



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πολυτεχνική Σχολή

**Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής
Ανάπτυξης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Κλιματική Αλλαγή : ο Ρόλος της
υπόσκαφης κατοικίας στο Αστικό Περιβάλλον**

Φοιτητής: Μιχαήλογλου Μάριος

Επιβλέπον καθηγητής: Καλέργης Δημήτριος



Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	7
1.1 Βασικές αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	7
1.2 Περιβαλλοντικοί παράμετροι σχεδιασμού	9
1.3 Πρακτικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	10
1.4 Παγκόσμιο παράδειγμα βραβευμένου Βιοκλιματικού Κτιρίου (Solaris Building στη Σιγκαπούρη).....	14
1.5 Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία & στόχοι.....	16
1.6 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ' ΚΕΝΑΚ ' '	20
1.7 Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης (Zero energy Buildings)	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : Η Βιοκλιματική διάσταση της Ιθαγενούς Αρχιτεκτονικής.....	33
2.1 Πρακτικές διαχρονικά.....	33
2.2 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική σε χώρες της Ασίας (Η περίπτωση της Ινδίας) .	34
2.3 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική σε χώρες της Ωκεανίας (Η περίπτωση της Αυστραλίας).....	39
2.4 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική στην Αφρική (Η περίπτωση της Υποσαχάριας Αφρικής)	42
2.5 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική (Η περίπτωση της Αρκτικής)	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.....	46
3.1 Εισαγωγή στην Υπόσκαφη Αρχιτεκτονική	46
3.2 Διαφοροποίηση Υπόσκαφου – Υπογείου σχεδιασμού	48
3.3 Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων κατασκευών	55
3.4 Φυσικός φωτισμός & Αερισμός υπόσκαφων κατοικιών.....	59
3.5 Ενεργειακή Αποδοτικότητα Υπόσκαφων χώρων	61
3.6 Πλεονεκτήματα των υπόσκαφων κατασκευών στη σύγχρονη εποχή.....	64
3.7 Χαρακτηριστικά παραδείγματα Υπόσκαφης Αρχιτεκτονικής	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	70

4.1 Ανάλυση ευρύτερης περιοχής για την επιλογή υπόσκαφης κατοικίας	70
4.2 Κλιματολογικές Συνθήκες περιοχής	71
4.3 Βιοκλιματικά κριτήρια σχεδιασμού, μελέτη περίπτωσης (Κάρυστος)	73
4.4 Κτιριολογικό Πρόγραμμα & λειτουργική διαρρύθμιση	75
4.5 Πολεοδομικά οφέλη της υπόσκαφης κατοικίας	78
Κεφάλαιο 5 ^ο Συμπεράσματα	80
5.1 Ενεργειακά συμπεράσματα	80
5.2 Νομοθεσία και πολεοδομικά συμπεράσματα	81
5.3 Συμπεράσματα για αστικό τοπίο & περιβάλλον	83
5.4 Οικονομικά συμπεράσματα και επιδοτούμενα προγράμματα	83
Βιβλιογραφία	85

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Παράμετροι ενεργειακού ισοζυγίου (υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας)	8
Εικόνα 2 Άμεσο Κέρδος	11
Εικόνα 3 Έμμεσο κέρδος τοίχος Trombe Michel	12
Εικόνα 4 Λειτουργία του Θερμοκηπίου	13
Εικόνα 6 Λειτουργία Φωτοβολταικού Συστήματος	14
Εικόνα 7 Diagram Hirini Matunga	34
Εικόνα 8 Χώροι ανάπαυσης σε διάφορα επίπεδα	35
Εικόνα 9 Κατοικία στο Γκουτζαράτ	36
Εικόνα 10 Θερμοκρασίες που καταγράφηκαν σε τρία σημεία της πόλης του Jaisalmer	37
Εικόνα 11 Κτήριο εποχής	38
Εικόνα 12 Απεικόνιση της Χρήσης ανοικτών και μικρών παραθύρων	38

Εικόνα 13 Ιρανικό σύστημα ψύξης με χρήση πύργου ανέμου, υπόγειας χοάνης εξατμιστικής ψήξης και φυσικού εξαερισμού	39
Εικόνα 14 Zulus Houses.....	43
Εικόνα 15 chiefs hut.....	44
Εικόνα 16 Snow igloo: the construction site	45
Εικόνα 17 Cross section of a sleeping shelf	46
Εικόνα 18 Arctic building (Arktisk bolig) as an aerodynamic design.....	46
Εικόνα 19 Βήματα της δημιουργίας ενός σπηλαίου.....	47
Εικόνα 20 Παραδείγματα κατοικιών σε περιοχές με τις ανάλογες κλίσεις.....	57
Εικόνα 21 Προσανατολισμός Όψεων	58
Εικόνα 22 Η σύνδεση του εξωτερικού με τον εσωτερικό χώρο	59
Εικόνα 23 Ενεργειακή ισορροπία ενός υπέργειου (αριστερά/A) και ενός υπόγειου (δεξιά/B) κτιρίου, δείχνει την αιτία της διαφοράς στην ετήσια ενεργειακή απαίτηση, για το κλίμα και τη χρήση κατοικίας	61
Εικόνα 24 Κατανομή συχνοτήτων και κατανομή πιθανοτήτων της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης για το κλίμα και τη χρήση κατοικίας	62
Εικόνα 25 Χωρικοί κατανομή των γεωλογικών χαρακτηριστικών στην περιοχή της Καπαδοκίας.....	66
Εικόνα 26 εσωτερικός χώρος υπόγειας κατοικίας της καπαδοκίας.....	67
Εικόνα 27 Σχηματική τομή υπόσκαφων οικήσεων σκαμμένο σε βράχο	69
Εικόνα 28	71
Εικόνα 29 Μηνιαίες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις (2015-2024) Παξιμάδα Καρύστου	72
Εικόνα 30 Βροχοπτώσεις στην Περιοχή της Παξιμάδας Καρύστου	72
Εικόνα 31 Θέση του οικοπέδου	73
Εικόνα 32 Φωτογραφία κατοικίας	77
Εικόνα 33 Τομές κατοικίας	77
Εικόνα 34 Νότια Όψη	77

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1 Περιβαλλοντικοί παράμετροι	9
Πίνακας 2 Πρακτικές βιοκλιματικού σχεδιασμού	11
Πίνακας 3 Όρια κατηγοριών πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης	21
Πίνακας 4 Κύριοι στόχοι της EPBD	16
Πίνακας 5 Τα σενάρια και οι στόχοι του REPowerEU (Ref.Ares 2022 – 20/06/2022)	19
Πίνακας 6 Διαφορές ανάμεσα στην υπόγεια & υπόσκαφη κατασκευή	49
Πίνακας 7 Πλεονεκτήματα της υπόγειας δόμησης	65

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παγκόσμια κοινότητα βρίσκεται αντιμέτωπη με έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους του 21ου αιώνα: την κλιματική αλλαγή. Οι δραματικές επιπτώσεις της είναι πλέον εμφανείς σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη, επηρεάζοντας τη θερμοκρασία του πλανήτη, την ένταση και τη συχνότητα των καιρικών φαινομένων, την ασφάλεια των υδάτινων πόρων, τη βιοποικιλότητα και, κατ' επέκταση, την ανθρώπινη ζωή. Η ενεργειακή κρίση που βιώνεται ταυτόχρονα, αποτέλεσμα της εξάντλησης των φυσικών πόρων, της γεωπολιτικής αστάθειας αλλά και της υπερβολικής εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, επιτείνει τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές πιέσεις. Σε αυτό το σύνθετο πλαίσιο, η ανάγκη για βιώσιμες λύσεις στη δόμηση και την αρχιτεκτονική καθίσταται πιο επιτακτική από ποτέ.

Ο κτιριακός τομέας αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας παγκοσμίως. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα κτίρια ευθύνονται για περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Στην Ελλάδα, σύμφωνα με στοιχεία του 2020, τα νοικοκυριά καταναλώνουν το 29,6% της τελικής ενέργειας, ενώ οι εμπορικές και δημόσιες υπηρεσίες καταναλώνουν το 13,1%, ποσοστά που αθροιστικά αντιπροσωπεύουν σημαντικό μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας. Η ενέργεια καταναλώνεται τόσο κατά τη φάση της κατασκευής όσο και κατά τη διάρκεια της χρήσης τους, κυρίως για τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό και τον αερισμό τους. Το πρότυπο της σύγχρονης δόμησης, που στηρίζεται κατά κύριο λόγο σε τεχνητές λύσεις και ενεργοβόρα συστήματα, συμβάλλει σημαντικά στην επιδείνωση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής κρίσης. Στον αντίποδα, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός προσφέρει μια ολιστική προσέγγιση στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, αξιοποιώντας τις τοπικές

κλιματολογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες για τη δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών και περιβαλλοντικά υπεύθυνων κτηρίων.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν αποτελεί απλώς μια σειρά τεχνικών ή τεχνολογικών πρακτικών. Αντιπροσωπεύει μια βαθύτερη φιλοσοφία, που βασίζεται στην αρμονική συνύπαρξη του ανθρώπου με το περιβάλλον και στη χρήση φυσικών μηχανισμών για την κάλυψη των αναγκών του. Μέσω της κατάλληλης τοποθέτησης των κτηρίων, της αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας, του φυσικού φωτισμού και αερισμού, της θερμικής μάζας και της φύτευσης, επιδιώκεται η δημιουργία συνθηκών άνεσης χωρίς σημαντική εξάρτηση από μηχανικά και ενεργοβόρα συστήματα. Ο σχεδιασμός αυτός επιτρέπει την εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνει το λειτουργικό κόστος των κτηρίων και συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών ρύπων. Μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η υπόσκαφη δόμηση, μια αρχιτεκτονική προσέγγιση με βαθιές ρίζες στην παραδοσιακή δόμηση πολλών πολιτισμών. Η τοποθέτηση των κτηρίων μερικώς ή πλήρως εντός του εδάφους προσφέρει πληθώρα πλεονεκτημάτων, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της κλιματικής προσαρμογής. Το έδαφος λειτουργεί ως φυσικός μονωτής, εξομαλύνοντας τις θερμικές διακυμάνσεις και προσφέροντας σταθερότερες εσωτερικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτό μεταφράζεται σε σημαντική μείωση της ανάγκης για θέρμανση ή ψύξη, και άρα σε χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση. Παράλληλα, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική εναρμονίζεται με το τοπίο, περιορίζει τη φέρουσα οπτική και αισθητική επιβάρυνση στο περιβάλλον και ενισχύει την ανθεκτικότητα των κατασκευών έναντι των ακραίων καιρικών φαινομένων.

ΣΤΟΧΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στη διερεύνηση της αναγκαιότητας ενσωμάτωσης βιοκλιματικών αρχών στον σύγχρονο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, με έμφαση στην υπόσκαφη δόμηση ως στρατηγική απάντηση στην ενεργειακή κρίση, την κλιματική αλλαγή και την ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική υποβάθμιση του αστικού και περιαστικού τοπίου. Στόχος της μελέτης είναι η ανάδειξη της δυναμικής των υπόσκαφων κατασκευών ως βιώσιμων, ενεργειακά αποδοτικών και αισθητικά εναρμονισμένων λύσεων, οι οποίες δύνανται να συμβάλουν ουσιαστικά στην επίτευξη περιβαλλοντικής ισορροπίας, χωρίς να παραγνωρίζονται οι πολιτισμικές και κοινωνικές διαστάσεις της αρχιτεκτονικής πρακτικής. Η εργασία επιχειρεί να συνδέσει τον αρχέγονο χαρακτήρα της υπόσκαφης αρχιτεκτονικής με τις δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας, προτείνοντας ένα υβριδικό μοντέλο σχεδιασμού που γεφυρώνει την παράδοση με την καινοτομία και προάγει τη βιωσιμότητα όχι ως επιμέρους στόχο, αλλά ως βασική αρχή. Μέσω της ανάλυσης θεωρητικών προσεγγίσεων, της διεξοδικής μελέτης επιλεγμένων εφαρμογών από την Ελλάδα και το εξωτερικό, καθώς και της αξιολόγησης των περιβαλλοντικών, ενεργειακών, οικονομικών και κοινωνικών ωφελειών της υπόσκαφης δόμησης, επιδιώκεται η τεκμηρίωση της συμβολής της στη μετάβαση προς ένα ανθρωποκεντρικό και οικολογικά υπεύθυνο δομημένο περιβάλλον. Η εργασία, επομένως, δεν περιορίζεται στη

θεωρητική προσέγγιση, αλλά στοχεύει και στην παροχή ενός εφαρμόσιμου πλαισίου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, ικανού να προσαρμοστεί στις σύγχρονες ανάγκες, να ενταχθεί αρμονικά στο φυσικό και πολιτισμικό τοπίο και να αποτελέσει πρότυπο για μελλοντικές παρεμβάσεις βιώσιμης κατοίκησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

1.1 Βασικές αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αναφέρεται στον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση συμβατικής ενέργειας, ενώ παράλληλα αξιοποιεί άλλες πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Σκοπός είναι η βελτίωση της υγείας και της άνεσης των χρηστών ενός κτιρίου με σωστά σχεδιαστικά στοιχεία και τεχνολογίες που ελέγχουν τη διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας (Undrea and Budescu, 2013; Ness, 2017). Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική βασίζεται στη δημοτική αρχιτεκτονική (Manzano – Agugliano et al.), όμως εστιάζει στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού που είναι η βελτίωση της ποιότητας του αέρα, η εξασφάλιση φυσικού φωτισμού, εξαερισμού, παθητικής ηλιακής ενέργειας, συστήματα θέρμανσης & ψύξης, η σκίαση (φυσική ή τεχνητή) και η εκμετάλλευση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

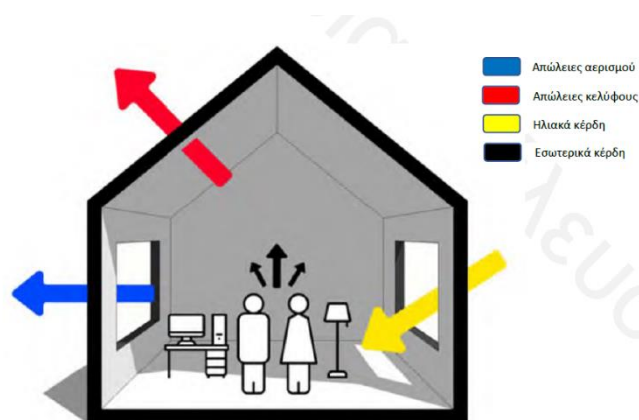
Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός καθοδηγείται από τρεις αρχές σύμφωνα με τον (Sev, 2009) :

- Διαχείριση πόρων
- Προστασία του περιβάλλοντος
- Μείωση του κόστους

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική ενστερνίζεται την αρχή της βιωσιμότητας με έμφαση στα κτίρια & τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και στον άνθρωπο (Maciel, 2007). Και τα δύο συνδυαστικά είναι ουσιώδη για την επίτευξη θερμικής άνεσης σε ένα κτίριο, καθώς εστιάζουν στη ρύθμιση του **ενεργειακού ισοζυγίου** ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες κάθε εποχής. Τα ηλιακά κέρδη και τα εσωτερικά κέρδη ισοδυναμούν με τις απώλειες που προκύπτουν από τον αερισμό και το κέλυφος του κτιρίου. Η παραπάνω εξίσωση χρησιμοποιείται στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου.

