



ΤΕΙ Κρήτης
Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***Σχεδιασμός και μελέτη θερμικών φορτίων ιδανικής
υπόσκαφης κατοικίας***

ΒΟΣΚΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

A.M. 5529

Επιβλέπων Καθηγητής

Δ. Γ. ΧΡΗΣΤΑΚΗΣ

Ηράκλειο 2019

Περίληψη

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η μελέτη των θερμικών φορτίων μιας ιδανικής υπόσκαφης κατοικίας.

Σχεδιάσαμε μία υπόσκαφη κατοικία για τετραμελή οικογένεια, στο νομό Ρεθύμνου, σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και υπολογίσαμε τις θερμικές απώλειες του κτιρίου, τόσο σε ψύξη όσο και σε θέρμανση, για τις δυσμενέστερες θερμοκρασίες καλοκαιριού και χειμώνα, τα τελευταία χρόνια (2007-2018).

Το αποτέλεσμα που βγάλαμε ήταν ότι η κατασκευή μιας υπόσκαφης κατοικίας συμφέρει ενεργειακά, σε σύγκριση με μία συμβατική κατοικία και αυτό οφείλεται στη χρήση των παθητικών συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και φωτισμού.

Λέξεις Κλειδιά : Υπόσκαφη κατοικία, Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Θερμικές απώλειες, Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης, Αερισμού και Φωτισμού.

Abstract

The purpose of the dissertation work is to design and study the thermal loads of an ideal underground house.

We designed an underground house for a four-member family in the prefecture of Rethymno according to the principles of bioclimatic design and we calculated the thermal losses of the building, both in cooling and heating, for the worst summer and winter temperatures in the last years (2007-2018).

The result we made was that the construction of an underground house is energy-efficient compared to a conventional house and this is due to the use of passive heating, ventilation and lighting systems.

Key words : Underground house, Bioclimatic design, Thermal losses, Passive Heating, Ventilation and Lighting Systems.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

Εισαγωγή.....	1
1.1. Ιστορική ανασκόπηση υπόσκαφων κατοικιών.....	1
1.2. Στόχος Πτυχιακής Εργασίας.....	2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

Σχεδιασμός Υπόσκαφης Κατοικίας.....	3
2.1. Προσδιορισμός κτιριακού κελύφους.....	3
2.2. Τοποθεσία υπόσκαφης κατοικίας.....	4
2.3. Συνεισφορά φυτών στο βιοκλιματικό σχεδιασμό της υπόσκαφης κατοικίας.....	5
2.4. Επιλογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης, αερισμού/δροσισμού και φωτισμού.....	7
2.5. Εξωτερικός και εσωτερικός χρωματισμός κτιρίου.....	8
2.6. Εξαερισμός εσωτερικών χώρων και ασφάλεια ανοιγμάτων.....	8
2.7. Επιλογή υλικών κατασκευής υπόσκαφης κατοικίας.....	9
2.8. Σχέδια υπόσκαφης κατοικίας.....	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

Μελέτη Θερμικών Φορτίων Υπόσκαφης Κατοικίας.....	19
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

Συμπεράσματα.....	27
-------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	29
------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. Νομοθεσία.....	29
-----------------------------	----

1.1. Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ).....	29
1.2. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).....	33
1.3. Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ).....	37
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων.....	38
2.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης.....	40
2.1.1.Συστήματα Άμεσου Κέρδους.....	42
2.1.2.Συστήματα Έμμεσου Κέρδους.....	43
2.1.3.Συστήματα Απομονωμένου Κέρδους.....	44
2.2. Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού / Αερισμού.....	44
2.2.1.Διαμπερής Φυσικός Αερισμός.....	45
2.2.2.Υβριδικός Αερισμός.....	46
2.2.3.Καμινάδα Αερισμού.....	46
2.2.4.Ηλιακή Καμινάδα.....	46
2.2.5.Ψύξη Μέσω Εδάφους.....	47
• Υπόσκαφα / Ημιυπόσκαφα Κτίρια.....	47
• Υπεδάφιο Σύστημα Αγωγών.....	48
2.2.6. Δροσισμός με ακτινοβολία.....	49
2.2.7.Δροσισμός με εξάτμιση.....	49
2.3. Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού.....	49
2.3.1.Ανοίγματα οροφής.....	50
2.3.2. Ειδικοί Υαλοπίνακες.....	51
2.3.3. Διαφανή Μονωτικά Υλικά.....	51

2.3.4. Ανακλαστικές Περσίδες.....	52
2.3.5. Ράφια Φωτισμού.....	52
2.3.6. Αίθρια.....	52
2.3.7. Φωταγωγοί.....	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. Παραδείγματα Υπόσκαφων Κατοικιών στην Ελλάδα.....	53
Περιοχή Μυλοπότας της Ίου.....	53
Χανιά, Κρήτη.....	55
Αγία Γαλήνη Ρεθύμνου, Κρήτη.....	56
Ακτή Γυαλιάς, Νάξος.....	56
Βιβλιογραφία.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1. Ιστορική ανασκόπηση υπόσκαφων κατοικιών.

Η προσπάθεια να προστατευτεί κάθε ζωντανός οργανισμός από ακραίες (και επομένως επικίνδυνες ή έστω ενοχλητικές) θερμοκρασιακές μεταβολές, είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με τη φυσική – βιολογική προσπάθεια για επιβίωση. Γι' αυτό ο άνθρωπος, από τα πανάρχαια χρόνια προσπαθούσε να εξασφαλίσει μία ευχάριστη, ή έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος, στους χώρους και τις περιοχές παραμονής, διαμονής και απασχολήσεώς του.

Η **σπηλιά** του πρωτόγονου ανθρώπου (**υπόσκαφη κατοικία**), ήταν η πρώτη κατοικία που τον προστάτευε από την παγωνιά του χειμώνα και το θερινό καύσωνα. Στη συνέχεια, η φωτιά, πηγή και αφετηρία του πολιτισμού αλλά και βασικός παράγοντας αναπτύξεώς του για πολλές χιλιάδες χρόνια, έδωσε την πρώτη δυνατότητα στον άνθρωπο να μεταβάλει, με δική του πρωτοβουλία και δράση, τη θερμοκρασία του άμεσου περιβάλλοντός του, διαφοροποιώντας την τεχνητά από τον υπόλοιπο περίγυρο. Με το πέρασμα του χρόνου, καθώς εξελίσσονταν οι πολιτισμοί, εξελίχθηκε και η υπόσκαφη κατοικία, φτάνοντας στη σημερινή της μορφή.

Στην Ελλάδα τα υπόσκαφα κτίρια (σπίτια δηλαδή που είναι σκαμμένα μέσα στο βράχο) έχουν κάνει την εμφάνισή τους από πολύ παλιά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Σαντορίνη. Στα σπίτια αυτά κατοικούσαν τα πληρώματα που δούλευαν στα καράβια. Τα υπόσκαφα κτίσματα της Σαντορίνης είναι θολωτά, σκαμμένα στο βράχο χωρίς θεμέλια, με στενή πρόσοψη και μεγάλο βάθος. Η στέγαση των κτισμένων τμημάτων τους γίνεται με θόλους ή σταυροθόλια με ένα είδος χυτής καλουπωτής κατασκευής. Τα υλικά τους είναι η πέτρα (κόκκινη ή μαύρη) και η θηραϊκή γη. Αυτά, μαζί με τον ασβέστη δημιουργούν ένα πολύ ισχυρό κονίαμα. Η θηραϊκή γη έχει μονωτικές ιδιότητες κι έτσι τα υπόσκαφα διατηρούνται δροσερά το καλοκαίρι και ζεστά το χειμώνα. (Σελλούντος 2013, www.wikipedia.org)

1.2. Στόχος Πτυχιακής Εργασίας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξουμε και να προσδιορίσουμε τις ανάγκες σε ψύξη και θέρμανση σε μία ιδανική υπόσκαφη κατοικία. Η κατοικία θα αφορά μία τετραμελή οικογένεια στο νομό Ρεθύμνης και θα είναι τουλάχιστον κατά το ήμισυ υπόσκαφη.

Για να πετύχουμε τον παραπάνω στόχο θα κάνουμε τα εξής :

- Θα μελετήσουμε τη νομοθεσία που σχετίζεται με την οικοδόμηση των κτιρίων, και συγκεκριμένα των υπόσκαφων κτιρίων (**παράρτημα 1**).
- Θα αναλύσουμε τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, αερισμού και φωτισμού, τα οποία θα μας βοηθήσουν να επιλέξουμε τη βέλτιστη τοποθεσία κατασκευής της υπόσκαφης κατοικίας μας (βέλτιστος προσανατολισμός, υψόμετρο και κλίση του εδάφους). Με τον τρόπο αυτό, θα πετύχουμε τη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και της θερμικής αδράνειας του εδάφους (**παράρτημα 2**).
- Θα μελετήσουμε τα θερμικά φορτία της υπόσκαφης κατοικίας μας, χρησιμοποιώντας τα μοντέλα που περιγράφονται στο βιβλίο του κ. Μ.Ι. Κτενιαδάκη. Θα μελετηθεί η συμπεριφορά και η μέση θερμοκρασία της κατοικίας μας κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του καλοκαιριού και κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του χειμώνα, που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια (2007-2018), για περιοχές του Νομού όπου τηρούν τα κατά προσέγγιση παραπάνω στοιχεία που μελετήσαμε και μας προσδιόρισαν τα στοιχεία των περιοχών για την κατασκευή της κατοικίας μας, έτσι ώστε στη συνέχεια να είμαστε σε θέση να προσεγγίσουμε σε πιο βαθμό μια τέτοια κατοικία έχει ανάγκες σε ψύξη και θέρμανση. Τέλος,
- Θα αναφέρουμε παραδείγματα υπόσκαφων κατοικιών στην Ελλάδα (**παράρτημα 3**).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σχεδιασμός Υπόσκαφης Κατοικίας

Στην παρούσα εργασία θα σχεδιάσουμε μια υπόσκαφη κατοικία για τετραμελή οικογένεια, η οποία θα αποτελείται από δύο υπνοδωμάτια, ένα λουτρό, έναν διάδρομο και έναν ενιαίο χώρο όπου θα βρίσκονται το σαλόνι και η κουζίνα. Ο **προσανατολισμός** της κύριας και μοναδικής όψης της υπόσκαφης κατοικίας μας θα είναι **Νότιος**.

2.1. Προδιαγραφές Κτιριακού Κελύφους.

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι το πρώτο βήμα για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Το κτίριο πρέπει να σχεδιαστεί με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία του, αξιοποιώντας όλες τις τεχνικές θωράκισης του κτιριακού κελύφους και περιορίζοντας τις ροές θερμότητας. Σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ, κατά το σχεδιασμό του κτιρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι :

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών (κλιματικών δεδομένων, προσανατολισμού, ηλιασμού).
- Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.), όπως άμεσου ηλιακού κέρδους (νότιων ανοιγμάτων), τοίχου μάζας, τοίχου Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκηπίου) κ.ά.
- Ηλιοπροστασία του κτιρίου.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.

- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Η χρήση του κτιρίου : κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.
- Το προφίλ λειτουργίας : ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.
- Η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων (θερμικών ζωνών) του κτιρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και εσωτερικά φορτία.
- Η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους, με μόνωση δομικών στοιχείων και επιλογή κατάλληλων διαφανών στοιχείων (παραθύρων, γυάλινων προσόψεων κ.ά.).
- Η δυνατότητα εφαρμογής τεχνολογιών παθητικών συστημάτων δροσισμού.
- Η δυνατότητα εφαρμογής φυσικού σκιασμού του κτιρίου μέσω δενδροφύτευσης.

Στο κτίριο μπορούν να εφαρμοστούν τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με καλύτερες προδιαγραφές από τις ελάχιστες απαιτούμενες και από αυτές του κτιρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου να καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Στα περισσότερα κτίρια, υπάρχει πάντα η δυνατότητα ενσωμάτωσης τεχνολογιών αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτιριακό κέλυφος και της διαμόρφωσης του μικροκλίματος με φύτευση του περιβάλλοντος χώρου. (ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017)

2.2.Τοποθεσία Υπόσκαφης Κατοικίας.

Η υπόσκαφη κατοικία μας θα χτιστεί στη Νότια περιοχή του Νομού Ρεθύμνου. Το έδαφος του νομού είναι ορεινό, με εξαιρετικά έντονο ανάγλυφο στο ανατολικό τμήμα, όπου υψώνεται ο Ψηλορείτης, με την υψηλότερη κορυφή του τον Τίμιο Σταυρό (2,456 m). Οι περιορισμένες πεδινές εκτάσεις του νομού σχηματίζονται στις παράκτιες περιοχές και μεταξύ των οροσειρών, όπως η κοιλάδα του Αμαρίου και η κοιλάδα του Μυλοποτάμου. (<http://diocles.civil.duth.gr>)

Ο νομός Ρεθύμνου ως τμήμα της Κρήτης ανήκει στη μεσογειακή κλιματολογική ζώνη, το κλίμα της οποίας χαρακτηρίζεται ως εύκρατο. Ανήκει στην **κλιματική ζώνη Α**. Ο χειμώνας είναι ήπιος και υγρός με αρκετές βροχοπτώσεις και χιόνια στα ορεινά. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις πεδινές περιοχές, αλλά αρκετά συχνή στις ορεινές. Γενικά, η ατμόσφαιρα είναι

αρκετά υγρή, ανάλογα με την εγγύτητα στη θάλασσα. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 25-30°C. Στα νότια του Νομού, η θερμοκρασία είναι υψηλότερη και με περισσότερες ημέρες ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Στις ακτές οι υψηλές θερινές θερμοκρασίες μετριάζονται από την επίδραση της θάλασσας. Προς το εσωτερικό και προς τις ορεινές περιοχές το μεσογειακό κλίμα αλλοιώνεται αποκτώντας μερικά χαρακτηριστικά του ηπειρωτικού, αλλά δεν παύει σε γενικές γραμμές να παραμένει σχετικά ήπιο. (www.wikipedia.com, <https://www.rethymno.gr>)

2.3. Συνεισφορά φυτών στο βιοκλιματικό σχεδιασμό της υπόσκαφης κατοικίας.

Τα δέντρα και τα φυτά επηρεάζουν σημαντικά το μικροκλίμα μιας περιοχής γιατί έχουν τις παρακάτω δυνατότητες :

- Προσφέρουν ηλιοπροστασία στα κτίρια.
- Μειώνουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- Μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου.
- Μειώνουν το θόρυβο.
- Μειώνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση.
- Εμποδίζουν τη διάβρωση των εδαφών, που προκαλούν οι βροχοπτώσεις.

