραμμα 3.3:** Συσχέτιση του βαθμού απόδοσης και του επιπέδου φόρτισης ενός λέβητα ζεστού νερού.

(Πηγή: <http://www.machineryspaces.com/boiler.html> )

Βασική προϋπόθεση για την εγκατάσταση λεβήτων βιομάζας αποτελεί η εξασφάλιση επαρκούς χώρου αποθήκευσής της. Η αποθήκευση και η συντήρηση της βιομάζας συνιστούν «ευαίσθητα σημεία» της εφαρμογής του συγκεκριμένου συστήματος ΑΠΕ, τα οποία αυξάνουν σημαντικά τα αρχικά κόστη μίας τέτοιας εγκατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, οι κανόνες σχετικά με τη συντήρηση και τη ρύθμιση των εστιών καύσης αναφέρονται στην υπ' αριθμόν 189533/9.1.2011 απόφαση του ΥΠΕΚΑ (ΦΕΚ 2654 Β' 2011), ενώ τα όρια απόδοσης και τα ανώτατα όρια εκπομπών ρύπων για νέες εγκαταστάσεις θέρμανσης με χρήση βιομάζας συμμορφώνονται στις διατάξεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 303:05.

Η αντικατάσταση ενός υφιστάμενου συστήματος συμβατικών καυσίμων (λέβητας πετρελαίου, φυσικού αερίου ή υγραερίου) με λέβητα βιομάζας (πέλλετ) για θέρμανση των χώρων και παραγωγή ΖΝΧ είναι εφικτό να εξασφαλίσει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 50%, ανάλογα με την απόδοση που χαρακτηρίζει το υφιστάμενο και το νέο σύστημα. Επιπλέον συνεισφέρει στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, καθώς συμμετέχει στον φυσικό κύκλο του άνθρακα και δεν επιβαρύνει το ισοζύγιο του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.

Η εφαρμογή ενός νέου συστήματος θέρμανσης χώρων και παραγωγής ZNX με καύσιμο τη βιομάζα επιφέρει ένα υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης από 5.300€ έως 56.800€ (χωρίς ΦΠΑ), που εξαρτάται από την συνολική ονομαστική ισχύ του συστήματος. Σε αυτό το ποσό περιλαμβάνονται τα κόστη για την προμήθεια του συνόλου του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του λεβητοστασίου (λέβητας, καυστήρας, κυκλοφορητής, αυτοματισμοί, καμινάδα κ.λπ.) και του δικτύου διανομής (θερμομονωμένο κατά Κ.Εν.Α.Κ), καθώς και η εργασία για την εγκατάσταση αυτών. Σημειώνεται πως οι τιμές του Πίνακα 3.17 αντιστοιχούν στο έτος 2021 [2].

**Πίνακας 3.17:** Τιμή κόστους λέβητα βιομάζας.

Ισχύς, σε kW	Εύρος διακύμανσης συνολικού κόστους συστήματος θέρμανσης σε €		Ετήσιο Κόστος συντήρησης και αντικατάστασης, σε % της αρχικής επένδυσης <sup>*1</sup>
	Αντικατάσταση συστήματος	Νέα εφαρμογή συστήματος	
έως 20 kW	5.300 – 8.080	7.070 – 10.740	1-4%
20 - 35 kW	5.500 – 8.370	7.260 – 11.030	1-4%
35 - 50 kW	7.260 – 10.940	13.260 – 20.030	1-4%
50 - 100 kW	10.160 – 15.390	20.610 – 30.970	1-4%
100 - 200 kW	21.000 – 31.650	31.550 – 47.420	1-4%
201 - 400 kW	27.100 – 40.700	37.840 – 56.810	1-4%

<sup>\*1</sup> Σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Παράρτημα Α του Ευρωπαϊκού Προτύπου prEN15459-1:2014.

### **Παραδοχές:**

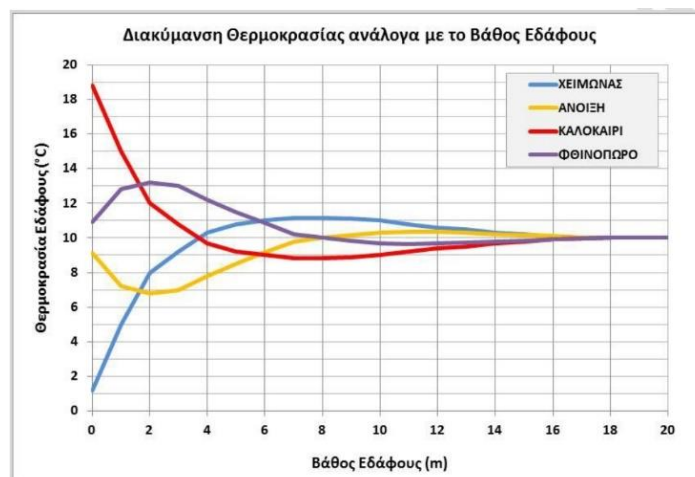
- Επιλέχθηκε η τοποθέτηση πιστοποιημένου λέβητα κλάσης 4 και άνω.
- Στην περίπτωση της αντικατάστασης του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης και ZNX με νέο λέβητα πελλέτας ξύλου δεν απαιτείται η σωλήνωση χαλκού, σε αντίθεση με την περίπτωση νέων εγκαταστάσεων, στις οποίες δεν υπάρχει δίκτυο και απαιτείται η διάστρωσή του.
- Η ενεργειακή & περιβαλλοντική επίδοση του συστήματος υπολογίζεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 303-5:2012.
- Δεν συμπεριλαμβάνεται ο ΦΠΑ.

### **3.2.8. Γεωθερμικά Συστήματα**

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας που παράγεται από την εκμετάλλευση του υπόγειου γεωθερμικού δυναμικού. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό επίπεδο τα γεωθερμικά πεδία κατηγοριοποιούνται σε:

- υψηλής ενθαλπίας (>150 °C)
- μέσης ενθαλπίας (90 – 150 °C)
- χαμηλής ενθαλπίας (25 - 100 °C)
- κανονικής (αβαθούς) ενθαλπίας με θερμοκρασίες ρευστών ή εδάφους μικρότερες από 25 °C

Εκτός από τα τρία πρώτα είδη γεωθερμίας που συναντώνται σε συγκεκριμένες περιοχές, η εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμίας στον κτηριακό τομέα προφέρει αρκετά πλεονεκτήματα. Τα γεωθερμικά συστήματα αυτής της κατηγορίας εκμεταλλεύονται τη σχετικά σταθερή θερμοκρασία του εδάφους ή των υπόγειων υδάτινων φυσικών δεξαμενών για τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης ενός κτηρίου. Η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους ανάλογα με το βάθος και την εποχή του έτους απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα 3.4.



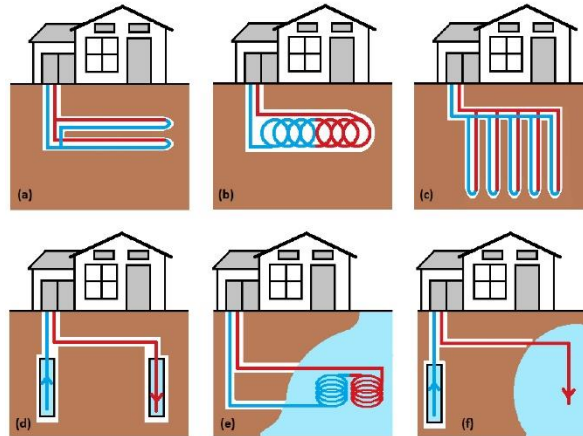
**Διάγραμμα 3.4:** Διακύμανση της θερμοκρασίας του εδάφους για τις τέσσερις εποχές του χρόνου ανάλογα με το βάθος από την επιφάνεια της γης.

(Πηγή: [12])

Η εφαρμογή ενός γεωθερμικού συστήματος για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης ενός κτηρίου προϋποθέτει σε πρώτο στάδιο την ύπαρξη μιας ελεύθερης έκτασης γης για την τοποθέτηση του γεωεναλλάκτη. Στη συνέχεια γίνεται μελέτη του υπεδάφους για να αξιολογηθούν διάφορες ιδιότητες και παράμετροι ώστε να γίνει σωστός σχεδιασμός του γεωθερμικού συστήματος. Μερικές από αυτές είναι η θερμοχωρητικότητα και η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους αλλά η κατανομή της θερμοκρασίας στο υπέδαφος, οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση του συστήματος.

Ο γεωεναλλάκτης είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας ενός ρευστού (νερό) με το έδαφος και αποτελείται από δίκτυο σωληνώσεων που τοποθετούνται εντός του εδάφους. Ανάλογα με τη διάταξη του γεωεναλλάκτη, υπάρχει η οριζόντια και η κατακόρυφη διάταξη ενώ διακρίνονται και σε ανοιχτού ή κλειστού κυκλώματος. Οι ανοιχτού κυκλώματος προϋποθέτουν την ύπαρξη υπόγειων υδάτων στην περιοχή. Το υπόγειο νερό χρησιμοποιείται απευθείας ως το μέσο για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας νερού –

νερού. Στην παρακάτω εικόνα 3.7 διακρίνονται έξι κατηγορίες γεωεναλλακτών ανάλογα με τη διάταξη και το είδος του κυκλώματος (ανοιχτό – κλειστό). Τέλος, εκτός από υπόγεια ύδατα μπορούν να αξιοποιηθούν και επιφανειακά (θάλασσα, λίμνες, ποτάμια).



**Εικόνα 3.7:** Σχηματική αναπαράσταση διάφορων ειδών γεωεναλλακτών για εφαρμογές σε γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης – ψύξης κτηρίων: a) Οριζόντιος κλειστού κυκλώματος, b) Οριζόντιος κλειστού κυκλώματος σε σχήμα σπείρας (slinky coils) c) Κατακόρυφος κλειστού κυκλώματος, d) Ανοιχτού κυκλώματος με δύο γεωτρήσεις (πηγάδια), e) Κλειστού κυκλώματος σε επιφανειακά ύδατα, f) Ανοιχτού κυκλώματος με γεώτρηση και υπόγεια ύδατα.

(Πηγή: [https://www.mdpi.com/2076-3417/12/8/3794?type=check\\_update&version=2](https://www.mdpi.com/2076-3417/12/8/3794?type=check_update&version=2) )

Ο γεωεναλλάκτης συνδέεται με μια αντλία θερμότητας νερού – νερού, η οποία αντλεί ή απορρίπτει θερμότητα στο κύκλωμά του. Αυτή η αντλία ονομάζεται γεωθερμική αντλία θερμότητας. Ο μέσος βαθμός απόδοσης μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας είναι υψηλότερος από τον αντίστοιχο μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού, αφού η θερμοκρασία του νερού που προέρχεται από τον γεωεναλλάκτη κατά τη διάρκεια του χειμώνα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Αντίστροφα, τη θερινή περίοδο, η θερμοκρασία του εδάφους είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα. Οι συγκεκριμένες διαφορές θερμοκρασίας εξαρτώνται και από το κλίμα της κάθε περιοχής, το οποίο ορίζει και εάν ένα γεωθερμικό σύστημα αποδίδει καλύτερα τον χειμώνα ή το καλοκαίρι. Επιπλέον, ο βαθμός απόδοσης εξαρτάται και από άλλες παραμέτρους, όπως είναι η απαιτούμενη θερμοκρασία στα τερματικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνει ένα γεωθερμικό σύστημα σε σύγκριση με ένα σύστημα με αντλία θερμότητας αέρα – αέρα οφείλεται στον μεγαλύτερο εποχιακό βαθμό απόδοσης του πρώτου σε σχέση με τον δεύτερο, λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας του νερού σε σχέση με τον αέρα κατά την περίοδο του χειμώνα, και το αντίστροφο κατά την περίοδο του θέρους. Για παράδειγμα, μια αντλία θερμότητας αέρα – αέρα έχει ενδεικτικό

βαθμό απόδοσης SCOP = 3,0 – 3,5 ενώ μια γεωθερμική αντλία έχει SCOP = 4,0 – 4,5. Αυτό συνεπάγεται μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας έναντι εκείνης του αέρα – αέρα, σε ποσοστό περίπου 25%.

Το κόστος ενός γεωθερμικού συστήματος είναι γενικά υψηλό, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο στο υψηλό κόστος του γεωεναλλάκτη, δεδομένου τόσο του μεγάλου μήκους των σωληνώσεων όσο και του κόστους των γεωτρήσεων και των εκσκαφών. Ενδεικτικό κόστος, συναρτήσει της θερμικής ισχύος του συστήματος, δίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.18) και αφορά στο έτος 2021.

**Πίνακας 3.18:** Ενδεικτικό κόστος γεωθερμικού συστήματος αβαθούς γεωθερμίας ανά αποδιδόμενη θερμική ισχύ.

Ισχύς (kW)	Κόστος εγκατάστασης γεωθερμικού συστήματος (€)		
	Κόστος Α/Θ	Κόστος γεωεναλλάκτη	Σύνολο
έως 8 kW	8.600	9.800	18.400
8 - 12 kW	10.000	14.500	24.500
12 - 20 kW	13.600	24.200	37.800
20 - 35 kW	18.600	42.350	60.950
35 - 50 kW	37.200	48.400	85.600
50 - 100 kW	68.800	96.800	165.600
100 - 200 kW	120.000	145.200	265.200
201 - 400 kW	221.400	290.400	511.800

### 3.2.9. Παθητικά συστήματα

Με τον όρο «παθητικά συστήματα» αναφερόμαστε στις τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια, οι οποίες χαρακτηρίζονται από περιορισμένη, έως και μηδενική, συμμετοχή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και βασίζονται στην κατάλληλη αξιοποίηση των δομικών στοιχείων, στις φυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών και στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, με στόχο τη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Η αποδοτικότητα κάθε παθητικού ηλιακού συστήματος αποτελεί συνάρτηση του προσανατολισμού του συστήματος, των θερμικών του απωλειών κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, της ορατότητας του συλλέκτη προς τον ήλιο κατά τη χειμερινή περίοδο, καθώς και του βαθμού σκίασής του.

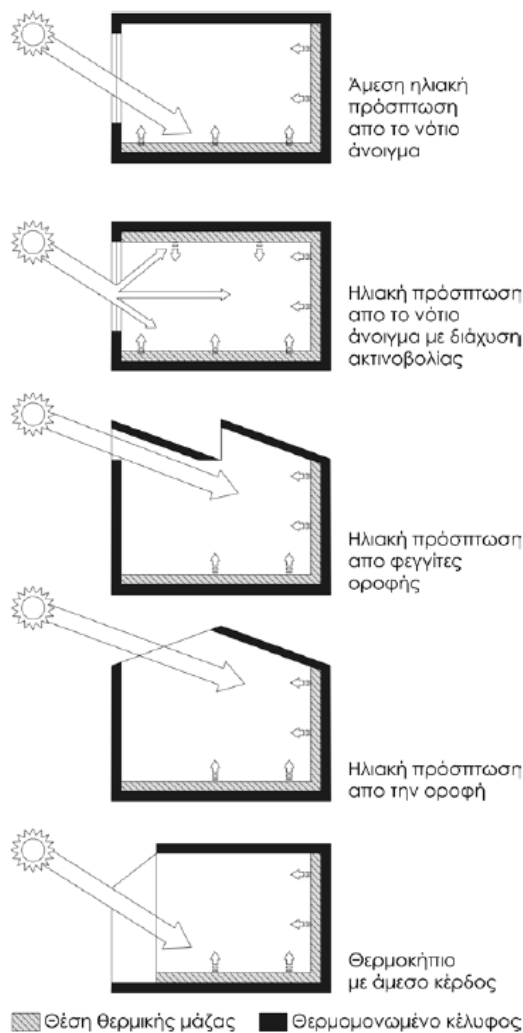
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα (ΠΗΣ), ανάλογα με τον τρόπο διανομής της θερμότητας από το σύστημα προς τον εσωτερικό χώρο, διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες [18]:

- 
1. Άμεσου ηλιακού κέρδους
  2. Έμμεσου ηλιακού κέρδους
  3. Απομονωμένου ηλιακού κέρδους, ή απομονωμένης λειτουργίας

Τα **Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Άμεσου Κέρδους** δε διαθέτουν θερμική αποθήκη ή διάταξη διανομής της θερμότητας, αλλά η ηλιακή ακτινοβολία διέρχεται από τον συλλέκτη, δηλαδή τις διαφανείς επιφάνειες (παράθυρα), και αποδίδεται άμεσα στον χώρο. Δεν μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε άνοιγμα ως ΠΗΣ, καθώς η τεχνική της παθητικής θέρμανσης επιτυγχάνεται μόνο στην περίπτωση που το άνοιγμα έχει καθαρά νότιο προσανατολισμό, ή τουλάχιστον μικρή απόκλιση από το νότο. Για το μεσογειακό κλίμα το αποδεκτό εύρος απόκλισης από το νότο, προκειμένου το άνοιγμα να δέχεται το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας και να είναι αποδοτικό, είναι της τάξεως των 20°-25°. Στην Εικόνα 3.8 φαίνονται οι κυριότερες διατάξεις άμεσου κέρδους.

Ωστόσο, η επιλογή των ανοιγμάτων που αξιοποιούνται ως ΠΗΣ απαιτεί συγχρόνως ειδική μελέτη ηλιοπροστασίας και θερμικών απωλειών. Στις εν λόγω μελέτες περιλαμβάνονται και αξιολογούνται μόνιμα και κινητά μέτρα σκίασης και μόνωσης, που στοχεύουν στην παροχή πλήρους ηλιοπροστασίας την περίοδο της ψύξης και πλήρους έκθεσης στον ήλιο την περίοδο της θέρμανσης. Σε αυτά εντάσσονται:

- Κουρτίνες στο εσωτερικό των ανοιγμάτων
- Ρολά με θερμομονωτικό υλικό και παντζούρια
- Κινητά πλαίσια και μονωτικά πετάσματα
- Υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπτικότητας
- Οριζόντιοι πρόβολοι κατάλληλου πλάτους
- Εξωτερικοί ανακλαστήρες



**Εικόνα 3.8:** Απεικόνιση των κυριότερων διατάξεων άμεσου ηλιακού κέρδους.  
(Πηγή: [18])

Τα **Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Εμμέσου Κέρδους** διαθέτουν θερμική αποθήκη από την οποία η θερμότητα διανέμεται με φυσικό τρόπο στον εσωτερικό χώρο. Ο συλλέκτης της ηλιακής ακτινοβολίας βρίσκεται εκτός του χώρου και η αποθήκη θερμότητας συνήθως αποτελεί το διαχωριστικό στοιχείο μεταξύ συλλέκτη και χώρου. Οι βασικότεροι εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας ΠΗΣ είναι:

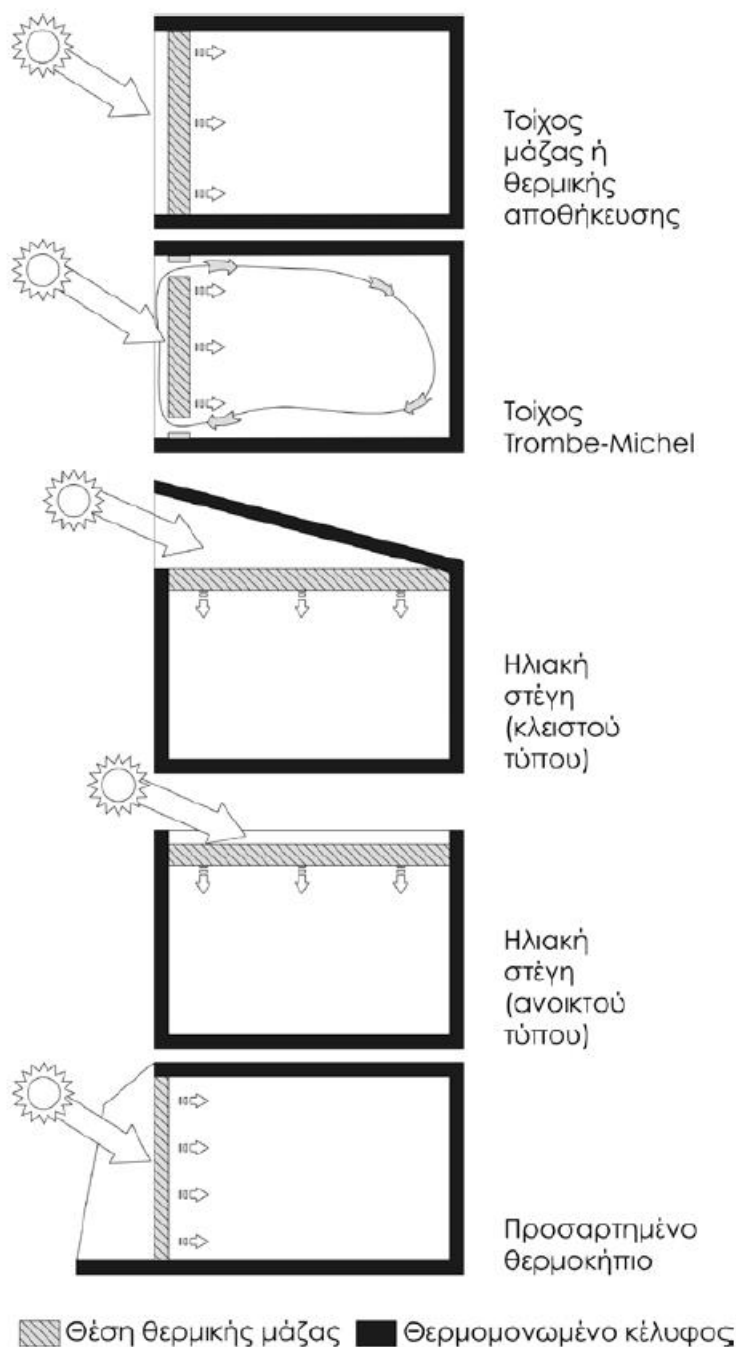
- Ο τοίχος μάζας: Πρόκειται για τοίχο με νότιο προσανατολισμό, στην εξωτερική πλευρά του οποίου είναι τοποθετημένο ένα υαλοστάσιο σε απόσταση μεγαλύτερη από 10 cm. Το υλικό κατασκευής του χαρακτηρίζεται από υψηλή θερμοχωρητικότητα και, συνήθως, είναι σκυρόδεμα, πέτρα ή και συμπαγείς κεραμικοί πλίνθοι.
- Ο τοίχος Trombe-Michel: Αποτελεί παραλλαγή του τοίχου μάζας με κύρια διαφορά την παρουσία οπών στην άνω και κάτω πλευρά του, οι οποίες επιτρέπουν την άμεση μεταφορά της θερμότητας, με τη μορφή θερμού ρεύματος αέρα, από το διάκενο στον εσωτερικό χώρο (θερμοσιφωνισμός). Σημειώνεται πως, οι θυρίδες τοποθετούνται σε όλη την έκταση του

---

τοίχου, η συνολική επιφάνεια δεν υπερβαίνει το 1% της επιφάνειας του τοίχου και η κατακόρυφη μεταξύ τους απόσταση ξεπερνά τα 2 m. Ο θερμοσιφωνισμός λειτουργεί περίπου 2-3 ώρες έπειτα από το πέρας του ηλιασμού του συστήματος, ενώ τη νύχτα οι οπές σφραγίζονται, προκειμένου να αποφεύγεται η είσοδος θερμού αέρα στο διάκενο. Είναι σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη μέριμνα στην θερινή περίοδο, μέσω κατάλληλης ηλιοπροστασίας, ώστε να μην προκαλέσει θερμική επιβάρυνση στον εσωτερικό χώρο.

- Η ηλιακή στέγη: Ο τρόπος λειτουργίας αυτού του παθητικού συστήματος είναι παρόμοιος με τον τοίχο μάζας, αλλά διαφέρει στο υλικό αποθήκευσης, το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το νερό, που βρίσκεται είτε αποθηκευμένο σε δεξαμενές είτε σε υδατοστεγανούς σάκους. Η λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος στηρίζεται στην αξιοποίηση της υψηλής θερμοχωρητικότητας και της εξάτμισης του νερού, με στόχο την αποθήκευση της θερμότητας τον χειμώνα και την απομάκρυνσή της το καλοκαίρι.
- Το προσαρτημένο θερμοκήπιο: Πρόκειται για έναν χώρο, ο οποίος περιβάλλεται από υαλοστάσια στη νότια, δυτική και ανατολική πλευρά του και συνδέεται με το κτήριο μέσω κοινού τοίχου ή υαλοστασίου, λειτουργώντας ως τοίχος θερμικής αποθήκευσης. Το διάκενο που δημιουργείται μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου είναι τέτοιο, ώστε να επιτρέπει την αξιοποίησή του, ενώ υπολογίζεται πως σε αυτή την περίπτωση, δύναται με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας να καλύψουν περίπου το 75% των θερμικών αναγκών τους. Ωστόσο, λόγω της αυξημένης επιφάνειας των υαλοστασίων, οι θερμικές απώλειες του ηλιακού χώρου είναι υψηλές κατά τη διάρκεια της νύχτας.



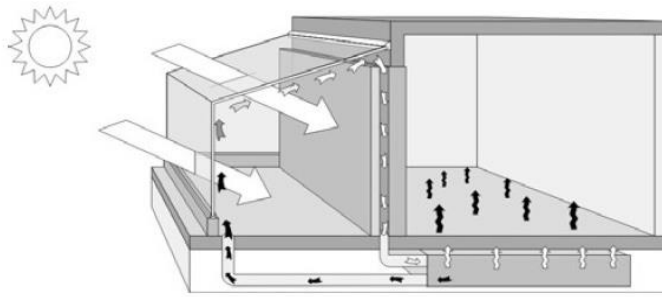


**Εικόνα 3.9:** Απεικόνιση των κυριότερων διατάξεων έμμεσου ηλιακού κέρδους.  
(Πηγή: [18])

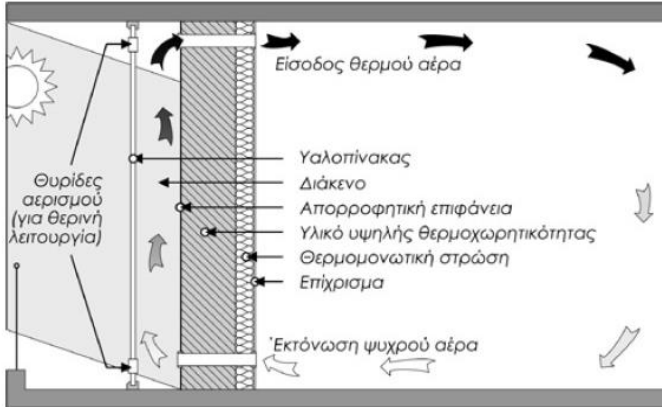
Τα **Παθητικά Συστήματα Απομονωμένου Κέρδους** αξιοποιούν, είτε άμεσα είτε μέσω αποθήκης, τη θερμότητα που προσφέρει η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ σημειώνεται πως ο συλλέκτης, η θερμική αποθήκη και το σύστημα διανομής αποτελούν διακριτές εγκαταστάσεις. Ο διαχωρισμός της επιφάνειας συλλογής και της θερμικής δεξαμενής επιτυγχάνεται μέσω της μεταξύ τους απόστασης ή της παρεμβολής θερμομόνωσης. Οι παθητικές ηλιακές διατάξεις απομονωμένου κέρδους διακρίνονται κυρίως σε:

- 
- Το προσαρτημένο θερμοκήπιο με απομονωμένη θερμική αποθήκη: Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά την επιφάνεια του συλλέκτη και προσδίδει θερμότητα στον χώρο του θερμοκηπίου, η οποία στη συνέχεια μεταφέρεται και αποθηκεύεται σε μάζα από θραυστό υλικό (π.χ. σκύρα). Προς αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά την θερινή περίοδο, δημιουργείται μία θερμική αποθήκη, η οποία έρχεται σε επαφή με τον εσωτερικό, και συνήθως βρίσκεται κάτω από το δάπεδο του κτηρίου ή μέσα στη διαχωριστική επιφάνεια θερμοκηπίου και θερμαινόμενου χώρου.
  - Ο απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης: Ακολουθεί τη μορφή και την αρχή λειτουργίας του τοίχου Trombe-Michel με τη διαφορά ότι στην εσωτερική παρειά του περιλαμβάνει θερμομόνωση, επιμηκύνοντας τον χρόνο λειτουργίας του και απόδοσης της αποθηκευμένης θερμότητας. Αποτελεί ένα αποδοτικό σύστημα τόσο θέρμανσης όσο και δροσισμού, αλλά επιφέρει μείωση του ωφέλιμου χώρου και πρόσθετο βάρος στην κατασκευή.
  - Το θερμοσιφωνικό πανέλο: Πρόκειται για μία παραλλαγή του απομονωμένου τοίχου συσσώρευσης, στην οποία το υαλοστάσιο του συλλέκτη αντικαθίσταται με μία σκούρα, μεταλλική και τραχεία επιφάνεια, θερμομονωμένη στην εσωτερική πλευρά της, ενώ παράλληλα απουσιάζει και η θερμική μάζα.
  - Ο μεταφορικός βρόγχος: Η λειτουργία του βασίζεται στην ανακύκλωση του θερμού αέρα σε κλειστό κύκλωμα μεταξύ του συλλέκτη και της θερμικής αποθήκης, η οποία αποτελείται συνήθως από θραυστά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας. Ο συλλέκτης πρέπει να βρίσκεται υπό κλίση, σε χαμηλότερη στάθμη από τη θερμική αποθήκη.

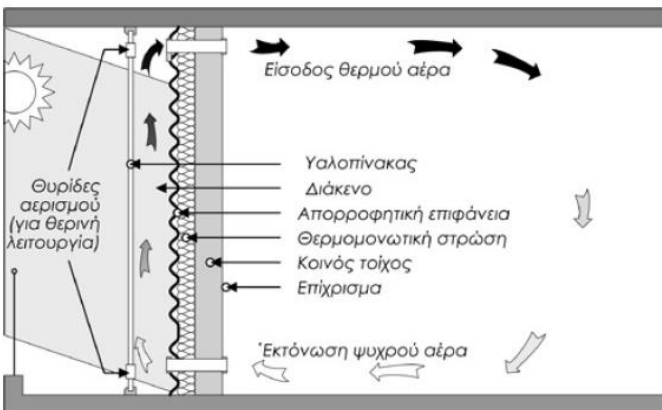
Σημειώνεται πως, τα παθητικά συστήματα, συνήθως, παρουσιάζουν πλήρη επάρκεια στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη των χώρων κατά τις μεταβατικές περιόδους του έτους, δηλαδή την άνοιξη και το φθινόπωρο, ενώ κατά τις υπόλοιπες περιόδους, που αυξάνονται οι ενεργειακές ανάγκες, παρέχουν υποστήριξη στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου. Το κόστος κατασκευής διαφέρει ανάλογα με την τεχνολογία και την έκταση του ΠΗΣ, και μπορεί να επιφέρει από ελάχιστα μέχρι αυξημένα κόστη εγκατάστασης. Για παράδειγμα, ο τοίχος Trombe-Michel ενέχει αυξημένα κόστη κατασκευής σε σχέση με τα συστήματα άμεσου κέρδους.



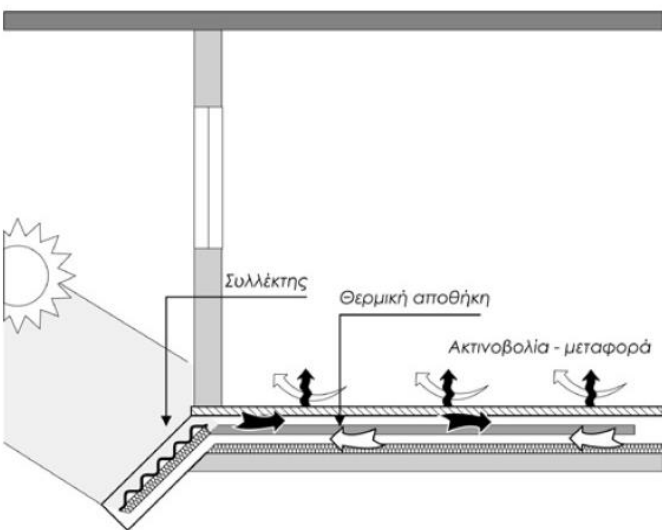
Προσαρτημένο θερμοκήπιο με απομονωμένη θερμική αποθήκη



Απομονωμένος τοίχος συσσώρευσης



Θερμοσιφονικό πάνελo

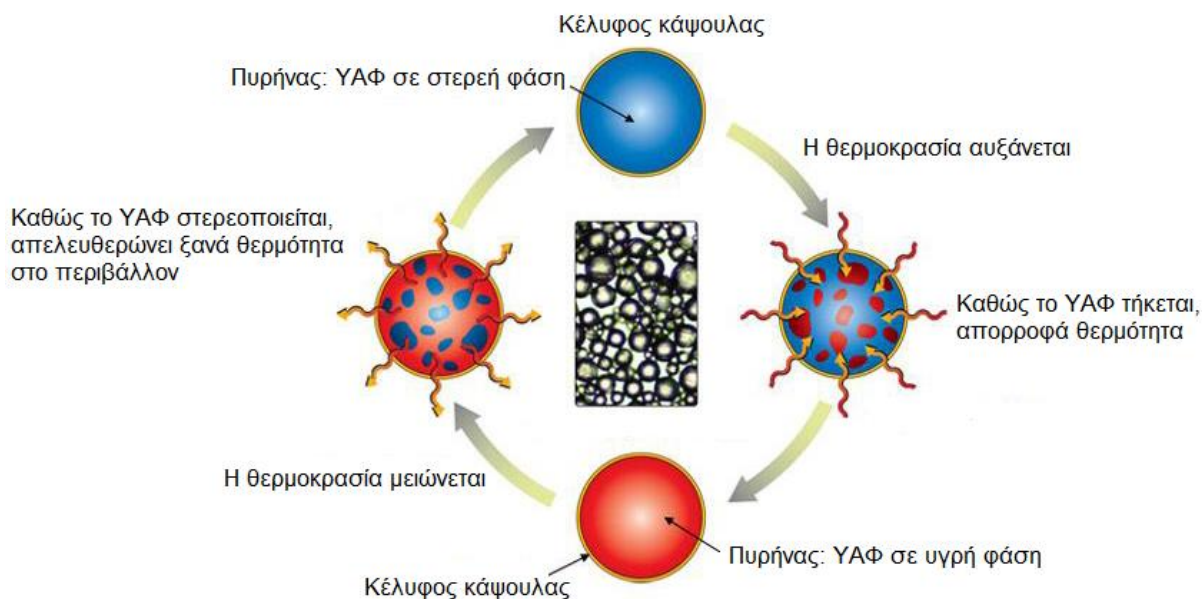


Μεταφορικός βρόγχος

**Εικόνα 3.10:** Απεικόνιση των κυριότερων διατάξεων απομονωμένου ηλιακού κέρδους.  
(Πηγή: [18])

### 3.2.10. Εφαρμογή υλικών αλλαγής φάσης (Phase Change Materials) στο κέλυφος

Ως Υλικά Αλλαγής Φάσης (ΥΑΦ) αναφέρονται τα υλικά εκείνα που έχουν την ικανότητα, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αλλαγής φάσης, να αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία μετά την παύση της θέρμανσής τους απελευθερώνουν στο περιβάλλον. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη λανθάνουσα θερμότητα της θερμοκρασίας που αποθηκεύεται στο υλικό μετά το σημείο αλλαγής της φυσικής τους κατάστασης [40],[41].



**Εικόνα 3.11:** Σχηματική απεικόνιση του κύκλου μεταβολών κατάστασης ενός ΥΑΦ. (Πηγή: [45])

Πιο συγκεκριμένα, η τοποθέτηση ΥΑΦ στο κέλυφος του κτηρίου, τα οποία χαρακτηρίζονται από θερμοκρασία αλλαγής φάσης των υλικών ίση με 24°C και βρίσκονται σε στερεά κατάσταση, λειτουργεί ως:

- Στην περίπτωση που η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 24°C, τότε τα ΥΑΦ από στερεή φάση περνούν σε υγρή φάση, απορροφώντας λανθάνουσα θερμότητα από το περιβάλλον, χωρίς να αυξάνεται η θερμοκρασία τους. Αφότου ολοκληρωθεί η διαδικασία αλλαγής φάσης και η θερμοκρασία συνεχίζει να ξεπερνά τους 24°C, το υλικό εξακολουθεί να απορροφάει θερμική ενέργεια από το περιβάλλον, αυτή την φορά αυξάνοντας τη θερμοκρασία του. Την στιγμή που η θερμοκρασία είναι μικρότερη από τους 24°C, τα ΥΑΦ αρχίζουν να στερεοποιούνται, αποδίδοντας την αποθηκευμένη θερμότητα στο περιβάλλον.

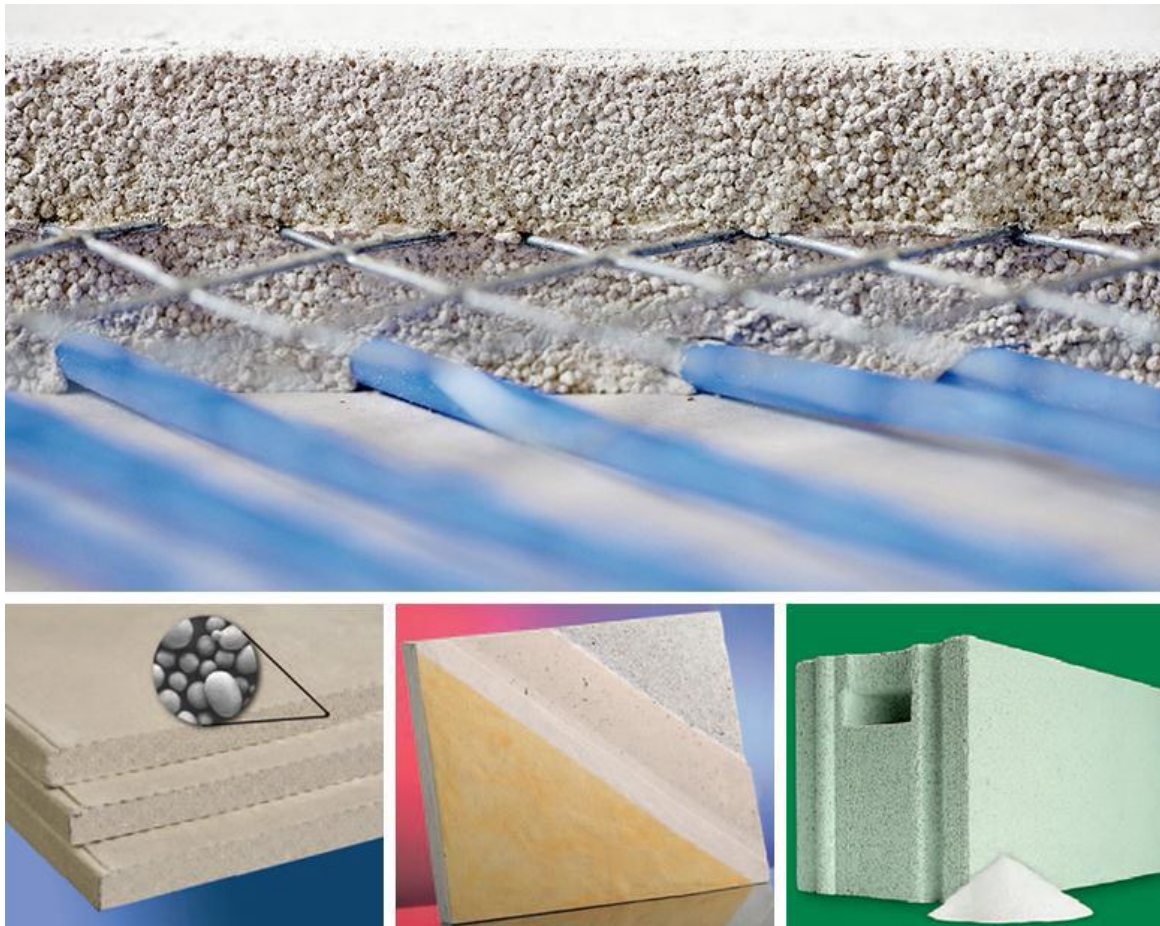
Επομένως, η αλλαγή φάσης των υλικών δίνει τη δυνατότητα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας κατά την περίοδο θέρμανσης του χώρου και επαναπόδοσής της στον χώρο μετά το πέρας της θέρμανσης.

---

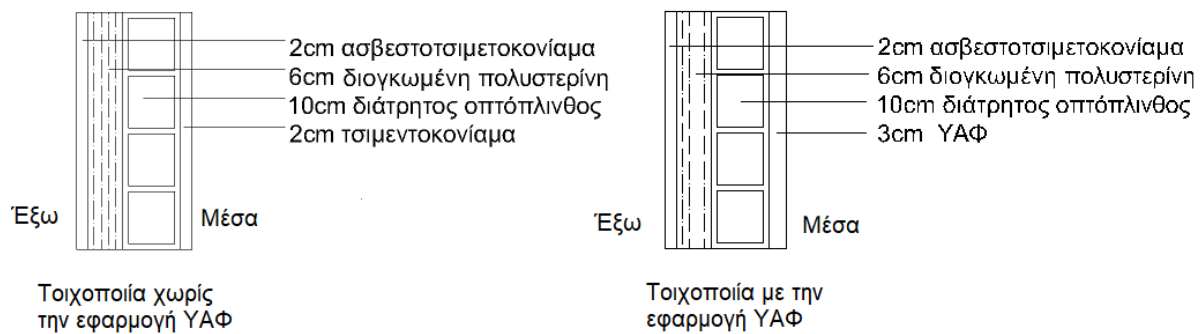
Τα ΥΑΦ διακρίνονται για τις εξής ιδιότητες [40]:

- Θερμοκρασία τήξεως μεταξύ 23°C και 26°C.
- Υψηλή απορροφητικότητα θερμότητας ανά κυβικό μέτρο.
- Υψηλή θερμική αγωγιμότητα.
- Ελάχιστη μεταβολή όγκου.
- Ομοιογένεια κατά την τήξη.
- Πλήρως αναστρέψιμο κύκλο μεταβολών φυσικής κατάστασης.
- Υψηλή αντίσταση στη διάβρωση και στην ανάφλεξη.

Τα ΥΑΦ μπορούν είτε να τοποθετηθούν με κάψουλες στους τοίχους και στην οροφή, είτε να ενσωματωθούν στα δομικά στοιχεία κατά την φάση της κατασκευής τους.



**Εικόνα 3.12:** Εμβάπτιση ΥΑΦ σε τσιμέντο, πλάκες και σανίδες.  
(Πηγή: [40])



**Εικόνα 3.13:** Ενδεικτικοί τρόποι εφαρμογής των ΥΑΦ.

Σημειώνεται πως τα ΥΑΦ, μολονότι είναι γνωστά αρκετά χρόνια, δεν είναι ευρέως διαδεδομένα σε εφαρμογές στα κτήρια, γεγονός που οφείλεται στο σχετικά υψηλό κόστος τους, στην ανεπαρκή τεχνογνωσία τους και στην περιορισμένη πληροφόρηση για την εφαρμογή τους. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα, που προσφέρουν, και η συνεχής έρευνα και μελέτη της τεχνολογίας τους, εγγυώνται ότι στο μέλλον η χρήση τους πρόκειται να διευρυνθεί.

### 3.2.11. Υβριδικά Συστήματα

Οι διάφορες τεχνολογίες που περιγράφηκαν παραπάνω μπορούν πολλές φορές να συνδυάζονται για τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης μιας κτηριακής εγκατάστασης. Αυτός ο συνδυασμός αποτελεί ένα υβριδικό σύστημα, που συνήθως στοχεύει στη λειτουργία μιας συμβατικής πηγής ενέργειας με μία ανανεώσιμη. Έτσι, κάθε σύστημα έχει οριστεί να λειτουργεί όταν οι συνθήκες ευνοούν την χαμηλή κατανάλωση, με αποτέλεσμα να μειώνεται το λειτουργικό κόστος.

Ο πιο συνήθης συνδυασμός στα συστήματα θέρμανσης χώρων ή/και ΖΝΧ σε ένα κτήριο είναι εκείνος των ηλιοθερμικών συστημάτων με ένα άλλο σύστημα παραγωγής θερμότητας όπως π.χ. ένα σύστημα λέβητα – καυστήρα. Ο συνδυασμός αυτός γίνεται με ένα κοινό θερμοδοχείο στο οποίο υπάρχουν δύο εναλλάκτες θερμότητας. Ο ένας εναλλάκτης τροφοδοτείται από το κλειστό κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών, ενώ ο άλλος από το κύκλωμα του λέβητα. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται πρώτα η αξιοποίηση της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας και έπειτα η αξιοποίηση του καυσίμου για το υπόλοιπο της ζήτησης. Στην περίπτωση που στον παραπάνω συνδυασμό έχουμε λέβητα βιομάζας, προκύπτει ένα υβριδικό σύστημα δύο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ηλιακής και της βιομάζας.

Αντί για ένα σύστημα που βασίζεται στην καύση για την παραγωγή θερμότητας, ένα ηλιοθερμικό σύστημα μπορεί να υποστηρίξει μια αντλία θερμότητας αέρα – νερού ή ακόμα και γεωθερμική αντλία. Έτσι, η μοναδική κατανάλωση που απαιτείται είναι αυτή της ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας. Η λογική παραμένει η ίδια

---

με το θερμοδοχείο να δέχεται τη θερμότητα από τις διαφορετικές πηγές με τους κατάλληλους εναλλάκτες.

Ένας συνδυασμός συστημάτων που γίνεται συνήθως σε περιοχές με αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα (Β. Ελλάδα, ορεινές περιοχές) είναι αυτός της αντλίας θερμότητας αέρα – νερού με ένα σύστημα λέβητα καυστήρα (συμβατικού καυσίμου ή βιομάζας). Όταν η εξωτερική θερμοκρασία πέφτει σε πολύ χαμηλά επίπεδα, ο βαθμός απόδοσης των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού μειώνεται σημαντικά με αποτέλεσμα να μην συμφέρει η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας. Με ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου, διακόπτεται η λειτουργία της αντλίας και ξεκινάει ο λέβητας, η απόδοση του οποίου είναι ανεξάρτητη από τις εξωτερικές συνθήκες.

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή υβριδικών συστημάτων είναι ανάλογη με το ποσοστό κάλυψης της ζήτησης από τα συστήματα ΑΠΕ, καθώς και από τον βαθμό απόδοσης των συστημάτων συμβατικού καυσίμου, όπως είναι οι αντλίες θερμότητας.

### **3.2.12. Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων**

Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν αρχίσει να κερδίζουν έδαφος στον τομέα των μετακινήσεων τόσο σε επίπεδο μαζικής όσο και ιδιωτικής μετακίνησης σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η συνεχής εξέλιξη των ηλεκτρικών συσσωρευτών, η μείωση του κόστους και τα κίνητρα που δίνονται για την αγορά και την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων (επιδοτήσεις, μηδενικά τέλη κυκλοφορίας) έχουν συμβάλει στην αύξηση των πωλήσεων προς ιδιώτες. Εξάλλου, η ευρωπαϊκή επιτροπή έχει θέσει ως στόχο όλα τα νέα οχήματα μετά το 2035 να είναι μηδενικών ρύπων, πράγμα που συνεπάγεται την χρήση είτε ηλεκτρικών οχημάτων είτε οχημάτων με χρήση υδρογόνου, βιοκαυσίμων ή συνθετικών καυσίμων.

Η κίνηση των ηλεκτρικών οχημάτων προϋποθέτει και την κατάλληλη υποδομή φόρτισης και ειδικότερα στους χώρους στάθμευσης των κτηριακών εγκαταστάσεων. Για τη γρήγορη και ασφαλή φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων είναι απαραίτητη η εγκατάσταση ειδικών σταθμών φόρτισης σε κάποιες από τις θέσεις στάθμευσης στους χώρους στάθμευσης των οχημάτων, είτε αυτοί είναι στεγασμένοι (υπόγειοι ή υπέργειοι) είτε στον περιβάλλοντα χώρο των κτηρίων.

Οι σταθμοί φόρτισης είναι ειδικές συσκευές οι οποίες τροφοδοτούνται από το δίκτυο της εκάστοτε εγκατάστασης (κτήριο, χώρος στάθμευσης, πρατήριο ανεφοδιασμού κ.α.) με εναλλασσόμενο ρεύμα και το μετατρέπουν σε συνεχές υπό τάση κατάλληλη για τη φόρτιση των συσσωρευτών των ηλεκτρικών οχημάτων. Ανάλογα με τη διάταξη του χώρου στάθμευσης, ο σταθμός φόρτισης μπορεί να εγκατασταθεί σε τοίχο (είτε σε εσωτερικό είτε σε εξωτερικό χώρο), ή σε έδαφος πάνω σε ειδικό πυλώνα.

---

Ανάλογα με την ισχύ φόρτισης υπάρχουν τρεις κατηγορίες (επίπεδα) φόρτισης. Το πρώτο επίπεδο δεν απαιτεί σταθμό φόρτισης και γίνεται με παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από έναν απλό ρευματοδότη εναλλασσόμενου ρεύματος χρησιμοποιώντας έναν απλό φορητό φορτιστή. Το δεύτερο επίπεδο φόρτισης γίνεται με μονοφασικό ή τριφασικό σταθμό φόρτισης, παρέχει εναλλασσόμενη τάση ( $\approx 400\text{V}$ ) και η ηλεκτρική ισχύς φόρτισης είναι συνήθως τυποποιημένη. Για μονοφασικές παροχές είναι στα 3,7 και 7,5 kW, ενώ για τριφασικές παροχές κυμαίνεται στα 11 και στα 22 kW. Αυτοί οι σταθμοί προορίζονται τόσο για οικιακή εγκατάσταση όσο και για εγκατάσταση σε κτήρια του τριτογενούς τομέα αλλά και σε σταθμούς εξυπηρέτησης αυτοκινήτων. Τέλος, το τρίτο επίπεδο φόρτισης ( $\approx 800\text{V}$ ) γίνεται με ειδικούς σταθμούς φόρτισης που παρέχουν απ' ευθείας συνεχή τάση φόρτισης με μεγάλη ισχύ, η οποία ξεκινάει από 20 kW και μπορεί να φτάσει έως και τα 150 kW. Η εγκατάστασή τους γίνεται συνήθως κατά μήκος μεγάλων αυτοκινητόδρομων σε σταθμούς εξυπηρέτησης αυτοκινήτων, ενώ διατίθενται όλο και περισσότερο σε δημόσιους χώρους στάθμευσης και χώρους στάθμευσης σε χώρους εργασίας.

Η ταχύτητα φόρτισης είναι πάντα ανάλογη με την ισχύ φόρτισης των σταθμών. Αναφέρεται πως, για την πλήρη φόρτιση μίας μπαταρίας 50-70 kW, η φόρτιση πρώτου επιπέδου μπορεί να διαρκέσει πάνω από 12 ώρες, ενώ για φόρτιση τρίτου επιπέδου ο χρόνος φόρτισης μειώνεται σε λιγότερο από 60 λεπτά. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη η ευκαιριακή φόρτιση στο σημείο προορισμού του χρήστη (destination charging), όπου ο χρήστης περνά εκεί από λίγες έως αρκετές ώρες. Αναφέρεται σε σύντομες φορτίσεις μερικών ωρών, κατά τη διάρκεια των οποίων τα οχήματα μπορούν να απορροφήσουν ενέργεια που αντιστοιχεί σε 100 km βεληνεκές και περίπου είναι γύρω στις 20 kWh σε μια ώρα έως τρεις ώρες.

Η ισχύς ενός σταθμού φόρτισης θα πρέπει να εξυπηρετείται και από τη συνολική ισχύ της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης που συνδέεται ο σταθμός. Ειδικότερα για κτηριακές εφαρμογές, ενδέχεται να απαιτείται προσαύξηση στο είδος της παροχής. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απαιτείται αλλαγή τιμολογίου του παρόχου λόγω αλλαγής της μέγιστης ισχύος αλλά και αναβάθμιση της εγκατάστασης (π.χ. του ηλεκτρολογικού πίνακα, του κύριου αγωγού παροχής, κλπ).

Η ύπαρξη υποδομής για την υποστήριξη φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων συμβάλει στην προώθηση της χρήσης τους που συνεπάγεται μείωση των εκπομπών άνθρακα, βελτίωση του ατμοσφαιρικού αέρα στον αστικό ιστό και μείωση της ηχορύπανσης. Επιπλέον, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν δυναμικά να συμβάλλουν στη συνολική λειτουργία ενός τοπικού έξυπνου δικτύου (smart grid) μιας κτηριακής εγκατάστασης, παρέχοντας την αποθηκευμένη ενέργεια πίσω στο δίκτυο όταν αυτό απαιτείται. Δηλαδή, εκτός από το να αποθηκεύουν ενέργεια για τον πρωταρχικό τους σκοπό, που είναι η μετακίνηση ανθρώπων και αγαθών, μπορούν να επιστρέφουν την περισσευούμενη ενέργεια στο δίκτυο σε ώρες αιχμής της ζήτησης. Αντίστοιχα, η φόρτιση των συσσωρευτών τους θα γίνεται όταν υπάρχει παραγωγή φθηνής ή/και ανανεώσιμης ενέργειας από τοπικά Φ/Β συστήματα, μειώνοντας



---

παράλληλα το επιπλέον κόστος για άλλα σταθερά συστήματα αποθήκευσης. Η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων ως συσσωρευτές ενέργειας για μια τοπική εγκατάσταση υποστηρίζεται από τεχνολογίες σταθμών φόρτισης που ονομάζονται vehicle to grid (V2G) και vehicle to home/building (V2H/B) διασφαλίζοντας τη δυνατότητα αμφίδρομης ροής της ενέργειας. Ειδικότερα σε κτηριακές εγκαταστάσεις με στόλο οχημάτων για την εξυπηρέτηση επαγγελματικών αναγκών, η συγκεκριμένη τεχνολογία βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή, καθώς υπάρχει προγραμματισμός χρήσης των οχημάτων για μετακινήσεις.

Το κόστος των σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εξαρτάται από τον κατασκευαστή, από την ισχύ φόρτισης που παρέχουν και από το είδος τοποθέτησης και στήριξης (επίτοιχοι ή σε βάση δαπέδου). Σύμφωνα με τις τιμές που ίσχυαν στις αρχές του 2022, το ενδεικτικό κόστος κυμαίνεται από 500 € – 1.500 €, ενώ για αμφίδρομους σταθμούς που υποστηρίζουν δηλαδή τεχνολογία V2G το κόστος αυξάνει σημαντικά.

### **3.3. Ενδειγμένες τεχνολογίες ανά κατηγορία εγκαταστάσεων**

Σύμφωνα με το ενεργειακό προφίλ που διαμορφώθηκε για κάθε κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, τα δεδομένα καταναλώσεων που σημειώνονται και χαρακτηρίζουν καθεμία από αυτές και τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στις ενότητες 3.1 και 3.2, προκύπτει ένα γενικό συμπέρασμα σχετικά με τις τεχνολογίες, που ενδείκνυται να υιοθετούνται, με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση και τον ενεργειακό σχεδιασμό μίας αθλητικής μονάδας. Στον Πίνακα 3.19 παρουσιάζονται συγκεντρωμένα οι καταλληλότερες τεχνολογίες ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, οι οποίες σημειώνονται με «+» στις περιπτώσεις που ενδείκνυται [23],[35].

**Πίνακας 3.19:** Παρουσίαση των ενδεδειγμένων τεχνολογιών ενεργειακής αναβάθμισης, ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.

Τεχνολογία ενεργειακής αναβάθμισης	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων								
	Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις	Λοιπές							
		1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)				3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)	
		Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες	Με θεατές	Χωρίς θεατές
Μέτρα μηδενικού και χαμηλού κόστους	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Συστήματα παραγωγής για Θέρμανση-Ψύξη-ZNX υψηλού β.α.	+		+	+	+			+	
Διαχείριση δικτύων νερού-αέρα	+		+	+	+			+	
Συστήματα διαχείρισης ενέργειας & ελέγχου	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ενεργειακά κουφώματα	+		+	+	+				
Θερμομόνωση δομικών στοιχείων	+		+	+	+				
Φωτισμός νέας τεχνολογίας	+	+	+	+	+	+	+	+	
Συμπαραγωγή-Τριπαραγωγή	+	+	+	+	+				
Ηλιοθερμία-Ηλιακή ψύξη	+		+	+	+			+	
Αποθήκευση θερμικής ενέργειας	+			+					

Τεχνολογία ενεργειακής αναβάθμισης	Κατηγορίες αθλητικών εγκαταστάσεων								
	Μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις	Λοιπές							
		1 <sup>ο</sup> κριτήριο (τύπος κτηρίων)		2 <sup>ο</sup> κριτήριο (είδος αθλημάτων)				3 <sup>ο</sup> κριτήριο (παρουσία, ή μη, κοινού)	
		Ανοικτές	Κλειστές	Κολυμβητήρια	Γυμναστήρια	Γήπεδα/Στάδια	Άλλες	Με θεατές	Χωρίς θεατές
Ανάκτηση/Αξιοποίηση θερμότητας	+								
Φωτοβολταϊκά / Συσσωρευτές	+	+	+	+	+	+	+	+	
Εναλλάκτες αερισμού	+		+	+	+			+	
Χρήση βιομάζας	+	+	+	+					
Γεωθερμικά συστήματα	+			+					
Παθητικά συστήματα	+	+	+	+	+	+		+	
Υλικά Αλλαγής Φάσης	+		+	+	+				
Υβριδικά συστήματα	+	+	+	+	+				
Σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων	+	+	+	+	+	+	+	+	

---

## 4. Οικονομική ανάλυση Κόστους-Οφέλους των ενεργειακών παρεμβάσεων ανά κατηγορία εγκατάστασης

### 4.1. Παράμετροι αξιολόγησης επεμβάσεων εξοικονόμησης

Η επίτευξη της ενεργειακής αναβάθμισης μίας υφιστάμενης αθλητικής εγκατάστασης και ο ενεργειακός σχεδιασμός μίας νέας αθλητικής εγκατάστασης επιτυγχάνονται μέσα από πλήθος προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως διατυπώθηκαν αναλυτικά στο κεφάλαιο 3, κάθε μία από τις οποίες ενέχει διαφορετικά οφέλη και κόστη υλοποίησης. Η αξιολόγηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης και η επιλογή της κατάλληλης πρότασης πραγματοποιούνται με γνώμονα καθορισμένες παραμέτρους, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- το κόστος υλοποίησης
- το οικονομικό όφελος υλοποίησης
- τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης
- τη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και της κατανάλωσης νερού

Για κάθε ένα από τα ανωτέρω κριτήρια, δύναται να διαμορφωθεί διαφορετική κατάταξη επιλογής των προτάσεων ενεργειακής αναβάθμισης, και κατά συνέπεια, κρίνεται απαραίτητο ο αρμόδιος φορέας να αποφασίσει με βάση ποια παράμετρο θα πραγματοποιηθεί η προτεραιοποίηση των εναλλακτικών λύσεων.

#### 4.1.1. Κατηγορίες εγκαταστάσεων που μπορούν να εφαρμοστούν

Η βασικότερη παράμετρος για την αξιολόγηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας είναι η δυνατότητα εφαρμογής των τεχνολογιών και των προτάσεων εξοικονόμησης στην αθλητική εγκατάσταση. Οι συνθήκες περιβάλλοντος, ο διαθέσιμος χώρος και η τοποθεσία είναι κάποια από τα κριτήρια σχεδιασμού, τα οποία λαμβάνονται υπόψιν από τον μελετητή κατά τη διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου και της επιλογής των κατάλληλων πρακτικών και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας.

Παράλληλα, οι διαφορετικές απαιτήσεις που παρουσιάζονται σε κάθε κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης, θέτουν ακόμη έναν παράγοντα σχεδιασμού, που είναι η καταλληλότητα και η βέλτιστη προσαρμογή των ενεργειακών προτάσεων στα δεδομένα της κάθε εγκατάστασης. Στην ενότητα 3.3 παρουσιάστηκαν οι ενδεδειγμένες τεχνολογίες ανά κατηγορία αθλητικού κέντρου και σύμφωνα με αυτή σχεδιάστηκε ο συγκεντρωτικός πίνακας 3.19, στον οποίο φαίνεται η δυνατότητα εφαρμογής των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κάθε κατηγορία αθλητικών εγκαταστάσεων.

#### 4.1.2. Κόστος υλοποίησης

Το κόστος υλοποίησης περιλαμβάνεται στα αρχικά κόστη της επένδυσης και αποτελεί ένα από τα κύρια μεγέθη, που λαμβάνουν μέρος στην οικονομική αξιολόγηση των

---

εναλλακτικών λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Η άμεση επίδραση που έχει στην οικονομική ανάλυση του έργου, το καθιστά σημαντική παράμετρο για την επιλογή, ή όχι, ενός σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης.

Ανάλογα με την κατηγορία της αθλητικής εγκατάστασης τροποποιείται ο προϋπολογισμός του έργου, καθώς αλλάζουν οι ενεργειακές ανάγκες και οι απαιτήσεις εξοικονόμησης. Για παράδειγμα, οι μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονται από κτηριακές υποδομές με αυξημένο όγκο, παρουσιάζουν υψηλότερες ενεργειακές καταναλώσεις για θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ και φωτισμό από τις υπόλοιπες αθλητικές μονάδες. Ομοίως, τα κολυμβητήρια, στα οποία υπεισέρχεται και η ανάγκη για θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, αυξάνουν τη συνολική απαίτηση για θερμική ενέργεια. Στην ενότητα 4.2 ακολουθεί ο υπολογισμός του κόστους, ενώ η παρουσίαση διαγραμμάτων και πινάκων με τις εμπορικές τιμές των ενδεδειγμένων τεχνολογιών για κάθε κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης πραγματοποιήθηκε στο κεφάλαιο 3.

#### **4.1.3. Οικονομικό όφελος υλοποίησης**

Το οικονομικό όφελος ενός έργου ενεργειακής αναβάθμισης αποτελεί απόρροια της εξοικονομούμενης ενέργειας και συνιστά σημαντικό παράγοντα στην οικονομική αξιολόγηση κάθε ενεργειακής πρότασης. Η άμεση συσχέτιση τού εν λόγω μεγέθους με την οικονομική αποδοτικότητα του έργου, το καθιστά ως μία από τις βασικότερες παραμέτρους αξιολόγησης των επεμβάσεων εξοικονόμησης.

Η σχέση μεταξύ του οικονομικού οφέλους και της κατανάλωσης ενέργειας είναι αντιστρόφως ανάλογη, δεδομένου ότι η μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων επιφέρει μείωση των εξόδων για τη προμήθεια ενέργειας, επιδρώντας με θετικό πρόσημο στα μεγέθη αποδοτικότητας της οικονομικής ανάλυσης.

#### **4.1.4. Βελτίωση συνθηκών άνεσης**

Η βελτίωση των συνθηκών άνεσης αποτελεί μία ποιοτική παράμετρο αξιολόγησης των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, η οποία δεν υπεισέρχεται στην οικονομική ανάλυση του έργου, αλλά επηρεάζει σημαντικά την απόφαση του υπεύθυνου φορέα. Οι συνθήκες άνεσης εξαρτώνται κυρίως από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και, πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται στη θερμοκρασία του χώρου, τη σχετική υγρασία, την κίνηση του αέρα, καθώς και την οπτική άνεση [4]. Σε κάθε παράγοντα έχει οριστεί μία ιδανική τιμή, η οποία προσφέρει στον χρήστη το αίσθημα της άνεσης.

- **Θερμοκρασία χώρου:** Αναφέρεται στην επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα, που βρίσκεται μέσα σε έναν χώρο, και αποτελεί σημαντικό παράγοντα καθορισμού της θερμικής άνεσης. Στην Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ 20701-1/2017 καθορίζονται, με βάση

---

τις συνιστώμενες τιμές του προτύπου ΕΛΟΤ EN 15251:2007, οι τιμές θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων, που λαμβάνονται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, τόσο για τη χειμερινή όσο και τη θερινή περίοδο, για όλες τις κατηγορίες των κτηρίων. Για τους κλειστούς χώρους άθλησης η καθοριζόμενη τιμή θερμοκρασίας ανέρχεται στους 18°C, για τη χειμερινή περίοδο, και στους 25°C για τη θερινή [5].

- **Σχετική υγρασία αέρα:** Επιδρά στην ικανότητα του σώματος να αποβάλλει θερμότητα με την εξάτμιση του ιδρώτα, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής σχετικής υγρασίας του αέρα δημιουργεί θερμική δυσφορία, παρεμποδίζοντας την εξάτμιση του ιδρώτα, δηλαδή την αποβολή θερμότητας. Με σκοπό τον καλύτερο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτήρια, εφαρμόζονται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική του υγρασία. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017, για τους κλειστούς χώρους άθλησης, η τιμή της σχετικής υγρασίας, που λαμβάνεται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, ανέρχεται στο 35% για τη χειμερινή περίοδο και στο 45% για τη θερινή περίοδο [5].
- **Κίνηση του αέρα:** Αναφέρεται στην ταχύτητα του αέρα και επηρεάζει σημαντικά το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Με την κίνηση του αέρα και την εισαγωγή νωπού αέρα, είτε με φυσικό είτε με μηχανικό τρόπο, στους εσωτερικούς χώρους, επιτυγχάνεται ο επιθυμητός ρυθμός ανανέωσης, στον οποίο αυξάνεται ή μειώνεται ο βαθμός μεταφοράς και εξάτμισης, και, κατά συνέπεια, απομακρύνεται η επιπλέον θερμότητα από το σώμα. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017, ο ενδεικνυόμενος απαιτούμενος νωπός αέρας ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου για τους κλειστούς χώρους άθλησης ανέρχεται σε 33.75 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>. Ωστόσο, κατά το στάδιο του σχεδιασμού, ο υπεύθυνος μελετητής πρέπει να είναι σε θέση να επιλέξει την κατάλληλη τιμή σχεδιασμού των συστημάτων αερισμού, η οποία προσιδιάζει καλύτερα στο κτήριο και στη λειτουργία του, δεδομένων των ορίων που παρέχονται στα ισχύοντα πρότυπα ΕΛΟΤ EN15251:2007 και ASHRAE 62.1-2010 και στη τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86 [4],[5].
- **Οπτική άνεση:** Εκφράζει την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, η οποία επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή σε έναν χώρο και την ομαλή άσκηση της προβλεπόμενης δραστηριότητας σε αυτόν, χωρίς να προκαλούνται φαινόμενα οπτικής δυσφορίας ή/και κόπωσης. Η οπτική άνεση εξασφαλίζεται κατά τον σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού και καθορίζεται από την ποσότητα του φυσικού φωτισμού, την κατανομή του στον χώρο και τον μέγιστο βαθμό θάμβωσης. Στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN12464.1-2011 παρουσιάζονται με λεπτομέρεια τα ενδεδειγμένα επίπεδα φωτισμού ανά χρήση χώρου, καθώς και επιπλέον πληροφορίες, οι οποίες σχετίζονται με τον σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού [5].

---

Οι τιμές σχεδιασμού, με σκοπό την ικανοποίηση των παραπάνω παραγόντων και την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης, μελετώνται μεμονωμένα για κάθε περίπτωση αθλητικής εγκατάστασης και δε δύναται να διαμορφωθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με συγκεκριμένες τιμές ανά κατηγορία αθλητικής εγκατάστασης.

#### **4.1.5. Μείωση ανθρακικού αποτυπώματος – κατανάλωσης νερού**

Δύο ακόμη, ιδιαίτερα σημαντικές, παράμετροι αξιολόγησης των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις αθλητικές εγκαταστάσεις αποτελούν η επίτευξη χαμηλού ανθρακικού αποτυπώματος και η μείωση της άσκοπης και αλόγιστης κατανάλωσης του νερού. Πρόκειται για δύο στόχους, με κατεύθυνση την προστασία του περιβάλλοντος, τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και τη σταδιακή εξάλειψη του φαινομένου του θερμοκηπίου.

- **Μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος**

Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή κατάλληλων μέτρων μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων και αύξησης της αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και κατά συνέπεια, τη μείωση των εκλύομενων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου. Στον Πίνακα 1.2 της TOTEE 20701-1/2017 παρουσιάζονται οι εκλύομενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO<sub>2</sub>/kWh), με βάση την πηγή ενέργειας. Συνεπώς, ανάλογα με το είδος του καυσίμου που εξοικονομείται, η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος (σε ton CO<sub>2</sub>) εκτιμάται πολλαπλασιάζοντας την εξοικονομούμενη ενέργεια καυσίμου με την αντίστοιχη τιμή του συγκεκριμένου πίνακα [5].

- **Μείωση της κατανάλωσης νερού**

Η σωστή και ορθολογική κατανάλωση του νερού συμβάλει στην προστασία των υδάτινων πόρων και, κατ' επέκτασιν, στην εξοικονόμηση μίας ανανεώσιμης μορφής ενέργειας. Η μείωση της κατανάλωσης νερού επιτυγχάνεται μέσα από στοχευμένες πρακτικές και τεχνολογίες, οι όποιες περιλαμβάνουν [14]:

- Την ανάπτυξη ευσυνείδητης συμπεριφοράς των χρηστών, με στόχο τον περιορισμό της άσκοπης σπατάλης του νερού.
- Την τοποθέτηση αυτόματων κρουνών, εξοπλισμένων με αισθητήρες προσέγγισης και σύστημα διακοπής με χρονοκαθυστέρηση.
- Τον επιμελή και τακτικό έλεγχο των υδραυλικών εγκαταστάσεων, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν διαρροές του νερού.
- Την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων, αφότου προηγηθεί η βιολογική τους επεξεργασία, μέσω ειδικών συστημάτων ανακύκλωσης – επαναχρησιμοποίησης του

---

ημιακάθαρτου νερού από τους λουτήρες, τους νιπτήρες και τους νεροχύτες. Η αξιοποίηση των ημιακάθαρτων υγρών αποβλήτων δύναται να υποκαταστήσει τη χρήση του καθαρού πόσιμου νερού, σε περιπτώσεις που δεν απαιτείται η υψηλή ποιότητά του.