- Ηλιακά κέρδη: Η θερμική ενέργεια που εισέρχεται στον χώρο μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας (π.χ. από παράθυρα)
- Εσωτερικά κέρδη: Θερμότητα που παράγεται από ανθρώπους, συσκευές και φωτισμό μέσα στον χώρο
- Απώλειες αερισμού: Θερμική ενέργεια που χάνεται λόγω του αέρα που εισέρχεται και εξέρχεται από τον χώρο
- Απώλειες κελύφους: Θερμική ενέργεια που χάνεται μέσω των τοιχωμάτων, των παραθύρων, της οροφής και του δαπέδου του κτιρίου

Εικόνα 1 Παράμετροι ενεργειακού ισοζυγίου (υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας)



Πηγή :Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6/2022

Σύμφωνα με τον νέο οικοδομικό κανονισμό (4067/2012) : βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίου ορίζεται 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. Καθώς και βιοκλιματικό κτίριο είναι αυτό που 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.

1.2 Περιβαλλοντικοί παράμετροι σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός μιας κατοικίας με βάση τους περιβαλλοντικούς παράγοντες είναι κρίσιμος για την εξασφάλιση της ενεργειακής αποδοτικότητας, της άνεσης και της μακροχρόνιας βιωσιμότητας. Μερικοί βασικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάπτυξη ενός βιοκλιματικού αρχιτεκτονικού σχεδίου μπορούν να οδηγήσουν ένα κτίριο να είναι όχι μόνο πιο άνετο, πιο οικονομικό στη λειτουργία του, αλλά πιο βιώσιμο και ανθεκτικό μακροπρόθεσμα.

Πίνακας 1 Περιβαλλοντικοί παράμετροι

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ
Κλίμα
Ηλιακή Ακτινοβολία
Μορφολογία του εδάφους
Υγρασία
Ταχύτητα του Ανέμου

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τον πίνακα 1 :

Το **Κλίμα** της περιοχής στην οποία θα κατασκευαστεί η κατοικία αποτελεί τον πρωταρχικό παράγοντα που επηρεάζει τις αρχιτεκτονικές αποφάσεις. Σε περιοχές με ζεστό κλίμα, η αποφυγή της υπερθέρμανσης του εσωτερικού χώρου είναι καίριας σημασίας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της χρήσης παχιάς μόνωσης, σκιασμένων επιφανειών και τεχνικών φυσικού αερισμού, όπως η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε αντίθετες πλευρές για τη διευκόλυνση του διαμπερούς αερισμού. Αντίθετα, σε ψυχρά κλίματα, ο σχεδιασμός επικεντρώνεται στη διατήρηση της θερμότητας στο εσωτερικό της κατοικίας. Εξίσου σημαντικό περιβαλλοντικό παράγοντα αποτελεί **μορφολογία του εδάφους**. Η διαρρύθμιση του κτιρίου επηρεάζει τις ενεργειακές ανταλλαγές μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων μέσω του κελύφους, ανάλογα με την επιφάνεια του κελύφους σε σχέση με τον όγκο του εσωτερικού χώρου. Συγκεκριμένα, ο λόγος της επιφάνειας του κελύφους προς τον όγκο του εσωτερικού χώρου καθορίζει το δυναμικό για αγωγή ροή θερμότητας προς ή από το κτίριο και συνεπώς τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση ή ψύξη. Μια συμπαγής διαρρύθμιση ενός κτιρίου με συγκεκριμένο όγκο επιτρέπει μικρότερη επιφάνεια αλληλεπίδρασης με το εξωτερικό περιβάλλον, ενώ μια επιμήκης διαρρύθμιση ενός κτιρίου με τον ίδιο όγκο δημιουργεί μεγαλύτερη επιφάνεια αλληλεπίδρασης με το εξωτερικό περιβάλλον και ενδεχομένως μεγαλύτερη ροή θερμότητας μέσω του κελύφους του κτιρίου.

Διάφοροι άλλοι περιβαλλοντικοί παράμετροι όπως η **ηλιακή ακτινοβολία** μπορεί να αξιοποιηθεί στο έπακρο για τη θέρμανση της κατοικίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα καθώς συμβάλλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας . **Η υγρασία** διότι σε περιοχές με υψηλό ποσοστό υγρασίας, είναι σημαντικό να επιλέγονται υλικά που αντέχουν στην υγρασία, όπως ειδικά μονωτικά υλικά και αδιάβροχες επιφάνειες, για την αποφυγή της μούχλας και της διάβρωσης. Ο φυσικός αερισμός με κατάλληλη τοποθέτηση ανοιγμάτων ή η χρήση μηχανικών συστημάτων εξαερισμού μπορεί να βοηθήσει στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους.

Τέλος η **Ταχύτητα του Ανέμου** επηρεάζουν επίσης τη δομή και την αντοχή της κατοικίας. Σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους, τα κτίρια πρέπει να σχεδιάζονται με υλικά και δομές που είναι ανθεκτικά στις ανεμοπιέσεις, όπως ενισχυμένα θεμέλια και στερεά τοιχοποιία. Επιπλέον, η σωστή τοποθέτηση του κτιρίου μπορεί να μειώσει την έκθεση στον άνεμο, ενώ η χρήση ανεμοθραυστών, όπως δέντρα ή ειδικά κατασκευασμένα εμπόδια, μπορεί να προστατεύσει την κατοικία από τις επιπτώσεις των ισχυρών ανέμων.

1.3 Πρακτικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Πρόκειται για συστήματα που παρέχουν στο κτήριο θέρμανση & δροσισμό μέσω της εκμετάλλευσης των φυσικών πηγών ενέργειας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν με μορφή θερμότητας και την διανέμουν

στο χώρο δημιουργώντας στο εσωτερικό του κτηρίου ιδανικές συνθήκες θερμικής άνεσης. Μία από τις κρίσιμες πτυχές αυτού του φαινομένου είναι ότι η βιοκλιματική προσέγγιση συμβάλλει και συνδυάζει την εφαρμογή τόσο παθητικών όσο και ενεργητικών στρατηγικών με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Τα συστήματα και οι τεχνικές παθητικής ψύξης μειώνουν το φορτίο ψύξης αιχμής που οδηγεί στο κτίριο εξοικονόμηση ενέργειας (Mohammed, 2012). Όταν σε ένα κτήριο η μεταφορά της ακτινοβολίας και της ηλιακής ενέργειας συνεισφέρουν πάνω από το μισό της ολικής εξωτερικής ενέργειας που απαιτείται, με φυσικό τρόπο, τότε το κτήριο θεωρείται ηλιακή παθητική κατασκευή. Τα συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού χωρίζονται σε :

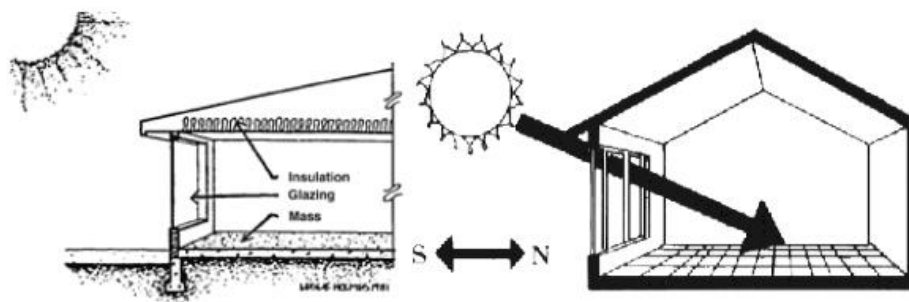
Πίνακας 2 Πρακτικές βιοκλιματικού σχεδιασμού

Παθητικά Ηλιακά συστήματα
Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα
Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα

Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

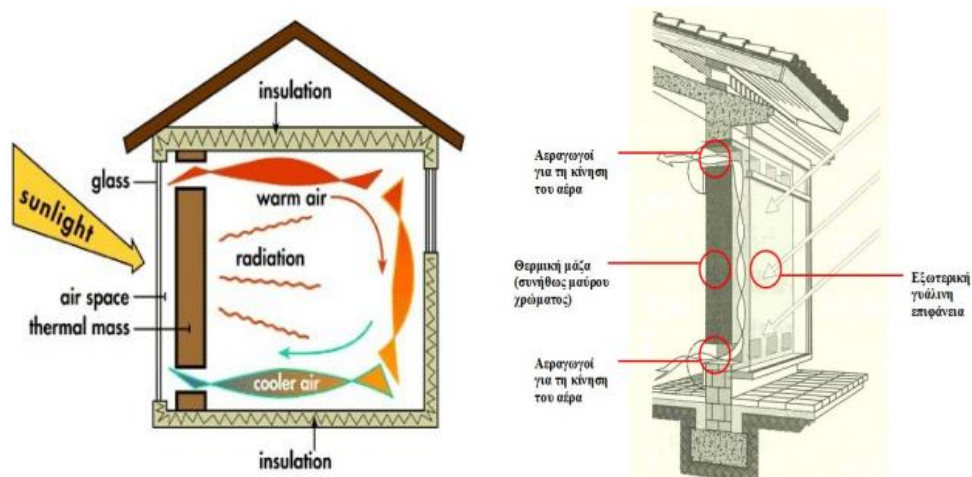
Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τον πίνακα 2, τα **παθητικά ηλιακά συστήματα** χωρίζονται σε **άμεσα** παθητικά ηλιακά συστήματα και **έμμεσα** παθητικά ηλιακά συστήματα. Τα παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους αποτελούν αρχιτεκτονικές και κατασκευαστικές μέθοδοι που εκμεταλλεύονται άμεσα την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση ή τον φωτισμό εσωτερικών χώρων, χωρίς τη χρήση μηχανικών ή ηλεκτρικών συσκευών. Το πιο σύνηθες σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους αποτελεί η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας μέσω του σωστού προσανατολισμού των ανοιγμάτων. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα (αλλά και για αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι). Τα Νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και ελάχιστη το καλοκαίρι με το κατάλληλο οριζόντιο σκίαστρο.

Εικόνα 2 Άμεσο Κέρδος

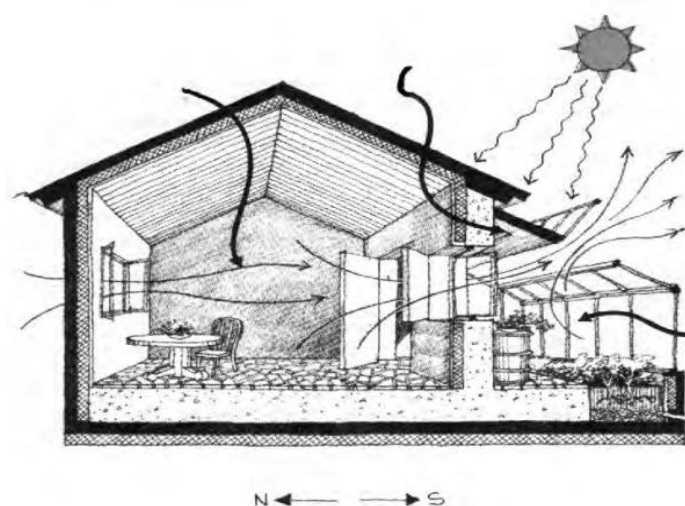


Τα συστήματα **έμμεσου παθητικού** ηλιακού κέρδους αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια ή άλλες φυσικές πηγές ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη, ή φωτισμό εσωτερικών χώρων, χρησιμοποιώντας ενδιάμεσα υλικά ή μηχανισμούς για να μεταφέρουν την ενέργεια. Οι ηλιακοί τοίχοι, λειτουργούν με βάση την αποθήκευση και την καθυστερημένη απελευθέρωση της ηλιακής θερμότητας. Η βασική τους λειτουργία στηρίζεται στον νότιο προσανατολισμό, διάφανη επιφάνεια, σκούρο χρώμα και υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το σύστημα τοίχου μάζας με αερισμό (**Trombe wall**) που αξιοποιεί τη θερμική μάζα και την ηλιακή ακτινοβολία για τη διατήρηση θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο. Αποτελείται από έναν παχύ τοίχο μάζας (συνήθως σκυρόδεμα, πέτρα ή τούβλο) βαμμένο σε σκούρο χρώμα για να απορροφά περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποθηκεύεται στον τοίχο κατά τη διάρκεια της ημέρας και να απελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτιρίου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Μία άλλη μέθοδο συστήματος έμμεσου παθητικού κέρδους βασίζεται στον ηλιακό χώρο, ή αλλιώς θερμοκήπιο. Είναι ένας κλειστός χώρος με μεγάλες γυάλινες επιφάνειες, συνδεδεμένος ή ενσωματωμένος στο κτιριακό κέλυφος αξιοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία για να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Η ηλιακή ενέργεια που περνάει από τα νότια υαλοστάσια μετατρέπεται σε θερμότητα, η οποία είτε αυξάνει άμεσα τη θερμοκρασία του χώρου είτε αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία για μεταγενέστερη χρήση. Η θερμότητα αυτή μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων, μειώνοντας τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση. Ιδιαίτερα στις χειμερινές περιόδους, προτείνονται επιπλέον μέτρα όπως διπλά τζάμια και θερμομόνωση για την αποφυγή απωλειών. Στην Ελλάδα, η χρήση τέτοιων χώρων μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας από 13% έως 30%.

Εικόνα 3 Έμμεσο κέρδος τοίχος Trombe Michel



Εικόνα 4 Λειτουργία του Θερμοκηπίου



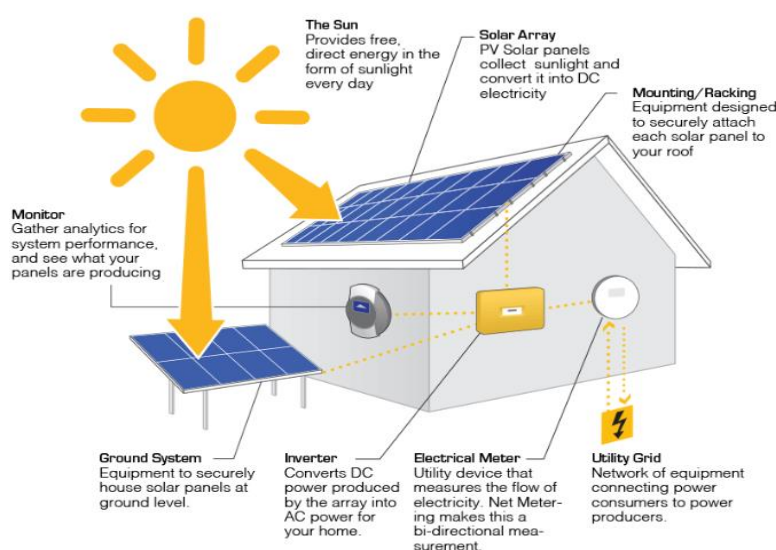
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν μηχανικά και ηλεκτρικά μέσα για να συλλέξουν, να αποθηκεύσουν και να μεταφέρουν την ηλιακή ενέργεια καθιστώντας την αξιοποιήσιμη για θέρμανση, ψύξη ή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αντίθεση με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά βασίζονται σε εξοπλισμό όπως αντλίες, ανεμιστήρες ή συστήματα παρακολούθησης της ηλιακής ακτινοβολίας, για να μεγιστοποιήσουν την απόδοσή τους. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι τα ηλιακά θερμικά συστήματα, όπως οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες, συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία, θερμαίνοντας νερό που στη συνέχεια αποθηκεύεται σε δεξαμενές και διοχετεύεται σε συστήματα θέρμανσης ή ζεστού νερού χρήσης. Οι αντλίες θερμότητας επίσης κατατάσσονται στα ενεργειακά αποδοτικά μηχανικά συστήματα θέρμανσης

και ψύξης. Ωστόσο, αποτελούν ιδανική λύση όταν συνδυάζονται με ηλιακά συστήματα, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα ενός κτιρίου. Για παράδειγμα, σε μια κατοικία, ένα ενεργητικό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει ηλιακούς συλλέκτες στην οροφή, μια αντλία που κυκλοφορεί το ζεστό νερό, και έναν θερμοστάτη για έλεγχο, εξασφαλίζοντας ενεργειακή αυτονομία και μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Τα **φωτοβολταϊκά συστήματα** είναι τεχνολογίες που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Ο πυρήνας αυτών των συστημάτων είναι οι φωτοβολταϊκές κυψέλες. Όταν οι κυψέλες εκτίθενται στο φως του ήλιου, απορροφούν φωτόνια, απελευθερώνουν ηλεκτρόνια και δημιουργούν ηλεκτρικό ρεύμα. Ένα παράδειγμα είναι τα φωτοβολταϊκά πάνελ που αποτελούν τα συστήματα μικρής ισχύος τοποθετημένα στην οροφή ενός σπιτιού όπου μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, η οποία καλύπτει τις ανάγκες του σπιτιού, ενώ η πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο, εξασφαλίζοντας μείωση των ενεργειακών δαπανών και περιβαλλοντικά οφέλη.