Οι ταρατσόκηποι μειώνουν τα φορτία κλιματισμού και θέρμανσης στο κτίριο σε ποσοστό έως 30% το καλοκαίρι και 10% το χειμώνα αντίστοιχα. Παράλληλα, αποτελούν φυσικές μονάδες οξυγόνου, συγκρατούν και καθυστερούν την απορροή του βρόχινου νερού (από μισή έως 2,5 ώρες ανάλογα με την ένταση της βροχής και για πάχος χώματος 15cm), μειώνοντας τα πλημμυρικά φαινόμενα. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007)

Τα φυτά που θα χρησιμοποιήσουμε στην κατοικίας μας είναι τα ακόλουθα (<http://www.nhmc.uoc.gr>) :

– **Πάσπαλος : το ανθεκτικό γκαζόν**

Έχει μεγάλο ριζικό σύστημα που εξαπλώνεται ταχέως και δημιουργεί πυκνές συστάδες. Είναι ανθεκτικό σε διαφορετικές ακραίες συνθήκες και γι αυτό το λόγο χρησιμοποιείται σε χλοοτάπητας. Έχει μεγάλη αντοχή στο αλάτι, γεγονός που το καθιστά κατάλληλο για αυλές που τις “ψεκάζει” η θάλασσα.



Αναπτύσσεται σε όλα τα εδάφη και η ανάγκη του για λίπανση είναι πολύ λιγότερη από κάθε άλλο χόρτο για γκαζόν. Το βαθύ ριζικό σύστημα του δίνει σημαντική αντοχή στη ξηρασία και πετυχαίνουμε μεγάλη οικονομία νερού, αφού απαιτεί λιγότερο νερό σε σχέση με τα άλλα φυτά που χρησιμοποιούνται για γκαζόν και δεν έχει πρόβλημα αν ποτίζεται και με υφάλμυρο. Επίσης είναι ιδανικό για περιοχές που υπόκεινται σε πλημμύρες, αφού μπορεί να μείνει κάτω από το νερό μέχρι μία εβδομάδα. Το χειμώνα ελαφρώς κιτρινίζει. Είναι λεπτόφυλλο, ανοιχτοπράσινο με πλάγια ανάπτυξη που γίνεται με στόλωνες και ριζώματα. Είναι πολύ εύκολο στην εγκατάστασή του, που γίνεται από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο. Έχει γρήγορη ανάπτυξη και χρειαζόμαστε 25 γραμμάρια σπόρου για κάθε τετραγωνικό μέτρο.

– **Δίκταμο.**



έχουν βιολετί χρώμα.

Ενδημικό φρύγανο της Κρήτης και αυτοφύεται σε όλα τα βουνά του νησιού. Εξαπλώνεται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα 1.900 μ. αποκλειστικά σε γκρεμό και φαράγγια. Είναι ένα μικρό φυτό με μήκος 30 έως 40 εκ., πολύ δυνατής οσμής και γεύσης, τα φύλλα του είναι σχετικά μικρά και τα άνθη του

– **Ρίγανη.**

Το φυτό έχει ύψος 20 - 80 εκ. Αναπτύσσεται καλά σε εδάφη με pH 6-9 και μπορεί να εκμεταλλευτεί ακόμα και πολύ φτωχά, ξηρικά και πετρώδη εδάφη. Τα άνθη της έχουν χρώμα άσπρο-μώβ και ανθίζει από Ιούνιο



μέχρι Αύγουστο αναλόγως της περιοχής.

– **Δενδρολίβανο.**



Είναι πυκνόφυλλος και πολύκλαδος θάμνος με ύψος που δε ξεπερνά τα 2 μέτρα. Τα φύλλα του μοιάζουν με πευκοβελόνες. Τα άνθη τους έχουν χρώμα μοβ, κυανόλευκο ή και λευκό. Δεν έχει ιδιαίτερη ανάγκη από πότισμα και μπορεί να φυτρώσει και σε βραχώδεις ορεινές περιοχές. Οι βλαστοί έχουν ένα ευχάριστο άρωμα που μοιάζει με αυτό του τσαγιού και η γεύση τους είναι

ελαφρώς πικρή και λίγο καυτερή.

2.4. Επιλογή παθητικών συστημάτων θέρμανσης, αερισμού / δροσισμού και φωτισμού.

Θα χρησιμοποιήσουμε :

- Ανοίγματα που θα εξυπηρετούνε στο φυσικό φωτισμό των χώρων και στη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή.
- Κατάλληλους προβόλους στην κυρία νότια όψη μας, που θα μας βοηθήσουν στη σωστή εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή.
- Ηλιακή καμινάδα, για το βέλτιστο φυσικό δροσισμό / αερισμό της κατοικίας μας.
- ΖΝΧ (ζεστό νερό χρήσης).
- Ηλιακά πάνελ.

Για να καλύψουμε πιθανές ανάγκες της κατοικίας μας σε θέρμανση θα χρησιμοποιήσουμε και ενεργητικά συστήματα. Αυτά θα είναι δύο σόμπες στο διάδρομο και ένα ενεργειακό τζάκι στο σαλόνι, όπου όλα θα καίνε ξύλα. Όσον αφορά στο ενεργειακό τζάκι θα διαθέτει αερόθερμο, το οποίο θα διοχετεύει ομοιόμορφα ζεστό αέρα σε όλους τους χώρους του σπιτιού.

2.5. Εξωτερικός και εσωτερικός χρωματισμός κτιρίου.

Η επιλογή των χρωμάτων στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου επηρεάζει σημαντικά το ψυκτικό του και θερμικό του φορτίο.

Στα θερμά κλίματα είναι απαραίτητη η χρήση ανοιχτών χρωμάτων και υλικών με μικρό συντελεστή απορροφητικότητας και μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας στις εξωτερικές επιφάνειες, για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κτιρίου. Αντίθετα, στα ψυχρά κλίματα, όπου οι ανάγκες για θέρμανση είναι αυξημένες, πρέπει να επιλέγονται σκούρα χρώματα για να μεγιστοποιείται η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007).

Η κατοικία μας εξωτερικά θα επενδυθεί με πλάκες σχιστόλιθου. Όσα κομμάτια του κτιρίου θα χρειαστούν βάψιμο, θα βαφτούν με ανοιχτό γκρι χρώμα.

Όσον αφορά στα δωμάτια, το ανοιχτόχρωμο χρώμα κάνει πιο φωτεινό το χώρο στον οποίο μπαίνει. Η σωστή απόχρωσή του είναι αυτή που φωτίζει καλύτερα το χώρο. Σε γενικές γραμμές, οι ψυχρές αποχρώσεις είναι κατάλληλες για πιο σκοτεινούς χώρους. Πολύ σημαντικό είναι το χρώμα που θα επιλέξουμε να είναι ματ και όχι γυαλιστερό. Οι ματ επιφάνειες αντανακλούν το φως που πέφτει πάνω τους προς όλες τις κατευθύνσεις.

Τα χρώματα που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για το βάψιμο των δωματίων μας είναι το λευκό του πάγου, κίτρινο ανοιχτό, γκρι ανοιχτό, μπεζ, πράσινο ανοιχτό όπου έχουν τη δυνατότητα να διαχέουν καλύτερα το φως στο χώρο.

Στο διάδρομο θα χρησιμοποιήσουμε σκούρο χρώμα όπως μαύρο και σκούρο γκρι, για να έχουμε καλύτερη θερμοαπορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους χειμερινούς μήνες, όπου ο ήλιος είναι πιο χαμηλά.

2.6. Εξαερισμός εσωτερικών χώρων και ασφάλεια ανοιγμάτων.

Στις κρεβατοκάμαρες, σύμφωνα με τα σχέδια, έχουμε μεγάλα ανοίγματα στο νότιο τοίχο που επικοινωνεί με το διάδρομο και σε συνδυασμό με την επικλινή οροφή τους οι θερμές αέριες μάζες κινούνται προς τα επάνω με αποτέλεσμα να αερίζεται ο χώρος. Ο διάδρομος, δηλαδή, λειτουργεί και σαν ηλιακή καμινάδα. Τα ανοίγματα που βρίσκονται στην

κρεβατοκάμαρα, και είναι σε επαφή με το διάδρομο, ανοίγουνε με ρυθμιζόμενη ανάκληση, όπως ακριβώς και τα ανοίγματα που βρίσκονται στο διάδρομο, και είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Για την ασφάλεια των ανοιγμάτων θα χρησιμοποιήσουμε ρολά παντζούρια και σήτες.

2.7. Επιλογή υλικών κατασκευής υπόσκαφης κατοικίας.

Στη συγκεκριμένη μελέτη η **εκσκαφή** (κατασκευή διαμόρφωσης του εδάφους για δόμηση σε οικόπεδο) θα γίνει κυρίως οριζόντια κατά βάθος του κεκλιμένου εδάφους. Για την επιχωμάτωση θα χρησιμοποιήσουμε χαλίκι 3Α.

Τα **υλικά** που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή της υπόσκαφης κατοικίας είναι τα εξής :

- Οι τρεις φέρουσες τοιχοποιίες (πέραν της κύριας όψης) θα είναι κυρίως από σκυρόδεμα και θα κατασκευαστούν σύμφωνα με τις αρχές του τοίχου αντιστήριξης. Για τη θερμομόνωση τους θα τοποθετήσουμε εξωτερικά πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης και θα υγρομονωθούν με στρώσεις τσιμεντοειδούς, πίσσας και γεωυφάσματος.
- Η τοιχοποιία της κύριας (νότια) όψης θα αποτελείτε από τούβλο, μονωτικές πλάκες από πολυστερίνη και η τελική τοιχοποιία θα είναι από πέτρα, ενώ όπου κριθεί θα έχει κολώνες από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Για την οροφή θα χρησιμοποιήσουμε πλάκα από υγρομονωμένο οπλισμένο σκυρόδεμα και θα θερμομονωθεί με αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, όπου στη συνέχεια θα καλυφθεί με γαρμπιλοσκυρόδεμα πριν από την τελική επιχωμάτωση.
- Στο δάπεδο θα πέσει πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Για την εσωτερική διαμόρφωση των τελικών επιφανειών στους τοίχους και την οροφή θα χρησιμοποιήσουμε κονίαμα τριών στρώσεων και για το δάπεδο ξύλινα τεμάχια παρκέτου.

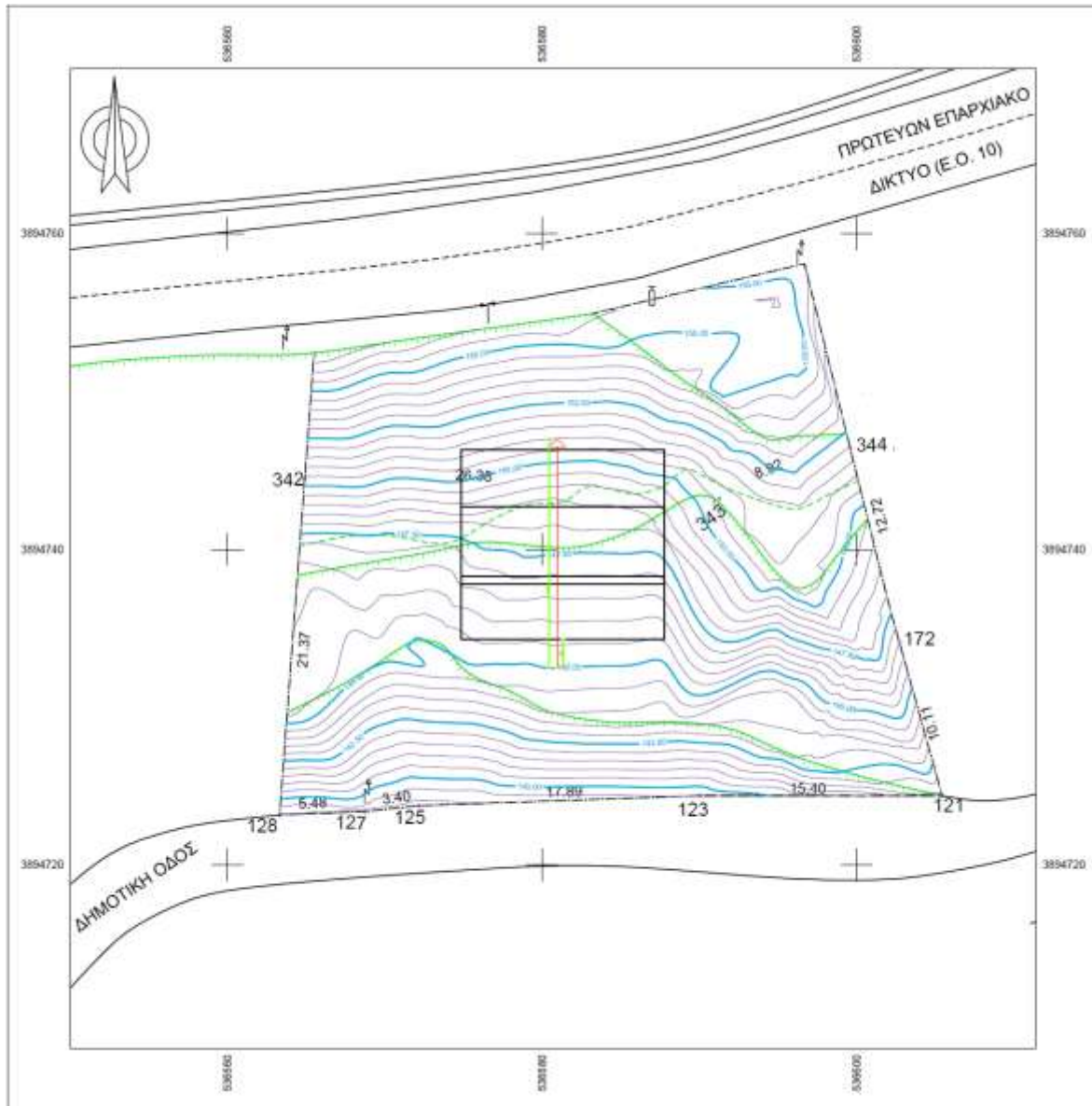
Η χρησιμοποίηση του οπλισμένο σκυροδέματος στην κατασκευή **τοιχων αντιστήριξης** έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των διαστάσεων και του ίδιου βάρους του τοίχου. Το ίδιο βάρος ενός τοίχου αντιστήριξης επιδρά μεν ευνοϊκά στην ευστάθεια του τοίχου έναντι ανατροπής,

επαυξάνει δε, σημαντικά την πίεση του εδάφους στη βάση της θεμελιώσεως του τοίχου. Το ίδιο βάρος είναι, είτε των υπερκειμένων γαιών, είτε άλλου υλικού (πχ λιθορριπή) που τοποθετείται πάνω από την προεξοχή του θεμελίου, χωρίς να αυξάνεται υπερβολικά η τάση στο έδαφος θεμελιώσεως. Όταν το ύψος των γαιών που πρέπει να αντιστηριχτούν είναι μεγάλο, οι τοίχοι αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι οικονομικότεροι από τοίχους από άλλα υλικά (πχ λιθοδομή, λιθόδεμα). Η μεγάλη μείωση του ίδιου βάρους στους τοίχους από οπλισμένο σκυρόδεμα και η πλήρη εκμετάλλευση του βάρους του πρίσματος των γαιών σε δύναμη ευστάθειας, έχει σαν αποτέλεσμα τη χρησιμοποίηση τέτοιων κατασκευών σε εδάφη όχι συνεκτικά χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις θεμελιώσεως.