Το συγκεκριμένο κριτήριο αξιολόγησης της εξοικονόμησης ενέργειας βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στις μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις, οι οποίες φιλοξενούν τα περισσότερα είδη αθλημάτων και εξυπηρετούν αυξημένο πλήθος χρηστών (αθλητών, επισκεπτών και προσωπικού), καθώς και στα κολυμβητήρια και στα γυμναστήρια, όπου οι αθλούμενοι απαιτείται να φροντίζουν την προσωπική τους υγιεινή μέσα από τακτικές πλύσεις.

#### **4.2. Υπολογισμός κόστους**

Πρωταρχικό στάδιο της οικονομικής αξιολόγησης μίας ενεργειακής πρότασης αποτελεί η εκτίμηση του κόστους που απαιτείται, τόσο για την υλοποίησή της όσο και για τη λειτουργία της κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Τα κόστη, ανάλογα με τον χρόνο και τη μορφή που εμφανίζονται, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- i. τα αρχικά κόστη**, τα οποία περιλαμβάνουν τα κόστη της επένδυσης, όπως είναι η μελέτη, η προμήθεια και η εγκατάσταση των συστημάτων και του εξοπλισμού.
- ii. τα μελλοντικά κόστη**, που εμπεριέχουν τα κόστη ενέργειας και νερού, τα λειτουργικά κόστη, τα κόστη συντήρησης, επισκευών και αντικατάστασης, καθώς και τα έκτακτα κόστη.
- iii. τα τελικά κόστη**, στα οποία υπολογίζονται η υπολειμματική αξία της επένδυσης και το κόστος μεταπώλησης ή εκποίησης.

#### **4.3. Υπολογισμός εσόδων/οφέλους από την εξοικονόμηση και την παραγωγή ενέργειας**

Επόμενο στάδιο της οικονομικής αξιολόγησης αποτελεί ο υπολογισμός του οικονομικού οφέλους και των εσόδων, που προκύπτουν από την εξοικονόμηση και από την παραγωγή ενέργειας. Η υλοποίηση κάθε εναλλακτικής πρότασης ενεργειακής αναβάθμισης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των καταναλώσεων ενέργειας και, συνεπώς, την εξοικονόμηση χρημάτων. Αφότου προηγηθεί η εκτίμηση των αναμενόμενων ενεργειακών καταναλώσεων, και δεδομένης της εμπορικής αξίας κάθε είδους καυσίμου, καθίσταται εφικτό να προσδιορισθεί το οικονομικό όφελος της εγκατάστασης, έπειτα από την πραγματοποίηση των έργων ενεργειακής αναβάθμισης. Στην περίπτωση που αξιοποιείται κάποια τεχνολογία ΑΠΕ, η οποία παρέχει ενέργεια στο δίκτυο έναντι του προβλεπόμενου, από την νομοθεσία, αντιτίμου, τότε υπολογίζονται και τα έσοδα από αυτή τη διαδικασία.



---

#### 4.4. Έλεγχος βιωσιμότητας έργου (εφαρμογή της μεθόδου LCCA)

Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής, η οποία χάριν συντομίας θα αναφέρεται ως LCCA (Life Cycle Cost Analysis), αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους οικονομικής αξιολόγησης των έργων, η οποία βασίζεται στην εκτίμηση του συνολικού κόστους ενός έργου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του ή μίας δεδομένης περιόδου μελέτης, η οποία καθορίζεται από τον επενδυτή [36]. Ο προσδιορισμός του συνολικού κόστους λαμβάνει υπόψη τόσο τα μακροπρόθεσμα όσο και τα βραχυπρόθεσμα κόστη, συνυπολογίζοντας τις οικονομικές επιπτώσεις και διακυμάνσεις, από τις οποίες επηρεάζονται, σε βάθος χρόνου. Το συνολικό κόστος ενός έργου απαρτίζεται από την αρχική επένδυση, τη συντήρηση, τη λειτουργία και οτιδήποτε άλλο απαιτείται για την περάτωση και την πλήρη αξιοποίηση του έργου. Επομένως, πρόκειται για μία μέθοδο που επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής αποδοτικότητας κάθε προτεινόμενης παρέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας, και έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει την, οικονομικά, προσφορότερη και αποτελεσματικότερη εναλλακτική λύση. Από τα αποτελέσματά της ο επενδυτής δύναται να συγκρίνει και να επιλέξει το καταλληλότερο, για εκείνον, επενδυτικό σχέδιο.

- **Καθορισμός του προβλήματος, του στόχου και των εναλλακτικών λύσεων**

Το πρώτο στάδιο της LCCA είναι ο προσδιορισμός του βασικού προβλήματος ενός έργου και ο καθορισμός των πιθανών λύσεων, προκειμένου να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος. Σύμφωνα με την ανάλυση των στοιχείων της υπό μελέτη αθλητικής μονάδας και τον εντοπισμό των ενεργειακών καταναλώσεων, προκύπτει η λήψη κατάλληλων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης του εξοπλισμού και της συνολικής λειτουργίας της.

- **Προσδιορισμός κοινών παραδοχών και παραμέτρων**

Σε αυτό το βήμα καθορίζεται μία κατάσταση αναφοράς, με την οποία πρόκειται να συγκριθούν τα εναλλακτικά σενάρια παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, προκειμένου να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Στη συγκεκριμένη προσέγγιση της LCCA, ως κατάσταση αναφοράς ορίζεται η υφιστάμενη κατάσταση της κάθε αθλητικής μονάδας, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών για τη συντήρηση και τη λειτουργία της. Παράλληλα, προσδιορίζεται η περίοδος μελέτης των επενδυτικών προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και το έτος βάσης, στο οποίο θα πραγματοποιείται η αναγωγή όλων των μελλοντικών δαπανών. Η μετατροπή κάθε μελλοντικού κόστους σε παρούσα αξία λαμβάνει χώρα με την εφαρμογή του κατάλληλου συντελεστή, στον οποίο υπεισέρχεται η αξία του προεξοφλητικού επιτοκίου.

Σημειώνεται πως, σε κάθε εναλλακτική λύση πρέπει οι παράμετροι, που λαμβάνουν μέρος στους υπολογισμούς, να έχουν την ίδια τιμή. Επομένως, είναι αναγκαίο η ανάλυση LCC να

---

πραγματοποιείται σε κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας για την ίδια περίοδο μελέτης, και οι συντελεστές να εκτιμώνται σύμφωνα με τις ίδιες τιμές των παραγόντων, που τις επηρεάζουν, όπως είναι ο πληθωρισμός, το ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο και το ονομαστικό ποσοστό κλιμάκωσης των τιμών ενέργειας.

- **Αναγωγή κάθε μορφής κόστους στην παρούσα αξία**

Η αναγωγή κάθε κόστους στην παρούσα αξία, προϋποθέτει την ορθή κατηγοριοποίησή του στο αντίστοιχο είδος δαπάνης, σύμφωνα με τον τρόπο και τον ρυθμό που παρουσιάζεται κατά την περίοδο μελέτης. Σε μία ανάλυση LCC, η προεξόφληση των μελλοντικών ταμειακών ροών στην παρούσα αξία προσεγγίζεται κυρίως με δύο τρόπους:

**1. Προεξόφληση των εφάπαξ ποσών σε παρούσα αξία:** Αναφέρεται στα κόστη,  $F_t$ , που σημειώνονται σε τυχαία χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός έργου, και η αναγωγή τους σε παρούσα αξία απαιτεί τον πολλαπλασιασμό με τον Συντελεστή Ενιαίας Παρούσας Αξίας (Single Present Value - SPV), λαμβάνοντας υπόψη την αξία του προεξοφλητικού επιτοκίου  $d$  και το έτος,  $t$ , πραγματοποίησης της κάθε δαπάνης. Ο τύπος της Παρούσας Αξίας για εφάπαξ ποσά έχει την μορφή [1]:

$$PV = F_t \cdot SPV = F_t \cdot \frac{1}{(1 + d)^t} \quad (4.1)$$

**2. Προεξόφληση των ετησίως επαναλαμβανόμενων ποσών σε παρούσα αξία:** Περιλαμβάνει δύο υποκατηγορίες εξόδων: τις ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ομοιόμορφων ποσών, τα οποία λαμβάνουν χώρα κάθε χρόνο κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης και έχουν το ίδιο ύψος, και τις ετησίως επαναλαμβανόμενες δαπάνες ανομοιόμορφων ποσών, των οποίων το ύψος κόστους μεταβάλλεται από έτος σε έτος, δεδομένου ενός εκτιμώμενου ποσοστού κλιμάκωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της πρώτης υποκατηγορίας δαπανών αποτελούν τα λειτουργικά κόστη, ενώ της δεύτερης είναι το κόστος ενέργειας για το ίδιο επίπεδο κατανάλωσης.

Η μετατροπή, σε παρούσα αξία, των ετησίως επαναλαμβανόμενων όμοιων ποσών,  $A_0$ , τα οποία πραγματοποιούνται κάθε έτος της περιόδου μελέτης  $n$ , διενεργείται με την χρήση του Συντελεστή Ομοιόμορφης Παρούσας Αξίας (Uniform Present Value - UPV), λαμβάνοντας υπόψη την αξία του προεξοφλητικού επιτοκίου  $d$ . Η εκτίμηση της Παρούσας Αξίας για ομοιόμορφα ποσά περιγράφεται από την σχέση [1]:

$$PV = A_0 \cdot UPV = A_0 \cdot \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1 + d)^t} = A_0 \cdot \frac{(1 + d)^n - 1}{d(1 + d)^n} \quad (4.2)$$

Τα επαναλαμβανόμενα ετήσια ανομοιόμορφα ποσά,  $A_0$ , τα οποία προκύπτουν κάθε έτος της περιόδου μελέτης  $n$ , αλλά μεταβάλλονται από έτος σε έτος με ένα σταθερό ποσοστό κλιμάκωσης  $e$ , ανάγονται σε παρούσα αξία βάσει του Συντελεστή Ομοιόμορφης Παρούσας Αξίας τροποποιημένου για κλιμάκωση τιμών (Uniform Present Value factor modified for price escalation – UPV\*). Στην τιμή του συντελεστή UPV\*, εκτός από το ποσοστό κλιμάκωσης  $e$ , λαμβάνεται υπόψη και προεξοφλητικό επιτόκιο  $d$ . Η Παρούσα Αξία για ανομοιόμορφα ποσά υπολογίζεται από την εξίσωση [1]:

$$PV = A_0 \cdot UPV^* = A_0 \cdot \sum_{t=1}^n \left( \frac{1+e}{1+d} \right)^t = A_0 \cdot \frac{(1+e)}{(d-e)} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{1+e}{1+d} \right)^n \right] \quad (4.3)$$

- **Υπολογισμός του Κόστους Κύκλου Ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας**

Έπειτα από τον προσδιορισμό των δαπανών, που επιφέρει η υλοποίηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, ακολουθεί η εκτίμηση του κόστους κύκλου ζωής για κάθε σενάριο και η σύγκριση μεταξύ τους, προκειμένου να ληφθεί η απόφαση επένδυσης της αποδοτικότερης εναλλακτικής λύσης. Ο εν λόγω υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής των έργων ενεργειακής αναβάθμισης, λαμβάνει χώρα μέσα από την εφαρμογή μίας απλοποιημένης τεχνικής μεθόδου LCC, σύμφωνα με την οποία [1]:

$$LCC = I + Repl - Res + E + W + OM\&R \quad (4.4)$$

όπου:

**LCC:** το τελικό κόστος κύκλου ζωής μιας εναλλακτικής πρότασης έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε όρους παρούσας αξίας.

**I:** οι επενδυτικές δαπάνες σε όρους παρούσας αξίας.

**Repl:** οι δαπάνες αντικατάστασης κεφαλαίου σε όρους παρούσας αξίας.

**Res:** η υπολειμματική αξία σε όρους παρούσας αξίας (τιμή μεταπώλησης, πώληση ως scrap κ.λπ.) μείον δαπανών διάθεσης (καταστροφής, ανακύκλωσης κ.λπ.).

**E:** τα ενεργειακά κόστη σε όρους παρούσας αξίας.

**W:** τα κόστη νερού σε όρους παρούσας αξίας.

**OM&R:** οι δαπάνες λειτουργίας εκτός καυσίμων, συντήρησης και δαπάνες επισκευής σε όρους παρούσας αξίας.

- **Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου**

Ο προσδιορισμός των εισροών, που επιδρούν σε μεγαλύτερο βαθμό στο κόστος του κύκλου ζωής κάθε επενδυτικής πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας, επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της Ανάλυσης Ευαισθησίας. Σύμφωνα με τον «Οδηγό Ενεργειακών Ελέγχων – Μέρος 1» του ΥΠΕΝ, η ανάλυση ευαισθησίας αποτελεί έναν από τους τρόπους αξιολόγησης της αβεβαιότητας μιας LCCA, καθώς: «είναι μια τεχνική για τον προσδιορισμό

---

*εκείνων των τιμών εισόδου, οι οποίες εάν ήταν διαφορετικές, θα προκαλούσαν σημαντική διαφορά στο αποτέλεσμα της ανάλυσης. Μπορεί επίσης να υπολογίσει ένα φάσμα αποτελεσμάτων, προκειμένου να προσδιοριστούν τα κατώτερα και ανώτερα όρια του LCC.».*

Κατά την υλοποίηση της Ανάλυσης Ευαισθησίας, πραγματοποιείται η μεταβολή των αβέβαιων τιμών εισόδου, ανά μία κάθε φορά, και εξετάζεται η επίδραση που έχει στον μελετώμενο δείκτη αξιολόγησης LCC [30],[31]. Η προκύπτουσα μεταβολή της τιμής του δείκτη, καθορίζει τον βαθμό αβεβαιότητας της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής.

- **Επιλογή του επενδυτικού σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης**

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η απόφαση για το αποδοτικότερο επενδυτικό σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης λαμβάνεται με γνώμονα το ελάχιστο κόστος κύκλου ζωής. Ωστόσο, η τελική επιλογή δύναται να επηρεάζεται και από άλλα κριτήρια, όπως είναι η ελαχιστοποίηση του κινδύνου, η ευελιξία υλοποίησης, και άλλες παράμετροι, οι οποίες δεν είναι εύκολα μετρήσιμες. Η λήψη της τελικής απόφασης για την πραγματοποίηση της επένδυσης εξαρτάται από τον υπεύθυνο φορέα της αθλητικής εγκατάστασης.

#### **4.5. Υπολογισμός συμπληρωματικών οικονομικών δεικτών**

Η εκτίμηση των καθαρών εξοικονομήσεων (NS), του λόγου εξοικονομήσεων προς επένδυση (SIR), του προσαρμοσμένου βαθμού εσωτερικής απόδοσης (AIRR) και των περιόδων αποπληρωμής (απλής SPB και προεξοφλημένης DPB) συμπληρώνουν την οικονομική ανάλυση των έργων ενεργειακής αναβάθμισης, κάποιιοι με απλούστερο και άλλοι με πολυπλοκότερο τρόπο. Σε κάθε περίπτωση, παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την αποδοτικότητα των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, και κατά συνέπεια αποτελούν κριτήρια επιλογής [27],[28],[29].

- **Καθαρές εξοικονομήσεις (Net Savings – NS)**

Ο δείκτης NS αναφέρεται στην οικονομική απόδοση ενός έργου εξοικονόμησης ενέργειας και υπολογίζει το καθαρό ποσό, στην παρούσα αξία χρήματος, το οποίο αναμένεται να εξοικονομήσει η εφαρμογή του κατά την περίοδο της μελέτης, δίνοντας έμφαση στα οφέλη που εμφανίζονται κυρίως από τη μελλοντική μείωση του λειτουργικού κόστους. Οι καθαρές εξοικονομήσεις χρήματος για ένα εναλλακτικό σχέδιο δράσης εξοικονόμησης ενέργειας, σε σχέση με ένα καθορισμένο βασικό σενάριο, μπορούν να υπολογιστούν με απλή αφαίρεση του κόστους κύκλου ζωής του εναλλακτικού σχεδίου από το LCC του βασικού σεναρίου [1]:

$$NS = LCC_{\text{Σεναρίου βάσης}} - LCC_{\text{Εναλλακτικής λύσης}} \quad (4.5)$$

Στην περίπτωση που  $NS > 0$ , το σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης θεωρείται οικονομικά αποδοτικό. Κατά την αξιολόγηση πολλαπλών, αμοιβαία αποκλειόμενων εναλλακτικών

---

λύσεων, πιο αποτελεσματική κρίνεται εκείνη με τις υψηλότερες καθαρές εξοικονομήσεις και κατά συνέπεια, το χαμηλότερο κόστος κύκλου ζωής.

- **Λόγος εξοικονομήσεων προς επένδυση (SIR)**

Ο δείκτης SIR εκφράζει, με τη μορφή αναλογίας, τη σχέση μεταξύ της εξοικονόμησης και του αρχικού κόστους επένδυσης, σε όρους παρούσας αξίας. Συνιστά δείκτη οικονομικής επίδοσης μίας εναλλακτικής πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας σε σχέση με το βασικό σενάριο, που συνήθως είναι η υφιστάμενη κατάσταση της αθλητικής εγκατάστασης. Ο μαθηματικός τύπος υπολογισμού του δείκτη SIR, όπως και στην περίπτωση υπολογισμού του LCC, είναι [1]:

$$SIR = \frac{\Delta E + \Delta W + \Delta OM\&R}{\Delta I_0 + \Delta Repl - \Delta Res} \quad (4.6)$$

όπου:

**SIR:** η αναλογία των λειτουργικών εξοικονομήσεων προς το πρόσθετο επενδυτικό κόστος, που υπολογίζεται για την εναλλακτική λύση σε σχέση με το βασικό σενάριο.

**ΔE:** οι εξοικονομήσεις ενεργειακού κόστους της εναλλακτικής.

**ΔW:** οι εξοικονομήσεις κόστους νερού της εναλλακτικής.

**ΔOM&R:** η διαφορά στις δαπάνες λειτουργίας εκτός καυσίμων, συντήρησης και δαπάνες επισκευής.

**ΔI<sub>0</sub>:** το επιπρόσθετο αρχικό επενδυτικό κόστος που απαιτείται για την εναλλακτική σε σχέση με το βασικό σενάριο.

**ΔRep:** η διαφορά στις δαπάνες αντικατάστασης κεφαλαίου.

**ΔRes:** η διαφορά στην εναπομένουσα αξία ή υπολειμματική αξία.

Σημειώνεται πως, οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών εκφράζονται σε παρούσα αξία και για τον υπολογισμό τους πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ίδια ημερομηνία βάσης, η ίδια περίοδος μελέτης και το ίδιο προεξοφλητικό επιτόκιο, τόσο για το βασικό σενάριο όσο και για το εναλλακτικό σχέδιο εξοικονόμησης.

Στην περίπτωση που  $SIR > 1$ , θεωρείται πως οι εξοικονομήσεις, που θα αποδώσει το νέο σχέδιο, είναι μεγαλύτερες από το οριακό κόστος της επένδυσης, και πως η καθαρή εξοικονόμησή του είναι μεγαλύτερη από το μηδέν. Επομένως, κρίνεται ως ένα επιλέξιμο και οικονομικά αιτιολογημένο σχέδιο. Ωστόσο, κατά την αξιολόγηση πολλαπλών αλληλοαποκλειόμενων εναλλακτικών λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας, δεν συνηθίζεται η εφαρμογή του συγκεκριμένου δείκτη, καθώς παρατηρείται πως το εναλλακτικό σχέδιο με το χαμηλότερο LCC δεν είναι γενικά η εναλλακτική λύση με τον υψηλότερο δείκτη SIR. Ο υπολογισμός του δείκτη SIR πραγματοποιείται συνήθως ως μέσο για την κατάταξη του υπό μελέτη σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης, ανάμεσα σε ένα ευρύτερο κατάλογο με άλλα ανεξάρτητα μεταξύ τους έργα, ιδίου βεληνεκούς, και χρησιμοποιείται ως οδηγός για τη βέλτιστη κατανομή περιορισμένων επενδυτικών πόρων.

---

- **Προσαρμοσμένος βαθμός εσωτερικής απόδοσης (AIRR)**

Ο δείκτης AIRR (Adjusted Internal Rate of Return) αποτελεί το μέτρο της συνολικής ετήσιας πραγματικής απόδοσης ενός επενδυτικού σχεδίου κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης, και συγκρίνεται με το ελάχιστο αποδεκτό ποσοστό απόδοσης για τον επενδυτή (Minimum Acceptable Rate of Return- MARR), το οποίο είναι συνήθως ίσο με το προεξοφλητικό επιτόκιο ( $d$ ) που εφαρμόζεται στην ανάλυση LCC. Η πιο απλή μέθοδος υπολογισμού του AIRR απαιτεί αρχικά τον υπολογισμό του δείκτη SIR για την εξεταζόμενη ενεργειακή πρόταση, σε σχέση με το βασικό σενάριο, και στη συνέχεια, ο AIRR εκτιμάται εύκολα με τον ακόλουθο τύπο [1]:

$$AIRR = (1 + r)(SIR)^{\frac{1}{N}} - 1 \quad (4.7)$$

όπου:

**r:** το ποσοστό απόδοσης της επανεπένδυσης.

**N:** ο αριθμός των ετών της περιόδου μελέτης.

Στην περίπτωση που, η αξιολόγηση του επενδυτικού σχεδίου πραγματοποιείται μέσω της τιμής του δείκτη AIRR, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- **AIRR > MARR:** Το επενδυτικό σχέδιο είναι οικονομικά αποδοτικό.
- **AIRR < MARR:** Το επενδυτικό σχέδιο είναι οικονομικά μη αποδοτικό.
- **AIRR = MARR:** Το επενδυτικό σχέδιο είναι οικονομικά ουδέτερο.

Όπως και στην περίπτωση υπολογισμού του SIR, η εναλλακτική λύση με τον υψηλότερο AIRR δεν θα είναι απαραίτητα και η εναλλακτική λύση με το χαμηλότερο LCC. Γι' αυτό τον λόγο, ο AIRR δεν συνηθίζεται να χρησιμοποιείται για την επιλογή μεταξύ πολλών, αμοιβαία αποκλειόμενων εναλλακτικών ενός έργου, αλλά εφαρμόζεται, κυρίως, για την ταξινόμηση ανεξάρτητων εναλλακτικών κατά τη διαδικασία κατανομής κονδυλίων σε συνθήκες περιορισμένου προϋπολογισμού.

- **Απλή αποπληρωμή (Simple Payback – SPB) και προεξοφλημένη αποπληρωμή (Discounted Payback - DPB)**

Οι δείκτες SPB και DPB αναφέρονται στην απόσβεση του επενδυτικού κεφαλαίου, το οποίο παρέχεται για την υλοποίηση του εκάστοτε σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης, και εκφράζουν την χρονική περίοδο, που πρόκειται να μεσολαβήσει, προκειμένου η συνολική εξοικονόμηση να αντισταθμίσει το οριακό κόστος της αρχικής επένδυσης του έργου. Και οι δύο μέθοδοι αποπληρωμής αγνοούν όλα τα έξοδα (λειτουργίας, συντήρησης κλπ), καθώς και την υπολειμματική αξία, ή τα οφέλη που επέρχονται μετά την ημερομηνία αποπληρωμής, και κατά συνέπεια, δεν χρησιμοποιούνται στην κατάταξη ανεξάρτητων

---

μεταξύ τους έργων αλλά εφαρμόζονται, συνήθως, σε δύο περιπτώσεις: στο στάδιο της προμελέτης ενός σχεδίου, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν αξίζει να προχωρήσει η ενασχόληση και η μελέτη του, και όταν υπάρχει απαίτηση για μία επιφανειακή σύγκριση εναλλακτικών λύσεων.

Συγκριτικά, ο δείκτης DPB προτιμάται από τον SPB για τον υπολογισμό της περιόδου αποπληρωμής ενός σχεδίου εξοικονόμησης ενέργειας, διότι προϋποθέτει ότι οι ταμειακές ροές που εμφανίζονται κάθε χρόνο προεξοφλούνται στην παρούσα αξία τους, πριν την συμμετοχή τους στο συνολικό αποτέλεσμα εξοικονομήσεων και δαπανών. Σε περίπτωση που η DPB είναι μικρότερη από τον ορίζοντα της ωφέλιμης ζωής που χρησιμοποιείται στην οικονομική ανάλυση, το έργο είναι οικονομικά αποδοτικό.

Ο μαθηματικός τύπος για τον υπολογισμό της περιόδου αποπληρωμής έχει ως [1]:

$$\sum_{t=1}^y \frac{(\Delta E_t + \Delta W_t + \Delta OM\&R_t + \Delta Repl_t - \Delta Res_t)}{(1+d)^t} \geq \Delta I_0 \quad (4.8)$$

όπου:

**$\Delta E_t$ :** οι εξοικονομήσεις ενεργειακού κόστους το έτος t.

**$\Delta W_t$ :** οι εξοικονομήσεις κόστους νερού το έτος t.

**$\Delta OM\&R_t$ :** η διαφορά στις δαπάνες λειτουργίας εκτός καυσίμων, συντήρησης και δαπάνες επισκευής το έτος t.

**$\Delta Repl_t$ :** η διαφορά στις δαπάνες αντικατάστασης κεφαλαίου το έτος t.

**$\Delta Res_t$ :** η διαφορά στην εναπομένουσα αξία ή υπολειμματική αξία το έτος t.

**d:** το προεξοφλητικό επιτόκιο.

**$\Delta I_0$ :** το επιπρόσθετο αρχικό επενδυτικό κόστος που απαιτείται για την εναλλακτική σε σχέση με το βασικό σενάριο.

#### **4.6. Επεξεργασία αποτελεσμάτων από την οικονομική ανάλυση και ιεράρχηση επεμβάσεων**

Η οικονομική ανάλυση των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης αποτελεί την κατακλείδα του ενεργειακού ελέγχου και, συνήθως, υποδεικνύει τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν προκειμένου η εγκατάσταση να αναβαθμιστεί ενεργειακά. Διενεργείται με διάφορες μεθόδους, οι κυριότερες από τις οποίες παρουσιάστηκαν στις ενότητες 4.4 και 4.5, και ο εκάστοτε ενεργειακός επιθεωρητής και υπεύθυνος είναι αρμόδιος να αξιολογήσει την καταλληλότητά τους. Στην περίπτωση παρουσίας πολλών εναλλακτικών λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας, ενδείκνυται η χρήση της Ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA) για την επιλογή του τελικού σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης, καθώς αξιολογείται μακροπρόθεσμα η οικονομική αποτελεσματικότητα κάθε πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις μεταβολές στα μελλοντικά κόστη της ενέργειας όσο και στους οικονομικούς δείκτες κατά τη διάρκεια μελέτης ή φυσικής ζωής του έργου.

---

Εφόσον υπολογισθεί το κόστος κύκλου ζωής (LCC) για κάθε σενάριο εξοικονόμησης ενέργειας, όπως παρουσιάζεται στην ενότητα 4.4, ακολουθεί η σύγκρισή του μεταξύ όλων των σεναρίων αλλά και με το LCC του βασικού σεναρίου, το οποίο συνηθίζεται να είναι η υφιστάμενη κατάσταση. Αναγκαία συνθήκη για τη σύγκριση των LCC αποτελεί η προϋπόθεση πως οι οικονομικές παραδοχές και οι ημερομηνίες έναρξης και λήξης έχουν γίνει σε κοινή βάση.

Η ιεράρχηση των εναλλακτικών προτάσεων ενεργειακής αναβάθμισης αποτελεί απόρροια της σύγκρισης των LCC, ορίζοντας στην πρώτη θέση επιλογής το σενάριο με το χαμηλότερο LCC και στην τελευταία, εκείνο με το υψηλότερο LCC. Εφόσον κρίνεται απαραίτητο, υπολογίζονται και οι συμπληρωματικοί δείκτες, NS, SIR και AIRR, από τους οποίους, η καθαρή εξοικονόμηση NS χρησιμοποιείται για αμοιβαίως αποκλειόμενες εναλλακτικές λύσεις, ενώ ο λόγος εξοικονομήσεων/επενδύσεων (SIR) και ο Σταθμισμένος Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της Επένδυσης (AIRR) χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατάταξη των ανεξάρτητων μεταξύ τους προτάσεων.

Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος για τη διεκπεραίωση της οικονομικής ανάλυσης και την επιλογή του κατάλληλου επενδυτικού σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης αποτελεί η δυνατότητα, ή μη, επιχορήγησης, η οποία υπεισέρχεται επικουρικά, ενισχύοντας τον προϋπολογισμό του έργου και συνδυάζοντας αποδοτικότερες ή/και περισσότερες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας [27],[28],[29],[36].

## **4.7. Εργαλεία χρηματοδότησης**

### **4.7.1. Εισαγωγή**

Η ενεργειακή αναβάθμιση των ενεργοβόρων υποδομών και του συνολικού κτηριακού αποθέματος αποτελεί προτεραιότητα κάθε κράτους μέλους της ΕΕ, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί στο πλαίσιο της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και της ενεργειακής κρίσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή προκήρυξη προγραμμάτων, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, τα οποία αποτελούν εργαλεία χρηματοδότησης με επίκεντρο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Παρακάτω αναπτύσσονται τα ισχύοντα κρατικά προγράμματα επιχορήγησης, τα οποία έχουν κατεύθυνση την εκπλήρωση των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων, και στα οποία οι αθλητικές εγκαταστάσεις έχουν δυνατότητα συμμετοχής.

### **4.7.2. Πρόγραμμα ΗΛΕΚΤΡΑ**

Βασικός σκοπός του προγράμματος ΗΛΕΚΤΡΑ είναι η δημιουργία ελκυστικών και βιώσιμων επενδύσεων ενεργειακής αναβάθμισης στο κτιριακό απόθεμα των δημοσίων φορέων (φορείς την Γενικής Κυβέρνησης), με την αποτελεσματική μόχλευση κεφαλαίων τόσο από τον ιδιωτικό όσο και από τον δημόσιο τομέα. Το πρόγραμμα ΗΛΕΚΤΡΑ ενισχύει την ενεργειακή αναβάθμιση δημοσίων κτηρίων, με τη χρηματοδότηση μέρους των επενδύσεων μέσω επενδυτικών δάνειων, τα οποία θα αποπληρώνονται από το πρόγραμμα.



---

Προβλέπεται, επίσης, η συμμετοχή Ε.Ε.Υ (Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών), η αποπληρωμή των οποίων θα γίνεται, στο πλαίσιο Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ), και θα διασφαλίζεται μέσω εγγυοδοσίας.

Βασικός σκοπός του προγράμματος είναι η δημιουργία ελκυστικών και βιώσιμων επενδύσεων ενεργειακής αναβάθμισης στο κτιριακό απόθεμα των δημοσίων φορέων (φορείς την Γενικής Κυβέρνησης), με την αποτελεσματική μόχλευση κεφαλαίων τόσο από τον ιδιωτικό όσο και από τον δημόσιο τομέα .

#### ***i Κίνητρα δημοσίων φορέων για έργα μέσω ΕΕΥ***

- Ανάλυση κινδύνων από τρίτους
- Μόχλευση χρηματοδοτήσεων
- Συνολικές και ποιοτικές προτάσεις και όχι μεμονωμένες δράσεις
- Αξιοπιστία αποτελέσματος

#### ***ii Προϋποθέσεις ένταξης έργων***

- Νομιμότητα / κυριότητα κτηρίου – έργου
- Να διαθέτουν Δελτίο Πρωτοβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου
- Κατηγορία ενεργειακής απόδοσης μικρότερης ή ίσης της Δ και επίτευξη κατηγορίας τουλάχιστον Β μετά τις παρεμβάσεις
- Χαρακτηριστικά κτηρίου (διατηρητέα, αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος κλπ)
- Χρήση κτηρίου, παλαιότητα συστημάτων, συνολική επιφάνεια
- Ωριμότητα πρότασης / Αποδοτικότητα έργου.

#### ***iii Κριτήρια ένταξης έργων στο ΗΛΕΚΤΡΑ***

α) Η σκοπιμότητα στη βάση της επαρκούς τεκμηρίωσης της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης με την ικανοποίηση καθορισμένων ελάχιστων ή/και μέγιστων ανώτατων ορίων για τις βασικές παραμέτρους ενεργειακής απόδοσης

β) Ο ολοκληρωμένος και λειτουργικός χαρακτήρας των προτεινόμενων έργων που εξασφαλίζεται με την εξής αλληλουχία:

- περιορισμός των ενεργειακών αναγκών
- συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ για την περίπτωση της ριζικής ανακαίνισης ως προς το κέλυφος του κτηρίου
- συμμόρφωση ως προς τις ελάχιστες απαιτήσεις
  - για τα τεχνικά συστήματα
  - για τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου εγκαταστάσεων κτηρίου και
  - πρόταση συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,

---

γ) η επάρκεια της τεχνικής τεκμηρίωσης του σχεδιασμού των παρεμβάσεων στο κέλυφος και στα τεχνικά συστήματα του κτηρίου,

δ) η τεκμηρίωση του προϋπολογισμού και του χρονοδιαγράμματος υλοποίησης,

ε) η οικονομική βιωσιμότητα καθώς στην εκπόνηση Σχεδίου Ενεργειακής Απόδοσης, όπου απαιτείται, στο πλαίσιο της παρ. 12 του άρθρου 7 του Ν. 4342/2015

#### *iv Βήματα προετοιμασίας ένταξης έργων*

- Έλεγχος νομιμότητας ακινήτου
- Προσεισμικός έλεγχος
- Έκδοση ΠΕΑ
- Ενεργειακός έλεγχος σύμφωνα με Ν. 4342/2015

#### **4.7.3. Ταμείο Υποδομών**

Το Ταμείο Υποδομών (ΤΑΜΥΠΟΔ - Infrastructure Fund of Funds – InfraFoF) έχει ως στόχο να προσφέρει ευνοϊκούς όρους χρηματοδότησης στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα για την υλοποίηση μικρών και μεσαίων έργων, με έμφαση στους τομείς της ενέργειας, του περιβάλλοντος και της αστικής ανάπτυξης.

Το νέο ταμείο υποδομών θα προσφέρει χρηματοδοτικούς πόρους ύψους 450 εκατ. ευρώ συμβάλλοντας στην υλοποίηση βιώσιμων έργων συνολικού ύψους τουλάχιστον 650 εκατ. ευρώ στους τομείς προτεραιότητας.

Οι πόροι του ΤΑΜΥΠΟΔ προέρχονται κατά 200 εκ. ευρώ από τα Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και Επενδυτικά Ταμεία (ΕΔΕΤ) στο πλαίσιο του ΕΠΑνεΚ, κατά 200 εκ. ευρώ από το Ελληνικό Δημόσιο (Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων) και κατά 50 εκ. ευρώ από ανακτώμενους πόρους του Μέσου Χρηματοοικονομικής Τεχνικής (ΜΧΤ) «JESSICA» που λειτούργησε την Προγραμματική Περίοδο 2007-2013.

Διαχειριστής του Ταμείου είναι η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕπ) και επιλέχθηκαν κατόπιν διαγωνιστικής διαδικασίας τρεις Ενδιάμεσοι Χρηματοδοτικοί Οργανισμοί (ΕΧΟ), που θα παρέχουν τα επενδυτικά δάνεια. Στην πορεία έμειναν μόνο δύο ΕΧΟ οι τράπεζες Εθνική και Πειραιώς.

Προτάσεις μπορούν να υποβληθούν στους ΕΧΟ από οποιονδήποτε φορέα, του οποίου τα έργα κρίνονται επιλέξιμα σύμφωνα με το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο. Ο προγραμματισμός του νέου Ταμείου δύναται να συμπεριλάβει την αξιοποίηση της πρακτικής των Συμπράξεων Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ).

Τα επιλέξιμα έργα μπορούν να ανήκουν στους παρακάτω Θεματικούς Στόχους:

«Υποστήριξη της μετάβασης προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε όλους τους τομείς» (Θ.Σ. 4)

---

Μπορούν να περιλαμβάνονται έργα που αποσκοπούν στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης δημόσιων ή ιδιωτικών χώρων, στη δημιουργία εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των αιολικών πάρκων, φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, υδροηλεκτρικών και υβριδικών εγκαταστάσεων και συστημάτων βιομάζας που στοχεύουν, μεταξύ άλλων, στην αύξηση της ενεργειακής ανεξαρτησίας των απομονωμένων περιοχών.

«Διατήρηση και προστασία του περιβάλλοντος και προώθηση της αποδοτικότητας/βέλτιστης αξιοποίησης των πόρων» (Θ.Σ. 6)

Ενδεικτικά περιλαμβάνονται έργα αστικών υποδομών που συμβάλλουν στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη μιας αστικής περιοχής, υποδομών διαχείρισης/επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων, υποδομών με σημαντικό αντίκτυπο στην κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη αστικών και νησιωτικών περιοχών, καθώς και την εκμετάλλευση του αποθέματος δημόσιων περιουσιακών στοιχείων στο παραπάνω πλαίσιο.

Το ύψος της χρηματοδότησης με πόρους του ΤΑΜΥΠΟΔ για κάθε έργο που θα επιλεγεί δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 15.000.000 ευρώ.

---

## 5. Διαδικασία υλοποίησης

### 5.1. Γενικά

Η διαδικασία υλοποίησης μιας ενεργειακής αναβάθμισης βασίζεται σε μια βασική ροή εργασιών η οποία αποτυπώνεται στο παρακάτω σχήμα:

#### *Στοιχεία - Ανάλυση – Μέτρα – Αξιολόγηση – Μελέτη – Υλοποίηση – Παρακολούθηση*

Η παραπάνω ροή διαφοροποιείται ανάλογα με το αν πρόκειται για νέα ή υφιστάμενη εγκατάσταση ή ανάλογα με την περίπτωση, αλλά ως προς τα περιεχόμενα καθενός από τα παραπάνω βήματα και όχι ως προς τη διαδικασία. Η γενική ιδέα για κάθε βήμα αναλύεται παρακάτω και στις επόμενες υποενότητες εξειδικεύεται για υφιστάμενα και νέα κτήρια.

Η ροή εργασιών αυτή αποτελεί βήματα που έχουν σχέση με τη διαδικασία για την υλοποίηση χωρίς να είναι απαραίτητη η υλοποίηση να γίνει διακριτά στις φάσεις αυτές. Οι φάσεις υλοποίησης αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω ως σύνοψη της διαδικασίας. Η ανάλυσή τους έχει γίνει ήδη σε προηγούμενες ενότητες, ενώ στοιχεία που έχουν σχέση κυρίως με την υλοποίηση θα περιγραφούν στην ενότητα αυτή

- i Στοιχεία:* Η αρχή όλης της διαδικασίας είναι η συγκέντρωση των βασικών δεδομένων του έργου. Είτε αυτό πρόκειται για τα στοιχεία των υφιστάμενων εγκαταστάσεων (καταναλώσεις, επιφάνειες, εξοπλισμό κλπ), είτε για τις χρηστικές και λειτουργικές απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιεί μία νέα εγκατάσταση. Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό, σε αυτό το πρώτο στάδιο, να αποτυπώνονται οι απαιτήσεις του κυρίου του έργου (Owner Project Requirements – OPR), δηλαδή ποιες ανάγκες θα πρέπει να ικανοποιούνται ως προς τη λειτουργία του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων ώστε να εξυπηρετείται ο στόχος για τον οποίον κατασκευάζεται/ανακατασκευάζεται και λειτουργεί η κάθε αθλητική εγκατάσταση. Οι ανάγκες αυτές είναι τα ελάχιστα προαπαιτούμενα για την επίτευξη της ενεργειακής απόδοσης. Δεν μπορεί δηλαδή να γίνει η οποιαδήποτε παρέμβαση με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση η οποία δε θα εξασφαλίζει τις απαιτήσεις αυτές. Η ανάλυση των στοιχείων αυτών γίνεται στην ενότητα 2.3.3
- ii Ανάλυση:* Η ανάλυση των στοιχείων της προηγούμενης φάσης θα καθορίσει τα σημεία προσοχής τα οποία χρήζουν βελτίωσης και θα καθορίσουν την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης. Είτε είναι υφιστάμενο κτήριο, είτε είναι νέο τα σημεία αυτά είναι εκεί που υπάρχει, ή αναμένεται, η μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση και επομένως οι όποιες τεχνολογίες χρησιμοποιηθούν, θα επιλεγούν με γνώμονα τη βελτίωση της απόδοσης των σημείων αυτών. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ανάλυση των στοιχείων περιγράφεται διεξοδικά στην ενότητα 2.3

- 
- iii Μέτρα:* Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επιλογή των μέτρων θα γίνει με κριτήριο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα σημεία που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες καταναλώσεις. Στη φάση αυτή θα εξεταστούν όλα τα πιθανά μέτρα που μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση και θα εκτιμηθούν το κόστος υλοποίησης και η αναμενόμενη βελτίωση της απόδοσης. Οι υπολογισμοί αυτοί θα γίνουν ανά μέτρο αλλά και συνδυαστικά για μέτρα τα οποία αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους (όπως για παράδειγμα η προσθήκη μόνωσης και η βελτίωση της απόδοσης του συστήματος κλιματισμού). Αναλυτική παρουσίαση των μέτρων εξοικονόμησης γίνεται στην ενότητα 3.
- iv Αξιολόγηση:* Η τελική επιλογή των τεχνολογιών και λύσεων που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο βασίζεται στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους, όπως αυτό έχει αναλυθεί διεξοδικά στην ενότητα 4.
- v Μελέτη:* Μετά την οριστικοποίηση των τεχνολογιών και συστημάτων που θα υλοποιηθούν, το επόμενο στάδιο είναι η μελέτη για την εφαρμογή τους. Στο στάδιο αυτό περιλαμβάνονται όλα τα σχέδια, διαγράμματα, περιγραφές και προδιαγραφές για τον πλήρη καθορισμό των λύσεων που έχουν επιλεγεί τόσο ως προς τα κατασκευαστικά στοιχεία (μεγέθη, διαστασιολογήσεις, χωροθέτηση, τεχνικά χαρακτηριστικά κλπ) αλλά και ως προς την παραμετροποίηση και λειτουργία (περιγραφή τρόπου λειτουργίας, σενάρια, αλληλουχία λειτουργιών, αλγόριθμοι ελέγχου κλπ). Επιπλέον καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει η λειτουργική παραλαβή (commissioning) των εγκαταστάσεων, ποιες θα είναι δηλαδή οι έλεγχοι και δοκιμές που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν με την ολοκλήρωση για να επιβεβαιωθεί ότι η εγκατάσταση λειτουργεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του έργου. Στο στάδιο αυτό περιλαμβάνονται επίσης και τα τεύχη για τη δημοπράτηση του έργου, τα οποία διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τρόπο που θα γίνει η υλοποίηση. Παρακάτω στην ενότητα αυτή θα περιγραφούν τα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνουν στον καθορισμό των απαιτήσεων του έργου τόσο για νέες όσο και για υφιστάμενες εγκαταστάσεις.
- vi Υλοποίηση:* Η φάση της υλοποίησης περιλαμβάνει την κατασκευή του έργου, όπως αυτό έχει περιγραφεί και προδιαγραφεί στη φάση της μελέτης. Επιπλέον, περιλαμβάνει τις διαδικασίες commissioning για την ορθή παραλαβή του έργου, δηλαδή τους απαραίτητους ελέγχους και δοκιμές, αλλά και όλη την τεκμηρίωση του έργου, δηλαδή τα τελικά σχέδια και περιγραφές, τις οδηγίες λειτουργίας και συντήρησης όλης της εγκατάστασης και την εκπαίδευση των χρηστών. Στη φάση αυτή περιλαμβάνεται και η παρακολούθηση των συστημάτων για τουλάχιστον ένα χρόνο μετά την παραλαβή προς χρήση ώστε να διαπιστωθεί ότι οι εγκαταστάσεις λειτουργούν σύμφωνα με το σχεδιασμό σε όλες τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας και να γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις προσαρμογής σε αντίθετη περίπτωση.

---

*vii Παρακολούθηση:* Η παρακολούθηση της ορθής λειτουργίας των εγκαταστάσεων ξεκινάει από την έναρξη χρήσης του κτηρίου και λαμβάνει χώρα σε όλη τη διάρκεια ζωής του, ο σχεδιασμός της όμως ξεκινάει από τη φάση της ανάλυσης και των μέτρων. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τον καθορισμό των δεικτών παρακολούθησης, οι οποίοι ελέγχουν τη σωστή λειτουργία κάθε επιμέρους τμήματος αλλά και ολόκληρης της εγκατάστασης, αλλά και οι οποίοι μετρούν και ελέγχουν συνεχώς την ενεργειακή απόδοση. Ο σωστός σχεδιασμός των δεικτών αυτών θέτει τις βάσεις ώστε η παρακολούθηση να γίνεται με όσο το δυνατόν αυτόματο τρόπο μέσω διαδικασιών συνεχιζόμενης λειτουργικής παραλαβής (on-going commissioning).

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται αναλυτικά οι διαδικασίες δημοπράτησης-υλοποίησης και παρακολούθησης του έργου τόσο για τις περιπτώσεις υφιστάμενων όσο και νέων αθλητικών εγκαταστάσεων.

## **5.2. Υφιστάμενες Εγκαταστάσεις**

### **5.2.1. Στοιχεία τευχών υλοποίησης του έργου**

Μετά τον καθορισμό των προτεινόμενων μέτρων για την ενεργειακή αναβάθμιση μιας εγκατάστασης, το επόμενο, κρίσιμο, βήμα είναι ο σαφής καθορισμός των απαιτήσεων για την υλοποίηση του έργου αυτού. Είτε η διαδικασία είναι μέσω σύμβασης Εγγυημένης Απόδοσης, είτε μέσω συμβατικής διαδικασίας μελέτης και κατασκευής, υπάρχουν βασικά στοιχεία που πρέπει να συμπεριληφθούν στα τεύχη υλοποίησης ως απαιτήσεις του έργου και τα οποία περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω:

#### *i Περιγραφή παρεμβάσεων:*

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις θα πρέπει να περιγραφούν αναλυτικά ως προς τη φύση τους αλλά και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Η μελέτη εφαρμογής των παρεμβάσεων θα πρέπει να περιλαμβάνει αναλυτικά τα στοιχεία για την υλοποίηση τόσο ως προς την κατασκευή όσο και ως προς τη λειτουργία. Δίνονται κάποια ενδεικτικά παραδείγματα για καλύτερη κατανόηση:

**Αντικατάσταση υφιστάμενου-ψύκτη λέβητα με αντλία θερμότητας:** Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αντικείμενο της μελέτης θα είναι αρχικά ο καθορισμός του μεγέθους της νέας αντλίας θερμότητας με βάση τον επανυπολογισμό των απαιτήσεων ψύξης και θέρμανσης της εγκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη και τις υπόλοιπες παρεμβάσεις που έχουν συμπεριληφθεί στο έργο. Αν για παράδειγμα προβλέπεται αντικατάσταση των κουφωμάτων, θα πρέπει αυτό να ληφθεί υπόψη γιατί θα μειωθούν τα αντίστοιχα ψυκτικά και θερμικά φορτία. Επίσης αντικείμενο της μελέτης είναι ο καθορισμός του αριθμού και του μεγέθους κάθε μηχανήματος που θα συμπεριλαμβάνονται στη συνολική διάταξη. Αν δηλαδή τη συνολική απαίτηση ψυκτικού και θερμικού φορτίου θα την καλύπτουν δύο, τρεις

---

ή περισσότερες αντλίες θερμότητας και τι μέγεθος θα είναι η κάθε μία. Η τελική επιλογή θα είναι στοιχειοθετημένη με βάση τις αναμενόμενες μεταβολές φορτίου της εγκατάστασης και του βέλτιστου συνδυασμού μηχανημάτων ώστε να επιτυγχάνεται ο μέγιστος συνολικός εποχιακός βαθμός απόδοσης. Θα πρέπει επιπλέον να δίνονται στοιχεία για τις αναμενόμενες αποδόσεις των αντλιών θερμότητας όχι μόνο σε ονομαστικό και εποχιακό βαθμό απόδοσης αλλά και σε μερικά φορτία (καμπύλες απόδοσης).

Αντικείμενο της μελέτης επίσης στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι η ενσωμάτωση της αντλίας θερμότητας στο υφιστάμενο δίκτυο. Που θα πρέπει δηλαδή να τοποθετηθεί η συστοιχία των αντλιών θερμότητας, τι τροποποιήσεις θα πρέπει να γίνουν στο υφιστάμενο δίκτυο (αλλαγή συλλεκτών, τροποποίηση συνδέσεων στους συλλέκτες, αλλαγή διατομών κλπ), αντικαταστάσεις ή προσθήκες αντλιών κυκλοφορίας, νέα εξαρτήματα (βάνες, αντεπίστροφα, βαλβίδες ελέγχου ή/και εξισορρόπησης κλπ) καθώς και τα απαραίτητα αισθητήρια για τον έλεγχο της εγκατάστασης (αισθητήρια θερμοκρασίας και πίεσης, βάνες ελέγχου, μονάδες επικοινωνίας με αντλίες θερμότητας και αντλίες κυκλοφορίας κλπ)

Τελευταίο, αλλά όχι έσχατο, είναι η περιγραφή της αλληλουχίας ελέγχου για τις διάφορες λειτουργίες της εγκατάστασης (sequences of operation). Το στοιχείο αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί η σωστή περιγραφή όλων των πιθανών τρόπων λειτουργίας της εγκατάστασης και ο καθορισμός της αντίστοιχης αλληλουχίας κινήσεων στο σύστημα ελέγχου θα εξασφαλίσει το βέλτιστο βαθμό απόδοσης. Θα πρέπει επομένως να περιγραφεί ο αλγόριθμος ελέγχου βάσει του οποίου θα επιλέγεται πόσες και ποιες αντλίες θερμότητας θα λειτουργούν ανάλογα με τη ζήτηση φορτίου, τι εντολές θα δίνονται στις βάνες ελέγχου ή στις αντλίες κυκλοφορίας ανάλογα με τις θερμοκρασίες επιστροφές ή τη διαφορική πίεση σε κάποιο κλάδο για παράδειγμα, με ποια κριτήρια θα επιλέγεται η θερμοκρασία προσαγωγής του δικτύου κ.ο.κ.

**Εγκατάσταση μονάδων αποθήκευσης ψύξης (παγολεκάνες):** Αντικείμενο της μελέτης είναι ο καθορισμός του μεγέθους των παγολεκανών. Το μέγεθος θα επιλεγεί με βάση την αναμενόμενη εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί λόγω παραγωγής ψύξης τις νυχτερινές ώρες με καλύτερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με το κόστος εγκατάστασης. Μεγαλύτερου μεγέθους παγολεκάνες σημαίνει αναλογικά μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης ενώ η αντίστοιχη εξοικονόμηση δεν είναι αναλογική γιατί από κάποιο σημείο και έπειτα η αποθηκευμένη ψυκτική ενέργεια δε θα μπορεί να αποδοθεί στην εγκατάσταση και άρα η εξοικονόμηση θα είναι μικρότερη.

Αντίστοιχα και στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να περιγραφούν όλες οι τροποποιήσεις που θα πρέπει να γίνουν στα δίκτυα για την ενσωμάτωση των παγολεκανών στο δίκτυο και βεβαίως τα απαιτούμενα στοιχεία ελέγχου και η περιγραφή της αλληλουχίας χειρισμών για τις διάφορες περιπτώσεις λειτουργίας της εγκατάστασης για βέλτιστη απόδοση.

---

## *ii Χαρακτηριστικά προτάσεων:*

Θα πρέπει να δοθούν τα πλήρη τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο του προτεινόμενου εξοπλισμού όσο και των συστημάτων ως σύνολο. Είναι σημαντικό να περιγραφούν τα ακριβή χαρακτηριστικά που αφορούν στην ενεργειακή συμπεριφορά των εγκαταστάσεων και όχι μόνο τα ονομαστικά χαρακτηριστικά που αναφέρονται στα φυλλάδια των κατασκευαστών.

Είναι αυτονόητο ότι θα πρέπει να δοθούν επίσης και οι απαιτήσεις που αφορούν εξοπλισμό και συστήματα αναφορικά με άλλα θέματα όπως απαιτήσεις πυροπροστασίας, οικολογικού σχεδιασμού (eco design), πολεοδομικές διατάξεις κλπ.

Ενδεικτικά παραδείγματα:

**Εγκατάσταση νέας μονάδας αντλίας θερμότητας:** Από την ανάλυση της ενεργειακής συμπεριφοράς της εγκατάστασης θα προκύψουν οι ανάγκες σε ψύξη και θέρμανση σε όλη τη διάρκεια του χρόνου και για διαφορετικές συνθήκες (διενέργεια αγώνα με θεατές, προπόνηση, άλλου είδους εκδήλωση κλπ). Επομένως ο νέος εξοπλισμός θα πρέπει να έχει αποδόσεις οι οποίες θα παρουσιάζουν τις βέλτιστες τιμές στις αναμενόμενες συνθήκες λειτουργίας και φορτία. Αν για παράδειγμα η μονάδα είναι η μοναδική που καλύπτει τις απαιτήσεις ψύξης-θέρμανσης και δεν αναμένονται σημαντικές μεταβολές φορτίων κατά τη διάρκεια του έτους, τότε η μονάδα θα πρέπει να παρουσιάζει μέγιστη απόδοση σε υψηλές στάθμες παραγωγής (της τάξης του 70-80%) και να έχει ικανοποιητική απόδοση σε αιχμές (λειτουργία κοντά στο 100% της ονομαστικής της ισχύος) ή χαμηλές απαιτήσεις φορτίου (της τάξης του 30%). Αν αντίθετα αναμένεται μεγάλη διακύμανση των απαιτήσεων φορτίου τότε θα πρέπει να εγκατασταθεί μονάδα μεταβλητών στροφών (inverter) για υψηλή απόδοση σε μεγάλο εύρος παραγωγής θερμικής και ψυκτικής ισχύος ή/και να εγκατασταθούν περισσότερες μονάδες για διαμοιρασμού του φορτίου και περισσότερες εναλλακτικές φόρτισης κάθε μονάδας. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να επισημανθούν οι απαιτήσεις π.χ. λειτουργίας των inverter (να έχει δηλαδή δυνατότητα να ρυθμίζει τις στροφές του συμπιεστή σε μεγάλο εύρος και όχι μόνο ως το 30% ή 40% της ονομαστικής απόδοσης) ή οι απαιτήσεις επιλογής των μεγεθών των πολλαπλών μονάδων, δεδομένου ότι στην περίπτωση που διαμοιραστεί το φορτίο σε περισσότερες μονάδες, αυτές δε συνηθίζεται να είναι ίδιας ψυκτικής/θερμικής ικανότητας.

***Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να είναι υποχρέωση του αναδόχου η πλήρης αιτιολόγηση της επιλογής των προτεινόμενων μηχανημάτων οι οποίες να καλύπτουν τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του έργου.***

## *iii Αυτοματισμοί - Αλληλουχία λειτουργίας:*

Εκτός του καθορισμού των προδιαγραφών του εξοπλισμού και των συστημάτων, είναι εξίσου σημαντικό, αν όχι σημαντικότερο, να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο θα



---

λειτουργεί η εγκατάσταση αυτόματα ανάλογα με τις διαφορές περιπτώσεις λειτουργίας. Θα πρέπει δηλαδή να περιγραφούν όλα τα πιθανά σενάρια λειτουργίας και να αποτυπωθούν για κάθε σεμινάριο, ποιοι είναι οι έλεγχοι και οι λειτουργίες που θα πρέπει να εκτελούνται αυτόματα μέσω των αυτοματισμών, με τη διαδικασία διαδοχικών βημάτων για την επίτευξη της μέγιστης αποδοτικότητας.

Τα διαδοχικά αυτά βήματα ονομάζονται αλληλουχία λειτουργίας (sequence of operation) και μπορούν να δοθούν είτε περιγραφικά, είτε με λογικό διάγραμμα. Το σημαντικότερο είναι να δοθούν αναλυτικά οι συνθήκες που καθορίζουν κάθε περίπτωση και όλες οι παράμετροι για κάθε βήμα.

Ενδεικτικά παραδείγματα:

**Έλεγχος λειτουργίας ΚΚΜ προκλιματισμένου αέρα:** Μια Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (ΚΚΜ) προκλιματισμένου αέρα, λειτουργεί με 100% νωπό αέρα και σκοπό έχει να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις φρέσκου αέρα των χώρων. Προς βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας αυτής μπορεί να ρυθμίζεται συνεχώς η παροχή αέρα αλλά και οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας αέρα προσαγωγής, ρυθμίζοντας το ψυκτικό ή/και θερμαντικό στοιχείο. Οι παράμετροι αυτοί επομένως (παροχή αέρα, θερμοκρασία και υγρασία προσαγωγής) θα πρέπει να ρυθμίζονται αυτόματα από το σύστημα ελέγχου ανάλογα τις συνθήκες λειτουργίας. Αν για παράδειγμα δεν υπάρχουν αρκετά άτομα στο χώρο (το οποίο ελέγχεται από ανιχνευτές παρουσίας ή από αισθητήρια ποιότητας αέρα) είναι δυνατόν να μειωθεί η ποσότητα φρέσκου αέρα για μείωση των φορτίων νωπού. Αν όμως η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλή και ο χώρος είναι σε κατάσταση ψύξης, η ποσότητα του αέρα μπορεί να πρέπει να αυξάνεται ώστε να επιτυγχάνεται ελεύθερη ψύξη (free cooling) και να μειώνονται οι απαιτήσεις του χώρου. Θα πρέπει επομένως να ορίζονται οι συνθήκες που θα πρέπει να ελέγχονται συνεχώς (π.χ. όταν η στάθμη συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> πέσει κάτω από τα 600ppm ή όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι τουλάχιστον 3°C χαμηλότερη από την εσωτερική).

#### ***iv Τρόπος μέτρησης εξοικονόμησης:***

Οι παρεμβάσεις σχεδιάζονται με σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και του ανθρακικού αποτυπώματος της εγκατάστασης σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Είναι σημαντικό επομένως να ελεγχθεί, μετά την ολοκλήρωση του έργου, αν επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα, ειδάλλως θα πρέπει να γίνουν βελτιωτικές κινήσεις.

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα 4.3. Ανάλογα με το είδος των παρεμβάσεων, ο τρόπος μέτρησης μπορεί να είναι για μια συσκευή, ένα σύστημα, ή ολόκληρο το κτήριο. Δίνονται παρακάτω ενδεικτικά παραδείγματα:

**Αντικατάσταση φωτισμού σε υπόγειο parking:** Η αντικατάσταση φωτισμού σε ένα υπόγειο parking δημιουργεί εξοικονόμηση μόνο στην κατανάλωση φωτισμού σε αντίθεση με την αντικατάσταση φωτισμού σε κλιματιζόμενο χώρο η οποία επηρεάζει και την κατανάλωση κλιματισμού. Στην περίπτωση αυτή επομένως είναι δυνατή η μέτρηση μόνο στην γραμμή φωτισμού του parking για να υπολογιστεί η εξοικονόμηση.

---

**Αντικατάσταση ψύκτη:** Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από αντικατάσταση ενός ψύκτη φαινομενικά μπορεί να υπολογιστεί μετρώντας μόνο την κατανάλωση του ψύκτη. Η κατανάλωση του ψύκτη όμως επηρεάζεται από τη ζήτηση φορτίου αλλά και από τις εξωτερικές συνθήκες. Επομένως θα πρέπει να καθορισθούν οι παράμετροι επηρεασμού της κατανάλωσης του ψύκτη, όπως ενδεικτικά οι βαθμοήμερες ψύξης, ο αριθμός των προπονήσεων ή/και των αγώνων κλπ.

**Βελτιστοποίηση αλγορίθμων ελέγχου:** Η παρέμβαση αυτή επηρεάζει το σύνολο του κλιματισμού της εγκατάστασης, δεδομένου ότι επιδρά στις απαιτήσεις των χώρων αλλά και στην ενεργειακή αποδοτικότητα του εξοπλισμού και επομένως είναι πιο σύνθετος ο εντοπισμός των μεμονωμένων σημείων προς μέτρηση. Για αυτό το λόγο η μέτρηση γίνεται συνήθως σε επίπεδο γενικού πίνακα κλιματισμού ή ακόμα και σε επίπεδο συνολικής εγκατάστασης καθορίζοντας αντίστοιχα τις παραμέτρους επηρεασμού της κατανάλωσης όπως και παραπάνω.

### **5.2.2. Καταγραφή απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιούνται - Εναρμόνιση με την εθνική νομοθεσία.**

Κατά το σχεδιασμό του έργου ενεργειακής αναβάθμισης θα πρέπει να ληφθούν απαραίτητα υπόψη και λοιπές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται και η πλήρης εναρμόνιση με την εθνική και κοινοτική οδηγία. Αναλυτικά:

**Έλεγχος νομιμότητας:** Πριν από την έναρξη οποιουδήποτε βήματος στο έργο θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι το ακίνητο υφίσταται νόμιμα και έχει εκδοθεί η Ηλεκτρονική Ταυτότητα Κτηρίου. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει αρχικά να γίνει έλεγχος για ύπαρξη αυθαιρεσιών σε σχέση με την αρχική άδεια ανέγερσης και τις όποιες μετέπειτα άδειες ή τακτοποιήσεις και να καθορισθεί ο τρόπος με τον οποίο θα αντιμετωπισθούν οι όποιες αυθαιρεσίες, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.4495/2017. Δηλαδή είτε με ρύθμιση διατήρησής τους για 30 έτη, είτε με νομιμοποίησή της ανά περίπτωση.

**Σεισμική επάρκεια:** Το δεύτερο προαπαιτούμενο για την υλοποίηση του έργου εξοικονόμησης είναι ο έλεγχος σεισμικής επάρκειας όλων των ακινήτων της εγκατάστασης. Θα πρέπει δηλαδή να έχει γίνει ο Πρωτοβάθμιος Προσεισμικός Έλεγχος από τον αρμόδιο φορέα και να έχει εκδοθεί το αντίστοιχο δελτίο. Οι εγκαταστάσεις δε θα πρέπει να έχουν καταταγεί στην κατηγορία Α.

**Απαιτήσεις πυροπροστασίας:** Κατά τη φάση της μελέτης του έργου εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να ελεγχθούν και οι αντίστοιχες μελέτες παθητικής και ενεργητικής πυροπροστασίας και να αναθεωρηθούν, όπου απαιτείται. Ο έλεγχος θα πρέπει να γίνει με βάση τις διατάξεις του ΠΔ 41/2018 ή εφόσον ΠΔ 71/1988 ανάλογα με το έτος έκδοσης αρχικής οικοδομικής αδείας και το είδος χρήσης.

---

**Πρόσβαση ΑΜΕΑ:** Όλοι οι χώροι της εγκατάστασης θα πρέπει, μετά την ολοκλήρωση του έργου, να έχουν πλήρη πρόσβαση από ΑΜΕΑ.

**Ελάχιστες απαιτήσεις ΚΕΝΑΚ:** Εφόσον οι προτεινόμενες παρεμβάσεις καθιστούν το έργο ως ριζική ανακαίνιση, όπως αυτό υπολογίζεται βάσει της ΥΑ ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/6949/72/ΦΕΚ 408B/14-2-2019, θα πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ για τα υφιστάμενα κτήρια. Επιπλέον, ακόμα και αν το έργο δεν εμπίπτει στην περίπτωση της ριζικής ανακαίνισης, μεμονωμένα κάθε παρέμβαση θα πρέπει επίσης να καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Ενδεικτικά παραδείγματα:

- Για επεμβάσεις θερμομόνωσης όψεων ή/και δώματος, θα πρέπει η επιλογή του θερμομονωτικού υλικού να δημιουργεί τελικό συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων που εφαρμόζεται μικρότερο από τις αντίστοιχες τιμές του Πίνακα 3.4α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Από τον ίδιο πίνακα προκύπτουν και οι μέγιστες τιμές θερμοπερατότητας για τα κουφώματα.
- Σε περίπτωση αντικατάστασης μονάδων ψύξης/θέρμανσης αλλά και αερισμού, οι νέες μονάδες θα πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού (Ecodesign) της Ευρωπαϊκής Ένωσης
- Σε περίπτωση εγκατάστασης ηλιοθερμικών συστημάτων για παραγωγή ΖΝΧ, θα πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον το 60% των απαιτήσεων ΖΝΧ στη διάρκεια του έτους.

### **5.2.3. Διαγωνιστικές διαδικασίες**

Η διαγωνιστική διαδικασία για την υλοποίηση του έργου ενεργειακής αναβάθμισης εκτελείται με βάση τις απαιτήσεις του Ν.4412/2016, όπως ισχύει, για δημόσιες συμβάσεις έργων, προμηθειών και υπηρεσιών. Στο Παράρτημα αναλύονται διεξοδικά τα βασικά στοιχεία της νομοθεσίας αυτής.

### **5.2.4. Διαδικασίες λειτουργικής παραλαβής**

Ένα από τα σημαντικότερα τμήματα ολόκληρης της διαδικασίας του έργου εξοικονόμησης ενέργειας είναι να διασφαλιστεί ότι το σύνολο των εγκαταστάσεων θα παραδοθεί και θα λειτουργεί ακριβώς όπως έχει σχεδιαστεί. Η διαδικασία ελέγχου αυτή ονομάζεται λειτουργική παραλαβή (commissioning) και περιλαμβάνει όχι μόνο τις διαδικασίες για την παραλαβή του έργου, αλλά και τις απαραίτητες προεργασίες καθ' όλη τη διάρκεια του έργου για να εξασφαλιστεί ότι κατά την παραλαβή δε θα προκύψουν προβλήματα τα οποία στη φάση αυτή είναι πιθανόν να μην μπορούν να επιλυθούν.

Συγκεκριμένα η διαδικασία του commissioning ξεκινάει από την προμελέτη του έργου μέσω της σύνταξης δύο πολύ σημαντικών εγγράφων, το Τεύχος Απαιτήσεων του Πελάτη (Owner's Project Requirements – OPR) και τη Βάση των Μελετών (Basis of Design – BoD).

Το OPR είναι το τεύχος στο οποίο καταγράφονται οι απαιτήσεις του Πελάτη και οι οποίες στο τέλος όλης της διαδικασίας θα πρέπει να ικανοποιηθούν. Πέραν δηλαδή των όποιων

---

απαιτήσεων υπάρχουν για συμμόρφωση με τις ισχύουσες νομοθεσίες και τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης, στο τεύχος αυτό περιλαμβάνονται οι ειδικές απαιτήσεις που έχει ο κύριος του έργου.

Ενδεικτικά παραδείγματα:

- Ο στόχος της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης. Αν δηλαδή το κτήριο θα τηρεί απλά τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK (ελάχιστο αποδεκτό) ή θα έχει στόχο να είναι κτήριο μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης ή ακόμα και μηδενικού ανθρακικού αποτυπώματος
- Ο έλεγχος των συνθηκών των χώρων. Αν θα υπάρχει έλεγχος από τους χρήστες των χώρων ή θα καθορίζεται για κάθε χώρο ποιες είναι οι επιθυμητές συνθήκες. Αν επίσης θα ελέγχεται και η υγρασία εκτός από τη θερμοκρασία του χώρου
- Απαιτήσεις ποιότητας αέρα. Αν θα υπάρχει έλεγχος της ποιότητας αέρα σε επίπεδο χώρου, ζώνης ή καθόλου.
- Λειτουργία και συντήρηση. Αν υπάρχει απαίτηση η λειτουργία και συντήρηση του κτηρίου να γίνεται με αυτοματοποιημένες διαδικασίες οπότε θα πρέπει να υπάρχουν και οι αντίστοιχες προβλέψεις στις υποδομές.

Το BoD είναι ουσιαστικά η μετάφραση του OPR ώστε να υλοποιηθεί μελετητικά. Με ποιο τρόπο δηλαδή μπορούν να επιτευχθούν οι απαιτήσεις του OPR και πως αυτές θα ενσωματωθούν στις μελέτες.

Ενδεικτικά παραδείγματα:

- Αν έχει καθορισθεί ότι απαιτείται να υπάρχει έλεγχος θερμοκρασίας και υγρασίας βάσει συγκεκριμένων τιμών για κάθε χώρο χωρίς παρέμβαση του χρήστη, θα πρέπει να καθορίζονται τα όρια θερμοκρασίας και υγρασίας για κάθε χώρο που θα είναι ο επιθυμητός στόχος
- Για την επίτευξη του ενεργειακού στόχου θα πρέπει να καθορίζονται τα χαρακτηριστικά του κελύφους (θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων και κουφωμάτων, δείκτης πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας υαλοπινάκων κλπ)
- Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων ποιότητας εσωτερικού αέρα θα πρέπει να καθορίζονται οι απαιτήσεις για τα φίλτρα όλων μονάδων νωπού αέρα και ανακυκλοφορίας.

Τα OPR και BoD είναι δυναμικά τεύχη και θα πρέπει να αναθεωρούνται συνεχώς κατά τη διάρκεια τόσο των μελετών όσο και της κατασκευής ώστε να περιλαμβάνουν τις όποιες τροποποιήσεις γίνονται για την επίτευξη ή αναπροσαρμογή των στόχων.

Κατά τη διαδικασία του commissioning:

- Καθορίζονται οι εγκαταστάσεις και τα συστήματα που θα ελεγχθούν
- Γίνεται ανασκόπηση των μελετών για να ελεγχθεί ότι προβλέπεται οι υποδομές για τον έλεγχο και τη μέτρηση των εγκαταστάσεων και των συστημάτων
- Καθορίζονται οι διαδικασίες προετοιμασίας και διενέργειας των ελέγχων
- Επιβλέπονται οι διαδικασίες προετοιμασίας και διενέργειας των ελέγχων
- Γίνεται έλεγχος των παραδοτέων του έργου και ειδικότερα του τεύχους Εγχειρίδιο Χρήσης Συστημάτων (Systems Operation Manual)

- 
- Ελέγχεται η διαδικασία εκπαίδευσης του προσωπικού που θα είναι υπεύθυνο για την λειτουργία και συντήρηση του έργου

Στη διαδικασία του commissioning υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης στο κεντρικό σύστημα ελέγχου των απαραίτητων αισθητηρίων για το συνεχή έλεγχο της λειτουργίας των εγκαταστάσεων και τη δημιουργία αναφορών με πιθανές αποκλίσεις που μπορεί να εμφανιστούν ως προς την κανονική λειτουργία. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται ότι οι εγκαταστάσεις βρίσκονται σε διαρκή διαδικασία commissioning (ongoing commissioning) και επομένως επιτυγχάνεται υψηλή απόδοση καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας της εγκατάστασης.

