

# ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

για τα κτίρια με σχεδόν μηδενική  
κατανάλωση ενέργειας



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΕΜΠΟΡΙΟΥ,  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ



ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗ  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





# ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

για τα κτίρια με σχεδόν μηδενική  
κατανάλωση ενέργειας

---

Δεκέμβριος 2015



5	<b>1</b>	<b>Εισαγωγή</b>
6	<b>2</b>	<b>Βήματα για τον σχεδιασμό κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας</b>
8	<b>3</b>	<b>Σχεδιαστικές παράμετροι</b>
8		3.1 Κλίμα και μικρόκλιμα
12		3.2 Μορφολογία κτιρίου
13		3.3 Μέγεθος και προσανατολισμός ανοιγμάτων
15		3.4 Διαρρύθμιση χώρων
17	<b>4</b>	<b>Δομικά στοιχεία</b>
17		4.1 Θερμομόνωση
19		4.2 Θερμογέφυρες
21		4.3 Θερμοχωρητικότητα
22		4.4 Κουφώματα
22		4.5 Σκίαση
25	<b>5</b>	<b>Τεχνικά συστήματα για θέρμανση, ψύξη, αερισμό και ζεστό νερό χρήσης, και εναλλακτικά συστήματα παραγωγής ενέργειας υψηλής απόδοσης</b>
25		5.1 Θέρμανση
27		5.2 Ψύξη
28		5.3 Ανεμιστήρας οροφής
28		5.4 Μηχανικός αερισμός
29		5.5 Ζεστό νερό χρήσης
30		5.6 Παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
31		5.7 Συμπαγωγή και τριπαγωγή
32	<b>6</b>	<b>Φωτισμός</b>
34		<b>Αναφορές και χρήσιμη βιβλιογραφία, πηγές</b>
36		<b>Παράρτημα Α: Υπολογιστικά παραδείγματα κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας</b>
40		<b>Παράρτημα Β: Εναλλακτικά συστήματα παραγωγής ενέργειας υψηλής απόδοσης</b>



Ως κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) νοείται ένα κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιορισμένη σύμφωνα με τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές.

Έως την 31η Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτίρια πρέπει να αποτελούν ΚΣΜΚΕ, ενώ μετά την 31η Δεκεμβρίου 2018 όλα τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησία τους, πρέπει να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Το περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) Διάταγμα του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014) καθορίζει τις απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ένα κτίριο για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ΚΣΜΚΕ. Στο διάταγμα καθορίζονται πιο αυστηρές απαιτήσεις όσον αφορά τη μέγιστη κατανάλωση ενέργειας και τα επίπεδα θερμομόνωσης σε σχέση με τις απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης που ισχύουν σήμερα για νέα κτίρια. Επιπλέον, καθορίζεται ελάχιστο ποσοστό συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ για τα κτίρια που χρησιμοποιούνται ως γραφεία υπάρχει μέγιστη επιτρεπόμενη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς για κάλυψη των αναγκών σε φωτισμό.

Ο ορισμός των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας καθορίζει το επίπεδο της ενεργειακής απόδοσης που θα έχουν όλα τα νέα κτίρια μετά το 2020 και ταυτόχρονα δίνει σε όσους κατασκευάζουν ή ανακαινίζουν κτίρια σήμερα, ένα πρότυπο αυξημένης ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με τις υποχρεωτικές απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης, το οποίο μπορούν να εφαρμόσουν, εφόσον φυσικά το επιθυμούν.

Με γνώμονα τα παραπάνω, σκοπός του παρόντος οδηγού είναι να διευκολύνει την ομάδα σχεδιασμού ενός έργου στη διερεύνηση των κρίσιμότερων παραμέτρων για το σχεδιασμό ενός ΚΣΜΚΕ. Η διερεύνηση των παραμέτρων αυτών είναι θεμελιώδης συνιστώσα για την επίτευξη της μείωσης της ζήτησης ενέργειας στο υπό σχεδιασμό κτίριο και τη βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών διαβίωσης στους χώρους του. Ένα βασικό εργαλείο της ομάδας σχεδιασμού που καθιστά δυνατή την προκαταρκτική αξιολόγηση διάφορων τεχνικών και κατασκευαστικών λύσεων, αποτελεί η προσαρμογή των παραμέτρων αυτών στις εν γένει ιδιαιτερότητες και περιορισμούς που παρουσιάζει το κάθε έργο και η συνακόλουθη εκτίμηση της επίδρασής τους στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, καθώς οι λύσεις αυτές πρέπει όχι μόνο να είναι συμβατές μεταξύ τους, αλλά και να ανταποκρίνονται με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο στις απαιτήσεις του συγκεκριμένου έργου.

Ο παρών τεχνικός οδηγός δεν αποσκοπεί στο να προτείνει ή να καθορίσει συγκεκριμένες λύσεις, η εφαρμογή των οποίων να διασφαλίζει εκ των πρότερων ότι το κτίριο υπό σχεδιασμό είναι ΚΣΜΚΕ, καθώς ο επιτυχημένος σχεδιασμός επαφίεται πρωτίστως στην ικανότητα της ομάδας σχεδιασμού να ερμηνεύσει την επίδραση των κρίσιμων για το σχεδιασμό του ΚΣΜΚΕ παραμέτρων στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και να αξιοποιήσει ορθολογικά τις ιδιότητες και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών κατασκευής και των τεχνικών συστημάτων. Τέλος, για έναν επιτυχημένο σχεδιασμό αλλά και λειτουργία ενός ΚΣΜΚΕ, απαιτείται να λαμβάνονται υπόψη και να ικανοποιούνται οι ανάγκες του ιδιοκτήτη/χρήστη του κτιρίου.

Ο προσδιορισμός της έννοιας του κτιρίου με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (ΚΣΜΚΕ) όπως αναφέρεται πιο πάνω και όπως συμπληρώνεται από τον καθαρισμό τεχνικών απαιτήσεων με την έκδοση της Κ.Δ.Π. 366/2014, ουσιαστικά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι για τον επιτυχή σχεδιασμό τους πρέπει πρώτα να εφαρμοσθούν όλα τα εφικτά σχεδιαστικά και κατασκευαστικά μέτρα που θα μειώσουν τη ζήτηση ενέργειας. Στην συνέχεια, θα πρέπει να εγκατασταθούν τα καταλληλότερα, ανάλογα με την περίπτωση, συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) που θα καλύψουν σε σημαντικό βαθμό τις εναπομείνουσες ανάγκες. Τα βήματα σχεδιασμού για να βοηθήσουν στην υποχρέωση να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις και οι τεχνικές παράμετροι που καθορίζονται στην Κ.Δ.Π. 366/2014, αλλά και για να σχεδιαστούν κτίρια που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών τους για ποιοτικότερες συνθήκες διαβίωσης, συνοψίζονται πιο κάτω:

#### **1ο Στάδιο σχεδιασμού:** Μείωση της ζήτησης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό

Στα ΚΣΜΚΕ θα πρέπει να καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης με τη λιγότερη δυνατή χρήση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται το κέλυφος του κτιρίου να είναι κατασκευασμένο με τρόπο που να περιορίζει τις απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον και ταυτόχρονα απαιτείται ένας αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που να επιτρέπει στον χρήστη του κτιρίου να εκμεταλλεύεται τις τοπικές συνθήκες για σκοπούς δροσισμού, θέρμανσης, ηλιοπροστασίας και φυσικού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα συστήνονται τα ακόλουθα:

1. Ανάλυση τοπικών συνθηκών όπως ο ηλιασμός, ο άνεμος και ο προσανατολισμός.
2. Βελτιστοποίηση της γεωμετρίας, του σχήματος και της διαρρύθμισης των χώρων μέσα στο κτίριο με βάση την ανάλυση των τοπικών συνθηκών.
3. Επαρκής θερμομόνωση και ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών.
4. Τοποθέτηση κουφωμάτων σε συνδυασμό με συστήματα σκίασης που θα μειώνουν τις θερμικές απώλειες αλλά θα επιτρέπουν την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για σκοπούς θέρμανσης ή/και φυσικού φωτισμού, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο και αποφεύγοντας την πιθανότητα υπερθέρμανσης.
5. Καλή στεγάνωση του κτιρίου για αποφυγή απωλειών θερμότητας μέσω αέρα που εισέρχεται από τα κουφώματα ή άλλα στοιχεία του κελύφους.

#### **2ο Στάδιο σχεδιασμού:** Τεχνικά συστήματα κτιρίου υψηλής ενεργειακής απόδοσης

Αφού με βάση την κατασκευή και τον σχεδιασμό η ζήτηση ενέργειας για το κτίριο έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό, θα πρέπει να επιλεγθούν τα κατάλληλα τεχνικά συστήματα, όπου αυτά χρειάζονται, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό και εξαερισμό. Πιο συγκεκριμένα συστήνονται τα ακόλουθα:

1. Κλιματισμός και θέρμανση: Σε ένα κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας οι ανάγκες για κλιματισμό και θέρμανση θα είναι πολύ περιορισμένες. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να



δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή διαστασιολόγηση των τεχνικών συστημάτων. Ο σχεδιασμός του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος κλιματισμού θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη δυνατή συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή των πιο αποδοτικών επί μέρους στοιχείων, όπως για παράδειγμα αντλίες θερμότητας και λέβητες υψηλής απόδοσης, με την εφαρμογή των βέλτιστων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως η θερμομόνωση των σωληνώσεων διανομής της θέρμανσης, και με τη βέλτιστη διάταξη του συστήματος.

2. Ζεστό νερό χρήσης: Οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης εξαρτώνται αποκλειστικά από τον τρόπο ζωής των χρηστών του κτιρίου. Ωστόσο, η ενέργεια που απαιτείται μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την επιλογή και τον σχεδιασμό του κατάλληλου συστήματος παραγωγής ζεστού νερού. Τα ηλιακά θερμικά που χρησιμοποιούνται ευρέως σε κατοικίες, εφόσον εγκατασταθούν στον σωστό προσανατολισμό και κλίση, μπορούν να παράγουν τη μεγαλύτερη ποσότητα ζεστού νερού που χρειάζεται. Επίσης, υπάρχουν τεχνολογίες οι οποίες κατά την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική χρησιμοποιούν τις απώλειες για την παραγωγή ζεστού νερού. Ζεστό νερό μπορεί να παραχθεί και από απορριπτόμενη ενέργεια από τη θέρμανση ή τον κλιματισμό ή άλλες θερμικές διεργασίες που μπορεί να γίνονται στο κτίριο. Όπως και στα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης, είναι σημαντικό κατά τον σχεδιασμό να γίνεται η σωστή διαστασιολόγηση και να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή συνολική ενεργειακή απόδοση του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού.
3. Φωτισμός: Ο φωτισμός μπορεί να αποτελεί μεγάλο μέρος της κατανάλωσης ενέργειας για ορισμένους τύπους κτιρίων, όπως τα γραφεία. Ο περιορισμός της μπορεί να γίνει με τον σχεδιασμό ενός συστήματος φωτισμού που λαμβάνει υπόψη τη λειτουργία του κτιρίου, τις ανάγκες των χρηστών του και τη συνεισφορά του φυσικού φωτισμού. Η αξιολόγηση όλων των δεδομένων δίνει την δυνατότητα να εγκατασταθεί σε κάθε χώρο μόνο η απαιτούμενη ισχύς φωτισμού. Η εφαρμογή αυτοματισμών μπορεί να δώσει επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας, ωστόσο είναι σημαντικό οι εφαρμογές αυτές να λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο χρήσης του κτιρίου.

### **3ο Στάδιο σχεδιασμού:** Κάλυψη της ενέργειας που απαιτείται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ΑΠΕ

Τα συστήματα ΑΠΕ εγκαθίστανται σε ένα κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση για να παράγουν ολόκληρη ή μεγάλο μέρος της σχετικά μικρής ποσότητας ενέργειας που χρειάζεται το κτίριο. Με βάση τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα θα πρέπει να αποφασισθεί κατά πόσον το σύστημα ΑΠΕ που θα επιλεγεί θα καλύπτει μέρος της ενέργειας που χρειάζεται για θέρμανση, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης, ηλεκτρισμό ή συνδυασμό τους. Εφόσον είναι τεχνικά εφικτό, συστήματα που θα παρέχουν ανανεώσιμη ενέργεια στον χρόνο που χρειάζεται να γίνει χρήση της, είναι πιο κατάλληλα καθώς οδηγούν στην ενεργειακή αυτονομία του κτιρίου. Ίσως το πιο σημαντικό τεχνικό κριτήριο για την επιλογή του πιο κατάλληλου συστήματος ΑΠΕ είναι η ποσότητα της ενέργειας που θα παράγει σε σχέση με τις ανάγκες του κτιρίου. Η αυτοπαραγωγή ενέργειας στα ΚΣΜΚΕ συστήνεται όπως επιδιώκεται στον μέγιστο βαθμό, λαμβάνοντας υπόψη τις ευκαιρίες που δίδονται από την αγορά ηλεκτρισμού και τη σχέση κόστους-οφέλους στον κύκλο ζωής του κτιρίου. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τεχνικοί περιορισμοί που μπορούν να αφορούν το κάθε κτίριο ξεχωριστά, όπως για παράδειγμα η έλλειψη διαθέσιμου χώρου και οι γενικότεροι ρυθμιστικοί περιορισμοί όπως πολεοδομικοί κανόνες και τα καθεστώτα στήριξης των ΑΠΕ.

Η προσπάθεια μείωσης της ζήτησης ενέργειας ξεκινά από τον ίδιο τον σχεδιασμό του κτιρίου, καθώς το σχήμα, η γεωμετρία, προσανατολισμός και η διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων επηρεάζουν τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Οι αποφάσεις για τις παραμέτρους αυτές όταν γίνονται λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις λειτουργικές και αισθητικές ανάγκες των χρηστών ή/και ιδιοκτητών των κτιρίων, μπορεί να οδηγήσουν στην ανάγκη εφαρμογής επιπλέον μέτρων για να επιτευχθεί ο στόχος του ΚΣΜΚΕ, αυξάνοντας έτσι το αρχικό κόστος. Σε υφιστάμενα κτίρια που ανακαινίζονται σε ΚΣΜΚΕ οι δυνατότητες μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας μέσω σχεδιασμού είναι συνήθως περιορισμένες, ωστόσο συστήνεται να γίνεται η μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του παράγοντα αυτού, όπως για παράδειγμα με το άνοιγμα νέων κουφωμάτων και με την κατάργηση υφιστάμενων.

### 3.1 Κλίμα και μικρόκλιμα

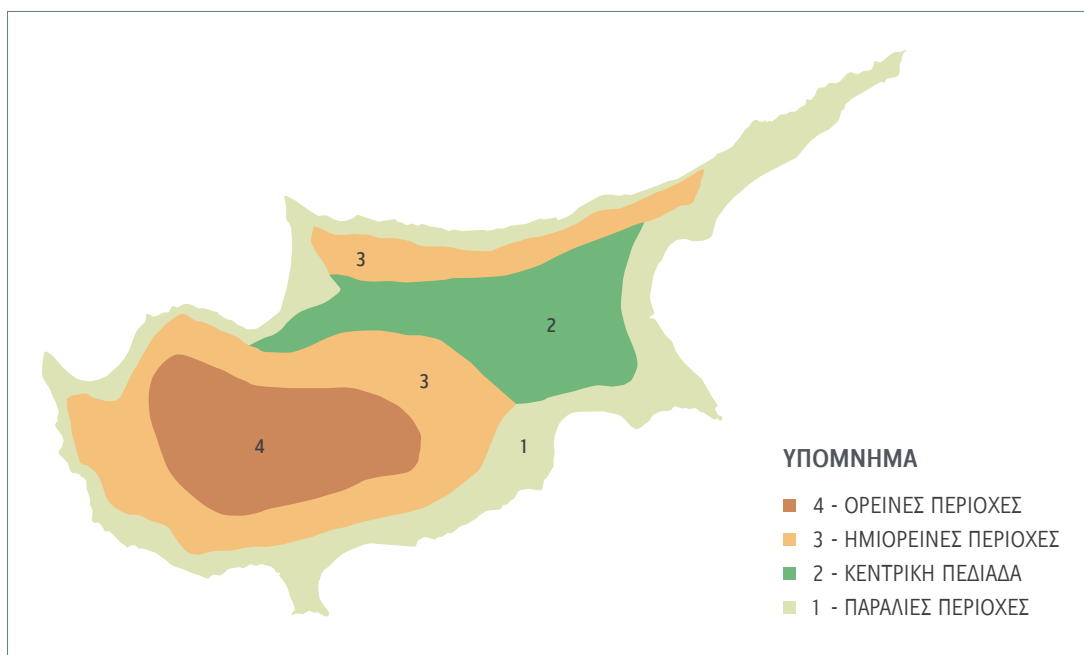
Η χωροθέτηση του κτιρίου και η διαρρύθμιση των χώρων του όταν λαμβάνουν υπόψη το μικρόκλιμα και τη σχέση του με τα γειτονικά κτίρια, αυξάνουν την εκμετάλλευση του φυσικού αερισμού το καλοκαίρι, την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας τον χειμώνα και την ικανοποίηση των αναγκών φωτισμού με φυσικό τρόπο.