2.8. Σχέδια υπόσκαφης κατοικίας.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα σχέδια της υπόσκαφης κατοικίας μας. Πρόκειται για ένα κτίριο επίμηκες, κατά τον άξονα Ανατολής – Δύσης, που προσφέρει κύρια και μοναδική όψη προς το Νότο για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Ο προσανατολισμός του κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη ηλιασμό κατά τους χειμερινούς μήνες και σκιασμό κατά τους θερινούς. Ο επαρκής ηλιασμός στη διάρκεια του χειμώνα από τις 09.00 έως τις 15.00, προσφέρει την αναγκαία ηλιακή ενέργεια για τη λειτουργία του κτιρίου ως ηλιακός συλλέκτης θερμότητας. Η νότια πλευρά δέχεται περισσότερα ηλιακά φορτία το χειμώνα και λιγότερα το καλοκαίρι και είναι η φωτεινότερη περιοχή του κτιρίου. Τους καλοκαιρινούς μήνες η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλή, το κτίριο απορροφά πολύ περισσότερη θερμότητα και υπάρχει κίνδυνος να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του. Οι απαραίτητες προϋποθέσεις για να λειτουργήσει το κτίριο ως παγίδα φυσικού δροσισμού είναι η θερμική αδράνεια της κατασκευής, η ηλιοπροστασία του κτιρίου και των ανοιγμάτων και ο φυσικός αερισμός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

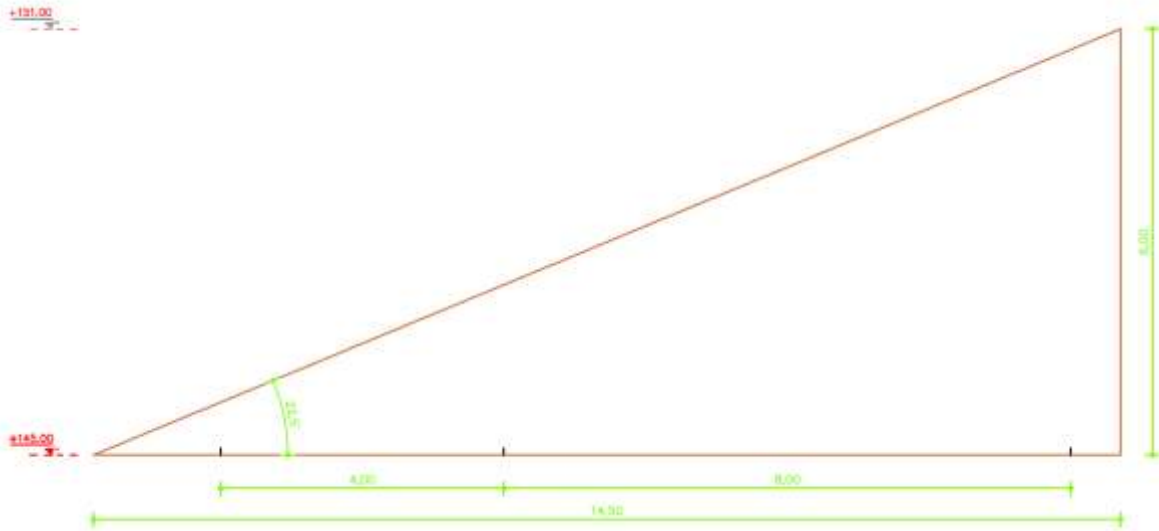
- Βορράς
- Στάσιος ΔΕΗ
- Στάσιος ΟΤΕ
- Βύρα άβυσσος
- Συμμετοχολογία
- Τοιχείο
- Φυσιολ. Πρασινός (Φυσιολ.)
- Φυσιολ. Πρασινός (Πλάτ.)
- Οριο κατακτητικότητας
- Άδυνας Πρωτοκόλλου Στρατηγικής Οδοί
- Οριο ασφαλείας
- Οριο ιδιοκτησίας
- Κλίμακας

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΡΥΦΩΝ
ΓΕΩΤΕΜΑΧΙΟΥ ΣΕ ΕΓΣΑ '87
Εγχειωτ=775.19 m²**

i	X (m)	Y (m)
342	538559.881	3894730.707
343	538580.261	3894713.937
344	538588.843	3894711.552
172	538583.984	3894699.793
121	538580.346	3894690.366
123	538568.012	3894699.591
125	538553.303	3894709.774
127	538550.376	3894711.495
128	538545.855	3894714.590

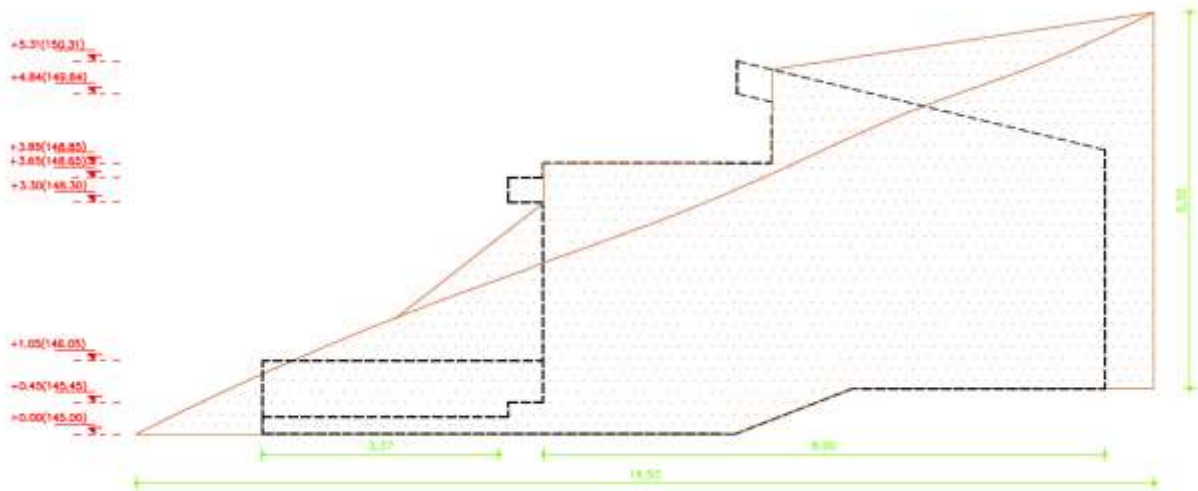
Σχήμα 2.1 : Απόσπασμα χάρτης Γ.Υ.Σ.
Αριθμός φύλλου χάρτη : 95312.

Στο σχήμα 2.1 φαίνεται το τοπογραφικό διάγραμμα και δείχνει το οικόπεδο στο οποίο θα χτιστεί η κατοικία μας. Το οικόπεδο έχει Νότιο προσανατολισμό με θέα το Λιβυκό πέλαγος και βρίσκεται σε υψόμετρο 145m.



Σχήμα 2.2 : Υψόμετρο και κλίση του οικοπέδου στο σημείο εκσκαφής για την έδραση της υπόσκαφης κατοικίας.

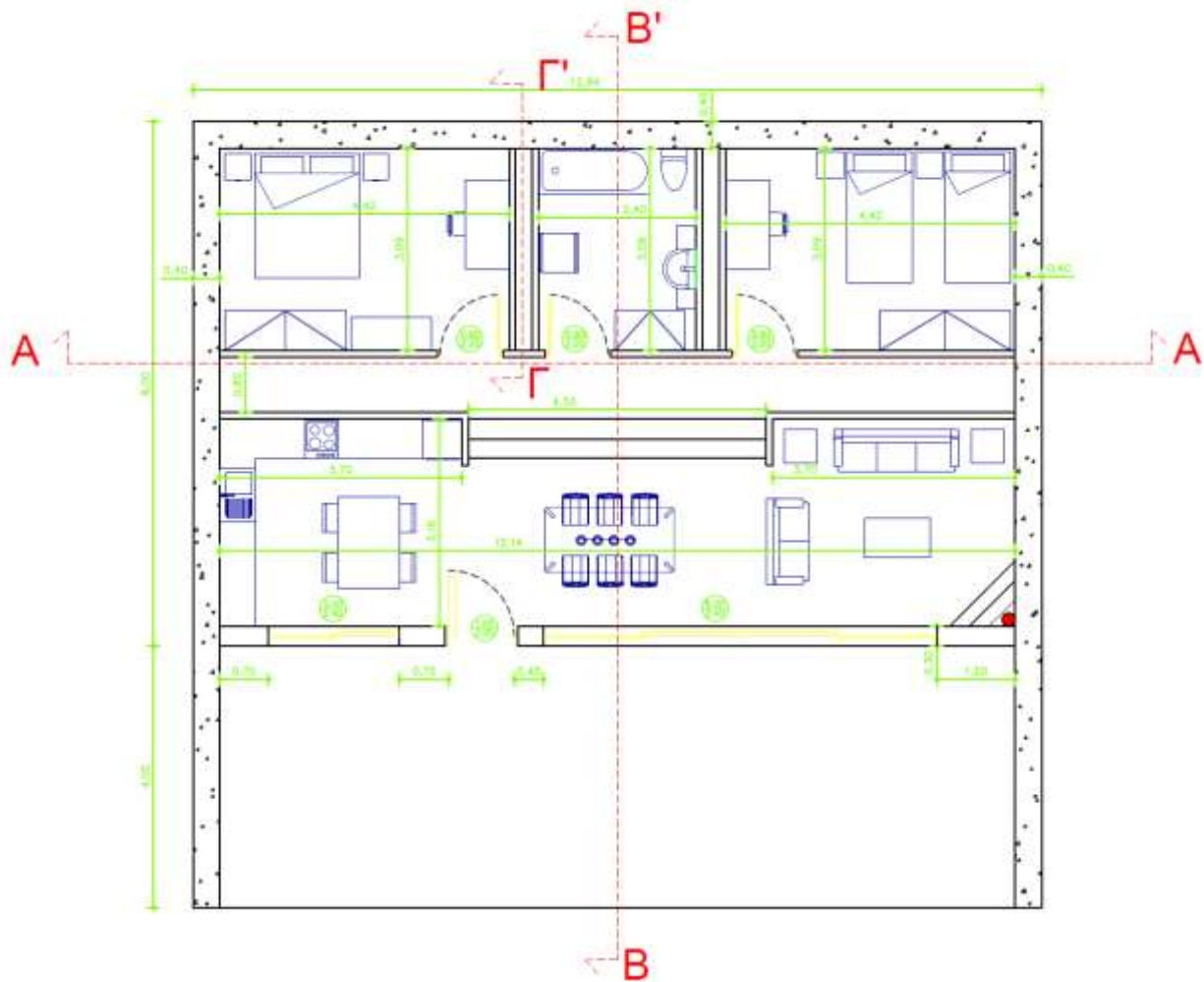
Σύμφωνα με το σχήμα 2.2, η κλίση του οικοπέδου είναι $22,5^\circ$. Η εκσκαφή θα ξεκινήσει στα 145m υψόμετρο και θα προχωρήσει οριζόντια για 14.5m, όπου η υψομετρική διαφορά είναι 6m (151m υψόμετρο από τη θάλασσα). Στο σχήμα φαίνεται, επίσης, η συνολική έδραση της κατοικίας (βεράντα και κτίριο), η οποία ισούται με 12m.



Σχήμα 2.3 : Πλάγια τομή της επιχωμένης υπόσκαφης κατοικίας.

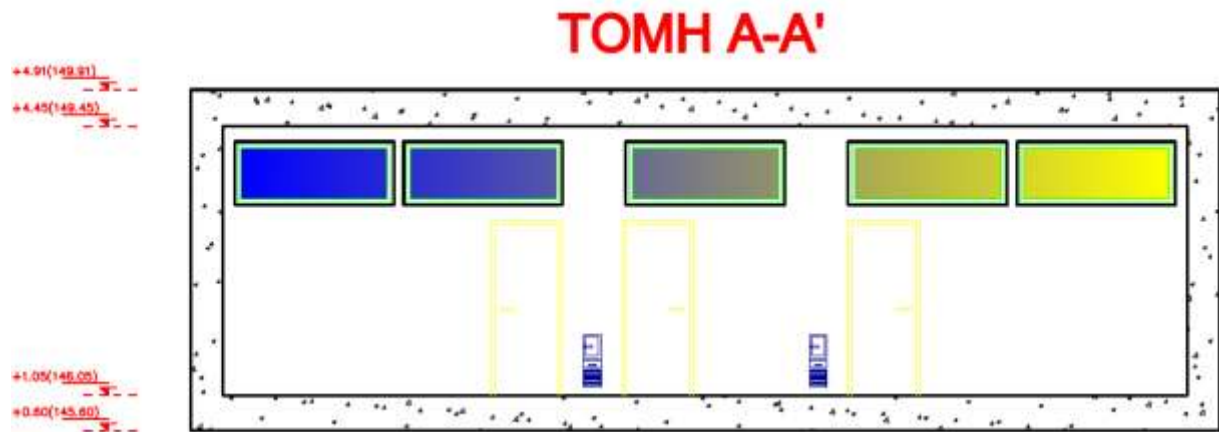
Από ότι βλέπουμε στο σχήμα 2.3, το κτίριο χωρίζεται σε δύο επίπεδα, τα οποία έχουν μία υψομετρική διαφορά 0,6m. Εκτός του κτιρίου, υπάρχει βεράντα με φυσική ηλιοπροστασία (4m) και τα υπόλοιπα 8m αποτελούν την κατοικία μας.

Όσον αφορά στις οροφές του κτιρίου, η πάνω είναι κεκλιμένη και καλύπτεται από χώμα, προκειμένου να εναρμονίζεται με το φυσικό τοπίο και να αποτελεί συνέχειά του. Η κάτω οροφή είναι επίπεδη και καλύπτεται με 20cm χώμα, στο οποίο θα φυτευτούν τοπικά φυτά (ενότητα 2.3).