Εικόνα 5 Λειτουργία Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Πηγή:



<https://ssenergy.com.au/how-solar-works/>

1.4 Παγκόσμιο παράδειγμα βραβευμένου Βιοκλιματικού Κτιρίου (Solaris Building στη Σιγκαπούρη)

Το Solaris Building στη Σιγκαπούρη, σχεδιασμένο από το γραφείο TR Hamzah & Yeang και ολοκληρωμένο το 2010, είναι ένα πρωτοποριακό παράδειγμα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, προσαρμοσμένο στο τοπικό κλίμα και το οικοσύστημα. Αποτελείται από δύο πύργους που στεγάζουν γραφεία και ερευνητικές εγκαταστάσεις και βρίσκεται στο Fusionopolis,

περιοχή που παλαιότερα ήταν στρατιωτική βάση. Η αρχιτεκτονική επικεντρώθηκε στην αποκατάσταση του κατεστραμμένου οικοσυστήματος της περιοχής, με προσεκτική ανάλυση περιβαλλοντικών παραγόντων όπως η διαδρομή του ήλιου, η υγρασία και η κατεύθυνση του ανέμου. Η δομή ξεχωρίζει για τη βιοκλιματική προσέγγισή της, με εκτεταμένα συστήματα σκίασης και προεξοχές που μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία και τη θάμβωση. Το πιο εντυπωσιακό στοιχείο είναι η σπειροειδής ράμπα μήκους 1500 μέτρων, η οποία περιβάλλει το κτίριο, λειτουργώντας ως ένα γραμμικό πάρκο. Η ράμπα, που συνδέει το κτίριο με τον κήπο στην οροφή και τον περιβάλλοντα χώρο, επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση μικρών ζωντανών οργανισμών και προάγει τη βιοποικιλότητα.

Μερικά από τα πιο σημαντικά κατασκευαστικά του στοιχεία περιλαμβάνουν: Τη Δομή από οπλισμένο σκυρόδεμα, που προσφέρει αντοχή και σταθερότητα. Τα διπλά υαλοπετάσματα επιτρέπουν καλύτερη θερμομόνωση καθώς χρησιμοποιούνται με ειδικές επικαλύψεις που αντανakλούν την ηλιακή ακτινοβολία, μειώνοντας την εσωτερική θερμοκρασία και περιορίζοντας τη χρήση κλιματισμού. Επιπρόσθετα, οι Πράσινες Ζώνες και Φυτεμένες Οροφές που εκτείνονται περιμετρικά γύρω από το κτίριο. Οι φυτεμένες επιφάνειες βοηθούν στη μείωση της θερμοκρασίας, στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και δημιουργούν ένα μικρόκλιμα γύρω από το κτίριο. Αυτό συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Στην οροφή του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί ηλιακά πάνελ που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, μειώνοντας την εξάρτηση από το δίκτυο και περιορίζοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ο σχεδιασμός του αξιοποιεί τον φυσικό φωτισμό μέσω μεγάλων παραθύρων και ανοιχτών δομών, περιορίζοντας τη χρήση τεχνητού φωτισμού. Παράλληλα, τα κεντρικά αίθρια και τα συστήματα φυσικού αερισμού βελτιστοποιούν τη ροή του αέρα, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για μηχανικά μέσα κλιματισμού. Επιπλέον, το κτίριο διαθέτει συστήματα συλλογής και ανακύκλωσης νερού, αξιοποιώντας τη βροχή για άρδευση και ψύξη, ενώ εφαρμόζει τεχνολογίες επεξεργασίας νερού για τη μείωση της κατανάλωσης. Τέλος ο σχεδιασμός εκμεταλλεύεται την αιολική ενέργεια, προάγοντας τον φυσικό αερισμό μέσω της διάταξης των αιθρίων. Με αυτόν τον συνδυασμό αρχών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και προηγμένης τεχνολογίας, το Solaris δημιουργεί ένα οικολογικά φιλικό αστικό περιβάλλον που θέτει νέα πρότυπα στην αειφορία.

Με τις παραπάνω τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού το Solaris Building επιτυγχάνει :

Εξοικονόμηση του 36% της συνολικής ενέργειας του κτιρίου

- Η απόδοση της πρόσοψης έχει εξωτερική θερμική
- τιμή Μεταφοράς Θερμότητας (ETTV) μικρότερη από 39 W/m².

- Η βλάστηση υπερβαίνει την έκταση του αρχικού χώρου του κτιρίου.

Τέλος, Για τα παραπάνω χαρακτηριστικά βραβεύτηκε ως πρωτοποριακό βιοκλιματικό κτίριο την υψηλότερη δυνατή πράσινη πιστοποίηση που χορηγείται από τη βιώσιμη υπηρεσία της Σιγκαπούρης.

1.5 Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία & στόχοι

Η Ευρώπη, ως ηγέτης στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής και της βιώσιμης ανάπτυξης, επιδιώκει τη μετάβαση προς μια πιο πράσινη, αποδοτική και ενδογενώς ανθεκτική ενεργειακή κατεύθυνση. Στο επίκεντρο αυτής της μετάβασης βρίσκεται η διαχείριση της ενέργειας, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να προωθεί στρατηγικές για τη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και την αύξηση της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ενεργειακή της παραγωγή. Επιπλέον, η ενεργειακή απόδοση του κτηριακού τομέα, ο οποίος ευθύνεται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επίτευξη των κλιματικών στόχων. Μέσω νομοθετικών πρωτοβουλιών, όπως η Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (**Energy Performance Buildings Directive**) καθώς και το **REPowerEU** η Ευρώπη επιδιώκει την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηριακού αποθέματος, προάγοντας τη μετάβαση σε μηδενικές εκπομπές κτηρίων και ενισχύοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα σε όλες τις φάσεις κατασκευής, ανακαίνισης και λειτουργίας των κτηρίων.

Η Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD) είναι μια νομοθετική πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και στην προώθηση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηριακού τομέα, ο οποίος αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους τομείς κατανάλωσης ενέργειας στην ΕΕ. Η Οδηγία **EPBD** τέθηκε σε εφαρμογή για πρώτη φορά το 2002 και έχει επανεξεταστεί και αναθεωρηθεί σε διάφορες περιόδους, με στόχο να ανταποκριθεί στις νέες ανάγκες και στους στόχους της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Πίνακας 3 Κύριοι στόχοι της EPBD

Μείωση των ενεργειακών αναγκών των κτηρίων	Μείωση των ενεργειακών αναγκών των κτηρίων, ενισχύοντας την ενεργειακή απόδοση τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο και σε επίπεδο ανακαινίσεων και αναβαθμίσεων των υφιστάμενων κτηρίων.
Καθιέρωση των "καθαρών" κτηρίων μηδενικών εκπομπών (Nearly Zero-Energy Buildings - NZEB)	Κατασκευή νέων κτηρίων σύμφωνα με πρότυπα σχεδίασης που οδηγούν σε μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα κτήρια αυτά πρέπει να καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια και να καλύπτουν τις ανάγκες τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
Ενεργειακές επιδόσεις με βάση πιστοποιήσεις	Χρήση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Certificates - EPC), τα οποία παρέχουν σαφείς πληροφορίες για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, διευκολύνοντας τους ιδιοκτήτες, τους ενοικιαστές και τους αγοραστές να κατανοήσουν τις ενεργειακές ανάγκες των ακινήτων και να λάβουν μέτρα για τη βελτίωσή τους.
Ενίσχυση της ενεργειακής αναβάθμισης του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος	Ενίσχυση στις στρατηγικές αναβάθμισης των παλιών κτηρίων, μέσω της εισαγωγής απαιτήσεων για τις ελάχιστες ενεργειακές επιδόσεις και την υποχρεωτική αναβάθμιση κατά την πώληση ή μίσθωση ακινήτων.

Ηλεκτρονική καταγραφή και διαχείριση του κτηριακού αποθέματος	Εισαγωγή συστημάτων παρακολούθησης και διαχείρισης για την καταγραφή της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, ώστε να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τις απαιτήσεις και να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων σε επίπεδο πολιτικής.
Προώθηση της ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	Ένταξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτήρια, όπως ηλιακές και γεωθερμικές εγκαταστάσεις, για τη μείωση της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ενίσχυση της ενεργειακής αυτονομίας των κτηρίων.
Κατάργηση της χρήσης καυστήρων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα	Σταδιακή κατάργηση των καυστήρων πετρελαίου και φυσικού αερίου, προωθώντας την αντικατάστασή τους με πιο φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες, όπως αντλίες θερμότητας ή συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Πηγή: European Commission

Το **REPowerEU** είναι μια ακόμα στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης που παρουσιάστηκε το 2022 με στόχο την επιτάχυνση της ενεργειακής μετάβασης της ΕΕ και την ανεξαρτητοποίηση από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα, κυρίως το φυσικό αέριο. Η στρατηγική αυτή τέθηκε σε εφαρμογή μετά την ενεργειακή κρίση που προκλήθηκε από τον πόλεμο στην Ουκρανία, και αποσκοπεί στην ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και στη μείωση της εξάρτησης από μη-ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Πίνακας 4 Τα σενάρια και οι στόχοι του REPowerEU (Ref.Ares 2022 – 20/06/2022)

	Modelling analysis for the EED recast	New modelling analysis	
	Full Package Scenario 9%EE/40%RES	REPowerEU 13%EE/45%RES	REPowerEU 19%EE/45%RES
Energy efficiency measures			
Annual target for Article 8 of EED recast	1.5%	1.8%	2.2%
Renovation rate for residential buildings	2%	2.25%	2.46%
Renovation rate for non-residential buildings	1.2%	1.4%	1.9%
Average rate of deep renovations ⁹ (% of housing stock)	0.8%	0.9%	1%
Number of households with heat pumps in 2030 ¹⁰ (mio)	37.20	38.68	58.04
Number of services buildings with heat pumps in 2030 (mio)	2.85	3.17	4.08

Τα **δύο** σενάρια σε αυτήν την ανάλυση μοντελοποίησης εξετάζουν δύο πιθανούς δρόμους:

1. REPowerEU 13% ενεργειακή αποδοτικότητα / 45% ανανεώσιμες πηγές:

Αυτό το σενάριο ακολουθεί τους αυξημένους στόχους που προτάθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο σχέδιο REPowerEU. Στοχεύει σε αύξηση **13 %** στην ενεργειακή αποδοτικότητα έως το 2030, σε σύγκριση με τις προβλέψεις του σεναρίου αναφοράς του 2020, και σε **45% ανανεώσιμη ενέργεια** στο ενεργειακό μείγμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το 2030.

2. REPowerEU 19% ενεργειακή αποδοτικότητα / 45% ανανεώσιμες πηγές:

Αυτό το σενάριο διατηρεί τον στόχο **45% ανανεώσιμη ενέργεια** στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ έως το 2030, αλλά προχωρά περαιτέρω με έναν πιο φιλόδοξο στόχο για **19% αύξηση** στην ενεργειακή αποδοτικότητα έως το 2030, με βάση τα πιο ενισχυμένα μέτρα και δράσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορους τομείς.

Και τα δύο σενάρια εξετάζουν τις επιπτώσεις των υψηλότερων στόχων ενεργειακής αποδοτικότητας σε συνδυασμό με την αυξημένη ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προκειμένου να ενισχυθεί η ενεργειακή ασφάλεια της ΕΕ και να μειωθεί η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα

κατά **11,7% έως το 2030**, σε σύγκριση με την προβλεπόμενη ενεργειακή χρήση για το 2030. Σύμφωνα με την αναθεωρημένη οδηγία και στο πλαίσιο των συστημάτων υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης, τα κράτη μέλη της ΕΕ θα απαιτείται να επιτύχουν έναν μέσο ετήσιο ρυθμό εξοικονόμησης ενέργειας **1,49% από το 2024 έως το 2030**, σε σύγκριση με την απαίτηση 0,8% για την περίοδο 2021-2023. Αυτό θα ενισχύσει την εξοικονόμηση ενέργειας σε κρίσιμους τομείς όπως τα **κτίρια**, η βιομηχανία και οι μεταφορές. Οι φιλόδοξοι στόχοι ενεργειακής απόδοσης είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση της ενεργειακής μετάβασης στην Ευρώπη. Με την πιο αποδοτική χρήση της ενέργειας και, κατά συνέπεια, τη μείωση της κατανάλωσης, οι Ευρωπαίοι μπορούν να μειώσουν τους λογαριασμούς ενέργειας, να συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος, να μετριάσουν την κλιματική αλλαγή, να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους, να μειώσουν την εξάρτηση της ΕΕ από εξωτερικούς προμηθευτές πετρελαίου και φυσικού αερίου και να υποστηρίξουν τη βιώσιμη ανάπτυξη της οικονομίας της ΕΕ.

1.6 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ' KENAK ' '

Ο KENAK (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) είναι ένα σύνολο νομοθετικών κανονισμών που στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα. Δημιουργήθηκε το 2010, (ως απάντηση στις ευρωπαϊκές οδηγίες για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας). Σύμφωνα με αυτόν καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και των δομικών στοιχείων. Στοχεύει στη βέλτιστη από πλευράς κόστους ισορροπία μεταξύ των συναφών επενδύσεων και των ενεργειακών δαπανών που εξοικονομούνται στη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Περιλαμβάνει :

- i. Τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου (κέλυφος)
- ii. Εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- iii. Τα στοιχεία παθητικής θέρμανσης και ψύξης, η σκίαση, η ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων
- iv. Το φυσικό φωτισμό και το σχεδιασμό του κτιρίου

- ν. Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης καλύπτει την ετήσια ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) είναι ένα έγγραφο που κατατάσσει ένα κτίριο ή τμήμα κτιρίου σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Το ΠΕΑ εκδίδεται από εξειδικευμένο ενεργειακό επιθεωρητή και είναι απαραίτητο για τις νέες κατασκευές, τις αγοραπωλησίες και τις μισθώσεις ακινήτων.

Πίνακας 5 Όρια κατηγοριών πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

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

Πηγή : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Ν. 3661/08

Σύμφωνα με τον πίνακα 3, ο ΔΕΙΚΤΗΣ R_R : Είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Το EP αντιπροσωπεύει Εξεταζόμενο κτήριο. Το γράμμα T, την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) / κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R).

Βάση Νέου οικοδομικού κανονισμού, Συνολική Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση Κτιρίου αποτελεί το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας του

κτηρίου ανά έτος. Ειδικά για κτίρια ή κτιριακές μονάδες με χρήση κατοικίας στη συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση δε συνυπολογίζεται ο φωτισμός. Στη συνέχεια Συντελεστής Απόδοσης ορίζεται ως λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας του συστήματος προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί & καταναλώνει το σύστημα για την λειτουργία του.