Σημαντικός παράγοντας για τη μείωση της ζήτησης ενέργειας στα κτίρια είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή τους να ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του τόπου όπου βρίσκεται το κτίριο. Οι κλιματολογικές συνθήκες είναι διαφορετικές ανά γεωγραφική περιοχή και τοποθεσία και, ως εκ τούτου, ο μελετητής καλείται να τις αποτυπώσει και να τις χρησιμοποιήσει για να ικανοποιήσει τις ανάγκες των ενοίκων του κτιρίου για δροσισμό το καλοκαίρι, ζεστασιά τον χειμώνα και φυσικό φωτισμό.

Το κλίμα περιγράφεται από τις ατμοσφαιρικές μεταβλητές που είναι γνωστές ως κλιματικές παράμετροι. Αυτές οι παράμετροι είναι η υγρασία, η θερμοκρασία, η νεφοκάλυψη, ο υετός (βροχή, χιόνι κτλ.), η ηλιακή ακτινοβολία και ο άνεμος.

Με βάση τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, η Κύπρος διακρίνεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες ως ακολούθως:

1. Κλιματική ζώνη 1: παράλιες περιοχές
2. Κλιματική ζώνη 2: κεντρική πεδιάδα
3. Κλιματική ζώνη 3: ημιορεινές περιοχές (υψόμετρο μέχρι 600μ)
4. Κλιματική ζώνη 4: ορεινές περιοχές (υψόμετρο μεγαλύτερο από 600μ)



**Σχήμα 1:** Οι μετεωρολογικές ζώνες όπως καθορίζονται στη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Οι μετεωρολογικές αυτές ζώνες είναι απαραίτητο δεδομένο για υπολογιστική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και ως εκ τούτου είναι αυτά τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη συμμόρφωσης του κτιρίου με την μέγιστη επιτρεπόμενη κατανάλωση ενέργειας όπως αυτή καθορίζεται στην Κ.Δ.Π. 366/2014<sup>1</sup>. Ωστόσο, σε πραγματικές συνθήκες η διαμόρφωση του κλίματος σε μια περιοχή είναι συνάρτηση των διακυμάνσεων πολυάριθμων κλιματικών παραγόντων, όπως η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η θερμοκρασία του αέρα και η επιφάνεια του εδάφους, η κατεύθυνση των αέριων μαζών, η σχετική και η απόλυτη υγρασία, η νέφωση, η βροχή, ο ιονισμός της ατμόσφαιρας, κ.α. Στον χαρακτηρισμό του κλίματος μιας περιοχής συμβάλλουν επίσης και καθαρά τοπικοί παράγοντες, όπως το γεωγραφικό της πλάτος, το υψόμετρο, η θέση της περιοχής σε σχέση με τις υφιστάμενες υδάτινες μάζες και η μορφολογία του εδάφους.

Η μορφολογία του εδάφους και το ανάγλυφο μιας περιοχής έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν, εξασθενούν ή επιτείνουν την διακύμανση πολυάριθμων κλιματικών παραγόντων, όπως ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασία του αέρα και της επιφάνειας του εδάφους, κατεύθυνση των αέριων μαζών, σχετική και απόλυτη υγρασία, νέφωση, βροχή, κ.α. με διαφορετικούς τρόπους. Ειδικότερα:

1. Όσο αυξάνεται το υψόμετρο, τα φαινόμενα γίνονται εντονότερα και οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας και υγρασίας συχνά είναι πιο απότομες.
2. Εάν το ανάγλυφο της περιοχής είναι επίπεδο, παρόμοιες συνθήκες θα επικρατήσουν σε όλη την υπό εξέταση περιοχή.

<sup>1</sup> Σύμφωνα με το περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) Διάταγμα του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014) η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας όπως αυτή υπολογίζεται από τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 100kWh/m<sup>2</sup> ετησίως για κτίρια που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες και τις 125kWh/m<sup>2</sup> ετησίως για κτίρια που δεν χρησιμοποιούνται ως κατοικίες.

3. Όταν μια επικλινή επιφάνεια αντικρίζει τον νότο ευνοείται ο ηλιασμός της, ενώ όταν αντικρίζει τον βορρά ευνοείται η σκίαση.
4. Οι επικλινείς επιφάνειες και οι υφέσεις στο ανάγλυφο οδηγούν σε διαφορετικά επίπεδα της θερμοκρασίας του αέρα και την κίνηση του αέρα σε διάφορα σημεία της περιοχής.
5. Ο ψυχρός αέρας τείνει να συγκεντρώνεται στις υφέσεις του ανάγλυφου, συνεπώς η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη σε τέτοιες περιοχές.
6. Επίσης, η ταχύτητα του αέρα αυξάνει στην προσήνεμη πλαγιά του επικλινούς ανάγλυφου. Η ταχύτητα του αέρα είναι μέγιστη στη στέψη και ελάχιστη στην υπήνεμη πλευρά του επικλινούς ανάγλυφου.
7. Η συγκέντρωση νερού σε μια ύφεση του ανάγλυφου ενδεχομένως να οδηγήσει στη δημιουργία μιας υδάτινης μάζας, η οποία μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα υγρασίας ή/και να μειώσει τη θερμοκρασία του αέρα.

Το νερό έχει σχετικά υψηλή λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης, καθώς και ειδική θερμότητα. Ως εκ τούτου, σε σύγκριση με τις περισσότερες επιφάνειες της γης, οι υδάτινες μάζες παρουσιάζουν πολύ μικρή αλλαγή στη θερμοκρασία της επιφάνειάς τους κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας ελευθερώνουν σχετικά μεγάλη ποσότητα θερμότητας στο περιβάλλον γύρω τους.

Επιπλέον, λόγω της εξάτμισης, οι υδάτινες επιφάνειες επιτρέπουν την ψύξη και δημιουργούν πιο δροσερές συνθήκες στον περιβάλλοντα χώρο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η επιτάχυνση του αέρα στις υδάτινες επιφάνειες αυξάνει τον ρυθμό της εξάτμισης και τα ποσοστά της παραγόμενης υγρασίας στην περιοχή όπου βρίσκεται η υδάτινη μάζα.

Όταν ο σχεδιασμός γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες, είναι δυνατόν με τους κατάλληλους χειρισμούς η σχέση μεταξύ του κλίματος, του τόπου και του κτιρίου να έχει επωφελείς επιπτώσεις στο κτίριο, με την διαμόρφωση ενός τοπικού περιβάλλοντος ή μικροκλίματος γύρω από το κτίριο.

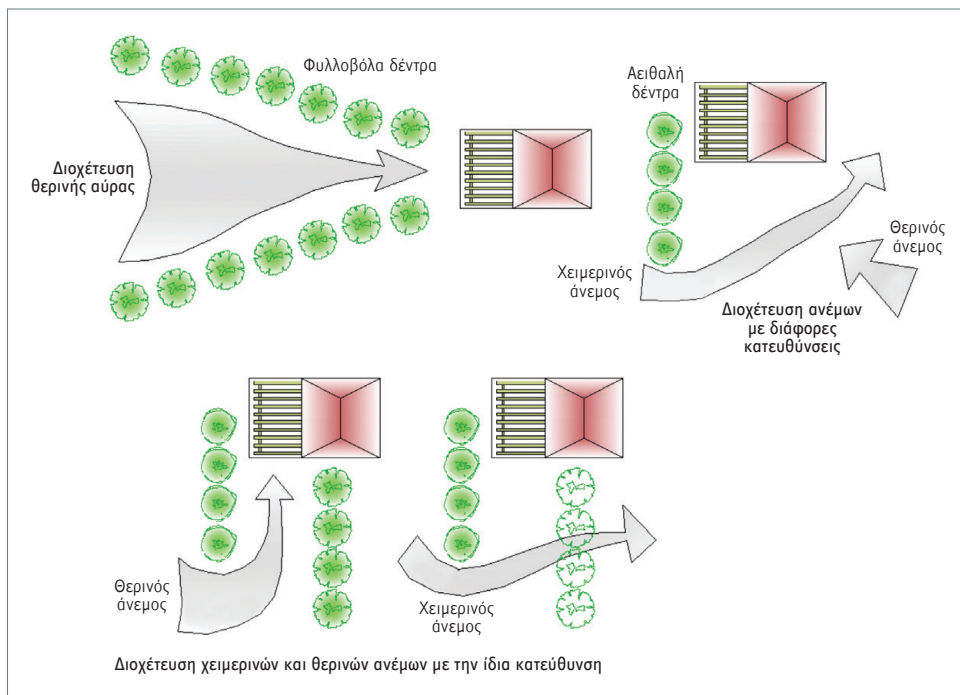
Δημιουργώντας το κατάλληλο μικροκλίμα γύρω από το κτίριο μπορεί να αμβλύνονται τα δυσμενή χαρακτηριστικά του κλίματος και να γίνεται εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών εκείνων που συμβάλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο. Εάν όμως οι παρεμβάσεις που προτείνονται δεν είναι οι κατάλληλες, μπορούν να οδηγήσουν στο αντίθετο αποτέλεσμα. Επίσης, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι ακόμα καλύτερα εάν το μικροκλίμα μπορεί να διαμορφωθεί περιφερειακά, δηλαδή σε επίπεδο οικισμού (αστική ή αγροτική περιοχή), γειτονιάς, συμπλέγματος κτιρίων, στον δρόμο ή ρυθμιστικό χώρο μεταξύ των κτιρίων ή μέσα στο ίδιο το κτίριο.

Μερικά μέτρα που μπορεί να εφαρμοστούν για βελτίωση του μικροκλίματος είναι:

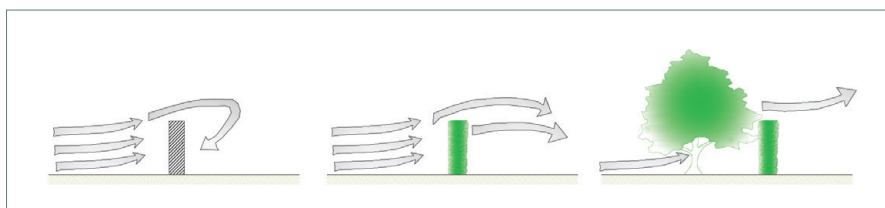
1. Σε περίπτωση που υπάρχει υγρασία στην περιοχή, επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της κίνησης του αέρα, συνεπώς επιδιώκεται η τοποθέτηση του κτιρίου στο προσήνεμο σημείο όπου παρατηρείται μεγίστη ταχύτητα του ανέμου.
2. Στην περίπτωση που υπάρχουν ψυχρά ρεύματα αέρα στην περιοχή, αυτά αποφεύγονται με ανεμοφράκτες από δέντρα, θάμνους ή τοιχοποιία.
3. Στην περίπτωση που υπάρχουν θερμά ρεύματα αέρα στην περιοχή, προτιμώνται υπήνεμα σημεία και με κατάλληλο προσανατολισμό του κύριου άξονα του κτιρίου ώστε να ελαχιστοποιείται η επίδραση των ρευμάτων αυτών.
4. Στην περίπτωση που υδάτινες μάζες επιβαρύνουν τις συνθήκες στην περιοχή δημιουργώντας δυσχερείς περιόδους υγρασίας και ψύχους τότε ενδεχομένως να επιβάλλεται, εφόσον είναι δυνατόν, η αποστράγγιση των υδάτινων αυτών μαζών.

Η βλάστηση και τα δέντρα προσφέρουν σκίαση μειώνοντας τα ηλιακά κέρδη. Επιπλέον προκαλούν διαφορές πίεσης, αυξάνοντας ή μειώνοντας παράλληλα την ταχύτητα του αέρα και κατευθύνοντας τη ροή του. Άρα, μπορούν να κατευθύνουν τη ροή του αέρα προς το κτίριο ή να την εκτρέψουν από αυτό.

Τα φυλλοβόλα δέντρα είναι χρήσιμα όταν το καλοκαίρι σκιάζουν τα ανοίγματα μειώνοντας έτσι τα ηλιακά κέρδη, και τον χειμώνα που το φύλλωμά τους πέφτει ενισχύεται ο ηλιασμός. Τα αειθαλή δέντρα χρησιμοποιούνται ως ανεμοφράκτες για τα ψυχρά ρεύματα αέρα. Σε περιοχές με υγρασία η βλάστηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση της ροής του αέρα. Επιπλέον, η βλάστηση και τα δέντρα μπορούν να αυξήσουν την υγρασία σε μια περιοχή.



Σχήμα 2: Διοχέτευση των ανέμων μέσω της χωροθέτησης της βλάστησης



Σχήμα 3: Τα δέντρα ως ανεμοφράκτες

Οι ανοικτοί χώροι επιτρέπουν την ελεύθερη κίνηση του αέρα και τα αυξημένα θερμικά κέρδη και απώλειες. Αντιθέτως, η συμπαγής μορφή του κτιρίου χωρίς ανοικτούς χώρους μειώνει τα ηλιακά κέρδη. Επιπλέον, η διάταξη των οδών και ο προσανατολισμός τους επηρεάζει τις συνθήκες αστικού αερισμού και την έκθεση των κτιρίων στον ηλιασμό. Οι στενοί δρόμοι με ψηλά κτίρια εξασφαλίζουν σκίαση. Ειδικότερα, εάν οι δρόμοι έχουν άξονα από βορρά προς νότο και είναι αρκετά στενοί εξασφαλίζεται η σκίαση εκατέρωθεν από τον πρωινό και απογευματινό ήλιο.

## 3.2 Μορφολογία κτιρίου

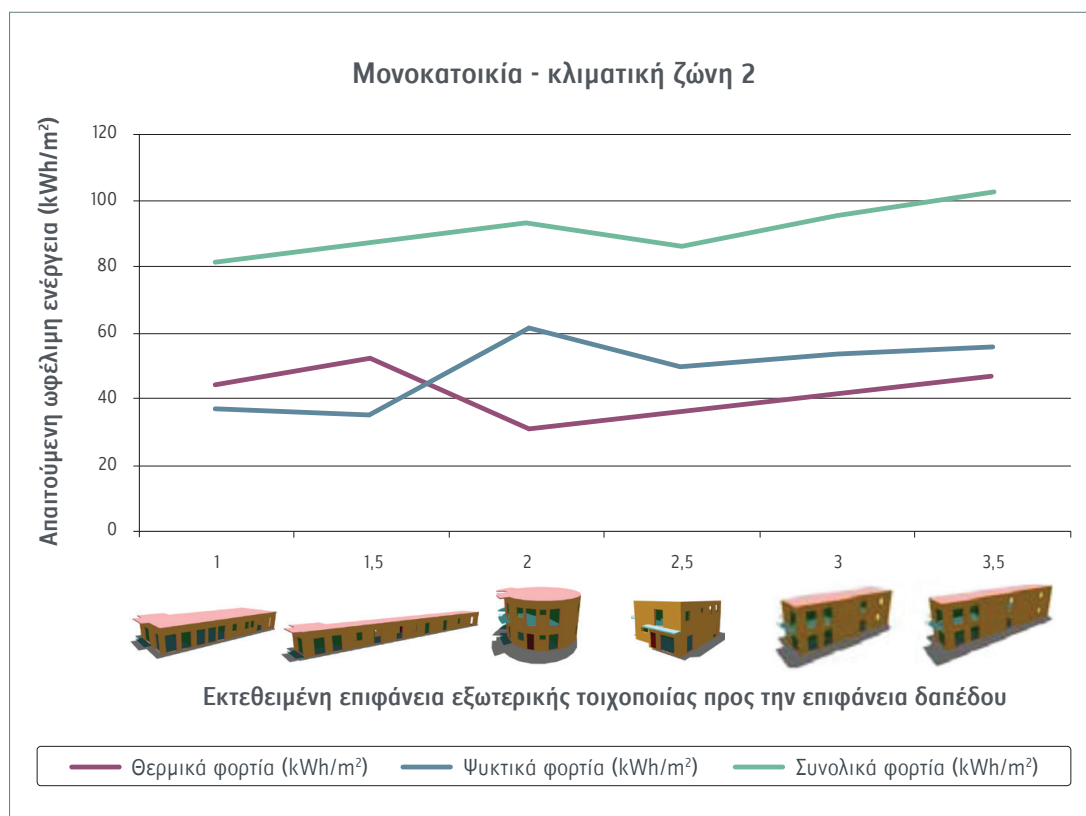
Οι μορφολογικές παράμετροι του κτιρίου που έχουν την πιο σημαντική επίδρασή στη ζήτηση ενέργειας είναι ο βαθμός έκθεσης του κελύφους, το μέγεθος των ανοιγμάτων και η επιλογή δώματος ή στέγης.

Ο βαθμός έκθεσης του κελύφους είναι ο λόγος του εμβαδού της συνολικής εκτεθειμένης επιφάνειας προς το εμβαδόν του δαπέδου.

Όταν ο βαθμός έκθεσης του κελύφους διατηρείται χαμηλός υπάρχει μείωση των θερμικών απωλειών και των θερμικών κερδών.