### 5.2.5. Συντήρηση

Η εύρυθμη συντήρηση των εγκαταστάσεων αποτελεί επίσης ένα πολύ σημαντικό παράγοντα για τη διασφάλιση της διαρκούς επίτευξης υψηλών ενεργειακών αποδόσεων. Επομένως είναι πολύ σημαντικό να περιγραφεί και να υποστηριχθεί σωστά η συντήρηση ως ένα αναπόσπαστο κομμάτι του έργου, παρόλο που εκτελείται αφού έχει γίνει η ολοκλήρωση και παράδοση.

Το θέμα της συντήρησης θα πρέπει επομένως να ληφθεί υπόψη από τον αρχικό σχεδιασμό (αναφέρθηκε ήδη ότι τα θέματα συντήρησης πρέπει να περιγράφονται στο OPR) και στη φάση των μελετών θα πρέπει να υπάρχουν προβλέψεις ώστε να εκτελείται σωστά η συντήρηση στη φάση της λειτουργίας.

Συγκεκριμένα, θα πρέπει:

- Να προβλεφθούν οι απαραίτητοι χώροι και ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη συντήρηση των εγκαταστάσεων (ελεύθερος χώρος περιμετρικά των μηχανημάτων, βάνες αποκοπής, βάνες εκκένωσης, αναμονές για τοποθέτηση αισθητηρίων κλπ)
- Να περιγραφούν αναλυτικά οι απαιτήσεις συντήρησης όλου του εξοπλισμού και των συστημάτων στο Εγχειρίδιο Χρήσης Συστημάτων
- Να προβλεφθούν σημεία στο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (BMS) ελέγχου και εποπτείας κρίσιμων σημείων της εγκατάστασης (όπως θερμοκρασίες και πιέσεις λειτουργίας, κατάσταση φίλτρων, συντελεστής ισχύος κινητήρων κλπ). Θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη ώστε τα σημεία αυτά να μπορούν να καταγράφονται για να υπάρχει δυνατότητα αναζήτησης ιστορικών δεδομένων προκειμένου να διαπιστωθεί η αιτία ενός προβλήματος
- Να δημιουργηθούν κανόνες δημιουργίας λειτουργικών συναγερμών. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι η δημιουργία συναγερμού αν η πτώση πίεσης σε ένα φίλτρο ανέβει πάνω από μια τιμή (το φίλτρο θέλει καθάρισμα ή αλλαγή), αν η κατανάλωση ισχύος σε μια αντλία υπερβεί κάποια τιμή (υπάρχει πρόβλημα στο δίκτυο ή σε κάποια από τα στοιχεία της αντλίας όπως πτερωτή, τυλίγματα κλπ), αν η θερμοκρασία εξόδου από ένα στοιχείο KKM δε μεταβάλλεται ενώ το στοιχείο είναι πλήρως ανοιχτό (πιθανό πρόβλημα με τον κινητήρα της βαλβίδας ελέγχου) κλπ.
- Να δημιουργηθούν, σε συνεργασία με τους προμηθευτές του εξοπλισμού, φόρμες συντήρησης, τόσο για τους απαραίτητους ελέγχους και δοκιμές που πρέπει να εκτελούνται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, όσο και για την καταγραφή βλαβών

---

και αστοχιών για δημιουργία ιστορικότητας συμβάντων. Οι φόρμες αυτές θα πρέπει να είναι σε ηλεκτρονική μορφή και να υπάρχει λογισμικό για την επεξεργασία αυτών και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

#### **5.2.6. Παροπλισμός – παύση χρήσης και διαχείριση /διάθεση υλικών**

Όπως έχει αναφερθεί στην ενότητα 4, ο έλεγχος βιωσιμότητας του έργου γίνεται με τη μέθοδο ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής (LCCA). Στη μέθοδο αυτή εξετάζονται όλα τα κόστη τα οποία εμφανίζονται στη διάρκεια ζωής ενός μηχανήματος. Ένα σημαντικό κόστος, το οποίο συχνά παραβλέπεται, είναι το κόστος που απαιτείται στο τέλος ζωής μιας εγκατάστασης για το παροπλισμό του εξοπλισμού και την τελική διαχείριση και διάθεση των υλικών.

Το κόστος αυτό σε κάποιες περιπτώσεις είναι σημαντικό και επομένως αν αγνοηθεί μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα αναφορά με την οικονομοτεχνική ανάλυση της πρότασης. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η νομοθεσία αναφορικά με την τελική διαχείριση και διάθεση των υλικών στο τέλος ζωής τους γίνεται συνεχώς πιο απαιτητική και επομένως η εκτίμηση του κόστους αυτού στο LCCA, δηλαδή αρκετά χρόνια πριν την τελική διάθεση, θα πρέπει να έχει κάποιο περιθώριο ώστε να είναι πιο αντιπροσωπευτικό στη συνολική ανάλυση.

Η τελική διάθεση περιλαμβάνει κόστη όπως ενδεικτικά:

- Αποσύνδεση
- Αποσυναρμολόγηση
- Αποκομιδή και μεταφορά
- Διαχωρισμός σε βασικές κατηγορίες υλικών (μέταλλα, ξύλο, γυαλί, ηλεκτρονικά κλπ) στο έργο ή σε ειδική μονάδα διαχείρισης
- Συλλογή και διαχείριση υλικών επικίνδυνων για το περιβάλλον (καύσιμα, λιπαντικά, ψυκτικά μέσα, συσσωρευτές)
- Τελική διάθεση όλων των τελικών προϊόντων σε μονάδες απορριμμάτων, ανακύκλωσης, εξουδετέρωσης κλπ.

Ενδεικτικά παραδείγματα εξοπλισμού που απαιτεί υπολογισμού του κόστους παροπλισμού – παύσης χρήσης:

- Ψυκτικές μονάδες. Οι μονάδες αυτές συνήθως τοποθετούνται στο δώμα του κτηρίου ή σε κάποιο υπόγειο, επομένως συνήθως απαιτείται κόπος και κόστος για την αποκομιδή τους αλλά και τη μεταφορά του. Οι μονάδες αυτές συνήθως μεταφέρονται σε ειδικές μονάδες διαχείρισης όπου γίνεται διαχωρισμός σε βασικά υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν (μεταλλικά στοιχεία, χαλκός σε στοιχεία και καλώδια) ή όχι (μονώσεις), να συλλεχθούν και να διαχειριστούν με ειδικό τρόπο (ψυκτικό μέσο, λιπαντικά υγρά, ηλεκτρονικά μέρη).
- Φωτιστικά σώματα. Κάθε φωτιστικό σώμα είναι σχετικά εύκολο να αποξηλωθεί και να μεταφερθεί, λόγω όμως της μεγάλης ποσότητας των φωτιστικών που υπάρχουν σε ένα κτήριο, το κόστος για αυτό είναι σημαντικό. Από εκεί και πέρα κάθε φωτιστικό θα πρέπει να αποσυναρμολογηθεί στα βασικά υλικά (μεταλλικό πλαίσιο,

- 
- ηλεκτρονικά μέρη, καλύματα από πολυκαρβονικό, πλαστικό ή γυαλί) είτε στο έργο, είτε σε μονάδες διαχείρισης, και διατεθεί σε τελικές μονάδες διάθεσης.
- Κουφώματα. Τα κουφώματα έχουν συνήθως μεγάλο χρόνο ζωής, πλην όμως έχουν κόστος παροπλισμού. Συγκεκριμένα θα πρέπει να αποξηλωθούν, να μεταφερθούν στο χώρο αποκομιδής του έργου και από εκεί στη μονάδα διαλογής, όπου και θα αποσυναρμολογηθούν (υαλοπίνακες και πλαίσιο) και θα διατεθούν για ανακύκλωση και τελική διάθεση.

### **5.3. Σε Νέες Εγκαταστάσεις**

#### **5.3.1. Στοιχεία τευχών υλοποίησης του έργου**

Στην περίπτωση μιας νέας εγκατάστασης, ο καθορισμός των απαιτήσεων περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις ως σύνολο και όχι ως μεμονωμένα στοιχεία που αντικαθίστανται/προστίθενται. Επομένως τα τεύχη υλοποίησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν την περιγραφή των εγκαταστάσεων ως συνολικές λύσεις, περιγράφοντας τους λόγους που οι λύσεις αυτές επιλέχθηκαν βάσει της συνολικής αξιολόγησης.

Τα στοιχεία τα οποία έχουν περιγραφεί στην ενότητα 5.2.1 για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις ισχύουν αντίστοιχα και για τις νέες. Η βασική διαφορά προκύπτει στον τρόπο μέτρησης της εξοικονόμησης. Σε μια νέα εγκατάσταση, δεν υπάρχουν προηγούμενες καταναλώσεις και επομένως η όποια εξοικονόμηση δεν μπορεί να προκύψει ως διαφορά με την υφιστάμενη κατάσταση.

Υπάρχουν δύο τρόποι όπου θα μπορούσε να βεβαιωθεί στο τέλος του έργου η επίτευξη της εξοικονόμησης και αντίστοιχα θα πρέπει να περιγραφεί ο επιλεγμένος τρόπος στα τεύχη υλοποίησης.

Ο πρώτος τρόπος είναι με δημιουργία δεικτών απόδοσης και σύγκρισή τους με αντίστοιχες τιμές από παρόμοιες εγκαταστάσεις. Ο τρόπος αυτός είναι προσεγγιστικός και δείχνει απλά την τάση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης και σίγουρα δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο για αξιολόγηση της ποιότητας εκτέλεσης του έργου γιατί έχει σημαντικό περιθώριο σφάλματος. Ειδικά για τα αθλητικά συγκροτήματα, υπάρχει και η επιπλέον δυσκολία της αναζήτησης αντίστοιχων δεικτών για σύγκριση από παρόμοιες εγκαταστάσεις. Σε αυτό συντελεί επιπλέον και το γεγονός ότι η σύγκριση θα πρέπει να γίνει με αθλητικές εγκαταστάσεις που λειτουργούν σε παρόμοιες συνθήκες.

Ο δεύτερος τρόπος είναι μέσω μοντέλου ενεργειακής προσομοίωσης. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να περιλαμβάνεται στο αντικείμενο της μελέτης η δημιουργία μοντέλου ενεργειακής προσομοίωσης για κάθε κτηριακή εγκατάσταση. Το μοντέλο θα πρέπει να βασίζεται σε ανάλυση με ωριαίο βήμα και για τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής του έργου.

Το μοντέλο θα περιλαμβάνει δύο εκδοχές. Η πρώτη εκδοχή θα αφορά ένα ιδεατό κτήριο με τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις το οποίο θα έχει χαρακτηριστικά που καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Για όσες από τις παραμέτρους του μοντέλου δεν υπάρχουν αντίστοιχες αναφορές στον ΚΕΝΑΚ (όπως για παράδειγμα, οι απαιτήσεις λοιπών

---

ενεργειακών καταναλώσεων εκτός θέρμανσης, ψύξης και ZNX ή επιμέρους διατάξεις αυτοματισμού των εγκαταστάσεων) μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ελάχιστες απαιτήσεις από αντίστοιχους κανονισμούς όπως το ASHRAE Standard 90.1.

Η δεύτερη εκδοχή θα αφορά το κτήριο ακριβώς όπως θα κατασκευαστεί.

Σκοπός της ανάλυσης αυτής είναι η σύγκριση διαφόρων προτάσεων σχεδιασμού σε σχέση με το κτήριο βάσης το οποίο είναι η πρώτη εκδοχή. Επομένως, η τεχνοοικονομική αξιολόγηση κάθε πρότασης θα εξετάζεται ως προς τη μείωση της κατανάλωσης του ενεργειακού μοντέλου ως προς την κατανάλωση του μοντέλου του κτηρίου βάσης αλλά και τη διαφορά κόστους που θα προκύπτει από την πρόταση αυτή.

Αν για παράδειγμα εξετάζεται ως επιλογή των πάχος της θερμομόνωσης, τότε μπορεί να γίνει μια ανάλυση όπου το μοντέλο του κτηρίου να «τρέξει» για διαφορετικά πάχη και χαρακτηριστικά θερμομόνωσης και να υπολογίζεται για κάθε περίπτωση η αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης σε σχέση με το κτήριο βάσης. Η εξοικονόμηση αυτή θα αξιολογηθεί με βάση την αντίστοιχη αύξηση κόστους που προκύπτει ώστε να εκτιμηθεί το πάχος που επιτυγχάνεται ο βέλτιστος συνδυασμός εξοικονόμησης-κόστους.

Άλλο παράδειγμα είναι η επιλογή του αριθμού και του μεγέθους των μηχανημάτων παραγωγής ψύξης-θέρμανσης. Ανάλογα με το προφίλ λειτουργίας του κτηρίου και τον τύπο των μηχανημάτων, μπορούν να δημιουργηθούν διαφορετικά μοντέλα με διαφορές συνθέσεις των μηχανημάτων (ως προς τον αριθμό και το μέγεθος κάθε μονάδας) και αντίστοιχα πάλι να υπολογιστεί ο συνδυασμός αυτός που δημιουργεί το βέλτιστο λόγο κόστους-οφέλους σε σχέση με το κτήριο βάσης.

### **5.3.2. Καταγραφή απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιούνται - Εναρμόνιση με την εθνική νομοθεσία.**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην ενότητα 5.2.2. Με εξαίρεση τον έλεγχο νομιμότητας και σεισμικής επάρκειας τα οποία προφανώς δεν έχουν εφαρμογή σε νέες εγκαταστάσεις. Αντίστοιχα για τα θέματα αυτά ισχύει η έκδοση οικοδομικής άδειας η οποία θα πρέπει να καλύπτει όλες τις απαιτήσεις της νομοθεσίας.

### **5.3.3. Διαγωνιστικές διαδικασίες**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην ενότητα 5.2.3

### **5.3.4. Διαδικασίες λειτουργικής παραλαβής**

Η διαδικασία λειτουργικής παραλαβής (commissioning) είναι ακριβώς η ίδια για νέες εγκαταστάσεις όπως και για τις υφιστάμενες, επομένως ισχύουν τα αναφερόμενα στην ενότητα 5.2.4

### **5.3.5. Συντήρηση**

Αντίστοιχα και για τη συντήρηση ισχύουν τα αναφερόμενα για τις υφιστάμενες εγκαταστάσεις στην ενότητα 5.2.5

### **5.3.6. Παροπλισμός – παύση χρήσης και διαχείριση /διάθεση υλικών**

Και οι υπολογισμοί για τον παροπλισμό – παύσης χρήσης των υλικών είναι ίδιοι για τις νέες και υφιστάμενες εγκαταστάσεις, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην ενότητα 5.2.6



---

## 6. Παραδείγματα εφαρμογής ενεργειακών αναβαθμίσεων σε αθλητικές εγκαταστάσεις

Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των ενεργειών που λαμβάνουν χώρα κατά τη μελέτη της ενεργειακής αναβάθμισης ή του ενεργειακού σχεδιασμού σε μία αθλητική μονάδα, κρίθηκε σημαντική η παρουσίαση συγκεκριμένων περιπτώσεων από προσφάτως υλοποιημένους ενεργειακούς ελέγχους και από κατατεθειμένες μελέτες ενεργειακού σχεδιασμού, που αναφέρονται στις υφιστάμενες, και νέες αντίστοιχα, αθλητικές εγκαταστάσεις. Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφονται τα βήματα, που πραγματοποιήθηκαν με στόχο την επίτευξη μίας ολοκληρωμένης ενεργειακής μελέτης διαφόρων τύπων αθλητικών μονάδων, καθώς και τα αποτελέσματα που εξήχθησαν και τελικά εγκρίθηκαν από τον αρμόδιο φορέα, δηλαδή τη Διεύθυνση Τεχνικών Αθλητικών Έργων και Υποδομών, που υπάγεται στη Γενική Γραμματεία Αθλητισμού του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού [48],[51]. Στην ιστοσελίδα της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού υπάρχουν αναρτημένες οι εγκεκριμένες ενεργειακές μελέτες και από άλλα έργα ενεργειακής αναβάθμισης αθλητικών κέντρων, στις οποίες ο αναγνώστης έχει ελεύθερη πρόσβαση [47],[50],[52].

### 6.1. Παρουσίαση παραδειγμάτων και εμπειρίες υλοποιημένων ενεργειακών αναβαθμίσεων σε αθλητικές εγκαταστάσεις

#### 6.1.1. Ενεργειακή Μελέτη για την Αναβάθμιση των Υποδομών του Παπαχαλαλάμπειου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου [51]

##### Περίοδος μελέτης

- Σεπτέμβριος 2020

##### Περιγραφή εγκαταστάσεων

- Ανοιχτός στίβος
- Ανοιχτό γήπεδο ποδοσφαίρου
- Ανοιχτό γήπεδο καλαθοσφαίρισης
- Ανοιχτά γήπεδα αντισφαίρισης
- Αποδυτήρια γηπέδου ποδοσφαίρου
- Κλειστό γυμναστήριο (γήπεδο καλαθοσφαίρισης & πετοσφαίρισης και βοηθητικοί χώροι λοιπών χρήσεων)
- Κλειστά γυμναστήρια κερκίδας
- Κλειστή αίθουσα γυμναστικής και αποδυτήρια στίβου

##### Εγκαταστάσεις που έλαβαν μέρος στη μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης

- Κλειστό γυμναστήριο (μπλε απόχρωση στην εικόνα 6.1)
- Αποδυτήρια ποδοσφαίρου (κίτρινη απόχρωση στην εικόνα 6.1)
- Κερκίδες επάνω από γυμναστήρια (κόκκινη απόχρωση στην εικόνα 6.1)
- Αποδυτήρια στίβου και αίθουσα γυμναστικής (ροζ απόχρωση στην εικόνα 6.1)



*Εικόνα 6.1: Κάτοψη εγκαταστάσεων Παπαχαράλαμπειου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου.  
(Πηγή: Google Earth)*

*i Κλειστό γυμναστήριο – μπλε σχεδιάγραμμα*

**✚ Βήματα υλοποίησης της ενεργειακής μελέτης**

1. Εκτενής αυτοψία στους χώρους του κτηρίου και συλλογή απαραίτητου υλικού (σχέδια, λίστα Η/Μ εξοπλισμού κτηρίου, λογαριασμοί ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων).
2. Ανάλυση των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου.
3. Υπολογισμοί ισοζυγίων ενέργειας και θερμορροών.
4. Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών, προσδιορισμός του ενεργειακού προφίλ βάσης του κτηρίου και των σημαντικών ενεργειακών φορτίων αυτού.
5. Εντοπισμός και αξιολόγηση μέτρων εξοικονόμησης, με υπολογισμό και της διάρκειας απόσβεσης αυτών.
6. Συγγραφή τεχνικής έκθεσης των παρεμβάσεων.

---

**✚ Περιγραφή του κλειστού γυμναστηρίου του Παπαχαλαλάμπειου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου**

<b>Γενική Περιγραφή</b>	<b>Κατασκευή:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Διώροφο κτήριο με οπλισμένο σκυρόδεμα και οπτοπλινθοδομή</li><li>- Κάλυψη 902,46 m<sup>2</sup></li><li>- Ύψος 11 m</li><li>- Έτος κατασκευής 1989</li><li>- Μέσος όρος χρηστών 97 άτομα/ημέρα</li><li>- Ενεργειακή κλάση Δ</li></ul>
	<b>Χρήση χώρων:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Γήπεδα για καλαθοσφαίριση και πετοσφαίριση</li><li>- Πτυσσόμενες κερκίδες 240 θέσεων</li><li>- Βοηθητικοί χώροι <b>ισογείου</b> με αποδυτήρια, μηχανοστάσιο, αποθήκη οργάνων, ιατρείο, χώρους υγιεινής θεατών και κυλικείο</li><li>- Βοηθητικοί χώροι <b>ορόφου</b> με τα γραφεία διοίκησης</li></ul>
	<b>Ωράριο λειτουργίας:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- όλους τους μήνες του έτους</li><li>- Δευτέρα με Κυριακή</li><li>- 9 π.μ. με 11 μ.μ.</li><li>- συχνή πραγματοποίηση αθλητικών δρώμενων</li></ul>
<b>Υφιστάμενος εξοπλισμός</b>	<b>Φωτισμός:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Τύποι φωτιστικών: HQI προβολείς, σκάφες φθορίου, λάμπες φθορίου</li><li>- Κατανάλωση: 21.679,54 kWh/έτος</li></ul>
	<b>Ενέργεια για θέρμανση:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Απουσία συστήματος για θέρμανση χώρων</li><li>- Απαίτηση για θέρμανση του ZNX</li><li>- Λέβητας πετρελαίου ισχύος 25.000 kcal/h</li><li>- Αποθήκευση ZNX σε δύο boiler διπλής ενέργειας με χωρητικότητα 120 lt έκαστος</li></ul>
	<b>Ενέργεια για ψύξη:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Απουσία συστήματος για ψύξη χώρων</li></ul>

---

✚ Διαμόρφωση ενεργειακού προφίλ του κλειστού γυμναστηρίου σύμφωνα με τα υφιστάμενα στοιχεία από την αυτοψία του χώρου

Στη συνέχεια παρατίθενται τα βασικά σημεία από τις μεθοδολογίες, που χρησιμοποιήθηκαν κατά το βήμα της ανάλυσης των ενεργειακών δεδομένων, για κάθε περίπτωση κατανάλωσης ή ζήτησης ενέργειας.

**(A) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)**

Αρχικά, υπολογίστηκαν η ωριαία ζήτηση σε ZNX (lt), και η ωριαία απαίτηση θερμικής ενέργειας ( $kWh_{th}$ ) για την παραγωγή ZNX, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα, για το κλειστό γήπεδο με βάση τα:

- Δεδομένα σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017:
  - Μέση κατανάλωση ZNX 20 lt/άτομο/ημέρα
  - Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου για την περιοχή της Ναυπάκτου (Κλιματική Ζώνη Β)
- Δεδομένα σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία του σταδίου:
  - Ώρες που χρησιμοποιείται το ZNX
  - Αριθμός ατόμων που κάνουν χρήση του ZNX
  - Θερμοκρασία παραγόμενου νερού: 60°C

Έπειτα, λαμβάνοντας ως δεδομένο τον βαθμό απόδοσης των λεβήτων (ίσο με 0,80), υπολογίστηκε η ωριαία κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή ZNX και κατ' επέκτασιν η ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή ZNX, η οποία ισούται με 41,82 MWh.

**(B) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων (ΘΧ)**

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η εκτίμηση της ωριαίας απαίτησης σε θερμική ενέργεια ( $kWh_{th}$ ) για τη θέρμανση των χώρων του κλειστού γηπέδου, για τους μήνες Νοέμβριο με Απρίλιο (Πίνακας II.1 στο Παράρτημα II). Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκαν:

- η μεθοδολογία των βαθμοημερών θέρμανσης για την πόλη της Ναυπάκτου, με βάση τα κλιματικά δεδομένα της Πάτρας ως της κοντινότερης πόλης με παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως ορίζεται στην TOTEE 20701-3/2010.
- η επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου ίση με 18°C
- το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας επί την επιφάνεια ίσο με 7.529kcal/h·°C

Στη συνέχεια, διαιρώντας την υπολογισμένη ωριαία απαίτηση θερμικής ενέργειας για ΘΧ με την τιμή του βαθμού απόδοσης των λεβήτων (0,80), εκτιμήθηκε η θερμική ενέργεια που θεωρητικά θα καταναλωνόταν, σε ωριαία βάση, από τους λέβητες πετρελαίου, προκειμένου να παράγουν την απαιτούμενη ενέργεια για την κάλυψη των θερμικών φορτίων θέρμανσης του κλειστού γηπέδου. Αυτή η τιμή ανέρχεται σε 115 MWh.

---

### **(Γ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη των χώρων**

Στην αρχική κατάσταση του κλειστού γηπέδου, προτού γίνει η πρόταση ενεργειακής αναβάθμισης, δεν λειτουργούσε σύστημα ψύξης. Γι' αυτόν τον λόγο, ο επιθεωρητής κατά τον πρώτο ενεργειακό έλεγχο έκανε αναγωγή των δεδομένων σε θεωρητική κατάσταση, στην οποία η ψύξη για τους μήνες Ιούνιος-Σεπτέμβριος καλύπτεται από συμβατικά συστήματα, και πιο συγκεκριμένα από αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα (τύπου split). Για την εκτίμηση των ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιήθηκαν (Πίνακας II.2 στο Παράρτημα II):

- η μεθοδολογία των βαθμομερών ψύξης για την πόλη της Ναυπάκτου, με βάση τα κλιματικά δεδομένα της Πάτρας ως της κοντινότερης πόλης με παρόμοιες συνθήκες, όπως ορίζεται στην TOTEE 20701-3/2010.
- η επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου ίση με 25°C
- το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας επί την επιφάνεια ίσο με 19.125kcal/h·°C

Στη συνέχεια, με σκοπό τον υπολογισμό των ηλεκτρικών καταναλώσεων για ψύξη, χρησιμοποιήθηκε ο εποχιακός βαθμός απόδοσης ψύξης (SEER) για κτήριο αναφοράς, όπως ορίζει ο αναθεωρημένος KENAK, ο οποίος λήφθηκε ίσος με 2,2. Το αποτέλεσμα των υπολογισμών, αφότου πραγματοποιήθηκε η παραπάνω ανάλυση, ήταν 52,16 MWh ετησίως.

### **(Δ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό του σταδίου**

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh<sub>e</sub>) για τον φωτισμό πραγματοποιήθηκε με βάση:

- την εγκατεστημένη ισχύ του φωτισμού που βρίσκεται σε λειτουργία
- τις ώρες λειτουργίας του ανά ημέρα
- τη δήλωση της τεχνικής υπηρεσίας ότι ο ταυτοχρονισμός των φωτιστικών ισούται με 100%

Το σύνολο της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό των χώρων ισούται με 21,68 MWh.

Αφότου υλοποιήθηκε ο υπολογισμός των καταναλώσεων ανά ενέργεια και τελική χρήση, διαμορφώθηκε το ενεργειακό προφίλ του έτους αναφοράς και σχεδιάστηκε η διακύμανση της θερμικής ενέργειας ανά μήνα του έτους αναφοράς, καθώς και ο επιμερισμός της σε θέρμανση των χώρων και σε παραγωγή ZNX.

### **✚ Προσδιορισμός προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Στο συγκεκριμένο βήμα διαμορφώθηκαν οι προτεινόμενες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη δυνατότητα της τεχνικής υλοποίησής τους, με τα ελάχιστα πρόσθετα κόστη, όσο και την οικονομική αποδοτικότητα στην πάροδο του χρόνου. Τα μέτρα που προτάθηκαν συνοψίζονται ως ακολούθως:

### **(1) Αναβάθμιση του φωτισμού του κλειστού γυμναστηρίου**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υφιστάμενων συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους τεχνολογίας LED, έπειτα από τη διενέργεια μελετών φωτιστικής στα κλειστά γήπεδα, στους εσωτερικούς χώρους, στην εξωτερική σκηνή και στο γήπεδο ποδοσφαίρου, σύμφωνα με το πρότυπο EN12193 Lights and Lighting – Sports lighting. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού, πυρακτώσεως και των υπόλοιπων φωτιστικών με λαμπτήρες τύπου LED tubes, ισχύος χαμηλότερης των συμβατικών λαμπτήρων, χωρίς να αλλάξει η χωροθέτησή τους και το σώμα του φωτιστικού (Πίνακας 6.1). Ωστόσο, επειδή κατά την εποπτεία των εγκαταστάσεων παρατηρήθηκε πως ορισμένα κελύφη παρουσίαζαν σημαντικές φθορές, κρίθηκε συνετό να συμπεριληφθεί στον προϋπολογισμό και η αντικατάσταση ενός ποσοστού 30% από τα κελύφη. Από την φωτιστική μελέτη προέκυψαν τα δεδομένα των νέων λαμπτήρων LED, με τα οποία πληρούνται οι απαιτήσεις του προτύπου EN12193.

**Πίνακας 6.1:** Αντιστοίχιση φωτιστικών σωμάτων με αντίστοιχα τεχνολογίας LED.

Χώρος	Υφιστάμενοι Λαμπτήρες				Νέοι Λαμπτήρες			
	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Νέος Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)
Σάλα	HQI Προβολείς	27	400	10,8	Προβολείς LED	27	220	5,94
Αποδυτήρια Κλειστού	Σκάφες φθορίου	7	36	0,252	LED Tubes	7	16	0,112
Ντους	Χελώνες Στεγανές	14	60	0,84	ΧΕΛΩΝΕΣ Στεγανές	14	60	0,84
Αποθήκες	Σκάφες φθορίου	3	36	0,108	LED Tubes	3	16	0,048
Εξωτερικοί Χώροι	HQI Προβολείς	7	250	1,75	Προβολείς LED	7	220	1,54
Λεβ/σιο Σταδίου	Λάμπες φθορίου	1	58	0,058	LED Tubes	1	20	0,02

Στη συνέχεια, εξετάστηκε:

- το κόστος προμήθειας του εξοπλισμού και της εργασίας για την αντικατάσταση (Πίνακας 6.2)
- η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη νέα κατάσταση φωτισμού (Πίνακας 6.3)
- η εξοικονόμηση ενέργειας από τη συγκεκριμένη παρέμβαση (Πίνακας 6.4)

**Πίνακας 6.2:** Ανάλυση κόστους νέων φωτιστικών λαμπτήρων τεχνολογίας LED (με ΦΠΑ).

Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Τύπος	Τιμή Προμήθειας (€/τμχ)	Σύνολο Κόστους Προμήθειας (€)	Τιμή Εγκατάστασης (€/τμχ)	Σύνολο
ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΟΥ 36W	10	LED Tubes 16 W	6,08	60,8	6,25	62,5
ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΟΥ 58W	1	LED Tubes 20 W	9,30	9,30	6,25	6,25
ΧΕΛΩΝΕΣ Στεγανές 60W	14	Χελώνες Στεγανές LED	10,41	145,78	6,25	87,5
ΗQI ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ 250W	7	Προβολείς LED 220 W	744	5.208	11,46	80,22
ΗQI ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ 400W	27	Προβολείς LED 220 W	744	20.088	22,92	618,84
<b>Σύνολο</b>				<b>25.511,88</b>	<b>855,31</b>	<b>26.367,19</b>

**Πίνακας 6.3:** Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη νέα κατάσταση Φωτισμού.

Χώρος	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Ταυτοχρονισμός	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ώρες λειτουργίας ανά έτος	Κατανάλωση Ηλ. Ενέργειας (kWh/έτος)
Σάλα	Προβολείς LED	27	220	5,94	100%	4	1.460	8.672,40
Αποδυτήρια Κλειστού	LED Tubes	7	16	0,112	100%	5	1.825	204,40
Ντους	Χελώνες Στεγανές	14	60	0,84	100%	3	1.095	919,80
Αποθήκες	LED Tubes	3	16	0,048	100%	1	365	17,52
Εξωτερικοί Χώροι	Προβολείς LED	7	220	1,54	100%	7	2.555	3.934,70
Λεβ/σιο Σταδίου	LED Tubes	1	20	0,02	100%	1	365	7,30
<b>Σύνολο</b>								<b>13.756,12</b>

**Πίνακας 6.4:** Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση παλαιού φωτισμού.

	Ζητούμενη ισχύς (kW)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Ετήσιο ενεργειακό κόστος (€)	Ενεργειακή αποδοτικότητα (%)
<b>Υφιστάμενο</b>	13,81	21.679,54	4.141,68	37%
<b>Νέο</b>	8,50	13.756,12	2.627,98	
<b>ΕΞΕ</b>	5,31	7.923,42	1.513,70	

## **(2) Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας**

Περιλαμβάνει την εγκατάσταση αυτόνομων μονάδων κλιματισμού, με εξωτερική τοποθέτηση πλησίον της κεντρικής αίθουσας εκγύμνασης για εύκολη σύνδεση με τους αεραγωγούς προσαγωγής και απαγωγής. Η διαστασιολόγηση των αντλιών θερμότητας έγινε βάσει των ψυκτικών φορτίων και η επιλογή τους προέκυψε από υπολογισμούς σε κατάλληλο λογισμικό και αφότου λήφθηκαν υπόψη οι παρεμβάσεις αναβάθμισης του κελύφους.

*Πίνακας 6.5: Χαρακτηριστικά τοπικών αντλιών θερμότητας.*

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Ισχύς Ψύξης (kW)	Ισχύς Θέρμανσης (kW)	ESEER	SCOP	Ενεργειακή Κλάση (ψύξη)
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	2	2,50	2,80	8,65	5,10	A+++
	1	2,00	2,50	8,65	5,10	A+++
ΑΙΘΟΥΣΑ ΓΗΠΕΛΟΥ	3	54,32	48,74	3,39	2,96	

Στη συνέχεια, εξετάστηκε:

- το κόστος προμήθειας του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων των αεραγωγών, και της εργασίας για την εγκατάσταση (Πίνακας 6.6)
- η εξοικονόμηση ενέργειας και το οικονομικό όφελος από τη συγκεκριμένη παρέμβαση

*Πίνακας 6.6: Ανάλυση κόστους τοπικών αντλιών θερμότητας (με ΦΠΑ).*

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Τιμή ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Κόστος εγκατάστασης ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Συνολικό Κόστος (€)
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	2	1.146,94	200	2.693,88
	1	1.112,24	200	1.312,24
ΑΙΘΟΥΣΑ ΓΗΠΕΛΟΥ	3	24.428,00	1.000	76.284,00

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας πραγματοποιήθηκε σε σύγκριση με το σύστημα θέρμανσης/ψύξης του κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρώντας πως:

- οι θερμικές ανάγκες για ΘΧ και ΖΝΧ καλύπτονται από συνήθη λέβητα με βαθμό απόδοσης 80%
- τα ψυκτικά φορτία καλύπτονται από σύστημα ψύξης με εποχιακό βαθμό απόδοσης SEER=2,2
- στις νέες αντλίες θερμότητας, που προτείνονται να τοποθετηθούν με σκοπό την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων για ΘΧ και των ψυκτικών απαιτήσεων, λαμβάνεται ο μέσος



εποχιακός βαθμός απόδοσης σε ψύξη SEER=3,39 και ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε θέρμανση SCOP=2,96.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Κόστος της θερμικής ενέργειας για ΘΧ από τον θεωρητικό λέβητα πετρελαίου
$115 \text{ MWh} \times 126,98 \text{ €/MWh} = 14.602,7 \text{ €}$

Όπου:

115 MWh η κατανάλωση καυσίμου σε μονάδες ενέργειας (=92 MWh/0,8)

126,98 €/MWh η τιμή προμήθειας του πετρελαίου τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΘΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$31,08 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 6.706,13 \text{ €}$

Όπου:

31,08 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=92 MWh/2,96)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ
$14.602,7 \text{ €} - 6.706,13 \text{ €} = 7.896,57 \text{ €}$

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από το θεωρητικό σύστημα ψύξης
$52,16 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 11.254,56 \text{ €}$

Όπου:

52,16 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=114,75 MWh/2,2)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$33,84 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 7.301,65 \text{ €}$

Όπου:

33,84 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=114,75 MWh/3,39)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ
$11.254,56 \text{ €} - 7.301,65 \text{ €} = 3.952,91 \text{ €}$

Συνολική Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από την εγκατάσταση ΑΘ
$7.896,57 \text{ €} + 3.952,91 \text{ €} = 11.849,48 \text{ €}$

Ετήσια εξοικονόμηση <b>πρωτογενούς</b> ενέργειας από την εγκατάσταση ΑΘ
$115 \text{ MWh} - 90,13 \text{ MWh} + 151,26 \text{ MWh} - 98,14 \text{ MWh} = 77,99 \text{ MWh}$

Όπου:

90,13 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΘΧ σε πρωτογενή ( $=31,08 \cdot 2,9$ )

151,26 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του παλαιού συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή ( $=52,16 \cdot 2,9$ )

98,14 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή ( $=33,84 \cdot 2,9$ )

Σημειώνεται πως 2,9 είναι ο συντελεστής μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017.

### **(3) Αναβάθμιση κελύφους**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των εξωτερικών ανοιγμάτων με ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου, τα οποία πρόκειται να διαθέτουν πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα και να χαρακτηρίζονται από συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $3,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Κατά την κοστολόγηση της πρότασης αναβάθμισης προέκυψε πως το συνολικό κόστος για την προμήθεια των εξωτερικών κουφωμάτων και τις εργασίες αντικατάστασης ισούται με  $27.215,45 \text{ €}$  (με ΦΠΑ), συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων, των απρόβλεπτων και των απολογιστικών.

Σύμφωνα με τη μελέτη του ενεργειακού επιθεωρητή σε κατάλληλο λογισμικό, χρησιμοποιώντας τους νέους συντελεστές απωλειών και θερμοπερατότητας προέκυψε πως, έπειτα από την υιοθέτηση του συγκεκριμένου μέτρου αναβάθμισης του κελύφους επιτυγχάνονται:

- εξοικονόμηση ενέργειας καυσίμου για ΘΧ ίσης με  $8,75 \text{ MWh}$
- εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ ίσης με  $1.111 \text{ €}$  ετησίως
- εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ ίσης με  $2,14 \text{ MWh}$
- εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ ίσης με  $461,75 \text{ €}$  ετησίως

Συνολικά προκύπτει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίσης με  $14,63 \text{ MWh}$  και χρημάτων ίσης με  $1.572,75 \text{ €}$  ετησίως.

---

#### **(4) Αντικατάσταση λέβητων-καυστήρων**

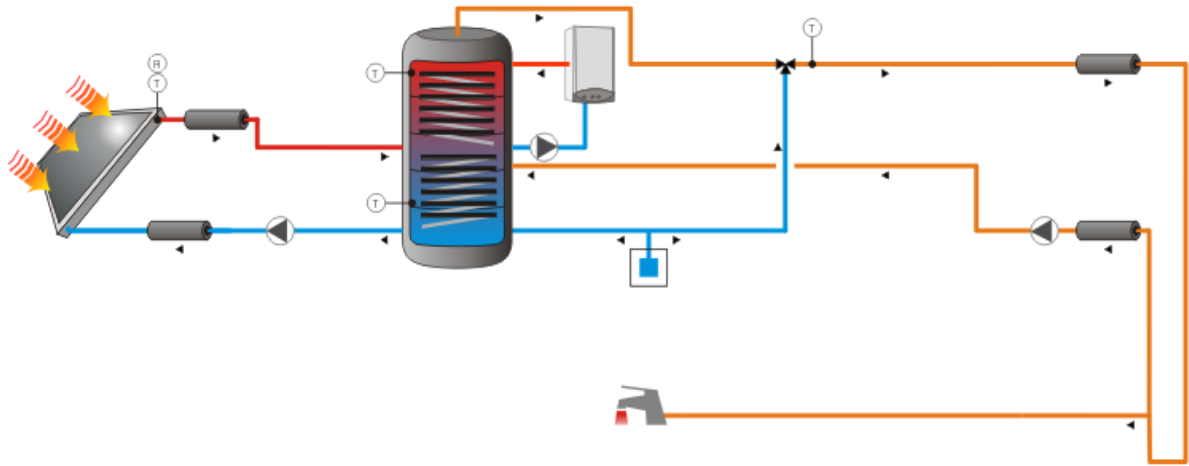
Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υφιστάμενων συστημάτων λέβητων-καυστήρων με νέα υψηλότερης ενεργειακής κλάσης. Οι νέοι λέβητες πρόκειται να έχουν την ίδια ισχύ με τους υφιστάμενους και να τοποθετηθούν στη θέση των παλαιών. Η σύνδεσή τους σχεδιάστηκε να γίνει επάνω στη διάταξη του υπάρχοντος δικτύου, το οποίο ωστόσο θα αναβαθμιστεί με νέους μονωμένους σωλήνες. Το επιλεγθέν σύστημα θέρμανσης για παραγωγή ZNX χαρακτηρίζεται από τα εξής:

- Τύπος λέβητα: Συμπύκνωσης από χυτοσίδηρο
- Τύπος καυστήρα: Μονοβάθμιος πετρελαίου
- Ισχύς λέβητα: 30.000 kcal/h
- Ισχύς καυστήρα: 27.520 - 51.600 kcal/h
- Βαθμός απόδοσης σε χαμηλές θερμοκρασίες: >1,03

Το συνολικό κόστος της παρέμβασης, συνυπολογίζοντας το κόστος προμήθειας του λέβητα και του καυστήρα και το κόστος της αποξήλωσης της εγκατάστασης, ανέρχεται σε 3.770€ (με ΦΠΑ). Δεδομένης της μείωσης στην κατανάλωση πετρελαίου, που επιφέρει η αντικατάσταση των λέβητων-καυστήρων, κατά 9,34 MWh, προκύπτει πως η εξοικονόμηση χρημάτων ισούται με 1.185,99 €.

#### **(5) Εγκατάσταση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων επιλεκτικών συλλεκτών για την παραγωγή ZNX**

Περιλαμβάνει την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ZNX μέσα από την εγκατάσταση επίπεδων επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών. Στους ηλιακούς συλλέκτες, η ηλιακή ενέργεια θα μετατρέπεται σε θερμική, και μέσω εξαναγκασμένης κυκλοφορίας νερού θα μεταφέρεται στο boiler. Το ZNX χρήσης, σε περιόδους χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας ή αυξημένης ζήτησης, θα φτάνει στην επιθυμητή θερμοκρασία με την βοήθεια του λέβητα θερμού νερού. Το ηλιακό σύστημα θα λειτουργεί κατά προτεραιότητα σε σχέση με τον λέβητα, με σκοπό τη μείωση του ενεργειακού κόστους του σταδίου, της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ο αριθμός των συλλεκτών επιλέχθηκε έπειτα από κατάλληλους υπολογισμούς του ενεργειακού επιθεωρητή στο λογισμικό προσομοίωσης με τη μέθοδο Καμπυλών F, και προέκυψε ίσος με 10.



**Εικόνα 6.2:** Προσομοίωση ενεργητικού ηλιακού συστήματος.  
(Πηγή: Τεύχος Ενεργειακής Μελέτης – Γ.Γ.Α.)

Το συνολικό κόστος της προμήθειας των απαιτούμενων υλικών και της εργασίας εγκατάστασης του Ενεργητικού Ηλιακού Συστήματος, υπολογίζεται στα 14.804,20 € (με ΦΠΑ). Η λειτουργία του ενεργητικού ηλιακού συστήματος προσφέρει:

- Εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας για παραγωγή ΖΝΧ 19,81 MWh/έτος
- Εξοικονόμηση χρημάτων 2.515,47 €/έτος

#### **(6) Εγκατάσταση Συστήματος Παρακολούθησης & Διαχείρισης της Ενέργειας (BEMS)**

Το κεντρικό σύστημα BEMS περιλαμβάνει:

- Ηλεκτρικούς μετρητές, οι οποίοι πρόκειται να τοποθετηθούν στους επιμέρους ηλεκτρικούς πίνακες ή συνολικά σε ένα νέο πίνακα.
- Μετρητές θερμικής ενέργειας, οι οποίοι πρόκειται να τοποθετηθούν στους κλάδους νερού θέρμανσης & ψύξης.
- Σταθμούς αυτοματισμού, οι οποίοι αποτελούνται από προεπεξεργαστές αναλυτών ενέργειας (Gateways) και αντίστοιχες κάρτες εισόδου, και πρόκειται να τοποθετηθούν σε ειδικούς πίνακες και να συλλέγουν τα δεδομένα των μετρητών, οι οποίοι έχουν διαφόρων τύπων πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως Modbus TCP ή Modbus RTU.
- Τον εξυπηρετητή (server), στον οποίο βρίσκεται εγκατεστημένη η κεντρική πλατφόρμα διαχείρισης των ενεργειακών δεδομένων, και μέσω αυτού επιτυγχάνεται η επικοινωνία μεταξύ όλου του εξοπλισμού του BEMS.

Η εγκατάσταση του απομακρυσμένου κέντρου ελέγχου απαιτεί τα εξαρτήματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.7.

**Πίνακας 6.7:** Απαιτούμενος εξοπλισμός για την εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας BEMS.

ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ / ΕΛΕΓΧΟΣ	ΟΡΓΑΝΟ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	Ένδειξη Έντασης	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
	Ένδειξη cosφ	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΓΗΠΕΔΟΥ TENNIS	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΦΥΛΑΚΙΟΥ ΓΗΠΕΔΟΥ TENNIS	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΗΠΕΔΟΥ TENNIS	Ένδειξη Έντασης	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
	Ένδειξη cosφ	
ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Ένδειξη λειτουργίας Αντλίας Θερμότητας	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	Ένδειξη Έντασης	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
	Ένδειξη cosφ	
ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ - BOILER	Θερμοκρασία νερού κυκλώματος προσαγωγής ηλ. συλλεκτών	Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτιζόμενο
	Θερμοκρασία νερού κυκλώματος επιστροφής ηλ. συλλεκτών	Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτιζόμενο
	Εκκίνηση/στάση κυκλοφορητή ηλιακών	Επαφή κυκλοφορητή
	Εκκίνηση/στάση κυκλοφορητή ηλιακών	Επαφή κυκλοφορητή
	Βλάβη κυκλοφορητή ηλιακών	Επαφή κυκλοφορητή
ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΗΤΗΣ ΛΕΒΗΤΑ (1 ΤΜΧ)	Ενδείξεις θερμοδομετρητή υπερήχων	Μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus RTU
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	Ένδειξη παροχής πετρελαίου	Έξοδος παλμού μετρητή

Στόχοι του BEMS είναι:

- η παρακολούθηση των σημαντικών ηλεκτρικών καταναλώσεων της κεντρικής παροχής του πίνακα τροφοδότησης. Από αυτό θα προκύψει η διαμόρφωση μίας συνολικής εικόνας για τις καταναλώσεις των φορτίων σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες (πχ. θερμοκρασία περιβάλλοντος).
- η παρακολούθηση των θερμικών χαρακτηριστικών της εγκατάστασης που, σε συνδυασμό με την παρακολούθηση της εξωτερικής θερμοκρασίας και της ηλεκτρικής κατανάλωσης, οδηγεί στην παρακολούθηση του βαθμού απόδοσης των διεργασιών.
- η ευκολότερη ποσοτικοποίηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που πρόκειται να εφαρμοσθούν στη μονάδα
- ο άμεσος εντοπισμός βλαβών – ενεργειακής σπατάλης, μέσω της συνεχούς σύγκρισης των ενεργειακών δεικτών που θα κάνει το λογισμικό του BEMS.

---

Η αξιολόγηση της συγκεκριμένης πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας, κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα:

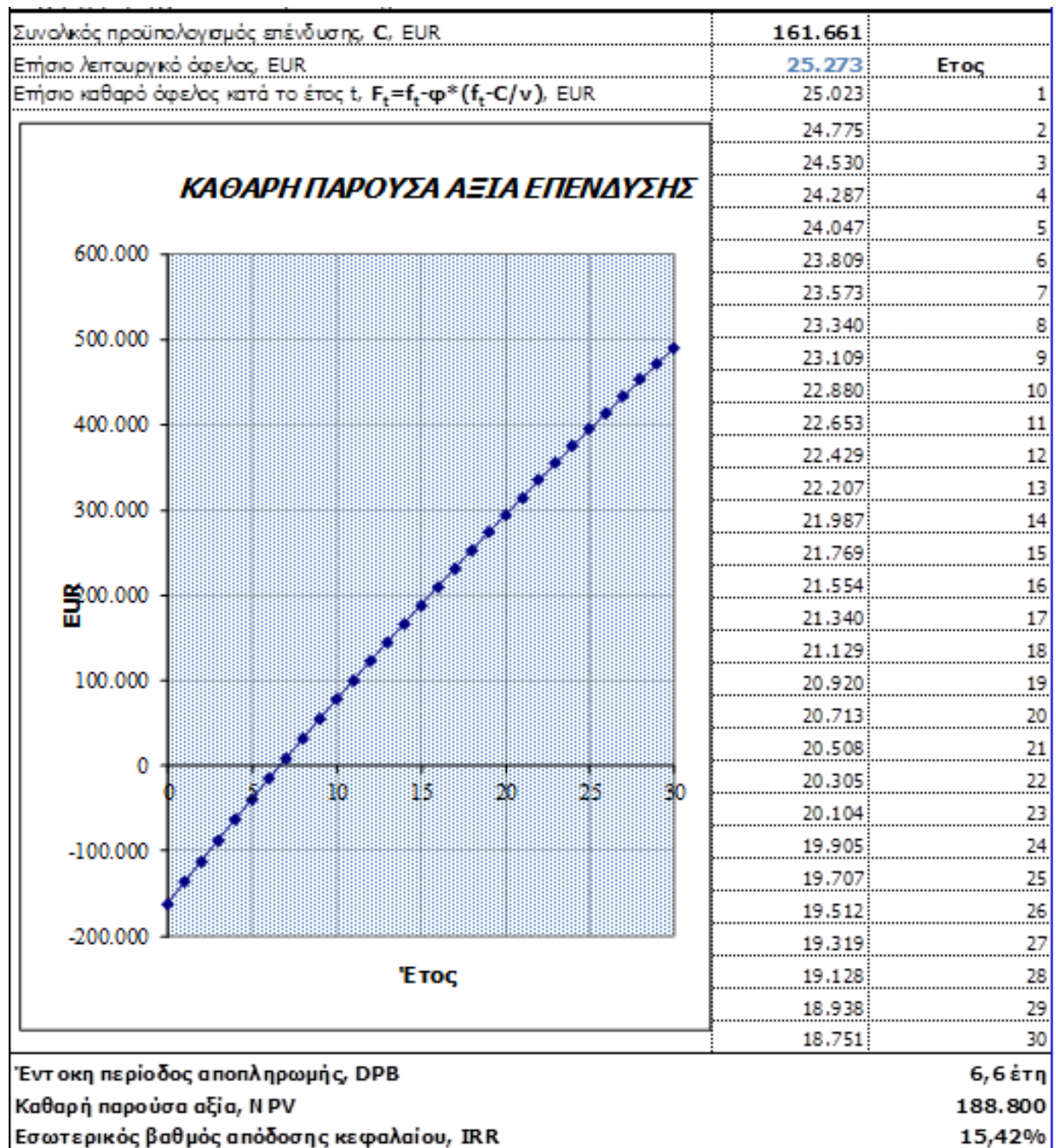
- Η **εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας** ανέρχεται σε 1,25 MWh<sub>th</sub>, δεδομένου ότι η κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 124,98 MWh<sub>th</sub> ετησίως και το ενεργειακό όφελος από την αναβάθμιση του BEMS θεωρείται, βάσει βιβλιογραφίας, ίσο με 1% για τα θερμικά φορτία και 2% για τα ηλεκτρικά φορτία.
- Το **οικονομικό όφελος** από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι 198,10 € ετησίως, ενώ το κόστος της εγκατάστασης συστήματος διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS) ανέρχεται στο ποσό των 9.213,70 € (με ΦΠΑ).

#### Αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης

Η οικονομική αξιολόγηση της συνολικής επένδυσης, με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των δομών του κλειστού γυμναστηρίου, έγινε με βάση τους δείκτες της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της επένδυσης (IRR) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPB) και με τα εξής δεδομένα:

- Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία: 1%
- Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή: 0%
- Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου: 15 έτη
- Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης: 0%
- Αρχικό κόστος συνολικής επένδυσης (συμπερ. ΦΠΑ): 161.660,66 €
- Εξοικονόμηση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας: 132,45 MWh/y
- Εξοικονόμηση χρημάτων ετησίως: 25.273,48 €/y

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης φαίνονται στην εικόνα 6.3, και από αυτά συμπεραίνεται πως πρόκειται για μία βιώσιμη και αποδοτική επένδυση.



*Εικόνα 6.3: Οικονομική Αξιολόγηση της Βιωσιμότητας των Παρεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης.*

## *ii Αποδυτήρια ποδοσφαίρου – κίτρινο σχεδιάγραμμα*

Η υλοποίηση της ενεργειακής μελέτης για την αναβάθμιση των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου ακολουθεί τα ίδια βήματα και την ίδια συλλογιστική πορεία με την μελέτη που εκπονήθηκε στο κλειστό γυμναστήριο της ενότητας 6.1.1.1.

---

**✚ Περιγραφή του κλειστού γυμναστηρίου του Παπαχαλαλάμπειου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου**

<b>Γενική Περιγραφή</b>	<b>Κατασκευή:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Μονώροφο κτήριο με οπλισμένο σκυρόδεμα, οπτοπλινθοδομή και κεραμοσκεπή</li><li>- Κάλυψη 150,13 m<sup>2</sup></li><li>- Ύψος 4,80 m</li><li>- Έτος κατασκευής 1974</li><li>- Μέσος όρος χρηστών 142 άτομα/ημέρα</li><li>- Ενεργειακή κλάση E</li></ul>
	<b>Χρήση χώρων:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2 μονάδες αποδυτηρίων</li><li>- Γραφείο προπονητή</li></ul>
	<b>Ωράριο λειτουργίας:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- όλους τους μήνες του έτους</li><li>- Δευτέρα με Κυριακή</li><li>- 9 π.μ. με 11 μ.μ.</li><li>- συχνή πραγματοποίηση αθλητικών δρώμενων</li></ul>
<b>Υφιστάμενος εξοπλισμός</b>	<b>Φωτισμός:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Τύποι φωτιστικών: HQI προβολείς, πάνελ, λάμπες φθορίου, GU10 σποτ</li><li>- Κατανάλωση: 4.205,17 kWh/έτος</li></ul>
	<b>Ενέργεια για θέρμανση:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Απαίτηση για θέρμανση χώρων</li><li>- Απαίτηση για θέρμανση του ZNX</li><li>- Λέβητας πετρελαίου ισχύος 50.000 kcal/h</li><li>- Συνεργασία λέβητα για την παραγωγή ZNX με boiler τριπλής ενέργειας, χωρητικότητας 750 lt</li></ul>
	<b>Ενέργεια για ψύξη:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Απουσία συστήματος για ψύξη χώρων</li></ul>



---

**✚ Διαμόρφωση ενεργειακού προφίλ των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου σύμφωνα με τα υφιστάμενα στοιχεία από την αυτοψία του χώρου**

Για την ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων και τη διαμόρφωση του ενεργειακού προφίλ χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία για κάθε περίπτωση κατανάλωσης και ζήτησης ενέργειας, όπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 6.1.1.1. Η ενεργειακή μελέτη που διεκπεραιώθηκε για τα αποδυτήρια ποδοσφαίρου κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα.

**(Α) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)**

Σύμφωνα με τα δεδομένα από την TOTEE, για την περιοχή της Ναυπάκτου, και την τεχνική υπηρεσία του αθλητικού κέντρου, προέκυψε πως η ετήσια θερμική ενέργεια για παραγωγή ZNX ανέρχεται σε 61,24 MWh.

**(Β) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων (ΘΧ)**

Σύμφωνα με τον εξοπλισμό της κτηριακής μονάδας και τις υπολογισμένες τιμές των βαθμομερών θέρμανσης, για τις κλιματικές συνθήκες της Ναυπάκτου, εκτιμήθηκε πως η ετήσια θερμική ενέργεια που καταναλώνεται με σκοπό την κάλυψη των θερμικών φορτίων θέρμανσης των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου ισούται με 16 MWh. Στον Πίνακα II.3 του Παραρτήματος II παρουσιάζεται η εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων.

**(Γ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη των χώρων**

Σύμφωνα με την προσέγγιση της TOTEE, αναφορικά με τα στοιχεία του κτηρίου αναφοράς, και τις υπολογισμένες τιμές των βαθμομερών ψύξης, για τις κλιματικές συνθήκες της Ναυπάκτου, εκτιμήθηκε πως η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται με σκοπό την κάλυψη των φορτίων ψύξης των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου ισούται με 7,73 MWh. Στον Πίνακα II.4 του Παραρτήματος II παρουσιάζεται η εκτίμηση των απαιτήσεων ενέργειας για την ψύξη των χώρων.

**(Δ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου**

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό των συγκεκριμένων χώρων πραγματοποιήθηκε με βάση τα δεδομένα λειτουργίας της εγκατάστασης, και προέκυψε ίση με 4,21 MWh<sub>e</sub>.

**✚ Προσδιορισμός προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Στο συγκεκριμένο βήμα διαμορφώθηκαν οι προτεινόμενες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη δυνατότητα της τεχνικής υλοποίησής τους, με τα ελάχιστα πρόσθετα κόστη, όσο και τη βέλτιστη οικονομική αποδοτικότητα στην πάροδο του χρόνου. Τα μέτρα που προτάθηκαν συνοψίζονται ως ακολούθως:

### **(1) Αναβάθμιση του φωτισμού στα αποδυτήρια ποδοσφαίρου**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υφιστάμενων συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους τεχνολογίας LED, έπειτα από τη διενέργεια των κατάλληλων μελετών φωτοτεχνίας, και σύμφωνα με το πρότυπο EN12193 Lights and Lighting – Sports lighting.

**Πίνακας 6.8:** Αντιστοίχιση φωτιστικών σωμάτων με αντίστοιχα τεχνολογίας LED.

Χώρος	Υφιστάμενοι Λαμπτήρες				Νέοι Λαμπτήρες			
	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Νέος Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)
Κύριος χώρος	ΠΑΝΕΛ (60X60)	12	72	0,864	LED Panel (60x60)	12	40	0,48
Ντους	ΧΕΛΩΝΕΣ Στεγανές	10	60	0,6	ΧΕΛΩΝΕΣ Στεγανές LED	10	60	0,6
Εξωτερικοί χώροι	HQI ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ	2	250	0,5	Προβολείς LED	2	220	0,44
-	GU10 ΣΠΟΤ	7	35	0,245	Λάμπα LED Value	7	8,5	0,0595
Γραφείο προπονητή	ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΟΥ	3	58	0,174	Προβολείς LED	3	20	0,06

**Πίνακας 6.9:** Ανάλυση κόστους νέων φωτιστικών λαμπτήρων τεχνολογίας LED (με ΦΠΑ).

Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Τύπος	Τιμή Προμήθειας (€/τμχ)	Σύνολο Κόστους Προμήθειας (€)	Τιμή Εγκατάστασης (€/τμχ)	Σύνολο
ΠΑΝΕΛ (60X60) 72W	12	Φωτιστικό LED Panel 40 W	45,04	540,48	6,25	75,00
ΧΕΛΩΝΕΣ Στεγανές 60W	10	Χελώνες Στεγανές LED	8,4	117,6	6,25	62,5
HQI ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ 250W	2	Προβολείς LED 220 W	600	1.200	11,46	22,92
GU10 ΣΠΟΤ 35W	7	Λάμπα LED 4,3 W	1,60	11,20	6,25	43,75
ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΟΥ 58W	3	LED Tubes 20 W	7,50	22,5	6,25	18,75
Σύνολο				<b>2.345,81</b>	<b>222,92</b>	<b>2.568,73</b>

**Πίνακας 6.10:** Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη νέα κατάσταση φωτισμού.

Χώρος	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Ταυτοχρονισμός	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ώρες λειτουργίας ανά έτος	Κατανάλωση Ηλ. Ενέργειας (kWh/έτος)
Κύριος χώρος	LED Panel (60X60)	12	40	0,48	100%	6	2.190	1.051,20
Ντους	Χελώνες Στεγανές LED	10	60	0,6	100%	2	730	438,00
Εξωτερικοί χώροι	Προβολείς LED	2	220	0,44	100%	7	2.555	1.124,20
-	Λάμπα LED Value	7	8,5	0,0595	100%	1	365	21,72

Χώρος	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Ταυτοχρονισμός	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ώρες λειτουργίας ανά έτος	Κατανάλωση Ηλ. Ενέργειας (kWh/έτος)
Γραφείο προπονητή	Προβολείς LED	3	20	0,06	100%	8	2.920	175,20
Σύνολο								2.810,32

*Πίνακας 6.11: Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση του παλαιού φωτισμού.*

	Ζητούμενη ισχύς (kW)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Ετήσιο ενεργειακό κόστος (€)	Ενεργειακή αποδοτικότητα (%)
Υφιστάμενο	2,38	4.205,17	803,36	33%
Νέο	1,64	2.810,32	536,89	
ΕΞΕ	0,74	1.394,85	266,47	

## (2) Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας

Περιλαμβάνει την εγκατάσταση τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (αέρος-αέρος) απ' ευθείας εκτόνωσης διαιρούμενου τύπου για τα αποδυτήρια. Η διαστασιολόγηση των αντλιών θερμότητας έγινε βάσει των ψυκτικών φορτίων και η επιλογή τους προέκυψε από υπολογισμούς σε κατάλληλο λογισμικό και αφότου λήφθηκαν υπόψη οι παρεμβάσεις αναβάθμισης του κελύφους.

*Πίνακας 6.12: Χαρακτηριστικά τοπικών αντλιών θερμότητας.*

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Ισχύς Ψύξης (kW)	Ισχύς Θέρμανσης (kW)	ESEER	SCOP	Ενεργειακή Κλάση (ψύξη)
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΦΙΛΟΞΕΝΟΥΜΕΝΩΝ	1	6,00	7,00	6,90	4,30	A++
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΓΗΠΕΔΟΥΧΩΝ	1	3,40	4,00	8,65	5,10	A+++
	1	4,20	5,40	7,85	4,71	A++
ΓΡΑΦΕΙΟ	1	3,40	4,00	8,65	5,10	A+++

**Πίνακας 6.13:** Ανάλυση κόστους τοπικών αντλιών θερμότητας (με ΦΠΑ).

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Τιμή ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Κόστος εγκατάστασης ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Συνολικό Κόστος (€)
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΦΙΛΟΞΕΝΟΥΜΕΝΩΝ	1	1.910,20	200,00	2.110,20
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΓΗΠΕΔΟΥΧΩΝ	1	1.275,51	200,00	1.475,51
	1	1.529,75	200,00	1.729,75
ΓΡΑΦΕΙΟ	1	1.275,51	200,00	1.475,51

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας πραγματοποιήθηκε σε σύγκριση με το σύστημα θέρμανσης/ψύξης του κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρώντας πως:

- οι θερμικές ανάγκες για ΘΧ και ΖΝΧ καλύπτονται από συνήθη λέβητα με βαθμό απόδοσης 80%
- τα ψυκτικά φορτία καλύπτονται από σύστημα ψύξης με εποχιακό βαθμό απόδοσης SEER=2,2
- στις νέες επιτοίχιες αντλίες θερμότητας (τύπου split) λήφθηκε ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε ψύξη SEER=8 και ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε θέρμανση SCOP=4,7.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Κόστος της θερμικής ενέργειας για ΘΧ από τον θεωρητικό λέβητα πετρελαίου
$16,25 \text{ MWh} \times 126,98 \text{ €/MWh} = 2.063,42 \text{ €}$

Όπου:

16,25 MWh η κατανάλωση καυσίμου σε μονάδες ενέργειας (=13 MWh/0,8)

126,98 €/MWh η τιμή προμήθειας του πετρελαίου τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΘΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$2,76 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 595,52 \text{ €}$

Όπου:

2,76 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=13 MWh/4,7)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ
$2.063,42 \text{ €} - 595,52 \text{ €} = 1.467,90 \text{ €}$

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από το θεωρητικό σύστημα ψύξης
$7,73 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 1.667,90 \text{ €}$

Όπου:

7,73 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=17 MWh/2,2)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$2,12 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 457,43 \text{ €}$

Όπου:

2,12 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=17 MWh/8)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ
$1.667,90 \text{ €} - 457,43 \text{ €} = 1.210,47 \text{ €}$

Συνολική Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από την εγκατάσταση ΑΘ
$1.467,90 \text{ €} + 1.210,47 \text{ €} = 2.678,37 \text{ €}$

Ετήσια εξοικονόμηση <b>πρωτογενούς</b> ενέργειας από την εγκατάσταση ΑΘ
$16,25 \text{ MWh} - 8,00 \text{ MWh} + 22,42 \text{ MWh} - 6,15 \text{ MWh} = 24,52 \text{ MWh}$

Όπου:

8,00 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΘΧ σε πρωτογενή (=2,76\*2,9)

22,42 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του παλαιού συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή (=7,73\*2,9)

6,15 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή (=2,12\*2,9)

Σημειώνεται πως 2,9 είναι ο συντελεστής μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017.

---

### **(3) Αναβάθμιση κελύφους**

Περιλαμβάνει:

- την αντικατάσταση των εξωτερικών ανοιγμάτων με ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου, τα οποία πρόκειται να διαθέτουν πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα και να χαρακτηρίζονται από συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 3,00 W/m<sup>2</sup>K.
- την τοποθέτηση θερμομόνωσης στην στέγη, επάνω από την πλάκα οροφής, και πιο συγκεκριμένα, διογκωμένη γραφιτούχα πολυστερίνη με  $\lambda=0,031\text{W/m}\cdot\text{K}$ .

Κατά την κοστολόγηση της πρότασης αναβάθμισης προέκυψε πως το συνολικό κόστος, για την προμήθεια των εξωτερικών κουφωμάτων και της θερμομόνωσης, καθώς και τις εργασίες αντικατάστασης και τοποθέτησης, ισούται με 52.936,00 € (με ΦΠΑ), συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων, των απρόβλεπτων και των απολογιστικών.

Σύμφωνα με τη μελέτη του ενεργειακού επιθεωρητή σε κατάλληλο λογισμικό, χρησιμοποιώντας τους νέους συντελεστές απωλειών και θερμοπερατότητας προέκυψε πως, έπειτα από την υιοθέτηση του συγκεκριμένου μέτρου αναβάθμισης του κελύφους επιτυγχάνονται:

- εξοικονόμηση ενέργειας καυσίμου για ΘΧ ίσης με 5 MWh
- εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ ίσης με 634,9 € ετησίως
- εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ ίσης με 0,45 MWh
- εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ ίσης με 97,1 € ετησίως

Συνολικά προκύπτει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 6,3 MWh και χρημάτων ίσης με 732 € ετησίως.

### **(4) Αντικατάσταση λέβητων-καυστήρων**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση του υφιστάμενου συστήματος λέβητα-καυστήρα με νέο υψηλότερης ενεργειακής κλάσης. Ο νέος λέβητας πρόκειται να έχει την ίδια ισχύ με τον υφιστάμενο και να τοποθετηθεί στη θέση του παλαιού. Η σύνδεσή του σχεδιάστηκε να γίνει επάνω στη διάταξη του υπάρχοντος δικτύου, το οποίο ωστόσο θα αναβαθμιστεί με νέους μονωμένους σωλήνες. Το επιλεγθέν σύστημα θέρμανσης για παραγωγή ZNX χαρακτηρίζεται από τα εξής:

- Τύπος λέβητα: Συμπύκνωσης από χυτοσίδηρο
- Τύπος καυστήρα: Μονοβάθμιος πετρελαίου
- Ισχύς λέβητα: 50.000 kcal/h
- Ισχύς καυστήρα: 40.420 – 102.340 kcal/h
- Βαθμός απόδοσης σε χαμηλές θερμοκρασίες: >1,03

Το συνολικό κόστος της παρέμβασης, συνυπολογίζοντας το κόστος προμήθειας του λέβητα και του καυστήρα και το κόστος της αποξήλωσης της εγκατάστασης, ανέρχεται σε 4.670€ (με ΦΠΑ). Δεδομένης της μείωσης στην κατανάλωση πετρελαίου, που επιφέρει η

---

αντικατάσταση του λέβητα-καυστήρα, κατά 42,94 MWh, προκύπτει πως η εξοικονόμηση χρημάτων ισούται με 1.737,09 €.

#### **(5) Εγκατάσταση Συστήματος Παρακολούθησης & Διαχείρισης της Ενέργειας (BEMS)**

Το κεντρικό σύστημα BEMS περιλαμβάνει:

- Ηλεκτρικούς μετρητές, οι οποίοι πρόκειται να τοποθετηθούν στους επιμέρους ηλεκτρικούς πίνακες ή συνολικά σε ένα νέο πίνακα.
- Μετρητές θερμικής ενέργειας, οι οποίοι πρόκειται να τοποθετηθούν στους κλάδους νερού θέρμανσης & ψύξης.
- Σταθμούς αυτοματισμού, οι οποίοι αποτελούνται από προεπεξεργαστές αναλυτών ενέργειας (Gateways) και αντίστοιχες κάρτες εισόδου, και πρόκειται να τοποθετηθούν σε ειδικούς πίνακες και να συλλέγουν τα δεδομένα των μετρητών, οι οποίοι έχουν διαφόρων τύπων πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως Modbus TCP ή Modbus RTU.
- Τον εξυπηρετητή (server), στον οποίο βρίσκεται εγκατεστημένη η κεντρική πλατφόρμα διαχείρισης των ενεργειακών δεδομένων, και μέσω αυτού επιτυγχάνεται η επικοινωνία μεταξύ όλου του εξοπλισμού του BEMS.

Η εγκατάσταση του απομακρυσμένου κέντρου ελέγχου απαιτεί τα εξαρτήματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.14.

**Πίνακας 6.14:** Απαιτούμενος εξοπλισμός για την εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας BEMS.

ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ / ΕΛΕΓΧΟΣ	ΟΡΓΑΝΟ
ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ - BOILER	Θερμοκρασία νερού κυκλώματος προσαγωγής ηλ. συλλεκτών	Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτιζόμενο
	Θερμοκρασία νερού κυκλώματος επιστροφής ηλ. συλλεκτών	Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβαπτιζόμενο
	Εκκίνηση/στάση κυκλοφορητή ηλιακών	Επαφή κυκλοφορητή
	Εκκίνηση/στάση κυκλοφορητή ηλιακών	Επαφή κυκλοφορητή
	Βλάβη κυκλοφορητή ηλιακών	Επαφή κυκλοφορητή
ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΗΤΗΣ ΛΕΒΗΤΑ (1 ΤΜΧ.)	Ενδείξεις θερμοδομετρική υπερήχων	Μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus RTU
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	Ένδειξη παροχής πετρελαίου	Έξοδος παλμού μετρητή
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΟΤΙΣΜΑΤΟΣ	Ένδειξη Έντασης	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
	Ένδειξη cosφ	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΩΝ	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΩΝ	Ένδειξη Έντασης	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
	Ένδειξη cosφ	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ	Εντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ	Ένδειξη Έντασης	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
	Ένδειξη cosφ	

Η αξιολόγηση της συγκεκριμένης πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας, κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα:

- Η **εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας** ανέρχεται σε 0,74 MWh<sub>th</sub>, δεδομένου ότι η κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 74,14 MWh<sub>th</sub> ετησίως και το ενεργειακό όφελος από την αναβάθμιση του BEMS θεωρείται, βάσει βιβλιογραφίας, ίσο με 1% για τα θερμικά φορτία και 2% για τα ηλεκτρικά φορτία.
- Το **οικονομικό όφελος** από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι 93,97 € ετησίως, ενώ το κόστος της εγκατάστασης συστήματος διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS) ανέρχεται στο ποσό των 9.213,70 € (με ΦΠΑ).

#### Αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης

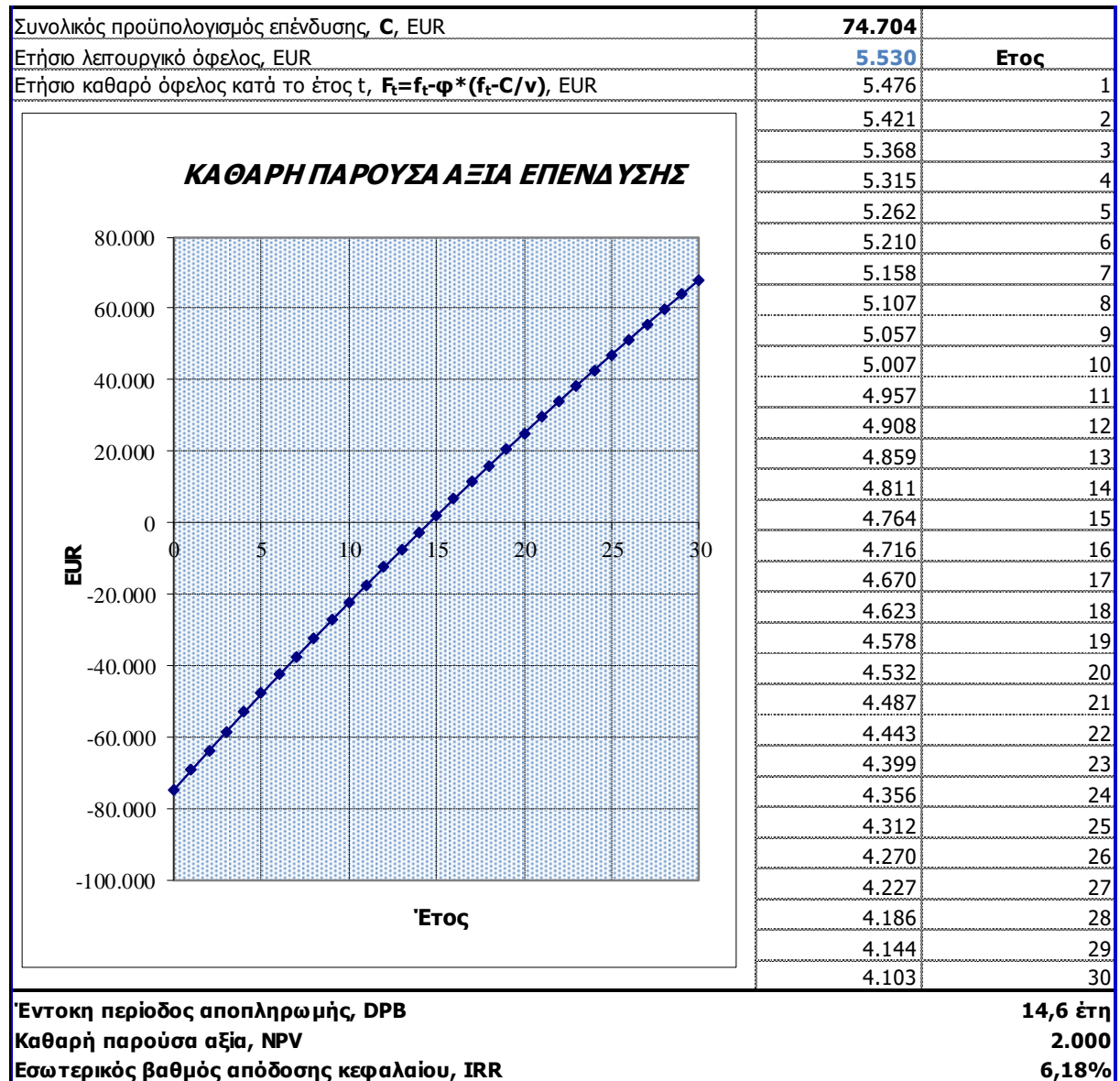
Η οικονομική αξιολόγηση της συνολικής επένδυσης, με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των δομών των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου, έγινε με βάση τους δείκτες της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της επένδυσης (IRR) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPB) και με τα εξής δεδομένα:

- Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία: 1%
- Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή: 0%



- Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου: 15 έτη
- Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης: 0%
- Αρχικό κόστος συνολικής επένδυσης (συμπερ. ΦΠΑ): 74.703,89 €
- Εξοικονόμηση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας: 44,38 MWh/y
- Εξοικονόμηση χρημάτων ετησίως: 5.530,35 €/y

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης φαίνονται στην εικόνα 6.4, και από αυτά συμπεραίνεται πως πρόκειται για μία βιώσιμη επένδυση, αλλά όχι άμεσα κερδοφόρα.



*Εικόνα 6.4: Οικονομική Αξιολόγηση της Βιωσιμότητας των Παρεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης.*

### iii Κερκίδες επάνω από γυμναστήρια – κόκκινο σχεδιάγραμμα

Η υλοποίηση της ενεργειακής μελέτης για την αναβάθμιση των κερκίδων και των χώρων από κάτω ακολουθεί τα ίδια βήματα και την ίδια συλλογιστική πορεία με την μελέτη που εκπονήθηκε στο κλειστό γυμναστήριο της ενότητας 6.1.1.ι.

#### Περιγραφή των κερκίδων του Παπαχαλαμπείου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου

<b>Γενική Περιγραφή</b>	<b>Κατασκευή:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Κερκίδες από οπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλινο στέγαστρο στο κεντρικό τμήμα και χώρους γυμναστηρίων από κάτω.</li><li>- Τοίχοι από οπτοπλινθοδομή</li><li>- Κάλυψη 974,60 m<sup>2</sup> και ωφέλιμη επιφάνεια κερκίδων 196,50 m<sup>2</sup></li><li>- Ύψος κερκίδων 4,80 m και ύψος στεγάστρου 7,50 m</li><li>- Έτος κατασκευής 1969</li><li>- Μέσος όρος χρηστών 65 άτομα/ημέρα</li><li>- Ενεργειακή κλάση Z</li></ul>
	<b>Χρήση χώρων:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Κερκίδες με 1.090 θέσεις θεατών</li><li>- Γραφεία</li><li>- Αποθήκες</li><li>- Χώροι υγιεινής θεατών</li></ul>
	<b>Ωράριο λειτουργίας:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- όλους τους μήνες του έτους</li><li>- Δευτέρα με Κυριακή</li><li>- 9 π.μ. με 11 μ.μ.</li><li>- συχνή πραγματοποίηση αθλητικών δρώμενων</li></ul>

<b>Υφιστάμενος εξοπλισμός</b>	<b>Φωτισμός:</b>
	- Τύποι φωτιστικών: λάμπες πυρακτώσεως - Κατανάλωση: 1.314,00 kWh/έτος
	<b>Ενέργεια για θέρμανση:</b>
	- Απουσία συστήματος για θέρμανση χώρων - Θέρμανση του ZNX με boiler ηλεκτρικής αντίστασης
	<b>Ενέργεια για ψύξη:</b>
	- Απουσία συστήματος για ψύξη χώρων

**✚ Διαμόρφωση ενεργειακού προφίλ των χώρων κάτω από κερκίδες σύμφωνα με τα υφιστάμενα στοιχεία από την αυτοψία του χώρου**

Για την ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων και τη διαμόρφωση του ενεργειακού προφίλ χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία για κάθε περίπτωση κατανάλωσης και ζήτησης ενέργειας, όπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 6.1.1.1. Η ενεργειακή μελέτη που διεκπεραιώθηκε για τα γυμναστήρια στον κλειστό χώρο κάτω από τις κερκίδες κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα.

**(Α) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)**

Σύμφωνα με τα δεδομένα από την TOTEE, για την περιοχή της Ναυπάκτου, και την τεχνική υπηρεσία του αθλητικού κέντρου, προέκυψε πως η ζήτηση για την κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX ισούται με 22,42 MWh ετησίως και κατά συνέπεια, η ετήσια θερμική ενέργεια για παραγωγή ZNX ανέρχεται σε 28,02 MWh, δεδομένου του βαθμού απόδοσης των λεβήτων (0,8).

**(Β) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων (ΘΧ)**

Σύμφωνα με τον εξοπλισμό της κτηριακής μονάδας και τις υπολογισμένες τιμές των βαθμομερών θέρμανσης, για τις κλιματικές συνθήκες της Ναυπάκτου, εκτιμήθηκε πως η ετήσια θερμική ενέργεια που καταναλώνεται με σκοπό την κάλυψη των θερμικών φορτίων θέρμανσης των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου ισούται με 29 MWh. Στον Πίνακα II.5 του Παραρτήματος II παρουσιάζεται η εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων.

**(Γ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη των χώρων**

Σύμφωνα με την προσέγγιση της TOTEE, αναφορικά με τα στοιχεία του κτηρίου αναφοράς, και τις υπολογισμένες τιμές των βαθμομερών ψύξης, για τις κλιματικές συνθήκες της Ναυπάκτου, εκτιμήθηκε πως η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται με σκοπό την κάλυψη των φορτίων ψύξης των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου ισούται με 7,73 MWh.

Στον Πίνακα Π.6 του Παραρτήματος ΙΙ παρουσιάζεται η εκτίμηση των απαιτήσεων ενέργειας για την ψύξη των χώρων.

### **(Δ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό των χώρων κάτω από τις κερκίδες**

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό των συγκεκριμένων χώρων πραγματοποιήθηκε με βάση τα δεδομένα λειτουργίας της εγκατάστασης, και προέκυψε ίση με 1,31 MWh<sub>e</sub>.

### **✚ Προσδιορισμός προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Στο συγκεκριμένο βήμα διαμορφώθηκαν οι προτεινόμενες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη δυνατότητα της τεχνικής υλοποίησής τους, με τα ελάχιστα πρόσθετα κόστη, όσο και τη βέλτιστη οικονομική αποδοτικότητα στην πάροδο του χρόνου. Τα μέτρα που προτάθηκαν συνοψίζονται ως ακολούθως:

### **(1) Αναβάθμιση του φωτισμού στους χώρους κάτω από τις κερκίδες**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υφιστάμενων συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους τεχνολογίας LED, έπειτα από τη διενέργεια των κατάλληλων μελετών φωτοτεχνίας, και σύμφωνα με το πρότυπο EN12193 Lights and Lighting – Sports lighting.

**Πίνακας 6.15:** Αντιστοίχιση φωτιστικών σωμάτων με αντίστοιχα τεχνολογίας LED.

Χώρος	Υφιστάμενοι Λαμπτήρες				Νέοι Λαμπτήρες			
	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Νέος Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)
Χώροι κάτω από τις κερκίδες	Λάμπες πυρακτώσεως	20	60	1,2	ΛΑΜΠΕΣ LED 6,5W	20	6,5	0,13

**Πίνακας 6.16:** Ανάλυση κόστους νέων φωτιστικών λαμπτήρων τεχνολογίας LED (με ΦΠΑ).

Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Τύπος	Τιμή Προμήθειας (€/τμχ)	Σύνολο Κόστους Προμήθειας (€)	Τιμή Εγκατάστασης (€/τμχ)	Σύνολο
ΛΑΜΠΕΣ 60W	20	Λάμπα LED 6,5 W	1,36	27,28	6,25	152,28

**Πίνακας 6.17:** Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη νέα κατάσταση φωτισμού.

Χώρος	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Ταυτοχρονισμός	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ώρες λειτουργίας ανά έτος	Κατανάλωση Ηλ. Ενέργειας (kWh/έτος)
Χώροι κάτω από τις κερκίδες	Λάμπες LED 6,5 W	20	6,5	0,13	100%	3	1.095	142,35

**Πίνακας 6.18:** Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση του παλαιού φωτισμού.

	Ζητούμενη ισχύς (kW)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Ετήσιο ενεργειακό κόστος (€)	Ενεργειακή αποδοτικότητα (%)
Υφιστάμενο	1,20	1.314,00	251,03	89%
Νέο	0,13	142,35	27,19	
<b>ΕΞΕ</b>	0,74	1.171,65	223,83	

## **(2) Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας**

Περιλαμβάνει την εγκατάσταση τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (αέρος-αέρος) απ' ευθείας εκτόνωσης διαιρούμενου τύπου για τα γυμναστήρια των κερκίδων. Η διαστασιολόγηση των αντλιών θερμότητας έγινε βάσει των ψυκτικών φορτίων και η επιλογή τους προέκυψε από υπολογισμούς σε κατάλληλο λογισμικό και αφότου λήφθηκαν υπόψη οι παρεμβάσεις αναβάθμισης του κελύφους.

**Πίνακας 6.19:** Χαρακτηριστικά τοπικών αντλιών θερμότητας.

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Ισχύς Ψύξης (kW)	Ισχύς Θέρμανσης (kW)	ESEER	SCOP	Ενεργειακή Κλάση (ψύξη)
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ 1	2	4,20	5,40	7,85	4,71	A++
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ 2	1	5,00	5,80	7,41	4,71	A++
	1	4,20	5,40	7,85	4,71	A+++

**Πίνακας 6.20:** Ανάλυση κόστους τοπικών αντλιών θερμότητας (με ΦΠΑ).

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Τιμή ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Κόστος εγκατάστασης ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Συνολικό Κόστος (€)
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ 1	2	1.529,75	200,00	3.459,50
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ 2	1	1.778,09	200,00	1.978,09
	1	1.529,75	200,00	1.729,75

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας πραγματοποιήθηκε σε σύγκριση με το σύστημα θέρμανσης/ψύξης του κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρώντας πως:

- οι θερμικές ανάγκες για ΘΧ και ΖΝΧ καλύπτονται από συνήθη λέβητα με βαθμό απόδοσης 80%

- τα ψυκτικά φορτία καλύπτονται από σύστημα ψύξης με εποχιακό βαθμό απόδοσης SEER=2,2
- στις νέες επιτοίχιες αντλίες θερμότητας (τύπου split) λήφθηκε ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε ψύξη SEER=8 και ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε θέρμανση SCOP=4,7.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Κόστος της θερμικής ενέργειας για ΘΧ από τον θεωρητικό λέβητα πετρελαίου
$28,75 \text{ MWh} \times 126,98 \text{ €/MWh} = 3.650,68 \text{ €}$

Όπου:

28,75 MWh η κατανάλωση καυσίμου σε μονάδες ενέργειας (=23 MWh/0,8)

126,98 €/MWh η τιμή προμήθειας του πετρελαίου τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΘΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$4,89 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 1.055,11 \text{ €}$

Όπου:

4,89 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=23 MWh/4,7)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ
$3.650,68 \text{ €} - 1.055,11 \text{ €} = 2.595,57 \text{ €}$

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από το θεωρητικό σύστημα ψύξης
$10 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 2.157,70 \text{ €}$

Όπου:

10 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=22 MWh/2,2)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$2,75 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 593,67 \text{ €}$

Όπου:

2,75 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=22 MWh/8)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ
$2.157,70 \text{ €} - 593,67 \text{ €} = 1.564,03 \text{ €}$

Συνολική Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από την εγκατάσταση ΑΘ
$2.595,57 \text{ €} + 1.564,03 \text{ €} = 4.159,60 \text{ €}$

Ετήσια εξοικονόμηση <b>πρωτογενούς</b> ενέργειας από την εγκατάσταση ΑΘ
$28,75 \text{ MWh} - 14,18 \text{ MWh} + 29 \text{ MWh} - 7,98 \text{ MWh} = 35,594 \text{ MWh}$

Όπου:

14,18 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΘΧ σε πρωτογενή (=4,89\*2,9)

29 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του παλαιού συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή (=10\*2,9)

7,98 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή (=2,75\*2,9)

Σημειώνεται πως 2,9 είναι ο συντελεστής μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017.

### **(3) Αναβάθμιση κελύφους**

Περιλαμβάνει:

- την αντικατάσταση των εξωτερικών ανοιγμάτων με ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου, τα οποία πρόκειται να διαθέτουν πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα και να χαρακτηρίζονται από συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 3,00 W/m<sup>2</sup>K.
- την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης της πρόσοψης των δύο γυμναστηρίων και εσωτερικά στην οροφή τους. Πιο συγκεκριμένα, η θερμομόνωση επιλέχθηκε να είναι διογκωμένη γραφιτούχα πολυστερίνη με  $\lambda=0,031 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ .

Κατά την κοστολόγηση της πρότασης αναβάθμισης προέκυψε πως το συνολικό κόστος, για την προμήθεια των εξωτερικών κουφωμάτων και της θερμομόνωσης, καθώς και τις εργασίες αντικατάστασης και τοποθέτησης, ισούται με 48.178,47 € (με ΦΠΑ), συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων, των απρόβλεπτων και των απολογιστικών.

Σύμφωνα με τη μελέτη του ενεργειακού επιθεωρητή σε κατάλληλο λογισμικό, χρησιμοποιώντας τους νέους συντελεστές απωλειών και θερμοπερατότητας προέκυψε πως, έπειτα από την υιοθέτηση του συγκεκριμένου μέτρου αναβάθμισης του κελύφους επιτυγχάνονται:

- 
- εξοικονόμηση ενέργειας καυσίμου για ΘΧ ίσης με 15 MWh
  - εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ ίσης με 1.904,7 € ετησίως
  - εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ ίσης με 3,18 MWh
  - εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ ίσης με 686,15 € ετησίως

Συνολικά προκύπτει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 24,22 MWh και χρημάτων ίσης με 2.590,85 € ετησίως.

#### **(4) Εγκατάσταση Ενεργητικών Ηλιακών Συστημάτων Επιλεκτικών Συλλεκτών για την παραγωγή ZNX**

Περιλαμβάνει την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ZNX μέσα από την εγκατάσταση επίπεδων επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών. Στους ηλιακούς συλλέκτες, η ηλιακή ενέργεια θα μετατρέπεται σε θερμική, και μέσω εξαναγκασμένης κυκλοφορίας νερού θα μεταφέρεται στο boiler. Το ZNX χρήσης, σε περιόδους χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας ή αυξημένης ζήτησης, θα φτάνει στην επιθυμητή θερμοκρασία με την βοήθεια του λέβητα θερμού νερού. Το ηλιακό σύστημα θα λειτουργεί κατά προτεραιότητα σε σχέση με τον λέβητα, με σκοπό τη μείωση του ενεργειακού κόστους του σταδίου, της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ο αριθμός των συλλεκτών επιλέχθηκε έπειτα από κατάλληλους υπολογισμούς του ενεργειακού επιθεωρητή στο λογισμικό προσομοίωσης με τη μέθοδο Καμπυλών F, και προέκυψε ίσος με 6.

Το συνολικό κόστος της προμήθειας των απαιτούμενων υλικών και της εργασίας εγκατάστασης του Ενεργητικού Ηλιακού Συστήματος, υπολογίζεται στα 10.920 € (με ΦΠΑ). Η λειτουργία του ενεργητικού ηλιακού συστήματος προσφέρει:

- Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για παραγωγή ZNX 11,04 MWh/έτος
- Εξοικονόμηση χρημάτων 2.382,10 €/έτος

#### **(5) Εγκατάσταση Συστήματος Παρακολούθησης & Διαχείρισης της Ενέργειας (BEMS)**

Το κεντρικό σύστημα BEMS περιλαμβάνει:

- Ηλεκτρικούς μετρητές, οι οποίοι πρόκειται να τοποθετηθούν στους επιμέρους ηλεκτρικούς πίνακες ή συνολικά σε ένα νέο πίνακα.
- Μετρητές θερμικής ενέργειας, οι οποίοι πρόκειται να τοποθετηθούν στους κλάδους νερού θέρμανσης & ψύξης.
- Σταθμούς αυτοματισμού, οι οποίοι αποτελούνται από προεπεξεργαστές αναλυτών ενέργειας (Gateways) και αντίστοιχες κάρτες εισόδου, και πρόκειται να τοποθετηθούν σε ειδικούς πίνακες και να συλλέγουν τα δεδομένα των μετρητών, οι οποίοι έχουν διαφόρων τύπων πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως Modbus TCP ή Modbus RTU.
- Τον εξυπηρετητή (server), στον οποίο βρίσκεται εγκατεστημένη η κεντρική πλατφόρμα διαχείρισης των ενεργειακών δεδομένων, και μέσω αυτού επιτυγχάνεται η επικοινωνία μεταξύ όλου του εξοπλισμού του BEMS.



Η εγκατάσταση του απομακρυσμένου κέντρου ελέγχου απαιτεί τα εξαρτήματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.21.

**Πίνακας 6.21:** Απαιτούμενος εξοπλισμός για την εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας BEMS.

ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ / ΕΛΕΓΧΟΣ	ΟΡΓΑΝΟ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΠΥΛΩΝΩΝ ΓΗΠΕΔΟΥ	Έντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΥΛΩΝΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ	Ένδειξη Έντασης	Πολυόργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus RTU
	Ένδειξη Τάσης	
	Ένδειξη Συχνότητας	
	Ένδειξη Ισχύος	
	Ένδειξη Ενέργειας	
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΕΡΚΙΔΩΝ ΓΗΠΕΔΟΥ	Έντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΒΑΡΩΝ	Έντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ	Έντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΓΗΠΕΔΟΥ	Έντολή έναυσης/σβέσης κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ
	Επιβεβαίωση εντολής κυκλώματος φωτισμού	Βοηθητική επαφή ρελέ

Η αξιολόγηση της συγκεκριμένης πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας, κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα:

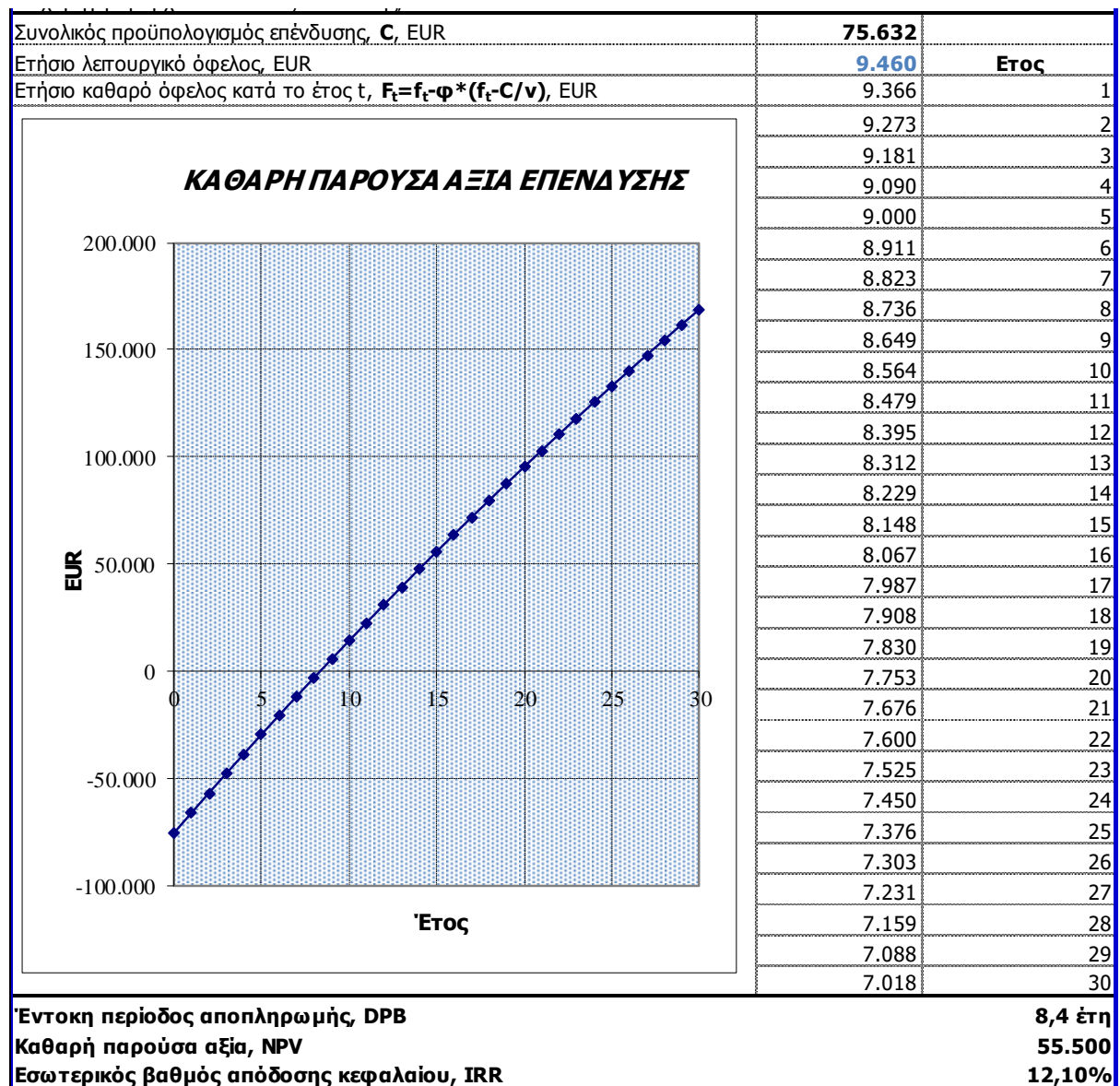
- Η **εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας** ανέρχεται σε 0,46 MWh<sub>th</sub>, δεδομένου ότι η κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 45,57 MWh<sub>th</sub> ετησίως και το ενεργειακό όφελος από την αναβάθμιση του BEMS θεωρείται, βάσει βιβλιογραφίας, ίσο με 1% για τα θερμικά φορτία και 2% για τα ηλεκτρικά φορτία.
- Το **οικονομικό όφελος** από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι 72,38 € ετησίως, ενώ το κόστος της εγκατάστασης συστήματος διαχείρισης ενέργειας κτηρίου (BEMS) ανέρχεται στο ποσό των 9.213,70 € (με ΦΠΑ).

#### Αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης

Η οικονομική αξιολόγηση της συνολικής επένδυσης, με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των δομών του κλειστού γυμναστηρίου, έγινε με βάση τους δείκτες της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της επένδυσης (IRR) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPB) και με τα εξής δεδομένα:

- Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία: 1%
- Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή: 0%
- Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου: 15 έτη
- Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης: 0%
- Αρχικό κόστος συνολικής επένδυσης (συμπερ. ΦΠΑ): 75.631,79 €
- Εξοικονόμηση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας: 144,53 MWh/y
- Εξοικονόμηση χρημάτων ετησίως: 9.459,56 €/y

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης φαίνονται στην εικόνα 6.5, και από αυτά συμπεραίνεται πως πρόκειται για μία βιώσιμη επένδυση, και επικερδής μετά τα 9 έτη.



Εικόνα 6.5: Οικονομική Αξιολόγηση της Βιωσιμότητας των Παρεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης.

#### iv Αποδυτήρια στίβου/Αίθουσα γυμναστικής – ροζ σχεδιάγραμμα

Η υλοποίηση της ενεργειακής μελέτης για την αναβάθμιση των αποδυτηρίων στίβου και της αίθουσας γυμναστικής ακολουθεί τα ίδια βήματα και την ίδια συλλογιστική πορεία με την μελέτη που εκπονήθηκε στο κλειστό γυμναστήριο της ενότητας 6.1.1.i.

---

✚ Περιγραφή των αποδυτηρίων στίβου και της αίθουσας γυμναστικής του Παπαχαραλάμπειου Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου

<b>Γενική Περιγραφή</b>	<b>Κατασκευή:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Προκατασκευασμένο κτήριο από μεταλλικό φέροντα οργανισμό</li><li>- Κάλυψη 154,11 m<sup>2</sup></li><li>- Ύψος 2,60 m</li><li>- Έτος κατασκευής 2006</li><li>- Μέσος όρος χρηστών 142 άτομα/ημέρα</li><li>- Ενεργειακή κλάση E</li></ul>
	<b>Χρήση χώρων:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Αποδυτήρια</li><li>- Αίθουσα γυμναστικής</li></ul>
	<b>Ωράριο λειτουργίας:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- όλους τους μήνες του έτους</li><li>- Δευτέρα με Κυριακή</li><li>- 9 π.μ. με 11 μ.μ.</li><li>- συχνή πραγματοποίηση αθλητικών δρώμενων</li></ul>
<b>Υφιστάμενος εξοπλισμός</b>	<b>Φωτισμός:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Τύποι φωτιστικών: λάμπες φθορίου</li><li>- Κατανάλωση: 846,80 kWh/έτος</li></ul>
	<b>Ενέργεια για θέρμανση:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Απαίτηση για θέρμανση χώρων</li><li>- Απαίτηση για θέρμανση του ZNX</li><li>- Λέβητας πετρελαίου ισχύος 50.000 kcal/h</li><li>- Συνεργασία λέβητα για την παραγωγή ZNX με boiler τριπλής ενέργειας, χωρητικότητας 750 lt και 4 επιλεκτικούς ηλιακούς συλλέκτες</li></ul>
	<b>Ενέργεια για ψύξη:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Απουσία συστήματος για ψύξη χώρων</li></ul>

---

**✚ Διαμόρφωση ενεργειακού προφίλ των αποδυτηρίων στίβου και της αίθουσας γυμναστικής σύμφωνα με τα υφιστάμενα στοιχεία από την αυτοψία του χώρου**

Για την ανάλυση των ενεργειακών δεδομένων και τη διαμόρφωση του ενεργειακού προφίλ χρησιμοποιήθηκε η ίδια μεθοδολογία για κάθε περίπτωση κατανάλωσης και ζήτησης ενέργειας, όπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 6.1.1.1. Η ενεργειακή μελέτη που διεκπεραιώθηκε για τα αποδυτήρια στίβου και την αίθουσα γυμναστικής κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα.

**(Α) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)**

Σύμφωνα με τα δεδομένα από την TOTEE, για την περιοχή της Ναυπάκτου, και την τεχνική υπηρεσία του αθλητικού κέντρου, προέκυψε πως η ετήσια θερμική ενέργεια για παραγωγή ZNX ανέρχεται σε 61,24 MWh.

**(Β) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων (ΘΧ)**

Σύμφωνα με τον εξοπλισμό της κτηριακής μονάδας και τις υπολογισμένες τιμές των βαθμομερών θέρμανσης, για τις κλιματικές συνθήκες της Ναυπάκτου, εκτιμήθηκε πως η ετήσια θερμική ενέργεια που καταναλώνεται με σκοπό την κάλυψη των θερμικών φορτίων θέρμανσης των αποδυτηρίων στίβου και την αίθουσα γυμναστικής ισούται με 11,25 MWh. Στον Πίνακα II.7 του Παραρτήματος II παρουσιάζεται η εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων.

**(Γ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη των χώρων**

Σύμφωνα με την προσέγγιση της TOTEE, αναφορικά με τα στοιχεία του κτηρίου αναφοράς, και τις υπολογισμένες τιμές των βαθμομερών ψύξης, για τις κλιματικές συνθήκες της Ναυπάκτου, εκτιμήθηκε πως η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται με σκοπό την κάλυψη των φορτίων ψύξης των αποδυτηρίων στίβου και την αίθουσα γυμναστικής ισούται με 4,09 MWh. Στον Πίνακα II.8 του Παραρτήματος II παρουσιάζεται η εκτίμηση των απαιτήσεων ενέργειας για την ψύξη των χώρων.

**(Δ) Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου**

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό των συγκεκριμένων χώρων πραγματοποιήθηκε με βάση τα δεδομένα λειτουργίας της εγκατάστασης, και προέκυψε ίση με 846,80 kWh<sub>e</sub>.

**✚ Προσδιορισμός προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Στο συγκεκριμένο βήμα διαμορφώθηκαν οι προτεινόμενες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη δυνατότητα της τεχνικής υλοποίησής τους, με τα ελάχιστα πρόσθετα κόστη, όσο και τη βέλτιστη οικονομική αποδοτικότητα στην πάροδο του χρόνου. Τα μέτρα που προτάθηκαν συνοψίζονται ως ακολούθως:

**(1) Αναβάθμιση του φωτισμού στα αποδυτήρια στίβου και την αίθουσα γυμναστικής**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υφιστάμενων συμβατικών λαμπτήρων με αντίστοιχους τεχνολογίας LED, έπειτα από τη διενέργεια των κατάλληλων μελετών φωτοτεχνίας, και σύμφωνα με το πρότυπο EN12193 Lights and Lighting – Sports lighting.

**Πίνακας 6.22:** Αντιστοίχιση φωτιστικών σωμάτων με αντίστοιχα τεχνολογίας LED.

Χώρος	Υφιστάμενοι Λαμπτήρες				Νέοι Λαμπτήρες			
	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Νέος Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)
Αποδυτήρια	Λάμπες φθορίου	10	58	0,58	Προβολείς LED	10	20	0,20

**Πίνακας 6.23:** Ανάλυση κόστους νέων φωτιστικών λαμπτήρων τεχνολογίας LED (με ΦΠΑ).

Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Τύπος	Τιμή Προμήθειας (€/τμχ)	Σύνολο Κόστους Προμήθειας (€)	Τιμή Εγκατάστασης (€/τμχ)	Σύνολο
ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΟΥ 58W	10	LED Tubes 20 W	7,50	93,00	6,25	155,50

**Πίνακας 6.24:** Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη νέα κατάσταση φωτισμού.

Χώρος	Τύπος Φωτ/κού	Τμχ	Ισχύς Φωτ/κού (W)	Ισχύς Φωτισμού (kWe)	Ταυτοχρονισμός	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	Ώρες λειτουργίας ανά έτος	Κατανάλωση Ηλ. Ενέργειας (kWh/έτος)
Αποδυτήρια	Προβολείς LED	10	20	0,20	100%	4	1.460	292,00

**Πίνακας 6.25:** Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση του παλαιού φωτισμού.

	Ζητούμενη ισχύς (kW)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Ετήσιο ενεργειακό κόστος (€)	Ενεργειακή αποδοτικότητα (%)
Υφιστάμενο	0,58	846,80	161,77	66%
Νέο	0,20	292,00	55,78	
ΕΞΕ	0,38	554,80	105,99	

## **(2) Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας**

Περιλαμβάνει την εγκατάσταση τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (αέρος-αέρος), απ' ευθείας εκτόνωσης, διαιρούμενου τύπου, για τα αποδυτήρια. Η διαστασιολόγηση των αντλιών θερμότητας έγινε βάσει των ψυκτικών φορτίων και η επιλογή τους προέκυψε από υπολογισμούς σε κατάλληλο λογισμικό και αφότου λήφθηκαν υπόψη οι παρεμβάσεις αναβάθμισης του κελύφους.

**Πίνακας 6.26:** Χαρακτηριστικά τοπικών αντλιών θερμότητας.

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Ισχύς Ψύξης (kW)	Ισχύς Θέρμανσης (kW)	ESEER	SCOP	Ενεργειακή Κλάση (ψύξη)
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΝΕΤΕΥΞΗΣ ΤΥΠΟΥ	1	6,00	7,00	6,90	4,30	A++
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΔΥΤΙΚΑ	1	2,00	2,50	8,65	5,10	A+++
ΝΤΟΥΣ WC ΔΥΤΙΚΑ	1	2,00	2,50	8,65	5,10	A+++
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	1	2,00	2,50	8,65	5,10	A+++
ΝΤΟΥΣ WC ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	1	2,00	2,50	8,65	5,10	A+++
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1	2,00	2,50	8,65	5,10	A+++

**Πίνακας 6.27:** Ανάλυση κόστους τοπικών αντλιών θερμότητας (με ΦΠΑ).

Χώρος	Ποσότητα (τμχ)	Τιμή ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Κόστος εγκατάστασης ανά τεμάχιο (€/τμχ)	Συνολικό Κόστος (€)
ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΝΝΕΤΕΥΞΗΣ ΤΥΠΟΥ	1	1.910,20	200,00	2.110,20
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΔΥΤΙΚΑ	1	1.112,24	200,00	1.312,24
ΝΤΟΥΣ WC ΔΥΤΙΚΑ	1	1.112,24	200,00	1.312,24
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	1	1.112,24	200,00	1.312,24
ΝΤΟΥΣ WC ΑΝΑΤΟΛΙΚΑ	1	1.112,24	200,00	1.312,24
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1	1.112,24	200,00	1.312,24

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας πραγματοποιήθηκε σε σύγκριση με το σύστημα θέρμανσης/ψύξης του κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ., θεωρώντας πως:

- οι θερμικές ανάγκες για ΘΧ και ΖΝΧ καλύπτονται από συνήθη λέβητα με βαθμό απόδοσης 80%

- τα ψυκτικά φορτία καλύπτονται από σύστημα ψύξης με εποχιακό βαθμό απόδοσης SEER=2,2
- στις νέες επιτοίχιες αντλίες θερμότητας (τύπου split) λήφθηκε ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε ψύξη SEER=8 και ο μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης σε θέρμανση SCOP=4,7.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Κόστος της θερμικής ενέργειας για ΘΧ από τον θεωρητικό λέβητα πετρελαίου
$11,25 \text{ MWh} \times 126,98 \text{ €/MWh} = 1.428,52 \text{ €}$

Όπου:

11,25 MWh η κατανάλωση καυσίμου σε μονάδες ενέργειας (=9 MWh/0,8)

126,98 €/MWh η τιμή προμήθειας του πετρελαίου τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΘΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$1,91 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 412,12 \text{ €}$

Όπου:

1,91 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=9 MWh/4,7)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ
$1.428,52 \text{ €} - 412,12 \text{ €} = 1.016,40 \text{ €}$

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από το θεωρητικό σύστημα ψύξης
$4,09 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 882,50 \text{ €}$

Όπου:

4,09 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=9 MWh/2,2)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ από τις νέες μονάδες ΑΘ
$1,12 \text{ MWh} \times 215,77 \text{ €/MWh} = 241,66 \text{ €}$

Όπου:

1,12 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (=9 MWh/8)

215,77 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού τη συγκεκριμένη περίοδο

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ
$882,50 \text{ €} - 241,66 \text{ €} = 640,84 \text{ €}$

Συνολική Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων από την εγκατάσταση ΑΘ
$1.016,40 \text{ €} + 640,84 \text{ €} = 1.657,24 \text{ €}$

Ετήσια εξοικονόμηση <b>πρωτογενούς</b> ενέργειας από την εγκατάσταση ΑΘ
$11,25 \text{ MWh} - 5,54 \text{ MWh} + 11,86 \text{ MWh} - 3,25 \text{ MWh} = 14,32 \text{ MWh}$

Όπου:

5,54 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΘΧ σε πρωτογενή ( $=1,91*2,9$ )

11,86 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του παλαιού συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή ( $=4,09*2,9$ )

3,25 MWh η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας του νέου συστήματος για ΨΧ σε πρωτογενή ( $=1,12*2,9$ )

Σημειώνεται πως 2,9 είναι ο συντελεστής μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017.

### **(3) Αναβάθμιση κελύφους**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των εξωτερικών ανοιγμάτων με ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου, τα οποία πρόκειται να διαθέτουν πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα και να χαρακτηρίζονται από συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 3,00 W/m<sup>2</sup>K.

Κατά την κοστολόγηση της πρότασης αναβάθμισης προέκυψε πως το συνολικό κόστος για την προμήθεια των εξωτερικών κουφωμάτων και τις εργασίες αντικατάστασης και τοποθέτησης, ισούται με 14.580,80 € (με ΦΠΑ), συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων, των απρόβλεπτων και των απολογιστικών.

Σύμφωνα με τη μελέτη του ενεργειακού επιθεωρητή σε κατάλληλο λογισμικό, χρησιμοποιώντας τους νέους συντελεστές απωλειών και θερμοπερατότητας προέκυψε πως, έπειτα από την υιοθέτηση του συγκεκριμένου μέτρου αναβάθμισης του κελύφους επιτυγχάνονται:

- εξοικονόμηση ενέργειας καυσίμου για ΘΧ ίσης με 0,95 MWh
- εξοικονόμηση χρημάτων για ΘΧ ίσης με 120,63 € ετησίως
- εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για ΨΧ ίσης με 0,09 MWh
- εξοικονόμηση χρημάτων για ΨΧ ίσης με 19,42 € ετησίως



---

Συνολικά προκύπτει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 1,21 MWh και χρημάτων ίσης με 140,05 € ετησίως.

#### **(4) Εγκατάσταση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων επιλεκτικών συλλεκτών για την παραγωγή ZNX**

Στην υφιστάμενη κατάσταση, η αίθουσα γυμναστικής τροφοδοτούταν από το boiler των αποδυτηρίων ποδοσφαίρου. Η παραγόμενη στους λέβητες θερμική ενέργεια, μεταφερόταν μέσω των σερπαντίνων των μπόιλερ στο νερό χρήσης του δικτύου ύδρευσης. Στη νέα, αναβαθμισμένη κατάσταση μελετήθηκε η τοποθέτηση θερμοσιφωνικών, επιλεκτικών, ηλιακών συλλεκτών, διπλής ενέργειας, στους προαύλιους χώρους γύρω από την αίθουσα γυμναστικής.

Το συνολικό κόστος της προμήθειας των απαιτούμενων υλικών και της εργασίας εγκατάστασης του Ενεργητικού Ηλιακού Συστήματος, υπολογίζεται στα 21.120,00 € (με ΦΠΑ). Η λειτουργία του ενεργητικού ηλιακού συστήματος προσφέρει:

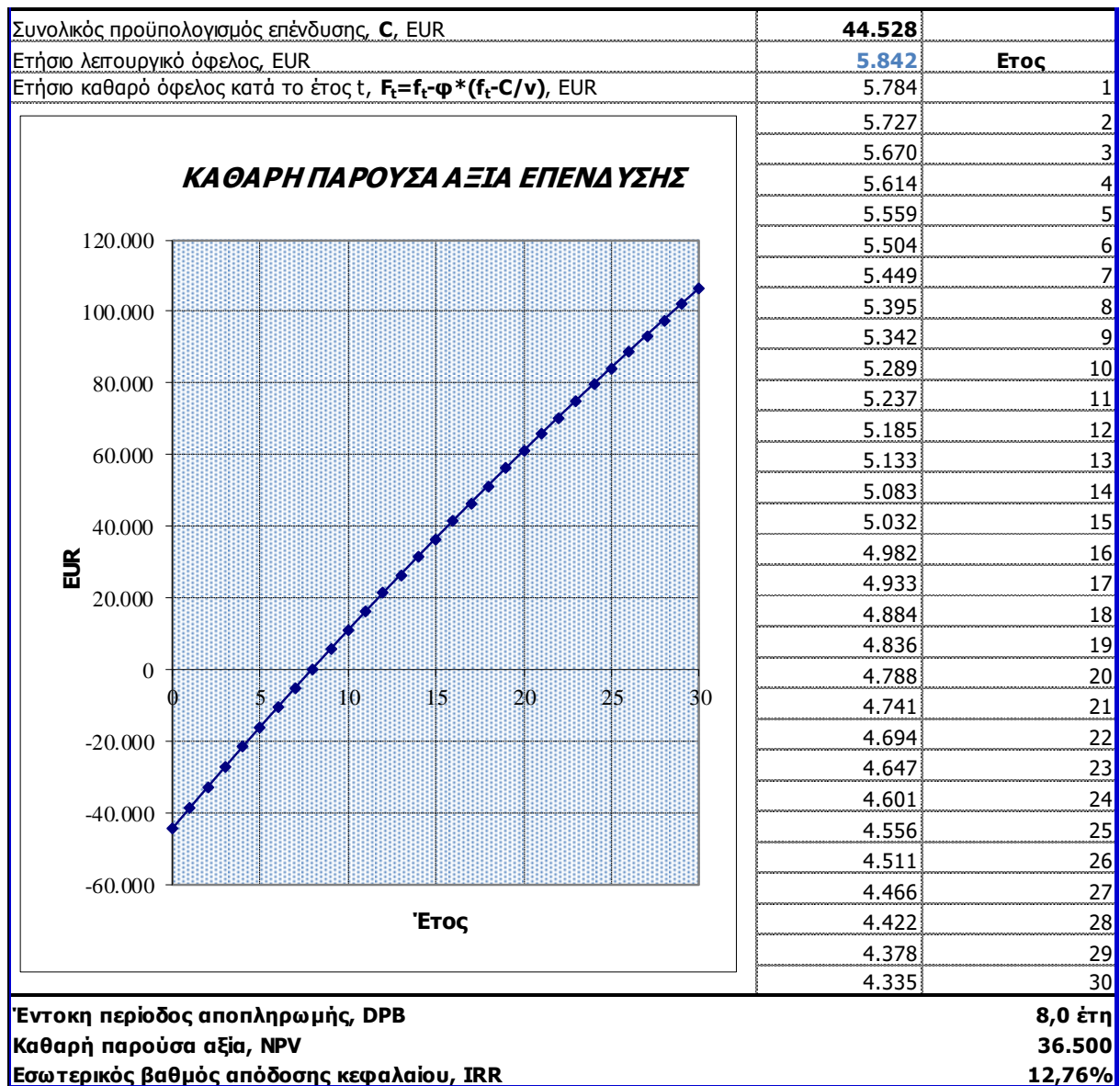
- Εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας για παραγωγή ZNX 31,16 MWh/έτος
- Εξοικονόμηση χρημάτων 3.957,01 €/έτος

#### **Αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης**

Η οικονομική αξιολόγηση της συνολικής επένδυσης, με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των δομών του των αποδυτηρίων στίβου και της αίθουσας γυμναστικής, έγινε με βάση τους δείκτες της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της επένδυσης (IRR) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPB) και με τα εξής δεδομένα:

- Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία: 1%
- Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή: 0%
- Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου: 15 έτη
- Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης: 0%
- Αρχικό κόστος συνολικής επένδυσης (συμπερ. ΦΠΑ): 44.527,70 €
- Εξοικονόμηση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας: 52,14 MWh/y
- Εξοικονόμηση χρημάτων ετησίως: 5.842,29 €/y

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης φαίνονται στην εικόνα 6.6, και από αυτά συμπεραίνεται πως πρόκειται για μία βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική επένδυση.



Εικόνα 6.6: Οικονομική Αξιολόγηση της Βιωσιμότητας των Παρεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης.

## 6.1.2. Ενεργειακή Μελέτη για την Αναβάθμιση του Κλειστού Κολυμβητηρίου Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός» [48]

### Περίοδος μελέτης

- Οκτώβριος 2020

### Περιγραφή εγκαταστάσεων

- Δεξαμενές κολύμβησης
- Κερκίδες
- Γραφεία
- Αίθουσα Τύπου
- Ιατρείο
- Σάουνα μασάζ
- Bar
- Μηχανοστάσια

### Επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης

- Αντικατάσταση συμβατικών φωτιστικών-λαμπτήρων με αντίστοιχα νέας τεχνολογίας
- Τοποθέτηση ισοθερμικών καλυμμάτων στις κολυμβητικές δεξαμενές
- Εγκατάσταση BEMS
- Θερμομόνωση αγωγών ΚΚΜ
- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα ενεργειακά κουφώματα
- Εγκατάσταση εξωτερικών σταθερών σκιάστρων
- Επιδιόρθωση θερμομόνωσης στέγης
- Εγκατάσταση ΣΗΘ και ψύκτη απορρόφησης (Τριπαραγωγή)



**Εικόνα 6.7:**

Κάτοψη εγκαταστάσεων Κλειστού Κολυμβητηρίου Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός».

(Πηγή: Google Earth)

---

## ✚ Βήματα υλοποίησης της ενεργειακής μελέτης

1. Εκτενής αυτοψία στους χώρους του κτηρίου και συλλογή απαραίτητου υλικού (σχέδια, λίστα Η/Μ εξοπλισμού κτηρίου, λογαριασμοί ηλεκτρικών και θερμικών καταναλώσεων).
2. Ανάλυση των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου.
3. Υπολογισμοί ισοζυγίων ενέργειας και θερμορροών.
4. Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών, προσδιορισμός του ενεργειακού προφίλ βάσης του κτηρίου και των σημαντικών ενεργειακών φορτίων αυτού.
5. Εντοπισμός και αξιολόγηση μέτρων εξοικονόμησης, με υπολογισμό και της διάρκειας απόσβεσης αυτών.
6. Συγγραφή τεχνικής έκθεσης των παρεμβάσεων.

## ✚ Περιγραφή του Κλειστού Κολυμβητηρίου Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός»

<b>Γενική Περιγραφή</b>	<b>Κατασκευή:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Μονώροφο κτήριο με υπόγειο</li><li>- Κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και μεταλλική οροφή</li><li>- Κάλυψη 7.171 m<sup>2</sup></li><li>- Ύψος 21 m</li><li>- Έτος κατασκευής 2001</li><li>- Μέσος όρος χρηστών 97 άτομα/ημέρα</li><li>- Ενεργειακή κλάση Δ</li></ul>
	<b>Χρήση χώρων:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 2 πισίνες διαστάσεων 50m x 21m</li><li>- 1 πισίνα καταδύσεων 33m x 21,5m</li><li>- Κερκίδες χωρητικότητας 3.000 θεατών</li><li>- Χώροι <b>υπογείου</b> με αποδυτήρια, μηχανοστάσιο, αίθουσα συγκεντρώσεων, ιατρείο, σάουνα-μασάζ και δεξαμενές καυσίμων</li><li>- Χώροι <b>ισογείου</b> με τις δεξαμενές κολύμβησης, τος κερκίδες, τα γραφεία διοίκησης, την αίθουσα Τύπου και συσκέψεων και το Bar</li></ul>
	<b>Ωράριο λειτουργίας:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- όλους τους μήνες του έτους εκτός του Αυγούστου</li><li>- Δευτέρα με Σάββατο</li><li>- 9 π.μ. με 10 μ.μ.</li><li>- συχνή πραγματοποίηση αθλητικών δρώμενων</li></ul>

---

**(Α) Περιγραφή του συστήματος θέρμανσης χώρων, νερού κολυμβητικών δεξαμενών και παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης**

Στο κολυμβητήριο υπάρχει ένα κεντρικό λεβητοστάσιο με 3 εγκατεστημένους λέβητες νερού, οι οποίοι τροφοδοτούν τον κεντρικό διανομέα/συλλέκτη. Από τους λέβητες, οι δύο θερμαίνουν τους χώρους και το νερό χρήσης και ο άλλος το νερό των κολυμβητικών δεξαμενών. Σε περίπτωση ανάγκης μπορούν και οι 3 λέβητες να χρησιμοποιηθούν για τη θέρμανση των πισινών. Η θερμοκρασία των πισινών διατηρείται σταθερή σε όλη τη διάρκεια του 24ώρου.

Από τον κεντρικό διανομέα εκκινούν αγωγοί οι οποίοι τροφοδοτούν:

- τους κλάδους των ΚΚΜ,
- έναν κλάδο για τα 2 boiler και
- δύο (2) κλάδους προς τους 5 πλακοειδείς εναλλάκτες, για την παροχή θερμότητας από τους λέβητες στο νερό των κολυμβητικών δεξαμενών. Πιο συγκεκριμένα, για τη θέρμανση του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής χρησιμοποιούνται 3 πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας ισχύος 320.000 kcal/h έκαστος, ενώ για την καταδυτική πισίνα χρησιμοποιούνται 2 εναλλάκτες θερμότητας ισχύος 320.000 kcal/h έκαστος.

Η θέρμανση, η ψύξη και ο εξαερισμός της κεντρικής σάλας, γίνεται μέσω τεσσάρων (4) ΚΚΜ. Οι αεραγωγοί των δύο (2) ΚΚΜ αφορούν το χώρο των κολυμβητικών δεξαμενών ενώ οι άλλες 2 τις κερίδες. Η θέρμανση των λοιπών χώρων του κολυμβητηρίου, όπως είναι τα αποδυτήρια και τα γραφεία, αξιοποιούν και πάλι ΚΚΜ.

**(Β) Περιγραφή του συστήματος ψύξης χώρων**

Η κάλυψη του ψυκτικού φορτίου του κολυμβητηρίου πραγματοποιείται με 2 υδρόψυκτους ψύκτες νερού, εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος 664 kWc ο έκαστος, οι οποίοι τροφοδοτούν με ψυχρό νερό (θερμοκρασίας προσαγωγής – επιστροφής, 7°C – 12°C) τον κεντρικό διανομέα ψύξης, που βρίσκεται εγκατεστημένος στο λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου. Από τον κεντρικό διανομέα της ψύξης των χώρων του Κολυμβητηρίου, εκκινούν αγωγοί προς όλες τις ΚΚΜ. Οι ψύκτες συνοδεύονται και από τους ανάλογους πύργους ψύξης ισχύος 200 ψ.τ. έκαστος.

**(Γ) Περιγραφή των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (ΚΚΜ)**

Στο κολυμβητήριο υπάρχουν εγκατεστημένες 10 ΚΚΜ, όπως παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα. Οι ΚΚΜ μέσω αεραγωγών εισάγουν εντός των χώρων κλιματισμένο αέρα, διατηρώντας την ελάχιστη επιθυμητή θερμοκρασία των 18°C την χειμερινή περίοδο και των 25°C την αντίστοιχη θερινή.

**Πίνακας 6.28: Καταγραφή στοιχείων ΚΚΜ**

α/α	Παροχή Προσαγωγής	Παροχή Απαγωγής	Χώρος
ΚΚΜ1	4000	4000	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΟ ΑΘΛΗΤΩΝ
ΚΚΜ2	2300	2300	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΟ ΑΘΛΗΤΩΝ
ΚΚΜ3	3000	3000	ΑΙΘΟΥΣΑ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ
ΚΚΜ4	2100	2100	ΓΡΑΦΕΙΑ
ΚΚΜ5	8900	8900	ΦΟΥΑΓΙΕ 4,55m
ΚΚΜ6	8900	8900	ΦΟΥΑΓΙΕ 4,55m
ΚΚΜ7	14310	14310	ΧΩΡΟΣ ΠΙΣΙΝΩΝ
ΚΚΜ8	14310	14310	ΧΩΡΟΣ ΠΙΣΙΝΩΝ
ΚΚΜ9	30000	30000	ΚΕΡΚΙΔΕΣ
ΚΚΜ10	30000	30000	ΚΕΡΚΙΔΕΣ

**(Δ) Περιγραφή των αντλιών ανακυκλοφορίας νερού των κολυμβητικών δεξαμενών**

Η διαδικασία της φίλτρανσης του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών πραγματοποιείται μέσω της λειτουργίας των αντλιών ανακυκλοφορίας, με τα εξής χαρακτηριστικά:

- 2 αντλίες, παροχής 225 m<sup>3</sup>/h, για την δεξαμενή καταδύσεων
- 3 αντλίες, παροχής 337,5 m<sup>3</sup>/h, για τις δεξαμενές κολύμβησης
- Ετήσια λειτουργία, κάθε ημέρα, 24 h

**(Ε) Περιγραφή των αυτοματισμών (BMS)**

Στο κτήριο υπάρχει εγκατεστημένο BMS, το οποίο, ωστόσο, βρίσκεται εκτός λειτουργίας, καθώς έχει αστοχήσει και έχουν αφαιρεθεί αισθητήρια. Γι' αυτό τον λόγο, η εποπτεία της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και οι χειρισμοί γίνονται χειροκίνητα.

- ✚ **Διαμόρφωση ενεργειακού προφίλ του κλειστού κολυμβητηρίου Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός» σύμφωνα με τα υφιστάμενα στοιχεία από τους λογαριασμούς ενέργειας και την αυτοψία του χώρου**

Στη συνέχεια παρατίθενται τα βασικά σημεία από τις μεθοδολογίες, που χρησιμοποιήθηκαν κατά το βήμα της ανάλυσης των ενεργειακών δεδομένων, για κάθε περίπτωση κατανάλωσης ή ζήτησης ενέργειας.

**(i) Στοιχεία τιμολογίων ενέργειας**

Από τα τιμολόγια προμήθειας υγραερίου για την παραγωγή θερμικής ενέργειας κατά τα έτη 2019 και 2020 προκύπτουν οι εξής πληροφορίες:

- Κόστος προμήθειας LPG: 95,18 €/MWh

---

Από τα τιμολόγια προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα έτη 2018 (Ιούλιος – Δεκέμβριος), 2019 και 2020 (Ιανουάριος – Μάιος) προκύπτουν οι εξής πληροφορίες:

- Σύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης με εγκατεστημένη ισχύ 1.041 kVA και συμφωνημένη 800 kVA.
- Τιμολόγιο εμπορικής χρήσης, στο οποίο η χρέωση της κατανάλωσης εξαρτάται από τη μετρηθείσα ηλεκτρική ενέργεια και από τη χρεωστέα ισχύ.
- Μέσο σταθμισμένο κόστος των 12 τελευταίων μηνών ίσο με 135,74 €/MWh, περιλαμβάνοντας ανταγωνιστικές χρεώσεις σε ενέργεια και ισχύ, ρυθμιστικές χρεώσεις, μεταφορά και διανομή, ειδικές χρεώσεις (ΥΚΩ, ΕΤΜΕΑΡ) και φόρους (ΕΦΚ και Φ.Π.Α.).

#### **(ii) Μεθοδολογίες υπολογισμού των καταναλώσεων ενέργειας**

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για κάθε μια κατηγορία χρήσης ενέργειας και καταναλωτή και πιο συγκεκριμένα:

- την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
  - της ψύξης των χώρων
  - του φωτισμού
  - των αντλιών ανακυκλοφορίας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών τα οποία ουσιαστικά αποτελούν και το φορτίο βάση του κολυμβητηρίου
- την κατανάλωση ενέργειας για
  - θέρμανση χώρου
  - θέρμανση πισινών
  - θέρμανση ΖΝΧ

#### **(Α) Μεθοδολογία υπολογισμού των καταναλώσεων τελικής θερμικής ενέργειας για την κάλυψη των θερμικών απωλειών του χώρου του Κολυμβητηρίου**

Για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών για την θέρμανση των χώρων του κολυμβητηρίου χρησιμοποιείται η μεθοδολογία των βαθμομερών θέρμανσης για τις θερμοκρασίες και τις βαθμομέρες της πόλης της Πάτρας (ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010). Βάσει αυτών αλλά και της μεθοδολογίας της ASHRAE υπολογίζονται οι ωριαίες ανάγκες θερμικής ενέργειας για την κάλυψη των θερμικών απωλειών των χώρων (Πίνακας Π.12 στο Παράρτημα Π).

#### **(Β) Μεθοδολογία υπολογισμού των καταναλώσεων τελικής θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση των κολυμβητικών δεξαμενών**

Για τον υπολογισμό των απωλειών της πισίνας λαμβάνονται υπόψη:

- οι απώλειες λόγω εξάτμισης, ακτινοβολίας και συναγωγής.
- η περίοδος απαίτησης θέρμανσης, κατά τους μήνες Οκτώβριο έως Μάιο.

- 
- η συνεχής λειτουργία του συστήματος θέρμανσης του νερού, προκειμένου η θερμοκρασία των πισινών να διατηρείται σταθερή στους 26°C.  
Στον Πίνακα Π.13 του παραρτήματος Π παρουσιάζονται οι απαιτήσεις θερμικής ενέργειας για την θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών.

#### **(Γ) Μεθοδολογία υπολογισμού των καταναλώσεων τελικής θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ZNX**

Αρχικά, υπολογίστηκαν η ωριαία ζήτηση σε ZNX (lt), και η ωριαία απαίτηση θερμικής ενέργειας (kWh<sub>th</sub>) για την παραγωγή ZNX, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα, για το κλειστό γήπεδο με βάση τα:

- Δεδομένα σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017:
  - Μέση κατανάλωση ZNX 20 lt/άτομο/ημέρα
  - Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου για την περιοχή της Πάτρας (Κλιματική Ζώνη Β)
  - Δεδομένα σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία του σταδίου:
  - Ωράριο χρήσης των πισινών
  - Αριθμός χρηστών του κολυμβητηρίου
- Στους Πίνακες Π.9 έως Π.11 του παραρτήματος Π παρουσιάζονται οι απαιτήσεις θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ZNX.

#### **(Δ) Μεθοδολογία υπολογισμού της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη των χώρων**

Για τον υπολογισμό του ωριαίου προφίλ καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη των χώρων πραγματοποιήθηκε η εξής σειρά υπολογισμών:

- Αξιοποίηση ωριαίων δεδομένων για τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διεξαγωγή των Μεσογειακών Αγώνων, τον Αύγουστο του 2019, καθώς ήταν ο μοναδικός μήνας στον οποίο λειτούργησε το σύστημα ψύξης.
- Δημιουργία ωριαίου προφίλ ηλεκτρικών καταναλώσεων του 24ώρου για την τυπική ημέρα του μήνα Αυγούστου.
- Διαμόρφωση του ωριαίου προφίλ της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από το κεντρικό σύστημα ψύξης, αφαιρώντας, ώρα προς ώρα, τις ηλεκτρικές καταναλώσεις κατά τους μήνες που δεν λειτουργεί το κεντρικό σύστημα ψύξης των χώρων από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας τους μήνες που λειτουργεί η ψύξη (Αύγουστος 2019).

#### **(Ε) Μεθοδολογία υπολογισμού της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό**

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh<sub>e</sub>) για τον φωτισμό πραγματοποιήθηκε με βάση:

- την εγκατεστημένη ισχύ του φωτισμού που βρίσκεται σε λειτουργία
- τις ώρες λειτουργίας του ανά ημέρα
- τη δήλωση της τεχνικής υπηρεσίας ότι ο ταυτοχρονισμός των φωτιστικών ισούται με 100%



### **(ΣΤ) Λοιπά ηλεκτρικά φορτία του κολυμβητηρίου**

Στα λοιπά ηλεκτρικά φορτία περιλαμβάνονται τα φορτία των καταναλωτών του κολυμβητηρίου, στα οποία, αν και σημαντικά, δεν πρόκειται να πραγματοποιηθεί κάποια παρέμβαση για λόγους οικονομικής σκοπιμότητας. Σε αυτά ανήκουν τα φορτία των αντλιών ανακυκλοφορίας του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, και υπολογίζονται από την αφαίρεση των φορτίων για ψύξη και φωτισμό από τα συνολικά ηλεκτρικά φορτία.

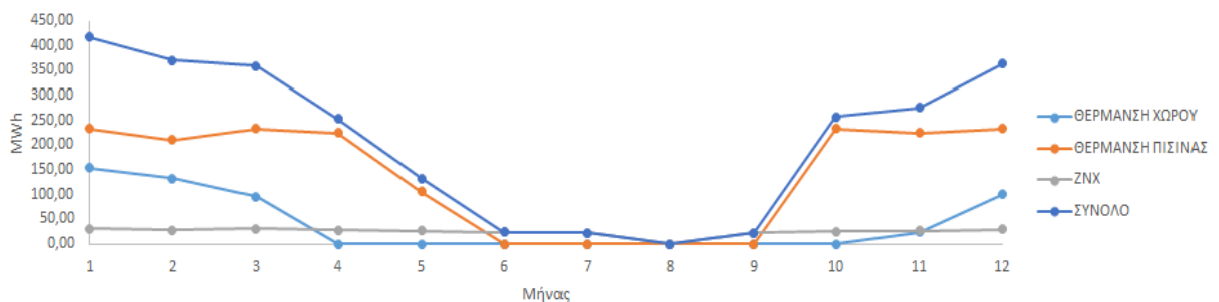
### **✚ Ανάλυση Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (ΣΕΚ) του κλειστού κολυμβητηρίου Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός»**

#### **(α) Συνολική κατανάλωση θερμικής ενέργειας τελικής μορφής, έτους αναφοράς**

Για την εκτίμηση της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας τελικής μορφής στο έτος αναφοράς, συνήθως χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που προκύπτουν από τα τιμολόγια προμήθειας καυσίμου. Ωστόσο στη συγκεκριμένη περίπτωση, σημειώθηκε από τη διεύθυνση του κολυμβητηρίου πως οι λέβητες και οι ψύκτες δεν λειτουργούν με κύριο άξονα την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών φορτίων, αλλά την εξοικονόμηση οικονομικών πόρων.

Συνεπώς, δεδομένου ότι οι καταναλώσεις δεν ικανοποιούν τις ανάγκες του κολυμβητηρίου, προέκυψε η ανάγκη για την πραγματοποίηση μελέτης θερμικών απωλειών, με στόχο τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών του κτηρίου και των κολυμβητικών δεξαμενών, καθώς και του ποσού θερμικής ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση του ΖΝΧ και την ψύξη το καλοκαίρι (ψύκτης απορρόφησης).

Η διακύμανση της κατανάλωσης, για κάθε μήνα του έτους αναφοράς, είχε τη μορφή του διαγράμματος 6.1.



**Διάγραμμα 6.1:** Μηνιαία διακύμανση της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας τελικής μορφής.

#### **(β) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για παραγωγή ΖΝΧ**

Ο υπολογισμός της ζήτησης σε ΖΝΧ, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα, πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη:

- την χρονική προσέλευση των αθλητών – κολυμβητών όπως αυτή δόθηκε από τη διοίκηση του κολυμβητηρίου.

- 
- τη μέση κατανάλωση ZNX ανά άτομο & ημέρα ίση με 20 lt (TOTEE) στους 60°C.
  - τη θερμοκρασία του νερού του δικτύου ανά μήνα από τους πίνακες της TOTEE.

Με βάση τα παραπάνω, υπολογίστηκε πως:

- η συνολική ετήσια ζήτηση σε θερμική ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX ισούται με 317 MWh ενέργειας τελικής μορφής.
- η ετήσια πρωτογενής ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX του κολυμβητηρίου ισούται με 347 MWh, λαμβάνοντας βαθμό απόδοσης των λεβήτων ίσο με 91,5%.

#### **(γ) Κατανάλωση θερμικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων του κολυμβητηρίου και του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών**

Η εκτίμηση της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων του κολυμβητηρίου, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα, πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη:

- τη λειτουργία θέρμανσης των χώρων κατά τους μήνες Νοέμβριο – Μάρτιο.
- την περιορισμένη απαίτηση αξιοποίησης των ΚΚΜ για θέρμανση των χώρων, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του θερμικού φορτίου του χώρου καλύπτεται από τις απώλειες της πισίνας.
- η θερμοκρασία του κολυμβητηρίου διατηρείται σταθερή.
- τη μηδενική συμμετοχή της οριζόντιας ακτινοβολίας του ηλίου στους υπολογισμούς.

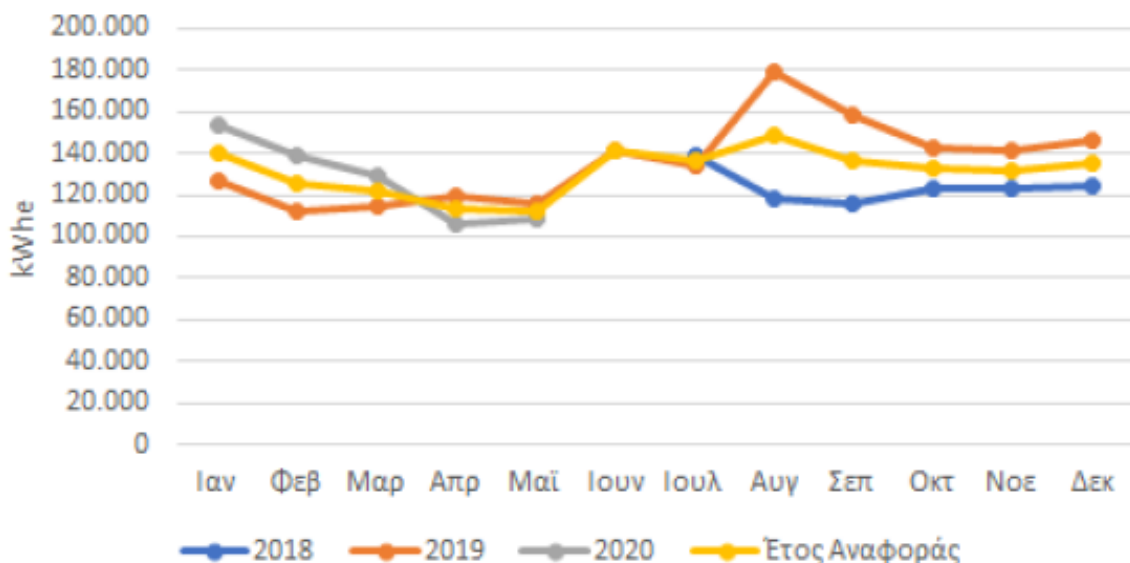
Με βάση τα παραπάνω, υπολογίστηκε πως:

- η συνολική ετήσια ζήτηση σε θερμική ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών σε **θέρμανση των χώρων** του κολυμβητηρίου είναι ίση με 506 MWh ενέργειας τελικής μορφής.
- η ετήσια πρωτογενής ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση ισούται με 553 MWh, λαμβάνοντας βαθμό απόδοσης των λεβήτων ίσο με 91,5%.
- η συνολική ετήσια ζήτηση σε θερμική ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών **θέρμανσης του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών** είναι ίση με 1.695 MWh ενέργειας τελικής μορφής.
- η ετήσια πρωτογενής ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση του νερού του κολυμβητηρίου ανέρχεται σε 1.852 MWh, δεδομένου του βαθμού απόδοσης των λεβήτων 91,5%.

#### **(δ) Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, έτους αναφοράς**

Για την εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο έτος αναφοράς, συνήθως χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που προκύπτουν από τα τιμολόγια προμήθειας ηλεκτρισμού της ΔΕΗ Α.Ε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η επεξεργασία των στοιχείων έγινε τόσο σε επίπεδο μήνα όσο και σε επίπεδο ωριαίας διακύμανσης 24ωρου της ζητούμενης ηλεκτρικής ισχύος, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα.