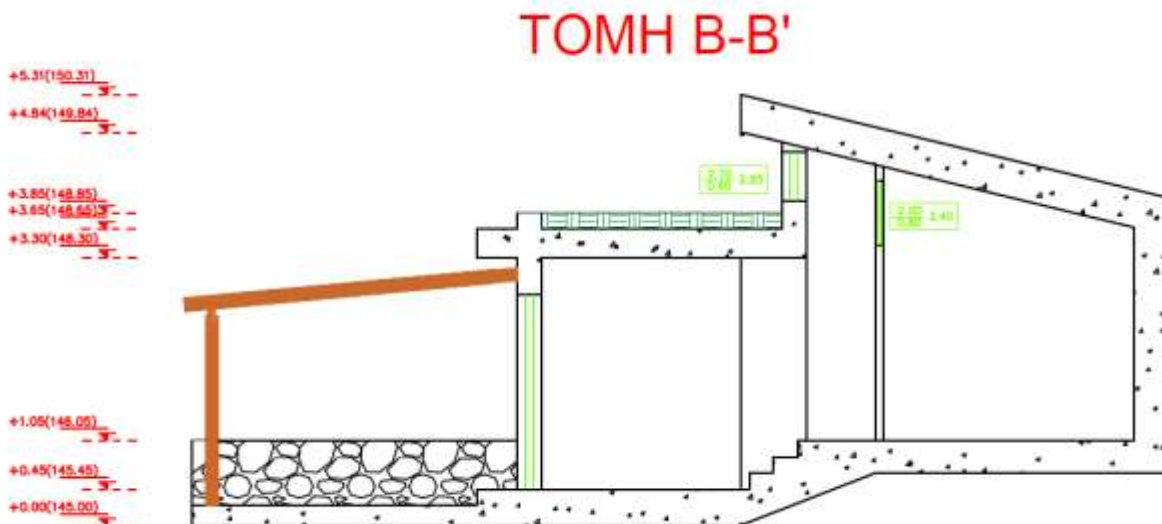
Σχήμα 2.4 : Κάτοψη κατοικίας.

Στο σχήμα 2.4 φαίνεται η κάτοψη της κατοικίας μας, η οποία αφορά σε τετραμελή οικογένεια. Η κατοικία χωρίζεται σε δύο τμήματα που επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός διαδρόμου. Στην πίσω πλευρά της κατοικίας τοποθετούνται οι “ιδιωτικοί” χώροι (υπνοδωμάτια και λουτρό). Στην μπροστινή πλευρά βρίσκονται οι χώροι διημέρευσης (σαλόνι και κουζίνα) και η κύρια είσοδος του κτιρίου. Επίσης, διακρίνεται και το ενεργειακό τζάκι, το οποίο είναι τοποθετημένο στο σαλόνι.



Σχήμα 2.5 : Τομή κτιρίου Α-Α'.

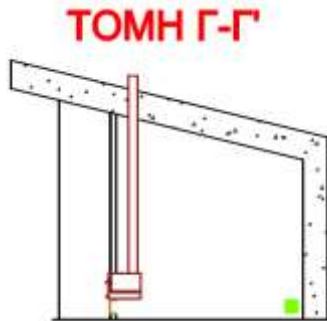
Στο σχήμα 2.5 φαίνονται τα ανοίγματα των κρεβατοκάμαρων και του λουτρού, τα οποία λειτουργούν με ρυθμιζόμενη ανάκληση. Τα ανοίγματα αυτά χρησιμοποιούνται προκειμένου το φως που εισέρχεται από τα ανοίγματα του διαδρόμου να διαχέεται ομοιόμορφα στα πίσω “σκοτεινά” δωμάτια, καθώς και για τον εξαερισμό αυτών των δωματίων. Επιπλέον, φαίνονται οι σόμπες, τα σταχτοδοχεία και τα στόμια αέρα.



Σχήμα 2.6 : Τομή κτιρίου Β-Β'.

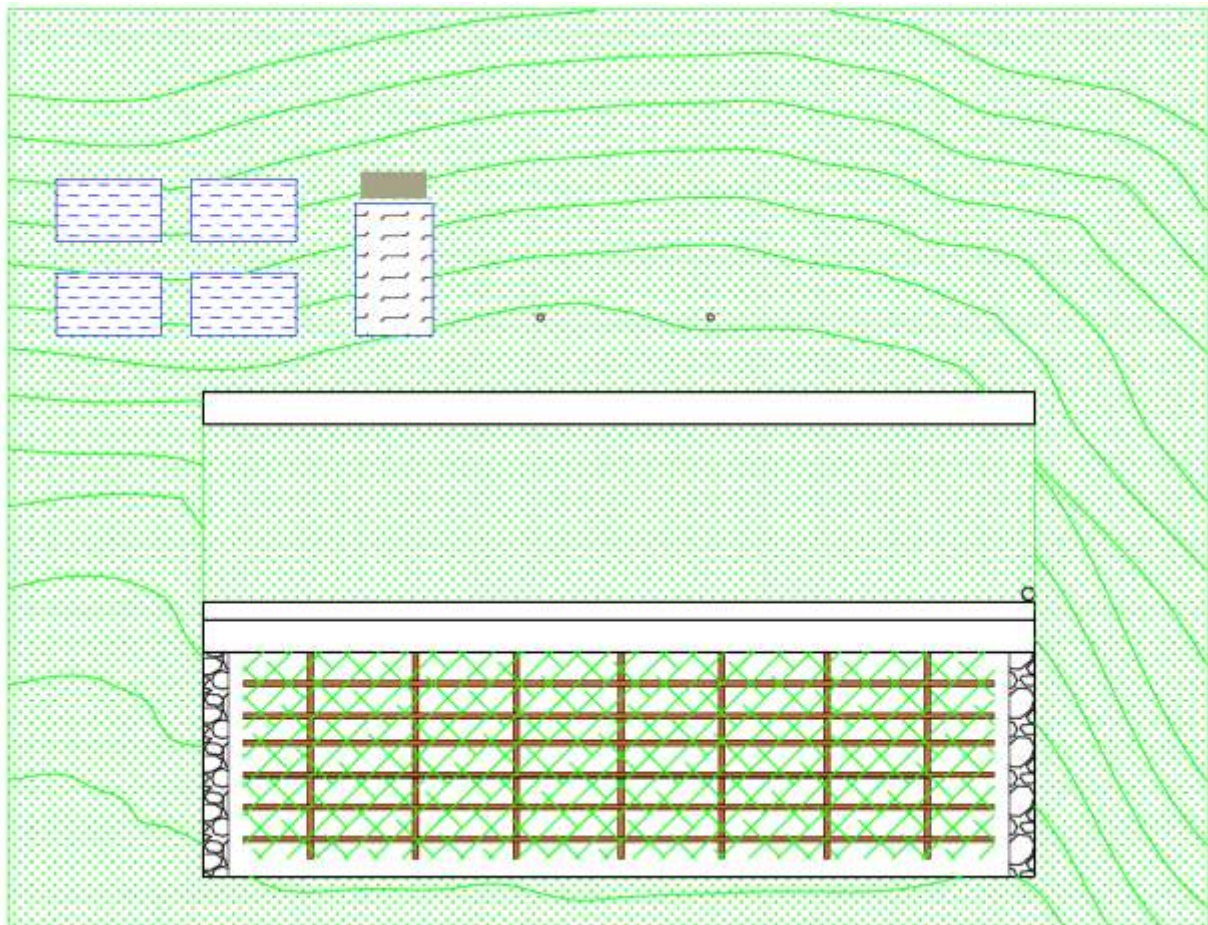
Στο σχήμα 2.6 βλέπουμε την κλίση της βόρειας οροφής σε τομή η οποία εξυπηρετεί στο φυσικό αερισμό του πίσω μέρους του σπιτιού, τα ανοίγματα του διαδρόμου με τον

εξωτερικό χώρο και τα ανοίγματα των πίσω δωματίων. Φαίνεται, επίσης, η πέργκολα, πάνω στην οποία θα στηριχθεί η κληματαριά και το σημείο όπου θα φυτευτεί η κάτω επίπεδη οροφή



Σχήμα 2.7 : Τομή κτιρίου Γ-Γ'.

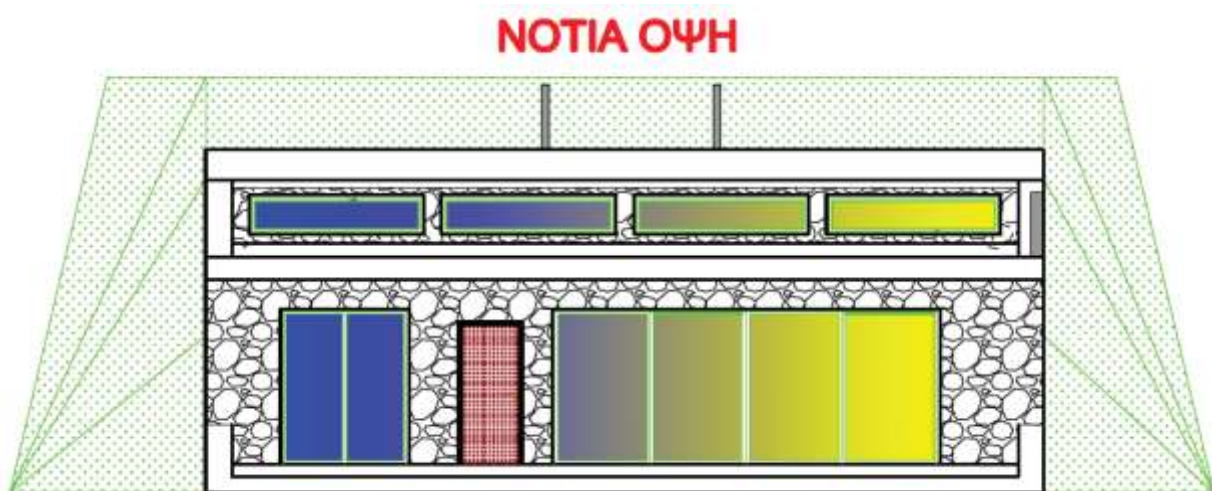
Στο σχήμα 2.7 βλέπουμε το εσωτερικό του διάκενου της τοιχοποιίας, που χωρίζει τα δωμάτια από το λουτρό. Φαίνεται η σόμπα και τα σημεία που είναι τοποθετημένα τα στόμια.





Σχήμα 2.8 : Κάτοψη δώματος.

Στο σχήμα 2.8 φαίνεται η οροφή του πρώτου επιπέδου του σπιτιού (κουζίνα και σαλόνι) στην οποία έχουν φυτευτεί τα τοπικά φυτά. Διακρίνεται η πέργκολα με την κληματαριά, που βρίσκεται μπροστά από τη νότια όψη του σπιτιού. Η κληματαριά το χειμώνα δεν έχει φύλλα, οπότε επιτρέπει τον ήλιο να εισέρχεται στους χώρους του σπιτιού, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες είναι ανθισμένη, λειτουργώντας ως φυσική ηλιοπροστασία για το κτίριο. Το ηλιακό πάνελ και τα φωτοβολταϊκά έχουν τοποθετηθεί πάνω από την κεκλιμένη οροφή της κατοικίας μας. Τα φωτοβολταϊκά χρησιμεύουν στο να καλύψουν μέρος από τις ανάγκες του σπιτιού σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ το ηλιακό πάνελ καλύπτει τις ανάγκες του σπιτιού σε ζεστό νερό χρήσης. Τέλος, διακρίνονται οι καμινάδες από τις δύο σόμπες του διαδρόμου και του τζακιού στο σαλόνι.



Σχήμα 2.9 : Νότια όψη κτιρίου.

Στο σχήμα 2.9 διακρίνονται οι μπαλκονόπορτες και η κύρια είσοδος του σπιτιού και τα ανοίγματα που βρίσκονται στο διάδρομο. Τα ανοίγματα αυτά λειτουργούν με μηχανισμό ανάκλησης και εξυπηρετούν στο να φωτίζουν τα πίσω δωμάτια και να αερίζουν το σύνολο

του σπιτιού. Τα ανοίγματα αυτά, σε συνδυασμό με τον πρόβολο (σχήμα 2.6) δημιουργούν συνθήκες ηλιακής καμινάδας κατά τους χειμερινούς μήνες.

Προκειμένου να εκμεταλλευτούμε τα όμβρια (π.χ. για πότισμα) θα δημιουργηθούν στραγγιστικά στις οροφές και θα συλλέγονται μέσω υδρορροών σε μία δεξαμενή, η οποία θα βρίσκεται χαμηλότερα στο οικόπεδο και θα συμβάλλει στην εξοικονόμηση του νερού.

Στο βόρειο τοίχο θα τοποθετήσουμε οριζόντιους γεωεναλλάκτες (παράρτημα 2, ενότητα 2.2.5. «Υπεδάφιο σύστημα αγωγών») για να εκμεταλλευτούμε στο μέγιστο τη γεωθερμική ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου και συγκεκριμένα για τον υπολογισμό των θερμικών ή / και ψυκτικών φορτίων του, απαιτείται ο προσδιορισμός των παραμέτρων των δομικών στοιχείων (διαφανών ή αδιαφανών) του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, τους μη θερμαινόμενους χώρους και το έδαφος. Για το σκοπό αυτό γίνεται χρήση των κατάλληλων πινάκων με τις ενδεικτικές τιμές για κάθε παράμετρο. (ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017, Κτενιαδάκης 2010, Σελλούντος 2013).

Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε τα **θερμικά φορτία** της υπόσκαφης κατοικίας μας, χρησιμοποιώντας τα μοντέλα που περιγράφονται κυρίως στο βιβλίο του κ. Μ.Ι. Κτενιαδάκη. Για τον υπολογισμό αυτών των φορτίων θα χρησιμοποιήσουμε τους παρακάτω τύπους :

ΤΥΠΟΣ ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗ

$$\frac{q}{A} \equiv \frac{\theta_i - \theta_o}{\frac{1 + \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n + 1}{h_i + \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n + h_o}} \equiv U (\theta_i - \theta_o) \quad (\text{ΕΞΙΣΩΣΗ 1})$$

$$U \equiv \frac{1}{\frac{1 + \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n + 1}{h_i + \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n + h_o}} \quad (\text{ΕΞΙΣΩΣΗ 2})$$

Όπου

U = συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχώματος (W/m^2K),

q = η θερμότητα (W),

A = η επιφάνεια (m^2),

θ_1 = εξωτερική θερμοκρασία ($^{\circ}C$),

θ_2 = εσωτερική θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$),

δ = πάχος μόνωσης υλικών (cm),

λ = συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (W/mK) και

h_i, h_o = συντελεστές μεταφοράς θερμότητας (W/m²K).