Όντας ωφέλιμη η κατασκευή κτιρίων με μειωμένη έκθεση του κελύφους, συστήνεται:

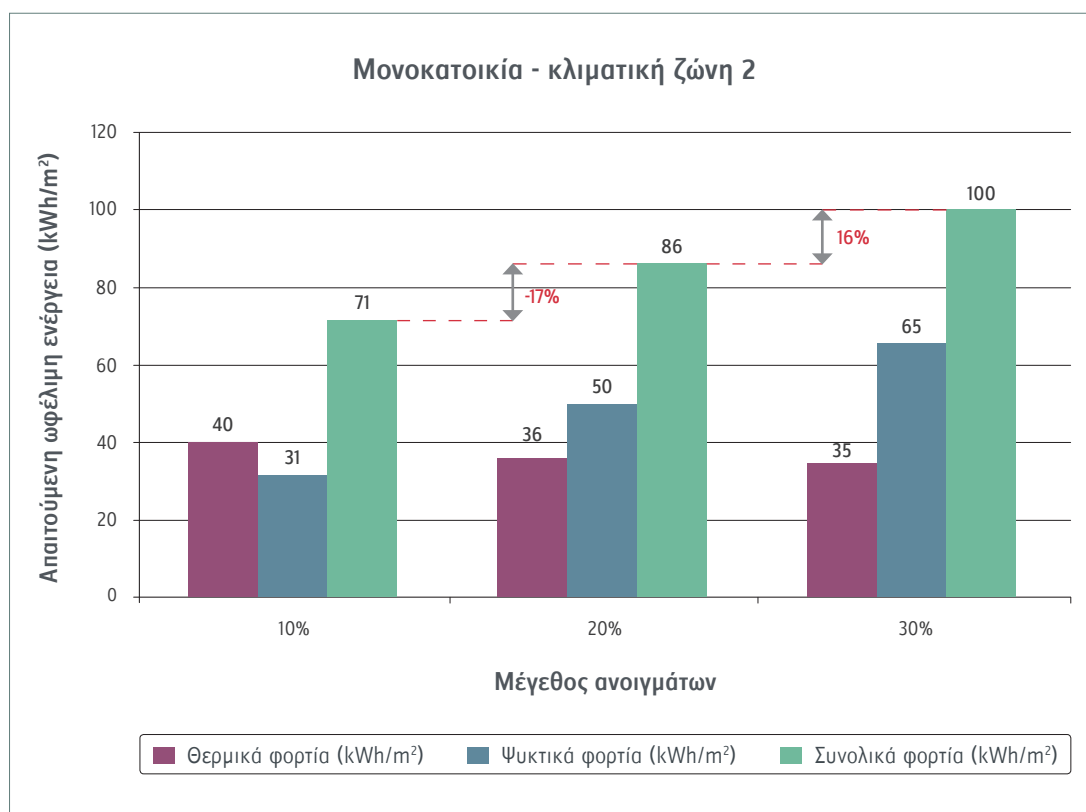
1. Σε διώροφες μονοκατοικίες η εκτεθειμένη επιφάνεια τοίχων προς την επιφάνεια δαπέδου να κυμαίνεται από 2,5 έως 3.
2. Σε ισόγειες μονοκατοικίες η εκτεθειμένη επιφάνεια τοίχων προς την επιφάνεια δαπέδου να μην υπερβαίνει το 1.



Σχήμα 4: Ο βαθμός έκθεσης του κελύφους σε σχέση με την ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη για διώροφη μονοκατοικία στην κλιματική ζώνη 2

### 3.3 Μέγεθος και προσανατολισμός ανοιγμάτων

Τα κουφώματα μπορεί να παρουσιάζουν μεγαλύτερες σχεδιαστικές προκλήσεις καθώς πέραν των θερμικών απωλειών προσλαμβάνουν ηλιακή ακτινοβολία η οποία μειώνει τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση τον χειμώνα αλλά αυξάνει τη ζήτηση ενέργειας για κλιματισμό το καλοκαίρι. Έτσι, το μέγεθος και η θέση που θα τοποθετηθούν επηρεάζουν τη ζήτηση ενέργειας για κλιματισμό και θέρμανση. Το μέγεθος των ανοιγμάτων ως ο λόγος του εμβαδού των ανοιγμάτων προς το εμβαδόν των όψεων του κτιρίου, πρέπει να αποφασίζεται με τρόπο ώστε αθροιστικά τα συνολικά φορτία θέρμανσης και ψύξης να έχουν τη μικρότερη δυνατή τιμή. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα πιο κάτω, σε μια μονοκατοικία που βρίσκεται στην κλιματική ζώνη 2, όσο αυξάνεται το μέγεθος των ανοιγμάτων παρατηρείται μικρή μείωση των φορτίων θέρμανσης και σημαντική αύξηση των φορτίων ψύξης που συνεπάγεται αύξηση των συνολικών φορτίων.



Σχήμα 5: Η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη σε σχέση με το μέγεθος των ανοιγμάτων για μονοκατοικία που βρίσκεται στην κλιματική ζώνη 2

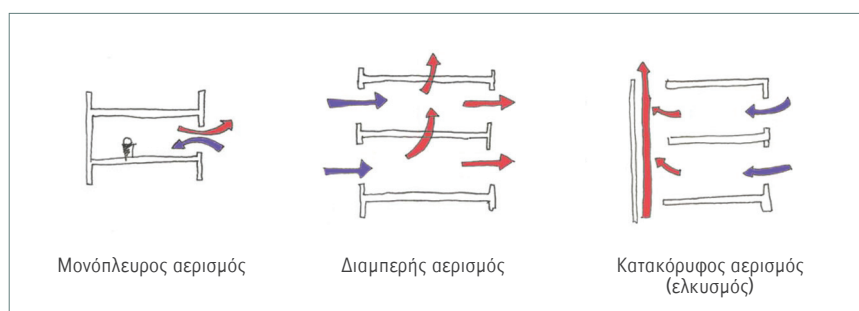
Μια πιο αποτελεσματική προσέγγιση είναι το μέγεθος ανοιγμάτων να καθορίζεται ανάλογα με τον προσανατολισμό. Για κατοικίες συστήνεται:

1. Στον νότο τοποθετούνται μεγάλα ανοίγματα για τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων τον χειμώνα, τα οποία όμως να διαθέτουν κατάλληλη σκίαση για να εμποδίζεται το καλοκαίρι η απευθείας ηλιακή ακτινοβολία στους χώρους.

2. Στην ανατολή και δύση τοποθετούνται μέτριου μεγέθους ανοίγματα γιατί ο ηλιασμός των εσωτερικών χώρων σε αυτές τις διευθύνσεις είναι ολιγόωρος. Επειδή συνδράμουν σημαντικά στα φορτία ψύξης, τα ανοίγματα στα ανατολικά και κυρίως αυτά στη δύση πρέπει να σκιάζονται κατάλληλα.
3. Στον βορρά τοποθετούνται σχετικά μικρά ανοίγματα αφού, παρόλο που η ένταση του φωτός είναι σταθερή, δεν υπάρχουν ηλιακά κέρδη για τους εσωτερικούς χώρους και τα βορινά ανοίγματα ευθύνονται επί το πλείστον για τις απώλειες θερμότητας.
4. Νοτιοανατολικά και νοτιοδυτικά, τα ανοίγματα μπορούν να είναι μέτριου έως μεγάλου μεγέθους ανάλογα με τις ώρες χρήσης του εσωτερικού χώρου.

Επιπλέον, ο προσανατολισμός και το μέγεθος των κουφωμάτων σε σχέση με το προφίλ του ανέμου, μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον φυσικό αερισμό, ενώ η επιλογή κουφωμάτων που ανοίγουν προς το εσωτερικό, εξωτερικό ή είναι συρόμενα, επηρεάζει την ποσότητα του αέρα που εισάγεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Για διασφάλιση μιας καλής κατανομής της ροής του αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου, η κατεύθυνση του ανέμου στην είσοδο και στην έξοδο δεν πρέπει να είναι η ίδια, καθώς, εάν η ροή του αέρα γίνεται σε μια ευθεία γραμμή, τότε αυτή περνά απλά μέσα από το δωμάτιο χωρίς μεγάλη κυκλοφορία και καλό εξαερισμό. Μια στρατηγική χωροθέτηση των κουφωμάτων μπορεί να κατευθύνει τον αέρα εκεί που χρειάζεται. Πέραν της συμβολής του αερισμού στη μείωση ζήτησης ενέργειας στον κλιματισμό, ο φυσικός αερισμός έχει σημαντικό ρόλο να παίξει στη βελτίωση του αισθήματος άνεσης των ενοίκων αφού ενισχύει την εισαγωγή φρέσκου αέρα στο κτίριο.

Ένας ευρέως διαδομένος τρόπος μείωσης της ζήτησης σε ψύξη το καλοκαίρι είναι η εκμετάλλευση του ψυχρότερου αέρα κατά τις νυχτερινές ώρες με το άνοιγμα των παραθύρων και τον άπλετο αερισμό, ψύχοντας με τον τρόπο αυτό τη θερμική μάζα των κτιρίων κατά την διάρκεια της νύχτας. Ωστόσο, πρέπει να υπάρχει η ανάλογη χωροθέτηση των ανοιγμάτων που να επιτρέπει τη μέγιστη εκμετάλλευση του παράγοντα αυτού από τον χρήστη, χωρίς να παραγνωρίζονται θέματα ασφάλειας του κτιρίου.



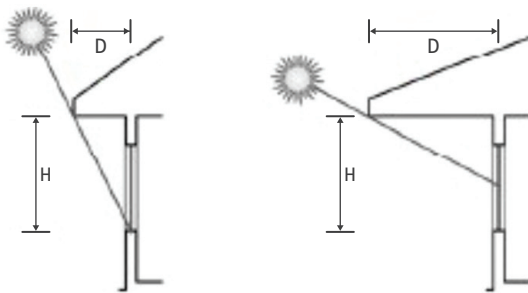
**Σχήμα 6:** Κατανομή φυσικού αερισμού ανάλογα με την χωροθέτηση των ανοιγμάτων στο κτίριο

Εάν το άνοιγμα βρίσκεται εντός 45 μοιρών από την κάθετο προς την κατεύθυνση της ροής του αέρα, και η είσοδος με την έξοδο δεν βρίσκονται στην ίδια ευθεία γραμμή, τότε η ροή του αέρα μεγιστοποιείται.

Ανάλογα με τον τύπο του κουφώματος και τον μηχανισμό λειτουργίας του, μπορεί να ρυθμιστούν τα επίπεδα αερισμού στο χώρο. Τα ανοιγόμενα και περιστρεφόμενα κουφώματα τα οποία ανοίγουν τουλάχιστον κατά 90 μοίρες προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες αερισμού. Ενώ η χρήση συρόμενων κουφωμάτων μειώνει τη διαθέσιμη επιφάνεια για αερισμό του εσωτερικού χώρου.



Πρόβολοι και τειχία αλλά και το ίδιο στο σχήμα του κτιρίου όταν αυτά σκιάζουν τα κουφώματα, επηρεάζουν τη ζήτηση ενέργειας για κλιματισμό και θέρμανση. Παρόλο που τα δομικά αυτά στοιχεία γίνονται για να εξυπηρετήσουν λειτουργικές ή αισθητικές ανάγκες του κτιρίου, η προσαρμογή τους στον βαθμό που είναι εφικτό, ανάλογα με τον προσανατολισμό και το μέγεθος του κουφώματος που σκιάζουν, συμβάλει στη μείωση της ζήτησης ενέργειας. Για παράδειγμα, πρόβολοι στον νότο που είναι στο ύψος του υαλοστασίου επιτρέπουν τον ηλιασμό του εσωτερικού χώρου τον χειμώνα και την ικανοποιητική σκίαση το καλοκαίρι, ενώ πρόβολοι στον βορρά πιθανόν να μην έχουν καμιά επίδραση στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

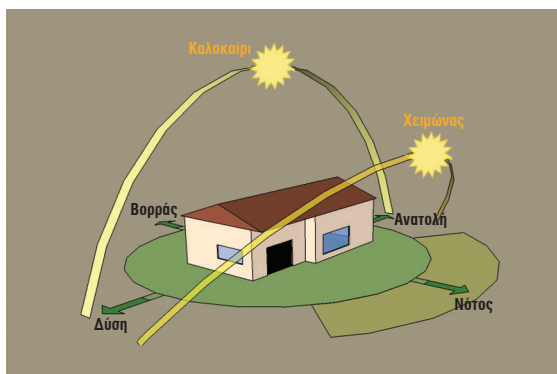


Σχήμα 7: Μήκος σταθερού προβόλου στον νότο σε σχέση με το μέγεθος του παραθύρου

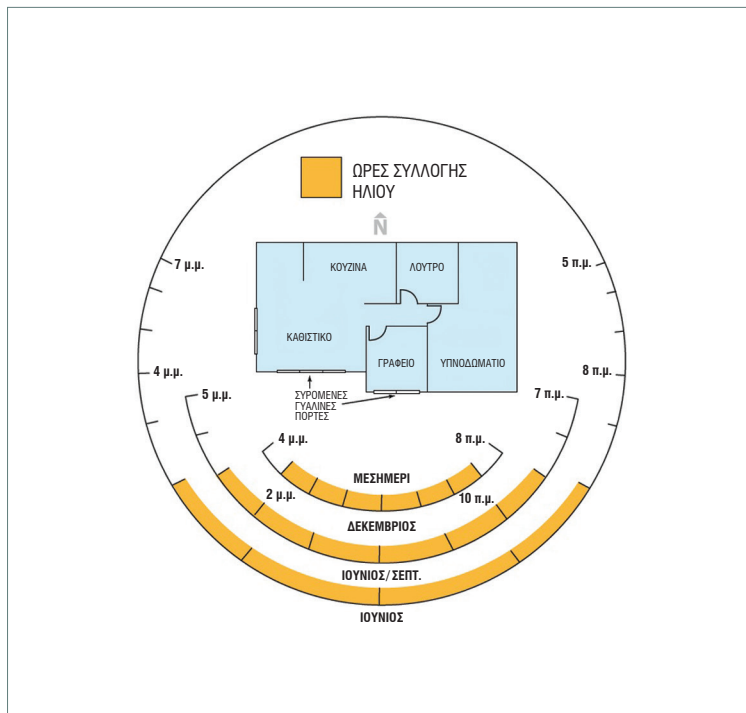
### 3.4 Διαρρύθμιση χώρων

Η ενεργειακή απόδοση επιτυγχάνεται όταν η άνεση των χρηστών του χώρου διατηρείται με την ελάχιστη δυνατή εξάρτηση από τεχνικά συστήματα. Οι ανάγκες για άνεση των χρηστών του κτιρίου ικανοποιούνται στον μέγιστο βαθμό όταν έχουν τη δυνατότητα είτε να προσαρμοστούν ή να ρυθμίσουν οι ίδιοι τις συνθήκες του εσωτερικού χώρου.

Η νότια πλευρά του κτιρίου καθώς απολαμβάνει τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο, το χειμώνα είναι πιο ευχάριστη, πιο φωτεινή, ενώ παράλληλα παρέχει τη δυνατότητα ένταξης παθητικών ηλιακών συστημάτων. Στην πλευρά αυτή συστήνεται όπως τοποθετούνται οι χώροι κύριας και πολύωρης χρήσης, νοουμένου όμως ότι λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ηλιακής προστασίας για αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Για παράδειγμα, οι χώροι αυτοί σε μια κατοικία είναι κατά κανόνα το σαλόνι, ενώ σε ένα ξενοδοχείο είναι ο χώρος υποδοχής των επισκεπτών του.



Σχήμα 8: Κατοικία σε σχέση με τη θέση του ήλιου



Σχήμα 9: Χώροι κατοικίας σε σχέση με τις ώρες συλλογής ήλιου

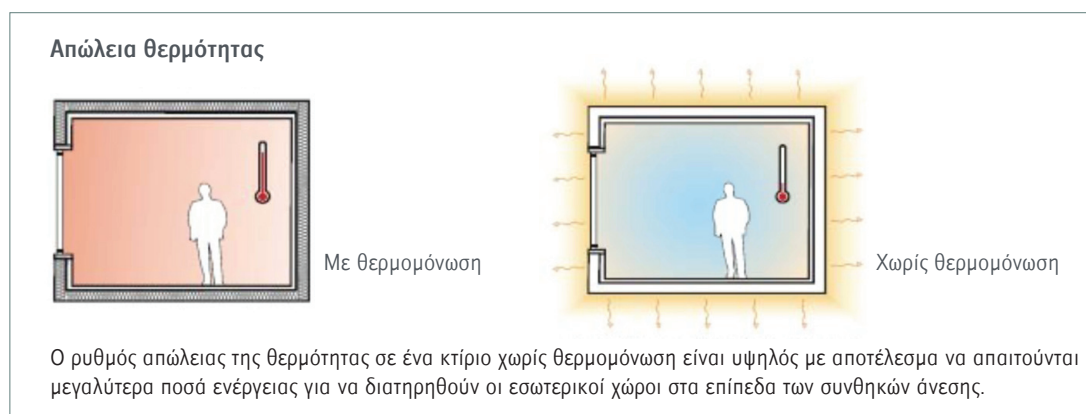
Η βορινή πλευρά του κτιρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή και η λιγότερο φωτεινή, καθώς δέχεται πολύ λίγο ήλιο. Για τον λόγο αυτό στην βορινή πλευρά συστήνεται να τοποθετούνται χώροι των οποίων η χρήση είναι ολιγόωρη ή δεν κλιματίζονται και δεν θερμαίνονται, όπως για παράδειγμα κλιμακοστάσια, αποθηκευτικοί χώροι και ο χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων. Η τοποθέτηση τέτοιων χώρων στην βορινή πλευρά του κτιρίου δημιουργεί μια ζώνη ανάσχεσης των θερμικών απωλειών από τους κύριους χώρους διαβίωσης και τους χώρους εντατικής χρήσης, ενώ ταυτόχρονα τους προστατεύει από τους ψυχρούς ανέμους του χειμώνα. Ταυτόχρονα όμως, δεν θα πρέπει να παραγνωρίζεται η σημασία των βόρειων ανοιγμάτων για τον νυχτερινό αερισμό του κτιρίου το καλοκαίρι.