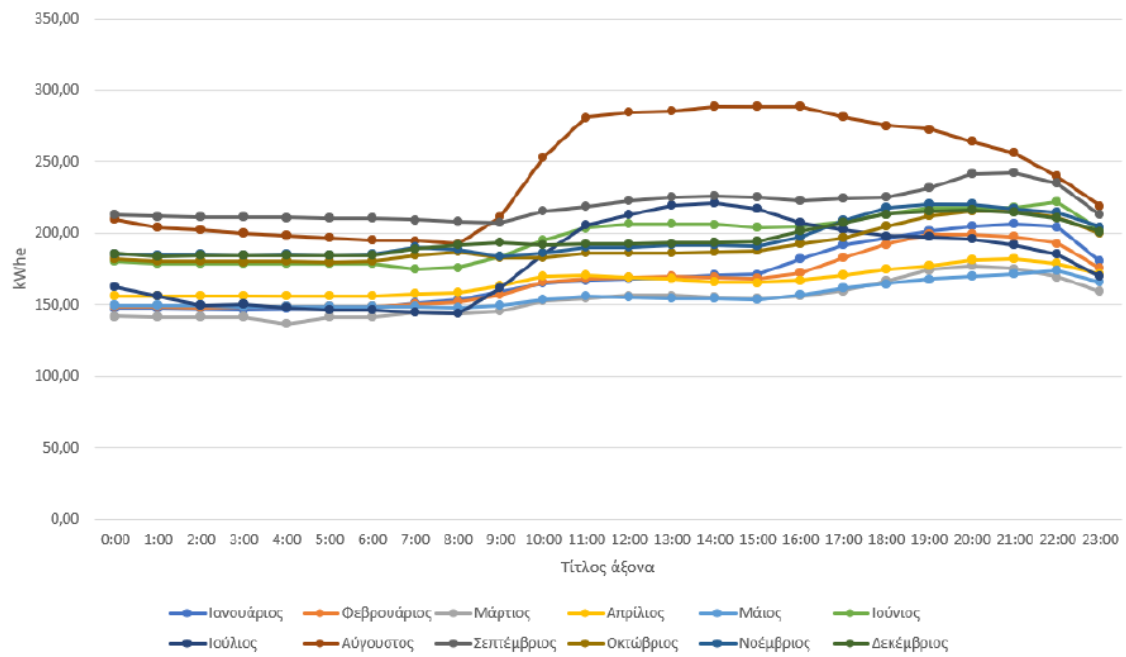
Η διακύμανση της κατανάλωσης, για κάθε μήνα του έτους αναφοράς, είχε τη μορφή του διαγράμματος 6.2.



**Διάγραμμα 6.2:** Μηνιαία διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Σημειώνεται πως, το κολυμβητήριο φιλοξένησε τον Αύγουστο του 2019 τους Μεσογειακούς Αγώνες, με αποτέλεσμα την αυξημένη ηλεκτρική του κατανάλωση, λόγω της λειτουργίας των ηλεκτροκίνητων ψυκτών για την ψύξη των χώρων. Επιπλέον παρατηρείται πως, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια του χρόνου είναι σε γενικές γραμμές σταθερή, ενώ η αυξημένη κατανάλωση που διακρίνεται σε ορισμένα έτη, κατά τους χειμερινούς ή θερινούς μήνες, οφείλεται στη λειτουργία μονάδων απ' ευθείας εκτόνωσης διαιρούμενου τύπου (split units) και ηλεκτρικών θερμαντήρων για τη θέρμανση και ψύξη των γραφείων του κολυμβητηρίου.

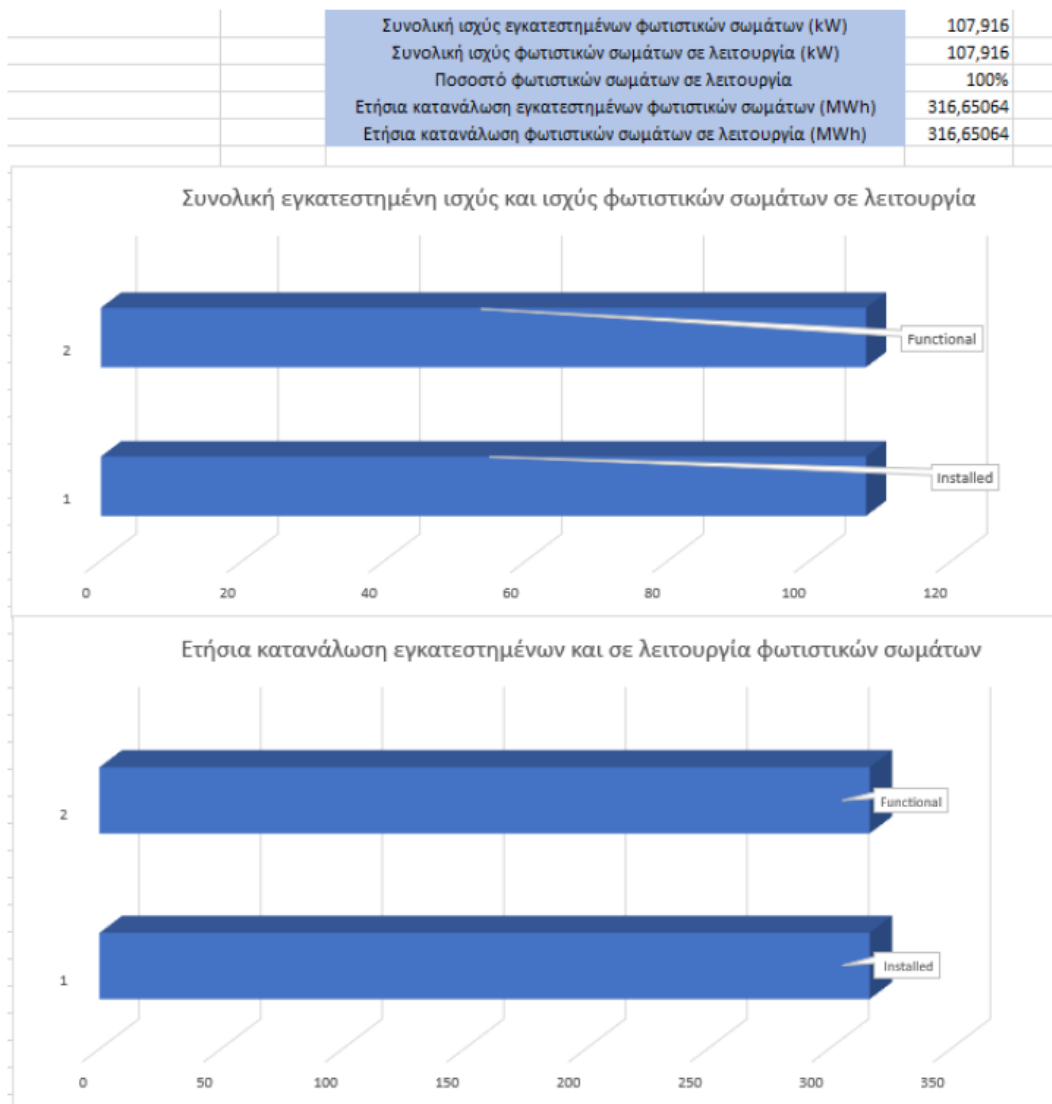
Έπειτα, μελετώντας την ωριαία διακύμανση των ηλεκτρικών καταναλώσεων για την τυπική ημέρα κάθε μήνα του έτους αναφοράς, προέκυψε το διάγραμμα 6.3, από το οποίο γίνεται αντιληπτή η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις ώρες 17:00 - 23:00 τους χειμερινούς μήνες και από ώρα 20:00 τους θερινούς μήνες, η οποία οφείλεται στην έναυση του φωτισμού της κεντρικής σάλας του κολυμβητηρίου. Παρατηρείται επίσης αύξηση τους θερινούς μήνες κατά τις ώρες 8:00 - 18:00 λόγω λειτουργίας της ψύξης των γραφείων μέσω των μονάδων διαιρούμενου τύπου απ' ευθείας εκτόνωσης (split units).



**Διάγραμμα 6.3:** Ωριαία ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας της τυπικής ημέρας κάθε μήνα του έτους αναφοράς.

**(ε) Υπολογισμός Ηλεκτρικού Φορτίου για τον Φωτισμό του Κολυμβητηρίου**

Σύμφωνα με την καταγραφή των φωτιστικών σημείων, της ισχύος τους και των ωρών που βρίσκονται σε λειτουργία πραγματοποιείται η εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό του κολυμβητηρίου, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 6.4.



*Διάγραμμα 6.4: Αποτελέσματα υπολογισμών φωτισμού.*

### (στ) Υπολογισμός Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας του Κεντρικού Συστήματος Ψύξης

Η μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού συστήματος ψύξης του κολυμβητηρίου, αναλύθηκε παραπάνω. Είναι εμφανές ότι τους θερινούς μήνες λειτουργίας, λόγω της εξάτμισης του νερού από τις πισίνες, ο χώρος εμφανίζει αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία, συνθήκες οι οποίες επιβάλλουν την λειτουργία του συστήματος ψύξης της κεντρικής σάλας. Ωστόσο, για λόγους που σχετίζονται με το ενεργειακό κόστος της εγκατάστασης επιλέγεται η μη λειτουργία του συστήματος ψύξης, δημιουργώντας δυσμενείς συνθήκες στους αθλητές και τους ευρισκόμενους στις κερκίδες.

Στο διάγραμμα 6.5 παρουσιάζεται η διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, για τον υπολογισμό της οποίας λαμβάνεται SEER=3 των ψυκτών.



**Διάγραμμα 6.5:** Ωριαία Διακύμανση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της Μέσης Τοπικής Ημέρας για την ψύξη του κολυμβητηρίου (KWh).

#### ✚ Προσδιορισμός προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης

Στο συγκεκριμένο βήμα διαμορφώθηκαν οι προτεινόμενες λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη δυνατότητα της τεχνικής υλοποίησής τους, με τα ελάχιστα πρόσθετα κόστη, όσο και την οικονομική αποδοτικότητα στην πάροδο του χρόνου. Τα μέτρα που προτάθηκαν συνοψίζονται ως ακολούθως:

##### **(1) Αντικατάσταση Συμβατικών Λαμπτήρων με αντίστοιχους τεχνολογίας LED**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των συμβατικών υφιστάμενων προβολέων που φωτίζουν την εσωτερική σάλα εκπονήθηκε φωτοτεχνική μελέτη, η οποία είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές που θέτει το πρότυπο EN12193. Επιπλέον προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού ισχύος 58W, 36W και 18W από αντίστοιχους λαμπτήρες τύπου LED. Στην περίπτωση αυτή, το σώμα του φωτιστικού δε θα αλλάξει, γεγονός που μειώνει κατά πολύ το κόστος προμήθειας.

Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού, πυρακτώσεως και των υπόλοιπων φωτιστικών με λαμπτήρες τύπου LED tubes, ισχύος χαμηλότερης των συμβατικών λαμπτήρων, χωρίς να αλλάξει η χωροθέτησή τους και το σώμα του φωτιστικού (Πίνακας 6.29). Ωστόσο, επειδή κατά την εποπτεία των εγκαταστάσεων παρατηρήθηκε πως ορισμένα κελύφη παρουσίαζαν σημαντικές φθορές, κρίθηκε συνετό να συμπεριληφθεί στον προϋπολογισμό και η αντικατάσταση ενός ποσοστού 30% από τα κελύφη.

**Πίνακας 6.29: Αντιστοίχιση φωτιστικών σωμάτων με αντίστοιχα τεχνολογίας LED.**

α/α	Περιγραφή Χώρου	Τύπος Υφιστάμενου Φωτιστικού	Αριθμός [τιμχ]	Ισχύς [kWe]	Τύπος Φωτιστικού Τεχνολογίας LED	Αριθμός [τιμχ]	Ισχύς [kWe]
1	Η/Μ Εγκαταστάσεις	Φθορίου 2Χ36W	95	6,84	Led Tubes 2x16W	95	3,04
		Φθορίου 1Χ36W	3	0,108	Led Tubes 1x16W	3	0,05
2	Αποδυτήρια	Φθορίου 2Χ58W	28	3,248	Led Tubes 2x20W	28	1,12
		Φθορίου 2Χ36W	25	1,8	Led Tubes 2x16W	25	0,8
		Φθορίου 1Χ36W	34	1,224	Led Tubes 1x16W	34	0,544
		Φθορίου 1Χ18W	23	0,414	Led Tubes 1x8W	23	0,184
3	Διοίκηση, VIPS, Δημοσιογράφοι	Φθορίου 2Χ36W	24	1,728	Led Tubes 2x16W	24	0,768
		Φθορίου 1Χ36W	46	1,656	Led Tubes 1x16W	46	0,736
		Φθορίου 1Χ18W	19	0,342	Led Tubes 1x8W	19	0,152
4	Είσοδος Θεατών	Φθορίου 2Χ36W	48	3,456	Led Tubes 2x16W	48	1,536
		Φθορίου 1Χ36W	16	0,576	Led Tubes 1x16W	16	0,256
5	Κερκίδες	Προβολείς με λαμπτήρες μεταλλικών Αλογονιδίων 1Χ1000W	76	76	Προβολείς LED 1x440W	12	5,28
					Προβολείς LED 1x220W	64	14,08
		Φθορίου 2Χ36W	10	0,72	Led Tubes 2x16W	10	0,32
		Φθορίου 1Χ36W	14	0,504	Led Tubes 1x16W	14	0,224
6	Περιβάλλον Χώρος	Προβολείς με λαμπτήρες Νατρίου 1Χ150W	14	2,1	Προβολείς LED 1x100W	14	1,4
		Προβολείς με λαμπτήρες Νατρίου 3Χ400W	6	7,2	Προβολείς LED 3x200W	6	3,6

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε:

- ο συνολικός προϋπολογισμός για την υλοποίηση της παρέμβασης, ο οποίος ισούται με 80.439,09 € (με ΦΠΑ) και επιμερίζεται κόστος προμήθειας του εξοπλισμού (73.773,80 €) και σε εργασία για την αντικατάσταση (6.665,30 €)
- η εξοικονόμηση ενέργειας από τη συγκεκριμένη παρέμβαση, ακολουθώντας τις παρακάτω ενέργειες:
  - Ομαδοποίηση των χώρων βάσει της χρήσης και των ωρών λειτουργίας τους.
  - Εκτίμηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε kWh, πολλαπλασιάζοντας τις ώρες λειτουργίας των φωτιστικών για τη διάρκεια του έτους, με την πραγματική ισχύ των φωτιστικών.
  - Εκτίμηση της εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας ως η διαφορά της κατανάλωσης του παλαιού με το νέο σύστημα φωτισμού, για τις ώρες λειτουργίας.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψε πως:

- η ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω των παρεμβάσεων στον φωτισμό είναι ίση με 205.509 KWh.
- το ετήσιο οικονομικό όφελος υπολογίζεται ίσο με 27.896 €, λαμβάνοντας μέσο σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ίσο με 135,74 €/MWh.

## **(2) Κάλυψη των κολυμβητικών δεξαμενών με ισοθερμικά καλύμματα**

Περιλαμβάνει την κάλυψη των δύο κολυμβητικών δεξαμενών με ισοθερμικό κάλυμμα κατά τις ώρες που δεν λειτουργεί το κολυμβητήριο (23:00 έως 08:00), με στόχο την εξάλειψη των απωλειών εξάτμισης του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών και κατ' επέκταση την εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας, την σημαντική ελάττωση της συγκέντρωσης υγρασίας

---

εντός του χώρου και τη μείωση του ενεργειακού κόστους καθώς επίσης και του λειτουργικού κόστους λόγω της μειωμένης κατανάλωσης χημικών και νερού.

Το ισοθερμικό κάλυμμα χαρακτηρίζεται από:

- Υλικό πολυαιθυλενίου κατά 100%
- Είναι πολυστρωματικό με τρεις στρώσεις άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους
- Ειδικό φιλμ πολυαιθυλενίου που θα λειτουργεί ως φράγμα υδρατμών και θα προστατεύει το κάλυμμα εμποδίζοντας την απορρόφηση του νερού
- Συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $< 0,037 \text{ W/mK}$  στους  $10^\circ\text{C}$
- Ανεπηρέαστο από αλλαγές στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, με εύρος από  $-20^\circ\text{C}$  έως  $+40^\circ\text{C}$ .

Η χρήση των ισοθερμικών καλυμμάτων πρόκειται να εκμηδενίσει τις απώλειες εξάτμισης του νερού, ενώ οι απώλειες από ακτινοβολία και συναγωγή δεν επηρεάζονται σημαντικά. Οι απώλειες εξάτμισης της πισίνας υπολογίζονται από την ακόλουθη σχέση:

$$q_E = a \cdot (x_s - x) + \Delta h_v \quad (6.1)$$

Όπου:

**a:** ο συντελεστής συναγωγής και υπολογίζεται ως  $a = (25 + 19 \cdot U)$  με  $U$  την ταχύτητα αέρα

$U = U_{ap} \cdot Z$ , όπου  $Z$  – συντελεστής, η τιμή του οποίου ορίζεται από τη θέση της πισίνας και σχετίζεται με τις συνθήκες που προσβάλλεται αυτή από τον άνεμο

- πολύ προσβαλλόμενη: 1,0
- ελεύθερη: 0,5
- μερικώς προστατευμένη: 0,33
- συνηθισμένη θέση δεξαμενής: 0,25
- εντελώς προστατευμένη: 0.

Για το συγκεκριμένο κολυμβητήριο λαμβάνεται  $Z=0$  ως κλειστό, άρα  $U=0$ .

**$x_s$ :** η υγρασία του κορεσμένου αέρα στη θερμοκρασία του νερού  $t_s = 26^\circ\text{C}$  για τις πισίνες διαστάσεων 50m x 21m & 33m x 21m.

**$x$ :** η περιεκτικότητα σε νερό του μίγματος αέρα, ( $\text{kg H}_2\text{O}$  ανά 1  $\text{kg}$  ξηρού αέρα στην θερμοκρασία  $t_L$ ). Η τιμή του  $x$  στην θερμοκρασία  $t_L$  υπολογίζεται από τη σχέση 6.2 ως:

$$x = (h_s - C_{PL} \cdot t_L) / (C_{PD} \cdot t_L + r_0) \quad (6.2)$$

με:

**$h_s$ :** Ενθαλπία κορεσμένου υγρού αέρα στην θερμοκρασία του νερού στους  $26^\circ\text{C}$

**$C_{PL}$ :** Ειδική Θερμότητα του αέρα (ιδανικό αέριο στους  $0^\circ\text{C}$ )

**$t_L$ :** Θερμοκρασία του αέρα

**$C_{PD}$ :** Ειδική Θερμότητα του ατμού (ιδανικό αέριο στους  $0^\circ\text{C}$ )

**$r_0$ :** Ενθαλπία εξάτμισης του νερού στους  $0^\circ\text{C}$



---

Για το συγκεκριμένο κολυμβητήριο λαμβάνεται θερμοκρασία του αέρα  $t_L$  ίση με 18°C για τη χειμερινή και 25°C για τη θερινή περίοδο.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω μεθοδολογίας συνοψίζονται στα εξής:

- η ετήσια εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας τελικής μορφής λόγω της τοποθέτησης του ισοθερμικού καλύμματος στην πισίνα είναι ίση με 268 MWh.
- η ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας υπολογίζεται ίση με 292,89 MWh, λαμβάνοντας βαθμό απόδοσης των λεβήτων ίσο με 91,5%.
- η μείωση του λειτουργικού κόστους που επέρχεται από την υλοποίηση του μέτρου τοποθέτησης ισοθερμικών καλυμμάτων υπολογίζεται ίση με

$$292,89 \text{ MWh} \times 95,18 \text{ €/MWh} = 27.877,85 \text{ €/έτος}$$

όπου 95,18 €/MWh το κόστος παραγωγής θερμικής MWh με υγραέριο (LPG).

- το συνολικό κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των τριών ισοθερμικών καλυμμάτων για τις ισάριθμες πισίνες ανέρχεται σε 137.020 € (συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α. 24%).

### **(3) Αναβάθμιση κελύφους με αντικατάσταση κουφωμάτων & εγκατάσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων**

Περιλαμβάνει:

- την αντικατάσταση όλων των υφιστάμενων ανοιγμάτων με ενεργειακά κουφώματα, τα οποία πρόκειται να διαθέτουν πλαίσιο με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα και να χαρακτηρίζονται από συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 3,00 W/m<sup>2</sup>K. Η πρόταση αφορά σε 531,4 m<sup>2</sup> σε υαλοπετασμάτων και σε 353,4 m<sup>2</sup> κουφωμάτων.
- την εγκατάσταση παθητικών ηλιακών συστημάτων (σκιάστρων) στη νοτιοδυτική και βορειοανατολική πλευρά του κτηρίου. Στην πρόταση εξετάστηκε η χρήση οριζόντιων σταθερών σκιάστρων με περσίδες, συνολικής επιφάνειας 474,1 m<sup>2</sup>.
- την επιδιόρθωση διαφόρων τμημάτων και την αποκατάσταση της μόνωσης μέσα από εργασίες που περιλαμβάνουν την καθαίρεση σαθρών τμημάτων, τις τοπικές επισκευές, την στεγάνωση και την σφράγιση οπών και αρμών.

Κατά την κοστολόγηση της πρότασης αναβάθμισης προέκυψε πως το συνολικό κόστος για την προμήθεια των συστημάτων και τις εργασίες ισούται με 785.526,00 € (με ΦΠΑ), συμπεριλαμβανομένων των γενικών εξόδων, των απρόβλεπτων και των απολογιστικών. Από το ποσό αυτό, 342.263,00 € αφορούν την αποκατάσταση της μόνωσης και 443.263,00 € την αντικατάσταση κουφωμάτων-υαλοπετασμάτων και την εγκατάσταση σκιάστρων.

Σύμφωνα με τη μελέτη του ενεργειακού επιθεωρητή σε κατάλληλο λογισμικό, χρησιμοποιώντας τους νέους συντελεστές θερμοπερατότητας και σκίασης προέκυψε πως, έπειτα από την υιοθέτηση του συγκεκριμένου μέτρου αναβάθμισης του κελύφους επιτυγχάνονται:

- εξοικονόμηση ενέργειας στην ψύξη ίσης με 8,4%
- εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση ίσης με 9%

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για ψύξη χώρων
$(111,6 \text{ MWh} \times 8,4\%) \times 135,74 \text{ €/MWh} = 1.272 \text{ €}$

Όπου:

111,6 MWh η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στους ψύκτες

135,74 €/MWh η τιμή προμήθειας του ηλεκτρισμού

Ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων για θέρμανση χώρων και νερού
$(1.898,36 \text{ MWh} \times 9\%) \times 95,18 \text{ €/MWh} = 16.261 \text{ €}$

Όπου:

1.898,36 MWh η κατανάλωση υγραερίου (=1.737 MWh/0,915)

95,18 €/MWh το κόστος παραγωγής θερμικής MWh με υγραέριο

Ετήσια εξοικονόμηση <b>πρωτογενούς</b> ενέργειας από την εγκατάσταση ΑΘ
$(111,6 \text{ MWh} \times 8,4\%) \times 2,9 + (1.898,36 \text{ MWh} \times 9\%) = 198 \text{ MWh}$

Σημειώνεται πως 2,9 είναι ο συντελεστής μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας σε πρωτογενή σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017. Συνολικά προκύπτει εξοικονόμηση χρημάτων ίσης με 17.533 € ετησίως.

#### **(4) Θερμομόνωση αεραγωγών ΚΚΜ**

Περιλαμβάνει την αντικατάσταση των καταστραμμένων θερμομονώσεων των αεραγωγών, με στόχο τον περιορισμό των απωλειών. Η νέα μόνωση προτείνεται να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Υλικό από πετροβάμβακα ελάχιστου πάχους 30mm και πυκνότητας 40 kg/m<sup>3</sup>
- Οπλισμό από σκληρό αλουμίνιο και συγκράτηση αυτών με πλαστικό τσέρκι, και ειδικότερα κατ' ελάχιστο 3 τσέρκι το τρέχον μέτρο.
- Επικάλυψη με ειδικά διαμορφωμένη λαμαρίνα αλουμινίου πάχους 0,7mm, με τρόπο που θα καθιστά απολύτως επισκέψιμο τον αγωγό χωρίς να καταστρέφεται η μόνωση.

Ο υπολογισμός της εξοικονομούμενης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη, από την αντικατάσταση της θερμομόνωσης των αεραγωγών, πραγματοποιήθηκε για κάθε μία από τις κλιματιστικές μονάδες, στις οποίες θα γίνει αντικατάσταση της μόνωσης, και για κάθε μήνα του έτους, ακολουθώντας τη θεωρία της «συναγωγής κατά τη ροή μέσα σε αγωγό μη κυκλικής διατομής», κεφάλαιο 7.4 «Μετάδοση Θερμότητας» του Κ. Πασπαλά. Στους υπολογισμούς εισάγονται για την κάθε κλιματιστική:

- η θερμοκρασία προσαγωγής αέρα κλιματισμού (°C) για κάθε μήνα του έτους
- οι φυσικές διαστάσεις του κάθε αεραγωγού

- 
- οι κλιματολογικές συνθήκες της πόλης της Πάτρας, όπως είναι η μέση θερμοκρασία εξωτερικού αέρα (°C), η μέση μέγιστη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα (°C) και η μέση διακύμανση θερμοκρασίας 24ώρου εξωτερικού αέρα (°C)
  - οι φυσικές ιδιότητες του αέρα για πίεση 1 bar και θ ίσο με 0°C, 20°C και 40°C

Το συνολικό κόστος προμήθειας και αντικατάστασης της θερμομόνωσης των αεραγωγών ανέρχεται σε 7.442 € συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψε πως:

- η ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας ισούται με 4.112 kWh.
- η ετήσια εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας ισούται με 25.632 kWh.
- η ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ισούται με 37.556,8 kWh.
- το ετήσιο οικονομικό όφελος υπολογίζεται ίσο με 2.993 €.

### **(5) Αναβάθμιση BEMS**

Στην υφιστάμενη κατάσταση υπάρχει ήδη εγκατεστημένο σύστημα BMS, το οποίο έχει απαξιωθεί καθώς δεν παρείχε τη δυνατότητα μετρήσεων και καταγραφής κρίσιμων μεγεθών. Έτσι, ενώ υπήρχαν αισθητήρια μέτρησης θερμοκρασίας νερού ή/και αισθητήρια μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας αεραγωγού, τα οποία παρείχαν πληροφορίες σχετικά με τις τιμές που λάμβαναν τα εν λόγω μεγέθη, δεν παρείχαν την ενεργειακή πληροφορία για την καταναλισκόμενη θερμική ενέργεια και δεν ήταν ποτέ εφικτή η δημιουργία ενεργειακών ισοζυγίων.

Το κεντρικό σύστημα BEMS έχει σχεδιαστεί προκειμένου να επιτηρεί τις παρακάτω εγκαταστάσεις:

- 10 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διπλού στοιχείου θερμό και ψυχρό από τις οποίες 3 διαθέτουν και κιβώτιο ανακυκλοφορίας.
- 1 λεβητοστάσιο αποτελούμενο από τρεις λέβητες και δέκα κυκλοφορητές για την παραγωγή και διανομή του θερμού νερού για τις διάφορες καταναλώσεις.
- 2 boiler για την παραγωγή ZNX με την αντίστοιχη διάταξη αντλιών ανακυκλοφορίας.
- 1 ψυχοστάσιο για την παραγωγή και διανομή ψυχρού νερού αποτελούμενο από δύο υδρόψυκτους ψύκτες με τους αντίστοιχους πύργους ψύξεως, επτά κυκλοφορητές ψυχρού νερού και δύο κυκλοφορητές για τους πύργους ψύξεως.
- 5 εναλλάκτες για την θέρμανση πισίνας.
- 1 αντλιοστάσιο φρεατίων.
- Διάταξη μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών.

Κατόπιν της εξέτασης των υφιστάμενων συστημάτων ελέγχου, η λύση που προτάθηκε ήταν η μετάβαση από BMS σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS). Για το σκοπό αυτό, απαιτούνται οι εξής ενέργειες:

- 
- ✓ Προμήθεια και εγκατάσταση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας στα σημαντικά ηλεκτρικά φορτία του κολυμβητηρίου.
  - ✓ Προμήθεια κι εγκατάσταση θερμοδομετρητών στα σημαντικά θερμικά φορτία.
  - ✓ Σύνδεση των ανωτέρω με τα υφιστάμενα με κοινό πρωτόκολλο επικοινωνίας και το λογισμικό παρακολούθησης και ελέγχου.
  - ✓ Αναβάθμιση του υφιστάμενου συστήματος BMS, ώστε να επικοινωνεί με τα ανωτέρω, να προσφέρει αναβαθμισμένη λειτουργικότητα και να μπορεί να επιδιορθώνεται σε καταστάσεις αστοχίας εξοπλισμού (ύπαρξη διαθέσιμων ανταλλακτικών).

Το κόστος της αναβάθμισης του υφιστάμενου συστήματος διαχείρισης κτηρίου (BMS) σε σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου (BEMS) ανέρχεται στο ποσό των 137.970 € συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ.

Η αξιολόγηση της συγκεκριμένης πρότασης εξοικονόμησης ενέργειας, κατέληξε στα παρακάτω αποτελέσματα:

- Η **εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας** ανέρχεται σε 27,16 MWh, δεδομένου ότι η κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 2.716 MWh<sub>th</sub> ετησίως και το ενεργειακό όφελος από την αναβάθμιση του BEMS θεωρείται, βάσει βιβλιογραφίας, ίσο με 1% για τα θερμικά φορτία.
- Η **εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας** ανέρχεται σε 32,6 MWh, δεδομένου ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 1.630 MWh<sub>th</sub> ετησίως και το ενεργειακό όφελος από την αναβάθμιση του BEMS θεωρείται, βάσει βιβλιογραφίας, ίσο με 2% για τα ηλεκτρικά φορτία.
- Το **οικονομικό όφελος** από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι 7.010 € ετησίως.

#### **(6) Τριπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας & Ψύξης**

Περιλαμβάνει:

- την εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘΥΑ εγκατεστημένης ισχύος 310 kW<sub>th</sub> και 250 kW<sub>e</sub> με καύσιμο συμπιεσμένο φυσικό αέριο
- την εγκατάσταση ψύκτη απορρόφησης ισχύος 220 kW<sub>c</sub>
- την κατασκευή σταθμού αποσυμπίεσης από την ΔΕΠΑ Α.Ε.
- την κατασκευή εσωτερικού δικτύου τόσο για την τροφοδοσία με φυσικό αέριο της μονάδας ΣΗΘΥΑ όσο και των λεβήτων του κολυμβητηρίου.

Η διαστασιολόγηση της μονάδας ΣΗΘΥΑ πραγματοποιήθηκε στο φορτίο βάσης των υφιστάμενων θερμικών φορτίων, ενώ παράλληλα ελέγχθηκε και λήφθηκε υπόψη στους υπολογισμούς (ενεργειακό ισοζύγιο και οικονομική ανάλυση) και η ωριαία διακύμανση του ηλεκτρικού φορτίου. Η μονάδα ΣΗΘΥΑ, θα έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε μεταβλητό φορτίο, με παρακολούθηση μόνο του θερμικού φορτίου (θερμική ζήτηση). Η παρακολούθηση του θερμικού φορτίου θα πραγματοποιείται με έλεγχο της θερμοκρασίας είτε στο δοχείο αδρανείας είτε στο κύκλωμα ψύξης του κινητήρα είτε σε αμφότερα τα σημεία. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η παραγόμενη θερμική ισχύς δεν θα είναι μεγαλύτερη από την ζήτηση θερμικής ισχύος αντίστοιχα. Οι καμπύλες

διάρκειας θερμικού φορτίου, συνθέτουν το προφίλ κατανάλωσης θερμικής ενέργειας του Κολυμβητηρίου και λαμβάνονται υπόψη στη διαστασιολόγηση της μονάδας ΣΗΘΥΑ.

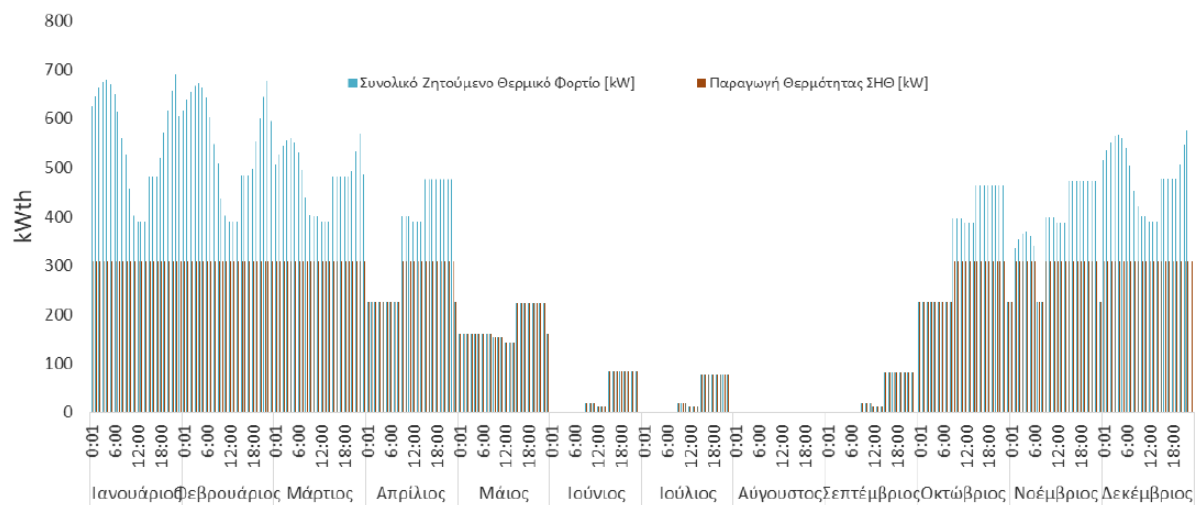
Η μονάδα ΣΗΘΥΑ θα αποτελείται από εμβολοφόρο μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) στην άτρακτο της οποίας θα είναι συνδεδεμένη ηλεκτρική γεννήτρια. Το νερό ψύξης και τα καυσαέρια της ΜΕΚ θα οδηγούνται σε εναλλάκτες θερμότητας για την παραγωγή ζεστού νερού. Η μονάδα ΣΗΘΥΑ θα τροφοδοτεί με θερμική ενέργεια τα δίκτυα, ώστε το παραγόμενο θερμό νερό να τροφοδοτεί τον κεντρικό διανομέα θερμού νερού του κτηρίου. Για τους υπολογισμούς της μελέτης λαμβάνεται μονάδα ΣΗΘΥΑ ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 250 kW και ονομαστικής θερμικής ισχύος 310 kW, η οποία θα λειτουργεί με καύσιμο φυσικό αέριο και θα έχει ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 37,9% και συνολικό βαθμό απόδοσης 85,1%. Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας παρουσιάζονται στον πίνακα 6.30

**Πίνακας 6.30:** Τεχνικά χαρακτηριστικά ΣΗΘΥΑ.

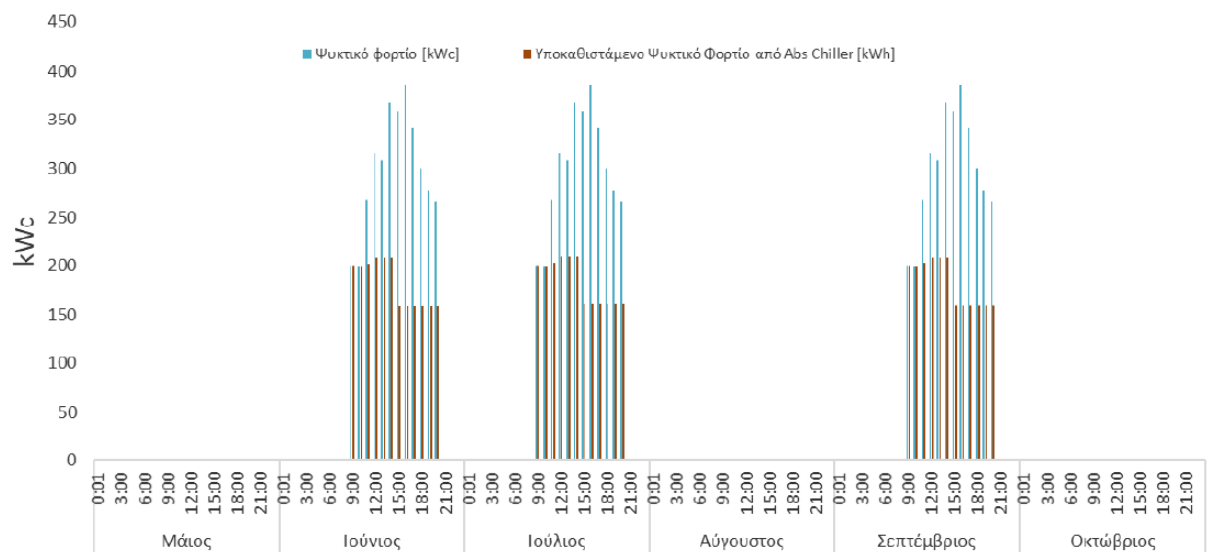
Εγκατεστημένη Ισχύς Γεννήτριας Ηλεκτρ. Ενέργειας	kW <sub>e</sub>	250
Cosphi/Τάση/Συχνότητα		1/400V/50Hz
Ηλεκτρικός Βαθμός Απόδοσης της μονάδας	%	37,9
Ανάκτηση Θερμότητας στα χιτώνιά του κινητήρα και από τα καυσαέρια	kW <sub>th</sub>	310
Θερμοκρασία νερού προσαγωγής - επιστροφής	°C	90 – 70
Θερμοκρασία Εξόδου Καυσαερίων	°C	120
Θερμικός Βαθμός Απόδοσης της μονάδας	%	47,1
Κατανάλωση Ενέργειας στην είσοδο της μονάδας υπό μορφή καυσίμου αερίου	kW	658
Πίεση καυσίμου αερίου	mbar	50/100
Τύπος κινητήρα ΜΕΚ		Turbocharged
Στροφές κινητήρα	rpm	1500
Displacement/Αριθμός Κυλίνδρων	Lt	11.9/6 row
Διακύμανση ισχύος Λειτουργίας		100% έως 50% του φορτίου
Στάθμη θορύβου στα 10 m	dB(A)	<65
Εκπομπές NO <sub>x</sub> (5% O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	<250
Εκπομπές CO (5% O <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	<650

Στο διάγραμμα 6.6 παρουσιάζονται σχηματικά οι ανάγκες του Κολυμβητηρίου σε θερμική ενέργεια και η κάλυψη αυτών από τη μονάδα ΣΗΘΥΑ. Τους θερινούς μήνες η μονάδα ΣΗΘΥΑ θα τροφοδοτεί με θερμική ενέργεια τον ψύκτη απορρόφησης και θα παράγει ψύξη για την κάλυψη του ψυκτικού φορτίου του κολυμβητηρίου. Η κάλυψη του ζητούμενου ψυκτικού φορτίου από τη μονάδα ΣΗΘΥΑ παρουσιάζεται στο διάγραμμα 6.7.

Ο μήνας Αύγουστος λαμβάνεται ως μήνας ετήσιας συντήρησης του συστήματος συμπαραγωγής, με συνέπεια να παύει η λειτουργία του, και συμπίπτει με τη διακοπή της λειτουργίας του κολυμβητηρίου.

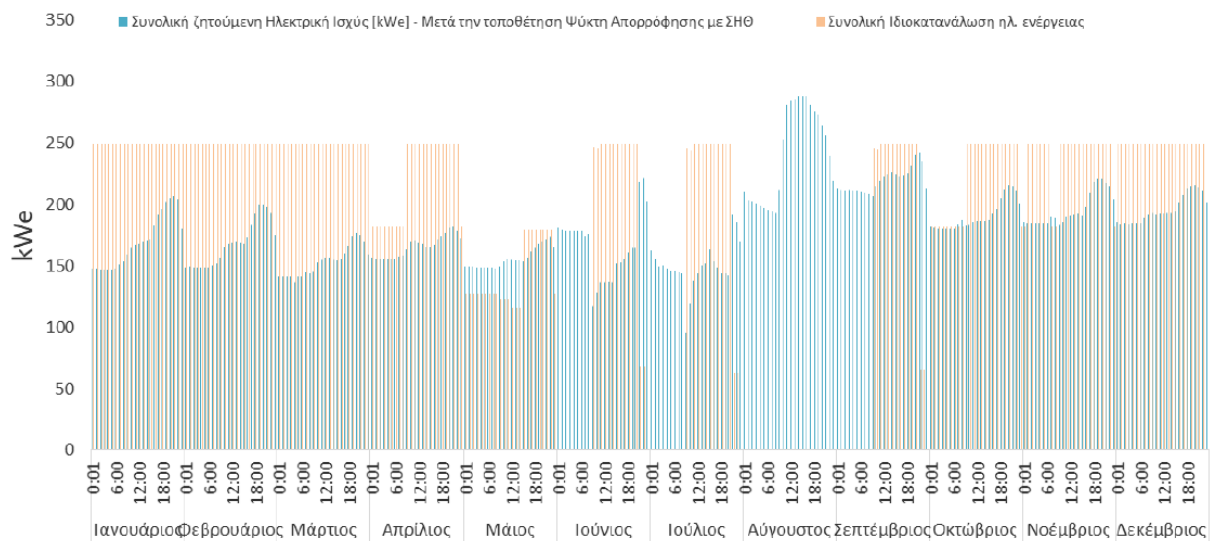


**Διάγραμμα 6.6:** Κάλυψη Θερμικών Αναγκών του κολυμβητηρίου από τη Μονάδα ΣΗΘΥΑ.



**Διάγραμμα 6.7:** Κάλυψη Ψυκτικού Φορτίου του κολυμβητηρίου από τη Μονάδα ΣΗΘΥΑ & τον Ψύκτη Απορρόφησης.

Παράλληλα, μελετώντας το τμήμα των ηλεκτρικών απαιτήσεων, από την προσομοίωση της λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘΥΑ, υπολογίστηκε ότι η μονάδα θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια ίση με 1.607 MWh για το έτος αναφοράς (100% αναγκών), το οποίο και θα ιδιοκαταναλώνεται εξολοκλήρου είτε την ίδια χρονική στιγμή της παραγωγής (1.199,5 MWh/y) είτε ετεροχρονισμένα μέσω ενεργειακού συμψηφισμού (407,5 MWh/y). Συνεπώς, το κολυμβητήριο θα μετατραπεί σε πρακτικά μηδενικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από εξωτερικό πάροχο. Στο διάγραμμα 6.8 παρουσιάζεται η διακύμανση της ζήτησης σε ηλεκτρικό φορτίο από το κολυμβητήριο καθώς και το μέρος αυτής που θα υποκαθίσταται από τη λειτουργία της μονάδας ΣΗΘΥΑ.



**Διάγραμμα 6.8:** Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη Μονάδα ΣΗΘΥΑ & κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του Κολυμβητηρίου.

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας λόγω της μονάδας ΣΗΘ υπολογίζεται αφαιρώντας από την υφιστάμενη απαιτούμενη πρωτογενή ενέργεια, ώστε να παραχθεί η ενέργεια τελικής μορφής που χρειάζεται το κολυμβητήριο, την πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνει η μονάδα ΣΗΘ για την παραγωγή της ίδιας τελικής ενέργειας.

**Πίνακας 6.31:** Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.

Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας Τριπαραγωγής				
α. Εξοικονόμηση από την Υποκατάσταση της Θερμικής Ενέργειας				
Εξοπλισμός Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας	Ενέργεια Τελικής Μορφής	Βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρική/θερμική Ενέργεια Τελικής Μορφής	Πρωτογενής Ενέργεια
Λέβητας	1.706,78	91,5%		1.865
Μονάδα ΣΗΘ	1.706,78	47,1%		3.623
β. Εξοικονόμηση από την Υποκατάσταση της Ψυκτικής Ενέργειας				
Εξοπλισμός Παραγωγής Ψυκτικής Ενέργειας	Ενέργεια Τελικής Μορφής	Βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρική/θερμική Ενέργεια Τελικής Μορφής	Πρωτογενής Ενέργεια
Συμβατικός Ψύκτης	133,45	3,00	44	84
Ψύκτης Απορρόφησης με μονάδα ΣΗΘ	133,45	0,70	191	404
γ. Εξοικονόμηση από την Υποκατάσταση της Ηλεκτρικής Ενέργειας				
Εξοπλισμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας	Ενέργεια Τελικής Μορφής	Βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρική/θερμική Ενέργεια Τελικής Μορφής	Πρωτογενής Ενέργεια
Εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής	1.606,52	34,4%		4.670
Μονάδα ΣΗΘ	1.606,52	37,9%		4.239

Βάσει του πίνακα 6.31, η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας λόγω της μονάδας ΣΗΘ προκύπτει ίση με 2.592 MWh ή 39,15%.

Το αρχικό κόστος επένδυσης περιλαμβάνει το κόστος προμήθειας, μεταφοράς, εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία της εγκατάστασης ισούται με 1.065.197 € (με ΦΠΑ) και παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα 6.32. Παράλληλα, η συνολική ετήσια μείωση του ενεργειακού κόστους του κολυμβητηρίου λόγω της λειτουργία της μονάδας ΣΗΘΥΑ ισούται με 70.318 €, και αναλύεται στον πίνακα 6.33.

**Πίνακας 6.32:** Ανάλυση κόστους επένδυσης.

<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>	
Μονάδα ΣΗΘΥΑ	334.490 €
Ψύκτης Απορρόφησης	127.000 €
Πύργος Ψύξης	39.000 €
Δοχείο Αποθήκευσης Θερμότητας	25.000 €
Δίκτυο Φυσικού Αερίου ΣΗΘ και λεβήτων	45.000 €
Εγκαταστάσεις δικτύων θερμού και ψυχρού νερού	125.000 €
Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση	100.000 €
Διαμόρφωση του χώρου εγκατάστασης	15.000 €
Εργασία Εγκατάστασης και θέση σε λειτουργία	48.540 €
<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (χωρίς ΦΠΑ)</b>	<b>859.030 €</b>
ΦΠΑ 24%	206.167 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ - Αρχικό κόστος επένδυσης (με ΦΠΑ)</b>	<b>1.065.197 €</b>



Πίνακας 6.33: Οικονομική και ενεργειακή ανάλυση.

<b>Κλειστό Κολυμβητήριο 'Αντ. Πεπανός'</b>		
<b>ΥΠΟΚΑΘΙΣΤΑΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΠΟ ΣΗΘ</b>		
Ετήσιες ώρες λειτουργίας μονάδας	6.423	h
Εγκατεστημένη Ισχύς Μονάδας ΣΗΘ	<b>310</b>	<b>kWth</b>
Ετήσια Παραγωγή Θερμότητας από ΣΗΘ [MWh]	1.991	MWh
<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΘΕΡΜΑΝΣΗ</b>		
Βαθμός απόδοσης συμβατικής εγκατάστασης	91,5%	
Ετήσια υποκαθιστάμενη ενέργεια από λέβητες	1.707	MWh
Ετήσια απορρόφηση καυσίμου	1.865	MWh
Κόστος καυσίμου (LPG)	95,180	€/MWh
<b>Ετήσια δαπάνη καυσίμου</b>	<b>177.542</b>	<b>€</b>
<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΨΥΞΗ</b>		
Βαθμός απόδοσης συμβατικής εγκατάστασης	3,00	
Ετήσια υποκαθιστάμενη ψυκτική ενέργεια	133	MWh
Ετήσια υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας	44	MWh
Τιμή Προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας	135,74	€/MWh
<b>Ετήσια δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας</b>	<b>6.038</b>	<b>€</b>
<b>ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΖΗΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>		
Ζήτηση Ηλεκτρικής Ενέργειας από τον Πάροχο	1.586	MWh
Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΣΗΘ	1.607	MWh
<b>ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ</b>		
<b>250</b>	<b>kWe</b>	
Ολικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ	85,1%	
Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ	37,9%	
Θερμικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ	47,2%	
Ετήσια απορρόφηση καυσίμου ΣΗΘ	4.218	MWh
Κόστος καυσίμου ΣΗΘ (Φυσικό αέριο)	59,000	€/MWh
<b>Ετήσια δαπάνη καυσίμου ΣΗΘ</b>	<b>248.890</b>	<b>€</b>
Ετήσια ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ (on time)	1.199	MWh
Τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας	135,7	€/MWh
<b>Ε.Φ.Κ. ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (ΦΕΚ1001/30-6-2010 &amp; άρθρο 7 Ν.3899/2010)</b>	<b>6.356</b>	<b>€</b>
<b>Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας</b>	<b>22.755</b>	<b>€</b>
<b>ΕΤΜΕΑΡ (Απόφαση 772/2014 της ΡΑΕ)</b>	<b>0</b>	<b>€</b>
Ετήσιο έσοδο υποκατάστασης ηλεκτρικής ενέργειας ΣΗΘ	<b>162.787</b>	<b>€</b>
Ετήσια Ιδιοκατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (net-metering)	407	MWh
<b>Μέσο συνολικό κόστος ρυθμιστικών χρεώσεων λόγω net-metering</b>	<b>13.330,4</b>	<b>€</b>
<b>Έσοδο από ιδιοκατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω net-metering</b>	<b>55.282</b>	<b>€</b>
<b>Ετήσιο κόστος συντήρησης μονάδας ΣΗΘ &amp; ψύκτη απορρόφησης</b>	<b>40.000</b>	<b>€</b>
<b>Ετήσιο λειτουργικό κόστος ΣΗΘ</b>	<b>113.262</b>	<b>€</b>
<b>ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ</b>		
<b>Ετήσιο οικονομικό όφελος επένδυσης ΣΗΘ</b>	<b>70.318</b>	<b>€</b>

---

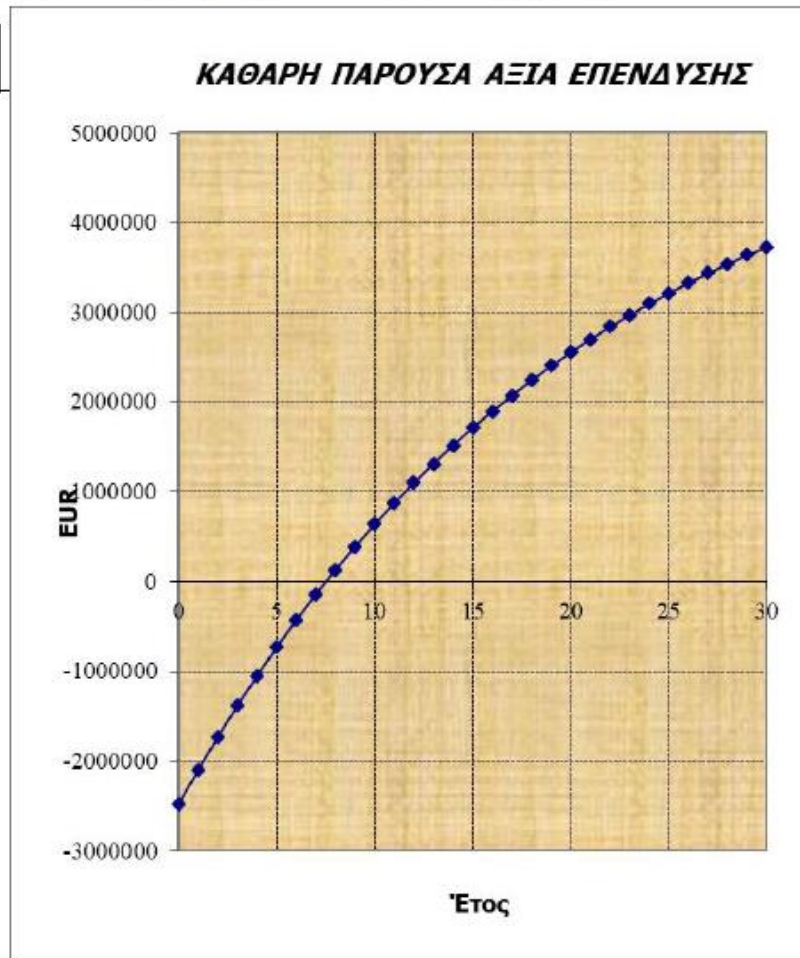
### Αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης

Η οικονομική αξιολόγηση της συνολικής επένδυσης, με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των δομών του κλειστού γυμναστηρίου, έγινε με βάση τους δείκτες της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης της επένδυσης (IRR) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (DPB) και με τα εξής δεδομένα:

- Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία: 1%
- Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή: 0%
- Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου: 20 έτη
- Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης: 0%
- Αρχικό κόστος συνολικής επένδυσης (συμπερ. ΦΠΑ): 2.213.594 €
- Εξοικονόμηση ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας: 3.838,17 MWh
- Εξοικονόμηση χρημάτων ετησίως: 153.627 €

Τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης φαίνονται στην εικόνα 6.8, και από αυτά συμπεραίνεται πως πρόκειται για μία βιώσιμη επένδυση, η οποία θα λειτουργήσει κερδοφόρα έπειτα από τα 15 έτη λειτουργίας.

Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, C, EUR	2.213.594	
Ετήσιο λειτουργικό όφελος, EUR	153.627	Έτος
Ετήσιο καθαρό όφελος κατά το έτος t, $F_t = f_t - \varphi^*(f_t - C/v)$ , EUR	152.106	1
	150.600	2
	149.109	3
	147.633	4
	146.171	5
	144.724	6
	143.291	7
	141.872	8
	140.467	9
	139.077	10
	137.700	11
	136.336	12
	134.986	13
	133.650	14
	132.327	15
	131.016	16
	129.719	17
	128.435	18
	127.163	19
	125.904	20
	124.658	21
	123.423	22
	122.201	23
	120.991	24
	119.793	25
	118.607	26
	117.433	27
	116.270	28
	115.119	29
	113.979	30
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB		15,6 έτη
Καθαρή παρούσα αξία, NPV		558.700
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR		5,58%



Εικόνα 6.8: Οικονομική Αξιολόγηση της Βιωσιμότητας των Παρεμβάσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης.

## 6.2. Παρουσίαση παραδειγμάτων και εμπειρίες νέων αθλητικών εγκαταστάσεων υψηλής ενεργειακής απόδοσης

Το βιοκλιματικό αθλητικό κέντρο του Δήμου Νέας Σμύρνης αποτελεί ένα σύγχρονο παράδειγμα κλειστού γυμναστηρίου 3.500 θέσεων, το οποίο μελετήθηκε το 2017 και κατασκευάζεται από το 2020 μέχρι και σήμερα, έχοντας χρονικό ορίζοντα ολοκλήρωσης και παράδοσης έως το 2024 [46]. Πρόκειται για ένα πολυδύναμο αθλητικό κέντρο με πολυχρηστικό χαρακτήρα, μελετημένο με έμφαση στον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό, και σχεδιασμένο να φιλοξενεί χρήσεις που έχουν αθλητικό, πολιτιστικό και κοινωνικό

χαρακτήρα, το οποίο ανεγείρεται στη συμβολή των οδών Εθνικής στέγης και Αρτάκης, του Δήμου Ν. Σμύρνης.



**Εικόνα 6.9:** Φωτορεαλιστική απεικόνιση του νέου βιοκλιματικού – πολυδύναμου αθλητικού κέντρου Ν. Σμύρνης.  
(Πηγή: [46])

#### Περίοδος μελέτης

- Προμελέτη 2015
- Συμμετοχή στον διαγωνισμό 2017
- Μελέτη εφαρμογής 2020

#### Αθλητικές Δραστηριότητες

- Καλαθοσφαίριση
- Πετοσφαίριση
- Χειροσφαίριση
- Ποδόσφαιρο 5x5
- Αντισφαίριση
- Τραμπολίνο
- Πάλη - Tae Kwon Do
- Γυμναστική
- Παραολυμπιακά αθλήματα

#### Πολιτιστικές και Κοινωνικές Δραστηριότητες

- Συγκεντρώσεις
- Συναυλίες
- Θεατρικές παραστάσεις

---

## ✚ Περιγραφή του Αθλητικού Κέντρου Δήμου Νέας Σμύρνης

<b>Γενική Περιγραφή</b>	<b>Κατασκευή:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Τριώροφο κτήριο με τρεις στάθμες υπογείου</li><li>- Φέρων οργανισμός από οπλισμένο σκυρόδεμα</li><li>- Οροφή από μεταλλικά δικτυώματα και επικάλυψη από μεταλλικά πανέλλα τύπου sandwich</li><li>- Επιφάνεια οικοπέδου 16.540 m<sup>2</sup></li><li>- Δόμηση 7.535 m<sup>2</sup></li><li>- Υλικά με αυξημένο συντελεστή ηχοαπορρόφησης</li></ul>
	<b>Χρήση χώρων:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Αίθουσα αθλοπαιδιών και γυμναστικής για προπόνηση γυμναστικής, καλαθοσφαίρισης, πετοσφαίρισης και χειροσφαίρισης.</li><li>- Αγωνιστικός χώρος με δυνατότητα εξυπηρέτησης αθλημάτων που διεξάγονται σε αγωνιστικούς χώρους μικρότερων διαστάσεων, όπως τα βαρέα αθλήματα.</li><li>- Γήπεδο ποδοσφαίρου 5x5</li><li>- Κερκίδες χωρητικότητας 3.500 θεατών, που σε περίπτωση συναυλίας εξυπηρετεί 5.500 άτομα</li><li>- Θέσεις στάθμευσης 320</li><li>- Πραγματοποίηση αθλητικών, κοινωνικών και πολιτιστικών δρώμενων</li></ul>

Το νέο γυμναστήριο είναι ένα σύγχρονο κτήριο, σχεδόν συμμετρικό. Αποτελείται από έναν κεντρικό χώρο μεγάλου ύψους (στο κέντρο του οποίου βρίσκεται η αίθουσα αθλοπαιδιών και περιμετρικά οι κερκίδες). Αναπτύσσεται σε τρεις στάθμες άνω του εδάφους και τρεις στάθμες υπόγειες τις οποίες καταλαμβάνει ο χώρος στάθμευσης και μία αίθουσα ενδυνάμωσης-προπόνησης με αποδυτήρια και χώρους υγιεινής. Στους υπόγειους χώρους επίσης χωροθετούνται οι χώροι ΔΕΗ, Η/Μ εγκαταστάσεων, πυρόσβεσης και τα αντλιοστάσια.

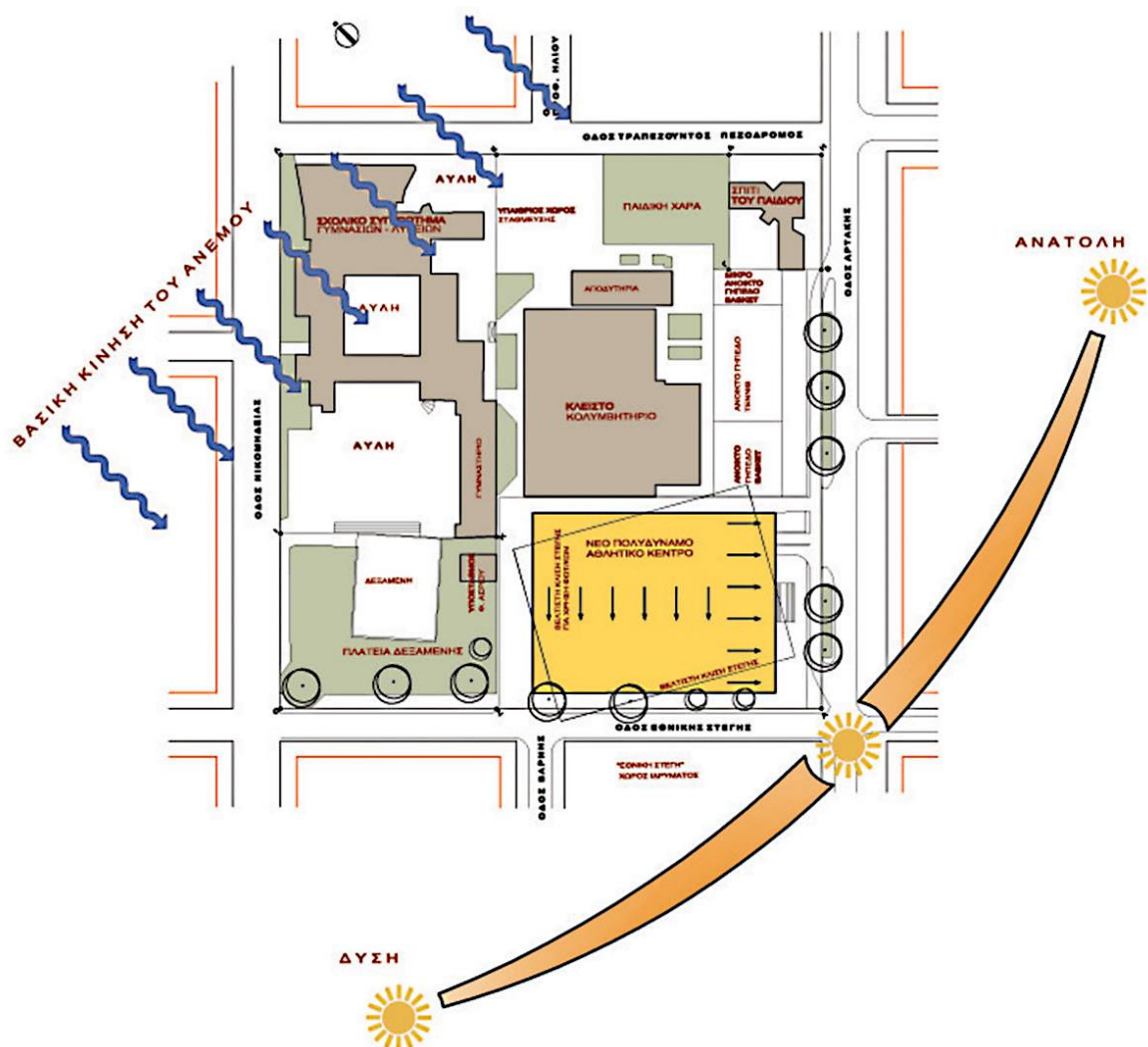
Η **Α΄ στάθμη (+0.15)** είναι η στάθμη του Α΄ ισογείου. Περιλαμβάνει τον Αγωνιστικό Χώρο καθώς και τους υποστηρικτικούς και βοηθητικούς χώρους της Αίθουσας Αθλοπαιδιών. Μέρος των χώρων αυτής της στάθμης τοποθετείται κάτω από τα συγκροτήματα των κερκίδων.

Η **Β΄ στάθμη (+4,00)** είναι η στάθμη του Β΄ ισογείου. Περιλαμβάνει τα συγκροτήματα των κερκίδων και τους χώρους για την εξυπηρέτηση των θεατών (εισόδους, foyer, χώρους υγιεινής, αναψυκτήριο, κλπ) οι οποίοι δημιουργούνται κάτω από τις κερκίδες.

Η Γ΄ στάθμη (+11,92/+14,80) είναι η στάθμη του τελευταίου διαδρόμου των κερκίδων. Στη στάθμη αυτή βρίσκονται τα θεωρεία και η αίθουσα εργασίας των δημοσιογράφων.

#### ✚ Βασικές επιλογές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης

Κυρίαρχο στοιχείο για τη χωροθέτηση του κτηρίου είναι η προστασία του από τον βόρειο άνεμο, από τον κτηριακό όγκο του υπάρχοντος κλειστού Κολυμβητηρίου και η δημιουργία των βασικών υπαίθριων χώρων στον Νότο, που συμπίπτει με τη γωνία του οικοπέδου, έτσι ώστε η τοποθέτηση του νέου κτηρίου να αποκλίνει της ιδανικής θέσης προσανατολισμού κατά 15° δυτικά.



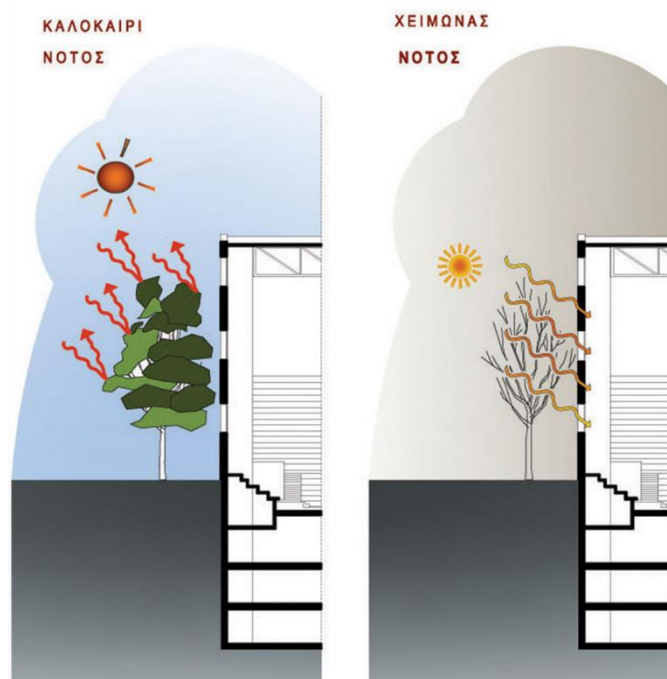
*Εικόνα 6.10: Απεικόνιση της ορθής χωροθέτησης του κτηρίου σύμφωνα με τον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό.  
(Πηγή: [46])*

Σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό έπαιξε η έντονη κλίση του οικοπέδου  $-4,03\mu$  – για τη δημιουργία επιπλέον χώρων με φυσικό φωτισμό και μιας προβεβλημένης κεντρικής εισόδου στο κτήριο. Η εκμετάλλευση της υψομετρικής διαφοράς εξασφαλίζει και την είσοδο-έξοδο στον υπόγειο χώρο στάθμευσης των οχημάτων από την οδό Αρτάκης, που είναι ο κεντρικός δρόμος του οικοπέδου.

Ο σχεδιασμός του βασικού όγκου του κτηρίου έγινε με βιοκλιματικά, αισθητικά, μορφολογικά και λειτουργικά κριτήρια, με σκοπό τη δημιουργία ενός πρότυπου χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίου που εξασφαλίζει στους χρήστες τη θερμική άνεση και σωστές συνθήκες ηλιασμού-σκιασμού-αερισμού των χώρων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

Επιπλέον, ο **βιοκλιματικός σχεδιασμός** του κτηρίου περιλαμβάνει:

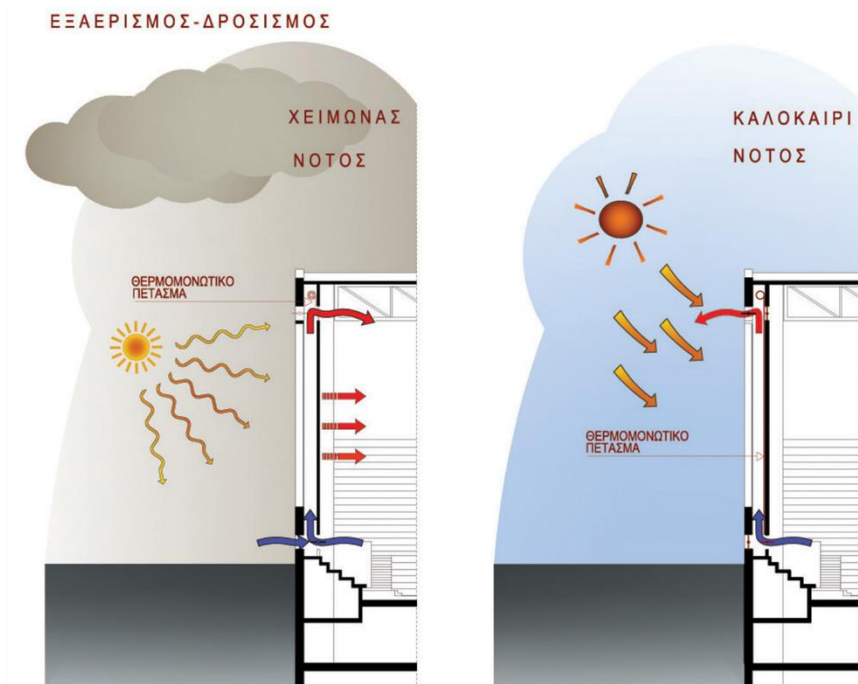
- Χρήση υλικών χαμηλής θερμοαπορροφητικότητας
- Εφαρμογή διατάξεων σκίασης
- Κατάλληλη φύτευση δένδρων στον περιβάλλοντα χώρο



**Εικόνα 6.11:** Απεικόνιση της επίδρασης της φύτευσης των δέντρων στα θερμικά κέρδη.  
(Πηγή: [46])

Παράλληλα, ο **ενεργειακός σχεδιασμός** του κελύφους του κτηρίου περιλαμβάνει:

- Ισχυρή θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων και της οροφής
- Τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων χαμηλού συντελεστή θερμοπερατότητας (με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπομπής, low-e) και χαμηλού συντελεστή ηλιακού κέρδους g
- Τοποθέτηση κουφωμάτων αλουμινίου θερμοδιακοπής



**Εικόνα 6.12:** Απεικόνιση βιοκλιματικού στοιχείου στην πρόσοψη του αθλητικού κέντρου Ν. Σμύρνης.  
(Πηγή: [46])

#### ✚ Περιγραφή Πηγών Ενέργειας του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης

##### α. Θέρμανση Χώρων

Ως ενεργειακό μέσο για τις ανάγκες παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια, μέσω τεσσάρων (4) Αντλιών Θερμότητας. Υπάρχει πρόβλεψη και για δύο (2) Λέβητες, καύσης φυσικού αερίου, για τη θέρμανση χώρων.

##### β. Ψύξη Χώρων

Για την ικανοποίηση των αναγκών του φορτίου βάσης σε ψυχρό νερό, τοποθετούνται τέσσερις (4) Αντλίες Θερμότητας ισχύος 490kWc εκάστη, σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στον περιβάλλοντα Χώρο του Γυμναστηρίου.

##### γ. Παραγωγή ζεστού νερού χρήσεως

Η τροφοδότηση των παρασκευαστήρων ζεστού νερού χρήσης, με θερμό νερό γίνεται από τον Λέβητα, με καύσιμο φυσικό αέριο. Παράλληλα προβλέπεται αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με τοποθέτηση κεντρικού συστήματος επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών επιφάνειας 380m<sup>2</sup>.