Θα μελετηθεί η συμπεριφορά και η μέση θερμοκρασία της κατοικίας μας κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του καλοκαιριού και κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του χειμώνα, που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια (2007 – 2018), για περιοχές του Νομού, έτσι ώστε στη συνέχεια να είμαστε σε θέση να προσεγγίσουμε σε πιο βαθμό μια τέτοια κατοικία έχει ανάγκες σε ψύξη και θέρμανση.

Πίνακας 3.1. : Μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για την περιοχή του Ρεθύμνου κατά την τελευταία δεκαετία (www.hnms.gr/ EMY, www.meteo.gr).

ΕΤΟΣ	min T ($^{\circ}\text{C}$)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	max T ($^{\circ}\text{C}$)	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
2007	5,1	5/12	38,8	26/6
2008	2,2	17/2	35,2	21/4
2009	5,4	16/2	33,8	25/7
2010	3,4	11/12	36,2	17/6
2011	4,2	9/3	35,9	9/6
2012	3,6	29/2	35,3	16/7
2013	5,1	8/1	33,9	28/5
2014	8,1	31/12	37,5	23/9
2015	2,9	7/1	34,2	7/9
2016	2,8	31/12	35,6	8/9
2017	0,4	8/1	37,1	25/7
2018	7,7	24/1	36,4	23/7

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι έχουμε :

- **Μέγιστη θερμοκρασία** τους 38,8 $^{\circ}\text{C}$ (θερμοκρασία κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του καλοκαιριού) και

- **Ελάχιστη θερμοκρασία** τους 0,4° C (θερμοκρασία κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του χειμώνα).

Ο **συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος** με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) που περιλαμβάνει επικαθήμενο ρολό, προκύπτει από τον τύπο (ΤΟΤΕΕ 20701-2-2017) :

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g + A_{rb} \cdot U_{rb}}{A_f + A_g + A_{rb}}$$

(ΕΞΙΣΩΣΗ 3)

Όπου

U_w [W / (m² K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

U_f [W / (m² K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,

U_g [W / (m² K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),

U_{rb} [W / (m² K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου περιέλιξης του επικαθήμενου ρολού,

A_f [m²] το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g [m²] το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

A_{rb} [m²] το εμβαδόν επιφάνειας του επικαθήμενου ρολού,

l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου – υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),

Ψ_g [W / (m K)] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Πίνακας 3.1 : Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών υλικών (εξίσωση 2).				
Είδος	Δομικά υλικά	λ	δ	U
		W/mK	m	W/m ² K
Υπόσκαφη τοιχοποιία	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,87	0,02	0,54
	Οπλισμένο σκυρόδεμα ($\geq 2\%$ σίδηρος)	2,5	0,3	
	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,032	0,05	
	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,87	0,02	
Επιφανειακή τοιχοποιία	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,87	0,02	0,50
	Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	0,49	0,09	
	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,87	0,02	
	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,032	0,05	
	Σχιστόλιθος	2,2	0,12	
Δάπεδο	Οπλισμένο σκυρόδεμα ($\geq 2\%$ σίδηρος)	2,5	0,3	2,26
	Τσιμεντοκονίαμα	1,4	0,08	
	Ξύλινα τεμάχια παρκέτου	0,21	0,02	
Οροφή Νότια	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,87	0,02	0,48
	Οπλισμένο σκυρόδεμα ($\geq 2\%$ σίδηρος)	2,5	0,2	
	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	0,031	0,05	
	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0,64	0,08	
	Χώμα συμπαγές	2	0,2	
Οροφή Βόρεια	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,87	0,02	0,49
	Οπλισμένο σκυρόδεμα ($\geq 2\%$ σίδηρος)	2,5	0,3	
	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	0,031	0,05	
	Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0,64	0,08	

Πίνακας 3.2. : Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος (πιν. 8α,8β ΤΟΤΕΕ 20701-2-2017)

Χώρος	Είδος επιφάνειας	Προσ/σμός	Χαρακτηριστικά διάστασης πλάκας Β'			z	U	U'
			A	Π	2Α/Π			
			m ²	m	m			
Σαλόνι Κουζίνα	T2	A	-	-	-	1,4	0,54	0,36
	T3	Δ	-	-	-	1,4	0,54	0,36
	Δ1	-	44,8	32,8	2,73	3,85	2,26	0,44
Υπν/τιο 1 Υπν/τιο 2 Λουτρό Διάδρομος	T5	A	-	-	-	3	0,54	0,3
	T6	B	-	-	-	3	0,54	0,3
	T7	Δ	-	-	-	3	0,54	0,3
	Δ2	-	58,75	34,96	3,36	4,8	2,26	0,4

Πίνακας 3.3α : Συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων (ΤΟΤΕΕ 20701-2-2017).

Υαλοπίνακας τριπλής επίστρωσης χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων με διάκενο αέρας	U _g	W/(m ² K)	1,1
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	U _f	W/(m ² K)	1,5
Τριπλή υάλωση με επίστρωση χαμηλής εκπομπής δύο φύλλων	Ψ _g	W/(mK)	0,08
Μεταλλικό ρολό με θερμοδιακοπή και θερμομόνωση	U _{rb}	W/(m ² K)	1,5
Πόρτα ασφαλείας με μόνωση	U	W/(m ² K)	1,31

Πίνακας 3.3β : Συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων (εξίσωση 3).

Χώρος	Είδος επι/νείας	Προσ/σμός	Μήκος	Πλάτος	Επιφάνεια	A _f	A _g	l _g	A _{rb}	U _f	U _g	Ψ _g	U _{rb}	U _w
			m	m	m ²	m ²	m ²	m	m ²	W/(m ² K)				
Σαλόνι Κουζίνα	A1	N	2	2,4	4,80	0,88	3,92	8,8	4,80	2	1,1	0,08	1,5	1,4
	A3	N	6	2,4	14,40	1,68	12,72	16,8	14,40	1,5	1,1	0,08	1,5	1,4
Υπν/τιο 1 Υπν/τιο 2 Λουτρό Διάδρομος	Π1	N	2,7	0,6	1,62	0,66	0,96	6,6	1,62	1,5	1,1	0,08	1,5	1,5
	Π2	N	2,7	0,6	1,62	0,66	0,96	6,6	1,62	1,5	1,1	0,08	1,5	1,5
	Π3	N	2,7	0,6	1,62	0,66	0,96	6,6	1,62	1,5	1,1	0,08	1,5	1,5
	Π4	N	2,7	0,6	1,62	0,66	0,96	6,6	1,62	1,5	1,1	0,08	1,5	1,5

Σε όλους τους πίνακες όπου

Τ αναφερόμαστε στην τοιχοποιία,

Δ αναφερόμαστε στο δάπεδο,

Ο αναφερόμαστε στην οροφή,

Α αναφερόμαστε στις πόρτες (συρόμενες, ανοιγόμενες) και

Π αναφερόμαστε στα παράθυρα.

Πίνακας 3.4 : Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας (A) του κτηρίου προς τον όγκο (V) του σε περίπτωση ανέγερσης νέου κτηρίου							
Χώρος	Μήκος	Πλάτος	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΟΓΚΟΣ		
	m	m	m	m ²	m ³		
Σαλόνι-Κουζίνα	12,94	3,46	3,65	44,77	163,42		
Λουτρό	12,94	4,54	4	58,75	239,99		
Υπν/τιο 1							
Υπν/τιο 2							
Διάδρομος							
ΣΥΝΟΛΟ				103,52	398,41	m ⁻¹	U max
				ΛΟΓΟΣ A/V		0,26	W/m ² K
				ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3β ΤΟΤΕΕ		U' < 1,17	
				U' μέσο πραγματικό		0,51	

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.4, το U' για το κτίριό μας ισούται με $0,51 < 1,17$ που ορίζει η νομοθεσία (ΤΟΤΕΕ 20701-2-2017). Αυτό σημαίνει ότι είμαστε εντός των επιτρεπτών ορίων και μπορούμε να προχωρήσουμε στους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών.

Στους πίνακες 3.5 και 3.6 που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι θερμικές απώλειες της υπόσκαφης κατοικίας μας, στην υψηλότερη και χαμηλότερη θερμοκρασία, αντίστοιχα, για τη χρονική περίοδο που έχουμε επιλέξει (2007–2018).

Με βάση το ΤΟΤΕΕ 20701-2-2017, πίνακας 2.2 «Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων», η ιδανική θερμοκρασία εσωτερικών χώρων για τη θερινή περίοδο ισούται με 26°C και για τη χειμερινή με 20°C.

Με βάση την αρχή της γεωθερμικής ενέργειας, λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή. Για την Ελλάδα κυμαίνεται 14 – 20°C καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Για τους υπολογισμούς μας θα πάρουμε μία μέση τιμή για τη θερμοκρασία του εδάφους, ίση με 17°C.

Οι θερμογέφυρες θα φροντίσουμε να είναι ελάχιστες έως μηδαμινές, με αποτέλεσμα να μην τις λάβουμε υπόψη στους υπολογισμούς μας.

Πίνακας 3.5 : Θερμικές απώλειες κατά τη θερινή περίοδο.

Χώρος	Είδος επιφάνειας	Προσ/σμός	Μήκος	Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	U	Θ εσ	Θ εξ	ΔΘ	Q=U*A*ΔΘ
			m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C
Σαλόνι Κουζίνα	T1	N	12,14	2,85	34,60	21,4	13,20	0,5	26	38,8	-12,8	-84,47
	A1	N	2	2,4	4,80		4,80	1,4	26	38,8	-12,8	-86,02
	A2	N	1	2,2	2,20		2,20	1,31	26	38,8	-12,8	-36,89
	A3	N	6	2,4	14,40		14,40	1,4	26	38,8	-12,8	-258,05
	T2	A	3,16	2,85	9,01		9,01	0,36	26	17	9	29,18
	T3	Δ	3,16	2,85	9,01		9,01	0,36	26	17	9	29,18
	Δ1	-	12,14	3,16	38,36		38,36	0,44	26	17	9	151,92
	O1	-	12,14	3,16	38,36		38,36	0,48	26	38,8	-12,8	-235,7
Υπν/τιο 1 Υπν/τιο 2 Λουτρό Διάδρομος	T4	N	12,14	0,8	9,71	6,5	3,23	0,5	26	38,8	-12,8	-20,68
	Π1	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	26	38,8	-12,8	-31,1
	Π2	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	26	38,8	-12,8	-31,1
	Π3	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	26	38,8	-12,8	-31,1
	Π4	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	26	38,8	-12,8	-31,1
	T5	A	4,14	3,1	12,83		12,83	0,3	26	17	9	34,65
	T6	B	12,14	2,6	31,56		31,56	0,3	26	17	9	85,22
	T7	Δ	4,14	3,1	12,83		12,83	0,3	26	17	9	34,65
	Δ2	-	12,14	4,14	50,26		50,26	0,4	26	17	9	180,93
	O2	-	12,14	4,14	50,26		50,26	0,49	26	17	9	221,64
ΣΥΝΟΛΟ											-78,85	

Πίνακας 3.6 : Θερμικές απώλειες κατά τη χειμερινή περίοδο.												
Χώρος	Είδος επιφάνειας	Προσ/σμός	Μήκος	Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	U	Θ εσ	Θ εξ	ΔΘ	Q=U*A*ΔΘ
			m	m	m ²	m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W
Σαλόνι Κουζίνα	T1	N	12,14	2,85	34,60	21,4	13,20	0,5	20	0,4	19,6	129,35
	A1	N	2	2,4	4,80		4,80	1,4	20	0,4	19,6	131,71
	A2	N	1	2,2	2,20		2,20	1,31	20	0,4	19,6	56,49
	A3	N	6	2,4	14,40		14,40	1,4	20	0,4	19,6	395,14
	T2	A	3,16	2,85	9,01		9,01	0,36	20	17	3	9,73
	T3	Δ	3,16	2,85	9,01		9,01	0,36	20	17	3	9,73
	Δ1	-	12,14	3,16	38,36		38,36	0,44	20	17	3	50,64
	O1	-	12,14	3,16	38,36		38,36	0,48	20	0,4	19,6	360,91
Υπν/τιο 1 Υπν/τιο 2 Λουτρό Διάδρομος	T4	N	12,14	0,8	9,71	6,5	3,23	0,5	20	0,4	19,6	31,67
	Π1	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	20	0,4	19,6	47,63
	Π2	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	20	0,4	19,6	47,63
	Π3	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	20	0,4	19,6	47,63
	Π4	N	2,7	0,6	1,62		1,62	1,5	20	0,4	19,6	47,63
	T5	A	4,14	3,1	12,83		12,83	0,3	20	17	3	11,55
	T6	B	12,14	2,6	31,56		31,56	0,3	20	17	3	28,41
	T7	Δ	4,14	3,1	12,83		12,83	0,3	20	17	3	11,55
	Δ2	-	12,14	4,14	50,26		50,26	0,4	20	17	3	60,31
	O2	-	12,14	4,14	50,26		50,26	0,49	20	17	3	73,88
											ΣΥΝΟΛΟ	1551,58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την εργασία, εξάγουμε τα παρακάτω συμπεράσματα :

- ✓ Σχεδιάσαμε υπόσκαφη κατοικία σε επικλινές οικόπεδο με **νότιο προσανατολισμό** και θέα το Λιβυκό πέλαγος.
- ✓ Η λογική του σχεδιασμού επωφελήθηκε από την κλίση του οικοπέδου, τοποθετώντας την κατοικία με τέτοιο τρόπο ώστε να **αφήνει όσο το δυνατόν μικρότερο ίχνος στο τοπίο**.
- ✓ Συνδυάσαμε τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης με τα παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού και αερισμού, προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε στο μέγιστο την **ηλιακή ενέργεια** για τη θέρμανση της κατοικίας μας, τους **δροσερούς ανέμους** για τη ψύξη, τη **βλάστηση** για τη σκίαση και το **φυσικό φως** για το φωτισμό (βιοκλιματικός σχεδιασμός).
- ✓ Υπολογίσαμε τις θερμικές απώλειες κατά τη δυσμενέστερη ημέρα του καλοκαιριού (38,8° C) και τη δυσμενέστερη ημέρα του χειμώνα (0,4° C), που έχουν παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια (2007 – 2018).
- ✓ Για το έδαφος, με βάση την αρχή της γεωθερμικής ενέργειας, πήραμε μία μέση σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο ίση με 17° C.
- ✓ Όσον αφορά στη **θερινή περίοδο**, ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων μας έδειξε ότι οι **απαιτήσεις σε ψύξη** της κατοικίας είναι **ελάχιστες** και μπορούν να καλυφτούν με τεχνικές φυσικού δροσισμού (π.χ. γεωεναλάκτες κυκλοφορίας αέρα).
- ✓ Όσον αφορά στη **χειμερινή περίοδο**, ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων μας έδειξε ότι οι **απαιτήσεις σε θέρμανση** της κατοικίας είναι **αρκετά χαμηλές** και μπορούν να καλυφθούν, εκτός από τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, με τη χρήση ενός ενεργειακού τζακιού ή σόμπας και με αερόθερμο δίκτυο κατανομής στους χώρους του σπιτιού.
- ✓ Η κατασκευή της υπόσκαφης κατοικίας μας, **συμφέρει ενεργειακά** σε σύγκριση με μία συμβατική κατοικία και αυτό οφείλεται στο **βιοκλιματικό σχεδιασμό** της. Έχει, όμως, ένα **μειονέκτημα** και αυτό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής, που οφείλεται κυρίως στη διαδικασία εκσκαφής / επιχωμάτωσης.