Η επιλογή των κατάλληλων δομικών στοιχείων που αποτελούν μέρος του κελύφους του κτιρίου αποτελούν κρίσιμο παράγοντα σε ένα ΚΣΜΚΕ. Οι μέγιστοι μέσοι συντελεστές θερμοπερατότητας για ΚΣΜΚΕ καθορίζονται στην Κ.Δ.Π. 366/2014, ωστόσο η απόφαση κατά πόσο η θερμομόνωση θα είναι στα ελάχιστα αποδεκτά όρια ή πολύ καλύτερα από αυτά θα πρέπει να βασίζεται στη βελτιστοποίηση της σχέσης κόστους-οφέλους. Επιπλέον, η επίδραση των δομικών στοιχείων στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου οφείλεται και σε άλλους παράγοντες εξίσου σημαντικούς σε ένα ΚΣΜΚΕ, όπως οι θερμογέφυρες, η θερμοχωρητικότητα και η έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία.

#### 4.1 Θερμομόνωση

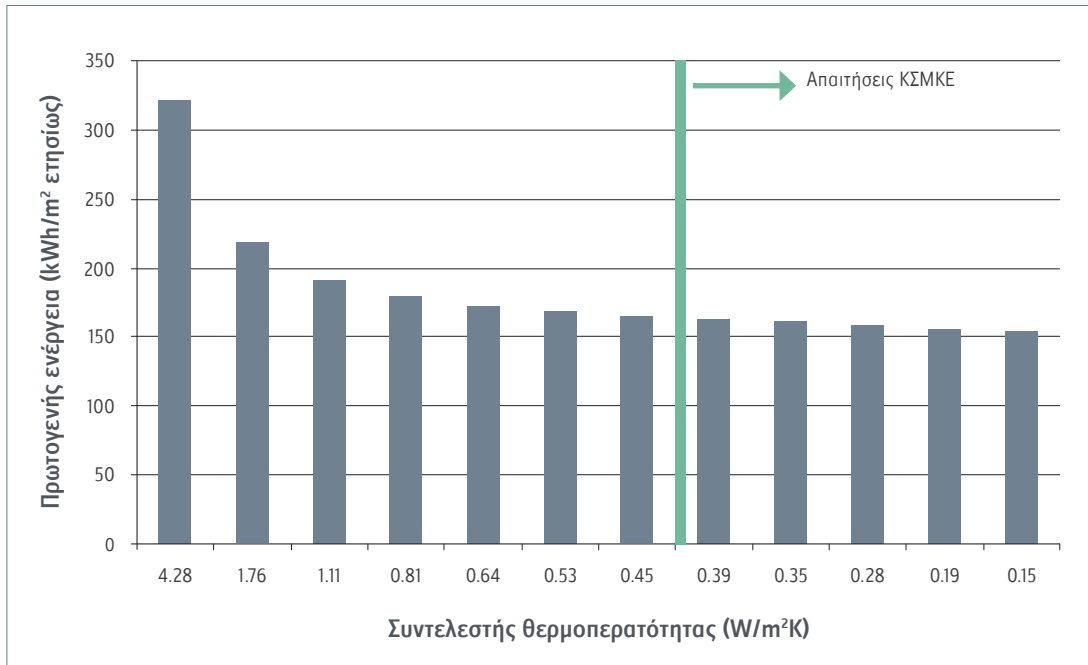
Η θερμομόνωση αποτελεί τον μανδύα προστασίας των εσωτερικών χώρων του κτιρίου από το εξωτερικό περιβάλλον και καθοριστικό ρυθμιστή του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας μεταξύ τους. Η κατάλληλη θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου μπορεί να μειώσει σημαντικά τις θερμικές απώλειες. Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάζεται ο σχεδιασμός του κελύφους του κτιρίου να ανταποκρίνεται στις τοπικές κλιματικές συνθήκες.

Η αποτελεσματικότητα της εφαρμοζόμενης θερμομόνωσης στη μείωση της ζήτησης ενέργειας και της διατήρησης των συνθηκών θερμικής άνεσης στο κτίριο, αποτελεί συνδυασμό των ιδιοτήτων των υλικών κατασκευής και της θέσης της μόνωσης για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους.

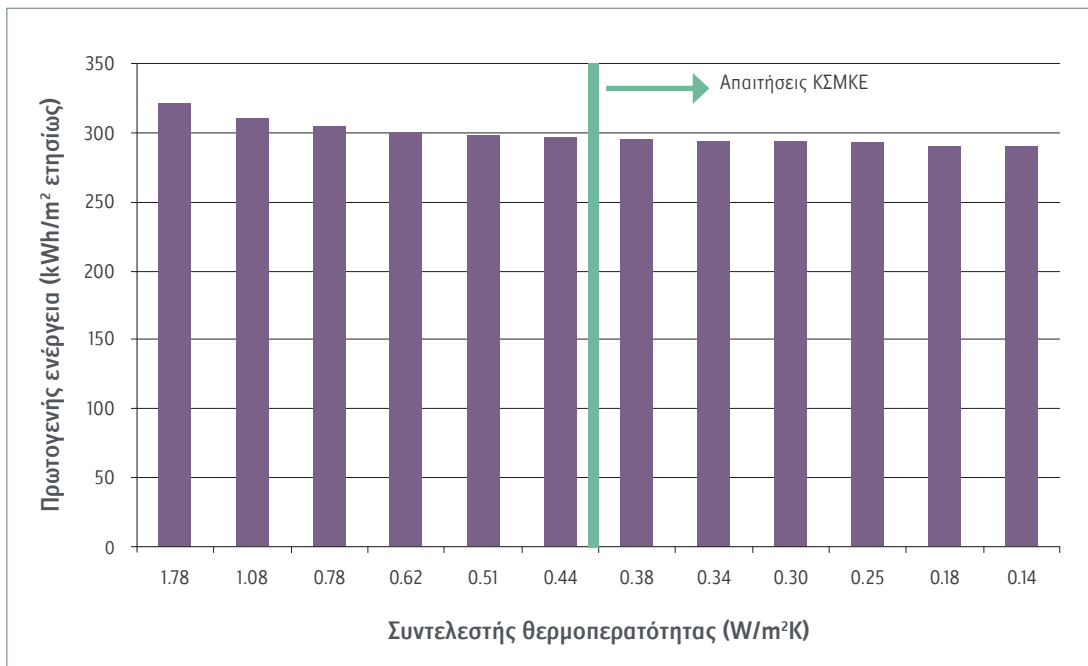


Η επάρκεια της θερμομονωτικής ικανότητας των δομικών στοιχείων του κελύφους καθορίζεται, σε μεγάλο βαθμό, από την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητάς τους. Η θερμοπερατότητα αποτελεί συνάρτηση της θερμικής αγωγιμότητας και του πάχους των υλικών που συνθέτουν ένα δομικό στοιχείο. Σύμφωνα με την Κ.Δ.Π. 366/2014, ο μέγιστος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων, των οροφών και των οριζόντιων στοιχείων που αποτελούν μέρος του κελύφους του κτιρίου, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή  $0,40\text{W/m}^2\text{K}$ . Ωστόσο, για βέλτιστο σχεδιασμό του ΚΣΜΚΕ θα πρέπει να επιλέγεται, ανάλογα με την περίπτωση, το πάχος της θερμομόνωσης που θα επιφέρει τη μέγιστη μείωση

στη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Στα σχήματα 10 και 11 παρουσιάζεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα της μείωσης της κατανάλωσης σε πρωτογενή ενέργεια, μειώνοντας τους συντελεστές θερμοπερατότητας σε οροφή και τοιχοποιία μονοκατοικίας. Η μονοκατοικία βρίσκεται στην κλιματική ζώνη 2 (όπως η Λευκωσία και η Αθίενου) και έχει ένα μόνο επίπεδο.



Σχήμα 10: Μείωση της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με την μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής με τα υπόλοιπα ενεργειακά δεδομένα να μένουν σταθερά



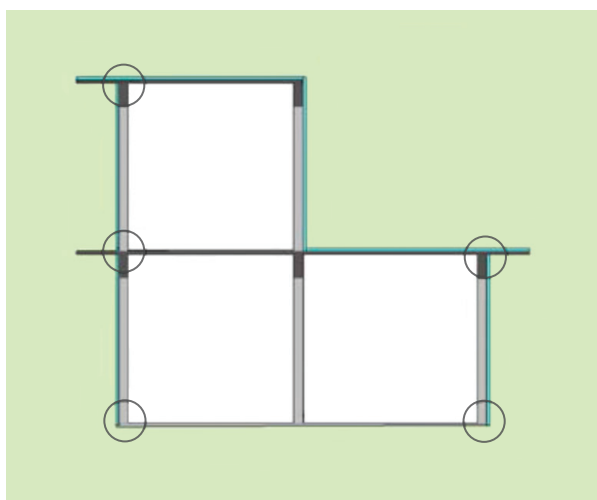
Σχήμα 11: Μείωση της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με την μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας με τα υπόλοιπα ενεργειακά δεδομένα να μένουν σταθερά

Η αύξηση της θερμομόνωσης μειώνει τα θερμικά φορτία και ταυτόχρονα μειώνει τα ψυκτικά μέχρι ως ένα σημείο. Για τον λόγο αυτό είναι σημαντικό στις κλιματικές ζώνες 1, 2, και 3, όπου η περίοδος κλιματισμού είναι μεγαλύτερη και εντονότερη από την περίοδο θέρμανσης, το πάχος της θερμομόνωσης να μην υπερβαίνει το σημείο όπου δεν επιτυγχάνεται περαιτέρω μείωση στα συνολικά θερμικά και ψυκτικά φορτία. Στη ζώνη 4, δηλαδή σε περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο από 600μ, όπου η περίοδος θέρμανσης υπερισχύει, τα περιθώρια θερμομόνωσης είναι μεγαλύτερα. Εκτιμάται ότι για να επιτευχθεί με αποτελεσματικό τρόπο ο στόχος του ΚΣΜΚΕ σε κατοικίες που βρίσκονται στη ζώνη 4, οι συντελεστές των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνούν το  $0,31\text{W/m}^2\text{K}$ . Η μέθοδος υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας περιγράφεται στον «Οδηγό θερμομόνωσης κτιρίων».

## 4.2 Θερμογέφυρες

Η αποτελεσματικότητα της θερμομόνωσης του κελύφους είναι συνυφασμένη και με την αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών. Η σημασία της αποφυγής τους είναι πολύ μεγαλύτερη σε ΚΣΜΚΕ, καθώς, με την απαίτηση να έχουν χαμηλούς συντελεστές θερμοπερατότητας, περιορίζονται σημαντικά οι απώλειες θερμότητας διαμέσου των επιφανειών του κελύφους και αυξάνονται σε σημεία που υπάρχει ασυνέχεια ως προς το επίπεδο θερμομόνωσης. Οι θερμογέφυρες εμφανίζονται κυρίως στις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Στα σημεία σύνδεσης μεταξύ διαφορετικών δομικών στοιχείων ειδικά όταν αυτά έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Τέτοια σημεία είναι για παράδειγμα η ένωση του παραθύρου με μαρμαροποδιά, του παραθύρου με ρολά εξωτερικής σκίασης και της πλάκας του ορόφου με την εξωτερική τοιχοποιία.
2. Στη γεωμετρία του κτιρίου. Είναι θερμογέφυρες που οφείλονται στο σχήμα του κτιρίου όπως εξωτερικές γωνιές, μπαλκόνια, πρόβολα και στηθαία.
3. Σε σημεία του κελύφους όπου η θερμομόνωση είναι αισθητά μικρότερη σε σχέση με το υπόλοιπο μέρος του κελύφους. Αυτές οφείλονται κυρίως σε κακές εφαρμογές ή φθορές όπως για παράδειγμα η παράλειψη τοποθέτησης σε συγκεκριμένο σημείο της τοιχοποιίας ή η μείωση του πάχους της τοιχοποιίας σε ένα σημείο για να περάσουν ηλεκτρομηχανολογικές υπηρεσίες.



Σχήμα 12: Σημεία όπου συνήθως υπάρχουν θερμογέφυρες

Για την απόλεια των θερμογεφυρών συστήνεται:

1. Το επίπεδο θερμομόνωσης να είναι ομοιόμορφο και συνεχιζόμενο.
2. Αποφεύγονται δομικά στοιχεία με ακμές ειδικά όταν αυτά δεν είναι απαραίτητα.
3. Εφαρμογή θερμικής διακοπής σε προεξέχοντα δομικά στοιχεία όπως μπαλκόνια και δοκάρια από το όμορο δομικό στοιχείο.

Η «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου» λαμβάνει υπόψη μόνο τις θερμογέφυρες που προκύπτουν από τη σύνδεση διαφορετικών δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου, για τις οποίες μάλιστα δίδονται και κάποιες προεπιλεγμένες τιμές. Περισσότερες προεπιλεγμένες τιμές και απλοποιημένες μέθοδοι υπάρχουν στο πρότυπο EN 14683. Η χρησιμοποίηση προεπιλεγμένων τιμών αποτελεί μια εύκολη και γρήγορη λύση για την αξιολόγηση της επίπτωσης που έχουν οι θερμογέφυρες στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Ωστόσο, για ακριβή εκτίμηση των θερμογεφυρών θα πρέπει να ακολουθηθεί αναλυτικός υπολογισμός, ο οποίος όμως δεν θα πρέπει να απαιτεί δυσανάλογη εργασία σε σχέση με το μέγεθος και το κόστος του έργου.

Τύπος σύνδεσης	Κατασκευές χωρίς μεταλλική επένδυση		Κατασκευές με μεταλλική επένδυση
	$\Psi$ (W/(m·K))	$\Psi$ (W/(m·K)) <sup>2</sup>	$\Psi$ (W/(m·K)) <sup>3</sup>
Οροφή-τοίχος	0,12	0,12	0,6
Τοίχος-ισόγειο	0,28	0,16	1,15
Τοίχος-τοίχος (γωνία)	0,09	0,09	0,25
Τοίχος-δάπεδο (όχι ισόγειο)	0,18	0,07	0,07
Ανώφλι πάνω από παράθυρο ή την πόρτα	0,53	0,3	1,27
Κατώφλι κάτω από το παράθυρο	0,21	0,04	1,27
Παραστατός στο παράθυρο ή πόρτα	0,2	0,05	1,27

Προεπιλεγμένες τιμές για γραμμικές θερμογέφυρες όπως αναφέρονται στη «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου»

<sup>2</sup> Συνιστάται σε πιστοποιημένες κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

<sup>3</sup> Συνιστάται από το "Metal Cladding and Roofing Manufacturers Association" (MCRMA).

## 4.3 Θερμοχωρητικότητα

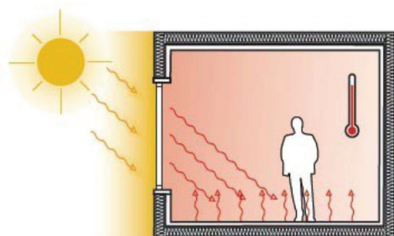
Η θέση της μόνωσης στο δομικό στοιχείο επηρεάζει την τιμή της ωφέλιμης θερμοχωρητικότητας του δομικού στοιχείου, που αποτελεί το μέτρο αποτίμησης της θερμοσυσσωρευτικής ικανότητάς του. Η αύξηση της θερμοχωρητικότητας, νοούμενου ότι συνδυάζεται με καλή θερμομόνωση, οδηγεί σε εξασθένηση της θερμοκρασιακής διακύμανσης στο εσωτερικό του κτιρίου, η οποία έχει επίπτωση κυρίως στην αισθητή θερμοκρασία και κατά συνέπεια στη θερμική άνεση και την κατανάλωση ενέργειας.

Η θερμοχωρητικότητα προκύπτει ως το γινόμενο του φαινομένου ειδικού βάρους ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) και της ειδικής θερμοχωρητικότητας ( $\text{J}/(\text{kg K})$ ). Υλικά με μεγάλη ικανότητα θερμικής αποθήκευσης είναι αυτά που διαθέτουν ικανή θερμική μάζα, της τάξης των  $1,2\text{MJ}/\text{m}^3\text{K}$ .

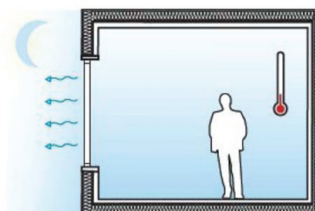
Κατά κανόνα, σε ΚΣΜΚΕ τα στοιχεία του κελύφους του κτιρίου πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και υψηλή θερμοχωρητικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται όταν η θερμομόνωση τοποθετείται στην εξωτερική παρειά των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους και ταυτόχρονα τοποθετούνται υλικά με υψηλή θερμοχωρητικότητα στην εσωτερική πλευρά των στοιχείων. Εξαιρέσεις μπορεί να είναι κτίρια ή χώροι κτιρίων που μπορεί έχουν περιοδική και μικρή σε διάρκεια χρήση, όπως αίθουσες εκδηλώσεων και αίθουσες συνεδριάσεων. Δηλαδή σε χώρους που θα απαιτηθεί να θερμανθούν και να κλιματιστούν γρήγορα. Επιπλέον, η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης μπορεί να μην είναι εφικτή στις περιπτώσεις υφιστάμενων κτιρίων που ανακαινίζονται σε ΚΣΜΚΕ, και η τοποθέτηση της θερμομόνωσης στην εσωτερική πλευρά του κελύφους να είναι η μόνη λύση.

### ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΑΖΑ

#### Κατασκευή χωρίς θερμική μάζα

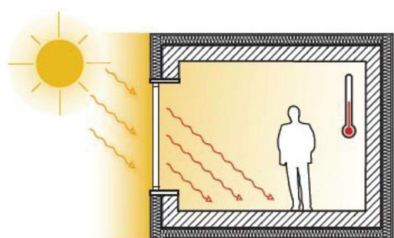


Σε έναν χώρο χωρίς θερμική μάζα η ηλιακή ακτινοβολία ανακλάται στις επιφάνειες χώρου, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του αέρα μέσα στον χώρο προκαλώντας δυσφορία.

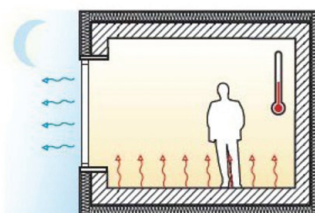


Τα ψυχρά βράδια, ο χώρος χωρίς θερμική μάζα είναι δυσάρεστα κρύος.

#### Κατασκευή με θερμική μάζα



Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στον χώρο και απορροφάται από το δάπεδο διατηρώντας έτσι τη θερμοκρασία του χώρου στα επίπεδα της θερμοκρασίας άνεσης.



Η θερμότητα η οποία απορροφήθηκε από τη θερμική μάζα απελευθερώνεται προς τον χώρο κατά τη διάρκεια της ψυχρής νύχτας συμβάλλοντας στη θέρμανσή του.

## 4.4 Κουφώματα

Για να έχουν θετική επίδραση στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου τα κουφώματα πρέπει ταυτόχρονα να μειώνουν τόσο τα ψυκτικά και όσο και τα θερμικά φορτία. Ωστόσο, μπορεί να αποτελούν μεγαλύτερη κατασκευαστική πρόκληση σε ένα ΚΣΜΚΕ σε σχέση με τις αδιαφανείς κατασκευές, καθώς τα κουφώματα πέραν του ότι αποτελούν σημεία θερμικών απωλειών, αποτελούν και σημεία πρόσληψης ηλιακής ακτινοβολίας και φυσικού φωτός. Για τον λόγο αυτό, οι ακόλουθες ιδιότητες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

1. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ολόκληρου του κουφώματος.
2. Ο συντελεστής μετάδοσης του φωτός.
3. Ο συντελεστής μετάδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Σύμφωνα με την Κ.Δ.Π. 366/2014 ο μέγιστος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή  $2,25\text{W/m}^2\text{K}$ . Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να απαιτείται χαμηλότερος συντελεστής θερμοπερατότητας. Όπως για παράδειγμα σε γραφεία, όπου το ποσοστό κουφωμάτων είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με το μέγεθος του κτιρίου, καθώς επίσης σε κτίρια που βρίσκονται στην κλιματική ζώνη 4.

Ο συντελεστής μετάδοσης του φωτός αποτελεί ιδιότητα του γυαλιού. Η μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας συνήθως συνοδεύεται και από μείωση της μετάδοσης του φωτός. Ως εκ τούτου, η επιλογή κουφωμάτων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας ενώ μειώνει τα θερμικά και ψυκτικά φορτία, μπορεί να αυξάνει τις ενεργειακές ανάγκες για φωτισμό. Σε κτίρια όπως οι κατοικίες όπου το ποσοστό κουφωμάτων είναι μικρό και οι ανάγκες σε φωτισμό λίγες, αυτό μπορεί να μην αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα, ωστόσο σε κτίρια του τριτογενούς τομέα όπου οι ανάγκες φωτισμού είναι μεγάλες θα πρέπει να εξευρεθεί η χρυσή τομή μεταξύ συντελεστή θερμοπερατότητας και συντελεστή μετάδοσης του φωτός.

Ο συντελεστής μετάδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας επίσης αποτελεί ιδιότητα του γυαλιού που κατά κανόνα μειώνεται με τη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας. Η μείωση του συντελεστή αυτού μειώνει τα ψυκτικά φορτία αλλά αυξάνει τα θερμικά. Για τον λόγο αυτό, χαμηλός συντελεστής ηλιακής ακτινοβολίας συστήνεται σε κτίρια και χώρους κτιρίων, όπου λόγω προσανατολισμού και χρήσης, η υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα.

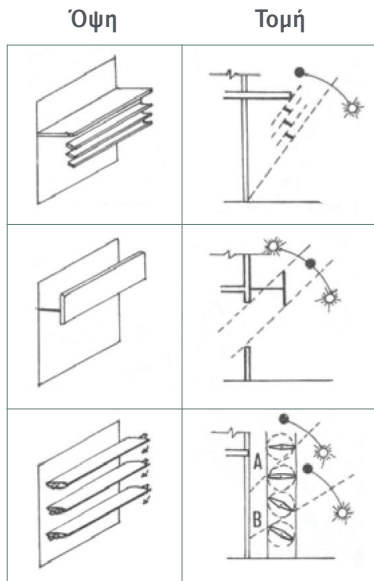
## 4.5 Σκίαση

Η ελεγχόμενη εξωτερική μετακινούμενη σκίαση επιτρέπει την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή και τις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου. Σκίαση ανοιγμάτων επιβάλλεται να γίνεται στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, για να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου. Ειδικά η σκίαση των ανοιγμάτων με δυτικό, ανατολικό και νότιο προσανατολισμό είναι προτιμότερο να είναι κινητή, έτσι ώστε τον μεν χειμώνα να επιτρέπεται ο φωτισμός και ηλιασμός του χώρου, το δε καλοκαίρι να εξασφαλίζεται η πλήρης προστασία του από την υπερθέρμανση. Η λειτουργία αυτή μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα εάν είναι αυτοματοποιημένη. Ωστόσο, η αυτοματοποίηση δεν θα πρέπει να παραγνωρίζει τις ανάγκες του χρήστη όσον αφορά τη θερμική άνεση, τον φυσικό φωτισμό και την ασφάλεια. Οι αυτοματισμοί στα σκίαστρα ίσως είναι πιο ενδεδειγμένοι σε κτίρια που δεν χρησιμοποιούνται ολόκληρο το εικοσιτετράωρο και ως εκ τούτου δεν υπάρχει ο χρήστης που θα ρυθμίσει τα σκίαστρα ανάλογα

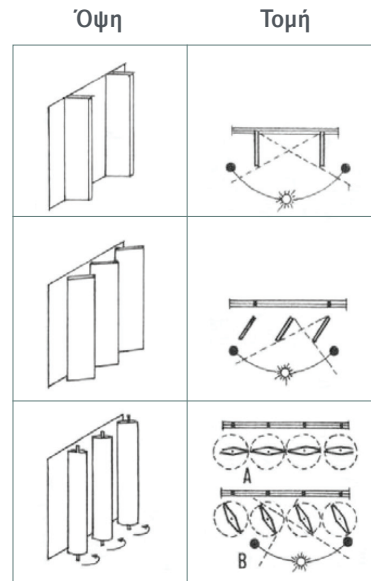


με τις εξωτερικές συνθήκες και τις ανάγκες του, και σε κτίρια όπου η ηλιακή ακτινοβολία έχει μεγάλη επίδραση στη συνολική ενεργειακή απόδοσή τους.

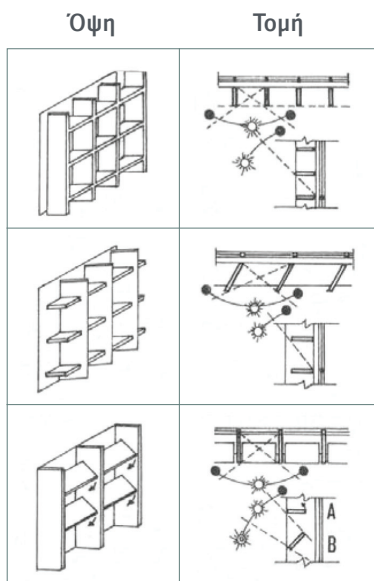
Όταν η θέση του ήλιου είναι ψηλά στον ουρανό η χρήση οριζόντιων συστημάτων σκίασης είναι πιο αποτελεσματική, ενώ η χρήση κάθετων συστημάτων σκίασης αποδίδει καλύτερα όταν ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ουρανό. Η χρήση του πατζουριού με γρίλιες είναι ευνοϊκή, καθώς μπορεί να ανοίξει ένα μεγάλο ποσοστό του το καλοκαίρι ώστε να προσφέρει σκiasμό και αερισμό αλλά και να προσφέρει θερμομόνωση τον χειμώνα.



Σχήμα 13: Οριζόντια σκίαστρα σταθερά ή κινητά στη νότια όψη

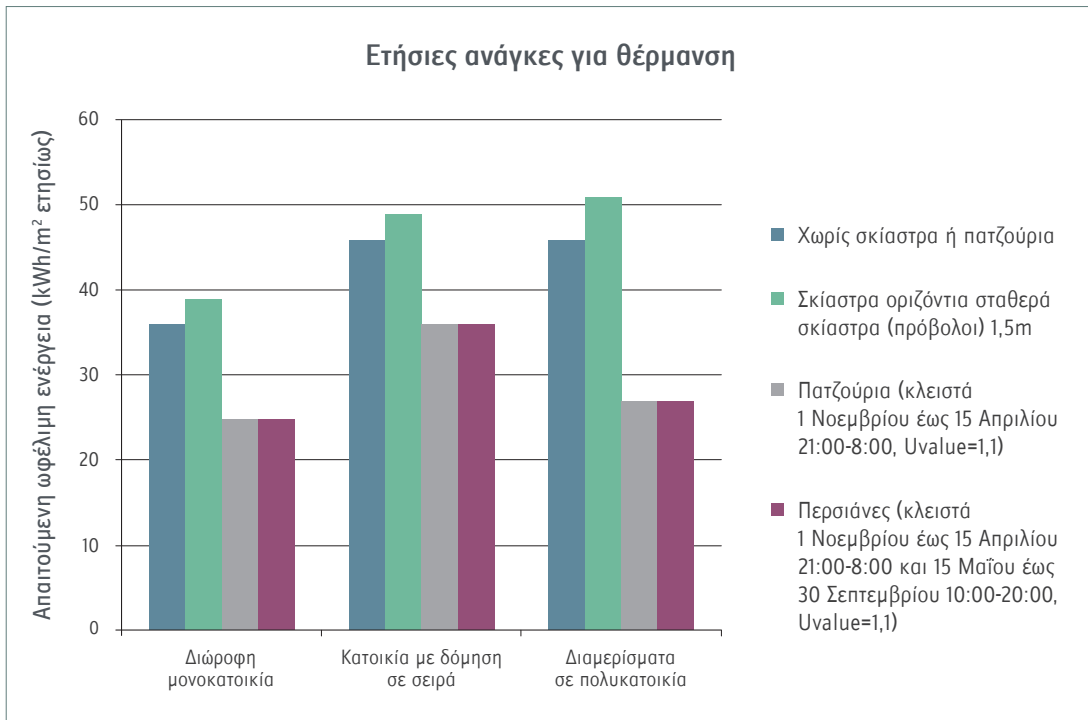


Σχήμα 14: Κατακόρυφες περσίδες στην ανατολική και δυτική όψη

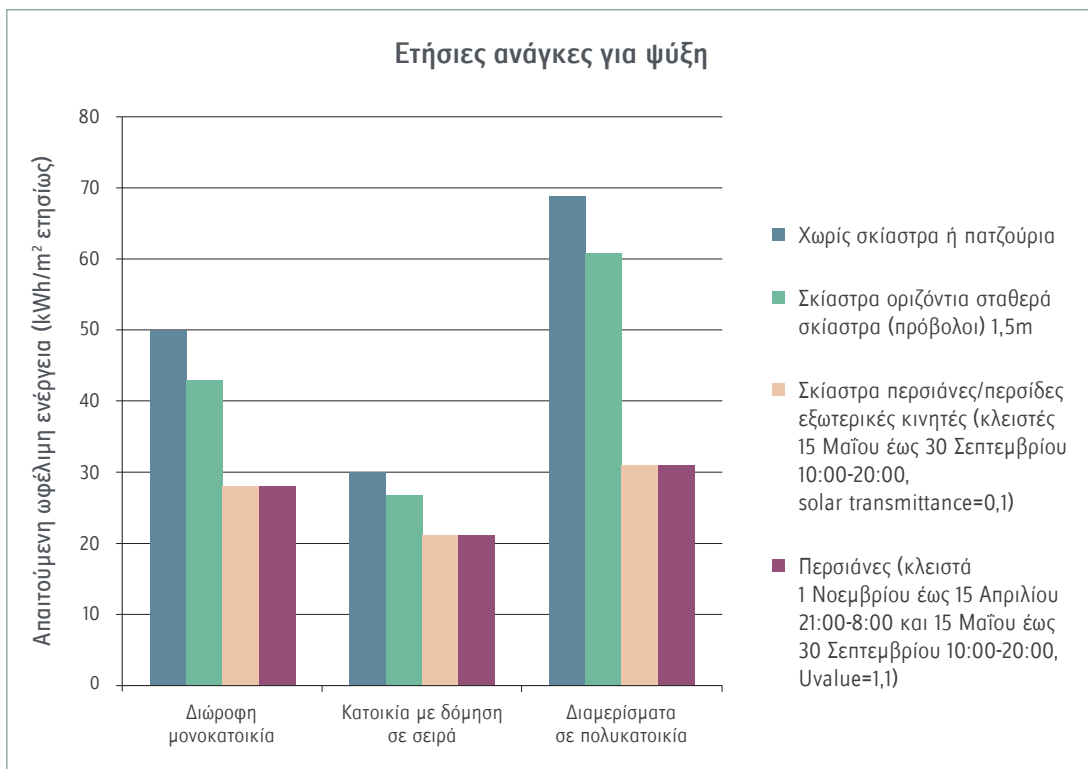


Σχήμα 15: Συνδυασμός κατακόρυφων και οριζόντιων περσίδων στην νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη

Το σχήμα 16 και το σχήμα 17 δείχνουν ένα υπολογιστικό παράδειγμα για την επίδραση που έχουν τα διαφορετικά συστήματα σκίασης στα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία σε τρεις τύπους κατοικιών.



Σχήμα 16: Επίδραση διαφορετικών συστημάτων σκίασης στα θερμικά φορτία



Σχήμα 17: Επίδραση διαφορετικών συστημάτων σκίασης στα ψυκτικά φορτία

Η επιλογή των κατάλληλων τεχνικών συστημάτων σε ένα ΚΣΜΚΕ μπορεί είναι μεγαλύτερη πρόκληση από ότι σε ένα συμβατικό κτίριο, καθώς οι ανάγκες που πρέπει να ικανοποιηθούν είναι σχετικά μικρές, ενώ αυτό πρέπει να γίνει με τον πιο αποδοτικό τρόπο, χωρίς να συμβιβάζονται οι συνθήκες ανέσεις. Επιπλέον, η εγκατάσταση συστημάτων παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είναι απαραίτητη σε ΚΣΜΚΕ για την κάλυψη μέρους της ενέργειας που απαιτείται<sup>4</sup>. Τα συστήματα ΑΠΕ θα πρέπει να τοποθετούνται με στόχο τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που απαιτείται να εισαχθεί στο κτίριο από το ηλεκτρικό δίκτυο ή/και από άλλους διανομείς ενέργειας.