##### δ. Ηλεκτρική ενέργεια

Κύρια πηγή το δίκτυο Μέσης Τάσεως του ΔΕΔΔΗΕ 20 kV. Εφεδρικά τοποθετείται Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος για φωτισμό ασφαλείας, για τον αερισμό υπόγειων χώρων



στάθμευσης, για τον αερισμό του Γυμναστηρίου, για την πυρόσβεση, καθώς και σύστημα UPS για τα συστήματα Η/Υ, συστήματα ασθενών ρευμάτων κλπ.

#### ✚ Περιγραφή Η/Μ μελετών Θέρμανσης-Αερισμού-Κλιματισμού του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης

Δεδομένα Εξωτερικών Κλιματολογικών Συνθηκών	
<b>Χειμώνας:</b> Θερμοκρασία ξηρού βολβού, $t_{DB} = +3^{\circ}C$ Σχετική Υγρασία, R.H. = 69,5%	<b>Καλοκαίρι:</b> Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου, $t_{DB} = 35,5^{\circ}C$ Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, $t_{WB} = 25^{\circ}C$ Σχετική υγρασία: R.H. = 43,4%

Δεδομένα Εσωτερικών Συνθηκών Χώρων	
<b>Χειμώνας:</b> Θερμοκρασία ξηρού βολβού, $t_{DB} = +20^{\circ}C$ Σχετική Υγρασία, R.H. > 35%	<b>Καλοκαίρι:</b> Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου, $t_{DB} = 26,0^{\circ}C$ Σχετική υγρασία: R.H. = 50%
<i>*Σε χώρους εισόδων και χώρους κυκλοφορίας η θερμοκρασία επιτρέπεται να φτάσει τους <math>18^{\circ}C</math>.</i>	<i>*Σε χώρους εισόδων και χώρους κυκλοφορίας η θερμοκρασία επιτρέπεται να φτάσει τους <math>27^{\circ}C</math>.</i>

#### A. Κλιματισμός του αγωνιστικού χώρου

Ο κλιματισμός του αγωνιστικού χώρου και οι κερκίδες (είσοδοι κτηρίου κ.λ.π.) προβλέπεται να πραγματοποιηθεί μέσω Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων με δυνατότητα 100% νωπού αέρα. Οι συγκεκριμένες μονάδες βρίσκονται στα πατάρια στις τέσσερις γωνίες του γηπέδου. Η προσαγωγή αέρα στον αγωνιστικό χώρο γίνεται με αεραγωγούς κυκλικής διατομής προμονωμένους και κλάδους στην οροφή (δικτύωμα). Διακρίνεται η ζώνη κλιματισμού των κερκίδων και η ζώνη του αγωνιστικού χώρου. Η επιστροφή αέρα θα γίνεται με στόμια στις κάτω κερκίδες ανάμεσα στις κερκιδοδοκούς, με στόμια επιστροφής τοποθετημένα χαμηλά επί αεραγωγού στις τέσσερις γωνίες του αγωνιστικού χώρου και από το ύψος του χωροδικτύωματος περιμετρικά πάνω από τους θεατές.

---

Οι μονάδες έχουν δυνατότητα λειτουργίας με 100% νωπό αέρα μέσω εναλλάκτη θερμότητας (economizer) και, παράλληλα, ρύθμισης της ποσότητας του νωπού αέρα ανάλογα με τον αριθμό ατόμων μέσω αισθητηρίου ποιότητας αέρα.

Από τη μελέτη των φορτίων του χώρου και για λόγους σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας δεν προέκυψε η ανάγκη αναθέρμανσης κατά το θέρος. Η τοποθέτηση εναλλακτών αέρα-αέρα οδηγεί σε μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της μεγάλης ποσότητας νωπού αέρα. Στη φάση λειτουργίας μέσω economizer (100% νωπός τις ενδιάμεσες εποχές, όταν  $T_{in} > T_{out}$ , δηλαδή free cooling), ο εναλλάκτης αέρα – αέρα παρακάμπτεται.

### **Β. Κλιματισμός χώρων διακίνησης θεατών**

Ο κλιματισμός των χώρων αυτών θα εξασφαλίζεται μέσω κεντρικών κλιματιστικών μονάδων ψύξης-θέρμανσης. Ο προσαγόμενος αέρας θα είναι μίγμα αέρα ανακυκλοφορίας – νωπού αέρα. Η προσαγωγή – επιστροφή θα γίνεται μέσω αεραγωγών και στομιών.

Προβλέπονται για τα Foyer θεατών και επισήμων οι ΚΚΜ να είναι all air, έχοντας δυνατότητα λειτουργίας με 100% νωπό αέρα (έλεγχος με economizer) και έλεγχο αυξομείωσης της ποσότητας του νωπού αέρα μέσω αισθητηρίου ποιότητας αέρα. Ανεξάρτητα δίκτυα απαγωγής

αέρα προβλέπονται για την απαγωγή από W.C. και κυλικεία. Τα δίκτυα απαγωγής καταλήγουν σε μονάδες εξαερισμού.

### **Γ. Κλιματισμός γραφειακών χώρων και χώρων αποδυτηρίων, αίθουσας συγκεντρώσεων, ιατρείου κ.λ.π.**

Οι εν λόγω χώροι θα κλιματιστούν μέσω συστήματος τοπικών κλιματιστικών μονάδων ανεμιστήρα-στοιχείου (Fan-Coil Unit) ψύξης-θέρμανσης σε συνδυασμό με σύστημα προσαγωγής νωπού προκλιματισμένου αέρα στους χώρους, μέσω δικτύου αεραγωγών και στομιών από τις κλιματιστικές μονάδες ΚΚΜ. Ο απαγόμενος αέρας θα απορρίπτεται από ανεξάρτητο δίκτυο αεραγωγών στομιών και ανεμιστήρα και θα απορρίπτεται στο περιβάλλον μέσω εναλλάκτη αέρα-αέρα, στον οποίο θα διασταυρώνεται με τον εισαγόμενο νωπό αέρα. Ανεξάρτητα δίκτυα απαγωγής αέρα προβλέπονται για την απαγωγή από W.C. Τα δίκτυα απαγωγής καταλήγουν σε μονάδες εξαερισμού (fan-section).

### **Δ. Κλιματισμός αίθουσας ενδυνάμωσης**

Η αίθουσα ενδυνάμωσης θα κλιματιστεί με σύστημα all-air αποτελούμενο από 2 κλιματιστικές μονάδες και δίκτυο αεραγωγών και στομιών προσαγωγής – επιστροφής. Οι μονάδες τοποθετούνται σε δύο μηχανολογικούς χώρους πλησίον της αίθουσας, περιλαμβάνοντας ανεμιστήρα προσαγωγής και επιστροφής, κιβώτιο μίξης, κιβώτιο φίλτρων, στοιχεία ψύξης / θέρμανσης, υγραντήρα νερού με σταγονοσυλλέκτη και ηχοαποσβεστήρες προσαγωγής και επιστροφής. Η προσαγωγή θα γίνεται με ορατούς

---

αεραγωγούς κυκλικής διατομής, στην οροφή της αίθουσας, ενώ η επιστροφή του αέρα θα γίνεται από χαμηλά με στόμια επίτοιχα για αναρρόφηση του στρώματος κρύου αέρα.

#### **Ε. Κλιματισμός θεωρείων, αίθουσας εργασίας δημοσιογράφων**

Οι εν λόγω χώροι θα κλιματιστούν μέσω συστήματος τοπικών κλιματιστικών μονάδων ανεμιστήρα-στοιχείου (Fan-Coil Unit) ψύξης-θέρμανσης, σε συνδυασμό με σύστημα προσαγωγής νωπού αέρα στους χώρους, μέσω δικτύου αεραγωγών και στομιών, από εναλλάκτη αέρα-αέρα ενδεικτικού τύπου VAM.

#### **ΣΤ. Εξαερισμός χώρων υγιεινής και βοηθητικών χώρων.**

Προβλέπεται εξαερισμός με αεραγωγούς και τους ανάλογους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες. Ο απαιτούμενος αέρας προς απόρριψη θα λαμβάνεται μέσω στομιών στην οροφή και απορρίπτεται με την βοήθεια φυγοκεντρικών ανεμιστήρων απόρριψης πλευρικά του κτηρίου. Ο ισολογισμός αέρα γίνεται με βάση των νωπό αέρα των ΚΚΜ.

#### **Ζ. Εξαερισμός Υποσταθμού**

Προβλέπεται δίκτυο απαγωγής αέρα που αποτελείται από δίκτυο αεραγωγών, στόμια απαγωγής (από χαμηλά) και αξονικό ανεμιστήρα αεραγωγού, για την απομάκρυνση του CO<sub>2</sub> σε περίπτωση ενεργοποίησης των συστημάτων τοπικής κατάσβεσης.

Για την απαγωγή θερμότητας από τους χώρους μετασχηματιστών προβλέπεται εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα με δίκτυο αεραγωγών και αξονικό ανεμιστήρα. Ο αέρας αναπλήρωσης αναρροφάται από τα περσιδωτά ανοίγματα των χώρων. Η λειτουργία των ανεμιστήρων ελέγχεται με αισθητήρια θερμοκρασίας άνω ορίου.

Για την ψύξη της γεννήτριας και του πετρελαιοκινητήρα του Η/Ζ προβλέπεται η αναρρόφηση νωπού αέρα από το χώρο μέσω περσίδων και η απαγωγή του μέσω του ανεμιστήρα ψυγείου στο περιβάλλον. Η ποσότητα του αέρα καθορίζεται από τις απαιτήσεις του Η/Ζ. Επίσης, προβλέπονται FIRE DAMPERS στις περσίδες τα οποία κλείνουν αυτόματα όταν τίθεται σε λειτουργία η εγκατάσταση κατάσβεσης με CO<sub>2</sub>.

#### **➤ Δίκτυα νερού κλιματισμού**

Το δίκτυο ψυχρού-ζεστού νερού κλιματισμού που θα τροφοδοτεί τις ΚΚΜ και τα FCU's θα είναι κλειστό δίκτυο ενός ή και περισσοτέρων κλάδων, κατάλληλα διευθετημένα ώστε η διανομή νερού να γίνεται ανάλογα με τα φορτία των κλάδων. Προβλέπονται τριών βαθμίδων δίκτυα:

- το πρωτεύον για τις Αντλίες Θερμότητας με αντλίες σταθερής παροχής,
- το δευτερεύον για τη διανομή του νερού στο αντλιοστάσιο του υπογείου μέσω τριών αντλιών (η μία εφεδρική) inverter, η παροχή ρυθμίζεται με βάση όσες Αντλίες Θερμότητας είναι ON (κριτήριο για το inverter η παροχή), και

- 
- το τριτεύον δίκτυο διανομής προς ΚΚΜ και FCU's με αντλίες inverter για παροχή στις δύοδες βάνες των στοιχείων των ΚΚΜ (αναλογικές) και των FCU's (ON-OFF).

Μια ελάχιστη ποσότητα νερού ~10% για κάθε κλάδο θα κυκλοφορεί πάντα έτσι ώστε το νερό να είναι ενεργό σε θερμοκρασία. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται με αντλίες inverter ρυθμιζόμενες στην παροχή της.

➤ **Λειτουργία Αντλιών Θερμότητας**

Ο έλεγχος ζεύξης των Αντλιών Θερμότητας ανάλογα με το απαιτούμενο φορτίο από τις ανάγκες των κλιματιζόμενων χώρων θα γίνεται με έλεγχο της διαφοράς θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου του νερού (BMS σε συνεργασία με πίνακα αλληλουχίας των Αντλιών Θερμότητας). Η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας εισόδου-εξόδου είναι 7°C τόσο σε λειτουργία ψύξης όσο και σε λειτουργία θέρμανσης των Αντλιών Θερμότητας (θέρμανση 45/38°C, ψύξη 6/13°C).

Η θέση σε λειτουργία του ψυκτικού κυκλώματος των Αντλιών Θερμότητας θα εξαρτάται από τη λειτουργία των αντιστοίχων κυκλοφορητών με συσκευές μανδάλωσης, διακόπτες ροής νερού, διαφορετικούς πρεσοστάτες νερού και βοηθητικών επαφών των ρευματονόμων ζεύξης των κυκλοφορητών. Σε κάθε περίπτωση αποκλείεται η λειτουργία κυκλοφορητών δικτύων αν το κύκλωμα νερού των ψυκτών δεν έχει φθάσει σε κατάλληλη θερμοκρασία.

➤ **Λειτουργία ΚΚΜ**

Για τις ΚΚΜ θα υπάρχουν δύο βασικές δυνατότητες λειτουργίας, είτε μόνο αερισμός χώρων με μόνο νωπό αέρα τις ενδιάμεσες εποχές (έλεγχος με economizer) είτε σε λειτουργία πλήρη κλιματισμού, δηλαδή ψύξη ή θέρμανση με ανάλογη ρύθμιση υγρασίας των κλιματιζόμενων χώρων.

Όταν επιλεγεί η λειτουργία «μόνο αερισμός» από τον economizer για κάποιον χώρο, τότε ο υγραστήρας θα ευρίσκεται εκτός λειτουργίας και ο κυκλοφορητής της ΚΚΜ θα είναι εκτός λειτουργίας (BMS).

Κατά την επιλογή λειτουργίας κλιματισμού, η λειτουργία της ΚΚΜ θα εξαρτάται από την λειτουργία του Κεντρικού Κυκλοφορητή του κυκλώματος, στο οποίο συνδέεται. Σε αυτήν την περίπτωση, η εντολή δίδεται πρώτα στον κυκλοφορητή του κυκλώματος νερού που είναι συνδεδεμένη η ΚΚΜ και όταν η θερμοκρασία δικτύου στη θέση της ΚΚΜ είναι κατάλληλη, τότε να μπαίνει αυτή σε λειτουργία.

➤ **Δίκτυα αεραγωγών**

Τα δίκτυα αεραγωγών προβλέπονται μεταλλικά, με αεραγωγούς κυκλικής διατομής στην αρένα και στην αίθουσα ενδυνάμωσης, και ορθογωνικής διατομής στους λοιπούς χώρους

---

εντός των ψευδοροφών. Οι αεραγωγοί προσαγωγής θα είναι μονωμένοι με εξωτερική μόνωση και επικάλυψη αλουμινίου.

➤ **Χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων**

Για την απαγωγή καυσαερίων των υπογείων χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων προβλέπονται ανεξάρτητα συστήματα απαγωγής αέρα μέσω ανεμιστήρων jet fans διακίνησης του αέρα και στομιών επί των shafts απαγωγής και προσαγωγής νωπού αέρα. Συνολικά εγκαθίστανται δύο (2) διπλοί αξονικοί ανεμιστήρες.

Η μικρή και μεγάλη ταχύτητα θα ρυθμίζεται από αυτόματο σύστημα ανίχνευσης μονοξειδίου του άνθρακα (CO) το οποίο θα ελέγχει συνεχώς τη στάθμη του CO στους χώρους και μέσω του κεντρικού πίνακα ελέγχου θα δίνει εντολές εκκίνησης και θα ρυθμίζει την ταχύτητα λειτουργίας των αντίστοιχων ανεμιστήρων.

✚ **Περιγραφή Η/Μ μελέτης Φωτισμού του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης**

Ως κριτήρια σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού ελήφθησαν τα εξής :

- διαφορετικές λειτουργίες της αίθουσας
- προπόνηση - ημιεπίσημοι αγώνες - επίσημοι αγώνες
- ένταξη στην αρχιτεκτονική του χώρου
- κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας
- αξιοπιστία
- συντήρηση
- ασφάλεια αθλουμένων και θεατών

Τεχνικά θέματα όπως :

- ποιότητα και απόδοση του φωτισμού
- θάμβωση
- εξουδετέρωση στροβοσκοπικού φαινομένου
- θερμοκρασία χρώματος
- δείκτης χρωματικής απόδοσης

Κατά την επίλυση του φωτισμού αθλητικών γεγονότων, σε συνδυασμό με την λήψη έγχρωμης τηλεόρασης, έχουν επιλεγεί συγκεκριμένα φωτιστικά σώματα και ο φωτισμός προδιαγράφεται συμμετρικός ως προς τον κύριο άξονα της αίθουσας, με στόχο να ικανοποιείται η πολλαπλότητα αθλητικών γεγονότων και προγραμμάτων. Παράλληλα, για τον ίδιο λόγο, ελήφθησαν υπόψιν οι προδιαγραφές των διεθνών ομοσπονδιών και οι κανονισμοί DIN 67526, μέρος I και II.

---

➤ **Περιγραφή του συστήματος φωτισμού**

α. Χρησιμοποιούνται προβολείς μεταλλικών αλογονιδίων με χρωματική απόδοση  $Ra \geq 90$  και θερμοκρασία χρώματος  $5.500^\circ K$ .

Για τους φωτοτεχνικούς υπολογισμούς έχει επιλεγεί ένα είδος προβολέα ο οποίος είναι ο ενδεικτικός τύπος MVF403 της PHILIPS με λαμπτήρες 1000W. Χρησιμοποιούνται οι δύο εκδόσεις του σε μέση και ευρεία δέσμη. Σε περίπτωση που ο ανάδοχος προσφέρει άλλο προβολέα θα πρέπει να υποβάλλει και αντίστοιχη μελέτη φωτισμού.

β. Όλοι οι προβολείς αναρτώνται από τα μεταλλικά στοιχεία του δικτύματος. Τα όργανα έναυσης, πυκνωτές, στραγγαλιστικά πηνία κλπ τοποθετούνται εντός μεταλλικού κιβωτίου, πλησίον του ηλεκτρικού πίνακα τροφοδοσίας των προβολέων στο αντίστοιχο μηχανολογικό πατάρι.

γ. Το σύστημα παροχής ηλεκτρικής ισχύος είναι διαφορετικό από το σύστημα ελέγχου (start-stop) των προβολέων. Έτσι οι διανομές από τους πίνακες τροφοδοσίας γίνεται κυρίως με γνώμονα το ελάχιστο μήκος και τη βέλτιστη διαδρομή καλωδίων.

δ. Ένα ποσοστό των προβολέων (~ 25 %) είναι αμέσου εναύσεως και τροφοδοτείται μέσω του Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους. Έτσι και σε περίπτωση βλάβης και της παροχής του ΔΕΔΔΗΕ ή της εσωτερικής εγκατάστασης υπάρχει δυνατότητα συνέχισης των αγώνων αλλά και λήψης έγχρωμης TV με όχι μεγάλη πιστότητα.

➤ **Έλεγχος φωτισμού**

α. Ο έλεγχος του φωτισμού γίνεται μέσω του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου και Παρακολούθησης (BMS). Κάθε προβολέας θεωρείται σημείο ελέγχου με λειτουργία Start-stop αλλά και παρακολούθηση αν η εντολή υλοποιήθηκε. Υπάρχει η δυνατότητα περαιτέρω εκπόνησης και υλοποίησης πολλών προγραμμάτων μέσω του Software του συστήματος.

β. Κάθε προβολέας έχει τη δυνατότητα χειροκίνητης τοπικής λειτουργίας για συντήρηση, αλλαγή λαμπτήρων κλπ.

γ. Το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου θα περιλαμβάνει και πρόσθετη τράπεζα χειρισμού στο δωμάτιο ελέγχου φωτισμού της αρένας από την οποία θα ελέγχεται κυρίως το σύστημα φωτισμού. Η τράπεζα αυτή θα φέρει και μιμικό διάγραμμα με αποτυπωμένα τα προγράμματα λειτουργίας.

➤ **Λοιπές Καταναλώσεις**

Εκτός από τις καταναλώσεις φωτισμού και κινήσεως που αναφέρθηκαν υπάρχουν και οι ακόλουθες:

- Στους διάφορους χώρους τοποθετούνται ρευματοδότες 220V, 380V.

- 
- Στα αποδυτήρια τοποθετούνται στεγνωτήρες χειρών.
  - Σε κάθε χώρο σάουνας και υδρομασάζ προβλέπεται μια παροχή για τη σύνδεση της σχετικής συσκευής.
  - Τροφοδοτούνται τα κυκλώματα ασθενών ρευμάτων (ενισχυτές μεγαφώνων, τηλεφωνικό κέντρο, πίνακας πυρκαγιάς κλπ.), καθώς και η εγκατάσταση τηλεχειρισμού.

#### **✚ Περιγραφή μελέτης Φυσικού Αερίου του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης**

Αντικείμενο της περιγραφής αυτής είναι η εσωτερική εγκατάσταση φυσικού αερίου στο υπό Μελέτη κτήριο του νέου Κλειστού Γυμναστηρίου του Δήμου Νέας Σμύρνης. Η εγκατάσταση των δικτύων θα γίνει σύμφωνα με τον Τεχνικό Κανονισμό Εσωτερικών Εγκαταστάσεων Φυσικού Αερίου με πίεση λειτουργίας έως και 500mbar – ΦΕΚ976/Β/28.03.12 και θα περιλαμβάνει:

α) Τον Μετρητή Φ.Α. (0.025bar) και τον Σταθμό Μέτρησης/Ρύθμισης πίεσης M/R (4/0.3bar) αερίου της ΕΠΑ Αττικής που θα τοποθετηθούν σε κοινόχρηστο χώρο στο επίπεδο του ισογείου πλησίον της ρυμοτομικής γραμμής της κυρίας όψης σύμφωνα με τα σχέδια (επί της οδού Εθνικής Στέγης).

β) Δίκτυα σωληνώσεων που θα ξεκινούν από τους μετρητές και θα καταλήγουν στα σημεία λήψεων.

γ) Η πίεση λειτουργίας των δικτύων μετά τις μετρητικές διατάξεις θα είναι 25mbar και 300mbar και η συνολική πτώση πίεσης σε λειτουργία, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2,00mbar και τα 30,00mbar αντίστοιχα. Η μέγιστη ταχύτητα ροής του αερίου εντός των σωληνώσεων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 6m/sec.

#### **➤ Συσκευές Αερίου (Καυστήρες)**

α) Οι συσκευές αερίου θα συνδέονται προς το δίκτυο μόνον σταθερά. Κάθε συσκευή θα είναι εφοδιασμένη με όργανο διακοπής, που μετά την αποσύνδεση παραμένει σταθερά συνδεδεμένο με την γραμμή προσαγωγής του αερίου.

β) Για την τοποθέτηση των συσκευών αερίου πρέπει να τηρούνται οι γενικοί κανόνες ασφαλείας σε ότι αφορά την θέση τους στο κτήριο, τις αποστάσεις των εξωτερικών επιφανειών της συσκευής από τα δομικά στοιχεία και τις απαιτήσεις αερισμού τους.

γ) Οι καυστήρες των λεβήτων θα είναι πλήρως αυτόματοι και θα είναι εφοδιασμένοι με όλα τα απαραίτητα όργανα αυτοματισμού και ασφαλείας (ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, επιτηρητή φλόγας, πρεσοστάτες, κλπ). Επειδή η ισχύς των δύο λεβήτων των 756 kW είναι μεγαλύτερη από 175kW, οι καυστήρες θα είναι διβάθμιας λειτουργίας. Οι καυστήρες των

---

Λεβήτων ισχύος 756kW θα είναι προοδευτικής λειτουργίας. Στο Multibloc της γραμμής αερίου όλων των Λεβήτων θα τοποθετηθεί σύστημα ελέγχου στεγανότητας των βαλβίδων (VPS).

#### **✚ Περιγραφή των Εγκαταστάσεων Περιβάλλοντος Χώρου του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης**

Οι εγκαταστάσεις του περιβάλλοντος χώρου περιλαμβάνει την εγκατάσταση εξωτερικού φωτισμού, και πιο συγκεκριμένα τις παρακάτω εγκαταστάσεις:

- (α) Τον φωτισμό του άμεσου περιβάλλοντα χώρου του κτηρίου (εσωτερικές οδοί προσπέλασης – χώροι στάθμευσης κλπ.).
- (β) Τον φωτισμό των χώρων διακίνησης θεατών.
- (γ) Τον εορταστικό φωτισμό.
- (δ) Τον φωτισμό των εξωτερικών οδών.

##### **➤ Εορταστικός Φωτισμός**

Το κτηριακό συγκρότημα του Κλειστού Γυμναστηρίου, σαν Δημόσιο κτήριο, θα πρέπει να διαθέτει και τον κατάλληλο εορταστικό φωτισμό. Για τον φωτισμό της ανάδειξης των όψεων του κτηρίου (κυρίως από την Νότια και τη Δυτική πλευρά), καθώς και για τον εορταστικό φωτισμό του Γυμναστηρίου προβλέπεται η χρησιμοποίηση φωτιστικών σωμάτων – προβολέων LED.

##### **➤ Τροφοδότηση Εξωτερικού Φωτισμού**

Τα φωτιστικά σώματα εξωτερικού φωτισμού, του άμεσου περιβάλλοντα χώρου του κτηρίου (εσωτερικές οδοί, χώροι στάθμευσης, χώροι διακίνησης θεατών, εορταστικός φωτισμός) θα τροφοδοτηθούν από κατάλληλους πίνακες εξωτερικού φωτισμού υπαίθριου τύπου (πίλλαρς), ενώ στην είσοδο του τμήματος των κοινών φορτίων, θα προβλεφθεί κατάλληλος ηλεκτρονόμος (CONTACTOR), που θα θέτει, αυτόματα, εκτός των φορτίων αυτά, σε περίπτωση βλάβης ή διακοπής του δικτύου της Δ.Ε.Η. Η αφή και σβέση των φωτιστικών σωμάτων θα γίνεται από το προβλεπόμενο Κέντρο Ελέγχου και Τηλεχειρισμού Η/Μ εγκαταστάσεων.

#### **✚ Φωτοβολταϊκό Σύστημα για την εξυπηρέτηση των Ηλεκτρικών Φορτίων του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης**

Στη Στέγη του κτηρίου με νότιο προσανατολισμό και σε χώρο παρακείμενο του χώρου των ηλιακών συλλεκτών, θα γίνει πρόβλεψη υποδομής για την εγκατάσταση Φ/Β Συστήματος, ισχύος 20,72kWp. Τα Φ/Β πλαίσια θα είναι υψηλής απόδοσης ( $\eta > 17\%$ ), μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με χαμηλό θερμοκρασιακό συντελεστή ( $\sim - 0,42\% / ^\circ\text{C}$ ). Η στήριξη των Φ/Β πλαισίων



---

θα γίνει επί καταλλήλων προφίλ ανοδειωμένου αλουμινίου. Οι Αντιστροφείς θα είναι τριφασικοί, με  $\eta_e > 97,5\%$ . Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, εκτιμάται ότι θα είναι περίπου 33.000kWh/έτος. Το Φ/Β Σύστημα θα συνδεθεί με το Δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Η εγχεόμενη στο Δίκτυο ηλεκτρική ενέργεια θα συμψηφίζεται με την καταναλισκόμενη από το Κλειστό Γυμναστήριο ηλεκτρική ενέργεια (net metering).

#### **Κεντρικό Σύστημα Κεντρικού Ελέγχου των Εγκαταστάσεων του Αθλητικού Κέντρου του Δήμου Νέας Σμύρνης**

Το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου θα αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

- (α) Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου - Κεντρικό Χειριστήριο.
- (β) Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ).
- (γ) Αισθητήρες συλλογής στοιχείων, όργανα λειτουργίας και καλωδιώσεις τροφοδοσίας, σωλήνες, εσχάρες κλπ.

Για τον έλεγχο των εγκαταστάσεων κλιματισμού, φωτισμού αλλά και άλλων μηχανημάτων, συσκευών κ.λπ. από ένα κεντρικό σημείο, θα εγκατασταθεί Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου στο Γραφείο των συντηρητών (β' Υπόγειο). Επαναληπτική μονάδα του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου, τοποθετείται στο δωμάτιο του Control Room στο Α' Υπόγειο. Ο έλεγχος του φωτισμού της κυρίας αίθουσας θα γίνεται από τον χώρο Ήχος - Φως δίπλα στους χώρους των δημοσιογράφων.

---

## 7. Επίλογος

Το παρόν γνωστικό εγχειρίδιο αποτελεί την πρώτη έκδοση ενός ολοκληρωμένου οδηγού ενεργειακής αναβάθμισης και σχεδιασμού των υφιστάμενων και νέων αθλητικών εγκαταστάσεων της Ελλάδας, στα πλαίσια του έργου και των αρμοδιοτήτων της Γενικής Γραμματείας Αθλητισμού (Γ.Γ.Α.). Τον οδηγό επιμελήθηκε η GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit και η συγγραφή του πραγματοποιήθηκε από μία ομάδα καταρτισμένων επιστημόνων και εξειδικευμένων μηχανικών της εταιρείας ZEB A.E.E.Y. - Ανώνυμη Εταιρεία Ενεργειακών Υπηρεσιών, με προσανατολισμό τη στήριξη της συνολικής και παγκόσμιας προσπάθειας για την εξοικονόμηση ενέργειας, την απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα και τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Μέσα από την περιγραφή του αποθέματος των υφιστάμενων κέντρων αθλητισμού, την παρουσίαση των ενεργειακών τους απαιτήσεων, την καταγραφή βήμα προς βήμα των σταδίων του ενεργειακού ελέγχου, την ανάπτυξη των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας-ΑΠΕ, την οικονομική ανάλυση των προτάσεων ΕΞΕ, καθώς και την επίλυση σχετικών παραδειγμάτων, υποδεικνύεται η κατευθυντήρια οδός αναβάθμισης του ενεργειακού προφίλ των αθλητικών μονάδων της Ελλάδας. Στο παρόν τεύχος περιλαμβάνονται πέντε ενότητες, οι οποίες προσεγγίζουν την έννοια του Ενεργειακού Ελέγχου των αθλητικών εγκαταστάσεων από ενεργειακή, τεχνική, οικονομική και νομική άποψη. Εκτιμάται η οικονομική αποδοτικότητα που προσφέρει η υιοθέτηση μέτρων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης ή παραγωγής αποκεντρωμένης ενέργειας, και περιγράφονται η διαδικασία υλοποίησης και η σειρά ενεργειών, από τη μελέτη μέχρι την ολοκλήρωση του έργου.

Ο οδηγός έχει δομηθεί με τρόπο ώστε να αποτελεί ένα πλήρες σύγγραμμα για τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας στις αθλητικές εγκαταστάσεις, αλλά ταυτόχρονα και ένα εργαλείο γρήγορης αναζήτησης ειδικών θεμάτων που μπορεί να αντιμετωπίσει οιοσδήποτε ασχολείται με την ενεργειακή αποδοτικότητα των αθλητικών εγκαταστάσεων, νέων ή υφιστάμενων.

Ο Οδηγός για την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών και μέτρων στις αθλητικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα προβλέπεται να αποτελέσει αρωγό για κάθε μηχανικό και ενεργειακό επιθεωρητή, ο οποίος καλείται να σχεδιάσει, να αναδιαμορφώσει και να μελετήσει ένα κέντρο αθλητισμού, με γνώμονα το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

---

## 8. Αναφορές

1. Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος, «Οδηγός Ενεργειακών Ελέγχων σε κτίρια, βιομηχανία και μεταφορές - Μέρος 1<sup>ο</sup>», Αθήνα, Ιανουάριος 2017.
2. Υπουργείο Ενέργειας και Περιβάλλοντος, "Υπόδειγμα για το Σχέδιο Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων Περιφερειών και Δήμων (βάσει του Ν.4342/2015, άρθρο 7, παρ. 12)", Αθήνα, Φεβρουάριος 2021.
3. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 2425/86: «Εγκαταστάσεις σε κτήρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων.», Αθήνα, Ιούνιος 2002.
4. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, «Εκπαιδευτικό υλικό για την κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών – Κλίμα και εσωτερικό περιβάλλον. Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων», Αθήνα, Ιούνιος 2011.
5. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-1/2017: «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017.
6. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-2/2021: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», Αθήνα, Απρίλιος 2021.
7. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», Αθήνα, Απρίλιος 2012.
8. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-4/2017: «Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού», Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017.
9. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-5/2017: «Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας & ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια», Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017.
10. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-6/2022: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός στον ελλαδικό χώρο», Αθήνα, Φεβρουάριος 2022.
11. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-7/2021: «Τεχνητός και φυσικός φωτισμός κτηρίων», Αθήνα, Απρίλιος 2021.
12. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία 20701-8/2021: «Εγκαταστάσεις αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε κτήρια», Αθήνα, Οκτώβριος 2021.
13. Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού Κύπρου, «Μεθοδολογία Υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου», Κύπρος, Φεβρουάριος 2015.
14. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Εθνικά Αθλητικά Κέντρα – Εγχειρίδιο Εξοικονόμησης Ενέργειας», Αθήνα, Αύγουστος 2011.
15. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Τεχνική Περιγραφή – Βιοκλιματικό Κολυμβητήριο», Αθήνα, Δεκέμβριος 2013.
16. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, «Δημόσια κτήρια για μια Αειφόρο Ανάπτυξη», Αθήνα, Ιούλιος 2000.
17. Υπουργείο Ανάπτυξης, «Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας», (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi.htm>)
18. Θ. Θεοδοσίου, «Ενεργειακός Σχεδιασμός και Αξιοποίηση της Ηλιακής Ακτινοβολίας στα Κτήρια», Εργαστήριο Οικοδομικής & Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2012.
19. ENER SUPPLY, «Εγχειρίδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ENergy Efficiency and Renewables – SUPporting Policies in Local level for Energy», 2012. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: [http://ener-supply.eu/downloads/ENER\\_handbook\\_gr.pdf](http://ener-supply.eu/downloads/ENER_handbook_gr.pdf))

- 
20. Α. Εμβαλώτης, Α. Κατσής, Γ. Σιδερίδης, «Στατιστική μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας», Ιωάννινα, 2006.
  21. Απ. Ευθυμιάδης, Ρ. Βιρβίλη, «Γενικευμένη Γραμμική Θεωρία της Αβεβαιότητας σε επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας», Πανελλήνιος Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων (ΠΣΔΜΗ), 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων Μηχανικών (Αθήνα, Μάιος 2007), Δελτίο του ΠΣΔΜΗ, Μάρτιος 2008
  22. The Coalition for Energy Saving © 2013, «EU Energy Efficiency Directive (2012/27/EU) - Guidebook for Strong Implementation», Chapter II.5 - Energy audits (Article 8)
  23. Στ. Περγίος, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας», Αθήνα, 2007.
  24. Ν. Μαμάσης, «Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία - Ενέργεια από βιομάζα», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2011.
  25. Γ. Μαρνέλλος, «Ειδικά Κεφάλαια Παραγωγής Ενέργειας - Ενότητα 4(α): Η βιομάζα ως καύσιμο», Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, 2009.
  26. Αμπατζόγλου Γιάννης, «Συστήματα διαχείρισης ενέργειας μεγάλων κτιρίων», Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο, (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: [http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/syst\\_elegxou\\_asfaleias\\_2018\\_final/1.html#](http://users.sch.gr/jabatzo/files/yliko/live%20ebooks/syst_elegxou_asfaleias_2018_final/1.html#))
  27. Στ. Παπαθανασίου, «Σημειώσεις Οικονομικής Αξιολόγησης Επενδύσεων Ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ», Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2012.
  28. Κ. Αραβώσης, «Κατάρτιση & Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων και Προγραμμάτων: Από την Θεωρία στην Πράξη», Νομική Βιβλιοθήκη, Αθήνα, 2007.
  29. Γ. Κάραλης, «Αξιολόγηση Επενδύσεων», Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2015.
  30. Δ. Δαμίγος, Μ. Μενεγάκη, «Αξιολόγηση Επενδυτικών Σχεδίων - Ενότητα 4: Ανάλυση Ευαισθησίας και Πιθανολογική Ανάλυση», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2014.
  31. Γ. Μαυρωτά, «Ανάλυση Ευαισθησίας - Ανάλυση Ρίσκου», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2014.
  32. International Renewable Energy Agency (IRENA), Innovation Outlook: Thermal Energy Storage, Abu Dhabi, 2020.
  33. IEA, Global Energy Review 2020 – Renewables, (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020/renewables>)
  34. Sotirios Karellas, Tryfon C. Roumpedakis, Nikolaos Tzouganatos, Konstantinos Braimakis, «Solar Cooling Technologies», Athens, 2019.
  35. Building Research Energy Conservation Support Unit (BRECSU), «ENERGY CONSUMPTION GUIDE 78 - Energy use in sports and recreation buildings», 2001.
  36. ISO 15686-5:2008, «Buildings and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing», 2008.
  37. ΕΛΟΤ EN ISO 50001:2011, «Συστήματα διαχείρισης της ενέργειας – Απαιτήσεις και οδηγίες εφαρμογής», Περιστερί, 2011.
  38. ΕΛΟΤ EN ISO 15316-4-4:2008, «Συστήματα θέρμανσης σε κτήρια – Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της επίδοσης των συστημάτων – Μέρος 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο κτήριο», Αθήνα, 2008.
  39. Φ.Ε.Κ. 1122 – Τεύχος δεύτερο, «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα», Αθήνα, Ιούνιος 2008.
  40. Στ. Τζεμά, «Διπλωματική εργασία με τίτλο: Φόρτιση υλικών αλλαγής φάσης (PCMs) με ηλιακούς συλλέκτες για εφαρμογές θέρμανσης κτιρίων στην Αθήνα, με ή χωρίς απομάστευση

- 
- θερμού νερού χρήσης», Τομέας Θερμότητας Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα, Ιούλιος 2016.
41. Αλ. Μυρωνίδης, «Διπλωματική εργασία με τίτλο: *Μελέτη των Υλικών Αλλαγής Φάσης στα πλαίσια του ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού για κατοικία στην πόλη της Θεσσαλονίκης*», Εργαστήριο Οικοδομικής & Φυσικής των Κτηρίων, Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 2019.
  42. Επ. Αγγέλου, «Διπλωματική εργασία με τίτλο: *Ενεργειακός έλεγχος και μέτρα ενεργειακής απόδοσης ενός μέσου υφιστάμενου οινοποιείου και τεχνοοικονομική αξιολόγηση ενός νέου ξηραντηρίου με αξιοποίηση καυσίμου βιομάζας στην περιοχή του Δήμου Τανάγρας Βοιωτίας*», Τομέας Θερμότητας Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π., Αθήνα, Οκτώβριος 2021.
  43. Ιστότοπος The Engineering Toolbox - Resources, Tools and Basic Information for Engineering and Design of Technical Applications: Υπολογιστής χρόνου και φορτίου θέρμανσης πισίνας. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: [https://www.engineeringtoolbox.com/swimming-pool-heating-d\\_878.html](https://www.engineeringtoolbox.com/swimming-pool-heating-d_878.html))
  44. Δ. Αραβαντινός, «Η θερμομονωτική προστασία των κτηρίων και τα θερμομονωτικά υλικά», Εργαστήριο Οικοδομικής & Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2013.
  45. Mazlan Abdul Wahid, Seyed Ehsan Hosseini, Hasanen M. Hussien, Hussein J., Akeiber, Safaa N. Saud, Abdulrahman Th. Mohammad, «An overview of phase change materials for construction architecture thermal management in hot and dry climate region», Φεβρουάριος 2017.
  46. Περιφέρεια Αττική, «Κατασκευή νέου κλειστού γυμναστηρίου 3500 θέσεων Βιοκλιματικό – Πολυδύναμο Αθλητικό Κέντρο Δήμου Νέας Σμύρνης», Ν. Σμύρνη, Σεπτέμβριος 2017. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.patt.gov.gr/diagonismo/dimopratisis/kataskevi-neou-kleistoy-gymnastiriou-3500-theseon-vioklimatiko-polydynamo-athlitiko-kentro-dimou-neas-smyrnis/>)
  47. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Ενεργειακή αναβάθμιση αθλητικών εγκαταστάσεων Μίκρας», Σεπτέμβριος 2021. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.gga.gov.gr/prokhryxeis-sy/prokhryxeis/3430-mikra>)
  48. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Ενεργειακή αναβάθμιση κλειστού κολυμβητηρίου Αντ. Πεπανός», Σεπτέμβριος 2021. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.gga.gov.gr/prokhryxeis-sy/prokhryxeis/3429-pepanos>)
  49. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Ενεργειακή αναβάθμιση του Ποσειδωνίου Ναυταθλητικού Κέντρου Θεσσαλονίκης», Σεπτέμβριος 2021. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.gga.gov.gr/prokhryxeis-sy/prokhryxeis/3428-poseidonio>)
  50. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Ενεργειακή αναβάθμιση Εθνικού Αθλητικού Κέντρου Νεάπολης», Σεπτέμβριος 2021. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.gga.gov.gr/prokhryxeis-sy/prokhryxeis/3427-neapolis>)
  51. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης του Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου ‘Παπαχαραλάμπειο’», Σεπτέμβριος 2021. (Διαθέσιμο ηλεκτρονικά: <https://www.gga.gov.gr/prokhryxeis-sy/prokhryxeis/3426-papaxaralampeio>)
  52. Γενική Γραμματεία Αθλητισμού, «Ενεργειακή αναβάθμιση κλειστού κολυμβητηρίου Ιωαννίνων (ΠΕΑΚΙ)», Ιούλιος 2020.
-

---

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Διαγωνιστικές διαδικασίες

### *i ΚΑΤΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ*

Ως κατώτατα όρια, σε συνάρτηση προς την εκτιμώμενη αξία της σύμβασης, εκτός ΦΠΑ, ορίζονται τα ακόλουθα:

- α) 5.350.000 ευρώ για τις δημόσιες συμβάσεις έργων,
- β) 139.000 ευρώ για δημόσιες συμβάσεις προμηθειών και υπηρεσιών που ανατίθενται από κεντρικές κυβερνητικές αρχές και για διαγωνισμούς μελετών που διοργανώνονται από τις εν λόγω αρχές. Αν οι δημόσιες συμβάσεις προμηθειών ανατίθενται από τις αναθέτουσες αρχές που δραστηριοποιούνται στον τομέα της άμυνας, το εν λόγω κατώτατο όριο ισχύει μόνο για τις συμβάσεις που αφορούν τα οριζόμενα στο Παράρτημα ΙΙΙ του Προσαρτήματος Α' προϊόντα,
- γ) 214.000 ευρώ για δημόσιες συμβάσεις προμηθειών και υπηρεσιών που ανατίθενται από μη κεντρικές αναθέτουσες αρχές και για διαγωνισμούς μελετών που διοργανώνονται από τις εν λόγω αρχές. Το κατώτατο όριο αυτό εφαρμόζεται επίσης στις δημόσιες συμβάσεις προμηθειών που ανατίθενται από κεντρικές κυβερνητικές αρχές οι οποίες δραστηριοποιούνται στον τομέα της άμυνας, όταν οι συμβάσεις αυτές αφορούν προϊόντα που δεν εμπίπτουν στο Παράρτημα ΙΙΙ του Προσαρτήματος Α',
- δ) 750.000 ευρώ για δημόσιες συμβάσεις υπηρεσιών που αφορούν κοινωνικές και άλλες ειδικές υπηρεσίες που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα ΙΙΙΙ του Προσαρτήματος Α'. Τα κατώτατα όρια που καθορίζονται στις ως άνω περιπτώσεις α', β' και γ' ισχύουν, εφόσον δεν έχουν αναθεωρηθεί, σύμφωνα με το άρθρο 6 της Οδηγίας 2014/ 24/ΕΕ.

### *ii ΓΕΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΥΝΑΨΗΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ*

**Άρθρο 26.** Επιλογή των διαδικασιών (άρθρο 26 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να προσφεύγουν: α) στις ανοικτές ή κλειστές διαδικασίες των άρθρων 27 και 28 αντίστοιχα ή β) στις συμπράξεις καινοτομίας του άρθρου 31. 2. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να προσφεύγουν στην ανταγωνιστική διαδικασία με διαπραγμάτευση ή στον ανταγωνιστικό διάλογο, στις ακόλουθες περιπτώσεις: α) όσον αφορά έργα, αγαθά ή υπηρεσίες, που πληρούν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα κριτήρια: αα) αν οι ανάγκες της αναθέτουσας αρχής δεν είναι δυνατόν να ικανοποιηθούν χωρίς προσαρμογή των άμεσα διαθέσιμων λύσεων, ββ) αν περιλαμβάνουν σχεδιάσμα ή καινοτόμες λύσεις, γγ) αν η σύμβαση δεν είναι δυνατόν να ανατεθεί χωρίς προηγούμενες διαπραγματεύσεις λόγω ειδικών περιστάσεων που σχετίζονται με τη φύση, την πολυπλοκότητα ή τη νομική ή χρηματοοικονομική οργάνωση ή λόγω των κινδύνων που συνδέονται με τους ανωτέρω παράγοντες, δδ) αν οι τεχνικές προδιαγραφές δεν είναι δυνατόν να προκαθοριστούν με επαρκή ακρίβεια από την

---

αναθέτουσα αρχή με αναφορά σε πρότυπο, ευρωπαϊκή τεχνική αξιολόγηση, κοινή τεχνική προδιαγραφή ή τεχνικό πλαίσιο αναφοράς κατά την έννοια των παραγράφων 2 έως 5 του Παραρτήματος VII του Προσαρτήματος Α', β) όσον αφορά έργα, αγαθά ή υπηρεσίες για τα οποία, έπειτα από ανοικτή ή κλειστή διαδικασία, υποβάλλονται μόνο μη κανονικές ή απαράδεκτες προσφορές. Στις περιπτώσεις αυτές, οι αναθέτουσες αρχές δεν απαιτείται να δημοσιεύουν προκήρυξη σύμβασης, εφόσον στη διαδικασία περιλαμβάνουν όλους τους προσφέροντες οι οποίοι πληρούν τα κριτήρια των άρθρων 73 έως 83 και οι οποίοι, κατά την προηγηθείσα ανοικτή ή κλειστή διαδικασία, υπέβαλαν προσφορές σύμφωνες προς τις τυπικές απαιτήσεις της διαδικασίας σύναψης σύμβασης, και μόνον αυτούς. 3. Μη κανονικές προσφορές θεωρούνται συγκεκριμένα: α) όσες δεν πληρούν τις προϋποθέσεις των εγγράφων της σύμβασης, 2 β) όσες παρελήφθησαν εκπρόθεσμα, γ) όταν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αθέμιτης πρακτικής, όπως συμπαιγνίας ή διαφθοράς, δ) όσες κρίνονται από την αναθέτουσα αρχή ασυνήθιστα χαμηλές. 4. Απαράδεκτες προσφορές θεωρούνται συγκεκριμένα: α) όσες υποβάλλονται από προσφέροντες οι οποίοι δεν διαθέτουν τα απαιτούμενα προσόντα και β) όσων η τιμή υπερβαίνει τον προϋπολογισμό της αναθέτουσας αρχής, όπως καθορίστηκε και τεκμηριώθηκε πριν την έναρξη της διαδικασίας σύναψης σύμβασης. 5. Ο διαγωνισμός προκηρύσσεται μέσω προκήρυξης σύμβασης, κατ' εφαρμογή των άρθρων 63 και 122 κατά περίπτωση. Όταν η σύμβαση ανατίθεται με κλειστή διαδικασία ή ανταγωνιστική διαδικασία με διαπραγμάτευση, παρά τα προβλεπόμενα στο πρώτο εδάφιο, οι μη κεντρικές αναθέτουσες αρχές μπορούν να προκηρύσσουν διαγωνισμό μέσω προκαταρκτικής προκήρυξης, σύμφωνα με την παρ. 2 του άρθρου 62. Στην περίπτωση αυτή, οι οικονομικοί φορείς που έχουν εκδηλώσει το ενδιαφέρον τους μετά τη δημοσίευση της προκαταρκτικής προκήρυξης προσκαλούνται στη συνέχεια να επιβεβαιώσουν το ενδιαφέρον τους γραπτώς, μέσω «πρόσκλησης επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος», σύμφωνα με το άρθρο 69. 6. Στις ειδικές περιπτώσεις και περιστάσεις που αναφέρονται ρητά στο άρθρο 32, οι αναθέτουσες αρχές μπορεί να προσφεύγουν σε διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση ή διαγωνισμό.

**Άρθρο 27.** Ανοικτή διαδικασία (άρθρο 27 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Στις ανοικτές διαδικασίες, κάθε ενδιαφερόμενος οικονομικός φορέας μπορεί να υποβάλλει προσφορά στο πλαίσιο προκήρυξης διαγωνισμού. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των προσφορών ανέρχεται σε 35 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής στην Υπηρεσία Εκδόσεων της Ένωσης της προκήρυξης σύμβασης, υπό την επιφύλαξη της παρ. 2 του άρθρου 60 και του τελευταίου εδαφίου της παραγράφου 1 του άρθρου 67. Η προσφορά συνοδεύεται από τις πληροφορίες για την ποιοτική επιλογή που ζητούνται από την αναθέτουσα αρχή. 2. Στις περιπτώσεις όπου οι αναθέτουσες αρχές έχουν δημοσιεύσει προκαταρκτική προκήρυξη που δεν χρησιμοποιήθηκε η ίδια ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού, η ελάχιστη προθεσμία για την παραλαβή των προσφορών, όπως

---

ορίζεται στο δεύτερο εδάφιο της παρ. 1, μπορεί να περιορίζεται σε 15 ημέρες, εφόσον πληρούνται όλες οι ακόλουθες προϋποθέσεις: α) η προκαταρκτική προκήρυξη περιλάμβανε όλες τις πληροφορίες που οφείλει να περιλαμβάνει η προκήρυξη σύμβασης, σύμφωνα με το Μέρος Β' Τμήμα Ι του Παραρτήματος V του Προσαρτήματος Α' εφόσον οι πληροφορίες αυτές ήταν διαθέσιμες κατά τη στιγμή της δημοσίευσης της προκαταρκτικής προκήρυξης. β) η προκαταρκτική προκήρυξη απεστάλη προς δημοσίευση εντός διαστήματος 35 ημερών έως 12 μηνών πριν από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης. 3. Σε περίπτωση που επείγουσα κατάσταση δεόντως τεκμηριωμένη από την αναθέτουσα αρχή καθιστά αδύνατη την τήρηση της ελάχιστης προθεσμίας που προβλέπεται στο δεύτερο εδάφιο της παραγράφου 1, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να ορίζουν ελάχιστη προθεσμία που δεν είναι μικρότερη των 15 ημερών από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης. 4. Η αναθέτουσα αρχή μπορεί να συντμήσει κατά πέντε ημέρες την προθεσμία παραλαβής των προσφορών που ορίζεται στο δεύτερο εδάφιο της παραγράφου 1 όταν αποδέχεται την υποβολή προσφορών με ηλεκτρονικά μέσα, σύμφωνα με το πρώτο εδάφιο της παραγράφου 1 και την παράγραφο 5 του άρθρου 22 και το άρθρο 37. 5. Κατά παρέκκλιση των ως άνω οριζόμενων προθεσμιών, ειδικά στις διαδικασίες σύναψης δημοσίων συμβάσεων κάτω των ορίων, ισχύουν οι προθεσμίες του άρθρου 121. 3

**Άρθρο 28.** Κλειστή διαδικασία (άρθρο 28 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Στις κλειστές διαδικασίες, οποιοσδήποτε οικονομικός φορέας μπορεί να υποβάλλει αίτηση συμμετοχής στο πλαίσιο προκήρυξης διαγωνισμού που περιλαμβάνει τις πληροφορίες που ορίζονται στο Μέρος Β' ή Γ' κατά περίπτωση του Παραρτήματος V του Προσαρτήματος Α', παρέχοντας τις πληροφορίες για την ποιοτική επιλογή που ζητούνται από την αναθέτουσα αρχή. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής ανέρχεται σε 30 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής στην Υπηρεσία Εκδόσεων της Ένωσης της προκήρυξης της σύμβασης ή, εάν ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού χρησιμοποιείται η προκαταρκτική προκήρυξη από την ημερομηνία αποστολής στην Υπηρεσία Εκδόσεων της Ένωσης της πρόσκλησης επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος. 2. Προσφορά μπορούν να υποβάλουν μόνο οι οικονομικοί φορείς που έχουν προσκληθεί από την αναθέτουσα αρχή κατόπιν της αξιολόγησης των πληροφοριών που έχουν παρασχεθεί. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να περιορίζουν τον αριθμό των κατάλληλων υποψηφίων, οι οποίοι προσκαλούνται να συμμετάσχουν στη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 84. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των προσφορών ανέρχεται σε 30 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης υποβολής προσφορών. 3. Στις περιπτώσεις όπου οι αναθέτουσες αρχές έχουν δημοσιεύσει προκαταρκτική προκήρυξη που δεν χρησιμοποιείται η ίδια ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού, η ελάχιστη προθεσμία για την παραλαβή των προσφορών των 30 ημερών που ορίζεται στο τρίτο εδάφιο της παρ. 2, μπορεί να περιορίζεται σε 10



---

ημέρες, εφόσον πληρούνται όλες οι ακόλουθες προϋποθέσεις: α) η προκαταρκτική προκήρυξη περιλάμβανε όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται, σύμφωνα με το Μέρος Β` Τμήμα Ι του Παραρτήματος V του Προσαρτήματος Α`, εφόσον οι πληροφορίες αυτές ήταν διαθέσιμες κατά τη στιγμή της δημοσίευσης της προκαταρκτικής προκήρυξης` β) η προκαταρκτική προκήρυξη απεστάλη προς δημοσίευση εντός διαστήματος 35 ημερών έως 12 μηνών πριν από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης. Οι μη κεντρικές αναθέτουσες αρχές μπορούν να ορίζουν την προθεσμία παραλαβής των προσφορών με αμοιβαία συμφωνία μεταξύ της αναθέτουσας αρχής και των υποψηφίων που έχουν επιλεγεί, εφόσον παρέχεται σε όλους τους επιλεγέντες υποψηφίους ίσος χρόνος για την κατάρτιση και την υποβολή των προσφορών τους. Ελλείψει συμφωνίας σχετικά με την προθεσμία παραλαβής των προσφορών, η προθεσμία δεν είναι μικρότερη των 10 ημερών από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης υποβολής προσφορών. 5. Η αμοιβαία συμφωνία της παρ. 4 καταρτίζεται κατά τα ειδικότερα προβλεπόμενα στα έγγραφα της σύμβασης, υπό τον όρο ότι διασφαλίζεται η τήρηση της αρχής της ίσης μεταχείρισης των υποψηφίων και τεκμηριώνεται καταλλήλως. 6. Η προθεσμία παραλαβής των προσφορών που ορίζεται στην παρ. 2 μπορεί να συντέμνεται κατά πέντε ημέρες όταν η αναθέτουσα αρχή αποδέχεται την υποβολή προσφορών με ηλεκτρονικά μέσα, σύμφωνα με τις παραγράφους 1 και 5 του άρθρου 22 και το άρθρο 37. 7. Όταν επείγουσα κατάσταση καθιστά αδύνατη την τήρηση των προθεσμιών που προβλέπονται στο παρόν άρθρο, οι εν λόγω αρχές, με δεόντως αιτιολογημένη απόφασή τους, μπορούν να ορίζουν: α) προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής η οποία δεν είναι μικρότερη των 15 ημερών από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης, β) προθεσμία παραλαβής των προσφορών η οποία δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 10 ημερών από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης υποβολής προσφορών. 8. Κατά παρέκκλιση των ως άνω οριζόμενων προθεσμιών, ειδικά στις διαδικασίες σύναψης δημοσίων συμβάσεων κάτω των ορίων, ισχύουν οι προθεσμίες του άρθρου 121. 4

**Άρθρο 29.** Ανταγωνιστική διαδικασία με διαπραγμάτευση (άρθρο 29 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Στις ανταγωνιστικές διαδικασίες με διαπραγμάτευση οποιοσδήποτε οικονομικός φορέας μπορεί να υποβάλλει αίτηση συμμετοχής στο πλαίσιο προκήρυξης διαγωνισμού που περιλαμβάνει τις πληροφορίες που ορίζονται στα Μέρη Β` και Γ` του Παραρτήματος V του Προσαρτήματος Α`, παρέχοντας τις πληροφορίες για την ποιοτική επιλογή που ζητούνται από την αναθέτουσα αρχή. Στα έγγραφα της σύμβασης, οι αναθέτουσες αρχές: α) καθορίζουν το αντικείμενο της σύμβασης, περιγράφοντας τις ανάγκες τους και τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για τα αγαθά, τα έργα ή τις υπηρεσίες της σύμβασης, β) προσδιορίζουν τα κριτήρια ανάθεσης της σύμβασης, γ) αναφέρουν ποια στοιχεία της περιγραφής ορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν όλες οι προσφορές. Οι παρεχόμενες πληροφορίες είναι επαρκώς

---

προσδιορισμένες, ώστε οι οικονομικοί φορείς να μπορούν να προσδιορίσουν τη φύση και το εύρος του αντικειμένου της σύμβασης και να αποφασίσουν αν θα ζητήσουν να συμμετάσχουν στη διαδικασία. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής ανέρχεται σε 30 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης ή, εάν ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού χρησιμοποιείται η προκαταρκτική προκήρυξη, από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αρχικών προσφορών ανέρχεται σε 30 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται οι διατάξεις των παραγράφων 3 έως 7 του άρθρου 28. 2. Αρχική προσφορά, η οποία αποτελεί τη βάση των επακόλουθων διαπραγματεύσεων, μπορούν να υποβάλλουν μόνον οι οικονομικοί φορείς που έχουν προσκληθεί από την αναθέτουσα αρχή, κατόπιν της αξιολόγησης των πληροφοριών που έχουν παρασχεθεί. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να περιορίζουν τον αριθμό των κατάλληλων υποψηφίων, οι οποίοι προσκαλούνται να συμμετάσχουν στη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 84. 3. Εάν δεν ορίζεται άλλως στην παράγραφο 5, οι αναθέτουσες αρχές διαπραγματεύονται με τους προσφέροντες τις αρχικές και όλες τις επακόλουθες προσφορές που υποβάλλουν, εξαιρουμένης της τελικής προσφοράς κατά την έννοια της παραγράφου 8, με σκοπό τη βελτίωση του περιεχόμενου τους. Οι ελάχιστες απαιτήσεις και τα κριτήρια ανάθεσης δεν υπόκεινται σε διαπραγματεύσεις. 4. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να αναθέτουν συμβάσεις με βάση τις αρχικές προσφορές χωρίς διαπραγμάτευση, εφόσον έχουν αναφέρει στην προκήρυξη της σύμβασης ή στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος ότι διατηρούν τη δυνατότητα να το πράξουν. 5. Κατά τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων, οι αναθέτουσες αρχές εξασφαλίζουν την ίση μεταχείριση όλων των προσφερόντων. Για το σκοπό αυτό οι αναθέτουσες αρχές: α) δεν παρέχουν πληροφορίες κατά τρόπο που να δημιουργεί διακρίσεις, οι οποίες ενδέχεται να ευνοούν ορισμένους προσφέροντες έναντι των υπολοίπων, β) ενημερώνουν όλους τους προσφέροντες των οποίων οι προσφορές δεν έχουν αποκλειστεί, σύμφωνα με την παρ. 7 γραπτώς για τυχόν αλλαγές των τεχνικών προδιαγραφών ή άλλων εγγράφων της σύμβασης πέραν εκείνων που καθορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις, γ) παρέχουν, μετά τις αλλαγές αυτές, επαρκές χρονικό διάστημα στους προσφέροντες, ώστε να τροποποιήσουν και να επανυποβάλουν τροποποιημένες προσφορές, κατά περίπτωση. Σύμφωνα με το άρθρο 21, οι αναθέτουσες αρχές δεν αποκαλύπτουν στους λοιπούς συμμετέχοντες εμπιστευτικές πληροφορίες που έχουν διαβιβαστεί από υποψήφιο ή προσφέροντα που συμμετέχει στις διαπραγματεύσεις, χωρίς την έγγραφη συναίνεσή του. Η εν λόγω συναίνεση δεν λαμβάνει τη μορφή γενικής παραίτησης, αλλά παρέχεται σχετικά με την προστιθέμενη γνωστοποίηση των συγκεκριμένων πληροφοριών. 5 6. Οι ανταγωνιστικές διαδικασίες με διαπραγμάτευση μπορούν να διεξάγονται σε διαδοχικές φάσεις, ούτως ώστε να μειώνεται ο αριθμός των προς διαπραγμάτευση προσφορών με την εφαρμογή των κριτηρίων ανάθεσης που

---

ορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης, στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος ή σε άλλο έγγραφο της σύμβασης. Η αναθέτουσα αρχή αναφέρει αν θα κάνει χρήση της δυνατότητας αυτής στην προκήρυξη της σύμβασης, στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος ή σε άλλο έγγραφο της σύμβασης. 7. Όταν η αναθέτουσα αρχή σκοπεύει να ολοκληρώσει τις διαπραγματεύσεις, ενημερώνει τους εναπομείναντες προσφέροντες και ορίζει κοινή προθεσμία για την υποβολή τυχόν νέων ή αναθεωρημένων προσφορών. Επαληθεύει ότι οι τελικές προσφορές πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις και συμμορφώνονται με τις διατάξεις του άρθρου 71, αξιολογεί τις τελικές προσφορές, βάσει των κριτηρίων ανάθεσης και αναθέτει τη σύμβαση, σύμφωνα με τα άρθρα 85 έως 89. 8. Κατά παρέκκλιση των ως άνω οριζόμενων προθεσμιών, ειδικά στις διαδικασίες σύναψης δημοσίων συμβάσεων κάτω των ορίων, ισχύουν οι προθεσμίες του άρθρου 121.

**Άρθρο 30.** Ανταγωνιστικός διάλογος (άρθρο 30 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Στους ανταγωνιστικούς διαλόγους, οποιοσδήποτε οικονομικός φορέας μπορεί να υποβάλει αίτηση συμμετοχής έπειτα από προκήρυξη σύμβασης, παρέχοντας τις πληροφορίες για την ποιοτική επιλογή που ζητούνται από την αναθέτουσα αρχή. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής ανέρχεται σε 30 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης. Στο διάλογο μπορούν να συμμετέχουν μόνον οι οικονομικοί φορείς που έχουν προσκληθεί από την αναθέτουσα αρχή, κατόπιν αξιολόγησης των πληροφοριών που έχουν παρασχεθεί. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να περιορίζουν τον αριθμό των κατάλληλων υποψηφίων, οι οποίοι προσκαλούνται να συμμετάσχουν στη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 84. Η σύμβαση ανατίθεται αποκλειστικά βάσει του κριτηρίου ανάθεσης της πλέον συμφέρουσας από οικονομική άποψη προσφοράς, από πλευράς βέλτιστης σχέσης ποιότητας-τιμής, σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 86. 2. Οι αναθέτουσες αρχές αναφέρουν τις ανάγκες και τις απαιτήσεις τους στην προκήρυξη της σύμβασης και προσδιορίζουν τις εν λόγω ανάγκες και απαιτήσεις στην προκήρυξη αυτή και/ή σε περιγραφικό έγγραφο. Ταυτοχρόνως και στα ίδια έγγραφα, επίσης παρουσιάζουν και προσδιορίζουν τα επιλεγέντα κριτήρια ανάθεσης και θέτουν ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα. 3. Οι αναθέτουσες αρχές προβαίνουν, με τους συμμετέχοντες που επιλέγονται, σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις των άρθρων 71 έως 85, 101 και 102, σε διάλογο, σκοπός του οποίου είναι η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των μέσων που μπορούν να ικανοποιήσουν με τον καλύτερο τρόπο τις ανάγκες τους. Κατά τη διάρκεια του διαλόγου αυτού, μπορούν να συζητούν με τους επιλεγέντες συμμετέχοντες όλες τις πτυχές της σύμβασης. Κατά τη διάρκεια του διαλόγου, οι αναθέτουσες αρχές εξασφαλίζουν την ίση μεταχείριση όλων των συμμετεχόντων. Για το σκοπό αυτόν, δεν παρέχουν, κατά τρόπο που να δημιουργεί διακρίσεις, πληροφορίες που ενδέχεται να ευνοούν ορισμένους συμμετέχοντες έναντι των υπολοίπων, σύμφωνα με το άρθρο 21, οι αναθέτουσες αρχές δεν αποκαλύπτουν στους λοιπούς συμμετέχοντες τις προτεινόμενες λύσεις ή άλλες εμπιστευτικές

---

πληροφορίες που έχουν διαβιβαστεί από υποψήφιο ή προσφέροντα που συμμετέχει στο διάλογο χωρίς την έγγραφη συναίνεσή του. Η εν λόγω συναίνεση δεν λαμβάνει τη μορφή γενικής παραίτησης, αλλά παρέχεται σχετικά με την προτιθέμενη γνωστοποίηση των συγκεκριμένων πληροφοριών. 4. Οι ανταγωνιστικοί διάλογοι μπορούν να διεξάγονται σε διαδοχικές φάσεις, ούτως ώστε να μειώνεται ο αριθμός των υπό εξέταση λύσεων κατά τη φάση του διαλόγου, με την εφαρμογή των κριτηρίων ανάθεσης που προσδιορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης ή στο περιγραφικό 6 έγγραφο. Στην προκήρυξη της σύμβασης ή στο περιγραφικό έγγραφο, η αναθέτουσα αρχή αναφέρει αν θα κάνει χρήση της ανωτέρω δυνατότητας. 5. Η αναθέτουσα αρχή συνεχίζει το διάλογο έως ότου μπορέσει να προσδιορίσει την ή τις λύσεις οι οποίες ενδεχομένως ανταποκρίνονται στις ανάγκες της. 6. Αφού κηρύξουν τη λήξη του διαλόγου και ενημερώσουν σχετικά τους εναπομείναντες συμμετέχοντες, οι αναθέτουσες αρχές καλούν, σε χρόνο και εντός προθεσμίας που ορίζονται στα έγγραφα της σύμβασης, καθέναν εξ αυτών να υποβάλει την τελική προσφορά του, βάσει της ή των λύσεων που υποβλήθηκαν και προσδιορίστηκαν κατά τη διάρκεια του διαλόγου. Οι προσφορές αυτές περιέχουν όλα τα απαιτούμενα και αναγκαία στοιχεία για την εκτέλεση του σχεδίου. Εφόσον το ζητά η αναθέτουσα αρχή, οι προσφορές αυτές μπορούν να αποσαφηνίζονται, να εξειδικεύονται και να βελτιστοποιούνται. Ωστόσο, η αποσαφήνιση, η εξειδίκευση, η βελτιστοποίηση ή οι πρόσθετες πληροφορίες δεν μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα μεταβολές των ουσιωδών στοιχείων της προσφοράς ή της δημόσιας σύμβασης, συμπεριλαμβανομένων των αναγκών και των απαιτήσεων που προσδιορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης ή στο περιγραφικό έγγραφο, όταν μεταβολές στα στοιχεία αυτά, στις ανάγκες και στις απαιτήσεις ενδέχεται να προκαλέσουν στρέβλωση του ανταγωνισμού ή να επιφέρουν διακρίσεις. 7. Οι αναθέτουσες αρχές αξιολογούν τις υποβληθείσες προσφορές βάσει των κριτηρίων ανάθεσης που ορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης ή στο περιγραφικό έγγραφο. Εφόσον το ζητά η αναθέτουσα αρχή, μπορούν να διεξαχθούν διαπραγματεύσεις με τον προσφέροντα που έχει κριθεί ότι υπέβαλε την πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά, από πλευράς βέλτιστης σχέσης ποιότητας-τιμής, σύμφωνα με το άρθρο 86 για την επιβεβαίωση των οικονομικών δεσμεύσεων ή άλλων όρων που περιέχονται στην προσφορά, οριστικοποιώντας τους όρους της σύμβασης, εφόσον αυτό: α) δεν συνεπάγεται την ουσιώδη τροποποίηση βασικών στοιχείων της προσφοράς ή της δημόσιας σύμβασης, συμπεριλαμβανομένων των αναγκών και των απαιτήσεων που προσδιορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης ή στο περιγραφικό έγγραφο, και β) δεν ενέχει κίνδυνο στρέβλωσης του ανταγωνισμού ή εισαγωγής διακρίσεων. 8. Οι αναθέτουσες αρχές μπορεί να προβλέπουν την απονομή βραβείων ή την καταβολή ποσών στους συμμετέχοντες στο διάλογο.