1.7 Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης (Zero energy Buildings)

Στο πλαίσιο της παγκόσμιας προσπάθειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και της εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων, το **ενεργειακό ισοζύγιο** ενός κτιρίου αποκτά κομβική σημασία ως δείκτης της ενεργειακής του επίδοσης. Το ενεργειακό ισοζύγιο καθορίζεται από τη **σχέση μεταξύ της ενέργειας που καταναλώνει το κτίριο** για τις λειτουργικές του ανάγκες και της **ενέργειας που παράγει ή εξοικονομεί**, με ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση **ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**. Οι ερευνητές Iqbal & Gilijamse υποστηρίζουν πως μόνο η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να καθορίσουν το ενεργειακό ισοζύγιο. Σε αντιπαράθεση όμως ο Hernandez & ο Kenny προτείνουν ότι το ενεργειακό ισοζύγιο πρέπει να περιλαμβάνει όχι μόνο την ενέργεια κατά τη λειτουργία, καθώς και την ενσωματωμένη ενέργεια που αφορά τα υλικά κατασκευής, τα συστήματα και τις εγκαταστάσεις του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα για να ορίσουμε την έννοια ενεργειακό ισοζύγιο πρέπει να αντιληφθούμε ποιες μορφές ενέργειας περιλαμβάνει.

οι οποίες είναι :

Η **τελική ενέργεια** αναφέρεται στην ενέργεια που παραλαμβάνεται και καταναλώνεται άμεσα από το κτίριο για τις ανάγκες λειτουργίας του, όπως είναι η ηλεκτρική ενέργεια για φωτισμό και συσκευές, ή το καύσιμο για θέρμανση. Αντιπροσωπεύει ουσιαστικά την ποσότητα ενέργειας που εμφανίζεται στον λογαριασμό κατανάλωσης και είναι αυτή που ο χρήστης πληρώνει. Αντίθετα, η **πρωτογενής ενέργεια** περιλαμβάνει όχι μόνο την τελική ενέργεια που καταναλώνεται, αλλά και όλη την ενέργεια που απαιτήθηκε για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή της. Πρόκειται, δηλαδή, για το σύνολο της ενέργειας που εξορύσσετε ή παράγεται στην πηγή, πριν από τις μετατροπές και τις απώλειες κατά την αλυσίδα εφοδιασμού. Η πρωτογενής ενέργεια αποτελεί πιο ολοκληρωμένο δείκτη, καθώς αποτυπώνει τον πραγματικό περιβαλλοντικό και ενεργειακό αντίκτυπο ενός κτιρίου, και για αυτό χρησιμοποιείται ως βασικό μέτρο στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής οδηγίας EPBD για τα Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας Κτίρια (NZEB). Στο πλαίσιο αυτό, τα κτίρια **μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (Zero Energy Buildings - ZEB)** αναδύονται ως απαραίτητο πρότυπο στον σύγχρονο αρχιτεκτονικό και κατασκευαστικό σχεδιασμό, καθώς επιδιώκουν την εξισορρόπηση ή και την πλήρη μηδενικοποίηση των ενεργειακών τους απαιτήσεων, συνεισφέροντας ταυτόχρονα στη βιωσιμότητα, την ενεργειακή ανεξαρτησία και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ορισμός: Zero Energy Building

Αποτελεί την εξέλιξη των παθητικών κτιρίων. Χαρακτηρίζεται το κτίριο το οποίο είναι χτισμένο έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται πλήρως την βιοκλιματική Αρχιτεκτονική έχοντας όσο δυνατό λιγότερες ενεργειακές απαιτήσεις, καθώς η εισερχόμενη ενέργεια από το δίκτυο με την εξερχόμενη να είναι ίσες κατά τη διάρκεια ενός έτους. Ο σχεδιασμός του απαρτίζεται μέσω της αξιοποίησης των μεθόδων του παθητικού σχεδιασμού για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας καθώς και της χρήσης ενεργητικών συστημάτων μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τεχνολογιών για την ισορροπία των ενεργειακών απαιτήσεων.

Τύποι κτιρίων Μηδενικής ενέργειας

Η απουσία ενός καθολικού ορισμού για τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται στα διαφορετικά συμφέροντα και τις ποικίλες προτεραιότητες των εμπλεκόμενων μερών. Έτσι προκύπτουν 3^{ες} διαφορετικοί τύποι κτιρίων μηδενικής ενέργειας :

Net Zero Site Energy Building :

Είναι το κτίριο το οποίο η συνολική (ετήσια) ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει, να εξισορροπείται από την ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιτόπου, στο κτίριο ή στο ίδιο το οικόπεδο . Στο συγκεκριμένο τύπο ZEB δεν λαμβάνονται υπ όψη οι απώλειες ενέργειας στο δίκτυο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα θα μπορούσε να είναι φωτοβολταικές εγκαταστάσεις στην οροφή του κτηρίου , ή εντός οικοπέδου ή γεωθερμία στον υπόγειο χώρο

Net Zero Source Energy Building:

Είναι το κτίριο που είναι σε θέση να παράγει όση πρωτογενή και όχι τελική ενέργεια χρειάζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους. Το συγκεκριμένο είδος μοντέλου κτιρίου λαμβάνει υπ όψη και τις απώλειες που συμβαίνουν κατά τη μετατροπή (από καύσιμο σε ηλεκτρισμό) καθώς και τη μεταφορά και την διανομή ενέργειας.

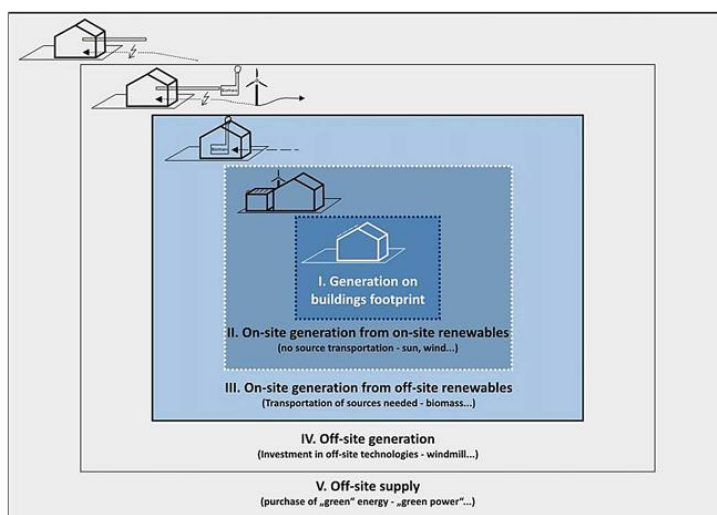
Net Zero Emissions Building (Κτίριο Μηδενικών Ρύπων):

Είναι το κτίριο το οποίο πρέπει σε ετήσια βάση να εκπέμπει καθαρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ως αποτέλεσμα της λειτουργίας του. Δηλαδή η κατανάλωση ενέργειας να αντισταθμίζεται πλήρως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Διαχωρισμός των Κτιρίων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (Zero Energy Buildings - ZEBs)

Βασίζεται στη σύνδεση ή μη του κτιρίου με το εθνικό δίκτυο διανομής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, διακρίνοντάς τα σε **off-grid** και **on-grid ZEB**

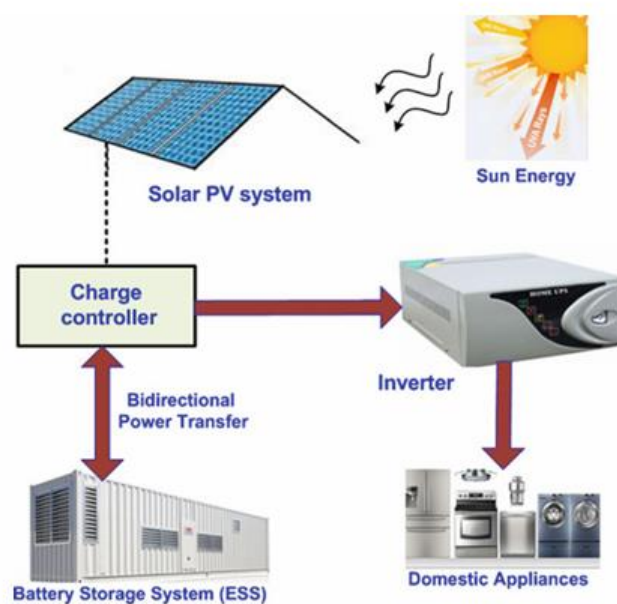
Εικόνα 6 Overview of possible renewable supply options



Πηγή: A.J. Marszal, et al., Zero Energy Building– A review of definitions and calculation methodologies, Energy Buildings (2011)

Τα off-grid ZEBs λειτουργούν πλήρως αυτόνομα, παράγοντας και αποθηκεύοντας ενέργεια με σκοπό την αποκλειστική κάλυψη των ιδίων αναγκών τους, χωρίς καμία διασύνδεση με το δημόσιο δίκτυο. Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται σε συστήματα συσσωρευτών ώστε να διασφαλίζεται η αδιάλειπτη παροχή, ακόμα και κατά τις νυχτερινές ώρες ή περιόδους χαμηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά συνοδεύονται από σημαντικά μειονεκτήματα, όπως το υψηλό κόστος εγκατάστασης λόγω της ανάγκης για αποθήκευση, οι, καθώς και η ανάγκη διαχείρισης της πλεονάζουσας ενέργειας, η οποία δεν μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο.

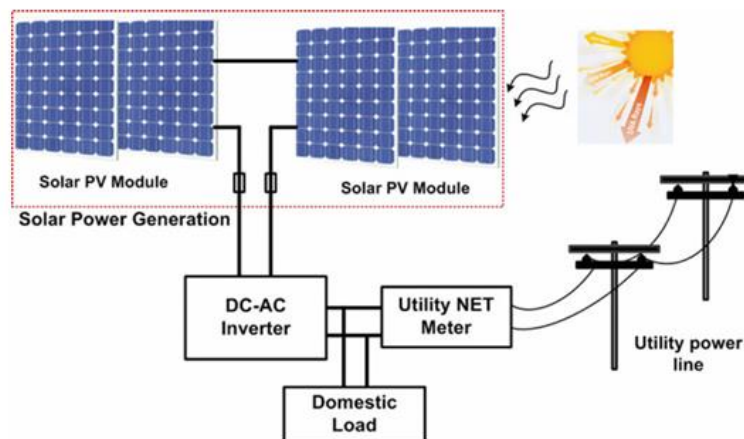
Εικόνα 7 block diagram of stand-alone PV system



Πηγή: . Karthikeyan et al.

Ta on-grid ZEBs είναι συνδεδεμένα με το εθνικό δίκτυο και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευελιξία, καθώς έχουν τη δυνατότητα να καλύπτουν τις ανάγκες τους τόσο μέσω της επιτόπιας παραγωγής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), όσο και από το δίκτυο όταν απαιτείται, ενώ η πλεονάζουσα ενέργεια μπορεί να επιστρέφεται στο δίκτυο μέσω μηχανισμών συμψηφισμού. Όπως επισημαίνει και ο Clark (2008), ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή του μοντέλου **on-grid ZEB** σε επίπεδο γειτονιάς ή αστικής ενότητας (ZEB community), όπου τα κτίρια συνεργάζονται ενεργειακά, μοιράζονται το κόστος και την παραγωγή ενεργειακών συστημάτων (όπως φωτοβολταϊκών πάρκων ή ανεμογεννητριών), και επιτυγχάνουν συλλογικά ενεργειακή ουδετερότητα.

Εικόνα 8 Grid connected PV system



Πίνακας 6

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ON GRID	OFF GRID
Σύνδεση με το δίκτυο	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Αποθήκευση ενέργειας	Όχι απαραίτητη	Απαραίτητη (μπαταρίες)
Αυτονομία	Όχι εξάρτηση από το δίκτυο	Πλήρης ενεργειακή ανεξαρτησία
Αξιοποίηση πλεονάζουσας ενέργειας	Πώληση ή Συμψηφισμός	Αποθήκευση
Κόστος εγκατάστασης	χαμηλότερο	Υψηλότερο (λόγω συστημάτων αποθήκευσης)
Σταθερότητα παροχής	Εγγυημένη μέσω δικτύου	Εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία και απόδοση αποθήκευσης
Κατάλληλο για	Αστικές και προαστιακές περιοχές	Απομακρυσμένες / δυσπρόσιτες περιοχές
Περιβαλλοντικό αποτύπωμα	Μικρό	Μηδενικό (τοπική παραγωγή και κατανάλωση)
Συντήρηση / Επιτήρηση	Ελάχιστη	Μεγαλύτερη πολυπλοκότητα λόγω συσσωρευτών

Πηγή : Ιδία Επεξεργασία

Παγκόσμια βραβευμένα παραδείγματα Zero Energy Buildings

Villa Vals

Η **Villa Vals** στην Ελβετία αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα ενσωμάτωσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε σύγχρονη αρχιτεκτονική. Σχεδιάστηκε από τα ολλανδικά αρχιτεκτονικά γραφεία **SeARCH** και **CMA** και βρίσκεται κοντά στις

θερμές πηγές του Vals, ενσωματωμένη μέσα στην πλαγιά ενός βουνού. Ακολουθούν τα κύρια χαρακτηριστικά της που σχετίζονται με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό:

Εικόνα 9



Πίνακας 7

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ VILLA VALS ΕΛΒΕΤΙΑ	
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
Ενσωμάτωση στο τοπίο Εκμετάλλευση μικροκλίματος Η κατοικία είναι σκαμμένη μέσα στο βουνό, κάτι που προσφέρει θερμική σταθερότητα (δροσιά το καλοκαίρι, θερμομόνωση τον χειμώνα). Η μορφολογία του εδάφους προστατεύει από ανέμους και χαμηλές θερμοκρασίες, περιορίζοντας τις ενεργειακές απώλειες. Η Villa Vals χρησιμοποιεί τοπικά υλικά (π.χ. πέτρα), μειώνοντας το	Σύστημα γεωθερμίας ή αντλία θερμότητας Πιθανότατα χρησιμοποιείται αντλία θερμότητας ή γεωθερμικό σύστημα, αξιοποιώντας τη σταθερή θερμοκρασία του υπεδάφους (λόγω της υπόγειας κατασκευής). Αυτό παρέχει χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης.

ενεργειακό αποτύπωμα από μεταφορές.	
Νότιος προσανατολισμός – Παθητική ηλιακή θέρμανση Η μόνη όψη που εκτίθεται πλήρως είναι η νότια πρόσοψη, με μεγάλες υαλοστάσεις, ώστε να εισέρχεται άφθονο φυσικό φως και ηλιακή ακτινοβολία τον χειμώνα. Ο προσανατολισμός αυτός ενισχύει τη φυσική θέρμανση των εσωτερικών χώρων και περιορίζει τη χρήση θέρμανσης.	Σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας (HRV) Η κατοικία διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας, που εξασφαλίζει σωστή ποιότητα αέρα με ελάχιστες απώλειες θερμότητας.
Μόνωση Η θερμομόνωση επιτυγχάνεται φυσικά μέσω της γης (σαν υπόγεια κατοικία). Οι όγκοι και τα υλικά λειτουργούν με τρόπο που μειώνει τις θερμικές απώλειες.	Ενδοδαπέδια θέρμανση Η ενδοδαπέδια θέρμανση είναι σχεδόν βέβαιη, καθώς είναι αποδοτική, προσφέρει ομοιόμορφη κατανομή θερμότητας και συνεργάζεται πολύ καλά με αντλίες θερμότητας. Λειτουργεί με χαμηλές θερμοκρασίες, μειώνοντας την κατανάλωση

ZeroCabin – Παταγονία, Χιλή

Η **ZeroCabin** είναι μια πλήρως **off-grid** και **αυτοσυντηρούμενη κατοικία**, σχεδιασμένη και κατασκευασμένη από μια ομάδα μηχανικών, βιολόγων και σχεδιαστών στην Παταγονία. Στόχος της είναι **μηδενική εξάρτηση από δημόσιες υποδομές** και **απόλυτη ενεργειακή και περιβαλλοντική αυτάρκεια**.