## 5.1 Θέρμανση

Σε ΚΣΜΚΕ απαιτούνται υψηλά επίπεδα θερμομόνωσης του κελύφους, με αποτέλεσμα η απαίτηση ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης να είναι μειωμένη. Μάλιστα, για κτίρια που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες η απαίτηση για θέρμανση δεν πρέπει να ξεπερνά ετησίως τις 15kWh/m<sup>2</sup>. Το σύστημα θέρμανσης που θα εγκατασταθεί θα πρέπει να ανταποκρίνεται σε μέγεθος σε αυτές τις απαιτήσεις, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι βέλτιστες τεχνολογίες και πρακτικές στην παραγωγή, διανομή και παροχή θερμότητας στον χώρο που θα επιφέρουν το επιθυμητό επίπεδο άνεσης με την λιγότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

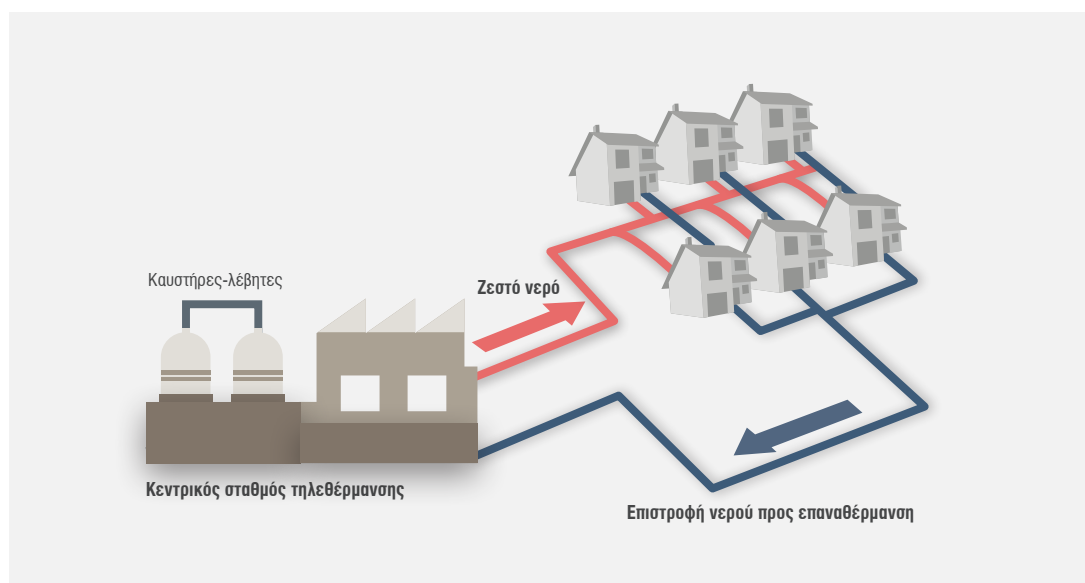
Για την παραγωγή της θέρμανσης σε ΚΣΜΚΕ μερικοί από τους πιο σημαντικούς τρόπους είναι οι ακόλουθοι:

1. Λέβητας συμπυκνώσεως υγρού ή αερίου καύσιμου όπου η απόδοση μπορεί να είναι πέραν από 100%. Ο καυστήρας του λέβητα μπορεί να είναι δύο σταδίων, και σε μεγάλα κτίρια πολλαπλών σταδίων, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει τη θερμότητά του και να παράγει ανάλογα με τη μεταβολή στις ανάγκες του κτιρίου.
2. Αντλίες θερμότητας υψηλής απόδοσης, κατά προτίμηση με απόδοση μεγαλύτερη από 3,5. Οι αντλίες θερμότητας μπορεί να είναι αερόψυκτες ή υδρόψυκτες, ενώ μπορεί να συνδυαστούν και με την ανταλλαγή θερμοκρασίας με το έδαφος, όπου οι θερμοκρασίες είναι σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορεί η ίδια μονάδα να χρησιμοποιηθεί και για ψύξη, ενώ δεν απαιτούν ειδικό χώρο για την εγκατάστασή τους, π.χ. λεβητοστάσιο. Ωστόσο, στην περίπτωση που η ανταλλαγή θερμότητας θα γίνει με το έδαφος, θα πρέπει να εξεταστούν διάφοροι τεχνικοί παράγοντες, όπως το βάθος που θα πρέπει να τοποθετηθεί ο γεωεναλλάκτης, κατά πόσο η σκληρότητα και η αγωγιμότητα του εδάφους το επιτρέπει, και εάν υπάρχει αρκετός χώρος στο οικόπεδο.

<sup>4</sup> Σύμφωνα με το περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) Διάταγμα του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014) τουλάχιστον το 25% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, όπως αυτή υπολογίζεται από τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

3. Λέβητες βιομάζας, ειδικότερα όταν υπάρχει αυτοματισμός για ελεγχόμενη τροφοδοσία καύσιμου και ρύθμιση της καύσης. Η βιομάζα αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και συμβάλει στην επίτευξη του ελάχιστου ποσοστού ΑΠΕ που απαιτείται σε ένα ΚΣΜΚΕ. Πριν την εγκατάστασή του θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο χώρος που απαιτείται για την αποθήκευση της βιομάζας.
4. Ηλιακή θέρμανση συνδυασμένη με ένα άλλο σύστημα παραγωγής θέρμανσης, όπως λέβητας ή αντλία θερμότητας. Τα ηλιακά έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να καλύψουν και τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης, έτσι μπορεί να είναι πιο ελκυστική λύση σε κτίρια που έχουν ταυτόχρονα υψηλές ανάγκες σε θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης. Η βέλτιστη τοποθέτησή τους και σχεδιασμός τους μπορούν να επιφέρουν 50% εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων στη θέρμανση και 80% στο ζεστό νερό χρήσης. Η εφαρμογή ηλιακών συστημάτων μπορεί να περιορίζεται σε περιπτώσεις κτιρίων που δεν υπάρχει επαρκής χώρος για τοποθέτησή τους ή τοποθέτησή τους στον σωστό προσανατολισμό. Κτίρια με μεγάλες οροφές που δεν σκιάζονται από άλλα κτίρια είναι πιο κατάλληλα.
5. Ηλεκτρική αντίσταση σε περιπτώσεις ΚΣΜΚΕ που τα επίπεδα θερμομόνωσης είναι ιδιαίτερα υψηλά και το κτίριο μικρό, καθώς η ζήτηση σε μια τέτοια περίπτωση για θέρμανση είναι τόσο λίγη που τεχνικά και οικονομικά δεν επιτρέπει την εγκατάσταση λέβητα ή αντλίας θερμότητας. Η χρήση ηλεκτρικής αντίστασης αυξάνει την πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνει το κτίριο και για αυτό ίσως να απαιτείται η λήψη άλλων αντισταθμιστικών μέτρων, πέραν των ελάχιστων υποχρεωτικών, όπως για παράδειγμα ο ηλεκτρισμός να προέρχεται από φωτοβολταϊκό σύστημα αντί από το δίκτυο.
6. Τηλεθέρμανση σε επίπεδο περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου. Η παραγωγή θέρμανσης σε ένα κεντρικό σημείο με συμβατικά καύσιμα, που στη συνέχεια διοχετεύεται σε πολλά κτίρια επιτυγχάνει μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης σε σχέση με την παραγωγή θερμότητας με συμβατικά καύσιμα σε κάθε κτίριο ξεχωριστά. Επιπλέον, η τηλεθέρμανση μπορεί να συνδυαστεί με μονάδα συμπαραγωγής, με συστήματα ΑΠΕ, όπως τα ηλιακά θερμικά, με την εκμετάλλευση απορριπτόμενης ενέργειας όπως η θερμότητα από ηλεκτροπαραγωγή και η επεξεργασία απορριμμάτων ή συνδυασμός τους. Η τηλεθέρμανση μπορεί να είναι κατάλληλη στις περιπτώσεις που υπάρχει μια ενιαία ανάπτυξη πολλών ΚΣΜΚΕ.

## ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

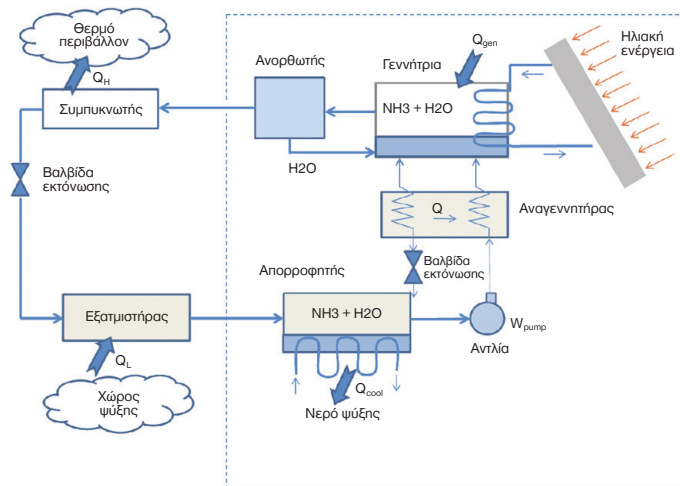


Σημαντικές απώλειες ενέργειας στη θέρμανση παρουσιάζονται πολλές φορές στη διανομή της μέσα στους χώρους του κτιρίου. Ειδικότερα, όταν το μέσο θέρμανσης είναι ζεστό νερό ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην επάρκεια της θερμομόνωσης των σωληνώσεων και των δοχείων αποθήκευσης. Συστήνεται όπως ιδιαίτερη σημασία δίνεται και στους κυκλοφορητές νερού. Η σωστή διαστασιολόγησή τους και η επιλογή αντλιών υψηλής απόδοσης μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Περισσότερες πληροφορίες για τη συνολική ενεργειακή απόδοση και τις ορθές πρακτικές που αφορούν τα συστήματα θέρμανσης υπάρχουν στο προσχέδιο του «Οδηγού απαιτήσεων συνολικής απόδοσης για τεχνικά συστήματα που εγκαθίστανται ή αναβαθμίζονται σε κτίρια και κτιριακές μονάδες που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες» και στο προσχέδιο του «Οδηγού απαιτήσεων συνολικής απόδοσης για τεχνικά συστήματα που εγκαθίστανται ή αναβαθμίζονται σε κτίρια και κτιριακές μονάδες που δεν χρησιμοποιούνται ως κατοικίες».

## 5.2 Ψύξη

Η αυξημένη θερμομόνωση σε ένα ΚΣΜΚΕ θα μειώσει σημαντικά τα ψυκτικά φορτία, όχι όμως στον ίδιο βαθμό που μειώνει τα θερμικά. Επιπλέον, εάν τα μέτρα σκίασης περιορίζονται λόγω άλλων λειτουργικών αναγκών του κτιρίου τα φορτία μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλά. Με τα πιο πάνω δεδομένα η επιλογή συστημάτων κλιματισμού με τις πιο υψηλές εποχιακές αποδόσεις μπορεί να είναι επιτακτική σε ένα ΚΣΜΚΕ. Για αυτόνομα κλιματιστικά με ισχύ εξόδου μικρότερη των 12kW, η εποχιακή ενεργειακή απόδοση καθορίζεται από την ενεργειακή τους σήμανση. Στα μεγάλα συστήματα η εποχιακή απόδοση θα πρέπει να υπολογιστεί, ενώ μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί από τη βελτιστοποίηση στον σχεδιασμό του συστήματος διανομής όπως η βέλτιστη διάταξη των αεραγωγών και την κατάλληλη μόνωσή τους.

Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού των οποίων η διαδικασία ψύξης τροφοδοτείται από την ηλιακή ακτινοβολία μπορούν να αποτελέσουν μια εναλλακτική λύση στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι βασικές αρχές λειτουργίας των συστημάτων απορρόφησης βασίζονται σε συνεχείς κύκλους απορρόφησης με τη βοήθεια των ηλιακών συλλεκτών. Τα συστήματα απορρόφησης χωρίζονται σε υγρού τύπου και στερεού τύπου. Ο συντελεστής απόδοσης του ψυκτικού κύκλου για χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας των συλλεκτών επιτυγχάνεται με τη χρήση του συνδυασμού νερού (ψυκτικό μέσο) και βρωμιούχου λιθίου (απορροφητής) και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 0,65 και 1,1.



Σχήμα 18: Σύστημα ηλιακού κλιματισμού με τη χρήση ψυκτική απορρόφησης

### 5.3 Ανεμιστήρας οροφής

Η χρήση του ανεμιστήρα οροφής σε διάφορους χώρους του κτιρίου μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για κλιματισμό, καθώς αυξάνει την κίνηση του αέρα μέσα στον χώρο. Οι συνηθισμένοι ανεμιστήρες οροφής εκτιμάται ότι για ύψος εγκατάστασης 2,5μ πάνω από το δάπεδο είναι αποτελεσματικοί σε μια ακτίνα 1,8μ από το σημείο που τοποθετούνται. Η αύξηση της κίνησης του αέρα επιτρέπει την ταυτόχρονη λειτουργία του συστήματος κλιματισμού σε πιο υψηλές θερμοκρασίες. Εκτιμάται ότι όταν ο ανεμιστήρας καλύπτει το 80% του χώρου η θερμοκρασία του κλιματιστικού μπορεί να αυξηθεί κατά 2°C και να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο θερμικής άνεσης. Επιπλέον, η χρήση ανεμιστήρα οροφής επιτρέπει την αποφυγή λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού κατά τις μεταβατικές περιόδους του έτους ή ακόμα και κάποια καλοκαιρινά βράδια που οι θερμοκρασίες μπορεί να είναι πολύ χαμηλές σε σχέση με την ημέρα. Ο συνδυασμός του ανεμιστήρα οροφής με κατάλληλα προσανατολισμένα και διαστασιολογημένα ανοίγματα, και συστήματα σκίασης μπορεί να είναι ακόμα πιο αποτελεσματικός. Η τοποθέτησή τους συναντάται κυρίως σε κατοικίες αλλά μπορούν φανούν χρήσιμοι και σε πολλούς άλλους τύπους κτιρίων, όπως γραφεία, και χώροι εκδηλώσεων.

Ποσοστό χώρου που καλύπτεται από ανεμιστήρα οροφής	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Προσαύξηση θερμοκρασίας	0,5°C	1°C	1,5°C	2°C	2,5°C	3°C

Εκτιμώμενη αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου που θα έχει το ίδιο αποτέλεσμα στις συνθήκες θερμικής άνεσης τους καλοκαιρινούς μήνες σε σχέση με το ποσοστό του χώρου που καλύπτει ο ανεμιστήρας οροφής

### 5.4 Μηχανικός αερισμός

Συστήματα μηχανικού αερισμού εφαρμόζονται τοπικά ή κεντρικά για να εισάγουν νωπό αέρα στο κτίριο ή/και να εξάγουν αέρα από το κτίριο. Η εγκατάσταση μηχανικού αερισμού σε κάποιους τύπους κτιρίων είναι απαραίτητη για διατήρηση της ποιότητας του αέρα σε υψηλά επίπεδα, καθώς ο αερισμός με φυσικό τρόπο μπορεί να μην είναι εφικτός. Σε ΚΣΜΚΕ η αεροστεγανότητα του κτιρίου είναι πολύ υψηλή και περιορίζει την διείσδυση του αέρα, κάνοντας όμως πιο πιθανή την ανάγκη εγκατάστασης μηχανικού αερισμού. Η εγκατάστασή του, ειδικά όταν αυτός είναι κεντρικός, προϋποθέτει την εγκατάσταση αεραγωγών και ανεμιστήρων που αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας.

Ο μηχανικός αερισμός μπορεί να λειτουργήσει θετικά προς την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου όταν συμπεριλαμβάνεται σε αυτό σύστημα ανάκτησης θερμότητας. Δηλαδή όταν μέρος του ήδη θερμαινόμενου ή ψυχόμενου αέρα που εξάγεται χρησιμοποιείται για να θερμάνει ή να κρυώσει τον αέρα που εισάγεται. Ειδικά την χειμερινή περίοδο αυτός μπορεί να είναι και ο κυρίως τρόπος θέρμανσης, καθώς τα θερμικά φορτία σε ένα ΚΣΜΚΕ είναι πολύ περιορισμένα.

Επιπλέον, ο μηχανικός αερισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέρος μιας στρατηγικής νυχτερινού δροσισμού. Τους καλοκαιρινούς μήνες μπορεί να εισάγεται με μηχανικό τρόπο εξωτερικός αέρας ο οποίος έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από τον αέρα που βρίσκεται στο κτίριο. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να γίνει σε κτίρια που ενώ χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας το βράδυ μένουν

κλειστά και δεν χρησιμοποιούνται. Η αντικατάσταση όλου του εσωτερικού αέρα με χαμηλότερης θερμοκρασίας νυχτερινό αέρα, επιτρέπει την καθυστέρηση στον χρόνο έναρξης λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού ή/και τη λειτουργία του σε υψηλότερη θερμοκρασία. Ο νυχτερινός αερισμός είναι πιο αποτελεσματικός όταν το κτίριο έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα, καθώς έχει μεγαλύτερη ικανότητα να αποθηκεύει στις εσωτερικές του επιφάνειες την ενέργεια από τον δροσερό αέρα και να την αποδίδει πίσω κατά την διάρκεια της ημέρας. Η ελεγχόμενη εισαγωγή αέρα μπορεί να βοηθήσει και στην αποφυγή χρήσης κλιματισμού σε περιόδους όπου οι εξωτερικές θερμοκρασίες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές.

## 5.5 Ζεστό νερό χρήσης

Η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης σε μια τυπική κατοικία είναι συνήθως 15kWh/m<sup>2</sup> ετησίως. Σε μια κατοικία ενεργειακής κατηγορίας Β αυτό αντιπροσωπεύει περίπου το 10% της συνολικής ζήτησης ενέργειας (μη συμπεριλαμβανομένης της ζήτησης ενέργειας για ηλεκτρικές συσκευές και εξωτερικό φωτισμό). Σε ΚΣΜΚΕ, όπου η ζήτηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη έχει περιοριστεί, η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης μπορεί να αντιπροσωπεύει το 20% και είναι ίση ή μεγαλύτερη από τη ζήτηση ενέργειας για θέρμανση χώρου. Υψηλή ζήτηση για ζεστό νερό χρήσης υπάρχει και σε άλλους τύπους κτιρίων όπως ξενοδοχεία, γυμναστήρια και χώρους εστίασης. Αλλά και σε κτίρια, όπως γραφεία, όπου η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης ανά τετραγωνικό μέτρο είναι μικρή, η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης είναι μεγάλη, εάν τα γραφεία είναι μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα.