**Άρθρο 31.** Σύμπραξη καινοτομίας (άρθρο 31 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Στις συμπράξεις καινοτομίας, οποιοσδήποτε οικονομικός φορέας μπορεί να υποβάλλει αίτηση

---

συμμετοχής έπειτα από προκήρυξη σύμβασης, παρέχοντας τις πληροφορίες για την ποιοτική επιλογή που ζητούνται από την αναθέτουσα αρχή. Στα έγγραφα της σύμβασης, η αναθέτουσα αρχή: α) προσδιορίζει την ανάγκη καινοτόμου προϊόντος, υπηρεσίας ή έργου, που δε μπορεί να ικανοποιηθεί με την αγορά αγαθών, υπηρεσιών ή έργων που διατίθενται ήδη στην αγορά και β) αναγράφει τα στοιχεία της περιγραφής που ορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν όλες οι προσφορές. Οι παρεχόμενες πληροφορίες είναι επαρκώς προσδιορισμένες, ώστε οι οικονομικοί φορείς να είναι σε θέση να προσδιορίσουν τη φύση και το εύρος της απαιτούμενης λύσης και να αποφασίσουν αν θα υποβάλουν αίτηση συμμετοχής στη διαδικασία. Η αναθέτουσα αρχή μπορεί να αποφασίσει να σχηματίσει τη σύμπραξη καινοτομίας με έναν εταίρο ή με περισσότερους εταίρους που εκτελούν χωριστές δραστηριότητες έρευνας και ανάπτυξης. Η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής ανέρχεται σε τριάντα (30) ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης της σύμβασης. Στη διαδικασία μπορούν να συμμετάσχουν μόνον οι οικονομικοί φορείς που έχουν προσκληθεί από την αναθέτουσα αρχή, 7 κατόπιν της αξιολόγησης των πληροφοριών που έχουν υποβληθεί. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να περιορίζουν τον αριθμό των κατάλληλων υποψηφίων οι οποίοι προσκαλούνται να συμμετάσχουν στη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 84. Οι συμβάσεις ανατίθενται αποκλειστικά βάσει του κριτηρίου ανάθεσης της πλέον συμφέρουσας από οικονομική άποψη προσφοράς, από πλευράς βέλτιστης σχέσης ποιότητας-τιμής, σύμφωνα με τα άρθρο 86. 2. Η σύμπραξη καινοτομίας στοχεύει στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου προϊόντος, υπηρεσίας ή έργου και στην επακόλουθη αγορά των αγαθών, υπηρεσιών ή έργων που προκύπτουν, υπό την προϋπόθεση ότι ανταποκρίνονται στα συμπεφωνημένα μεταξύ αναθετουσών αρχών και συμμετεχόντων επίπεδα επιδόσεων και μεγίστου κόστους. Η σύμπραξη καινοτομίας διαρθρώνεται σε διαδοχικές φάσεις, σύμφωνα με την ακολουθία των βημάτων της διαδικασίας έρευνας και καινοτομίας, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει την κατασκευή αγαθών, την παροχή των υπηρεσιών ή την ολοκλήρωση των έργων. Η σύμπραξη καινοτομίας ορίζει ενδιάμεσους στόχους προς επίτευξη από τους εταίρους και προβλέπει την καταβολή της αμοιβής σε κατάλληλες δόσεις. Με βάση τους ανωτέρω στόχους, η αναθέτουσα αρχή μπορεί να αποφασίσει μετά από κάθε φάση να λύσει τη σύμπραξη καινοτομίας ή, σε περίπτωση σύμπραξης καινοτομίας με περισσότερους από έναν εταίρους, να περιορίσει τον αριθμό των εταίρων καταγγέλλοντας επιμέρους συμβάσεις, υπό την προϋπόθεση ότι η αναθέτουσα αρχή έχει αναφέρει στα έγγραφα της σύμβασης τις δυνατότητες αυτές και τους όρους χρήσης τους. 3. Εκτός εάν το παρόν άρθρο ορίζει άλλως, οι αναθέτουσες αρχές διαπραγματεύονται με τους προσφέροντες τις αρχικές και όλες τις επακόλουθες προσφορές που υποβάλλουν, εξαιρουμένης της τελικής προσφοράς με σκοπό τη βελτίωση του περιεχόμενου τους. Οι ελάχιστες απαιτήσεις και τα κριτήρια ανάθεσης δεν υπόκεινται σε διαπραγματεύσεις. 4. Κατά τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων, οι αναθέτουσες αρχές εξασφαλίζουν

---

την ίση μεταχείριση όλων των προσφερόντων. Για το σκοπό αυτόν, δεν παρέχουν κατά τρόπο που να δημιουργεί διακρίσεις πληροφορίες που ενδέχεται να ευνοούν ορισμένους προσφέροντες έναντι των υπολοίπων. Ενημερώνουν, σε χρόνο και εντός προθεσμίας που ορίζονται στα έγγραφα της σύμβασης, όλους τους προσφέροντες των οποίων οι προσφορές δεν έχουν αποκλειστεί, σύμφωνα με την παράγραφο 5 γραπτώς για τυχόν αλλαγές των τεχνικών προδιαγραφών ή άλλων εγγράφων της σύμβασης, πέραν εκείνων που καθορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις. Μετά τις αλλαγές αυτές, οι αναθέτουσες αρχές παρέχουν επαρκές χρονικό διάστημα στους προσφέροντες, ώστε να τροποποιήσουν και να υποβάλουν εκ νέου τροποποιημένες προσφορές, κατά περίπτωση, σύμφωνα με το άρθρο 21 οι αναθέτουσες αρχές δεν αποκαλύπτουν στους λοιπούς συμμετέχοντες εμπιστευτικές πληροφορίες που έχουν διαβιβαστεί από υποψήφιο ή προσφέροντα που συμμετέχει στις διαπραγματεύσεις, χωρίς την έγγραφη συναίνεσή του. Η εν λόγω συναίνεση δεν λαμβάνει τη μορφή γενικής παραίτησης, αλλά παρέχεται σχετικά με την προτιθέμενη γνωστοποίηση των συγκεκριμένων πληροφοριών. 5. Οι διαπραγματεύσεις κατά τη διάρκεια των διαδικασιών σύμπραξης καινοτομίας μπορούν να διεξάγονται σε διαδοχικές φάσεις, ούτως ώστε να μειώνεται ο αριθμός των προς διαπραγμάτευση προσφορών με την εφαρμογή των κριτηρίων ανάθεσης που ορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης, στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος ή στα έγγραφα της σύμβασης. Η αναθέτουσα αρχή αναφέρει αν θα κάνει χρήση της δυνατότητας αυτής στην προκήρυξη της σύμβασης, στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος ή στα έγγραφα της σύμβασης. 6. Κατά την επιλογή των υποψηφίων, οι αναθέτουσες αρχές εφαρμόζουν ιδίως τα κριτήρια που σχετίζονται με την ικανότητα των υποψηφίων στο πεδίο της έρευνας και της ανάπτυξης, καθώς και την ικανότητά τους όσον αφορά την ανάπτυξη και την εφαρμογή καινοτόμων λύσεων. Μόνον 8 οι οικονομικοί φορείς που έχουν προσκληθεί από την αναθέτουσα αρχή, κατόπιν της αξιολόγησης των ζητούμενων πληροφοριών, μπορούν να υποβάλλουν σχέδια έρευνας και καινοτομίας για την κάλυψη αναγκών οι οποίες έχουν προσδιοριστεί από την αναθέτουσα αρχή ότι δεν μπορούν να καλυφθούν μέσω των υφιστάμενων λύσεων. Στα έγγραφα της σύμβασης, η αναθέτουσα αρχή ορίζει τις συμφωνίες που εφαρμόζονται στα δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας. Για τα θέματα αυτά η αναθέτουσα αρχή, κατά τη σύνταξη των εγγράφων της σύμβασης μπορεί να ζητά τη συνδρομή του Οργανισμού Πνευματικής Ιδιοκτησίας (Ο.Π.Ι.), του Οργανισμού Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (Ο.Β.Ι.), της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας και της Γενικής Γραμματείας Εμπορίου και Προστασίας Καταναλωτή του Υπουργείου Οικονομίας, Ανάπτυξης και Τουρισμού, ανάλογα με την αρμοδιότητά τους. Σε περίπτωση σύμπραξης καινοτομίας με περισσότερους του ενός εταίρους, η αναθέτουσα αρχή, σύμφωνα με το άρθρο 21, δεν αποκαλύπτει στους λοιπούς εταίρους λύσεις που προτείνονται από εταίρο ή άλλες εμπιστευτικές πληροφορίες που διαβιβάζονται από αυτόν στο πλαίσιο της σύμπραξης χωρίς την έγγραφη συναίνεσή του. Η εν λόγω συναίνεση

---

δεν λαμβάνει τη μορφή γενικής παραίτησής, αλλά παρέχεται σχετικά με την προτιθέμενη γνωστοποίηση των συγκεκριμένων πληροφοριών. 7. Η αναθέτουσα αρχή εξασφαλίζει ότι η δομή της σύμπραξης και ιδίως η διάρκεια και η αξία των διαφορετικών φάσεων ανταποκρίνονται στο βαθμό καινοτομίας της προτεινόμενης λύσης και την ακολουθία των δραστηριοτήτων έρευνας και καινοτομίας που απαιτούνται για την ανάπτυξη μιας καινοτόμου λύσης που δεν διατίθεται ακόμη στην αγορά. Η εκτιμώμενη αξία των αγαθών, υπηρεσιών ή έργων δεν είναι δυσανάλογη σε σχέση με την επένδυση που απαιτείται για την ανάπτυξή τους.

**Άρθρο 32.** Προσφυγή στη διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση (άρθρο 32 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Στις ειδικές περιπτώσεις και περιστάσεις που προβλέπονται στις παραγράφους 2 έως 6, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να αναθέτουν δημόσιες συμβάσεις προσφεύγοντας στη διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση. 2. Η διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση μπορεί να χρησιμοποιείται για δημόσιες συμβάσεις έργων, προμηθειών και υπηρεσιών σε οποιαδήποτε από τις κατωτέρω περιπτώσεις: α) εάν, ύστερα από ανοικτή ή κλειστή διαδικασία είτε δεν υποβλήθηκε καμία προσφορά ή αίτηση συμμετοχής είτε καμία από τις υποβληθείσες προσφορές ή αιτήσεις συμμετοχής δεν είναι κατάλληλη, εφόσον δεν έχουν τροποποιηθεί ουσιαδώς οι αρχικοί όροι της σύμβασης και με την προϋπόθεση ότι διαβιβάζεται σχετική έκθεση στην Επιτροπή μετά από αίτημά της• Μη κατάλληλη θεωρείται μία προσφορά όταν είναι άσχετη με τη σύμβαση και αδυνατεί προδήλως, χωρίς να τροποποιηθεί ουσιαστικά, να ανταποκριθεί στις ανάγκες και τις απαιτήσεις της αναθέτουσας αρχής, όπως προσδιορίζονται στα έγγραφα της σύμβασης. Μη κατάλληλη θεωρείται μία αίτηση συμμετοχής όταν στο πρόσωπο του οικονομικού φορέα συντρέχει υποχρεωτικός ή δυνητικός λόγος αποκλεισμού, σύμφωνα με το άρθρο 73 ή όταν αυτός δεν πληροί τα κριτήρια ποιοτικής επιλογής που έχει θέσει η αναθέτουσα αρχή, σύμφωνα με τα άρθρα 75, 76 και 77. β) εάν τα έργα, τα αγαθά ή οι υπηρεσίες μπορούν να παρασχεθούν μόνον από έναν συγκεκριμένο οικονομικό φορέα για οποιονδήποτε από τους κατωτέρω λόγους: αα) στόχος της σύμβασης είναι η δημιουργία ή απόκτηση μοναδικού έργου τέχνης ή καλλιτεχνικής εκδήλωσης, 9 ββ) απουσία ανταγωνισμού για τεχνικούς λόγους, γγ) προστασία αποκλειστικών δικαιωμάτων, συμπεριλαμβανομένων των δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας. Οι εξαιρέσεις που ορίζονται στις υποπεριπτώσεις ββ' και γγ' εφαρμόζονται μόνο εάν δεν υπάρχει εύλογη εναλλακτική λύση ή υποκατάστατο και η απουσία ανταγωνισμού δεν είναι αποτέλεσμα τεχνητού περιορισμού των παραμέτρων της σύμβασης• γ) στο μέτρο που είναι απολύτως απαραίτητο, εάν λόγω κατεπείγουσας ανάγκης οφειλόμενης σε γεγονότα απρόβλεπτα για την αναθέτουσα αρχή, δεν είναι δυνατή η τήρηση των προθεσμιών που προβλέπονται για τις ανοικτές, κλειστές ή ανταγωνιστικές διαδικασίες με διαπραγμάτευση. Οι περιστάσεις που επικαλούνται οι αναθέτουσες αρχές για την αιτιολόγηση της κατεπείγουσας

---

ανάγκης δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να απορρέουν από δική τους ευθύνη. 3. Η διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση μπορεί να χρησιμοποιείται για δημόσιες συμβάσεις προμηθειών και υπηρεσιών για την αγορά αγαθών ή υπηρεσιών, υπό ιδιαίτερα ευνοϊκούς όρους είτε από προμηθευτή που παύει οριστικά τις εμπορικές του δραστηριότητες είτε από τον εκκαθαριστή διαδικασίας αφερεγγυότητας, δικαστικού συμβιβασμού ή ανάλογης διαδικασίας που προβλέπεται σε διατάξεις νόμου. 4. Η διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση μπορεί να χρησιμοποιείται για δημόσιες συμβάσεις προμηθειών: α) όταν τα σχετικά προϊόντα κατασκευάζονται αποκλειστικά για σκοπούς έρευνας, πειραματισμού, μελέτης ή ανάπτυξης ωστόσο, οι συμβάσεις που ανατίθενται δυνάμει της παρούσας περίπτωσης δεν περιλαμβάνουν την παραγωγή ποσοτήτων ικανών να εξασφαλίζουν την εμπορική βιωσιμότητα του προϊόντος ή την απόσβεση των δαπανών έρευνας και ανάπτυξης, β) για συμπληρωματικές παραδόσεις που πραγματοποιούνται από τον αρχικό προμηθευτή και προορίζονται είτε για τη μερική αντικατάσταση αγαθών ή εγκαταστάσεων είτε για επέκταση υφιστάμενων αγαθών ή εγκαταστάσεων, εφόσον η αλλαγή προμηθευτή θα υποχρέωνε την αναθέτουσα αρχή να αποκτά αγαθά με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία θα προκαλούσαν ασυμβατότητα ή δυσανάλογες τεχνικές δυσχέρειες στη χρήση και τη συντήρηση η διάρκεια αυτών των συμβάσεων, καθώς και των επαναλαμβανόμενων συμβάσεων, δεν υπερβαίνει κατά κανόνα τα τρία έτη, γ) εάν πρόκειται για αγαθά που είναι εισηγμένα και αγοράζονται σε χρηματιστήριο εμπορευμάτων. 5. Η διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση μπορεί να χρησιμοποιείται για δημόσιες συμβάσεις υπηρεσιών όταν η σχετική σύμβαση έπεται διαγωνισμού μελετών που έχει διοργανωθεί, σύμφωνα με τα Μέρος Α' του παρόντος Βιβλίου και πρέπει, σύμφωνα με τους κανόνες που προβλέπονται στο διαγωνισμό μελετών, να ανατεθεί στον νικητή ή σε έναν από τους νικητές του διαγωνισμού αυτού. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, όλοι οι νικητές του διαγωνισμού πρέπει να καλούνται να συμμετάσχουν στις διαπραγματεύσεις. 6. Η διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση μπορεί να χρησιμοποιείται για νέα έργα ή υπηρεσίες που συνίστανται στην επανάληψη παρόμοιων έργων ή υπηρεσιών που ανατέθηκαν στον οικονομικό φορέα ανάδοχο της αρχικής σύμβασης από τις ίδιες αναθέτουσες αρχές, υπό την προϋπόθεση ότι αυτά τα έργα ή υπηρεσίες είναι, σύμφωνα με μία βασική μελέτη και ότι αυτή η μελέτη αποτέλεσε αντικείμενο αρχικής σύμβασης, η οποία έχει συναφθεί, σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 26. Στη βασική μελέτη αναγράφεται η έκταση πιθανών συμπληρωματικών έργων ή υπηρεσιών και οι όροι ανάθεσής τους. Η δυνατότητα προσφυγής σε αυτή τη διαδικασία πρέπει να επισημαίνεται ήδη κατά την πρώτη προκήρυξη διαγωνισμού, και το συνολικό προβλεπόμενο ποσό για τη συνέχιση των 10 εργασιών ή υπηρεσιών λαμβάνεται υπόψη από τις αναθέτουσες αρχές για την εφαρμογή του άρθρου 5. Προσφυγή στη διαδικασία αυτή επιτρέπεται μόνο εντός τριετίας μετά τη σύναψη της αρχικής σύμβασης.



---

Άρθρο 32.α Ρύθμιση ζητημάτων προσφυγής σε διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση 1. Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής της παρ. 1 του άρθρου 22, περί κανόνων που εφαρμόζονται στις επικοινωνίες, του άρθρου 36, περί υποχρέωσης χρήσης και λειτουργίας του ΕΣΗΔΗΣ, της παρ. 1 του άρθρου 72, περί εγγυήσεων, και των παρ. 1 έως 4 του άρθρου 79, περί Ευρωπαϊκού Ενιαίου Εγγράφου Σύμβασης, οι ακόλουθες περιπτώσεις του άρθρου 32, περί προσφυγής στη διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση: α) όπου η δυνατότητα ανάθεσης περιορίζεται σε έναν προκαθορισμένο συμμετέχοντα, σύμφωνα με την περ. β' της παρ. 2, την παρ. 3, την περ. β' της παρ. 4 και την παρ. 6, β) όπου η ανάθεση έχει επείγοντα χαρακτήρα σύμφωνα με την περ. γ' της παρ. 2, ή γ) όπου η συναλλαγή αφορά σε προμήθεια αγαθών που είναι εισηγμένα και αγοράζονται σε χρηματιστήριο εμπορευμάτων σύμφωνα με την περ. γ' της παρ. 4. 2. Στις περιπτώσεις του άρθρου 32, περί προσφυγής στη διαδικασία με διαπραγμάτευση χωρίς προηγούμενη δημοσίευση, η διαδικασία ανάθεσης της σύμβασης διεξάγεται σύμφωνα με όσα ορίζονται στους όρους της πρόσκλησης, όπου υπάρχει, και η αξιολόγηση των προσφορών μπορεί να γίνεται σε ενιαίο στάδιο με την ανάθεση της σύμβασης. Η διαδικασία της διαπραγμάτευσης γίνεται από γνωμοδοτικό όργανο, το οποίο συγκροτείται από την αναθέτουσα αρχή σύμφωνα με όσα ορίζονται στο άρθρο 221, περί οργάνων διενέργειας ανάθεσης και εκτέλεσης δημόσιων συμβάσεων, και εισηγείται προς το αποφαινόμενο όργανο για κάθε θέμα που ανακύπτει κατά την ανάθεση της σύμβασης. Ειδικά στην περίπτωση που συντρέχουν οι περιστάσεις της περ. β' της παρ. 1 ως γνωμοδοτικό όργανο μπορεί να ορίζεται και η αρμόδια υπηρεσία της αναθέτουσας αρχής. 3. Στην περ. γ' της παρ. 1 δεν απαιτείται προηγούμενη πρόσκληση και η διαδικασία ανάθεσης της σύμβασης διεξάγεται με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της συναλλαγής.

### ***iii ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΥΝΑΨΗΣ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ***

#### **α) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΜΕΣΑ**

**Άρθρο 33** Δυναμικά συστήματα αγορών (άρθρο 34 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να χρησιμοποιούν το δυναμικό σύστημα αγορών για αγορές τρέχουσας χρήσης, των οποίων τα γενικά διαθέσιμα στην αγορά χαρακτηριστικά ικανοποιούν τις απαιτήσεις τους. Το δυναμικό σύστημα αγορών λειτουργεί ως μια εξ ολοκλήρου ηλεκτρονική διαδικασία και είναι ανοικτό καθ' όλη την περίοδο ισχύος του συστήματος αγορών σε κάθε οικονομικό φορέα που πληροί τα κριτήρια επιλογής. Μπορεί να χωριστεί σε κατηγορίες αγαθών, έργων ή υπηρεσιών που ορίζονται αντικειμενικά με βάση τα χαρακτηριστικά της σύμβασης που πρέπει να εκτελεστεί στο πλαίσιο της εκάστοτε κατηγορίας. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να περιλαμβάνουν αναφορά στο μέγιστο επιτρεπόμενο μέγεθος των συγκεκριμένων συμβάσεων που επακολουθούν ή σε

---

συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή στην οποία θα εκτελεστούν αυτές οι συμβάσεις. 2. Για τη σύναψη σύμβασης στο πλαίσιο δυναμικού συστήματος αγορών, οι αναθέτουσες αρχές ακολουθούν τους κανόνες της κλειστής διαδικασίας. Όλοι οι υποψήφιοι που ικανοποιούν τα κριτήρια επιλογής γίνονται δεκτοί στο σύστημα και ο αριθμός των υποψηφίων που γίνονται δεκτοί στο σύστημα δεν περιορίζεται, σύμφωνα με το άρθρο 84. Όταν οι αναθέτουσες αρχές χωρίζουν το σύστημα σε κατηγορίες αγαθών, έργων ή υπηρεσιών, σύμφωνα με την παράγραφο 1, καθορίζουν τα εφαρμοστέα κριτήρια επιλογής για κάθε κατηγορία. Κατά παρέκκλιση από τα προβλεπόμενα στο άρθρο 28, ισχύουν οι ακόλουθες προθεσμίες: 11 α) η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής ανέρχεται σε 30 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της προκήρυξης σύμβασης ή, εάν ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού χρησιμοποιείται η προκαταρκτική προκήρυξη, από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος. Μετά την αποστολή της πρόσκλησης υποβολής προσφορών για τη σύναψη της πρώτης συγκεκριμένης σύμβασης στο πλαίσιο του δυναμικού συστήματος αγορών, δεν τίθεται καμία επιπλέον προθεσμία παραλαβής αιτήσεων συμμετοχής. β) η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των προσφορών ανέρχεται τουλάχιστον σε 10 ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης υποβολής προσφορών. Κατά περίπτωση, εφαρμόζεται η παρ. 4 του άρθρου 28, οι παράγραφοι 3 και 5 του άρθρου 28 δεν εφαρμόζονται. 3. Όλες οι επικοινωνίες στο πλαίσιο ενός δυναμικού συστήματος αγορών πραγματοποιούνται αποκλειστικώς με ηλεκτρονικά μέσα, σύμφωνα με τις παραγράφους 1,3 και 5 του άρθρου 22 και 37. 4. Για τους σκοπούς της ανάθεσης συμβάσεων εντός ενός δυναμικού συστήματος αγορών, οι αναθέτουσες αρχές: α) δημοσιεύουν προκήρυξη διαγωνισμού, όπου διευκρινίζεται ότι πρόκειται για ένα δυναμικό σύστημα αγορών, β) διευκρινίζουν στα έγγραφα της σύμβασης τουλάχιστον τη φύση και την εκτιμώμενη ποσότητα των προβλεπόμενων αγορών, καθώς και όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν το δυναμικό σύστημα αγορών, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου λειτουργίας του, του χρησιμοποιούμενου ηλεκτρονικού εξοπλισμού και των τεχνικών ρυθμίσεων και προδιαγραφών της σύνδεσης, γ) αναφέρουν κάθε διαίρεση σε κατηγορίες αγαθών, έργων ή υπηρεσιών και τα χαρακτηριστικά τους, δ) για όσο διάστημα είναι σε ισχύ το σύστημα, προσφέρουν ελεύθερη, άμεση και πλήρη πρόσβαση στα έγγραφα της σύμβασης, σύμφωνα με το άρθρο 67. 5. Οι αναθέτουσες αρχές παρέχουν, καθ' όλη την περίοδο ισχύος του δυναμικού συστήματος αγορών, τη δυνατότητα σε κάθε οικονομικό φορέα να ζητήσει να συμμετάσχει στο σύστημα, βάσει των όρων που αναφέρονται στην παρ. 2. Οι αναθέτουσες αρχές ολοκληρώνουν την αξιολόγηση των εν λόγω αιτήσεων, σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής, εντός 10 εργάσιμων ημερών από την παραλαβή τους. Η προθεσμία αυτή μπορεί να παραταθεί σε 15 εργάσιμες ημέρες σε μεμονωμένες περιπτώσεις, όταν αυτό δικαιολογείται, ιδίως λόγω της ανάγκης να εξεταστούν συμπληρωματικά έγγραφα ή να επαληθευθεί διαφορετικά αν

---

πληρούνται τα κριτήρια επιλογής. Κατά παρέκκλιση από τα προηγούμενα εδάφια της παρούσας παραγράφου και εφόσον δεν έχει αποσταλεί η πρόσκληση υποβολής προσφορών για την πρώτη συγκεκριμένη σύμβαση στο πλαίσιο του δυναμικού συστήματος αγορών, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να παρατείνουν την περίοδο αξιολόγησης, υπό την προϋπόθεση ότι δεν δημοσιεύεται πρόσκληση υποβολής προσφορών κατά την παραταθείσα περίοδο αξιολόγησης. Η διάρκεια της παράτασης που προτίθενται να εφαρμόσουν οι αναθέτουσες αρχές, αναφέρεται στα έγγραφα της σύμβασης. Οι αναθέτουσες αρχές ενημερώνουν το ταχύτερο δυνατόν τον ενδιαφερόμενο οικονομικό φορέα αν έχει γίνει δεκτός στο δυναμικό σύστημα αγορών ή όχι. 6. Οι αναθέτουσες αρχές προσκαλούν όλους τους συμμετέχοντες που έχουν γίνει δεκτοί να υποβάλουν προσφορά για τη σύναψη κάθε συγκεκριμένης σύμβασης εντός του δυναμικού συστήματος αγορών, σύμφωνα με το άρθρο 69. Όταν το δυναμικό σύστημα αγορών χωρίζεται σε κατηγορίες έργων, αγαθών ή υπηρεσιών, οι αναθέτουσες αρχές καλούν όλους τους συμμετέχοντες οι οποίοι έχουν επιλεγεί στην κατηγορία της συγκεκριμένης σύμβασης να υποβάλουν προσφορά. 12 Αναθέτουν τη σύμβαση στον προσφέροντα που υποβάλλει την καλύτερη προσφορά, βάσει των κριτηρίων ανάθεσης που ορίζονται στην προκήρυξη της σύμβασης για το δυναμικό σύστημα αγορών ή , αν ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού έχει χρησιμοποιηθεί προκαταρκτική προκήρυξη, στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντας. Τα κριτήρια αυτά μπορούν, κατά περίπτωση, να προσδιορίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια στην πρόσκληση υποβολής προσφορών. 7. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν, ανά πάσα στιγμή κατά τη διάρκεια της περιόδου ισχύος του δυναμικού συστήματος αγορών, να απαιτούν από τους συμμετέχοντες που έχουν γίνει δεκτοί να υποβάλουν ανανεωμένη και επικαιροποιημένη υπεύθυνη δήλωση, όπως προβλέπεται στην παράγραφο 1 του άρθρου 79, εντός πέντε εργάσιμων ημερών από την ημερομηνία διαβίβασης του αιτήματος. Οι παράγραφοι 3 έως 5 του άρθρου 79 εφαρμόζονται καθ' όλη την περίοδο ισχύος του δυναμικού συστήματος αγορών. 8. Οι αναθέτουσες αρχές αναφέρουν την περίοδο ισχύος του δυναμικού συστήματος αγορών στην προκήρυξη του διαγωνισμού. Ενημερώνουν την Επιτροπή για οποιαδήποτε μεταβολή της περιόδου ισχύος, με τη χρήση των κατωτέρω τυποποιημένων εντύπων: α) εάν η περίοδος ισχύος μεταβάλλεται χωρίς να παύει η λειτουργία του συστήματος, μέσω του εντύπου που χρησιμοποιείται αρχικά για την προκήρυξη διαγωνισμού για το δυναμικό σύστημα αγορών, β) εάν παύει η λειτουργία του συστήματος, μέσω της γνωστοποίησης συναφθείσας σύμβασης που αναφέρεται στο άρθρο 64. 9. Στους ενδιαφερομένους ή συμμετέχοντες στο σύστημα οικονομικούς φορείς δεν επιβάλλεται καμία χρέωση πριν από ή κατά την περίοδο ισχύος του δυναμικού συστήματος αγορών. 10. Η αναθέτουσα αρχή αναφέρει στα έγγραφα της σύμβασης τους ειδικότερους όρους εφαρμογής του παρόντος άρθρου. 11. Σε προληπτικό έλεγχο νομιμότητας, σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες για το Ελεγκτικό Συνέδριο διατάξεις, υπόκεινται η πρώτη σύμβαση ανεξαρτήτως αξίας αυτής, εφόσον η συνολική

---

εκτιμώμενη αξία του Δυναμικού Συστήματος Αγορών υπερβαίνει τα εκάστοτε ισχύοντα όρια, καθώς και κάθε επιμέρους σύμβαση εφόσον υπερβαίνει αυτοτελώς τα εκάστοτε ισχύοντα όρια.

**Άρθρο 34** Ηλεκτρονικοί πλειστηριασμοί Εξουσιοδοτική διάταξη (άρθρο 35 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να προσφεύγουν σε ηλεκτρονικούς πλειστηριασμούς, στους οποίους παρουσιάζονται νέες, μειωμένες τιμές και/ή νέες αξίες όσον αφορά ορισμένα στοιχεία των προσφορών. Για τον σκοπό αυτόν, οι αναθέτουσες αρχές διοργανώνουν τον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό με τη μορφή επαναλαμβανόμενης ηλεκτρονικής διαδικασίας, διεξαγόμενης έπειτα από προκαταρκτική πλήρη αξιολόγηση των προσφορών, επιτρέποντας την ταξινόμησή τους με βάση αυτόματες μεθόδους αξιολόγησης. Δεδομένου ότι ορισμένες δημόσιες συμβάσεις υπηρεσιών και έργων που έχουν ως αντικείμενο υπηρεσίες πνευματικού δημιουργού, όπως ο σχεδιασμός έργων, δεν μπορούν να ταξινομηθούν με βάση αυτόματη μέθοδο αξιολόγησης, οι συμβάσεις αυτές δεν αποτελούν αντικείμενο ηλεκτρονικών πλειστηριασμών. 2. Στις ανοικτές ή κλειστές διαδικασίες ή ανταγωνιστικές διαδικασίες με διαπραγμάτευση, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να αποφασίζουν ότι, πριν από την ανάθεση μιας δημόσιας σύμβασης, διεξάγεται ηλεκτρονικός πλειστηριασμός, όταν το περιεχόμενο των εγγράφων της σύμβασης και ιδίως των τεχνικών προδιαγραφών μπορεί να καθορισθεί με ακρίβεια. 13 Υπό τους ίδιους όρους, ο ηλεκτρονικός πλειστηριασμός μπορεί να χρησιμοποιείται κατά τον νέο διαγωνισμό μεταξύ των μερών μιας συμφωνίας πλαίσιο, όπως προβλέπεται στις περ. β' ή γ' της παρ. 5 του άρθρου 39, καθώς και κατά τον διαγωνισμό για την ανάθεση συμβάσεων στο πλαίσιο του δυναμικού συστήματος αγορών, όπως αναφέρεται στο άρθρο 33. 3. Ο ηλεκτρονικός πλειστηριασμός αφορά σε ένα από τα ακόλουθα στοιχεία των προσφορών: α) μόνο στις τιμές, εφόσον η σύμβαση ανατίθεται αποκλειστικά βάσει της τιμής, β) στις τιμές και/ή τις νέες αξίες των χαρακτηριστικών των προσφορών που επισημαίνονται στα έγγραφα της σύμβασης, εφόσον η σύμβαση ανατίθεται βάσει της βέλτιστης σχέσης ποιότητας τιμής ή στην προσφορά με το χαμηλότερο κόστος, σύμφωνα με μια προσέγγιση βασιζόμενη στη σχέση αποδοτικότητας κόστους. 4. Οι αναθέτουσες αρχές που αποφασίζουν να κάνουν χρήση ηλεκτρονικού πλειστηριασμού το επισημαίνουν στην προκήρυξη σύμβασης ή στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος. Τα έγγραφα της σύμβασης περιλαμβάνουν τουλάχιστον τις πληροφορίες που αναφέρονται στο Παράρτημα VI του Προσαρτήματος Α'. 5. Προτού να προβούν στον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό, οι αναθέτουσες αρχές διενεργούν μια πρώτη πλήρη αξιολόγηση των προσφορών, σύμφωνα με το κριτήριο ή τα κριτήρια ανάθεσης και με τη στάθμισή τους, όπως έχει καθορισθεί. Η προσφορά θεωρείται παραδεκτή όταν έχει υποβληθεί από προσφέροντα που δεν έχει αποκλειστεί, σύμφωνα με το άρθρο 73, περί λόγων αποκλεισμού, και πληροί τα κριτήρια επιλογής, και εφόσον η προσφορά είναι σύμφωνη με τις τεχνικές προδιαγραφές,

---

χωρίς να είναι μη κανονική ή απαράδεκτη ή μη κατάλληλη. Μη κανονικές προσφορές θεωρούνται συγκεκριμένα όσες προσφορές δεν πληρούν τις προϋποθέσεις των εγγράφων της σύμβασης, όσες παρελήφθησαν εκπρόθεσμα, όταν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία συμπαιγνίας ή διαφθοράς ή όσες κρίνονται από την αναθέτουσα αρχή ασυνήθιστα χαμηλές. Απαράδεκτες προσφορές θεωρούνται συγκεκριμένα όσες υποβάλλονται από προσφέροντες οι οποίοι δεν διαθέτουν τα απαιτούμενα προσόντα και όσων η τιμή υπερβαίνει τον προϋπολογισμό της αναθέτουσας αρχής, όπως καθορίστηκε και τεκμηριώθηκε πριν την έναρξη της διαδικασίας σύναψης σύμβασης. Μη κατάλληλη θεωρείται μία προσφορά όταν δεν σχετίζεται με τη σύμβαση και αδυνατεί προδήλως, χωρίς ουσιώδη τροποποίηση, να ανταποκριθεί στις ανάγκες και τις απαιτήσεις της αναθέτουσας αρχής, όπως προσδιορίζονται στα έγγραφα της σύμβασης. Μη κατάλληλη θεωρείται μία αίτηση συμμετοχής όταν στο πρόσωπο του οικονομικού φορέα συντρέχει υποχρεωτικός ή δυνητικός λόγος αποκλεισμού, σύμφωνα με τα άρθρα 73, περί λόγων αποκλεισμού, και 74, περί αποκλεισμού οικονομικού φορέα από δημόσιες συμβάσεις, ή όταν αυτός δεν πληροί τα κριτήρια ποιοτικής επιλογής που έχει θέσει η αναθέτουσα αρχή, σύμφωνα με τα άρθρα 75 περί κριτηρίων επιλογής, 76 περί κριτηρίων επιλογής σε διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης έργου, και 77 περί κριτηρίων επιλογής σε διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης μελέτης ή παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών. Όλοι οι προσφέροντες που έχουν υποβάλει παραδεκτές προσφορές καλούνται ταυτόχρονα να συμμετάσχουν στον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό, χρησιμοποιώντας, κατά την προκαθορισμένη ημέρα και ώρα, τα στοιχεία σύνδεσης, σύμφωνα με τις οδηγίες που παρέχονται στην πρόσκληση. Ο ηλεκτρονικός πλειστηριασμός μπορεί να διεξάγεται σε διαδοχικές φάσεις. Ο ηλεκτρονικός πλειστηριασμός δεν αρχίζει προτού παρέλθουν δύο (2) εργάσιμες ημέρες από την ημερομηνία αποστολής των προσκλήσεων. 6. Η πρόσκληση συνοδεύεται από το αποτέλεσμα της πλήρους αξιολόγησης της οικείας προσφοράς, η οποία διεξάγεται, σύμφωνα με τη στάθμιση που προβλέπεται στο δεύτερο εδάφιο της παρ. 10 του άρθρου 86. 14 Στην πρόσκληση αναφέρεται επίσης ο μαθηματικός τύπος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί κατά τον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό, για την αυτόματη ανακατάταξη βάσει των νέων τιμών ή/και των νέων αξιών που υποβάλλονται. Εκτός από την περίπτωση κατά την οποία η οικονομικώς πιο συμφέρουσα προσφορά καθορίζεται με βάση μόνο την τιμή, ο μαθηματικός αυτός τύπος εκφράζει τη σχετική στάθμιση του κάθε κριτηρίου που έχει επιλεγεί για τον καθορισμό της πλέον συμφέρουσας από οικονομική άποψη προσφοράς, όπως αναφέρεται στην προκήρυξη που χρησιμοποιείται ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού ή σε άλλα έγγραφα της σύμβασης. Προς τούτο, τυχόν περιθώρια διακύμανσης προσδιορίζονται εκ των προτέρων με συγκεκριμένες τιμές. Σε περίπτωση που επιτρέπονται εναλλακτικές προσφορές, προβλέπεται χωριστός μαθηματικός τύπος για κάθε εναλλακτική προσφορά. 7. Κατά τη διάρκεια κάθε φάσης του ηλεκτρονικού πλειστηριασμού,

---

οι αναθέτουσες αρχές γνωστοποιούν συνεχώς και αμέσως σε όλους τους προσφέροντες τις πληροφορίες εκείνες τουλάχιστον που τους δίνουν τη δυνατότητα να γνωρίζουν ανά πάσα στιγμή την αντίστοιχη κατάταξή τους. Δύνανται, εάν επισημαίνεται εκ των προτέρων, να γνωστοποιούν και άλλες πληροφορίες σχετικά με άλλες τιμές ή αξίες που υποβάλλονται. Δύνανται, επίσης, να ανακοινώνουν ανά πάσα στιγμή τον αριθμό των συμμετεχόντων σε κάθε φάση του πλειστηριασμού. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να γνωστοποιούν την ταυτότητα των προσφερόντων κατά τη διεξαγωγή των διαφόρων φάσεων του ηλεκτρονικού πλειστηριασμού. 8. Οι αναθέτουσες αρχές περατώνουν τον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό με έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους τρόπους: α) κατά την προκαθορισμένη ημερομηνία και ώρα, β) όταν δεν λαμβάνουν πλέον νέες τιμές ή νέες αξίες που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις σχετικά με τις ελάχιστες διαφοροποιήσεις, εφόσον έχουν δηλώσει προηγουμένως το χρονικό διάστημα που θα επιτρέψουν να παρέλθει από την παραλαβή της τελευταίας υποβολής πριν να περατώσουν τον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό ή γ) όταν οι προκαθορισμένες φάσεις του πλειστηριασμού έχουν όλες ολοκληρωθεί. Εάν οι αναθέτουσες αρχές προτίθενται να περατώσουν τον ηλεκτρονικό πλειστηριασμό, σύμφωνα με την περ. γ' του πρώτου εδαφίου, ενδεχομένως σε συνδυασμό με τον τρόπο που προβλέπεται στην περ. α' αυτού, η πρόσκληση συμμετοχής στον πλειστηριασμό προσδιορίζει το χρονοδιάγραμμα κάθε φάσης του πλειστηριασμού. 9. Μετά την περάτωση του ηλεκτρονικού πλειστηριασμού, οι αναθέτουσες αρχές αναθέτουν τη σύμβαση, σύμφωνα με το άρθρο 86, περί κριτηρίων ανάθεσης των συμβάσεων, με βάση τα αποτελέσματα του ηλεκτρονικού πλειστηριασμού. 10. Η αναθέτουσα αρχή αναφέρει στα έγγραφα της σύμβασης τους ειδικότερους όρους εφαρμογής του παρόντος άρθρου. 11. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης και Επενδύσεων, για την προμήθεια αγαθών και την παροχή γενικών υπηρεσιών ή του Υπουργού Υγείας για την προμήθεια ιατροτεχνολογικών, υγειονομικών και φαρμακευτικών αγαθών και συναφών υπηρεσιών, μπορεί να καθίσταται υποχρεωτική η χρήση ηλεκτρονικών πλειστηριασμών για συγκεκριμένες κατηγορίες αγαθών και υπηρεσιών.

### **Άρθρο 35**

Ηλεκτρονικοί κατάλογοι (άρθρο 36 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Όταν απαιτείται η χρήση ηλεκτρονικών μέσων επικοινωνίας, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν, υπό την επιφύλαξη της απόφασης της παρ. 2, να ορίζουν ότι οι προσφορές πρέπει να 15 υποβάλλονται υπό τη μορφή ηλεκτρονικού καταλόγου ή να περιλαμβάνουν ηλεκτρονικό κατάλογο. 2. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας, Ανάπτυξης και Τουρισμού και του καθ' ύλη αρμόδιου Υπουργού μπορεί να καθίσταται υποχρεωτική η χρήση ηλεκτρονικών καταλόγων για συγκεκριμένα είδη συμβάσεων. 3. Οι προσφορές που υποβάλλονται υπό μορφή ηλεκτρονικού καταλόγου μπορούν να συνοδεύονται από άλλα έγγραφα, που συμπληρώνουν την προσφορά. 4. Οι ηλεκτρονικοί κατάλογοι καταρτίζονται από τους υποψηφίους ή τους προσφέροντες, με σκοπό τη συμμετοχή τους σε μια συγκεκριμένη διαδικασία σύναψης σύμβασης, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές και το

---

μορφότυπο που καθορίζεται από την αναθέτουσα αρχή. Επιπλέον, οι ηλεκτρονικοί κατάλογοι συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις για τα μέσα ηλεκτρονικής επικοινωνίας, όπως και με τυχόν επιπρόσθετες απαιτήσεις που καθορίζονται από την αναθέτουσα αρχή, σύμφωνα με τα άρθρα 22, 36 και 37. 5. Όταν η υποβολή προσφορών υπό τη μορφή ηλεκτρονικών καταλόγων επιτρέπεται ή επιβάλλεται, οι αναθέτουσες αρχές: α) το αναφέρουν στην προκήρυξη σύμβασης ή στην πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος, όταν ως μέσο προκήρυξης του διαγωνισμού έχει χρησιμοποιηθεί η προκαταρκτική προκήρυξη, β) επισημαίνουν στα έγγραφα της σύμβασης όλες τις αναγκαίες πληροφορίες, σύμφωνα με τα άρθρα 36 και 37, όσον αφορά το μορφότυπο, τον χρησιμοποιούμενο ηλεκτρονικό εξοπλισμό και τις τεχνικές ρυθμίσεις και προδιαγραφές της σύνδεσης για τον κατάλογο. 6. Εάν έχει συναφθεί συμφωνία-πλαίσιο με περισσότερους του ενός οικονομικούς φορείς έπειτα από την υποβολή προσφορών υπό τη μορφή ηλεκτρονικών καταλόγων, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να ορίζουν ότι η προκήρυξη νέου διαγωνισμού για συγκεκριμένες συμβάσεις λαμβάνει χώρα βάσει επικαιροποιημένων καταλόγων. Στην περίπτωση αυτή, οι αναθέτουσες αρχές χρησιμοποιούν μία από τις ακόλουθες μεθόδους: α) καλούν τους προσφέροντες να υποβάλουν εκ νέου τους ηλεκτρονικούς καταλόγους τους, προσαρμοσμένους στις απαιτήσεις της εν λόγω σύμβασης ή β) ενημερώνουν τους προσφέροντες ότι σκοπεύουν να συλλέξουν από τους ηλεκτρονικούς καταλόγους που έχουν ήδη υποβληθεί τις πληροφορίες που απαιτούνται, ώστε να καταρτισθούν προσφορές προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης σύμβασης, υπό την προϋπόθεση ότι η χρήση της εν λόγω μεθόδου έχει επισημανθεί στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία πλαίσιο. 7. Εάν οι αναθέτουσες αρχές προκηρύσσουν νέο διαγωνισμό για συγκεκριμένες συμβάσεις, σύμφωνα με την περίπτωση β' της παρ. 6, ενημερώνουν τους προσφέροντες για την ημερομηνία και την ώρα κατά την οποία σκοπεύουν να συλλέξουν τις πληροφορίες που απαιτούνται, ούτως ώστε να καταρτισθούν προσφορές προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις της συγκεκριμένης σύμβασης και παρέχουν στους προσφέροντες τη δυνατότητα να αρνηθούν την εν λόγω συλλογή πληροφοριών. Οι αναθέτουσες αρχές προβλέπουν επαρκές χρονικό διάστημα μεταξύ της ενημέρωσης και της συλλογής των πληροφοριών. Πριν από την ανάθεση της σύμβασης, οι αναθέτουσες αρχές παρουσιάζουν τις συλλεγείσες πληροφορίες στον ενδιαφερόμενο προσφέροντα, δίνοντάς του την ευκαιρία να αμφισβητήσει ή να επιβεβαιώσει ότι η προσφορά που προέκυψε με αυτόν τον τρόπο δεν περιέχει ουσιώδη σφάλματα. 8. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να αναθέτουν συμβάσεις βάσει δυναμικού συστήματος αγορών απαιτώντας οι προσφορές για μια συγκεκριμένη σύμβαση να υποβάλλονται υπό τη μορφή ηλεκτρονικού καταλόγου. Οι αναθέτουσες αρχές μπορούν επίσης να αναθέτουν συμβάσεις βάσει ενός δυναμικού συστήματος αγορών, σύμφωνα με την περίπτωση β' της παρ. 6 και την παρ. 7, υπό την προϋπόθεση ότι η αίτηση συμμετοχής στο δυναμικό σύστημα αγορών 16 συνοδεύεται από ηλεκτρονικό

---

κατάλογο, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές και το μορφότυπο που καθορίζεται από την αναθέτουσα αρχή. Στη συνέχεια, ο εν λόγω κατάλογος συμπληρώνεται από τους υποψηφίους, αφού ενημερωθούν για την πρόθεση της αναθέτουσας αρχής να καταρτισθούν προσφορές μέσω της διαδικασίας της περίπτωσης β' της παραγράφου 6.

## **β) ΕΘΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ**

**Άρθρο 36.** Υποχρέωση χρήσης Λειτουργία ΕΣΗΔΗΣ Εξουσιοδοτική διάταξη 1. Οι αναθέτουσες αρχές υποχρεούνται να χρησιμοποιούν το ΕΣΗΔΗΣ σε όλα τα στάδια της διαδικασίας σύναψης δημοσίων συμβάσεων του παρόντος νόμου, με εκτιμώμενη αξία ανώτερη των τριάντα χιλιάδων (30.000) ευρώ, εξαιρουμένης της διαδικασίας σύναψης συμβάσεων που προβλέπονται στο άρθρο 128, περί ανάθεσης εξειδικευμένων υπηρεσιών (σύμβουλοι, εμπειρογνώμονες) για τη μελέτη και εκτέλεση συμβάσεων δημοσίων έργων και συμβάσεων παραχώρησης έργων.

**Άρθρο 38.** Κεντρικό Ηλεκτρονικό Μητρώο Δημοσίων Συμβάσεων (ΚΗΜΔΗΣ) - Εξουσιοδοτικές διατάξεις 1. Το Κεντρικό Ηλεκτρονικό Μητρώο Δημόσιων Συμβάσεων (ΚΗΜΔΗΣ), που έχει συσταθεί με το άρθρο 11 του ν. 4013/2011 (Α' 204) και λειτουργεί στη Γενική Γραμματεία Πληροφοριακών Συστημάτων Δημόσιας Διοίκησης του Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης, έχει ως αντικείμενο τη συλλογή, την επεξεργασία και τη δημοσιοποίηση στοιχείων αναφορικά με τις συμβάσεις του παρόντος Βιβλίου, οι οποίες συνάπτονται γραπτώς, προφορικώς ή με ηλεκτρονικά μέσα από αναθέτουσες αρχές και ΚΑΑ, εκτιμώμενης αξίας ανώτερης του ποσού των δύο χιλιάδων πεντακοσίων (2.500) ευρώ και ανεξαρτήτως διαδικασίας ανάθεσης. Για την εκτιμώμενη αξία της σύμβασης του προηγούμενου εδαφίου λαμβάνεται υπόψη το άρθρο 6, περί μεθόδων υπολογισμού της εκτιμώμενης αξίας της σύμβασης.

## **γ) ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΥΝΑΨΗΣ ΣΥΜΒΑΣΕΩΝ**

**Άρθρο 39.** Συμφωνίες-πλαίσιο (άρθρο 33 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ) 1. Οι αναθέτουσες αρχές δύνανται να συνάπτουν συμφωνίες-πλαίσιο κατά την έννοια της περίπτωσης 10 της παραγράφου 1 του άρθρου 2 εφόσον εφαρμόζουν τις διατάξεις που προβλέπονται στο παρόν Βιβλίο (άρθρα 3 έως 221). Η διάρκεια μιας συμφωνίας-πλαίσιο δεν υπερβαίνει τα τέσσερα έτη, εκτός εξαιρετικών περιπτώσεων, δεόντως δικαιολογημένων, ιδίως λόγω του αντικειμένου της συμφωνίας-πλαίσιο. 2. Οι συμφωνίες πλαίσιο οι οποίες συνάπτονται για χρονικό διάστημα μικρότερο των τεσσάρων ετών μπορεί να παραταθούν χωρίς όμως αυτές να υπερβούν το ανώτατο διάστημα των τεσσάρων ετών του προηγούμενου εδαφίου, εφόσον υπάρχει η σχετική πρόβλεψη παρατάσεως στα έγγραφα της σύμβασης. Η διάρκεια εκτέλεσης των επιμέρους συμβάσεων, που συνάπτονται εντός του χρόνου υλοποίησης της συμφωνίας πλαίσιο, μπορεί να υπερβαίνουν το χρόνο λήξης της



---

συμφωνίας πλαίσιο. 3. Οι συμβάσεις που βασίζονται σε συμφωνία-πλαίσιο ανατίθενται, σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται στην παρούσα παράγραφο, καθώς και στις παρ. 4 και 5. Οι διαδικασίες αυτές μπορούν να εφαρμόζονται μόνο μεταξύ των αναθετουσών αρχών που ορίζονται με σαφήνεια για το σκοπό αυτόν στην προκήρυξη διαγωνισμού ή την πρόσκληση επιβεβαίωσης ενδιαφέροντος και των οικονομικών φορέων που είναι συμβαλλόμενα μέρη της συμφωνίας-πλαίσιο που έχει συναφθεί. Οι συμβάσεις που βασίζονται σε συμφωνία-πλαίσιο δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να συνεπάγονται ουσιώδεις τροποποιήσεις στους όρους της συμφωνίας-πλαίσιο, ιδίως στην περίπτωση που αναφέρεται στην παράγραφο 4. 17 4. Όταν συνάπτεται συμφωνία-πλαίσιο με ένα μόνο οικονομικό φορέα, οι συμβάσεις που βασίζονται σε αυτή τη συμφωνία-πλαίσιο ανατίθενται, σύμφωνα με τους όρους της συμφωνίας πλαίσιο. Για την ανάθεση των συμβάσεων αυτών, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να διαβουλεύονται γραπτώς με τον οικονομικό φορέα που είναι συμβαλλόμενο μέρος στη συμφωνία πλαίσιο, ζητώντας του, εάν χρειάζεται, να συμπληρώσει την προσφορά του. 5. Όταν συνάπτεται συμφωνία-πλαίσιο με περισσότερους του ενός οικονομικούς φορείς, η εν λόγω συμφωνία-πλαίσιο εκτελείται με έναν από τους κατωτέρω τρόπους: α), σύμφωνα με τους όρους και τις προϋποθέσεις της συμφωνίας-πλαίσιο, χωρίς προκήρυξη νέου διαγωνισμού, εφόσον αναφέρονται όλοι οι όροι που διέπουν την παροχή των σχετικών έργων, υπηρεσιών και προμηθειών, και οι αντικειμενικές προϋποθέσεις για τον προσδιορισμό του συμβαλλόμενου στη συμφωνία-πλαίσιο οικονομικού φορέα που θα τις εκτελέσει οι εν λόγω όροι αναγράφονται στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία-πλαίσιο, β) όταν στη συμφωνία-πλαίσιο αναφέρονται όλοι οι όροι που διέπουν την παροχή των σχετικών έργων, υπηρεσιών και αγαθών, εν μέρει χωρίς προκήρυξη νέου διαγωνισμού, σύμφωνα με την περίπτωση α', και εν μέρει με την προκήρυξη νέου διαγωνισμού μεταξύ των οικονομικών φορέων που είναι συμβαλλόμενα μέρη της συμφωνίας-πλαίσιο, σύμφωνα με την περίπτωση γ', εφόσον προβλέπεται τέτοια δυνατότητα από τις αναθέτουσες αρχές στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία-πλαίσιο. Η επιλογή αν συγκεκριμένα έργα, αγαθά ή υπηρεσίες αγοράζονται κατόπιν προκήρυξης νέου διαγωνισμού ή άμεσα, σύμφωνα με τους όρους που ορίζονται στη συμφωνία πλαίσιο, γίνεται με αντικειμενικά κριτήρια, τα οποία ορίζονται στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία-πλαίσιο. Τα έγγραφα της σύμβασης προσδιορίζουν επίσης τους όρους του νέου διαγωνισμού. Οι δυνατότητες που προβλέπονται στο πρώτο εδάφιο της παρούσας περίπτωσης εφαρμόζονται επίσης σε οποιαδήποτε τμήμα μιας συμφωνίας-πλαίσιο για την οποία έχουν τεθεί όλοι οι όροι που διέπουν την παροχή των σχετικών έργων, υπηρεσιών και αγαθών, ανεξαρτήτως αν έχουν τεθεί όλοι οι όροι που διέπουν την παροχή των σχετικών έργων, υπηρεσιών και αγαθών για τα λοιπά τμήματα, γ) αν στη συμφωνία-πλαίσιο δεν έχουν καθορισθεί όλοι οι όροι που διέπουν την παροχή έργων, υπηρεσιών και αγαθών, με νέο διαγωνισμό μεταξύ των οικονομικών φορέων που είναι συμβαλλόμενα μέρη της συμφωνίας

---

πλαίσιο. 6. Οι διαγωνισμοί που αναφέρονται στις περιπτώσεις β' και γ' της παραγράφου 5 βασίζονται στους ίδιους όρους με αυτούς που ίσχυαν για την ανάθεση της συμφωνίας-πλαίσιο, και, όπου κριθεί απαραίτητο, σε ακριβέστερα διατυπωμένους όρους και, όπου ενδείκνυται, σε άλλους όρους που αναφέρονται στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία-πλαίσιο, σύμφωνα με την ακόλουθη διαδικασία: α) για κάθε σύμβαση που πρόκειται να συναφθεί, οι αναθέτουσες αρχές διαβουλεύονται γραπτώς με τους οικονομικούς φορείς που είναι ικανοί να εκτελέσουν τη σύμβαση, β) οι αναθέτουσες αρχές ορίζουν επαρκή προθεσμία για την υποβολή προσφορών για κάθε συγκεκριμένη σύμβαση, λαμβανομένων υπόψη παραμέτρων όπως η πολυπλοκότητα του αντικειμένου της σύμβασης και ο απαραίτητος χρόνος για την αποστολή των προσφορών, γ) οι προσφορές υποβάλλονται γραπτώς και δεν ανοίγονται έως τη λήξη της προβλεπόμενης προθεσμίας απάντησης, δ) οι αναθέτουσες αρχές αναθέτουν κάθε σύμβαση στον προσφέροντα που υπέβαλε την καλύτερη προσφορά, βάσει των κριτηρίων ανάθεσης που έχουν καθοριστεί στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία-πλαίσιο. 7. Όταν το αντικείμενο της συμφωνίας πλαίσιο με περισσότερους οικονομικούς φορείς υποδιαιρείται σε περισσότερα τμήματα, καλούνται σε διαβούλευση μόνο οι οικονομικοί φορείς των τμημάτων που ανταποκρίνονται στο εκάστοτε αντικείμενο της εκτελεστικής σύμβασης. 18 8. Στην περίπτωση των συμφωνιών πλαίσιο με περισσότερους οικονομικούς φορείς, στο πλαίσιο των διαγωνισμών που αναφέρονται στις περιπτώσεις β' και γ' της παραγράφου 5: α) κατά την υποβολή των προσφορών, εφαρμόζεται αναλόγως το άρθρο 79, προκειμένου οι οικονομικοί φορείς να αποδείξουν ότι εξακολουθούν να πληρούν τις σχετικές προϋποθέσεις, όπως έχουν καθοριστεί στα έγγραφα της σύμβασης για τη συμφωνία-πλαίσιο, β) πριν από την ανάθεση κάθε σύμβασης, η αναθέτουσα αρχή απαιτεί από τον/τους προσφέροντα/ες στον/στους οποίους έχει αποφασίσει να αναθέσει τη σύμβαση να υποβάλει/ουν ενημερωμένα σχετικά δικαιολογητικά, σύμφωνα με τα άρθρα 79 και 80, και κατά περίπτωση, το άρθρο 82. Κατά τα λοιπά εφαρμόζεται το άρθρο 79. 9. Οι συμφωνίες πλαίσιο αποστέλλονται για προληπτικό έλεγχο στο Ελεγκτικό Συνέδριο, κατά τις οικείες διατάξεις, ενώ οι εκτελεστικές αυτών συμβάσεις μόνο εφόσον η αξία τους υπερβαίνει αυτοτελώς τα εκάστοτε ισχύοντα όρια. 10. Ειδικά, για δημόσιες συμβάσεις μελετών και παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να συνάπτουν συμφωνίες-πλαίσιο, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο παρόν άρθρο, μετά από σύμφωνη γνώμη του αρμόδιου τεχνικού συμβουλίου, όταν πρόκειται να παραχθεί σύνολο όμοιων μελετών ή ως άνω υπηρεσιών, για τις οποίες δεν είναι γνωστά εκ των προτέρων στοιχεία, όπως ιδίως ο ακριβής προσδιορισμός των επί μέρους συμβάσεων, οι χρόνοι έναρξης και λήξης εκπόνησης των επί μέρους μελετών ή παροχής τεχνικών υπηρεσιών, όπως και οι ακριβείς χώροι στους οποίους θα εκτελεσθούν οι συμβάσεις, μπορούν όμως να καθορισθούν οι τιμές και ενδεχομένως οι ποσότητες αυτών. Οι συμφωνίες πλαίσιο συνάπτονται ιδίως για την εκτέλεση εργασιών

---

υποστηρικτικών μελετών. Η μέγιστη αξία των συμφωνιών πλαίσιο που συνάπτονται κατ' έτος απαγορεύεται να υπερβαίνει σε ποσοστό το είκοσι τοις εκατό (20%) των εγκεκριμένων ετήσιων πιστώσεων της αναθέτουσας αρχής για τις συμβάσεις της παρούσας παραγράφου, με εκτίμηση τετραετίας. Στον περιορισμό αυτό δεν υπόκεινται οι συμφωνίες πλαίσιο που συνάπτονται για την προετοιμασία του Φακέλου Δημόσιας Σύμβασης, κατά το άρθρο 45.

#### *iv ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΘΕΣΗΣ*

##### **Άρθρο 86** (άρθρο 67 της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ)

1. Με την επιφύλαξη των εθνικών διατάξεων νόμου ή διοικητικών πράξεων σχετικά με την τιμή ορισμένων αγαθών ή την αμοιβή ορισμένων υπηρεσιών, οι αναθέτουσες αρχές βασιζούν την ανάθεση των δημόσιων συμβάσεων στην πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά.
  2. Η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά κατά την κρίση της αναθέτουσας αρχής προσδιορίζεται βάσει της τιμής ή του κόστους, με χρήση προσέγγισης κόστους αποτελεσματικότητας, όπως της κοστολόγησης του κύκλου ζωής, σύμφωνα με το άρθρο 87, περί κοστολόγησης του κύκλου ζωής, και μπορεί να περιλαμβάνει τη βέλτιστη σχέση ποιότητας τιμής, η οποία εκτιμάται βάσει κριτηρίων, συμπεριλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, ποιοτικών, περιβαλλοντικών ή κοινωνικών πτυχών που συνδέονται με το αντικείμενο της συγκεκριμένης δημόσιας σύμβασης. Στα κριτήρια αυτά μπορούν να περιλαμβάνονται, ιδίως:
    - α) η ποιότητα, περιλαμβανομένης της τεχνικής αξίας, τα αισθητικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, η προσβασιμότητα, ο σχεδιασμός για όλους τους χρήστες, τα κοινωνικά, περιβαλλοντικά και καινοτόμα χαρακτηριστικά, καθώς και η εμπορία και οι σχετικοί όροι,
    - β) η οργάνωση, τα προσόντα και η εμπειρία του προσωπικού στο οποίο ανατίθεται η εκτέλεση της σύμβασης, στην περίπτωση που η ποιότητα του διατεθέντος προσωπικού μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στο επίπεδο εκτέλεσης της σύμβασης,
    - γ) η εξυπηρέτηση μετά την πώληση και η τεχνική υποστήριξη,
    - δ) οι όροι παράδοσης, όπως η ημερομηνία παράδοσης, η διαδικασία και η προθεσμία παράδοσης ή η προθεσμία ολοκλήρωσης ή περαίωσης,
    - ε) η παροχή της εγγύησης της παρ. 10 του άρθρου 72, περί εγγυήσεων,
    - στ) η προσαύξηση του προβλεπόμενου στα έγγραφα της σύμβασης χρόνου εγγύησης.
3. Τα κοινωνικά χαρακτηριστικά, κατά την παρ. 2, εξειδικεύονται ιδίως σε:
  - α) απασχόληση εργαζομένων που ανήκουν σε ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού κατά την έννοια του ν. 4430/2016 (Α' 205), για χρονικό διάστημα δώδεκα (12) τουλάχιστον μηνών πριν από τη συμμετοχή του οικονομικού φορέα σε διαδικασία ανάθεσης δημόσιας σύμβασης,
  - β) διευκόλυνση της κοινωνικής ή/και εργασιακής ένταξης ατόμων που προέρχονται από ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού,

- 
- γ) καταπολέμηση των διακρίσεων ή/και
  - δ) προαγωγή της ισότητας ανδρών και γυναικών.

4. Στα κριτήρια της παρ. 2 στις διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης εκπόνησης μελέτης μπορούν να περιλαμβάνονται επιπλέον και ιδίως:

- α) ο βαθμός κατανόησης του αντικειμένου και των στόχων της προς εκπόνηση μελέτης, όπως προκύπτει από την τεχνική έκθεση της περ. α' της παρ. 2 του άρθρου 94, περί περιεχομένου φακέλου «Τεχνική προσφορά», με εντοπισμό των θεμάτων στα οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία κατά την εκπόνηση της μελέτης,
- β) η πληρότητα και αξιοπιστία της μεθοδολογίας εκπόνησης της μελέτης, βάσει των στοιχείων των περ. β' και γ' της παρ. 2 του άρθρου 94, και συγκεκριμένα: ο βαθμός κάλυψης των απαιτήσεων της προς εκπόνηση μελέτης από δραστηριότητες που παρουσιάζει ο οικονομικός φορέας, ο βαθμός επάρκειας των ενεργειών και διαδικασιών για την παραγωγή της μελέτης, περιλαμβανομένων και των ενεργειών του συντονιστή, καθώς και η τεκμηρίωση της δυνατότητας υλοποίησης και η αξιοπιστία του προτεινόμενου χρονοδιαγράμματος, σε συνδυασμό με τη στελέχωση της ομάδας μελέτης και τα παρεχόμενα στοιχεία από τα οποία διασφαλίζεται ότι οι οικονομικοί φορείς διαθέτουν τους αναγκαίους ανθρώπινους πόρους, για να εκτελέσουν τη σύμβαση σε κατάλληλο ποιοτικό επίπεδο,
- γ) η οργάνωση του οικονομικού φορέα, βάσει των στοιχείων των περ. δ' και ε' της παρ. 2 του άρθρου 94 και συγκεκριμένα η σαφήνεια στον καθορισμό των καθηκόντων της ομάδας, η επάρκεια της προτεινόμενης ομάδας μελέτης σε σχέση με τη δομή του οργανογράμματος και ο βαθμός συνοχής της προτεινόμενης ομάδας μελέτης,
- δ) η ευκολία κατασκευής της τεχνικής λύσης και η εκτίμηση της δαπάνης του έργου, που περιλαμβάνει τη δαπάνη κατασκευής του έργου και την ετήσια δαπάνη λειτουργίας και συντήρησης κατά τη διάρκεια ζωής του έργου, εφόσον στα έγγραφα της σύμβασης περιλαμβάνονται συγκεκριμένες παράμετροι υπολογισμού της δαπάνης λειτουργίας και συντήρησης, όπως προκύπτουν από την τεχνική έκθεση της περ. α' της παρ. 2 του άρθρου 94.

5. Στα κριτήρια της παρ. 2 στις διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης παροχής υπηρεσιών μπορούν να περιλαμβάνονται και η ορθότητα αντίληψης από τον οικονομικό φορέα του αντικειμένου και των απαιτήσεων της σύμβασης, η επιτυχής επισήμανση προβλημάτων κατά την υλοποίηση και η διαμόρφωση κατάλληλων προτάσεων για την επίλυσή τους, η επαρκής ανάλυση εξειδίκευση της καταλληλότητας και αποτελεσματικότητας της μεθοδολογίας υλοποίησης και των απαραίτητων εργαλείων υποστήριξης της εφαρμογής της, καθώς και η αποτελεσματική επικοινωνία του οικονομικού φορέα με την αναθέτουσα αρχή, κατά το στάδιο της εκτέλεσης της σύμβασης, ο αποτελεσματικός προσδιορισμός τεκμηρίωση των κρίσιμων παραγόντων επιτυχίας και η παρουσίαση εναλλακτικών τρόπων διασφάλισής τους, η ορθολογική ανάλυση του αντικειμένου της σύμβασης σε ενότητες εργασιών και η σύνδεσή τους με τα

---

ελάχιστα απαιτούμενα παραδοτέα και το χρονοδιάγραμμα που περιγράφονται στις τεχνικές προδιαγραφές αυτού, η πληρότητα επάρκεια του καθορισμού των περιεχομένων των προσφερομένων παραδοτέων και η τεκμηρίωση της διασφάλισης εφαρμοσιμότητας των λύσεων που προτείνονται, η καταλληλότητα του μοντέλου οργάνωσης της παροχής των υπηρεσιών, η επάρκεια και σαφήνεια κατανομής αρμοδιοτήτων στα μέλη της ομάδας έργου, καθώς και τα επίπεδα διοίκησης.

6. Στις διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης εκπόνησης μελετών, ήτοι πλήρους μελέτης ή επιμέρους σταδίων αυτής, οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να χρησιμοποιούν την τιμή ή το κόστος ως μοναδικό κριτήριο ανάθεσης, μόνο εφόσον συντρέχει μία από τις παρακάτω περιπτώσεις, και κατόπιν γνώμης του αρμόδιου τεχνικού συμβουλίου της αναθέτουσας αρχής:
  - α) όταν δεν απαιτούνται τεχνικά στοιχεία άλλα, πέραν των ήδη περιεχομένων στο φάκελο δημόσιας σύμβασης, όπως κατά κύριο λόγο στις περιπτώσεις τοπογραφικών μελετών ή γεωτεχνικών ερευνών ή κυκλοφοριακών μελετών ή οικονομικών μελετών,
  - β) όταν περιέχονται στον φάκελο δημόσιας σύμβασης επαρκή τεχνικά στοιχεία από εγκεκριμένες μελέτες προηγούμενων σταδίων και είναι σε ισχύ εκδοθείσα Α.Ε.Π.Ο..
7. Το στοιχείο του κόστους μπορεί επίσης να λαμβάνει τη μορφή σταθερής τιμής ή κόστους βάσει του οποίου οι οικονομικοί φορείς θα ανταγωνίζονται αποκλειστικά και μόνο βάσει ποιοτικών κριτηρίων.
8. Τα κριτήρια ανάθεσης θεωρούνται ότι συνδέονται με το αντικείμενο της δημόσιας σύμβασης, εφόσον συνδέονται με τα έργα, τα αγαθά ή τις υπηρεσίες που θα παρασχεθούν στο πλαίσιο της σύμβασης σε σχέση με οποιαδήποτε πτυχή της και σε οποιοδήποτε από τα στάδια του κύκλου ζωής της, περιλαμβανομένων και των παραγόντων που εμπλέκονται:
  - α) στη συγκεκριμένη διαδικασία παραγωγής, διάθεσης ή εμπορίας των εν λόγω έργων, αγαθών ή υπηρεσιών ή
  - β) στη συγκεκριμένη διαδικασία άλλου σταδίου του κύκλου ζωής της, έστω και αν οι εν λόγω παράγοντες δεν αποτελούν μέρος της υλικής υπόστασής της.
9. Τα κριτήρια ανάθεσης δεν έχουν ως αποτέλεσμα την παροχή απεριόριστης ελευθερίας επιλογής στην εν λόγω αναθέτουσα αρχή. Διασφαλίζουν τη δυνατότητα αποτελεσματικού ανταγωνισμού και συνοδεύονται από προδιαγραφές που επιτρέπουν την αποτελεσματική επαλήθευση των πληροφοριών που παρέχονται από τους προσφέροντες, προκειμένου να αξιολογείται ο βαθμός συμμόρφωσής τους προς τα κριτήρια ανάθεσης. Εάν υπάρχουν αμφιβολίες, οι αναθέτουσες αρχές επαληθεύουν αποτελεσματικά την ακρίβεια των πληροφοριών και αποδείξεων, τις οποίες παρέχουν οι προσφέροντες.

- 
10. Η αναθέτουσα αρχή διευκρινίζει στα έγγραφα της σύμβασης τη σχετική στάθμιση που προσδίδει σε καθένα από τα κριτήρια που έχουν επιλεγεί για τον προσδιορισμό της πλέον συμφέρουσας από οικονομική άποψη προσφοράς, εκτός εάν αυτό καθορίζεται μόνο βάσει της τιμής.
- Η στάθμιση αυτή μπορεί να εκφράζεται με την πρόβλεψη περιθωρίου διακύμανσης με το κατάλληλο μέγιστο εύρος.
- Εάν δεν είναι δυνατή η στάθμιση για αντικειμενικούς λόγους, η αναθέτουσα αρχή επισημαίνει τα κριτήρια με φθίνουσα σειρά σπουδαιότητας.
- Ειδικότερα κατά την ανάθεση σύμβασης μελετών και παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών το κριτήριο της τιμής έχει βαρύτητα τριάντα τοις εκατό (30%) και τα λοιπά κριτήρια ανάθεσης έχουν συνολική βαρύτητα εβδομήντα τοις εκατό (70 %). Με απόφαση του αρμόδιου αποφαινόμενου οργάνου ορίζονται επιμέρους κριτήρια πλην της τιμής, που δύνανται να χρησιμοποιούνται για την ανάθεση και η επιμέρους βαρύτητά τους, ενώ μπορεί με αιτιολογημένη απόφαση της αναθέτουσας αρχής, η οποία εκδίδεται κατόπιν γνώμης του οικείου Τεχνικού Συμβουλίου, να ορίζεται μικρότερο ποσοστό βαρύτητας του 30% για το κριτήριο της τιμής.
11. Το άθροισμα των σχετικών συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων αξιολόγησης, εκφρασμένων σε ποσοστό επί τοις εκατό, ανέρχεται σε κάθε περίπτωση σε 100. Η βαθμολόγηση και κατάταξη των τεχνικών προσφορών γίνεται, σύμφωνα με τον τύπο:  $T = \sigma_1 \times K_1 + \sigma_2 \times K_2 + \dots + \sigma_n \times K_n$ , όπου «σν» είναι ο συντελεστής βαρύτητας, «Κν» η βαθμολογία του κριτηρίου αξιολόγησης και U η συνολική βαθμολογία της τεχνικής προσφοράς και ισχύει  $\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n = 1$ .
- Κάθε κριτήριο αξιολόγησης βαθμολογείται αυτόνομα με βάση τα στοιχεία της προσφοράς. Η βαθμολόγηση πρέπει να είναι πλήρως και ειδικά αιτιολογημένη και να περιλαμβάνει υποχρεωτικά, εκτός από τη βαθμολογία, και τη λεκτική διατύπωση της κρίσης ανά κριτήριο.
- 11Α. α) Με απόφαση του Υπουργού Υποδομών και Μεταφορών που εκδίδεται κατόπιν γνώμης του Τεχνικού Συμβουλίου της Γενικής Γραμματείας Υποδομών, καθορίζονται τα κριτήρια της παρ. 2 που δύναται κάθε αναθέτουσα αρχή να περιλαμβάνει στις διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης έργου. Υποχρεωτικά μεταξύ των ανωτέρω κριτηρίων περιλαμβάνεται ως κριτήριο με συντελεστή βαρύτητας δέκα τοις εκατό (10%) τουλάχιστον η πλήρωση των στοιχειωδών κριτηρίων της εργαλειοθήκης της Ε.Ε. για τις κατασκευές, όπως καθορίζονται στο εκάστοτε ισχύον «Δελτίο Προϊόντος Πράσινη Δημόσια Σύμβαση (ΠΔΣ) για Κατασκευές».
- β) Η αναθέτουσα αρχή δύναται, με αιτιολογημένη απόφασή της, να αποκλίνει από τα μη υποχρεωτικά κριτήρια της περ. α) μετά από γνώμη του Τεχνικού Συμβουλίου Κατασκευών της Γενικής Γραμματείας Υποδομών του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών.
-

---

γ) Η προσφορά προσθέτου χρόνου εγγύησης συνοδεύεται (πέραν της εγγύησης καλής εκτέλεσης) από εγγύηση «προσθέτου χρόνου εγγύησης», σύμφωνα με όσα ορίζονται στην περ. δ' της παρ. 1 του άρθρου 72, που κατατίθεται με την υπογραφή της σύμβασης.