- ✓ Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιήσαμε στην υπόσκαφη κατοικίας μας φροντίσαμε να μη διαφέρουν πολύ από αυτά που χρησιμοποιούνται στις συμβατικές κατοικίες.
- ✓ Χρειάζεται ιδιαίτερη **προσοχή στην υγραμόνωση** της υπόσκαφης κατοικίας, για να μην υπάρξουν φαινόμενα συσσωρευμένης υγρασίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

1.1. Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ), Ν. 4067/12, ΦΕΚ – 79Α/12.

(www.et.gr)

Ορισμοί (Άρθρο 2) :

Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίου. Είναι ο σχεδιασμός του κτιρίου που αποσκοπεί στη βέλτιστη εκμετάλλευση των φυσικών και κλιματολογικών συνθηκών με σκοπό να επιτυγχάνονται οι βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα κατά τη διάρκεια όλου του έτους, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

Βιοκλιματικό κτίριο. Ονομάζεται ένα κτίριο που ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντός του, καθώς έχει σχεδιαστεί με τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα κατά τη διάρκεια όλου του έτους, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας και κατατάσσεται στις ανώτερες ενεργειακά κατηγορίες, όπως αυτές κάθε φορά ορίζονται.

Εκσκαφή, Επίχωση ή Επίστρωση. Είναι οι κατασκευές διαμόρφωσης του εδάφους για δόμηση σε οικόπεδο ή γήπεδο. Εργασίες εκσκαφής, επίχωσης ή επίστρωσης που εκτελούνται για άλλο σκοπό εγκρίνονται από την εκάστοτε αρμόδια αρχή.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα ψύξης / θέρμανσης. Είναι τα ηλιακά συστήματα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα (όπως ηλιακός συλλέκτης θερμού ύδατος, φωτοβολταϊκά στοιχεία, υβριδικά συστήματα).

Κτίριο. Είναι η κατασκευή που αποτελείται από χώρους και εγκαταστάσεις και προορίζεται για προσωρινή ή μόνιμη παραμονή του χρήστη.

Κτίριο ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης. Είναι το κτίριο που, τόσο από το βιοκλιματικό σχεδιασμό του όσο και από τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, παρουσιάζει πολύ

υψηλή ενεργειακή κατάταξη σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, όπως ισχύει και η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία της χρήσης του, καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές, μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ), καθώς και της παραγομένης ενέργειας επιτόπου ή πλησίον.

Κύρια όψη. Είναι κάθε όψη του κτιρίου που βλέπει σε δημόσιο κοινόχρηστο χώρο, όπως ορίζεται από εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο.

Παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης ή θέρμανσης. Είναι οι κατασκευές ή οι εγκαταστάσεις που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια και αποτελούν συστατικά μέρη του κτιρίου. Οι βασικές κατηγορίες είναι :

- Συστήματα άμεσου ηλιακού οφέλους, όπως σε νότια ανοίγματα.
- Συστήματα έμμεσου ηλιακού οφέλους (όπως ηλιακός χώρος - θερμοκήπιο, ηλιακός τοίχος, θερμοσιφωνικό πέτασμα, ηλιακό αίθριο).
- Συστήματα δροσισμού (όπως ο ηλιακός αγωγός, τα σκίαστρα, οι ενεργειακοί υαλοπίνακες).

Συντελεστής δόμησης (σ.δ.). Είναι ο αριθμός, ο οποίος πολλαπλασιαζόμενος με την επιφάνεια του οικοπέδου ή γηπέδου, δίνει τη συνολική επιτρεπόμενη επιφάνεια δόμησης.

Υπόσκαφο. Είναι το κτίριο ή το τμήμα κτιρίου που κατασκευάζεται υπό τη στάθμη του φυσικού εδάφους και παρουσιάζει μόνο μια ορατή όψη. Η κατασκευή του γίνεται κάτω από τη στάθμη του φυσικού εδάφους, με επέμβαση σε αυτό και πλήρη επαναφορά στην αρχική του μορφή. Τα υπόσκαφα κτίρια μπορούν να έχουν κύρια χρήση.

Συντελεστής Δόμησης (Άρθρο 11) :

Στο συντελεστή δόμησης δεν προσμετρούνται :

Το 50% της επιφάνειας των υπόσκαφων κτιρίων ή τμήματος κτιρίων για χρήση κατοικίας και το 20% για άλλες χρήσεις, όταν είναι κατασκευές που διαθέτουν μόνο μία (1) όψη, όπως αυτή ορίζεται με μία ενιαία επιφάνεια, σε γενική κάτοψη δεν φέρουν οποιοδήποτε ίχνος

κατασκευής επί του εδάφους (εξαιρουμένων των ανοιγμάτων για αερισμό και φωτισμό), η στέγη τους είναι προσβάσιμη και καλύπτεται με το υλικό του φυσικού εδάφους της περιοχής, αποτελεί συνέχεια του φυσικού εδάφους και δε διαφοροποιείται ως προς το προϋπάρχον φυσικό έδαφος.

Για την εκπλήρωση των προβλεπόμενων από τις γενικές πολεοδομικές διατάξεις αερισμό και φωτισμό επιτρέπεται η κατασκευή κατακόρυφων διόδων εντός ή εκτός του περιγράμματος του κτιρίου, μέγιστης διάστασης δύο (2,00) μέτρων και μήκους ως το περίγραμμα του κτιρίου, η επιφάνεια των οποίων δεν προσμετρείται στη δόμηση.

Δεν επιτρέπεται η κατασκευή υπέργειου κτίσματος εντός του περιγράμματος του υπόσκαφου κτιρίου.

Δεν επιτρέπεται η αλλοίωση του φυσικού εδάφους πέραν των απαραίτητων εργασιών και διαμορφώσεων για την κατασκευή του υπόσκαφου κτιρίου.

Τα υπόσκαφα κτίρια κατασκευάζονται μετά από έγκριση του αρμόδιου Συμβουλίου Αρχιτεκτονικής. Για την εξασφάλιση αερισμού και φωτισμού, η μοναδική όψη υπόσκαφων κτιρίων ή τμήματος αυτών μπορεί να μην ακολουθεί τους μορφολογικούς κανόνες της περιοχής, μετά από έγκριση της σχετικής μελέτης από το αρμόδιο Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής.

Για την κατασκευή υπόσκαφων κτιρίων επιτρέπεται η εκσκαφή χωρίς τους περιορισμούς της παραγράφου 4 του άρθρου 15. *(Δεν επιτρέπεται, εκτός των περιπτώσεων που εγκρίνονται από Συμβούλια Αρχιτεκτονικής, η τροποποίηση της φυσικής στάθμης του εδάφους των ακαλύπτων χώρων του οικοπέδου παρά μόνο για τη διευκόλυνση της φυσικής απορροής όμβριων και μέχρι στάθμης ± 1.00 μ. από το φυσικό έδαφος. Σε περίπτωση εκσκαφής ακαλύπτων χώρων του οικοπέδου για οικόπεδα με κλίση μεγαλύτερη του 20%, η στάθμη του φυσικού εδάφους μπορεί να υποβιβαστεί τεχνητά έως 2.00 μ.. Εκσκαφές ή επιχώσεις εδάφους που υπερβαίνουν τα παραπάνω όρια, για κτίρια δημόσιου ενδιαφέροντος και σημασίας, επιτρέπεται ύστερα από γνωμοδότηση του Συμβουλίου Αρχιτεκτονικής).*

Οι διατάξεις οι οποίες ρυθμίζουν την κατασκευή υπόσκαφων κτιρίων εφαρμόζονται και στα νησιά, στα οποία η δόμηση, στις εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμών περιοχές ρυθμίζεται από ειδικές διατάξεις, μη εφαρμοζόμενης της προϋπόθεσης που τάσσει η περίπτωση α' της παρ. 3 του άρθρου 31 του Ν. 3937/2011, αποκλειστικά και μόνο για την

κατασκευή υπόσκαφων κτιρίων (Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η μέση κλίση του γηπέδου να μην υπερβαίνει το 40%).

Ποσοστό κάλυψης (Άρθρο 12) :

Το ποσοστό κάλυψης του οικοπέδου δε μπορεί να υπερβαίνει το 60% της επιφάνειάς του. Στην περίπτωση που δεν εξασφαλίζεται κάλυψη 120 τ.μ. το μέγιστο ποσοστό κάλυψης προσαυξάνεται έως τα 120 τ.μ. εφόσον η κάλυψη δεν υπερβαίνει το 70% του οικοπέδου και το ισχύον ποσοστό κάλυψης.

Στον υπολογισμό της επιτρεπόμενης κάλυψης του οικοπέδου δεν προσμετρούνται οι επιφάνειες των ορθών προβολών σε οριζόντιο επίπεδο :

- Το 50% της επιφάνειας των υπόσκαφων κτιρίων ή τμήματος κτιρίων για χρήση κατοικίας και το 20% για άλλες χρήσεις. Σε περίπτωση κατασκευής υπόσκαφου κτιρίου το ποσοστό κάλυψης δύναται να αυξάνεται, χωρίς όμως να υπερβαίνει το 70%.

Κίνητρα για τη δημιουργία κτιρίων ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης (Άρθρο 25) :

Στην περίπτωση όπου το κτίριο κατατάσσεται, σύμφωνα με την ενεργειακή του μελέτη, στην ανώτερη ενεργειακά κατηγορία A+, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ όπως αυτή κάθε φορά ορίζεται και σύμφωνα με τον ενεργειακό σχεδιασμό του απαιτείται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας μέσω συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και μονάδων Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ), καθώς και συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τότε δίνεται κίνητρο αύξησης του σ.δ. κατά 5 %.

Ειδική αύξηση του σ.δ. κατά 10 % προσφέρεται σε κτίρια ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης που παρουσιάζουν παράλληλα εξαιρετική περιβαλλοντική απόδοση. Τα κτίρια αυτά θα πρέπει να παρουσιάζουν ετήσια πρωτογενή ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό, αερισμό και ζεστό νερό χρήσης κάτω των 10 kWh/m²/έτος.

1.2. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), ΦΕΚ 2367Β / 12.07.2017. (www.et.gr)

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.
- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης).
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Ειδικότερα, σκοπό της παρούσας αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων.

Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) συστημάτων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Ορισμοί (Άρθρο 3) :

Κτίριο αναφοράς. Κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα δομικά στοιχεία του κελύφους, όσο και στα τεχνικά συστήματα που αφορούν στη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή ΖΝΧ και στο φωτισμό, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 9 της παρούσας.

Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου. Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας του κτιρίου ανά έτος

[kWh/(m²έτος)]. Ειδικά για τα κτίρια ή κτιριακές μονάδες με χρήση κατοικίας στη συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση δε συνυπολογίζεται ο φωτισμός.

Απόδοση συστήματος ή συντελεστής απόδοσης. Ο λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας του συστήματος προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί και καταναλώνει το σύστημα για τη λειτουργία του.

Ηλιακά κέρδη. Οι θερμικές πρόσδοσι του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους του.

Θερμική ζώνη κτιρίου. Σύνολο (ομάδα) χώρων μέσα στο κτίριο με όμοιες απαιτούμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες και χρήση.

Συντελεστής σκίασης. Συντελεστής που δείχνει τον περιορισμό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων, προεξοχών του κτιρίου ή / και συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου.

Κλιματικές ζώνες (Άρθρο 6) :

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 1.1 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στη ψυχρότερη).

Πίνακας 1.1 : Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας και Ιθάκης, Κύθηρα και νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων και νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Για τα κτίρια ή τις κτιριακές μονάδες που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά.

Καθορισμός κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης Κτιρίων (Άρθρο 10)

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον πίνακα 1.2. Ο δείκτης R_R λαμβάνεται ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

Πίνακας 1.2 : Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP < 0,33R_R$	$T < 0,33$
A	$0,33R_R < EP < 0,50R_R$	$0,33 < T < 0,50$
B+	$0,50R_R < EP < 0,75R_R$	$0,50 < T < 0,75$
B	$0,75R_R < EP < 1,00R_R$	$0,75 < T < 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP < 1,41R_R$	$1,00 < T < 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP < 1,82R_R$	$1,41 < T < 1,82$
E	$1,82R_R < EP < 2,27R_R$	$1,82 < T < 2,27$
Z	$2,27R_R < EP < 2,73R_R$	$2,27 < T < 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΜΕΑ)

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων εκπονείται κατά το στάδιο της έκδοσης άδειας δόμησης για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται :

1. Στην εκπλήρωση των ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τα τεχνικά συστήματα του και
2. Στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και απαιτείται :

- Μετά την ολοκλήρωση κατασκευής νέου κτιρίου ή κτιριακής μονάδας.
- Μετά την ολοκλήρωση ριζικής ανακαίνισης κτιρίου ή κτιριακής μονάδας.
- Κατά την πώληση κτιρίου ή κτιριακής μονάδας.
- Κατά τη μίσθωση σε νέο ενοικιαστή κτιρίου ή κτιριακής μονάδας.
- Για κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των διακοσίων πενήντα (250) τετραγωνικών μέτρων τα οποία χρησιμοποιούνται από υπηρεσίες του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα και τα οποία επισκέπτεται συχνά το κοινό.

Από την υποχρέωση έκδοσης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης εξαιρούνται ορισμένες κατηγορίες κτιρίων, όπως μνημεία, προστατευόμενα κτίρια, χώροι λατρείας, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, εργαστήρια, προσωρινής χρήσης κτίρια και μεμονωμένα κτίρια συνολικής επιφάνειας μικρότερης των πενήντα τετραγωνικών μέτρων (50 τ.μ.).

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Ο έλεγχος για την ορθή εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου γίνεται από τα Τμήματα Επιθεώρησης Ενέργειας της Ειδικής Γραμματείας Σώματος Επιθεωρητών και Ελεγκτών.