Για τους πιο πάνω λόγους η παραγωγή και διανομή ζεστού νερού χρήσης πρέπει να σχεδιαστεί με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Συστήνεται όπως:

1. Μειώνονται στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό οι απώλειες στην αποθήκευση και την διανομή. Το μέγεθος των απωλειών είναι συνάρτηση του μεγέθους των δοχείων αποθήκευσης, του μήκους των σωληνώσεων διανομής ζεστού νερού και του επιπέδου θερμομόνωσής τους. Η θερμομόνωση των δοχείων και των σωληνώσεων στα βέλτιστα επίπεδα και η χωροθέτηση του συστήματος κοντά στο σημείο παροχής ζεστού νερού είναι σημαντικά μέτρα για μείωση της ζήτησης ενέργειας σε ένα ΚΣΜΚΕ. Σε κτίριο όπου χώροι μαγειρέματος και υγιεινής είναι ομαδοποιημένοι, η μείωση του μήκους των σωληνώσεων είναι πιο εφικτή.
2. Γίνεται χρήση ηλιακών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στον βαθμό που είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό. Σε κατοικίες τα ηλιακά μπορούν να καλύψουν από το 50% έως το 80% των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης. Για βέλτιστη παραγωγή από τα ηλιακά είναι σημαντική η σωστή διαστασιολόγηση και τοποθέτησή τους. Ο «Τεχνικός οδηγός ηλιακών συστημάτων» παρέχει πληροφορίες για την εγκατάστασή τους σε κατοικίες.
3. Χρησιμοποιείται η απορριπτόμενη ενέργεια από το σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Η ενέργεια που απορρίπτεται το καλοκαίρι από το σύστημα κλιματισμού μπορεί να διοχετεύεται για την παραγωγή ζεστού νερού με έναν εναλλάκτη θερμότητας. Ο ίδιος εναλλάκτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τους χειμερινούς μήνες ή να εγκατασταθεί σε ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Ωστόσο, θα πρέπει να εξεταστεί η μείωση που θα επιφέρει στην απόδοση του συστήματος θέρμανσης, καθώς ένα τέτοιο μέτρο εάν δεν σχεδιαστεί σωστά μπορεί να επιφέρει αύξηση αντί μείωση στην συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο.

4. Εξετάζεται η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας υψηλής απόδοσης αποκλειστικά για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Ένα τέτοιο μέτρο μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ζεστό νερό, ενώ μπορεί να είναι κατάλληλη λύση στην περίπτωση που δεν υπάρχει χώρος για εγκατάσταση λέβητα ή/και ηλιακών. Ωστόσο, εάν η ζήτηση είναι μικρή το μέτρο αυτό πιθανόν να μην είναι το οικονομικά βέλτιστο.

## 5.6 Παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η παραγωγή ηλεκτρισμού σε ΚΣΜΚΕ είναι μια λύση για περαιτέρω μείωση της πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου και κάλυψης της εναπομείνουσας ενέργειας μετά από την εφαρμογή όλων των παθητικών μέτρων. Επίσης, σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να είναι και η μόνη λύση για επίτευξη του ελάχιστου ποσοστού ανανεώσιμης ενέργειας που απαιτείται σε ένα ΚΣΜΚΕ, καθώς η εφαρμογή συστημάτων ΑΠΕ στη θέρμανση και την ψύξη μπορεί να μην επιτυγχάνουν τον στόχο ή να μην αποτελούν τις οικονομικά βέλτιστες εφαρμογές. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ περιβάλλεται από ένα πλαίσιο ρυθμίσεων, και σε μερικές περιπτώσεις κινήτρων, το οποίο πρέπει να μελετηθεί σοβαρά πριν την λήψη οποιασδήποτε απόφασης. Κυρίως μπορεί να επηρεάζονται τα ακόλουθα:

1. η δυνατότητα εγκατάστασης,
2. το μέγεθος του συστήματος,
3. το ποσοστό της παραγόμενης ενέργεια που θα καταναλώνεται ή θα διοχετεύεται στο δίκτυο.

Για βέλτιστο σχεδιασμό του συστήματος συστήνεται να γίνει μια εκτίμηση του προφίλ του ηλεκτρικού φορτίου που θα έχει το κτίριο μετά την κατασκευή ή μετά την ανακαίνιση. Η εκτίμηση αυτή είναι σημαντική για να διαπιστωθεί το μέγεθος του συστήματος που θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες του κτιρίου τόσο σε ποσοστό της ετήσιας κατανάλωσής του όσο και για κάλυψη των αναγκών του σε πραγματικό χρόνο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και καταναλώσεις ηλεκτρισμού που δεν περιλαμβάνονται στο ορισμό του ΚΣΜΚΕ όπως οι ηλεκτρικές συσκευές, ο εξωτερικός φωτισμός και οι κολυμβητικές δεξαμενές.

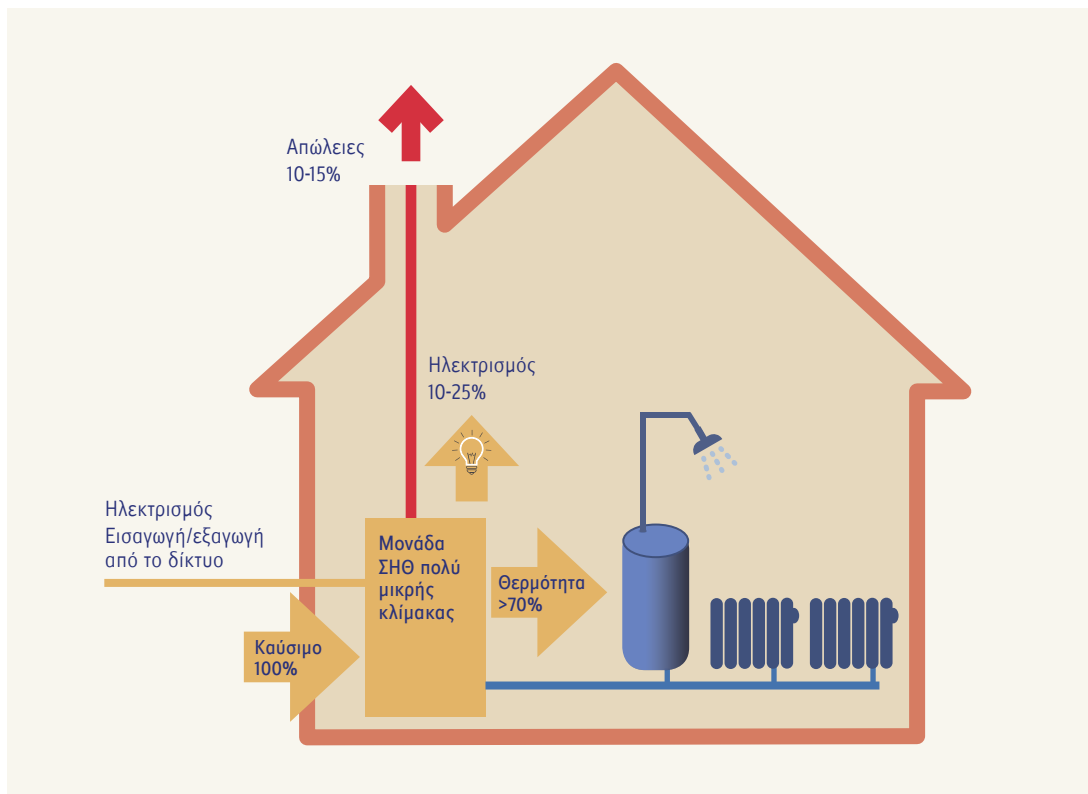
Το πιο διαδεδομένο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμη ενέργεια είναι το φωτοβολταϊκό. Η βελτιστοποίηση της απόδοσής του καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο, την κλίση, τον προσανατολισμό, και τη δυναμικότητα των πλαισίων του. Η εφαρμογή τους υπόκειται σε περιορισμούς παρόμοιους με αυτούς των ηλιακών θερμικών, όπως η ύπαρξη διαθέσιμου και κατάλληλου χώρου στην στέγη.

Οι μικρές ανεμογεννήτριες είναι ακόμα μια λύση για την παραγωγή ηλεκτρισμού που μπορεί να εφαρμοσθεί κυρίως σε ΚΣΜΚΕ που βρίσκονται σε αγροτικές περιοχές. Η απόδοσή τους καθορίζεται από το ύψος του κόμβου της προπέλας από το έδαφος, τη διάμετρό της και κατά πόσο ο περιβάλλον χώρος ευνοεί την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου. Η αδειοδότησή τους διέπεται από περιβαλλοντικούς περιορισμούς οι οποίοι σχετίζονται με την οπτική και ηχητική ρύπανση.



## 5.7 Συμπαραγωγή και τριπααραγωγή

Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) παράγουν ταυτόχρονα ηλεκτρική και θερμική ενέργεια από την ίδια πηγή ενέργειας. Η θερμική ενέργεια που ανακτάται από τη μονάδα συμπαραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες θέρμανσης χώρου και ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου. Όταν από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας τροφοδοτείται και ένας ψύκτης απορρόφησης για κάλυψη των αναγκών ψύξης του κτιρίου τότε το σύστημα ονομάζεται σύστημα τριπααραγωγής. Επειδή η μονάδα συμπαραγωγής ή τριπααραγωγής εκμεταλλεύεται τη θερμότητα που στην περίπτωση του συμβατικού τρόπου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας θα χανόταν, η συνολική απόδοση του συστήματος είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μεμονωμένων συστημάτων. Η χρήση βιομάζας ή ηλιακής ενέργειας αντί συμβατικού καυσίμου σε ένα σύστημα συμπαραγωγής μπορεί να μειώσει ακόμα περισσότερο την πρωτογενή ενέργεια του κτιρίου συνδράμοντας στην εκπλήρωση των απαιτήσεων για ΚΣΜΚΕ. Η συμπαραγωγή και η τριπαραγωγή μπορεί να είναι πιο κατάλληλη εφαρμογή στους τύπους κτιρίων που λόγω μεγέθους και χρήσης υπάρχει ταυτόχρονη μεγάλη ανάγκη σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια.



Σχήμα 19: Σύστημα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ)

Η επίτευξη της κατασκευής ενός ΚΣΜΚΕ ή της ανακαίνισης κτιρίου σε ΚΣΜΚΕ απαιτεί την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό. Ειδικότερα, σε κτίρια υπηρεσιών όταν το κέλυφός τους είναι καλά θερμομονωμένο ο φωτισμός εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 50% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να ξεπερνά το 75%. Η ενέργεια για φωτισμό είναι αποτέλεσμα της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού και της διάρκειας χρήσης του συνάρτηση του διαθέσιμου φυσικού φωτισμού και των πιθανών αυτοματισμών που υπάρχουν. Η εγκατάσταση της μικρότερης δυνατής ισχύος φωτισμού, χωρίς να συμβιβάζονται οι ανάγκες των χρηστών, είναι θεμελιώδες μέτρο. Για ΚΣΜΚΕ τα που χρησιμοποιούνται ως γραφεία, υπάρχει επί μέρους υποχρέωση η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού να μην ξεπερνά τα 10 W/m<sup>2</sup>.

Ως πρώτο βήμα συστήνεται η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Η διάρθρωση των χώρων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την πορεία του ήλιου συνάρτηση του ωραρίου και της έντασης χρήσης τους, ώστε να παρέχεται επαρκής φυσικός φωτισμός από τα παράθυρα. Τα παράθυρα στη νότια όψη παρέχουν μεγάλα ποσά φυσικού φωτισμού και ηλιακών κερδών σε αντίθεση με τα παράθυρα στη βορινή όψη όπου παρέχει διάχυτο φυσικό φως και ελάχιστα ηλιακά κέρδη. Τα παράθυρα θα πρέπει να τοποθετούνται σε πολλαπλές κατευθύνσεις για επιτευχθεί η εξισορρόπηση των επιπέδων φωτισμού των εσωτερικών χώρων. Οι ανάγκες σε φωτισμό κάθε εσωτερικού χώρου διαφέρουν σε ποσότητα και ποιότητα.

Η δε ποσότητα και κατανομή του φυσικού φωτισμού εξαρτάται άμεσα από τα εξής:

1. γεωμετρία του χώρου(ύψος / πλάτος),
2. επιφάνεια και η θέση του ανοίγματος,
3. τύπος του υαλοπίνακα,
4. σχήμα του υαλοπίνακα.

Ανοίγματα μεγάλου πλάτους παρέχουν φυσικό φωτισμό σταθερής έντασης αλλά παράλληλα δημιουργούνται ζώνες διαφορετικής έντασης φωτισμού στον χώρο, παράλληλες προς την όψη που φέρει το άνοιγμα. Κατακόρυφα ανοίγματα παρέχουν μεν καλύτερο φωτισμό στις απομακρυσμένες από το άνοιγμα περιοχές αλλά διαφορετικής έντασης στη διάρκεια της ημέρας. Όσο πιο ψηλά είναι τοποθετημένο το άνοιγμα τόσο πιο βαθιά στο χώρο φτάνει το φυσικό φως.

Σε χώρους όπου λόγω περιορισμών δεν υπάρχουν ανοίγματα ή είναι πολύ μικρά, όπως υπόγεια και αποθήκες, αλλά και υφιστάμενα κτίρια όπου η δημιουργία νέων ανοιγμάτων είναι ανέφικτη, η χρήση του τεχνητού φωτισμού μπορεί να μειωθεί με την εγκατάσταση φωτοσωλήνων. Οι φωτοσωλήνες παγιδεύουν το φως του ήλιου με έναν θόλο που τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου και στην συνέχεια μεταφέρεται στον επιθυμητό χώρο μέσω αντανακλαστικού σωλήνα.

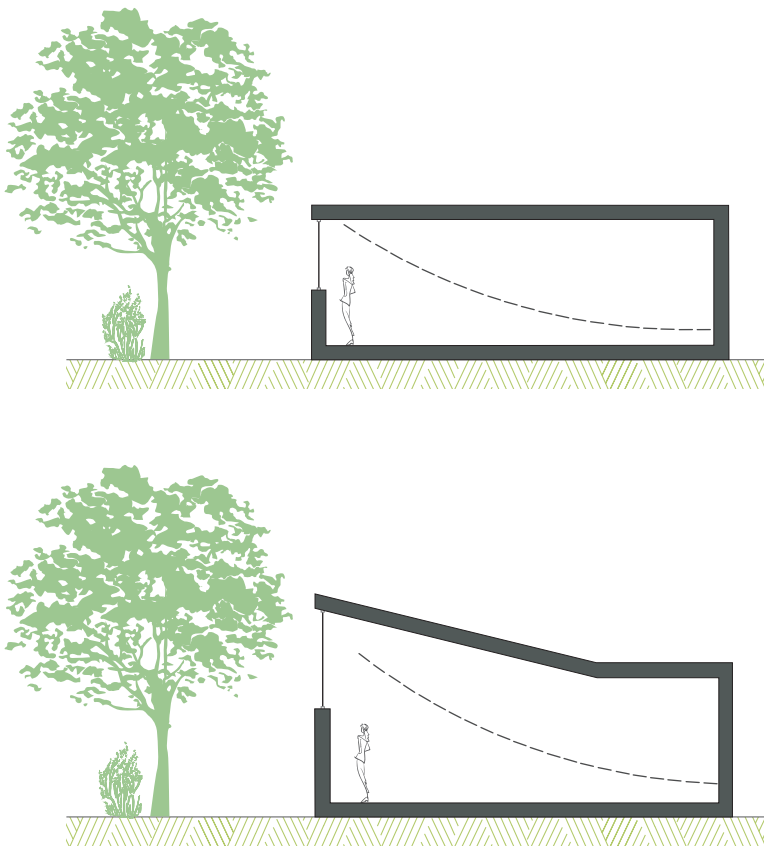
Επιπλέον μια επιπρόσθετη τεχνική που μπορεί να συνεισφέρει στον φυσικό φωτισμό είναι η αύξηση του έμμεσου φωτισμού ενός χώρου. Αυτό μπορεί να γίνει με την επιλογή ανοιχτών χρωμάτων και σπιλπνής υφής για την επίστρωση ή επικάλυψη στις παρακείμενες του κτιρίου επιφάνειες ώστε να διοχετεύεται μέσω ανάκλασης η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στο κτίριο. Οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες

παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας και οι στιλπνές υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας. Το αντίθετο συμβαίνει με τις σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες.

Αφού εξαντληθούν όλες οι δυνατότητες εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού, θα πρέπει από το στάδιο της μελέτης να γίνεται η βέλτιστη διαστασιολόγηση με την επιλογή του κατάλληλου τύπου και αριθμού φωτιστικών πηγών, διατηρώντας το επιθυμητό επίπεδο οπτικής άνεσης.

Η επιλογή λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης μπορεί να γίνει σχετικά εύκολα, καθώς όλοι οι λαμπτήρες έχουν ενεργειακή σήμανση. Σε λαμπτήρες που περιλαμβάνονται μετασχηματιστές τάσης (ballasts) ενδείκνυται η χρήση ηλεκτρονικών ballast έναντι των ηλεκτρομαγνητικών, αφού προσφέρουν καλύτερη απόδοση, χαμηλότερη κατανάλωση του φωτιστικού σώματος και μικρότερες απώλειες του στραγγαλιστικού πηνίου.