Πρακτικές παθητικών ηλιακών συστημάτων

- **Προσανατολισμός προς τον ήλιο** για μέγιστη ηλιακή απόδοση μέσω περιστρεφόμενης βάσης.
- **Παθητική ηλιακή θέρμανση** και φυσικός φωτισμός από μεγάλα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού.
- **Μόνωση με φυσικά υλικά** (ξύλο, φελλός) για θερμική άνεση χειμώνα-καλοκαίρι.
- **Φυσικός διαμπερής αερισμός** με τοποθέτηση ανοιγμάτων σε αντίθετες πλευρές.
- **Συλλογή και επαναχρησιμοποίηση νερού βροχής** με φυσικό φιλτράρισμα.
- **Ξηρή κομποστοποιήσιμη τουαλέτα** χωρίς αποχέτευση.
- **Αποσπώμενη κατασκευή χωρίς τσιμέντο**, πλήρως ανακυκλώσιμη.
- **Ελάχιστη επίδραση στο φυσικό τοπίο** – οικολογική ενσωμάτωση.

Πρακτικές ενεργητικών ηλιακών συστημάτων

- **Φωτοβολταϊκά πάνελ** για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ενεργητικό σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας).
- **Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας** (μπαταρίες λιθίου) για χρήση τη νύχτα ή σε συννεφιά.
- **Έξυπνη ενεργειακή διαχείριση** με σύστημα παρακολούθησης (real-time monitoring μέσω εφαρμογής).
- **Ηλιακός θερμοσίφωνας ή boiler** για ζεστό νερό χρήσης (ανάλογα την έκδοση).

BedZED (UK mixed – use – eco Village)



Το BedZED (Beddington Metro Energy Development) είναι ένα πρωτοποριακό οικιστικό συγκρότημα με μηδενική κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, το οποίο βρίσκεται στο Beddington, περιοχή του London Borough of Sutton, στα νοτιοδυτικά προάστια του Λονδίνου, στο Ηνωμένο Βασίλειο. Κατασκευάστηκε την περίοδο 2000–2002 από τη συνεργασία των Peabody Trust, BioRegional και ZEDfactory (του αρχιτέκτονα Bill Dunster). Εκτείνεται σε έκταση περίπου 1,7 εκταρίων και περιλαμβάνει περίπου 100 κατοικίες, επαγγελματικούς χώρους και κοινόχρηστες υποδομές. Ο στόχος του ήταν να μην καταναλώνει καθόλου

ορυκτά καύσιμα και να έχει μηδενικές εκπομπές CO₂, παρέχοντας παράλληλα ενεργειακή ασφάλεια στους κατοίκους του. Η εφαρμογή των τεχνολογιών και των στρατηγικών σχεδιασμού αποσκοπεί στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών για τη θέρμανση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Εικόνα 10

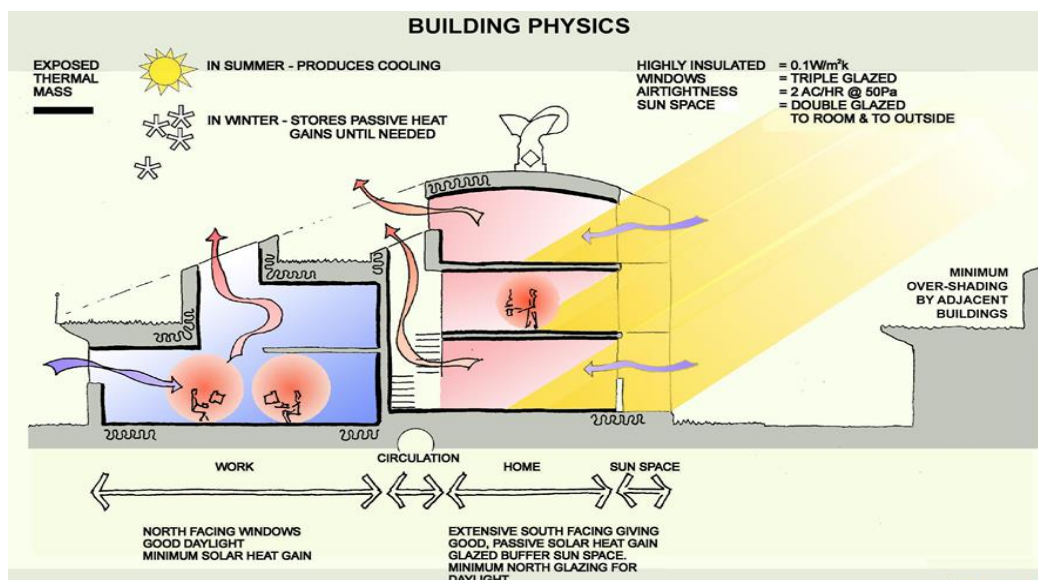


Πρακτικές Ενεργητικού Σχεδιασμού στο BedZED

Το **BedZED** εφαρμόζει μια σειρά από **ενεργητικά συστήματα** που επιτρέπουν την αποδοτική παραγωγή, αποθήκευση και κατανάλωση ενέργειας. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά είναι η χρήση **φωτοβολταϊκών πάνελ** συνολικής επιφάνειας 777 τετραγωνικών μέτρων, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τον ήλιο, μειώνοντας την εξάρτηση από εξωτερικές πηγές ενέργειας και παρέχοντας ένα σημαντικό ποσοστό της ενέργειας που απαιτείται για τις ανάγκες του οικισμού. Επιπλέον, το BedZED διαθέτει ένα **σύστημα συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ενέργειας (CHP)**, το οποίο χρησιμοποιεί ξυλοκαύσιμα για την παραγωγή και των δύο: θερμότητας και ηλεκτρισμού. Αυτό το σύστημα επιτρέπει την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμη πηγή, μειώνοντας τις εκπομπές CO₂ και ελαχιστοποιώντας την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Το σύστημα CHP είναι ενσωματωμένο με το υπόλοιπο ενεργειακό σύστημα του BedZED και παρέχει σταθερή και αξιόπιστη ενέργεια στους κατοίκους. Έτσι, η χρήση **ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** όπως τα φωτοβολταϊκά και η βιομάζα, συμβάλλει στη δημιουργία ενός ενεργειακά αυτόνομου και φιλικού προς το περιβάλλον οικιστικού συγκροτήματος.

Πρακτικές Παθητικού Σχεδιασμού στο BedZED

Ο **παθητικός σχεδιασμός** στο **BedZED** εστιάζει στη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης μέσω φυσικών και παθητικών μεθόδων, ώστε να μειωθεί η ανάγκη για ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση ή ψύξη. Η **υψηλή μόνωση** των κτιρίων είναι κεντρικό στοιχείο αυτής της προσέγγισης. Τα δάπεδα και οι οροφές είναι άριστα μονωμένα για να διατηρούν σταθερές τις θερμοκρασίες εσωτερικά και να αποφεύγεται η θερμική απώλεια. Η **στεγανοποίηση** των κτιρίων είναι επίσης εξαιρετική, ώστε να περιορίζεται η ανεπιθύμητη ροή αέρα και υγρασίας, ενισχύοντας την ενεργειακή απόδοση. Στη συνέχεια, η **θερμική μάζα** του κτιρίου, που προέρχεται από το σκυρόδεμα και τον χάλυβα, αποθηκεύει τη θερμότητα που παράγεται από τον ήλιο κατά τη διάρκεια της ημέρας και τη διατηρεί για χρήση το βράδυ ή κατά τις πιο ψυχρές περιόδους. Η στρατηγική τοποθέτηση των κτιρίων, με προσανατολισμό προς το νότο, διασφαλίζει ότι η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται στο έπακρο. Οι **ηλιακοί χώροι** (sunspaces), οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι με μεγάλα νότια παράθυρα, επιτρέπουν στη θερμότητα να εισέρχεται και να αποθηκεύεται, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για μηχανική θέρμανση. Οι **ηλιακοί χώροι** λειτουργούν ως θερμοκήπια, απορροφώντας τη θερμότητα του ήλιου και, όταν η θερμοκρασία εντός τους γίνει άνετη, τη διαχέουν στο υπόλοιπο σπίτι. Αυτή η τεχνική παρέχει **φυσική θέρμανση** ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν η ηλιοφάνεια είναι περιορισμένη. Το σύστημα αυτό, σε συνδυασμό με τη **βέλτιστη ηλιακή προσανατολισμό** των κτιρίων και τις **ιδιαίτερα αποδοτικές μονώσεις**, καθιστά το **BedZED** ένα πρότυπο για το **παθητικό σχεδιασμό**, προσφέροντας εξαιρετική ενεργειακή απόδοση χωρίς την ανάγκη υπερβολικής κατανάλωσης ενέργειας.



Το **BedZED** αποτελεί ένα εμβληματικό παράδειγμα βιώσιμου και καινοτόμου αστικού σχεδιασμού, αποδεικνύοντας ότι είναι εφικτή η δημιουργία

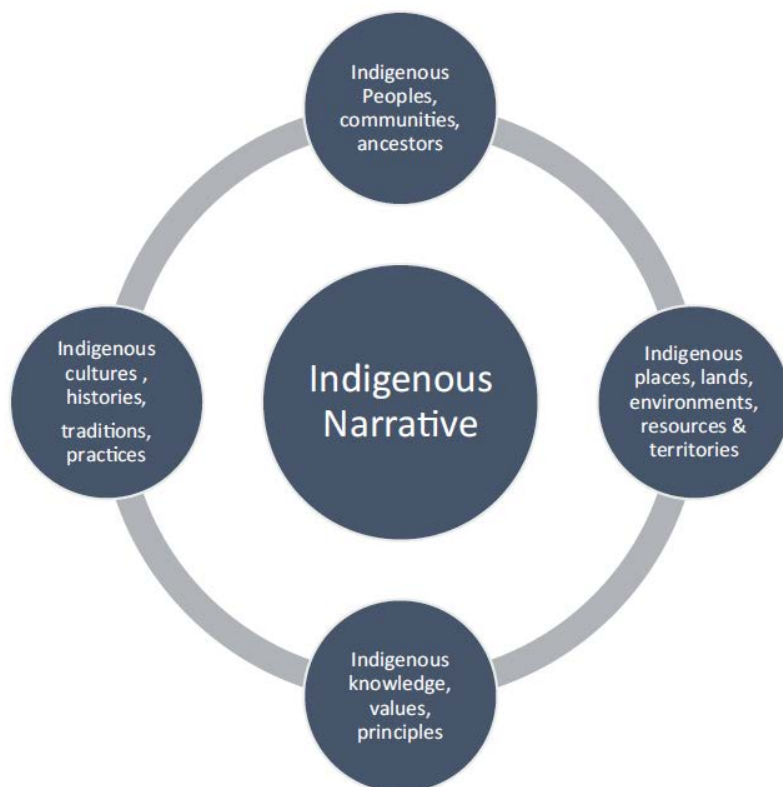
κοινοτήτων με **μηδενική κατανάλωση ορυκτών καυσίμων**, χωρίς να θυσιάζεται η ποιότητα ζωής. Μέσω του συνδυασμού **παθητικών και ενεργητικών συστημάτων**, της **χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**, της **οικολογικής δόμησης** και της **κοινωνικής συνοχής**, το BedZED δείχνει τον δρόμο προς μια πιο βιώσιμη, αυτάρκη και υπεύθυνη μορφή κατοίκησης σε αστικό περιβάλλον. Το έργο αποτελεί υπόδειγμα για μελλοντικά οικοδομικά εγχειρήματα με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα σε παγκόσμιο επίπεδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : Η Βιοκλιματική διάσταση της Ιθαγενούς Αρχιτεκτονικής

2.1 Πρακτικές διαχρονικά

Η αρχιτεκτονική των αυτόχθονων λαών αναφέρεται στις παραδοσιακές αρχιτεκτονικές πρακτικές και δομές, πριν την έλευση της σύγχρονης τεχνολογίας που έχουν αναπτυχθεί από αυτόχθονες κοινότητες καθώς εστιάζει στη χρήση παραδοσιακών μεθόδων δροσισμού και θέρμανσης που ανέπτυξαν σε διάφορες περιοχές του κόσμου, προσαρμοσμένες στο τοπικό περιβάλλον, τις κλιματικές συνθήκες, τα διαθέσιμα υλικά και τον πολιτισμό τους. Αυτή η αρχιτεκτονική είναι στενά συνδεδεμένη με τη γη, τον πολιτισμό και τον τρόπο ζωής των ανθρώπων που τη δημιουργούν. Αυτές οι αρχιτεκτονικές πρακτικές διαμορφώθηκαν μέσα από αιώνες γνώσης και εμπειρίας που πέρασαν από γενιά σε γενιά. Η πρώτη ιθαγενής αρχιτεκτονική ήταν μια εγγενής και φυσική απόδοση, μια απάντηση στη γη, το περιβάλλον, τη γεωγραφία, την τοπογραφία, το κλίμα και την εποχικότητα, καθώς και την ανάγκη για στέγαση, καταφύγιο, προστασία και άμυνα. Ήταν ένα μέσο για την έκφραση σε χωρική μορφή ορισμένων κρίσιμων πολιτιστικών αξιών και αρχών, καθώς και μηχανισμός για την αντιμετώπιση κοινωνικών, οικονομικών και πολιτικών αναγκών και απαιτήσεων. Αυτή η προσέγγιση οροθετήθηκε από τη διαθεσιμότητα πόρων, υλικών και τεχνολογιών για την κάλυψη μιας καθορισμένης ανάγκης.

Εικόνα 11 Diagram Hirini matuga



Εικόνα 12 Diagram Hirini Matunga

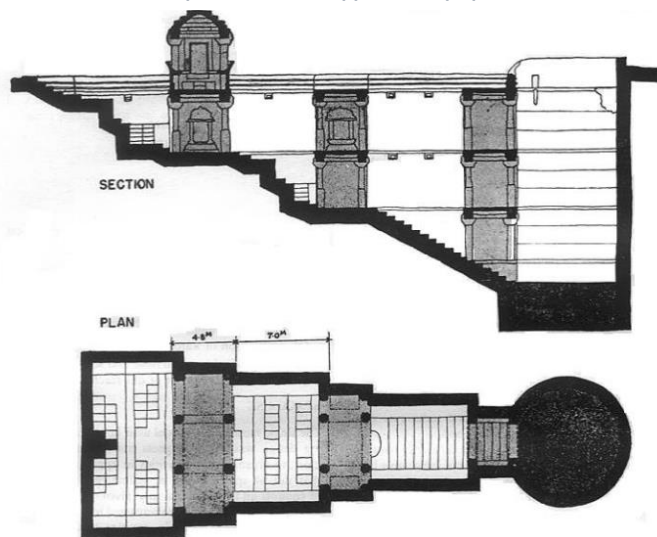
Ως εποχή, η κλασική περίοδος της ιθαγενούς αρχιτεκτονικής καλύπτει το ευρύ φάσμα των ιθαγενών ιστοριών, λαών και εδαφών. Διήρκεσε εκατοντάδες χρόνια, στην περίπτωση των Αβορίγινων της Αυστραλίας και στο Δελχί και στο Panchmahal που είναι πόλης της Ινδίας. Η κλασική περίοδος ξεχωρίζει ως η περίοδος πριν από την αποικιακή επαφή στην Αφρική, την Ασία, την Αμερική, την Ευρώπη και την Ωκεανία δηλαδή οπουδήποτε οι ιθαγενείς λαοί αποικίστηκαν από μια ξένη κατακτητική δύναμη.