12. Στις διαδικασίες σύναψης δημόσιας σύμβασης εκπόνησης μελετών και παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών, οι οικονομικές προσφορές βαθμολογούνται σε εκατονταβάθμια κλίμακα και η βαθμολογία ΒΟΠι της κάθε οικονομικής προσφοράς ΟΠι προκύπτει από το προσφερόμενο ποσοστό έκπτωσης «ε» ως εξής:

$$\text{ΒΟΠι}=(120*\epsilon)/(20+\epsilon).$$

13. Στις διαδικασίες σύναψης δημόσιων συμβάσεων προμηθειών και παροχής γενικών υπηρεσιών, όταν η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά δεν προσδιορίζεται αποκλειστικά βάσει της τιμής ή του κόστους, η βαθμολογία κάθε κριτηρίου αξιολόγησης κυμαίνεται από εκατό (100) έως εκατόν είκοσι (120) βαθμούς. Η βαθμολογία είναι εκατό (100) βαθμοί για τις περιπτώσεις που ικανοποιούνται ακριβώς όλοι οι όροι του κριτηρίου. Η βαθμολογία αυτή αυξάνεται έως εκατόν είκοσι (120) βαθμούς, όταν υπερκαλύπτονται οι όροι του κριτηρίου. Η συνολική βαθμολογία της τεχνικής προσφοράς, όπως προκύπτει από τον τύπο της παρ. 11 κυμαίνεται από εκατό (100) έως εκατόν είκοσι (120) βαθμούς. Η αναθέτουσα αρχή μπορεί να ορίσει στα έγγραφα της σύμβασης μεγαλύτερο περιθώριο διακύμανσης από το αναφερόμενο στο πρώτο εδάφιο από εκατό (100) έως εκατό πενήντα (150) βαθμούς, προσαρμόζοντας αναλόγως τους όρους της διαδικασίας σύναψης σύμβασης. Η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά μπορεί να προσδιοριστεί:

- α) Ως εκείνη που παρουσιάζει τον μικρότερο λόγο της προσφερόμενης ή συγκριτικής τιμής της προσφοράς προς τη βαθμολογία των κριτηρίων αξιολόγησης που δεν αφορούν την τιμή ή το κόστος. Συγκριτική τιμή προσφοράς είναι η τιμή, στην περίπτωση που για τη διαμόρφωσή της λαμβάνονται υπόψη ένα ή περισσότερα είδη κόστους, σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 87, εφόσον προβλέπεται από τα έγγραφα της σύμβασης. Η αναθέτουσα αρχή, στην περίπτωση αυτή, καθορίζει με σαφήνεια στα έγγραφα της σύμβασης τον ακριβή τρόπο υπολογισμού της συγκριτικής τιμής προσφοράς, όπως με μαθηματικό τύπο.
- β) Για τις δημόσιες συμβάσεις παροχής γενικών υπηρεσιών η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά μπορεί εναλλακτικά να είναι εκείνη που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή (Α) της σχέσης:

$$A = \sigma T_x (T/T_{\max}) + \sigma_{ox} (O_{\min}/O),$$

όπου: T = Συνολική βαθμολογία τεχνικής προσφοράς, T<sub>max</sub>= Συνολική βαθμολογία της καλύτερης τεχνικής προσφοράς, O<sub>min</sub> = τιμή χαμηλότερης οικονομικής προσφοράς, O = τιμή οικονομικής προσφοράς, σT = Συντελεστής βαρύτητας τεχνικής προσφοράς, ποσοστό επί τοις εκατό, που μπορεί να κυμαίνεται από εξήντα (60) έως ογδόντα (80), σO = Συντελεστής βαρύτητας οικονομικής

---

προσφοράς, ποσοστό επί τοις εκατό, που μπορεί να κυμαίνεται από είκοσι (20) έως σαράντα (40).

Το άθροισμα των δύο συντελεστών βαρύτητας ισούται με εκατό (100).

14. Αν κριτήριο ανάθεσης έχει οριστεί η πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά με βάση τη βέλτιστη σχέση ποιότητας τιμής κατά το παρόν άρθρο και η διαδικασία σύναψης της σύμβασης διενεργείται από ΚΑΑ, τα κριτήρια, οι τυχόν ομάδες στις οποίες αυτά κατατάσσονται, καθώς και οι συντελεστές βαρύτητας αυτών εγκρίνονται από την ΚΑΑ.
15. Για τις δημόσιες συμβάσεις έργων, μελετών και παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών, με απόφαση του Υπουργού Υποδομών και Μεταφορών μπορεί να ορίζεται ότι οι αναθέτουσες αρχές δεν μπορούν να χρησιμοποιούν την τιμή ή το κόστος ως μοναδικό κριτήριο ανάθεσης, ή μπορεί να περιορίζεται η χρήση τους σε ορισμένες κατηγορίες αναθετουσών αρχών ή ορισμένα είδη συμβάσεων. Στις δημόσιες συμβάσεις έργων, μελετών, παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών, μπορεί να εκδίδονται εγκύκλιοι του Υπουργού Υποδομών και Μεταφορών σχετικά με τη στάθμιση των επιμέρους κριτηρίων ανάθεσης, τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων ανάθεσης που σχετίζονται με την τεχνική προσφορά, ανά κατηγορία έργου και μελέτης και ανά εκτιμώμενη αξία σύμβασης. Η αναθέτουσα αρχή μπορεί να αποκλίνει από όσα ορίζονται στις ανωτέρω εγκυκλίους, έπειτα από σύμφωνη γνώμη του αρμόδιου τεχνικού συμβουλίου.
16. Στις δημόσιες συμβάσεις προμηθειών και παροχής γενικών υπηρεσιών μπορεί να εκδίδονται εγκύκλιοι του Υπουργού Ανάπτυξης και Επενδύσεων σχετικά με τη στάθμιση των επιμέρους κριτηρίων ανάθεσης, τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων ανάθεσης που σχετίζονται με την τεχνική προσφορά, ανά κατηγορία και εκτιμώμενη αξία σύμβασης. Η αναθέτουσα αρχή μπορεί να αποκλίνει από όσα ορίζονται στις ανωτέρω εγκυκλίους, έπειτα από σύμφωνη γνώμη του συλλογικού οργάνου της παρ. 5 του άρθρου 41.

#### **ν ΔΗΜΟΣΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΤΩ ΤΩΝ ΟΡΙΩΝ**

Επιλογή των διαδικασιών Για δημόσιες συμβάσεις κάτω των ορίων οι αναθέτουσες αρχές μπορούν να προσφεύγουν, εκτός από τις διαδικασίες που προβλέπονται στο άρθρο 26, στις διαδικασίες των άρθρων 117Α, περί δημόσιων συμβάσεων ήσσονος αξίας και 118, περί απευθείας ανάθεσης, καθώς και στο σύστημα προεπιλογής, του άρθρου 303 αναλόγως εφαρμοζόμενου. Σημειώνεται ότι το άρθρο 117 (Συνοπτικός διαγωνισμός) καταργήθηκε από 1-09-2021.

Δημόσιες συμβάσεις ήσσονος αξίας Για τις δημόσιες συμβάσεις ήσσονος αξίας, με την έννοια της περ. 30α της παρ. 1 του άρθρου 2, είναι δυνατό να μην ακολουθείται διαδικασία



---

ανάθεσης σύμβασης και οι πληρωμές να εκτελούνται ως εξόφληση έναντι νόμιμου φορολογικού παραστατικού, χωρίς να απαιτούνται έκδοση πράξης ανάθεσης ή οι διαδικασίες εκτέλεσης του παρόντος από την αναθέτουσα αρχή. Για τον υπολογισμό της εκτιμώμενης αξίας μιας σύμβασης ως ήσσονος αξίας εφαρμόζεται το άρθρο 6.

**Άρθρο 118.** Απευθείας ανάθεση 1. Προσφυγή στη διαδικασία της απευθείας ανάθεσης επιτρέπεται, όταν η εκτιμώμενη αξία της σύμβασης, είναι ίση ή κατώτερη από το όριο των τριάντα χιλιάδων (30.000) ευρώ. 19 Για τις διαδικασίες ανάθεσης σύμβασης έργου και τις συμβάσεις υπηρεσιών, οι οποίες εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής των άρθρων 107 έως 110, το ποσό του προηγούμενου εδαφίου είναι εξήντα χιλιάδες (60.000) ευρώ. 2. Η απευθείας ανάθεση διενεργείται από τις αρμόδιες για την ανάθεση της σύμβασης υπηρεσίες της αναθέτουσας αρχής, χωρίς να απαιτείται γνωμοδότηση συλλογικού οργάνου. 3. Μετά την έκδοση της απόφασης ανάθεσης, η αναθέτουσα αρχή τη δημοσιεύει στο ΚΗΜΔΗΣ, σύμφωνα με την παρ. 3 του άρθρου 38 και την κοινοποιεί στον οικονομικό φορέα. Η παράλειψη εκπλήρωσης της υποχρέωσης του προηγούμενου εδαφίου καθιστά τη σύμβαση αυτοδικαίως άκυρη. Με την κοινοποίηση της απόφασης ανάθεσης η σύμβαση θεωρείται, ότι έχει συναφθεί και η υπογραφή του σχετικού συμφωνητικού έχει αποδεικτικό χαρακτήρα. Η υπογραφή συμφωνητικού απαιτείται για συμβάσεις με εκτιμώμενη αξία που υπερβαίνει το ποσό των δύο χιλιάδων πεντακοσίων (2.500) ευρώ, με την επιφύλαξη της παρ. 6 του άρθρου 105, περί κατακύρωσης και σύναψης σύμβασης. Ειδικά για τις συμβάσεις προμηθειών και υπηρεσιών που αφορούν σε ενέργειες τεχνικής βοήθειας των συγχρηματοδοτούμενων προγραμμάτων του ΕΣΠΑ και του ΕΟΧ ή άλλων ενωσιακών ή διεθνών προγραμμάτων ή/και ταμείων, καθώς και των τομεακών, περιφερειακών και ειδικών προγραμμάτων του Εθνικού Προγράμματος Ανάπτυξης (ΕΠΑ), το ανωτέρω ποσό ορίζεται σε δέκα χιλιάδες (10.000) ευρώ. Η απόφαση ανάθεσης περιέχει κατ' ελάχιστο: α) την επωνυμία και τα στοιχεία της αναθέτουσας αρχής, β) περιγραφή του αντικειμένου της σύμβασης και της αξίας της, γ) όνομα και στοιχεία επικοινωνίας του οικονομικού φορέα στον οποίο ανατίθεται η σύμβαση, δ) κάθε άλλη πληροφορία που η αναθέτουσα αρχή κρίνει απαραίτητη. 4. Για τις δημόσιες συμβάσεις έργων, μελετών και παροχής τεχνικών και λοιπών συναφών επιστημονικών υπηρεσιών, η επιλογή του αναδόχου διενεργείται με απόφαση της αναθέτουσας αρχής. Η σύμβαση συνάπτεται με τον ανάδοχο που επιλέγεται και διαθέτει τα αναγκαία προς τούτο προσόντα και την απαραίτητη εξειδίκευση. Η εκτιμώμενη αξία της σύμβασης αποτελεί το ανώτατο όριο της συμβατικής αμοιβής του αναδόχου. Μετά από την υπογραφή της σύμβασης, ο ανάδοχος ή ελεγχόμενο από αυτόν φυσικό ή νομικό πρόσωπο δεν δύναται να συνάψει σύμβαση του παρόντος άρθρου με την αυτή αναθέτουσα αρχή για διάστημα δώδεκα (12) μηνών. 5. Σύμφωνα με το παρόν άρθρο, μπορούν να ανατεθούν από κάθε αναθέτουσα αρχή κατ' έτος, μία ή περισσότερες συμβάσεις, συνολικού προϋπολογισμού μέχρι ποσοστού δέκα τοις εκατό (10%) των

---

πιστώσεων της αναθέτουσας αρχής κατ' έτος, για ανάθεση συμβάσεων έργων, μελετών και παροχής τεχνικών και λοιπών επιστημονικών υπηρεσιών, αντίστοιχα. Συμβάσεις που συνάπτονται κατά παράβαση του ορίου του προηγούμενου εδαφίου είναι άκυρες και δεν παράγουν έννομα αποτελέσματα.

## *vi ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ*

**Άρθρο 212.** Προθεσμίες διαδικασιών σύναψης δημοσίων συμβάσεων κάτω των ορίων 1. Στις διαδικασίες σύναψης δημοσίων συμβάσεων κάτω των ορίων τηρούνται οι ακόλουθες προθεσμίες: α) Στην ανοικτή διαδικασία, η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής προσφορών ανέρχεται σε δεκαπέντε (15) ημέρες από την ημερομηνία δημοσίευσης της προκήρυξης της σύμβασης στο ΚΗΜΔΗΣ. Σε περίπτωση που επείγουσα κατάσταση δεόντως τεκμηριωμένη από την Αναθέτουσα Αρχή καθιστά αδύνατη την τήρηση της ελάχιστης προθεσμίας που προβλέπεται στο προηγούμενο εδάφιο, οι Αναθέτουσες Αρχές μπορούν να ορίζουν ελάχιστη προθεσμία που δεν είναι μικρότερη των δέκα (10) ημερών από την ημερομηνία δημοσίευσης της προκήρυξης της σύμβασης στο ΚΗΜΔΗΣ. 20 β) Στην κλειστή διαδικασία και στην ανταγωνιστική διαδικασία με διαπραγμάτευση, η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής ανέρχεται σε δέκα (10) ημέρες από την ημερομηνία δημοσίευσης της προκήρυξης της σύμβασης στο ΚΗΜΔΗΣ και η ελάχιστη προθεσμία παραλαβής των προσφορών των οικονομικών φορέων που έχουν προεπιλεγεί για την υποβολή προσφοράς ανέρχεται σε επτά (7) ημέρες από την ημερομηνία αποστολής της πρόσκλησης υποβολής προσφοράς προς τους προεπιλεγέντες. Κατά τον καθορισμό των προθεσμιών παραλαβής των αιτήσεων συμμετοχής και των προσφορών η αναθέτουσα αρχή λαμβάνει υπόψη, ιδίως, τον ιδιαίτερο χαρακτήρα της σύμβασης και το χρόνο που απαιτείται για την προετοιμασία των αιτήσεων συμμετοχής ή προσφορών, με την επιφύλαξη των ελάχιστων προθεσμιών που καθορίζονται στην παρ. 1. 3. Οι προθεσμίες για την παραλαβή των αιτήσεων συμμετοχής και των προσφορών πρέπει να καθορίζονται κατά τρόπο, ώστε να προκύπτει η ακριβής ημερομηνία και ώρα υποβολής των αιτήσεων συμμετοχής και των προσφορών. 4. Εάν οι προσφορές μπορούν να συνταχθούν μόνον έπειτα από επιτόπια επίσκεψη ή από επιτόπια εξέταση εγγράφων προσαρτημένων στα έγγραφα της σύμβασης, οι προθεσμίες παραλαβής των προσφορών, οι οποίες είναι υποχρεωτικά μεγαλύτερες από τις ελάχιστες προθεσμίες που προβλέπονται στην παρ. 1, καθορίζονται κατά τρόπο ώστε όλοι οι ενδιαφερόμενοι οικονομικοί φορείς να μπορούν να λάβουν γνώση όλων των αναγκαίων πληροφοριών για την κατάρτιση των προσφορών. 5. Οι αναθέτουσες αρχές παρατείνουν την προθεσμία παραλαβής των προσφορών, ούτως ώστε όλοι οι ενδιαφερόμενοι οικονομικοί φορείς να μπορούν να λάβουν γνώση όλων των αναγκαίων πληροφοριών για την κατάρτιση των προσφορών στις ακόλουθες περιπτώσεις: α) Όταν, για οποιονδήποτε λόγο, πρόσθετες πληροφορίες, αν και ζητήθηκαν από τον οικονομικό φορέα έγκαιρα δεν έχουν παρασχεθεί το αργότερο

---

τέσσερις (4) ημέρες πριν από την προθεσμία που ορίζεται για την παραλαβή των προσφορών. β) Όταν τα έγγραφα της σύμβασης υφίστανται σημαντικές αλλαγές. Η διάρκεια της παράτασης είναι ανάλογη με τη σπουδαιότητα των πληροφοριών που ζητήθηκαν ή των αλλαγών. Όταν οι πρόσθετες πληροφορίες δεν έχουν ζητηθεί έγκαιρα ή δεν έχουν σημασία για την προετοιμασία κατάλληλων προσφορών, δεν απαιτείται από τις αναθέτουσες αρχές να παρατείνουν τις προθεσμίες.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: Υπολογισμοί στα παραδείγματα ενεργειακών αναβαθμίσεων

## 1. Παπαχαράλαμπειο Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου: Κλειστό γήπεδο / Αποδυτήρια κλειστό

- Βαθμομερές θέρμανσης και εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων

Πίνακας ΙΙ.1: Εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών θέρμανσης.

Οραία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα														
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος		
0:00	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63		
1:00	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31		
2:00	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06		
3:00	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86		
4:00	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80		
5:00	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93		
6:00	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25		
7:00	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82		
8:00	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66		
9:00	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62		
10:00	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70		
11:00	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73		
12:00	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50		
13:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01		
14:00	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20		
15:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01		
16:00	13,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56		
17:00	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86		
18:00	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02		
19:00	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19		
20:00	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49		
21:00	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85		
22:00	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34		
23:00	8,36	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95		
Υπολογισμός του ωριαίου θερμικού ισχύος των απαλειών κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρασιακής περιόδου [kcal/h]														
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος		
0:00	76.356	75.211	61.856	35.309	24.965	17.994	1.415	647	1.957	9.320	38.517	63.000		
1:00	78.840	77.846	64.415	37.945	27.525	20.629	1.446	3.584	4.969	12.106	41.076	65.409		
2:00	80.828	79.955	66.463	40.053	29.573	22.737	1.446	5.933	7.378	14.335	43.124	67.336		
3:00	82.319	81.536	67.999	41.634	31.108	24.318	1.446	7.694	9.185	16.006	44.660	68.782		
4:00	82.815	82.063	68.511	42.161	31.620	24.845	1.446	8.282	9.787	16.563	45.172	69.264		
5:00	81.822	81.009	67.487	41.107	30.597	23.791	1.446	8.879	7.107	15.449	44.148	68.300		
6:00	79.337	78.374	64.927	38.472	28.037	21.156	2.018	4.171	5.571	12.663	41.588	65.891		
7:00	74.865	73.638	60.320	33.728	23.429	16.413	-3.132	-1.114	151	7.649	36.981	61.554		
8:00	68.406	66.779	53.664	26.877	16.774	9.561	-10.570	-8.748	-7.679	407	30.326	55.291		
9:00	60.952	58.874	45.985	18.972	9.095	1.656	-19.153	-17.557	-16.714	-7.950	22.646	48.063		
10:00	52.505	49.915	37.282	10.013	391	-7.303	-28.880	-27.540	-26.953	-17.421	13.943	39.872		
11:00	44.555	41.483	29.091	1.581	-7.800	-15.735	-38.035	-36.936	-36.589	-26.335	5.752	32.162		
12:00	38.592	35.159	22.947	-4.743	-13.943	-22.059	-44.901	-43.983	-43.817	-33.021	-391	26.380		
13:00	34.617	30.943	18.852	-8.959	-18.039	-26.275	-49.478	-48.680	-48.635	-37.478	-4.487	22.526		
14:00	33.126	29.362	17.316	-10.540	-19.575	-27.856	-51.195	-50.442	-50.442	-39.149	-6.023	21.080		
15:00	34.617	30.943	18.852	-8.959	-18.039	-26.275	-49.478	-48.680	-48.635	-37.478	-4.487	22.526		
16:00	38.095	34.632	22.435	-5.270	-14.455	-22.598	-45.473	-44.570	-44.419	-33.578	-983	25.899		
17:00	43.561	40.429	28.067	5.27	-8.824	-16.789	-39.179	-38.110	-37.794	-27.450	4.738	31.199		
18:00	50.021	47.280	34.722	7.378	-2.168	-9.938	-31.741	-30.476	-29.964	-20.207	11.383	37.463		
19:00	56.480	54.131	41.378	14.229	4.487	-3.087	-24.303	-22.842	-22.134	-12.964	18.039	43.727		
20:00	61.946	59.928	47.009	20.026	10.119	2.710	-18.009	-16.382	-15.509	-6.836	23.670	49.027		
21:00	66.915	65.198	52.129	25.296	15.238	7.980	-12.287	-10.510	-9.486	-1.265	28.790	53.845		
22:00	70.890	69.414	56.224	29.512	19.334	12.196	-7.709	-5.812	-4.668	3.192	32.885	57.700		
23:00	73.871	72.576	59.296	32.674	22.405	16.358	-4.276	-2.289	-1.054	6.535	35.957	60.591		
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]</b>	<b>45.456</b>	<b>39.667</b>	<b>34.324</b>	<b>14.230</b>	<b>6.656</b>	<b>1.303</b>	<b>-14.126</b>	<b>-12.518</b>	<b>-12.304</b>	<b>-5.794</b>	<b>16.413</b>	<b>35.863</b>	<b>149.170</b>	
Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου θερμικού ισχύος απαλειών θέρμανσης κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρασιακής περιόδου [KWh]														
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος		
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
9:00	70,9	68,5	53,5	22,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,3	55,9		
10:00	61,1	58,0	43,4	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	46,4		
11:00	51,8	48,2	33,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	37,4		
12:00	44,9	40,9	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,7		
13:00	40,3	36,0	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2		
14:00	38,5	34,1	20,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,5		
15:00	40,3	36,0	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2		
16:00	44,3	40,3	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,1		
17:00	50,7	47,0	32,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	36,3		
18:00	58,2	55,0	40,4	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	43,6		
19:00	65,7	62,9	48,1	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	50,8		
20:00	72,0	69,7	54,7	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,5	57,0		
21:00	77,8	75,8	60,6	29,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,5	62,6		
22:00	82,4	80,7	65,4	34,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	38,2		
23:00	85,0	83,0	67,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0		
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]</b>	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	<b>0,55</b>	<b>0,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,19</b>	<b>0,59</b>	<b>3</b>	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh]</b>	<b>24,76</b>	<b>21,49</b>	<b>17,02</b>	<b>4,45</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,12</b>	<b>5,65</b>	<b>18,44</b>	<b>9</b>	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh ΠΡΟΤΥΠΩΣ]</b>	<b>30,94913357</b>	<b>26,3595529</b>	<b>21,28045317</b>	<b>5,56115175</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,143832701</b>	<b>7,056819245</b>	<b>23,04579804</b>	<b>114</b>

➤ Βαθμομέρες ψύξης και εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων

**Πίνακας II.2: Εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών ψύξης.**

		Ωριαία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα												
		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	
Θαλάσσια Θερμική Κατανομή [°C]	1	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63	
	2	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31	
	3	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06	
	4	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86	
	5	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80	
	6	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93	
	7	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25	
	8	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82	
	9	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66	
	10	9,80	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62	
	11	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70	
	12	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73	
	13	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50	
	14	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01	
	15	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20	
	16	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01	
	17	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56	
	18	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,05	17,37	13,86	
	19	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02	
	20	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19	
	21	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49	
	22	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85	
	23	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34	
	24	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95	
<b>Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ θερμικής ισχύος των ψυκτικών φορτίων κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της ψυκτικής περιόδου [kcal/h].</b>														
Μέση ωριαία Θερμική Απαιτούμενη [kcal/h]	1	-327.835	-324.928	-291.001	-223.567	-130.354	-45.708	3.595	-1.645	-71.909	-157.549	-231.714	-293.908	
	2	-334.146	-331.622	-297.503	-230.261	-136.856	-52.402	-3.672	-9.103	-79.559	-164.625	-238.217	-300.028	
	3	-339.195	-336.976	-302.705	-235.616	-142.058	-57.756	-9.486	-15.070	-85.678	-170.286	-243.419	-304.923	
	4	-342.982	-340.993	-306.606	-239.632	-145.959	-61.773	-13.846	-19.545	-90.268	-174.532	-247.320	-308.595	
	5	-344.244	-342.331	-307.907	-240.971	-147.890	-63.111	-15.300	-21.037	-91.798	-175.947	-248.621	-309.819	
	6	-341.719	-339.654	-305.306	-238.293	-144.659	-60.434	-12.393	-18.054	-88.738	-173.116	-246.020	-307.371	
	7	-335.408	-332.960	-298.804	-231.600	-138.157	-53.740	-5.125	-10.595	-81.089	-166.040	-239.517	-301.252	
	8	-324.048	-320.912	-287.099	-219.551	-126.452	-41.692	7.956	2.830	-67.319	-153.303	-227.813	-290.236	
	9	-307.639	-303.508	-270.193	-202.148	-109.546	-24.288	26.851	22.223	-47.429	-134.905	-210.907	-274.324	
	10	-288.706	-283.427	-250.686	-182.067	-90.039	-4.207	48.653	44.599	-24.480	-113.677	-191.400	-255.964	
	11	-267.248	-260.669	-228.578	-159.308	-67.931	18.551	73.362	69.958	1.530	-89.618	-169.291	-235.157	
	12	-247.052	-239.249	-207.770	-137.889	-47.123	39.971	96.618	93.826	26.010	-66.975	-148.484	-215.573	
	13	-231.906	-223.185	-192.165	-121.824	-31.517	56.035	114.059	111.726	44.369	-49.992	-132.878	-200.885	
	14	-221.808	-212.475	-181.761	-111.114	-21.114	66.745	125.687	123.660	56.609	-38.670	-122.474	-191.094	
	15	-218.021	-208.459	-177.859	-107.098	-17.212	70.761	130.048	128.135	61.199	-34.424	-118.573	-187.422	
	16	-221.808	-212.475	-181.761	-111.114	-21.114	66.745	125.687	123.660	56.609	-38.670	-122.474	-191.094	
	17	-220.643	-211.846	-180.864	-120.485	-20.217	57.374	115.513	113.218	45.899	-48.577	-131.578	-190.661	
	18	-244.528	-236.572	-205.169	-135.211	-44.523	42.648	99.525	96.809	29.069	-64.144	-145.883	-213.125	
	19	-260.937	-253.975	-222.075	-152.615	-61.428	25.245	80.630	77.417	9.180	-82.542	-162.789	-229.037	
	20	-277.346	-271.379	-238.982	-170.018	-78.335	7.841	61.734	58.024	-10.710	-100.940	-179.695	-244.949	
	21	-291.230	-286.105	-253.287	-184.744	-92.640	-6.885	45.746	41.615	-27.540	-116.507	-194.000	-258.412	
	22	-303.853	-299.492	-266.292	-198.131	-105.645	-20.272	31.211	26.698	-42.839	-130.660	-207.005	-270.652	
	23	-313.950	-310.202	-276.695	-208.841	-116.048	-30.982	19.584	14.764	-55.079	-141.981	-217.409	-280.444	
	24	-321.524	-318.234	-284.498	-216.874	-123.851	-39.014	10.863	5.814	-64.259	-150.473	-225.212	-287.788	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]</b>		<b>-215.071</b>	<b>-190.726</b>	<b>-186.793</b>	<b>-135.748</b>	<b>-65.101</b>	<b>-3.310</b>	<b>35.883</b>	<b>31.798</b>	<b>-18.545</b>	<b>-84.883</b>	<b>-138.081</b>	<b>-190.703</b>	<b>-1.161.280</b>
<b>Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος ψυκτικού φορτίου [KWh]</b>														
Μέση ωριαία ισχύς Θερμικών Απαιτήσεων [KWh]	0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,6	51,9	0,0	0,0	0,0	0,0	
	10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	85,3	81,3	1,8	0,0	0,0	0,0	
	11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,3	112,3	109,1	30,2	0,0	0,0	0,0	
	12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,2	132,6	129,9	51,6	0,0	0,0	0,0	
	13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,6	146,1	143,8	65,8	0,0	0,0	0,0	
	14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,3	151,2	149,0	71,2	0,0	0,0	0,0	
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,6	146,1	143,8	65,8	0,0	0,0	0,0	
	16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	134,3	131,6	53,4	0,0	0,0	0,0	
	17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,6	115,7	112,6	33,8	0,0	0,0	0,0	
	18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,4	93,8	90,0	10,7	0,0	0,0	0,0	
	19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	71,8	67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	
	20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,2	48,4	0,0	0,0	0,0	0,0	
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,8	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	
	23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,53</b>	<b>1,36</b>	<b>1,31</b>	<b>0,38</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>4</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh]</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>15,76</b>	<b>42,10</b>	<b>40,52</b>	<b>11,53</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>110</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh] ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7,165680472</b>	<b>19,138361</b>	<b>18,41827531</b>	<b>5,240074421</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>50</b>

## 2. Παπαχαράλαμπειο Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου: Αποδυτήρια ποδοσφαίρου

- Βαθμομέρες θέρμανσης και εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων

**Πίνακας Η.3: Εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών θέρμανσης.**

Θρία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα													
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	
Θρία θερμοκρασία [°C]	0:00	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63
	1:00	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31
	2:00	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06
	3:00	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86
	4:00	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80
	5:00	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93
	6:00	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25
	7:00	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82
	8:00	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66
	9:00	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62
	10:00	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70
	11:00	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73
	12:00	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50
	13:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
	14:00	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20
	15:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
	16:00	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56
	17:00	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86
	18:00	11,96	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02
	19:00	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19
	20:00	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49
	21:00	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85
	22:00	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34
	23:00	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95
<b>Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος των απωλειών κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρασιακής περιόδου [kcal/h]</b>													
Μέση ωριαία θερμοκρασιακή απώλεια [kcal/h]	0:00	112.566	110.879	91.189	52.054	36.804	26.527	-2.087	955	2.886	13.741	56.782	92.876
	1:00	116.229	114.764	94.963	55.939	40.578	30.411	2.131	5.283	7.325	17.847	60.556	96.428
	2:00	119.159	117.871	97.982	59.047	43.597	33.519	5.505	8.746	10.877	21.132	63.575	99.269
	3:00	121.356	120.202	100.246	61.377	45.861	35.850	8.036	11.343	13.541	23.596	65.839	101.400
	4:00	122.089	120.979	101.001	62.154	46.616	36.627	8.879	12.209	14.429	24.418	66.594	102.111
	5:00	120.624	119.425	99.491	60.601	45.106	35.073	7.192	10.477	12.653	22.775	65.085	100.690
	6:00	116.961	115.541	95.718	56.716	41.333	31.188	2.975	6.149	8.213	18.669	61.311	97.138
	7:00	110.368	108.548	88.925	49.724	34.540	24.196	-4.617	-1.643	222	11.277	54.518	90.745
	8:00	100.846	98.448	79.114	39.623	24.729	14.096	-15.583	-12.897	-11.321	1.999	44.707	81.511
	9:00	89.858	86.794	67.793	27.969	13.408	2.442	-28.236	-25.883	-24.640	-11.721	33.386	70.856
	10:00	77.404	73.586	54.962	14.762	577	-10.766	-42.576	-40.600	-39.734	-25.683	20.555	58.780
	11:00	65.684	61.155	42.887	2.331	-11.499	-23.197	-56.072	-54.452	-53.941	-38.824	8.480	47.415
	12:00	56.893	51.832	33.830	-6.992	-20.555	-32.520	-66.194	-64.840	-64.596	-48.680	-577	38.891
	13:00	51.033	45.617	27.792	-13.208	-26.593	-38.736	-72.943	-71.766	-71.700	-55.251	-6.615	33.208
	14:00	48.836	43.286	25.528	-15.539	-28.857	-41.066	-75.473	-74.363	-74.363	-57.715	-8.879	31.077
	15:00	51.033	45.617	27.792	-13.208	-26.593	-38.736	-72.943	-71.766	-71.700	-55.251	-6.615	33.208
	16:00	56.161	51.055	33.075	-7.769	-21.310	-33.297	-67.038	-65.706	-65.484	-49.502	-1.332	38.181
	17:00	64.219	59.602	41.377	777	-13.008	-24.751	-57.759	-56.183	-55.717	-40.467	6.970	45.994
	18:00	73.742	69.702	51.189	10.877	-3.197	-14.651	-46.793	-44.929	-44.174	-29.790	16.782	55.229
	19:00	83.265	79.802	61.000	20.977	6.615	-4.551	-35.828	-33.674	-32.631	-19.112	26.593	64.463
	20:00	91.323	88.348	69.302	29.523	14.917	3.996	-26.549	-24.151	-22.864	-10.078	34.895	72.277
	21:00	98.648	96.117	76.849	37.293	22.464	11.765	-18.114	-15.494	-13.985	-1.865	42.443	79.380
	22:00	104.508	102.333	82.887	43.508	28.502	17.980	-11.365	-8.568	-6.881	4.706	48.480	85.063
	23:00	108.903	106.994	87.416	48.170	33.031	22.642	-6.304	-3.374	-1.594	9.634	53.009	89.325
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]</b>	<b>67.013</b>	<b>58.478</b>	<b>50.602</b>	<b>20.978</b>	<b>9.812</b>	<b>1.921</b>	<b>-20.824</b>	<b>-18.454</b>	<b>-18.139</b>	<b>-8.542</b>	<b>24.196</b>	<b>52.871</b>	<b>219.911</b>
<b>Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος απωλειών θέρμανσης κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρασιακής περιόδου [kWh]</b>													
Μέση ωριαία ισχύς θερμοκρασιακών απωλειών [kWh]	0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	9:00	104,5	100,9	78,8	32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	82,4
	10:00	90,0	85,6	63,9	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,9	68,3
	11:00	76,4	71,1	49,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	55,1
	12:00	66,2	60,3	39,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,2
	13:00	59,3	53,0	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6
	14:00	56,8	50,3	29,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,1
	15:00	59,3	53,0	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6
	16:00	65,3	59,4	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4
	17:00	74,7	69,3	48,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	52,5
	18:00	85,7	81,0	59,5	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5	64,2
	19:00	96,8	92,8	70,9	24,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	75,0
	20:00	106,2	102,7	80,6	34,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,6	84,0
	21:00	114,7	111,8	89,4	43,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,4	92,3
	22:00	121,5	119,0	96,4	50,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	56,4	98,9
	23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]</b>	<b>1,18</b>	<b>1,11</b>	<b>0,81</b>	<b>0,22</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,28</b>	<b>0,88</b>	<b>4</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh]</b>	<b>36,50</b>	<b>31,09</b>	<b>25,10</b>	<b>6,56</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,17</b>	<b>8,32</b>	<b>27,18</b>	<b>135</b>

- Βαθμομέρες ψύξης και εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων

**Πίνακας II.4: Εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών ψύξης.**

Ωριαία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
1	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63
2	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31
3	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06
4	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86
5	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80
6	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93
7	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25
8	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82
9	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66
10	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62
11	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70
12	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73
13	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50
14	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
15	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20
16	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
17	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56
18	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86
19	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02
20	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19
21	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49
22	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85
23	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34
24	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95
Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ θερμικής ισχύος των ψυκτικών φορτίων κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της ψυκτικής περιόδου [Kcal/h].												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
1	-484.970	-480.670	-430.481	-330.726	-192.834	-67.616	5.319	-2.433	-106.375	-233.064	-342.778	-434.781
2	-494.306	-490.572	-440.100	-340.628	-202.453	-77.518	-5.432	-13.467	-117.692	-243.532	-352.397	-443.835
3	-501.775	-498.493	-447.795	-348.549	-210.148	-85.440	-14.033	-22.294	-126.745	-251.906	-360.092	-451.077
4	-507.377	-504.435	-453.567	-354.491	-215.920	-91.381	-20.483	-28.914	-133.535	-258.187	-365.864	-456.509
5	-509.244	-506.415	-455.491	-356.471	-217.843	-93.361	-22.633	-31.120	-135.798	-260.280	-367.787	-458.320
6	-505.510	-502.454	-451.643	-352.510	-213.996	-89.401	-18.333	-26.707	-131.272	-256.093	-363.940	-454.698
7	-496.174	-492.552	-442.024	-342.608	-204.377	-79.499	-7.582	-15.673	-119.955	-245.625	-354.321	-445.645
8	-479.369	-474.729	-424.710	-324.785	-187.062	-61.675	11.769	4.187	-99.586	-226.783	-337.006	-429.349
9	-455.095	-448.984	-399.700	-299.039	-162.053	-35.930	39.721	32.875	-70.163	-199.567	-311.997	-405.811
10	-427.086	-419.278	-370.843	-269.334	-133.196	-6.224	71.973	65.975	-36.213	-168.164	-283.140	-378.651
11	-395.343	-385.611	-338.138	-235.667	-100.491	27.443	108.526	103.490	2.263	-132.573	-250.435	-347.870
12	-365.468	-353.925	-307.357	-203.981	-69.710	59.129	142.928	138.797	38.476	-99.076	-219.654	-318.900
13	-343.061	-330.160	-284.271	-180.216	-46.624	82.894	168.730	165.278	65.636	-73.954	-196.568	-297.172
14	-328.123	-314.317	-268.881	-164.373	-31.234	98.737	185.931	182.932	83.742	-57.205	-181.178	-282.687
15	-322.521	-308.376	-263.109	-158.432	-25.462	104.678	192.381	189.552	90.532	-50.924	-175.406	-277.255
16	-328.123	-314.317	-268.881	-164.373	-31.234	98.737	185.931	182.932	83.742	-57.205	-181.178	-282.687
17	-341.194	-328.180	-282.348	-178.235	-44.700	84.874	170.880	167.485	67.899	-71.860	-194.644	-295.362
18	-361.733	-349.964	-303.510	-200.020	-65.862	63.090	147.228	143.211	43.003	-94.889	-215.806	-315.279
19	-386.007	-375.709	-328.519	-225.765	-90.872	37.345	119.276	114.523	13.580	-122.105	-240.816	-338.817
20	-410.281	-401.454	-353.529	-251.510	-115.881	11.599	91.324	89.836	-15.843	-149.322	-265.825	-362.356
21	-430.821	-423.238	-374.691	-273.294	-137.043	-10.185	67.673	61.562	-40.740	-172.351	-286.987	-382.273
22	-449.493	-443.042	-393.929	-293.098	-156.281	-29.989	46.171	39.495	-63.733	-193.286	-306.225	-400.379
23	-464.431	-458.886	-409.319	-308.941	-171.672	-45.832	28.970	21.841	-81.479	-210.035	-321.616	-414.864
24	-475.634	-470.768	-420.862	-320.824	-183.215	-57.714	16.069	8.601	-95.059	-222.596	-333.159	-425.728
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]</b>	<b>-318.157</b>	<b>-282.143</b>	<b>-276.325</b>	<b>-200.814</b>	<b>-96.305</b>	<b>-4.897</b>	<b>53.081</b>	<b>47.039</b>	<b>-27.434</b>	<b>-125.568</b>	<b>-204.265</b>	<b>-282.110</b>
Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος ψυκτικού φορτίου [KWh]												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,7	76,7	0,0	0,0	0,0	0,0
10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,9	126,2	120,3	2,6	0,0	0,0	0,0
11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,8	166,2	161,4	44,7	0,0	0,0	0,0
12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,4	196,2	192,2	76,3	0,0	0,0	0,0
13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,8	216,2	212,7	97,4	0,0	0,0	0,0
14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	121,7	223,7	220,4	105,3	0,0	0,0	0,0
15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,8	216,2	212,7	97,4	0,0	0,0	0,0
16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,7	198,7	194,7	79,0	0,0	0,0	0,0
17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	171,2	166,5	50,0	0,0	0,0	0,0
18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,4	138,7	133,2	15,8	0,0	0,0	0,0
19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	106,2	99,8	0,0	0,0	0,0	0,0
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	71,6	0,0	0,0	0,0	0,0
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,7	45,9	0,0	0,0	0,0	0,0
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,7	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,78</b>	<b>2,01</b>	<b>1,93</b>	<b>0,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

### 3. Παπαχαλαμπειο Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου: Κερκίδες επάνω από τα γυμναστήρια

- Βαθμομέρες θέρμανσης και εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων

Πίνακας II.5: Εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών θέρμανσης.

Θερμότητα κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέβριος
0:00	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63
1:00	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31
2:00	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06
3:00	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86
4:00	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80
5:00	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93
6:00	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25
7:00	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82
8:00	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66
9:00	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62
10:00	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70
11:00	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73
12:00	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50
13:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
14:00	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20
15:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
16:00	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56
17:00	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86
18:00	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02
19:00	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19
20:00	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49
21:00	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85
22:00	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34
23:00	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95
Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ θερμικής ισχύος των απωλειών κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρατικής περιόδου [kcal/h]												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέβριος
0:00	19,316	19,027	15,648	8,933	6,316	4,552	-358	164	495	2,358	9,744	15,938
1:00	19,945	19,693	16,296	9,599	6,963	5,219	-366	907	1,257	3,063	10,391	16,547
2:00	20,448	20,227	16,814	10,132	7,481	5,752	-945	1,501	1,866	3,626	10,909	17,035
3:00	20,825	20,627	17,202	10,532	7,870	6,152	1,379	1,946	2,324	4,049	11,298	17,400
4:00	20,950	20,760	17,332	10,666	7,999	6,285	1,524	2,095	2,476	4,190	11,428	17,522
5:00	20,699	20,493	17,073	10,399	7,740	6,018	1,234	1,798	2,171	3,908	11,168	17,278
6:00	20,071	19,827	16,425	9,732	7,093	5,352	510	1,055	1,409	3,204	10,521	16,669
7:00	18,939	18,627	15,260	8,533	5,927	4,152	-792	-282	38	1,935	9,355	15,572
8:00	17,305	16,894	13,576	6,799	4,243	2,419	-2,674	-2,213	-1,943	103	7,672	13,987
9:00	15,420	14,894	11,633	4,800	2,301	419	-4,845	-4,441	-4,228	-2,011	5,729	12,159
10:00	13,283	12,627	9,432	2,533	99	-1,847	-7,306	-6,967	-6,818	-4,407	3,527	10,087
11:00	11,271	10,494	7,359	400	-1,973	-3,981	-9,622	-9,344	-9,256	-6,662	1,455	8,136
12:00	9,763	8,894	5,805	-1,200	-3,527	-5,580	-11,359	-11,127	-11,085	-8,354	-99	6,674
13:00	8,757	7,828	4,769	-2,266	-4,563	-6,647	-12,517	-12,315	-12,304	-9,481	-1,135	5,699
14:00	8,380	7,428	4,381	-2,666	-4,952	-7,047	-12,951	-12,761	-12,761	-9,904	-1,524	5,333
15:00	8,757	7,828	4,769	-2,266	-4,563	-6,647	-12,517	-12,315	-12,304	-9,481	-1,135	5,699
16:00	9,637	8,761	5,676	-1,333	-3,657	-5,714	-11,504	-11,275	-11,237	-8,494	-229	6,552
17:00	11,020	10,228	7,100	133	-2,232	-4,247	-9,911	-9,641	-9,561	-6,944	1,196	7,893
18:00	12,654	11,961	8,784	1,866	-549	-2,514	-8,030	-7,710	-7,580	-5,112	2,880	9,477
19:00	14,288	13,694	10,468	3,600	1,135	-781	-6,148	-5,779	-5,599	-3,280	4,563	11,062
20:00	15,671	15,161	11,892	5,066	2,560	686	-4,556	-4,144	-3,923	-1,729	5,988	12,403
21:00	16,928	16,494	13,187	6,399	3,855	2,019	-3,108	-2,659	-2,400	-320	7,283	13,622
22:00	17,934	17,560	14,223	7,466	4,891	3,085	-1,950	-1,470	-1,181	808	8,319	14,597
23:00	18,688	18,360	15,001	8,266	5,668	3,885	-1,082	-579	-267	1,653	9,096	15,328
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]	11,499	10,035	8,683	3,600	1,684	330	-3,573	-3,167	-3,113	-1,466	4,152	9,073
Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος απωλειών θέρμανσης κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρατικής περιόδου [kW]												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέβριος
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9:00	17,9	17,3	13,5	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	14,1
10:00	15,4	14,7	11,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	11,7
11:00	13,1	12,2	8,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	9,5
12:00	11,4	10,3	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
13:00	10,2	9,1	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
14:00	9,7	8,6	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
15:00	10,2	9,1	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
16:00	11,2	10,2	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6
17:00	12,8	11,9	8,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,2
18:00	14,7	13,9	10,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	11,0
19:00	16,6	15,9	12,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	12,9
20:00	18,2	17,6	13,8	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	14,4
21:00	19,7	19,2	15,3	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	15,8
22:00	20,9	20,4	16,5	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	17,0
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]	0,20	0,19	0,14	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh]	6,26	5,33	4,31	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	1,43	4,66



➤ Βαθμομέρες ψύξης και εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων

**Πίνακας II.6: Εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών ψύξης.**

Ωριαία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα													
Ωριαία θερμοκρασιακή κατανομή [°C]		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	1	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63
	2	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31
	3	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06
	4	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86
	5	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80
	6	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93
	7	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25
	8	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82
	9	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66
	10	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62
	11	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70
	12	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73
	13	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50
	14	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
	15	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20
	16	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
	17	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56
	18	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86
	19	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02
	20	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19
	21	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49
	22	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85
	23	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34
	24	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95
Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ θερμικής ισχύος των ψυκτικών φορτίων κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της ψυκτικής περιόδου [kcal/h].													
Μέση ωριαία θερμική απόδοση [kcal/h]		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	1	-65,841	-65,257	-58,444	-44,900	-26,180	-9,180	7,22	-330	-14,442	-31,642	-46,537	-59,027
	2	-67,109	-66,602	-59,749	-46,245	-27,486	-10,524	-737	-1,828	-15,978	-33,063	-47,843	-60,256
	3	-68,123	-67,677	-60,794	-47,320	-28,530	-11,600	-1,905	-3,027	-17,207	-34,200	-48,887	-61,240
	4	-68,883	-68,484	-61,578	-48,127	-29,314	-12,406	-2,781	-3,925	-18,129	-35,052	-49,671	-61,977
	5	-69,137	-68,753	-61,839	-48,396	-29,575	-12,675	-3,073	-4,225	-18,436	-35,337	-49,932	-62,223
	6	-68,630	-68,215	-61,317	-47,858	-29,053	-12,137	-2,489	-3,626	-17,822	-34,768	-49,410	-61,731
	7	-67,362	-66,871	-60,011	-46,514	-27,747	-10,793	-1,029	-2,128	-16,286	-33,347	-48,104	-60,502
	8	-65,081	-64,451	-57,660	-44,094	-25,396	-8,373	1,598	568	-13,520	-30,789	-45,753	-58,290
	9	-61,785	-60,956	-54,265	-40,599	-22,001	-4,878	5,393	4,463	-9,525	-27,094	-42,358	-55,094
	10	-57,983	-56,923	-50,347	-36,566	-18,083	-845	9,771	8,957	-4,916	-22,830	-38,440	-51,407
	11	-53,673	-52,352	-45,907	-31,995	-13,643	3,726	14,734	14,050	307	-17,999	-34,000	-47,228
	12	-49,617	-48,050	-41,728	-27,693	-9,464	8,028	19,404	18,844	5,224	-13,451	-29,821	-43,295
	13	-46,575	-44,824	-38,594	-24,467	-6,330	11,254	22,907	22,439	8,911	-10,400	-26,687	-40,345
	14	-44,547	-42,673	-36,504	-22,316	-4,240	13,405	25,243	24,835	11,369	-7,766	-24,597	-38,379
	15	-43,787	-41,866	-35,721	-21,509	-3,457	14,211	26,118	25,734	12,291	-6,914	-23,814	-37,641
	16	-44,547	-42,673	-36,504	-22,316	-4,240	13,405	25,243	24,835	11,369	-7,766	-24,597	-38,379
	17	-46,322	-44,555	-38,332	-24,198	-6,069	11,523	23,199	22,738	9,218	-9,756	-26,426	-40,099
	18	-49,110	-47,512	-41,205	-27,155	-8,942	8,565	19,988	19,443	5,838	-12,882	-29,299	-42,803
	19	-52,406	-51,008	-44,601	-30,651	-12,337	5,070	16,193	15,548	1,844	-16,577	-32,694	-45,999
	20	-55,701	-54,503	-47,996	-34,146	-15,732	1,575	12,399	11,653	-2,151	-20,272	-36,089	-49,195
	21	-58,490	-57,460	-50,869	-37,103	-18,605	-1,383	9,187	8,358	-5,531	-23,399	-38,962	-51,899
	22	-61,025	-60,149	-53,481	-39,792	-21,217	-4,071	6,268	5,362	-8,604	-26,241	-41,574	-54,357
	23	-63,053	-62,300	-55,571	-41,943	-23,307	-6,222	3,933	2,965	-11,062	-28,515	-43,664	-56,323
	24	-64,574	-63,913	-57,138	-43,956	-24,874	-7,835	2,182	1,168	-12,906	-30,220	-45,231	-57,798
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]		-43,194	-38,305	-37,515	-27,263	-13,075	-665	7,207	6,386	-3,724	-17,048	-27,732	-38,300
Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος ψυκτικού φορτίου [KWh]													
Μέση ωριαία ισχύς θερμικών σπαυλιών [kW]		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	17,1	16,3	0,4	0,0	0,0
	11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	22,6	21,9	6,1	0,0	0,0
	12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	26,6	26,1	10,4	0,0	0,0
	13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	29,4	28,9	13,2	0,0	0,0
	14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5	30,4	29,9	14,3	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	29,4	28,9	13,2	0,0	0,0
	16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	27,0	26,4	10,7	0,0	0,0
	17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	23,2	22,6	6,8	0,0	0,0
	18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	18,8	18,1	2,1	0,0	0,0
	19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	14,4	13,6	0,0	0,0	0,0
	20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	9,7	0,0	0,0	0,0
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	6,2	0,0	0,0	0,0
	22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	3,4	0,0	0,0	0,0
	23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,27	0,26	0,08	0,00	0,00	0,00

#### 4. Παπαχαράλαμπειο Εθνικού Σταδίου Ναυπάκτου: Αποδυτήρια στίβου / Αίθουσα γυμναστικής

- Βαθμομέρες θέρμανσης και εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων

Πίνακας II.7: Εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών θέρμανσης.

Θριαία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63
1:00	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31
2:00	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06
3:00	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86
4:00	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80
5:00	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,05	20,35	15,95	12,14	8,93
6:00	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25
7:00	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82
8:00	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66
9:00	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62
10:00	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70
11:00	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73
12:00	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50
13:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
14:00	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20
15:00	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
16:00	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56
17:00	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86
18:00	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02
19:00	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19
20:00	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49
21:00	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85
22:00	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34
23:00	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95
Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ θερμικής ισχύος των απωλειών κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρασιακής περιόδου [kcal/h].												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	112.566	110.879	91.189	52.054	36.804	26.527	-2.087	955	2.886	13.741	56.782	92.876
1:00	116.229	114.764	94.963	55.939	40.578	30.411	2.131	5.283	7.325	17.847	60.556	96.428
2:00	119.159	117.871	97.982	59.047	43.597	33.519	5.505	8.746	10.877	21.132	63.575	99.269
3:00	121.356	120.202	100.246	61.377	45.861	35.850	8.036	11.343	13.541	23.596	65.839	101.400
4:00	122.089	120.979	101.001	62.154	46.616	36.627	8.879	12.209	14.429	24.418	66.594	102.111
5:00	120.624	119.425	99.491	60.601	45.106	35.073	7.192	10.477	12.653	22.775	65.085	100.690
6:00	116.961	115.541	95.718	56.716	41.333	31.188	2.975	6.149	8.213	18.669	61.311	97.138
7:00	110.368	108.548	88.925	49.724	34.540	24.196	-4.617	-1.643	2.222	11.277	54.518	90.745
8:00	100.846	98.448	79.114	39.623	24.729	14.096	-15.583	-12.897	-11.321	599	44.707	81.511
9:00	89.858	86.794	67.793	27.969	13.408	2.442	-28.236	-25.883	-24.640	-11.721	33.386	70.856
10:00	77.404	73.586	54.962	14.762	577	-10.766	-42.576	-40.600	-39.734	-25.683	20.555	58.780
11:00	65.884	61.155	42.887	2.331	-11.499	-23.197	-56.072	-54.452	-53.941	-38.824	8.480	47.415
12:00	56.893	51.832	33.830	-6.992	-20.555	-32.520	-66.194	-64.840	-64.596	-48.680	-577	38.891
13:00	51.033	45.617	27.792	-13.208	-26.593	-38.736	-72.943	-71.766	-71.700	-55.251	-6.615	33.208
14:00	48.836	43.286	25.528	-15.539	-28.857	-41.066	-75.473	-74.363	-74.363	-57.715	-8.879	31.077
15:00	51.033	45.617	27.792	-13.208	-26.593	-38.736	-72.943	-71.766	-71.700	-55.251	-6.615	33.208
16:00	56.161	51.055	33.075	-7.769	-21.310	-33.297	-67.038	-65.706	-65.484	-49.502	-1.332	38.181
17:00	64.219	59.602	41.377	777	-13.008	-24.751	-57.759	-56.183	-55.717	-40.467	6.970	45.994
18:00	73.742	69.702	51.189	10.877	-3.197	-14.651	-46.793	-44.929	-44.174	-29.790	16.782	55.229
19:00	83.265	79.802	61.000	20.977	6.615	-4.551	-35.828	-33.674	-32.631	-19.112	26.593	64.643
20:00	91.323	88.348	69.302	29.523	14.917	3.996	-26.549	-24.151	-22.864	-10.078	34.895	72.277
21:00	98.648	96.117	76.849	37.293	22.464	11.765	-18.114	-15.494	-13.985	-1.865	42.443	79.380
22:00	104.508	102.333	82.887	43.508	28.502	17.980	-11.365	-8.568	-6.881	4.706	48.480	85.063
23:00	108.903	106.994	87.416	48.170	33.031	22.642	-6.304	-3.374	-1.554	9.634	53.009	89.325
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]	67.013	58.478	50.602	20.978	9.812	1.921	-20.824	-18.454	-18.139	-8.542	24.196	52.871
Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος απωλειών θέρμανσης κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρασιακής περιόδου [KWh]												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9:00	104,5	100,9	78,8	32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	82,4
10:00	90,0	85,6	63,9	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,9	68,3
11:00	76,4	71,1	49,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9	55,1
12:00	66,2	60,3	39,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,2
13:00	59,3	53,0	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6
14:00	56,8	50,3	29,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,1
15:00	59,3	53,0	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6
16:00	65,3	59,4	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4
17:00	74,7	69,3	48,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,5
18:00	85,7	81,0	59,5	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,2
19:00	96,8	92,8	70,9	24,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
20:00	106,2	102,7	80,6	34,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,0
21:00	114,7	111,8	89,4	43,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3
22:00	121,5	119,0	96,4	50,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	98,4
23:00	128,0	125,0	103,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	105,0
ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]	1,18	1,11	0,81	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,28	0,88
ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [MWh]	36,50	31,09	25,10	6,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	8,32	27,18

➤ Βαθμομέρες ψύξης και εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων

**Πίνακας II.8: Εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων για την ψύξη των χώρων με την μεθοδολογία των βαθμομερών ψύξης.**

Θηρία κατανομή της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του 24ώρου, για την μέση ημέρα του μήνα													
Θηρία θερμοκρασιακή κατανομή [°C]		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	1	7,86	8,01	9,78	13,31	18,18	22,61	25,19	24,91	21,24	16,76	12,88	9,63
	2	7,53	7,66	9,44	12,96	17,84	22,26	24,81	24,52	20,84	16,39	12,54	9,31
	3	7,26	7,38	9,17	12,68	17,57	21,98	24,50	24,21	20,52	16,10	12,27	9,06
	4	7,07	7,17	8,97	12,47	17,37	21,77	24,28	23,98	20,28	15,87	12,07	8,86
	5	7,00	7,10	8,90	12,40	17,30	21,70	24,20	23,90	20,20	15,80	12,00	8,80
	6	7,13	7,24	9,04	12,54	17,44	21,84	24,35	24,06	20,36	15,95	12,14	8,93
	7	7,46	7,59	9,38	12,89	17,78	22,19	24,73	24,45	20,76	16,32	12,48	9,25
	8	8,06	8,22	9,99	13,52	18,39	22,82	25,42	25,15	21,48	16,98	13,09	9,82
	9	8,91	9,13	10,87	14,43	19,27	23,73	26,40	26,16	22,52	17,95	13,97	10,66
	10	9,90	10,18	11,89	15,48	20,29	24,78	27,54	27,33	23,72	19,06	14,99	11,62
	11	11,03	11,37	13,05	16,67	21,45	25,97	28,84	28,66	25,08	20,31	16,15	12,70
	12	12,08	12,49	14,14	17,79	22,54	27,09	30,05	29,91	26,36	21,50	17,24	13,73
	13	12,87	13,33	14,95	18,63	23,35	27,93	30,96	30,84	27,32	22,39	18,05	14,50
	14	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
	15	13,60	14,10	15,70	19,40	24,10	28,70	31,80	31,70	28,20	23,20	18,80	15,20
	16	13,40	13,89	15,50	19,19	23,90	28,49	31,57	31,47	27,96	22,98	18,60	15,01
	17	12,94	13,40	15,02	18,70	23,42	28,00	31,04	30,92	27,40	22,46	18,12	14,56
	18	12,21	12,63	14,27	17,93	22,67	27,23	30,20	30,06	26,52	21,65	17,37	13,86
	19	11,36	11,72	13,39	17,02	21,79	26,32	29,22	29,05	25,48	20,68	16,49	13,02
	20	10,50	10,81	12,50	16,11	20,90	25,41	28,23	28,03	24,44	19,72	15,60	12,19
	21	9,77	10,04	11,76	15,34	20,16	24,64	27,39	27,18	23,56	18,91	14,86	11,49
	22	9,11	9,34	11,08	14,64	19,48	23,94	26,63	26,40	22,76	18,17	14,18	10,85
	23	8,58	8,78	10,53	14,08	18,93	23,38	26,02	25,77	22,12	17,58	13,63	10,34
24	8,19	8,36	10,12	13,66	18,52	22,96	25,57	25,30	21,64	17,13	13,22	9,95	
Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ θερμικής ισχύος των ψυκτικών φορτίων κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της ψυκτικής περιόδου [kcal/h].													
Μέσες ωριαίες θερμικές απώλειες [kcal/h].		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	1	-484.970	-480.670	-430.481	-330.726	-192.834	-67.616	5.319	-2.433	-106.375	-233.064	-342.778	-434.781
	2	-494.306	-490.572	-440.100	-340.628	-202.453	-77.518	-5.432	-13.467	-117.692	-243.532	-352.397	-443.835
	3	-501.775	-498.493	-447.795	-348.549	-210.148	-85.440	-14.033	-22.294	-126.745	-251.906	-360.092	-451.077
	4	-507.377	-504.435	-453.567	-354.491	-215.920	-91.381	-20.483	-28.914	-133.535	-258.187	-365.864	-456.509
	5	-509.244	-506.415	-455.491	-356.471	-217.843	-93.361	-22.633	-31.120	-135.798	-260.280	-367.787	-458.320
	6	-505.510	-502.454	-451.643	-352.510	-213.996	-89.401	-18.333	-26.707	-131.272	-256.093	-363.940	-454.698
	7	-496.174	-492.552	-442.024	-342.608	-204.377	-79.499	-7.582	-15.673	-119.955	-245.625	-354.321	-445.645
	8	-479.369	-474.729	-424.710	-324.785	-187.062	-61.675	11.769	4.187	-99.586	-226.783	-337.006	-429.349
	9	-455.095	-448.984	-399.700	-299.039	-162.053	-35.930	39.721	32.875	-70.163	-199.567	-311.997	-405.811
	10	-427.086	-419.278	-370.843	-269.334	-133.196	-6.224	71.973	65.975	-36.213	-168.164	-283.140	-378.651
	11	-395.343	-385.611	-338.138	-235.667	-100.491	27.443	108.526	103.490	2.263	-132.573	-250.435	-347.870
	12	-365.468	-353.925	-307.357	-203.981	-69.710	59.129	142.928	138.797	38.476	-99.076	-219.654	-318.900
	13	-343.061	-330.160	-284.271	-180.216	-46.624	82.894	168.730	165.278	65.636	-73.954	-196.568	-297.172
	14	-328.123	-314.317	-268.881	-164.373	-31.234	98.737	185.931	182.932	83.742	-57.205	-181.178	-282.687
	15	-322.521	-308.376	-263.109	-158.432	-25.462	104.678	192.381	189.552	90.532	-50.924	-175.406	-277.255
	16	-328.123	-314.317	-268.881	-164.373	-31.234	98.737	185.931	182.932	83.742	-57.205	-181.178	-282.687
	17	-341.194	-328.180	-282.348	-178.235	-44.700	84.874	170.880	167.485	67.889	-71.860	-194.644	-295.362
	18	-361.733	-349.964	-303.510	-200.020	-65.862	63.090	147.228	143.211	43.003	-94.889	-215.806	-315.279
	19	-386.007	-375.709	-328.519	-225.765	-90.872	37.345	119.276	114.523	13.580	-122.105	-240.816	-338.817
	20	-410.281	-401.454	-353.529	-251.510	-115.881	11.599	91.324	85.836	-15.843	-149.322	-265.825	-362.356
	21	-430.821	-423.238	-374.691	-273.294	-137.043	-10.185	67.673	61.562	-40.740	-172.351	-286.987	-382.273
	22	-449.493	-443.042	-393.929	-293.098	-156.281	-29.989	46.171	39.495	-63.373	-193.286	-306.225	-400.379
	23	-464.431	-458.886	-409.319	-308.941	-171.672	-45.832	28.970	21.841	-81.479	-210.035	-321.616	-414.864
24	-475.634	-470.768	-420.862	-320.824	-183.215	-57.714	16.069	8.601	-95.059	-222.596	-333.159	-425.728	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [Mcal]</b>		<b>-318.157</b>	<b>-282.143</b>	<b>-276.325</b>	<b>-200.814</b>	<b>-96.305</b>	<b>-4.897</b>	<b>53.081</b>	<b>47.039</b>	<b>-27.434</b>	<b>-125.568</b>	<b>-204.265</b>	<b>-282.110</b>
Έτος Αναφοράς - Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος ψυκτικού φορτίου [kW/h]													
Μέση ωριαία ισχύς θερμικών απωλειών [kW].		Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,7	76,7	0,0	0,0	0,0
	10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,9	126,2	120,3	2,6	0,0	0,0
	11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68,8	166,2	161,4	44,7	0,0	0,0
	12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,4	196,2	192,2	76,3	0,0	0,0
	13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,8	216,2	212,7	97,4	0,0	0,0
	14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	121,7	223,7	220,4	105,3	0,0	0,0
	15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,8	216,2	212,7	97,4	0,0	0,0
	16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,7	198,7	194,7	79,0	0,0	0,0
	17:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	171,2	166,5	50,0	0,0	0,0
	18:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,4	138,7	133,2	15,8	0,0	0,0
	19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5	106,2	99,8	0,0	0,0	0,0
	20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	71,6	0,0	0,0	0,0
	21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,7	45,9	0,0	0,0	0,0
	22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,7	25,4	0,0	0,0	0,0
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [MWh]</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,78</b>	<b>2,01</b>	<b>1,93</b>	<b>0,57</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## 5. Κλειστό κολυμβητήριο Πάτρας «Ολυμπιονίκης Α. Πεπανός»

➤ Εκτίμηση των απαιτήσεων θερμικής ενέργειας

*Πίνακας Η.9: Προσέλευση αθλητών*

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΕΛΥΣΗ ΑΘΛΗΤΩΝ - ΑΤΟΜΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΖΝΧ							
	ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
0:00	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	0	0	0	0
8:00	25	25	25	25	25	25	0
9:00	25	25	25	25	25	25	0
10:00	25	25	25	25	25	25	0
11:00	25	25	25	25	25	25	0
12:00	25	25	25	25	25	25	0
13:00	15	15	15	15	15	15	0
14:00	15	15	15	15	15	15	0
15:00	100	100	100	100	100	100	0
16:00	100	100	100	100	100	100	0
17:00	100	100	100	100	100	100	0
18:00	100	100	100	100	100	100	0
19:00	100	100	100	100	100	100	0
20:00	100	100	100	100	100	100	0
21:00	100	100	100	100	100	100	0
22:00	100	100	100	100	100	100	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0

*Πίνακας II.10: Ημερήσια κατανάλωση ΖΝΧ.*

ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΖΝΧ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 60 °C [L]						
ΔΕΥΤΕΡΑ	ΤΡΙΤΗ	ΤΕΤΑΡΤΗ	ΠΕΜΠΤΗ	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΣΑΒΒΑΤΟ	ΚΥΡΙΑΚΗ
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
500	500	500	500	500	500	0
500	500	500	500	500	500	0
500	500	500	500	500	500	0
500	500	500	500	500	500	0
500	500	500	500	500	500	0
500	500	500	500	500	500	0
300	300	300	300	300	300	0
300	300	300	300	300	300	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
2000	2000	2000	2000	2000	2000	0
0	0	0	0	0	0	0

*Πίνακας II.11: Ωριαία κατανάλωση τελικής θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ΖΝΧ της τυπικής ημέρας κάθε μήνα του έτους αναφοράς.*

Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος θερμικών αναγκών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κατά την διάρκεια του 24ώρου [KWh]												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9:00	27,3	27,4	26,9	25,4	23,3	21,0	19,7	19,4	20,4	22,3	24,4	26,3
10:00	27,3	27,4	26,9	25,4	23,3	21,0	19,7	19,4	20,4	22,3	24,4	26,3
11:00	27,3	27,4	26,9	25,4	23,3	21,0	19,7	19,4	20,4	22,3	24,4	26,3
12:00	16,4	16,5	16,1	15,2	14,0	12,6	11,8	11,7	12,2	13,4	14,6	15,8
13:00	16,4	16,5	16,1	15,2	14,0	12,6	11,8	11,7	12,2	13,4	14,6	15,8
14:00	16,4	16,5	16,1	15,2	14,0	12,6	11,8	11,7	12,2	13,4	14,6	15,8
15:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
16:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
17:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
18:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
19:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
20:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
21:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
22:00	109,3	109,8	107,5	101,6	93,3	84,2	78,6	77,7	81,6	89,1	97,5	105,1
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MWh/ημέρα	1.005,7	1.010,0	988,6	935,1	858,0	774,6	723,2	714,7	751,1	819,5	896,6	967,2
MWh/μήνα	31.176,301	28.279,066	30.645,640	28.052,251	26.599,354	23.237,792	22.420,403	22.155,073	22.531,671	25.405,368	26.896,781	29.982,315

*Πίνακας II.12: Ωριαία κατανάλωση θερμικής ενέργειας για την θέρμανση του χώρου κατά την τυπική ημέρα κάθε μήνα του έτους αναφοράς.*

	Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος απωλειών θέρμανσης κατά την διάρκεια του 24ώρου για την μέση ημέρα του μήνα, ανά μήνα της θερμοκρατικής περιόδου											
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	399,88	390,50	281,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	290,41
1:00	420,24	412,09	302,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,72	310,16
2:00	436,53	429,37	318,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	127,51	325,95
3:00	448,75	442,33	331,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	140,10	337,80
4:00	452,82	446,65	335,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	144,29	341,75
5:00	444,67	438,01	327,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	135,90	333,85
6:00	424,31	416,41	306,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114,92	314,10
7:00	387,66	377,54	268,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	278,56
8:00	334,71	321,39	213,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	227,22
9:00	125,50	108,47	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,86
10:00	56,26	35,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18:00	35,90	13,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19:00	88,85	69,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	133,64	117,11	11,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,76
21:00	174,37	160,30	53,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,25
22:00	206,95	194,86	86,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,84
23:00	379,51	368,90	260,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	270,66
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [kWh]</b>	<b>4.951</b>	<b>4.742</b>	<b>3.099</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>773</b>	<b>3.244</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [kWh]</b>	<b>153.467</b>	<b>132.776</b>	<b>96.055</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23.203</b>	<b>100.570</b>

*Πίνακας Π.13: Ωριαία κατανάλωση θερμικής ενέργειας για την θέρμανση του νερού της πισίνας της τυπικής ημέρας κάθε μήνα του έτους αναφοράς.*

Υπολογισμός του ωριαίου προφίλ ισχύος θερμικών απωλειών των κολυμβητικών δεξαμενών [KWh] - Τελική Ενέργεια												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
0:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
1:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
2:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
3:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
4:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
5:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
6:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
7:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
8:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
9:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
10:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
11:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
12:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
13:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
14:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
15:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
16:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
17:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
18:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
19:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
20:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
21:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
22:00	374,07	374,07	374,07	374,07	129,71	0,00	0,00	0,00	0,00	374,07	374,07	374,07
23:00	225,94	225,94	225,94	225,94	159,31	0,00	0,00	0,00	0,00	225,94	225,94	225,94
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΗΜΕΡΑΣ [kWh]</b>	<b>7.496</b>	<b>7.496</b>	<b>7.496</b>	<b>7.496</b>	<b>3.409</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7.496</b>	<b>7.496</b>	<b>7.496</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΜΗΝΑ [kWh]</b>	<b>232.388</b>	<b>209.898</b>	<b>232.388</b>	<b>224.891</b>	<b>105.682</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>232.388</b>	<b>224.891</b>	<b>232.388</b>