**1.3. Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ),
Ν. 3734/2009 ΦΕΚ 8Α/28-01-009. (www.et.gr)**

Ορισμοί (Άρθρο 3)

Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ). Η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ή / και μηχανικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια, στο πλαίσιο μόνο μίας διεργασίας. Με τον όρο «συμπαραγωγή», νοείται η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ).

Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ). Η συμπαραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας τουλάχιστον κατά δέκα τοις εκατό (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.

Μονάδα συμπαραγωγής. Η μονάδα η δυνάμενη να λειτουργεί κατά τον τρόπο της συμπαραγωγής.

Χρήσιμη θερμική ενέργεια. Η θερμική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διεργασίας συμπαραγωγής, προκειμένου να ικανοποιήσει οικονομικά δικαιολογημένη ζήτηση για θέρμανση ή ψύξη.

Αποδοτικότητα συμπαραγωγής. Το ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας, που επιτυγχάνεται με τη συμπαραγωγή σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή χρήσιμης θερμικής και ηλεκτρικής ή και μηχανικής ενέργειας.

Τεχνολογίες συμπαραγωγής (Άρθρο 4)

Στις τεχνολογίες συμπαραγωγής περιλαμβάνονται οι ακόλουθοι τύποι:

- Συνδυασμένος κύκλος αεριοστροβίλου με ανάκτηση θερμότητας.
- Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης.
- Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης – απομάστευσης.
- Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας.
- Παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης.
- Μικροστρόβιλος.
- Μηχανή Stirling.
- Κυψέλη καυσίμου.
- Ατμομηχανή.
- Οργανικός κύκλος Rankine.
- Οποιοσδήποτε άλλος τύπος τεχνολογίας ή συνδυασμός τύπων τεχνολογιών που εμπίπτει στον ορισμό της συμπαραγωγής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η προστασία από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες και η εξασφάλιση άνετου εσωκλίματος, είναι οι δύο βασικοί στόχοι της αρχιτεκτονικής.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ονομάζεται ο σχεδιασμός των κτιρίων, που λαμβάνει υπόψη το τοπικό κλίμα μιας περιοχής και εξασφαλίζει τις κατάλληλες εσωκλιματικές συνθήκες με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις ανανεώσιμες περιβαλλοντικές πηγές. Δηλαδή, χρησιμοποιεί την **ηλιακή ενέργεια** για τη θέρμανση των κτιρίων, τους **δροσερούς ανέμους** για τη ψύξη, τη **βλάστηση** για τη σκίαση και το **φυσικό φως** για το φωτισμό. Συνεπώς, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αντιμετωπίζει το κτίριο, τον αστικό χώρο και το κλίμα της περιοχής ως μία ενότητα, στοχεύοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας και συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος. Η θέρμανση, η ψύξη, ο μηχανικός αερισμός και ο τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιούνται μόνο για να συμπληρώσουν όσα η φύση έχει ήδη προσφέρει.

Η γενικότερη αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού θέτει ότι η Νότια πλευρά του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση, ενώ αντίθετα η Βόρεια για προστασία από τους ανέμους και ανάσχεση της θερμότητας. Ειδικότερα, οι βασικές αρχές

του βιοκλιματικού σχεδιασμού σχετίζονται με την αρχιτεκτονική δομή και τον προσανατολισμό του κτιρίου καθώς και με τον περιβάλλοντα χώρο.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης.
2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού.
3. Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου απαιτεί τη συνύπαρξη και τη συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να επιτυγχάνονται θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το κτίριο πρέπει να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης, αποθήκη θερμότητας, παγίδα θερμότητας και παγίδα φυσικού φωτισμού.

Οι βασικές αρχές, που πρέπει να εφαρμόζονται στα κτίρια είναι οι ακόλουθες :

- **Εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα.**

Η 21^η Δεκεμβρίου είναι η ημέρα του έτους με τη μικρότερη διάρκεια εμφάνισης του ηλιακού φωτός. Αν, λοιπόν, την ημέρα αυτή εξασφαλίζεται ο ηλιασμός του κτιρίου, τότε σίγουρα εξασφαλίζεται και όλο τον υπόλοιπο χειμώνα.

- **Εξασφάλιση ηλιοπροστασίας το καλοκαίρι.**

Η ηλιοπροστασία του κτιρίου περιορίζει την επιβάρυνσή του από πρόσθετη θερμότητα, η οποία οφείλεται στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

- **Εξασφάλιση ανεμοπροστασίας το χειμώνα.**

Η ανεμοπροστασία του κτιρίου συμβάλλει στον περιορισμό της διείσδυσης του αέρα και στη μείωση των θερμικών απωλειών.

- **Εκμετάλλευση δροσερών ανέμων το καλοκαίρι.**

Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων συμβάλλει σημαντικά στο φυσικό δροσισμό του κτιρίου το καλοκαίρι.

Εκτός από τα παθητικά συστήματα, μια πολύ σημαντική μέθοδος εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα βιοκλιματικό κτίριο αποτελούν και τα ενεργητικά συστήματα, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό κτιρίων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κλπ. Η εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων αυξάνει ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο όμως αποσβένεται από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.wikimedia.org, www.cres.gr/energy-saving)

2.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης (ΠΗΣΘ). (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.cres.gr/kape)

Τα συστήματα θέρμανσης, που αξιοποιούν τον ήλιο για τη θέρμανση του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, ονομάζονται **Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης**. Τα συστήματα αυτά είναι, συνήθως, απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου και τα υλικά κατασκευής τους είναι κοινά οικοδομικά υλικά. Όσον αφορά στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών (σχήμα 3.1.):

- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα ή ηλιοθερμικά συστήματα και
- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. (www.wikipedia.org)



Σχήμα 2.1: Τρόποι εκμετάλλευσης ηλιακής ενέργειας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιτρέπουν σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους για τη θέρμανση των κτιρίων και βελτιώνουν τη θερμική άνεση των ενοίκων τους. Αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Αξιοποιώντας τις αρχές της φυσικής (τους νόμους μεταφοράς θερμότητας), συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο.

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα διακρίνονται στα :

- **Συστήματα άμεσου κέρδους.**
- **Συστήματα έμμεσου κέρδους**, τα οποία ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες :
 - i. **Ηλιακοί τοίχοι.**
 - ii. **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι).**
 - iii. **Ηλιακά αίθρια.**
- **Συστήματα απομονωμένου κέρδους.**

Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία (π.χ. χρήση φυλλοβόλων δέντρων, οριζόντια σκίαση, τέντες, περσίδες) και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Αρχή λειτουργίας παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης.



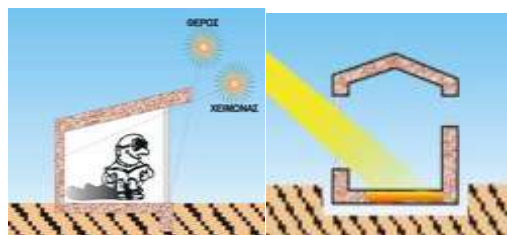
Πηγή : www.retscreen.net

2.1.1 Συστήματα άμεσου κέρδους. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.cres.gr/kape)

Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν **άμεσα** την ηλιακή ενέργεια, που συλλέγεται από τα γυάλινα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού και απαιτούν :

- Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια όψη του κτιρίου.
- Θερμομόνωση των τοίχων.
- Μεγάλη θερμική μάζα και
- Κινητή μόνωση με ρολά ή παντζούρια για τη νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων κατά τη χειμερινή περίοδο.

Τα Νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και με το κατάλληλο οριζόντιο σκίαστρο, την ελάχιστη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι.



Τα ανοίγματα στο Βορρά βοηθούν στην καλύτερη ποιότητα φωτισμού στο χώρο γιατί δέχονται μόνο διάχυτο και όχι άμεσο φώς. Είναι κατάλληλα για το καλοκαίρι, αλλά πρέπει να είναι περιορισμένης επιφάνειας γιατί παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ελάχιστα κέρδη το χειμώνα.

Τα Ανατολικά και Δυτικά ανοίγματα έχουν τη χειρότερη συμπεριφορά όλο το χρόνο, γι' αυτό συνιστώνται μόνο όπου είναι απαραίτητα για λόγους φωτισμού ή θέας. Ιδιαίτερα τα Δυτικά ανοίγματα είναι πολύ δυσμενή το καλοκαίρι, καθώς δέχονται άμεσα ήλιο μετά το μεσημέρι. Γενικά, στα Ανατολικά και Δυτικά ανοίγματα πρέπει να προβλέπεται σκίαση, κατά προτίμηση εξωτερική και κατακόρυφου τύπου.

2.1.2. Συστήματα έμμεσου κέρδους. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.cres.gr/kape)

Τα συστήματα έμμεσου κέρδους είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποδίδουν με έμμεσο τρόπο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, μέσω είτε δομικών στοιχείων, είτε ανοιγμάτων διαφόρων ειδών (θυρίδων, αγωγών, κ.ά.). Συνήθως προσαρτώνται σε Νότιες όψεις κτιρίων (συνιστάται μέχρι 30° απόκλιση από το Νότο).

Τα συστήματα έμμεσου κέρδους διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

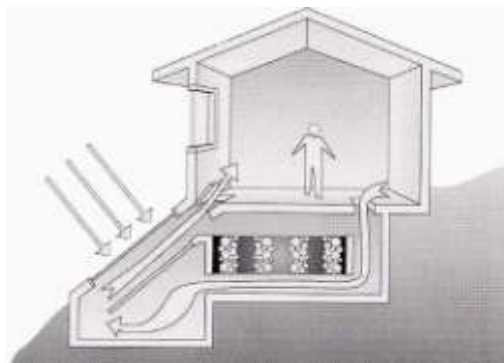
- i. **Ηλιακοί τοίχοι.** Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (*τοίχος θερμικής αποθήκευσης*), είτε μέσω θυρίδων (*θερμοσιφωνικό πανέλο*) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες *τοίχος Trombe – Michel*.
- ii. **Ηλιακοί χώροι – θερμοκήπια.** Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε Νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή / και διαπερνά τον τοίχο.
- iii. **Ηλιακά αίθρια.** Είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

2.1.3. Συστήματα απομονωμένου κέρδους. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.cres.gr/kape)

Τα συστήματα απομονωμένου κέρδους είναι ηλιακοί συλλέκτες - πάνελα εκτός του κτιριακού περιβλήματος.

Το απομονωμένο θερμοσιφωνικό πάνελο λειτουργεί όπως και το θερμοσιφωνικό πάνελο που είναι προσαρτημένο στην όψη του κτιρίου, βρίσκεται όμως εκτός του κτιριακού περιβλήματος. Αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που φέρει μόνωση εξωτερικά. Τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40° περίπου.

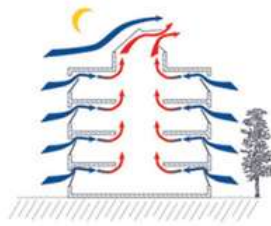
Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή είτε απευθείας στους χώρους του κτιρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους χώρους.



2.2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού/αερισμού.

(ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.cres.gr/kape)

Τα συστήματα δροσισμού, που αξιοποιούν τον άνεμο για την ψύξη των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, ονομάζονται **παθητικά συστήματα δροσισμού**. Τα συστήματα αυτά εξοικονομούν ενέργεια γιατί υποκαθιστούν την ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλίσκεται στα κλιματιστικά μηχανήματα, βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, περιορίζουν τα προβλήματα φορτίου αιχμής και προστατεύουν το περιβάλλον, γιατί συμβάλλουν στη μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα και χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα, που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος.



Με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

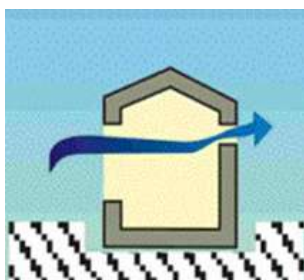
- Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν.
- Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα).
- Απομακρύνεται η θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα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

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

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

2.2.1. Διαμπερής φυσικός αερισμός

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.



2.2.2.Υβριδικός αερισμός

Η χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθεις (περίπου 2-3 °C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Πρακτικά, η χρήση ανεμιστήρων οροφής μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτίρια για πολλές ώρες το χρόνο.

2.2.3.Καμινάδα αερισμού (φυσικός ελκυσμός)

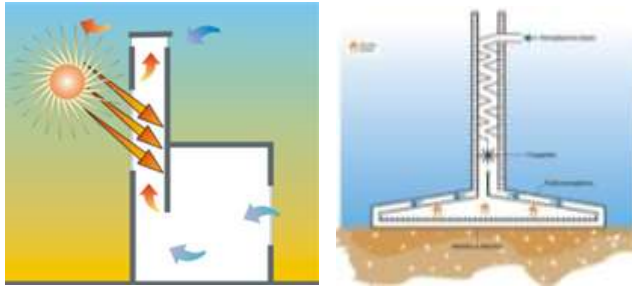
Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της καμινάδας αερισμού γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα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



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

2.2.4.Ηλιακή καμινάδα

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



Πηγή: www.irealty.gr

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

2.2.5. Ψύξη μέσω εδάφους

Η χρήση του εδάφους για το δροσισμό των εσωτερικών χώρων, βασίζεται στην απαγωγή της θερμότητας από το κτίριο προς το έδαφος με αγωγιμότητα, επειδή το καλοκαίρι το έδαφος έχει μικρότερη θερμοκρασία από εκείνη του περιβάλλοντος και λειτουργεί ως φυσική δεξαμενή θερμότητας. Το χειμώνα, η επαφή του κτιρίου με το έδαφος μειώνει τις θερμικές απώλειες προς το ψυχρό περιβάλλον.

Ο δροσισμός από το έδαφος εξασφαλίζεται με τα Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια και με τον εναλλάκτη θερμότητας εδάφους - αέρα.

- **Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια**

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτιρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το συνιστούν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτιρίων.

Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με

Θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει χωρίς μόνωση, ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος.

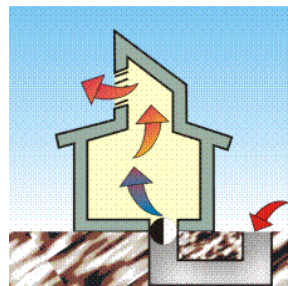
Στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτίριο.



- **Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους - αέρα)**

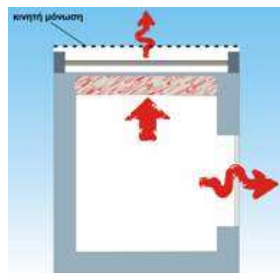
Είναι σύστημα μεταλλικών αγωγών (ή PVC) που τοποθετούνται σε βάθος 1-3μ. Το σύστημα χρησιμοποιείται για τη ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι, οπότε και αξιοποιεί το έδαφος - του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια - ως απαγωγέα της θερμότητας.

Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτιρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος. Παράλληλα, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.



2.2.6. Δροσισμός με ακτινοβολία

Ο δροσισμός με ακτινοβολία βασίζεται στις απώλειες θερμότητας λόγω εκπομπών μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας, από ένα σώμα προς ένα άλλο γειτονικό του, το οποίο έχει μικρότερη θερμοκρασία και αποτελεί τη δεξαμενή θερμότητας. Στην περίπτωση των κτιρίων το ψυχόμενο σώμα είναι το κέλυφος και η δεξαμενή θερμότητας είναι ο ουράνιος θόλος.



2.2.7. Δροσισμός με εξάτμιση

Σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία, μπορεί να επιτευχθεί δροσισμός με την εξάτμιση νερού. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται, ενώ εμπλουτίζεται με υδρατμούς. Όταν ο αέρας αυτός εισέρχεται απ' ευθείας στο κτίριο έχουμε άμεσο εξατμιστικό δροσισμό, ενώ όταν ψύχει το κέλυφος του κτιρίου ή εναλλάκτη, τότε έχουμε έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό.

2.3. Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού. (ΠΕΡΔΙΟΣ 2007, www.cres.gr/kape)

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας.

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

- i. ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία,
- ii. ανοίγματα οροφής,
- iii. αίθρια και

iv. φωταγωγοί.

Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού είναι:

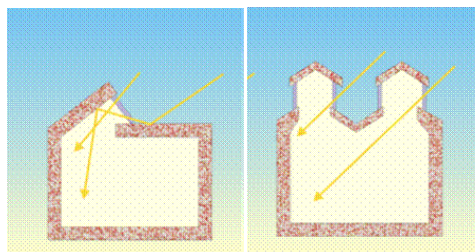
- Κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα - φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων.
- Ανοίγματα οροφής.
- Αίθρια.
- Φωταγωγοί.
- Ειδικοί Υαλοπίνακες.
- Διαφανή μονωτικά υλικά.
- Ράφια φωτισμού - ανακλαστήρες, περσίδες.

2.3.1.Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής αποτελούν ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού, καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία:

- Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φως από τον ουράνιο θόλο.
- Λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους.

Τα ανοίγματα οροφής μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς, είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες.



2.3.2.Ειδικοί υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.



Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

2.3.3.Διαφανή μονωτικά υλικά

Είναι φωτοδιαπερατά υλικά υψηλής θερμομονωτικής ικανότητας, τα οποία αντικαθιστούν τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας.

Η διαφανής μόνωση εν γένει είναι διαχυτική και έχει πολύ καλές οπτικές ιδιότητες, συνδυάζοντας θερμομονωτικές ικανότητες μιας τοιχοποιίας (2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες).

Η διαφανής μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχους ή και οροφές. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαφανών μονωτικών υλικών, τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων.

Η φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται μεταξύ του 45% και του 80% (με μια μείωση της τάξης του 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα).

2.3.4. Ανακλαστικές περσίδες

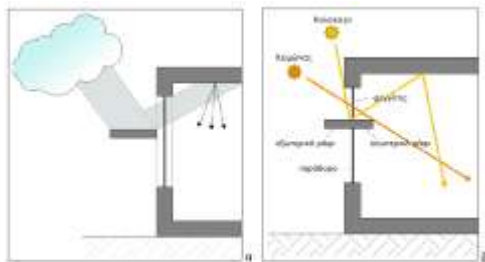
Είναι κινητά ανακλαστικά στοιχεία, μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια του κουφώματος ή και μεταξύ διπλών κουφωμάτων. Ως σύστημα φυσικού φωτισμού λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο χώρο (κατά προτίμηση στην οροφή).

Οι κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές καθώς επιτρέπουν εύκολα τη ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

2.3.5. Ράφια φωτισμού (Ανακλαστήρες φωτισμού)

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία, με ανακλαστική επιφάνεια, που στερεώνονται στα πλαίσια των ανοιγμάτων και κατευθύνουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του κτιρίου.

Εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού, αυξάνοντας τη στάθμη του φωτισμού σε απομακρυσμένες από τα παράθυρα ζώνες, μειώνοντας παράλληλα τη στάθμη φωτισμού στη ζώνη των παραθύρων.



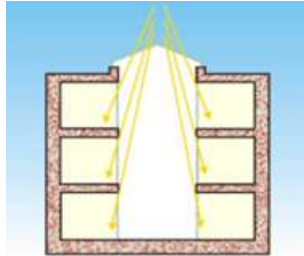
Πηγή : <https://sites.google.com/site/wildwaterwall>

2.3.6. Αίθρια

Τα αίθρια, είτε ανοιχτά, είτε με κάλυψη, συνεισφέρουν στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας καθώς:

- Επιτρέπουν την είσοδο φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου.

- Βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων (και στην ομοιογενή κατανομή του, εφόσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα).
- Παρέχουν διάχυτο φως (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του (χωρίς θάμβωση).



2.3.7.Φωταγωγοί

Οι φωταγωγοί εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Εν γένει οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

- **Περιοχή Μυλοπότας της Ίου.**

Η υπόσκαφη, ισόγεια κατοικία επιφάνειας, βρίσκεται στην περιοχή Μυλοπότας της Ίου, σε επικλινές οικόπεδο με νοτιοδυτικό προσανατολισμό και μαγευτική θέα στις υπόλοιπες Κυκλάδες και το Αιγαίο πέλαγος. (Πηγή: www.lifo.gr)



Η λογική του σχεδιασμού επωφελήθηκε από την κλίση του οικοπέδου, τοποθετώντας την κατοικία με τρόπο που να αφήνει όσο το δυνατόν μικρότερο ίχνος στο τοπίο. Ακόμη και μετά την ανοικοδόμηση το τοπίο μοιάζει ανέγγιχτο, με τον κτιριακό όγκο να είναι υπόσκαφος στην πλευρά του δρόμου και να ανοίγεται προς την πισίνα με υπερχείλιση, τον περιβάλλοντα χώρο και τη θέα.



Η κατοικία χωρίζεται σε δυο πτέρυγες που τέμνονται από ακτινωτούς, προς το κέντρο της κάτοψης, τοίχους αντιστήριξης από λιθοδομή, προερχόμενη, όπως και τα περισσότερα υλικά κατασκευής, από τις εκσκαφές του αγροτεμαχίου.

Στην πίσω πλευρά της κατοικίας, γυάλινοι τοίχοι από την οροφή ως το εσωτερικό δάπεδο βλέπουν στο όρυγμα της βραχώδους πλαγιάς, με φωταγωγούς - τομές σε οριζόντια διάταξη από το επίπεδο των δωματίων, που επιτρέπουν το φυσικό φωτισμό και τον αερισμό του υπόσκαφου τμήματος. Εκεί τοποθετούνται οι χώροι που χρήζουν μεγαλύτερης ιδιωτικότητας (υπνοδωμάτια, λουτρά). Τα δώματα αποτελούν την επαναφορά του φυσικού τοπιού, έχοντας την ίδια βλάστηση και τα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά του. Η κατοικία έχει μηδενική συντήρηση λόγω της επιλογής υλικών όπως το χτυπητό beton στα εξωτερικά δάπεδα και η πέτρα στην τοιχοποιία, ενώ βάλλεται από τα φυσικά στοιχεία μόνο στην όψη του προσανατολισμού της.

▪ **Χανιά, Κρήτη.**

Η μελέτη έγινε σε οικόπεδο με μέση κλίση εδάφους 40% περίπου. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 2016. (Πηγή : <http://www.gereoudakis.gr>)



Έδαφος βραχώδες, απότομη κλίση προς ρέμα που καταλήγει στη θάλασσα, θέα τόσο προς το φαράγγι όσο και προς τη θάλασσα συνθέτουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του οικοπέδου. Βασική αρχή της μελέτης ήταν το κτίριο να αποτελεί μια ήπια επέμβαση στο ιδιαίτερο αυτό περιβάλλον και να αναδεικνύει τις διαφορετικές θεάσεις, συνθέτοντας μια εμπειρία κατοίκησης άμεσα συνυφασμένη με το φυσικό τοπίο.



Με αυτή τη λογική η κατοικία αναπτύσσεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα ώστε να ακολουθήσει τη φυσική κλίση του εδάφους.

Στις δύο ανώτερες στάθμες βρίσκονται οι χώροι διημέρευσης. Οι όγκοι βρίσκονται εν μέρει μέσα στο έδαφος και σε σημεία αναδιπλώνονται, αφήνοντας ανοίγματα για θέα και για πρόσβαση στους εξωτερικούς χώρους.

- Τμήματα της οροφής καλύπτονται με χώμα, χειρισμός που αποσκοπεί στη μερική απόκρυψή του ενισχύοντας την πρόθεση της ήπιας επέμβασης.
- Το τρίτο επίπεδο βρίσκεται αρκετά χαμηλότερα από τα άλλα δύο. Έχοντας ήδη φτάσει σε μια σχετικά χαμηλή στάθμη στο οικόπεδο, η θέαση του ρέματος αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο και η αίσθηση του «κρυμμένου» και προφυλαγμένου οδήγησε συνειρμικά στη δημιουργία ενός υπόσκαφου τμήματος το οποίο περιλαμβάνει τα υπνοδωμάτια, χώρους δηλαδή που εμπεριέχουν μια εσωστρέφεια που ενισχύεται τόσο από το εξωτερικό περιβάλλον όσο και την επιλογή της υπόσκαφης μορφής.

- **Αγία Γαλήνη Ρεθύμνου, Κρήτη.**

Στην Αγία Γαλήνη, στο Ρέθυμνο στη νότια ακτή της Κρήτης, δημιουργήθηκε μία μοναδική κατοικία, αρμονικά ενταγμένη σε ένα άκρως απαιτητικό τοπίο. (Πηγή : <https://cretedoc.gr>)



Δύο δοκοί από εμφανές σκυρόδεμα δημιουργούν ένα δακτύλιο, ακολουθώντας περιμετρικά τη μορφολογία του εδάφους στην κορυφή ενός λόφου.

Ο δακτύλιος δημιουργεί ζώνες σκίασης, διαμπερώς αεριζόμενους εσωτερικούς χώρους και επιφάνειες για ηλιακούς συλλέκτες. Προστατεύει, επίσης, έναν εσωτερικό κήπο με ποικιλία εσπεριδοειδών και βοτάνων.



Ο σχεδιασμός της κατοικίας και του άμεσου περιβάλλοντός της διαμορφώνει ένα μικροκλίμα, μια όαση μέσα σε ένα έντονα όμορφο, αλλά σωματικά απαιτητικό, τοπίο, όπως φαίνεται καθαρά και από τις φωτογραφίες.

- **Ακτή Γυαλιάς, Νάξος. (<http://kataskevesktirion.gr>)**

Ακολουθώντας τη φυσική έντονη κλίση του εδάφους, τα δύο κτίρια αναπτύσσονται βαθμιδωτά ώστε να αξιοποιηθεί κατά το μέγιστο ο προσανατολισμός και τα φυσικά χαρακτηριστικά του οικοπέδου, όπως η απεριόριστη θέα στη θάλασσα. Έτσι προτιμήθηκε η υπόσκαφη δόμηση για το μεγαλύτερο τμήμα των κατοικιών, σε συνδυασμό με μικρά

τμήματα υπέργειας δόμησης, με στόχο την ελάχιστη αλλοίωση του φυσικού εδάφους και την επαναφορά του στην αρχική μορφή.



Σε κάθε κατοικία ξεχωρίζει το κεντρικό λευκό κτίσμα με τους χώρους διημέρευσης, ενώ οι υπόλοιποι χώροι που βρίσκονται στα πέτρινα υπόσκαφα τμήματα, αναπτύσσονται ακτινωτά γύρω από το λευκό όγκο. Ο ανοιχτός περιμετρικός ενδιάμεσος χώρος, αποκτά έτσι διπλή υπόσταση.

Αφενός εντάσσεται οργανικά στη λειτουργία της κατοικίας αφού αποτελεί την ένωση του υπόσκαφου με το υπέργειο τμήμα, αλλά ταυτόχρονα εισάγει στο κτίσμα το φυσικό περιβάλλον, που αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της αρχιτεκτονικής λύσης. Ως χώροι εκτόνωσης του εσωτερικού λειτουργούν επιπρόσθετα και κάποιες περιοχές του ακαλύπτου, όπως αυτός των υπαίθριων καθιστικών με την πισίνα μπροστά από την όψη κάθε λευκού όγκου.

Η υπάρχουσα βλάστηση επαναφέρεται στην αρχική κατάσταση και ενισχύεται με στόχο να προσφέρει, όπου απαιτείται, ιδιωτικότητα των εξωτερικών χώρων αλλά και σκιασμό με φυσικό τρόπο. Έτσι, ο σχεδιασμός επιτυγχάνει τη μικρότερη δυνατή επέμβαση στο φυσικό έδαφος ώστε, η συνολική αισθητική του συγκροτήματος να εντάσσεται ήσυχα και καθαρά στο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

1. ΠΕΡΔΙΟΣ Δ. ΣΤΑΜΑΤΗΣ, *ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ – ΑΘΛΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ – ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ*, Τόμος Α, Τεκδοτική, Αθήνα, 2007.
2. ΚΤΕΝΙΑΔΑΚΗΣ Ι. ΜΙΧΑΛΗΣ, *Εφαρμογές Μετάδοσης Θερμότητας*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 2010.
3. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ Η. ΒΑΙΟΣ., *ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ*, Τεκδοτική, Αθήνα, 2013.
4. ΤΟΤΕΕ, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, 20701 – 1 / 2017, *Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*, Αθήνα, 2017.
5. ΤΟΤΕΕ, Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, 20701 – 2 / 2017, *Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτηρίων*, Αθήνα, 2017.
6. www.wikipedia.org, Wikipedia, The Free Encyclopedia.
7. www.et.gr, Εθνικό Τυπογραφείο.
8. www.cres.gr/energy-saving, Υπουργείο Ανάπτυξης, Τομέας Εφαρμογών και Φυσικών Πόρων.
9. www.cres.gr/kape, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας.
10. <http://www.nhmc.uoc.gr/el/content/ενδημικά-φυτά-της-κρήτης>, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
11. www.lifo.gr.
12. <http://www.gereoudakis.gr>.
13. <https://cretedoc.gr>.
14. <http://kataskevesktirion.gr>.
15. <http://diocles.civil.duth.gr>.
16. <https://www.rethymno.gr>.
17. www.hnms.gr/, Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, ΕΜΥ.
18. www.meteo.gr.