Η χρήση ενέργειας για φωτισμό μπορεί να μειωθεί περαιτέρω με την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου, τοπικών ή κεντρικών, για μείωση του χρόνου χρήσης των συστημάτων ώστε ο φωτισμός να παρέχεται μόνο όταν απαιτείται. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως ρυθμιστές έντασης της ηλεκτρικής τάσης ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών, με την εγκατάσταση ανιχνευτών παρουσίας και των αυτόματων συστημάτων μείωσης με τη χρήση αισθητήρων φυσικού φωτός. Σε κάθε περίπτωση, οι αυτοματισμοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη διαθεσιμότητα σε φυσικό φωτισμό που μεταβάλεται ανάλογα με την εποχή και τις καιρικές συνθήκες.



Σχήμα 20: Η κάλυψη του χώρου με φυσικό φως ανάλογα με το ύψος του ανοίγματος

## Αναφορές και χρήσιμη βιβλιογραφία

1. *Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Α΄ Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011
2. *Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου*, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας, Νοέμβριος 2014
3. *Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων*, 2η Έκδοση, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2010
4. *Οδηγός απαιτήσεων συνολικής απόδοσης για τεχνικά συστήματα που εγκαθίστανται ή αναβαθμίζονται σε κτίρια και κτιριακές μονάδες που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες (προσχέδιο)*, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας
5. *Οδηγός απαιτήσεων συνολικής απόδοσης για τεχνικά συστήματα που εγκαθίστανται ή αναβαθμίζονται σε κτίρια και κτιριακές μονάδες που δεν χρησιμοποιούνται ως κατοικίες (προσχέδιο)*, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας
6. *Τεχνικός Οδηγός Ηλιακών Συστημάτων*, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2009
7. Οι περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμοι του 2006 έως 2012
8. Το περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) Διάταγμα του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014)
9. Χρήστος Γ. Αθανασόπουλος, Κατασκευή κτιρίων σύνθεση και τεχνολογία, Δ΄ Έκδοση, Αθήνα 1995, Εκδόσεις Παπασωτηρίου
10. *A guide to Integrated Energy Design (IED) - Some principles of low energy building design*, September 2009, Webpublication: [www.EcoArchWiki.net](http://www.EcoArchWiki.net) or [www.intendesign.com](http://www.intendesign.com), [www.byggalliansen.no/dokumenter\\_10/Some\\_principles\\_revised\\_NormalQuality.pdf](http://www.byggalliansen.no/dokumenter_10/Some_principles_revised_NormalQuality.pdf) (The guideline was made as a part of the Intelligent Energy Europe project INTEND)
11. *CLEAR (Comfort and Low Energy ARchitecture)*, It is partly funded by the European Commission under contract no.ASI/KLB7-301/97/0126-44, [www.new-learn.info/packages/clear/index.html](http://www.new-learn.info/packages/clear/index.html)
12. *City of Vancouver: Passive Design Toolkit for homes*, Light House Sustainable Building Centre and Dr. Guido Wimmers, July 2009
13. Constaninos G. Xichilos, *Comfortable and affordable low energy houses in Cyprus*, Thesis for award of master science at Frederick University, Nicosia, January 2011
14. EFFINERGIE, *Low-Consumption Building: The Achievement of a Project, Solutions for new, comfortable and energy-saving housing. Guide for the purpose of the building industry professionals*, March 2008

15. EXERGIA S.A., *Provision of consulting services for the definition of Nearly Zero Energy Residential Buildings in Cyprus*, σύμβαση με αρ. MCIT/ES/01/2011, Μάιος 2012
16. *Temperature profiles and thermal properties of the ground in Cyprus, for use in the design of ground heat exchangers*, George Florides, Panayiotis D. Pouloupatis, Soteris Kalogirou, Vasillios Messaritidis, Ioannis Panayides, Zomenia Zomeni, George Partsides, Andreas Lizides, Eleni Sophocleous, Kostas Koutsoumpas
17. *Calculations for setting minimum energy performance requirements at cost optimum levels according to the article 5 of the Directive 2010/31/EU for the energy performance of buildings (recast)*, Ministry of Energy, Commerce, Industry and Tourism, April 2013
18. Passive-on project, The Passivhaus standard in European warm climates: Design guidelines for comfortable low energy homes, July 2007
19. SENTRO, *Promoting uptake of alternative energy systems in buildings*, April 2009
20. Steven V. Szokolay, *Introduction to architectural science the basis of sustainable design*, Graphics assistance by Christopher Brisbin, Architectural Press, An imprint of Elsevier Science, Oxford UK, First published 2004
21. S V Szokolay, *Solar Geometry*, second revised edition 2007, by PLEA: *Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture*, The University of Queensland, Brisbane

## Πηγές σχημάτων

1. *Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Α΄ Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011
2. EXERGIA S.A., *Provision of consulting services for the definition of Nearly Zero Energy Residential Buildings in Cyprus*, σύμβαση με αρ. MCIT/ES/01/2011, Μάιος 2012
3. Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού



## Παράρτημα Α

Υπολογιστικά παραδείγματα κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται υπολογιστικά παραδείγματα ΚΣΜΚΕ. Οι υπολογισμοί έγιναν με το λογισμικό SBEMcy που προσομοιώνει τη «Μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου» και χρησιμοποιείται για την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης και συστάσεων. Σκοπός είναι να δοθούν παραδείγματα συμμόρφωσης με το περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις και τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληροί το κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας) Διάταγμα του 2014 (Κ.Δ.Π. 366/2014). Οι πραγματικές καταναλώσεις μπορεί να διαφέρουν από αυτές που καταγράφονται πιο κάτω, καθώς εξαρτώνται και από άλλους αστάθμητους παράγοντες, όπως οι συνήθειες των χρηστών και οι μεταβολές στις καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, η κατανάλωση ενέργειας που οφείλεται στις ηλεκτρικές συσκευές και τον εξωτερικό φωτισμό, δεν συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό, ενώ κάποια μέτρα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, όπως οι ανεμιστήρες οροφής, επίσης δεν συμπεριλαμβάνονται.

#### A. Μονοκατοικία στην κλιματική ζώνη 2

Γεωμετρία κτιρίου	
Περιγραφή	Ισόγειο σαλόνι και κουζίνα και ένας όροφος με τρία υπνοδωμάτια
Συνολικό ωφέλιμο εμβαδό	176m <sup>2</sup>
Εμβαδό οροφής	88m <sup>2</sup>
Εμβαδό εξωτερικής τοιχοποιίας	206m <sup>2</sup>
Εμβαδό κουφωμάτων	46m <sup>2</sup>

Ενεργειακά χαρακτηριστικά	
Ενεργειακή κατηγορία στο ΠΕΑ	A
Οροφή	0,28W/m <sup>2</sup> K
Τοιχοποιία	0,25W/m <sup>2</sup> K
Κουφώματα	2,25W/m <sup>2</sup> K
Θερμοχωρητικότητα	120KJ/m <sup>2</sup> K (μέσος όρος)
Σκίαση	Εξωτερική μετακινούμενη
Θέρμανση	Αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης
Ψύξη	Αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης
Ζεστό νερό χρήσης	Αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης σε συνδυασμό με ηλιακό σύστημα
Αερισμός	Φυσικός
Φωτισμός	Λαμπτήρες συμπαγούς φθορισμού
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 3kW

	Ζήτηση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)	Παραγωγή ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)	Απόδοση συστήματος	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)	Παράγοντας μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια <sup>5</sup>	Πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)
Θέρμανση	8,67	Δ/Ε	3,6	2,41	2,7	6,5
Ψύξη	131,93	Δ/Ε	3,2	41,23	2,7	111,32
Ζεστό νερό χρήσης	14,64	Δ/Ε	3	2,59 <sup>6</sup>	2,7	6,99
Ηλιακό σύστημα για ζεστό νερό χρήσης	Δ/Ε	6,87	Δ/Ε	Δ/Ε	2,7	6,18
Δευτερεύουσα ενέργεια	Δ/Ε	Δ/Ε	Δ/Ε	0	2,7	0
Φωτισμός	Δ/Ε	Δ/Ε	Δ/Ε	16,67	2,7	45
Φωτοβολταϊκά	Δ/Ε	31,77	Δ/Ε	Δ/Ε	2,7	85,77

Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας = 6,5 + 111,32 + 6,99 + 6,18 + 45 = 175,99kWh/m<sup>2</sup> ετησίως.

Κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ = 6,18 + 85,77 = 91,95kWh/m<sup>2</sup> ετησίως.

Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από συμβατικές πηγές = 175,99 - 91,95 = 84,04 ≤ 100kWh/m<sup>2</sup> ετησίως.

Ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ = 91,95 / 175,99 = 52% ≥ 25%

## B. Κτίριο γραφεία με κατάστημα στο ισόγειο στην κλιματική ζώνη 2

Γεωμετρία κτιρίου	
Περιγραφή	Ισόγειο κατάστημα και πέντε όροφοι γραφείων
Συνολικό ωφέλιμο εμβαδό	2.517m <sup>2</sup>
Εμβαδό οροφής	412m <sup>2</sup>
Εμβαδό εξωτερικής τοιχοποιίας	1.400m <sup>2</sup>
Εμβαδό κουφωμάτων	671m <sup>2</sup>

<sup>5</sup> Όπως αυτοί καθορίζονται στη «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου». Στην περίπτωση αυτή αφορά τον ηλεκτρισμό δικτύου.

<sup>6</sup> Έχει αφαιρεθεί από την κατανάλωση η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης από το ηλιακό σύστημα.



Ενεργειακά χαρακτηριστικά	
Ενεργειακή κατηγορία στο ΠΕΑ	A
Οροφή	0,3W/m <sup>2</sup> K
Τοιχοποιία	0,17W/m <sup>2</sup> K
Κουφώματα	2,25W/m <sup>2</sup> K
Θερμοχωρητικότητα	120KJ/m <sup>2</sup> K (μέσος όρος)
Σκίαση	Εξωτερική μετακινούμενη
Θέρμανση	Αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης
Ψύξη	Αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης
Ζεστό νερό χρήσης	Ηλεκτρικό στοιχείο σε συνδυασμό με ηλιακό σύστημα
Αερισμός	Μηχανικός εξαερισμός που εισάγει αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον για κλιματισμό όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν
Φωτισμός	Η εγκατεστημένη ισχύς είναι 10W/m <sup>2</sup>
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 20kW

	Ζήτηση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)	Παραγωγή ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)	Απόδοση συστήματος	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)	Παράγοντας μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> ετησίως)
Θέρμανση	4,8	Δ/Ε	3,7	1,34	2,7	3,5
Ψύξη	70,9	Δ/Ε	3,6	19,68	2,7	53,2
Ζεστό νερό χρήσης	1,59	Δ/Ε	1	1,41	2,7	3,8
Ηλιακό σύστημα για ζεστό νερό χρήσης	Δ/Ε	0,18	Δ/Ε	Δ/Ε	2,7	0,5
Δευτερεύουσα ενέργεια	Δ/Ε	Δ/Ε	Δ/Ε	4,4	2,7	11,9
Φωτισμός	Δ/Ε	Δ/Ε	Δ/Ε	27,77	2,7	75
Φωτοβολταϊκά	Δ/Ε	15	Δ/Ε	Δ/Ε	2,7	40,5

Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας = 3,5 + 53,2 + 3,8 + 0,5 + 11,9 + 75 = 147,9kWh/m<sup>2</sup> ετησίως.

Κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ = 40,5 + 0,5 = 41kWh/m<sup>2</sup> ετησίως.

Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από συμβατικές πηγές = 147,9 - 41 = 106,9 ≤ 125kWh/m<sup>2</sup> ετησίως.

Ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ = 41 / 147,9 = 28% ≥ 25%.



## Παράρτημα Β

Εναλλακτικά συστήματα παραγωγής ενέργειας  
υψηλής απόδοσης

Σύμφωνα με τους περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμους του 2006 έως 2012 θα πρέπει πριν την έναρξη κατασκευής νέων κτιρίων και πριν την ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας υφιστάμενων κτιρίων, να μελετάται και να λαμβάνεται υπόψη η τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας υψηλής απόδοσης. Τα συστήματα αυτά είναι:

1. Αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.
2. Συστήματα συμπαραγωγής.
3. Συστήματα τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης ή συστήματα θέρμανσης/ψύξης σε κλίμακα οικοδομικού τετραγώνου, ιδίως όταν αυτά βασίζονται πλήρως ή εν μέρει σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές.
4. Αντλίες θερμότητας.

Σε ένα ΚΣΜΚΕ η απόφαση για το είδος του εναλλακτικού συστήματος παραγωγής ενέργειας που θα εγκατασταθεί, θα πρέπει να βασίζεται στα εξής:

1. Βαθμός συμβολής στην συμμόρφωση με τις πρόνοιες της Κ.Δ.Π. 344/2014.
2. Οικονομική βιωσιμότητα.
3. Τεχνικούς, διοικητικούς, ρυθμιστικούς κα περιβαλλοντικούς περιορισμούς που μπορεί να διέπουν το κτίριο.

Για διευκόλυνση της λήψης απόφασης παρατίθενται για κάθε εναλλακτικό σύστημα παραγωγής ενέργειας μια σειρά ερωτημάτων που όταν απαντηθούν δίνουν μια ένδειξη για το σύστημα που πρέπει να επιλεγεί ανάλογα με το κτίριο. Ο κατάλογος με τα ερωτήματα έχει σκοπό να υποβοηθήσει τη διενέργεια μελέτης και σε καμία περίπτωση να την αντικαταστήσει.

### **Ηλιακά για ζεστό νερό χρήσης, θέρμανση και ψύξη**

---

1. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης;
2. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση χώρου;
3. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ψύξη;
4. Πόσο διαθέσιμο εμβαδόν οροφής υπάρχει;
5. Υπάρχουν διαθέσιμα χρηματοδοτικά κίνητρα;
6. Απαιτείται άδεια για την εγκατάστασή τους;
7. Πόσο συνεισφέρουν στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας;
8. Πόσο συνεισφέρουν στην κάλυψη μέρους της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

### **Φωτοβολταϊκά**

---

1. Ποια είναι η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας;
2. Πόσο διαθέσιμο εμβαδόν οροφής υπάρχει;
3. Υπάρχουν άλλες όψεις του κτιρίου που μπορούν να ενσωματωθούν;

4. Υπάρχει διαθέσιμος χώρος εγκατάστασής τους πλησίον του κτιρίου;
5. Υπάρχουν διαθέσιμα χρηματοδοτικά κίνητρα;
6. Απαιτείται άδεια για την εγκατάστασή τους;
7. Πόσο συνεισφέρουν στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας;
8. Πόσο συνεισφέρουν στην κάλυψη μέρους της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

### **Βιομάζα για ζεστό νερό χρήσης και θέρμανση**

---

1. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης;
2. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση χώρου;
3. Υπάρχει διαθέσιμος χώρος για αποθήκευση της απαιτούμενης ποσότητας βιομάζας;
4. Υπάρχουν διαθέσιμα χρηματοδοτικά κίνητρα;
5. Απαιτείται άδεια για την εγκατάστασή τους;
6. Πόσο συνεισφέρει στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας;
7. Πόσο συνεισφέρει στην κάλυψη μέρους της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

### **Συμπαραγωγή**

---

1. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης;
2. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση χώρου;
3. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ψύξη;
4. Ποια είναι η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας;
5. Υπάρχουν διαθέσιμα χρηματοδοτικά κίνητρα;
6. Απαιτείται άδεια για την εγκατάσταση του συστήματος;
7. Πόσο συνεισφέρει στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας;
8. Πόσο συνεισφέρει στην κάλυψη μέρους της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

### **Τηλεθέρμανση και τηλεψύξη**

---

1. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης;
2. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση χώρου;
3. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ψύξη;
4. Υπάρχει δίκτυο τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης με το οποίο μπορεί να συνδεθεί το κτίριο ή θα πρέπει να κατασκευαστεί δίκτυο;
5. Υπάρχουν διαθέσιμα χρηματοδοτικά κίνητρα;
6. Απαιτείται άδεια για την εγκατάσταση συστήματος τηλεθέρμανσης ή τηλεψύξης;
7. Πόσο συνεισφέρει στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας;
8. Πόσο συνεισφέρει στην κάλυψη μέρους της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;

## Αντλίες θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης

---

1. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για θέρμανση χώρου;
2. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ψύξη;
3. Ποια είναι η ζήτηση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης;
4. Υπάρχει κατάλληλο έδαφος για γεώτρηση (σε περίπτωση γεωθερμικής αντλίας);
5. Υπάρχει κοντά στο κτίριο νερό σε σταθερή θερμοκρασία;
6. Υπάρχουν διαθέσιμα χρηματοδοτικά κίνητρα;
7. Απαιτείται άδεια για την εγκατάσταση του συστήματος;
8. Πόσο συνεισφέρει στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας;
9. Πόσο συνεισφέρει στην κάλυψη μέρους της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές;



**Υπηρεσία Ενέργειας**  
**Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού**

Ανδρέα Αραούζου 13 - 15  
1421 Λευκωσία  
Κύπρος

Τηλ.: +357 22867100  
[www.mcit.gov.cy](http://www.mcit.gov.cy)





ΓΤΠ 271/2015-300 ISBN: 978-9963-50-364-3  
Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

.....  
Εκτύπωση: Printco Ltd