2.2 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική σε χώρες της Ασίας (Η περίπτωση της Ινδίας)

Το Δελχί και το Panchmahal είναι πόλης της Ινδίας. Ο σχεδιασμός των κτιρίων αυτών των πόλεων βασιζόταν στην ευελιξία, την προσαρμογή στη θερμοκρασία, τη σωστή κυκλοφορία του αέρα, και τη χρήση φυσικών υλικών, επιτυγχάνοντας έναν βιοκλιματικό σχεδιασμό πολύ πριν τον καθιερώσει η σύγχρονη αρχιτεκτονική. Η ιδεολογία των παραδοσιακών κατασκευαστών δεν αποτελούσε να διατηρήσουν μια σταθερή θερμοκρασία μέσα στα κτίρια (όπως στη σύγχρονη εποχή). Αντιθέτως, προσαρμόζαν την καθημερινή χρήση των χώρων ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες. Οι κάτοικοι μετακινούνταν σε πιο

δροσερά σημεία του κτιρίου ή έξω από αυτό όταν οι εσωτερικοί χώροι γίνονταν πολύ ζεστοί (Vinod Gupta). Το πιο ισχυρό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε στον παραδοσιακό σχεδιασμό κτιρίων ήταν η προθυμία και η ικανότητα των χρηστών, να οργανώνουν τις καθημερινές δραστηριότητες στο χώρο και στο χρόνο, ώστε να μην χρειάζεται να διατηρούνται όλοι οι χώροι σε ίσα επίπεδα άνεσης διαρκώς. Ανά πάσα στιγμή οι χρήσεις του κτιρίου θα μπορούσαν να περιοριστούν στους χώρους που είναι πιο άνετοι εκείνη τη στιγμή. Στην ουσία μετακινούνταν από μια λιγότερο άνετη περιοχή του κτιρίου σε ένα χώρο που θα πληρούσε τις προδιαγραφές για τις απαιτούμενες καιρικές συνθήκες. Εκατομμύρια απλά κτίρια σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν για να χρησιμοποιούνται με αυτόν τον τρόπο. Στην παρακάτω φωτογραφία παρατηρούμε τα διάφορα επίπεδα που χρησιμοποιούνταν ως χώροι ανάπαυσης το καλοκαίρι.

Εικόνα 13 Χώροι ανάπαυσης σε διάφορα επίπεδα



Πηγή: *Vinod Gupta*

Σύμφωνα με τον Vinod Gupta **οι πέντε βασικές αρχές** που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική για την επίτευξη φυσικού δροσισμού είναι :

Ο έλεγχος του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο: Ήταν κρίσιμος για τη μείωση της θερμοκρασίας. Σε περιοχές όπως το Δελχί, τα κτίρια χτίζονταν σε πυκνές συστοιχίες για να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία και τους θερμούς ανέμους. Η χρήση των αυλών και των στενών δρόμων, που σκίαζαν τα κτίρια, μείωνε τη θερμοκρασία και διευκόλυνε την κυκλοφορία του αέρα. Ο σχεδιασμός των δρόμων, με

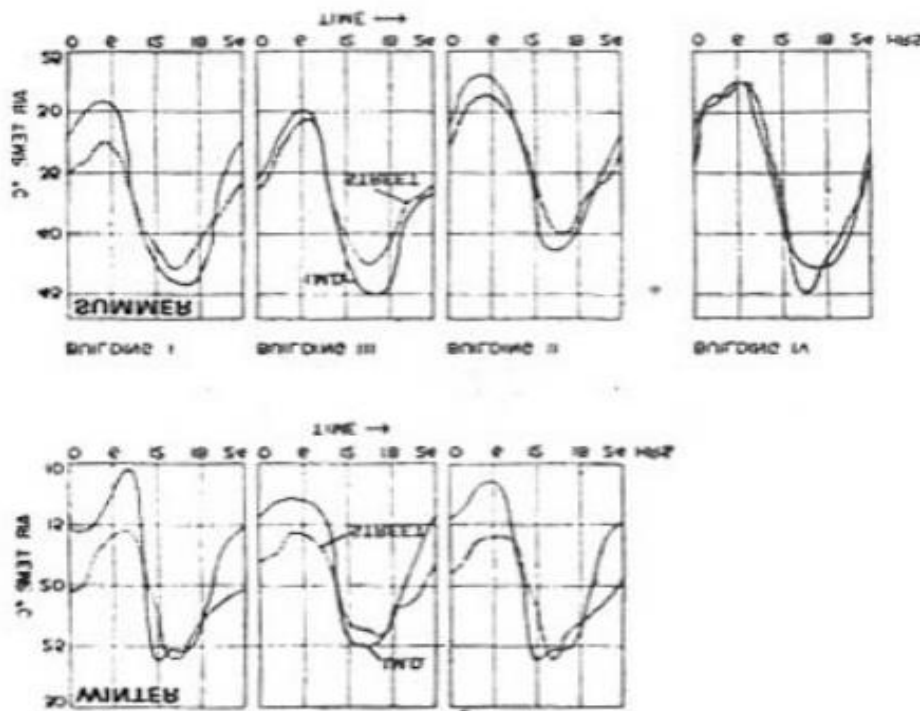
κατεύθυνση αντίθετη από τους ανέμους, ήταν ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα σχεδιασμού που τροποποιούσε το τοπικό μικροκλίμα.

Εικόνα 14 Κατοικία στο Γκουτζαράτ



Πηγή: *Vinod Gupta*

Εικόνα 15 Θερμοκρασίες που καταγράφηκαν σε τρία σημεία της πόλης του Jaisalmer



Πηγή: Vinod Gupta

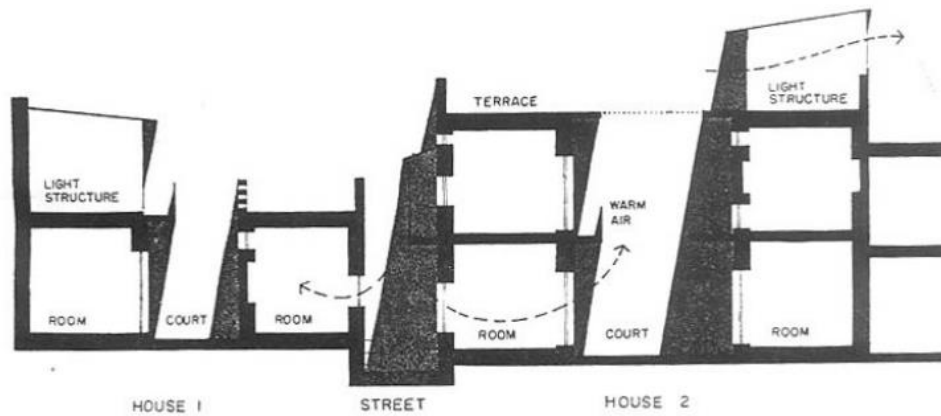
Συμπεραίνουμε πως οι μέγιστες θερμοκρασίες εντός της πόλης ήταν πάντα χαμηλότερες από εκείνη που καταγράφηκε εκτός της πόλης .

Ευελιξία του κτιριακού περιβλήματος: Αποτελούσε ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία δροσισμού που χρησιμοποιούσαν οι παραδοσιακοί κατασκευαστές. Τα κτίρια διέθεταν μηχανισμούς που επέτρεπαν την προσαρμογή της θερμικής συμπεριφοράς ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας. Αυτή η προσέγγιση συναντάται στα κτίρια του στο Κόκκινο Φρούριο της πόλης Δελχί και στο Ranthmahal , όπου οι μετακινούμενες κουρτίνες και τα παραπετά συμβάλλουν στη θερμορύθμιση. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, χρησιμοποιούνταν υγρές κουρτίνες από χορτάρι για την ψύξη του αέρα, ενώ τον χειμώνα αντικαθίσταντο με βαριές κουρτίνες για τη διατήρηση της θερμότητας.

Θερμική μάζα: Για την αποθήκευση και τη σταδιακή απελευθέρωση θερμότητας, ο έλεγχος της θερμικής μάζας επιτρέπει στα κτίρια σε θερμά κλίματα να παραμένουν δροσερά κατά τη διάρκεια της ημέρας και ζεστά τη νύχτα. Οι βαριές κατασκευές αποθηκεύουν θερμότητα και την απελευθερώνουν αργά, ενώ οι ελαφριές δομές θερμαίνονται και ψύχονται πιο γρήγορα, διασφαλίζοντας μεγαλύτερη θερμορυθμιστική αποτελεσματικότητα. Η παρακάτω φωτογραφία απεικονίζει εκείνης της

εποχής κτήριο το οποίο είναι ογκώδες, ενώ από πάνω του είναι χτισμένη μια ελαφριά κατασκευή.

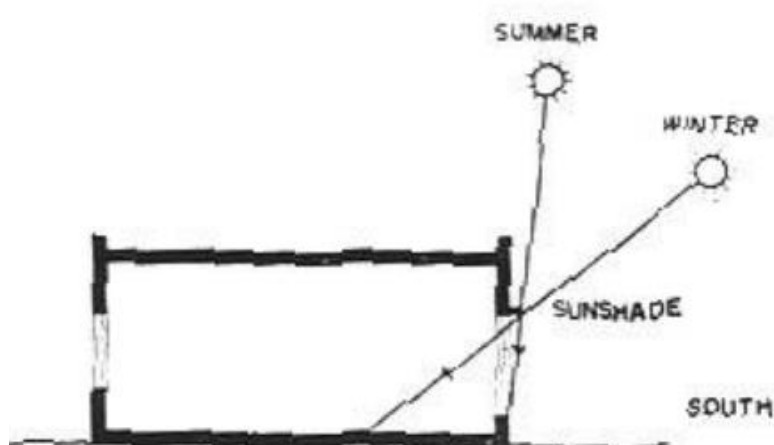
Εικόνα 16 Κτήριο εποχής



Πηγή: Vinod Gupta

Η Χρήση ανοικτών και μικρών παραθύρων: Οι παραδοσιακοί κατασκευαστές δεν χρησιμοποιούσαν γυαλί, αλλά σχεδίαζαν τα παράθυρα ώστε να επιτρέπουν είτε αερισμό είτε φωτισμό. Ο σχεδιασμός των παραθύρων αποτελούσε ένα σταθερό ηλιοπροστατευτικό, που υποτίθεται ότι αποκόπτει τον ήλιο το καλοκαίρι και να επιτρέπει την είσοδο του ηλιακού φωτός στο κτήριο το χειμώνα.

Εικόνα 17 Απεικόνιση της Χρήσης ανοικτών και μικρών παραθύρων

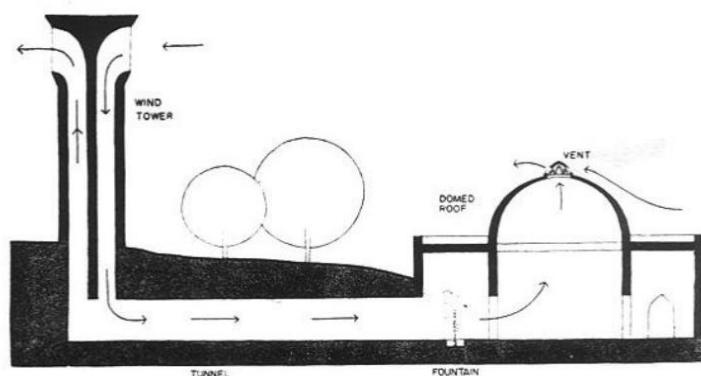


Πηγή: Vinod Gupta

Αερισμός: Για να αποφευχθεί η θέρμανση του εσωτερικού χώρου είναι απαραίτητη η επεξεργασία του αέρα πριν εισέλθει στο εσωτερικό του

κτιρίου. Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει στα σύγχρονα κτίρια δόθηκε μεγάλη προσοχή στην προ επεξεργασία του αέρα εξαερισμού στα παραδοσιακά κτίρια. Ο αέρας εισερχόταν στο κτίριο μόνο αφού περνούσε από έναν ψηλό πύργο με παχιά τοιχώματα και μερικές φορές ακόμη και μέσω μιας υπόγειας σήραγγας όπου ψύχεται λόγω της επαφής με τα ψυχρά τοιχώματα του αγωγού.

Εικόνα 18 Ιρανικό σύστημα ψύξης με χρήση πύργου ανέμου, υπόγειας χοάνης εξατμιστικής ψήξης και φυσικού εξαερισμού



Πηγή: *Vinod Gupta*

2.3 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική σε χώρες της Ωκεανίας (Η περίπτωση της Αυστραλίας)

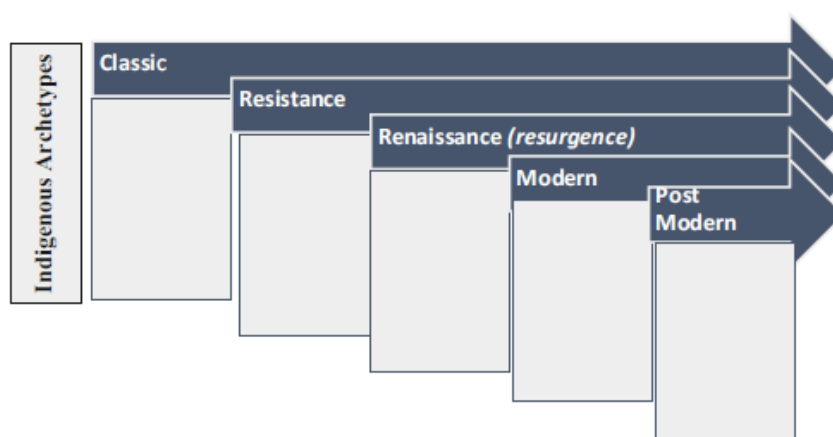
Οι Αβορίγινες της Αυστραλίας αποτελούν τους αυτόχθονες πληθυσμούς της ηπείρου, σύμφωνα με τον ορισμό του Ανώτατου Δικαστηρίου της Αυστραλίας, και αναφέρονται σε άτομα που κατάγονται βιολογικά από τους πρώτους κατοίκους της περιοχής. Η αρχιτεκτονική των ιθαγενών Αυστραλών είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την πολιτιστική τους ταυτότητα και την αλληλεπίδρασή τους με το φυσικό περιβάλλον. Οι δομές που χρησιμοποιούσαν ήταν ευέλικτες και προσαρμοσμένες στις κλιματικές συνθήκες και τους φυσικούς πόρους της εκάστοτε περιοχής. Ο σχεδιασμός αυτός είχε εξελιχθεί σε πλήρη αρμονία με τη φύση και τις ανάγκες της κοινότητας, αντανακλώντας μια βαθιά κατανόηση των περιβαλλοντικών δεδομένων. Ωστόσο, η αποικιοκρατική εισβολή, κυρίως από τους Βρετανούς το 1788, προκάλεσε την εκτόπιση των αυτόχθονων πληθυσμών από τις παραδοσιακές τους γαίες, οδηγώντας στην καταστροφή της πολιτισμικής τους κληρονομιάς, την απώλεια των γλωσσών τους και τη σημαντική μείωση του πληθυσμού τους. Πριν την αποικιοκρατική επέμβαση, ο πληθυσμός των Αβορίγινων υπολογιζόταν μεταξύ 300.000 και 950.000 ατόμων. Σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Αυστραλίας, το

2021 ο πληθυσμός των Αβορίγινων ανήλθε σε 983.700 άτομα, αριθμός που αντιστοιχεί στο 3,8% του συνολικού πληθυσμού της χώρας.

Σύμφωνα με τους ερευνητές Paul Memmott(Australian Architect Anthropologist) και Carroll Go-Sam (Research Fellow with the Aboriginal Environments, Research Centre and later the Indigenous Design Place at the University of Queensland), η αρχιτεκτονική των ιθαγενών Αυστραλών επηρεάστηκε από τις εισβολές των αποίκων και εξελίχθηκε σε τρεις κύριες φάσεις :

- Η πρώτη φάση, πριν από την άφιξη των Βρετανών, αντιπροσωπεύει την ανεξάρτητη παραδοσιακή αρχιτεκτονική των ιθαγενών. (Κλασική Εθνο-Αρχιτεκτονική)
- Η δεύτερη φάση, κατά τον 19ο και 20ο αιώνα, περιλαμβάνει την αναγκαστική προσαρμογή των ιθαγενών σε αποικιακές δομές. (Προσαρμοσμένη Έθνο-Αρχιτεκτονική)
- Η τρίτη φάση, μετά τη δεκαετία του 1970, χαρακτηρίζεται από την αναβίωση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, συνδυασμένη με σύγχρονες τεχνολογίες και υλικά, κυρίως στα εξωτερικά καταυλιστικά σχέδια.

Εικόνα 13 chronology for Indigenous architecture



Πηγή : Hirini Maguta

Ανάλυση πρώτης φάσης Κλασική Εθνο-Αρχιτεκτονική: Η αρχιτεκτονική των οικισμών των Αβορίγινων πριν από την βρετανική εισβολή χαρακτηριζόταν κυρίως από την οικιακή κατασκευή, περιλαμβάνοντας ποικιλία τύπων

καταφυγίων που χρησιμοποιούνταν σε καταυλισμούς. Κάθε τύπος καταφυγίου είχε γεωγραφική κατανομή και οι διάφοροι τύποι ήταν αποτέλεσμα των διαθέσιμων δομικών υλικών και των τοπικών κλιματολογικών συνθηκών . Ο νομαδικός τρόπος ζωής των κυνηγών-συλλεκτών σήμαινε ότι οι καταυλισμοί χρησιμοποιούνταν για διαστήματα που κυμαίνονταν από μία ημέρα έως αρκετούς μήνες. Η αρχιτεκτονική τους ήταν κυρίως προσωρινής φύσης, γεγονός που παρερμηνεύτηκε από τους πρώτους αποίκους ως ένδειξη έλλειψης συνδέσμου με τον τόπο. Ωστόσο, οι Αβορίγινες σύμφωνα με μια έρευνα στις πολιτισμικές περιοχές αποκάλυψε μια ποικιλία τεχνολογιών κατασκευής, όπως:

- Κατασκευές με πέτρινους τοίχους
- Επικάλυψη με χόρτο
- Πλέξιμο μπαμπού
- Ύφανση φύλλων pandanus και καρύδας
- Επίστρωση με πηλό
- Σκαμμένα δάπεδα και πλατφόρμες από χώμα
- Στέγες με άμμο και δέσιμο με σχισμένο καλάμι
- Ύφανση φύλλων ανάμεσα σε ράγες τοίχων

Η ποικιλία των κατασκευαστικών τεχνικών μας παραπέμπει στο ότι η εθνοκεντρική άποψη ήταν ότι οι Αβορίγινες έκαναν συνειδητή προσπάθεια να εκμεταλλευτούν το τοπικό περιβάλλον. Η διαχείριση του περιβάλλοντος σχετιζόταν με θρησκευτικούς δεσμούς με συγκεκριμένα μέρη, δίνοντας σε ορισμένες ομάδες την ευθύνη να παρακολουθούν και να διασφαλίζουν ότι οι φυσικοί πόροι δεν εξαντλούνταν. Συχνά, οι ομάδες διευκόλυναν τελετουργικά την αναγέννηση των αποθεμάτων. Μέχρι τις αρχές του 20ού αιώνα, τα παραδοσιακά στυλ της αρχιτεκτονικής των Αβορίγιων δεν βρίσκονταν πλέον στα ανατολικά και νότια μέρη της ηπείρου όπου και αρχίζει η δεύτερη Φάση Εθνο-Αρχιτεκτονικής Προσαρμογής. Στην ενδοχώρα, οι εκτοπισμένοι ιθαγενείς κατασκήνωναν κοντά σε μεταγενέστερες πόλεις και αγροτικά κτήματα, και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική σταδιακά μετασχηματίστηκε. Τα υλικά από τη φύση αντικαταστάθηκαν με ανακυκλωμένα σιδερένια φύλλα και μπάρες, καμβά, ξυλεία και αργότερα πλαστικά υφάσματα. Οι Ευρωπαίοι διοικητές αντικατέστησαν τα παραδοσιακά καταφύγια με σπιτάκια, ενσωματώνοντας στοιχεία όπως ξύλινες στήλες, πατώματα από κομμένους κορμούς, τοίχους και στέγες επενδυμένες με φλοιούς ή ψάθα από γρασίδι, και αργότερα με γαλβανισμένο σίδηρο. Ωστόσο, οι δυνάμεις της πολιτιστικής αλλαγής

διέφεραν από κράτος σε κράτος και από περιοχή σε περιοχή. Σε ορισμένα μέρη, η αυτοσχέδια αρχιτεκτονική επέμενε, αλλά ενσωμάτωσε υλικά και αντικείμενα προσαρμογής και συνδυάστηκε με προσαρμοσμένα μοτίβα των Αβορίγινων σύμφωνα με την κοινωνική τους οργάνωση. Η τρίτη φάση (Αναβίωση της παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής συνδυασμένης με σύγχρονες τεχνολογίες) από τη δεκαετία του 1970 και μετά, πολλοί ιθαγενείς επέστρεψαν στις παραδοσιακές τους περιοχές για να επανασυνδεθούν με τις πατρογονικές τους γαίες. Η δημιουργία εξωτερικών καταυλισμών αποτέλεσε μια ευκαιρία για την ανάδειξη της συνεργατικής αρχιτεκτονικής των ιθαγενών Αυστραλών όπου προσαρμοσμένη στο κλίμα και τα διαθέσιμα υλικά της κάθε περιοχής. Οι κατασκευές τους κυμαίνονταν από απλά καταλύματα έως πιο ανθεκτικές δομές, ανάλογα με τις ανάγκες της κοινότητας. Για την προστασία από τον άνεμο, χρησιμοποιούσαν ανεμοφράκτες από φύλλα ή χόρτα, ενώ για περιοχές με βροχοπτώσεις, κατασκεύαζαν θολωτές κατοικίες με φύλλα φοινίκων και ξύλινους σκελετούς. Οι κατασκευές τους συχνά περιλάμβαναν χαμηλές δομές που προσέφεραν σκιά και προστασία από τη ζέστη, ενώ άλλες ήταν ανθεκτικές για μόνιμες εγκαταστάσεις. Υπήρξε αναζωογόνηση των παραδοσιακών μορφών και τεχνολογιών σε συνδυασμό με υλικά και τεχνολογίες προσαρμογής. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 και του 1990 εμφανίστηκε μια ενδιαφέρουσα αρχιτεκτονική έννοια, ιδιαίτερα στους εξωτερικούς σταθμούς· αυτή του «αποκεντρωμένου σπιτιού».

Το αποκεντρωμένο σπίτι δημιουργείται με την αναβάθμιση ενός προσαρμοσμένου καταυλισμού σε ικανοποιητικά πρότυπα υγείας και δομής, χρησιμοποιώντας δυτική τεχνολογία κατασκευής και υλικών, με την ελάχιστη διατάραξη του χωρικού ιστού του καταυλισμού. Αυτός ο γενικός τύπος σχεδιασμού έχει πλέον εξελιχθεί μέσα από μια διαδικασία σχεδιασμού που: Κάνει παρατηρήσεις σχετικά με τη διαίρεση του οικιακού χώρου των Αβορίγινων και της συμπεριφοράς σε παραδοσιακές ρυθμίσεις, περιλαμβάνοντας διακρίσεις ημέρας/νύχτας, ξηρού/υγρού, κρύου/ζεστού και διακρίσεις ανά φύλο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένα σπίτι ως σύνολο από ξεχωριστές δομές, συνδυασμένες με άλλα στοιχεία και υπηρεσίες στον χώρο, παρά την παραδοσιακή αντίληψη του σπιτιού ως ενός ενιαίου κτηρίου που περιέχει μια σειρά από εσωτερικούς χώρους για διαφορετικές δραστηριότητες.

2.4 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική στην Αφρική (Η περίπτωση της Υποσαχάριας Αφρικής)

Οι λαοί της Υποσαχάριας Αφρικής διαθέτουν μια πλούσια και ποικιλόμορφη πολιτιστική κληρονομιά, η οποία αποτυπώνεται με μοναδικό τρόπο στην ιθαγενή τους αρχιτεκτονική. Η Αφρική έχει ιστορικά βασιστεί στη χρήση τοπικών υλικών και σχεδίων που ανταποκρίνονται στο περιβάλλον, αντανakλώντας συχνά το κοινωνικό-πολιτισμικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο

της περιοχής (Paszkowski, 2018). Οι παραδοσιακές αφρικανικές κοινότητες έχουν ιστορικά δώσει μεγάλη έμφαση στη συλλογική διαβίωση, με αρχιτεκτονικά σχέδια που διευκολύνουν την κοινωνική αλληλεπίδραση και την κοινή ευθύνη (Croese, 2018). Οι ιθαγενείς πρακτικές συχνά δίνουν έμφαση στη χρήση φυσικών υλικών, στις τεχνικές παθητικής ψύξης και στους σχεδιασμούς που επικεντρώνονται στην κοινότητα, στοιχεία που είναι κρίσιμα απέναντι σε παγκόσμιες προκλήσεις όπως η κλιματική αλλαγή και η έλλειψη πόρων (Levin, 2015). Για παράδειγμα, η παραδοσιακή Αφρικανική αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί εδώ και πολύ καιρό υλικά όπως η γη, τα οποία παρέχουν εξαιρετική θερμική μάζα, βοηθώντας στη διατήρηση της εσωτερικής θερμικής άνεσης των κτιρίων χωρίς την ανάγκη ενεργοβόρων συστημάτων κλιματισμού (Foster, 2015). Τα παραδοσιακά κτίρια στην Υποσαχάρια Αφρική συχνά κατασκευάζονται με τη χρήση τοπικά διαθέσιμων υλικών, όπως γη, ξύλο και άχυρο, που είναι άφθονα και ανανεώσιμα. Αυτά τα υλικά όχι μόνο μειώνουν το ανθρακικό αποτύπωμα της κατασκευής αλλά και βελτιώνουν τη θερμική απόδοση των κτιρίων, προσφέροντας φυσική ψύξη σε ζεστά κλίματα (Perry, 2012). Η πολιτιστική σημασία αυτής της αρχιτεκτονικής δεν μπορεί να υποτιμηθεί. Τα κτίρια δεν είναι απλώς καταφύγια αποτελούν εκφράσεις πολιτιστικής ταυτότητας, κοινωνικής δομής και πνευματικών πεποιθήσεων (Adamek et al., 2021). Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των παραδοσιακών δομών συχνά περιλαμβάνουν την κοινότητα, ενισχύοντας τους κοινωνικούς δεσμούς και διασφαλίζοντας ότι το δομημένο περιβάλλον αντανακλά τις συλλογικές αξίες και την κληρονομιά των ανθρώπων. Οι δομές, συχνά οργανωμένες σε κυκλικούς οικισμούς ή συμπαγείς ορθογώνιες μορφές, δεν εξυπηρετούν μόνο λειτουργικές ανάγκες, αλλά αντανακλούν και την κοινωνική οργάνωση, τις παραδοσιακές αξίες και τις κοσμολογικές αντιλήψεις των κοινοτήτων.

Εικόνα 19 Zulus Houses

Πηγή
:



Architectural Review 96, no 574 [oct 1944]

Σε πολλές κοινότητες, συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές μορφές και σύμβολα χρησιμοποιούνται για να αποδώσουν κοινωνική θέση, θρησκευτικές πεποιθήσεις και συνδέσεις με τον φυσικό κόσμο (van Huis, 2022). Αυτή η βαθιά πολιτιστική ενσωμάτωση διαφοροποιεί την ιθαγενή αρχιτεκτονική από τις πιο λειτουργικές σύγχρονες προσεγγίσεις, που συχνά στερούνται του ίδιου επιπέδου πολιτιστικής απήχησης. Η παρακάτω εικόνα αποτυπώνει μια παραδοσιακή κατοικία, από τη Νότια Αφρική, έχει χαρακτηριστικά της αγροτικής και ιθαγενούς αρχιτεκτονικής της περιοχής. Το σπίτι διαθέτει μια στέγη από καλάμια ή χόρτο, ενώ γύρω του υπάρχει ένας τοίχος από πηλό ή χώμα, είναι μία κατοικία των αυτόχthonων λαών της Νοτίου Αφρικής. Παρουσιάζει ένα είδος περιφραγμένου χώρου, πιθανώς για προστασία ή διαμόρφωση κοινωνικών χώρων, με την παρουσία μιας ξύλινης σκάλας που οδηγεί στην είσοδο.

Εικόνα 20 chiefs hut



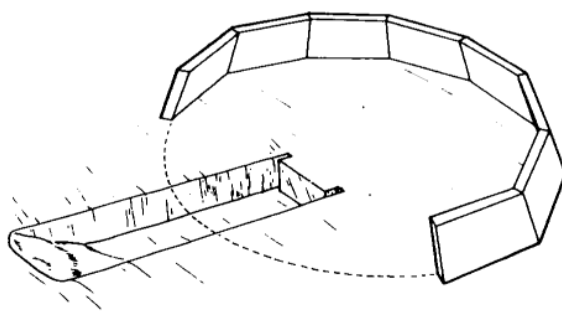
Πηγή : South Africa Architectural (NOV.1940)

2.5 Ιθαγενής Αρχιτεκτονική (Η περίπτωση της Αρκτικής)

Η Αρκτική είναι μια ψυχρή έρημος υψηλού γεωγραφικού πλάτους, με σπάνια βλάστηση και έντονες ημερήσιες και εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα. Ωστόσο, κατά τις περιόδους 24ωρου σκοταδιού ή φωτός, οι θερμοκρασίες του αέρα αλλάζουν ελάχιστα. Οι χειμώνες είναι μακριοί και ψυχροί, ενώ τα καλοκαίρια τον Ιούλιο και στις αρχές Αυγούστου

είναι σύντομα και δροσερά. Οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες στους οικισμούς σπάνια υπερβαίνουν το μηδέν και μερικές φορές είναι κάτω από -12°C (10°F). Η ενδοχώρα της Υποαρκτικής έχει τις χαμηλότερες θερμοκρασίες του χειμώνα και τις χαμηλότερες καταγεγραμμένες στη γη. Η ανθρώπινη ικανότητα να τροποποιεί ακραία κλίματα αποδεικνύεται αρχιτεκτονικά μέσα από την απόδοση του χιονιού ιγκλού ή *igluviga* των Ινουίτ. Η κατασκευή βασίζεται σε κατασκευασμένα μπλοκ συμπιεσμένου ξηρού χιονιού από τον άνεμο. Η εσωτερική θερμοκρασία μπορεί να φτάσει έως και 36°C (65°F) ή περισσότερο πάνω από τις εξωτερικές θερμοκρασίες, ενώ με επένδυση μπορεί να αγγίξει τους 15°C (59°F). Αν και ως τύπος κατοικίας παρέχει συνθήκες πολύ κάτω από το επίπεδο άνεσης των βιομηχανοποιημένων λαών, αυτός ο έξυπνος μικροκλιματικός έλεγχος χρησιμοποιώντας μόνο χιόνι προσφέρει κατοικήσιμες συνθήκες εσωτερικού χώρου πολύ πάνω από το επίπεδο επιβίωσης. Υπάρχουν και τα ιγκλού από χώμα και ξύλο όπου παρέχουν ακόμη μεγαλύτερες δυνατότητες μόνωσης. Η κατασκευή ενός ιγκλού ξεκινά με την επιλογή μιας κατάλληλης χιονοσυσσωρεύσεως και τον σχεδιασμό του δαπέδου σε κυκλική μορφή.

Εικόνα 21 Snow igloo: the construction site



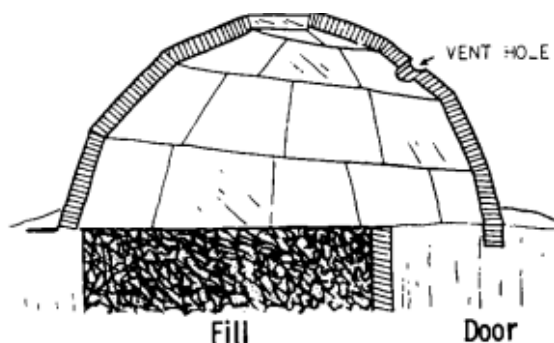
Πηγή : School of Architecture, Arizona State University Tempe, USA

Κόβονται μπλοκ από συμπιεσμένο χιόνι από την τάφρο που σχηματίζεται και τοποθετούνται σε σπειροειδή διάταξη με κλίση που αυξάνεται καθώς η διάμετρος μικραίνει. Όταν τελειώσουν τα μπλοκ, ανοίγεται προσεκτικά μια μικρή πόρτα για πρόσβαση και τοποθετούνται περισσότερα μπλοκ. Ο εσωτερικός χώρος εξοπλίζεται με πλατφόρμα ύπνου φτιαγμένη από χιόνι, ώστε να διατηρείται στον θερμότερο αέρα, ενώ χιονισμένες ραφές σφραγίζουν το ιγκλού για μόνωση. Τα θερμομονωτικά υλικά ενός ιγκλού περιλαμβάνουν τα μπλοκ από συμπιεσμένο χιόνι, τα οποία λόγω των μικροσκοπικών θύλακων αέρα που περιέχουν προσφέρουν εξαιρετική μόνωση

Η σφράγιση των αρμών με σκόνη χιονιού ενισχύει τη μονωτική ικανότητα, ενώ η τήξη και επαναψύξη της εσωτερικής επιφάνειας δημιουργεί ένα παγωμένο στρώμα που λειτουργεί ως φραγμός αέρα. Η καμπυλωτή δομή συμβάλλει στη συγκράτηση της θερμότητας, ενώ η υπερυψωμένη πλατφόρμα ύπνου εκμεταλλεύεται τον θερμότερο αέρα που παγιδεύεται πάνω από την είσοδο. Όλα αυτά τα στοιχεία συνεργάζονται για να

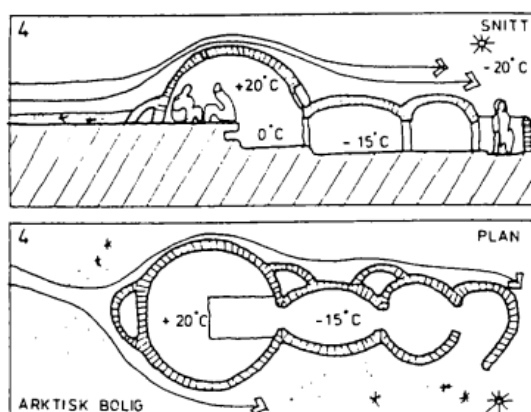
διατηρήσουν το εσωτερικό θερμό και προστατευμένο από τις εξωτερικές συνθήκες.

Εικόνα 22 Cross section of a sleeping shelf



Πηγή : School of Architecture, Arizona State University Tempe, USA

Εικόνα 23 Arctic building (Arktisk bolig) as an aerodynamic design



Πηγή : School of Architecture, Arizona State University Tempe, USA

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

3.1 Εισαγωγή στην Υπόσκαφη Αρχιτεκτονική

Η πρώτη ανθρώπινη κατοικία διαμορφώνεται από τη στιγμή της σύλληψης, καθώς το έμβρυο αναπτύσσεται στη μήτρα της μητέρας του ως ένας προστατευμένος και ελεγχόμενος χώρος, απομονωμένος από το εξωτερικό φως. Αυτός ο πρωταρχικός, σπηλαιώδης χώρος, που εξασφαλίζει ασφάλεια και θερμική ισορροπία, αντικατοπτρίζεται στις πρώτες μορφές κατοίκησης, όταν οι προϊστορικοί άνθρωποι αναζητούσαν καταφύγιο από τις κλιματικές αντιξοότητες και τους κινδύνους της φύσης σε σπηλιές ή φυσικές κοιλότητες.

Όπως σημειώνει ο Édouard Utudjian, Γαλλο-αρμένιος αρχιτέκτονας και εισηγητής της ιδέας της «Υπόγειας Πολεοδομίας» τη δεκαετία του 1930, «η γη λειτουργεί ως η πρωταρχική μήτρα, το θεμέλιο της ύπαρξης, ενώ το σπήλαιο αντιπροσωπεύει τον κοσμικό σπόρο». Από την αυγή της ανθρωπότητας, η κατοικία δεν αποτελούσε απλώς έναν χώρο διαβίωσης, αλλά λειτουργούσε ως προστασία από εξωτερικές απειλές, ακραίες καιρικές συνθήκες και την αβεβαιότητα του περιβάλλοντος. **Το σπήλαιο ορίζεται** ως μια φυσική κοιλότητα ή κενό μέσα στη γη, συνήθως με ένα ή περισσότερα ανοίγματα στην επιφάνεια. Τα σπήλαια συχνά έχουν ποικιλόμορφους σχηματισμούς, όπως σταλακτίτες και σταλαγμίτες, που προσδίδουν μοναδική αισθητική και γεωλογική αξία. Στην παρακάτω φωτογραφία παρατηρούμε σταδιακά τα βήματα της δημιουργίας ενός σπηλαίου.

Εικόνα 24 Βήματα της δημιουργίας ενός σπηλαίου



Καθώς αυτό το όξινο νερό διεισδύει μέσα από ρωγμές και πόρους του ασβεστολιθικού πετρώματος, αρχίζει να διαλύει τη βάση του ασβεστόλιθου. Με την πάροδο του χρόνου, η διάλυση του ασβεστόλιθου προκαλεί τη δημιουργία μικρών κοιλοτήτων, οι οποίες διευρύνονται σταδιακά μέσω της συνεχούς ροής νερού. Οι ρωγμές στο πέτρωμα μεγαλώνουν, σχηματίζοντας δίκτυα υπόγειων καναλιών και μεγάλων κοιλοτήτων. Αυτό το στάδιο μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μεγάλων εσωτερικών θαλάμων ή ακόμα και στο άνοιγμα του σπηλαίου στην επιφάνεια. Μετά από εκατομμύρια χρόνια το σπήλαιο μπορεί να σταθεροποιηθεί και να αποκτήσει την τελική του μορφή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τρώγλη είναι η φυσική κοιλότητα της γης και αποτελεί την πρώτη μορφή ανθρώπινης κατοικίας. Ο λεγόμενος λοιπόν άνθρωπος των σπηλαίων είχε την ενστικτώδη ευφυΐα να αναζητά καταφύγιο σε τρώγλες μέσα στα έγκατα της γης, στις αγκαλιές των βράχων διότι η υπόγεια κατασκευή ανταποκρινόταν σε ανάγκες, προσφέροντας σταθερότητα και ένα είδος «φυσικής οχύρωσης». Οι

κλειστοί χώροι των σπηλαίων, με τη σταθερή τους θερμοκρασία, ενέπνευσαν την ανάπτυξη της υπόγειας αρχιτεκτονικής, παραμένοντας σημαντικοί όχι μόνο για τη μελέτη της γεωλογίας, αλλά και για την κατανόηση της ανθρώπινης ιστορίας και ικανότητας προσαρμογής του παρελθόντος στη σύγχρονη εποχή.

3.2 Διαφοροποίηση Υπόσκαφου – Υπογείου σχεδιασμού

Στη σύγχρονη εποχή ορίστηκε πως σύμφωνα με το **ΝΟΜΟ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4067/2012 (ΦΕΚ Α-79/9-4-2012) Νέο Οικοδομικό Κανονισμό, υπόγειο είναι** όροφος ή τμήμα ορόφου, του οποίου η οροφή δεν υπερβαίνει την απόσταση 1,20 μ από την οριστική στάθμη του εδάφους, ενώ **υπόσκαφο αποτελεί** το κτίριο ή το τμήμα κτιρίου που κατασκευάζεται υπό τη στάθμη του φυσικού εδάφους και παρουσιάζει μόνο μια ορατή όψη. Η κατασκευή γίνεται με πλήρη επαναφορά στην αρχική του μορφή. Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, βάση χαρακτηριστικών, οι κυριότερες διαφορές ανάμεσα στην υπόγεια & υπόσκαφη κατασκευή είναι:

Πίνακας 8 Διαφορές υπόσκαφης και υπόγειας κατοικίας

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΥΠΟΓΕΙΟ ΚΤΗΡΙΟ	ΥΠΟΣΚΑΦΟ ΚΤΗΡΙΟ
Σχέση με το έδαφος	Βρίσκεται πλήρως κάτω από το έδαφος	Ενσωματώνεται ή καλύπτεται από το έδαφος
Κατασκευή	Κατασκευάζεται σε εκ σκαμμένη περιοχή	Λαξεύεται ή προσαρμόζεται στο φυσικό ανάγλυφο (λόφους, βράχους, πλαγιές)
Μόνωση	Απαιτεί τεχνητή μόνωση για υγρασία και θερμοκρασία	Με τον σωστό σχεδιασμό και την αξιοποίηση παθητικών συστημάτων ηλιακής ενέργειας , το

		χώμα μπορεί να παρέχει και να διατηρήσει φυσική θερμομόνωση
Περιβαλλοντική ένταξη	Δεν εντάσσεται αισθητικά στο τοπίο	Εναρμονίζεται με το περιβάλλον
Πεδίο Εφαρμογής	Αποθήκες, πάρκινγκ, τεχνικοί χώροι	Κατοικίες, οικολογικά ή παραδοσιακά κτήρια
Φωτισμός & Αερισμός	Τεχνητός φωτισμός και αερισμός	Πρόσοψη για φυσικό φως και αέρα σε συνδυασμό με όσο το δυνατό λιγότερα τεχνητά μέσα για φυσικό φωτισμό και αερισμό
Νομοθεσία (NOK)		

Πηγή : Ιδία επεξεργασία

Πίνακας 9 Διαφορές για (υπόγειο – υπόσκαφο) Νομοθεσία

N-4067/12 (ΦΕΚ-79/A/9-4-12)

ΥΠΟΓΕΙΟ	ΥΠΟΣΚΑΦΟ
Στον σ.δ δεν προσμετρώνται για κτίρια κατοικιών, ένας υπόγειος όροφος επιφάνειας ίσης με εκείνη που καταλαμβάνει το κτίριο, προοριζόμενος για βοηθητικές χρήσεις με την προϋπόθεση ότι η οροφή του σε κανένα σημείο δεν υπερβαίνει το 1,20 μ. από την οριστική στάθμη του εδάφους. Ο όροφος αυτός δύναται να εξυπηρετεί κύριες χρήσεις του κτιρίου εφόσον όλος ή μέρος του αποτελεί λειτουργικό προσάρτημα αυτοτελούς κατοικίας ή κατοικιών και προσμετρηθεί το 50% της επιφάνειας του χώρου της κύριας χρήσης στο σδ.	Στον σ.δ δεν προσμετρώνται 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 δεν διαφοροποιείται ως προς το προϋπάρχον φυσικό έδαφος.

Στην περίπτωση αυτή δεν ισχύουν οι απαιτήσεις περί φυσικού φωτισμού και αερισμού.	
Στον σ.δ δεν προσμετρώνται για κτίρια μικτής χρήσης, εφόσον κατασκευάζονται στο ισόγειο άλλες χρήσεις εκτός κατοικίας, ένας υπόγειος όροφος επιφάνειας ίσης με εκείνη που καταλαμβάνει η άλλη χρήση, ποσοστό του οποίου μέχρι 50% μπορεί να προορίζεται για κύρια χρήση αυτού με την προϋπόθεση τήρησης των	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 προσμετράτε στη δόμηση.

κανονισμών λειτουργίας του, ανεξάρτητα εκπλήρωσης προϋποθέσεων φυσικού φωτισμού - αερισμού. Το υπόλοιπο 50% διατίθεται αποκλειστικά για βοηθητικές χρήσεις αποθηκών εφόσον λειτουργικά είναι προσάρτημα αυτών, με την προϋπόθεση ότι η οροφή του υπογείου ορόφου σε κανένα σημείο δεν υπερβαίνει το 1,20 μ. από την οριστική στάθμη του εδάφους.	
Στον σ. δ δεν προσμετρώνται για ειδικά κτίρια, ο πρώτος υπόγειος όροφος κύριας χρήσης κτιρίου θεάτρου, μουσείου, νοσοκομείου ή θεραπευτηρίου, ανεξάρτητα εκπλήρωσης προϋποθέσεων φυσικού φωτισμού - αερισμού, επιφάνειας ίσης	Δεν επιτρέπεται η κατασκευή υπέργειου κτίσματος εντός του περιγράμματος του υπόσκαφου κτιρίου.

με εκείνη που καταλαμβάνει το κτίριο, καθώς και αυτής εκτός του περιγράμματος της ανωδομής σύμφωνα με το εδαφ.β της παρ.6 του Αρθ-17, εφόσον στο εκτός του περιγράμματος τμήμα εξυπηρετούνται χώροι μηχανολογικών εγκαταστάσεων για τη λειτουργία του κτιρίου ή και απαραίτητων για την υποστήριξη του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου της διαχείρισης και εξοικονόμησης νερού και των ΑΠΕ ή και Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ), όπως ορίζεται από τους ειδικούς κανονισμούς που διέπουν τις εγκαταστάσεις αυτές	
---	--

Στον σ. δ δεν προσμετρώνται για κτίρια προσωρινής διαμονής (ξενοδοχεία), ο πρώτος υπόγειος όροφος για χρήσεις εγκαταστάσεων άθλησης όπως τα κολυμβητήρια, γυμναστήρια, σάουνες και οι αίθουσες πολλαπλών χρήσεων.	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.
	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

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

Πηγή: N-4067/12 (ΦΕΚ-79/Α/9-4-12)

3.3 Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων κατασκευών

Η τοποθέτηση μιας υποσκαφής κατασκευής είναι μια διαδικασία στενά συνδεδεμένη με τη γεωμορφολογία της περιοχής, καθώς οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους και του τοπίου καθορίζουν την επιτυχία και τη μακροχρόνια ανθεκτικότητα του έργου. Το πιο κρίσιμο στάδιο στην ανάπτυξη μιας κατασκευής είναι η επιλογή τοποθεσίας όπου πρέπει να γίνεται με πολλαπλά κριτήρια τα οποία πρέπει να επικεντρώνονται στις ανθρώπινες ανάγκες.

Τα πιο σημαντικά κριτήρια είναι:

1. Η Μορφολογία του εδάφους
2. Η κλίση εδάφους
3. Ο Υδροφόρος ορίζοντας, διάβρωση, υδρολογία
4. Το Ύψος, οι θερμικές αποδόσεις και η σχετική υγρασία
5. Ο Προσανατολισμός
6. Η Προσιτότητα

Όλες οι υποσκαφές κατοικίες πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο που να εξασφαλίζεται η οπτική σύνδεση με το εξωτερικό περιβάλλον προσφέροντας φυσικό φωτισμό, αίσθηση ανοιχτού χώρου και ενσωμάτωση στο τοπίο. Η γεωμετρία της πλαγιάς μπορεί να αξιοποιηθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την προστασία από ακραία καιρικά φαινόμενα και τη μεγιστοποίηση της ιδιωτικότητας. Με κατάλληλη μελέτη, οι πλαγιές προσφέρουν μοναδικές ευκαιρίες για την ανάπτυξη υποσκαφών κατοικιών που συνδυάζουν αρμονικά τη λειτουργικότητα, την αισθητική και την περιβαλλοντική ευαισθησία. Οι πλαγιές παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις όχι μόνο στη μορφή τους αλλά και στη γωνία κλίσης του εδάφους, παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της κατασκευής.

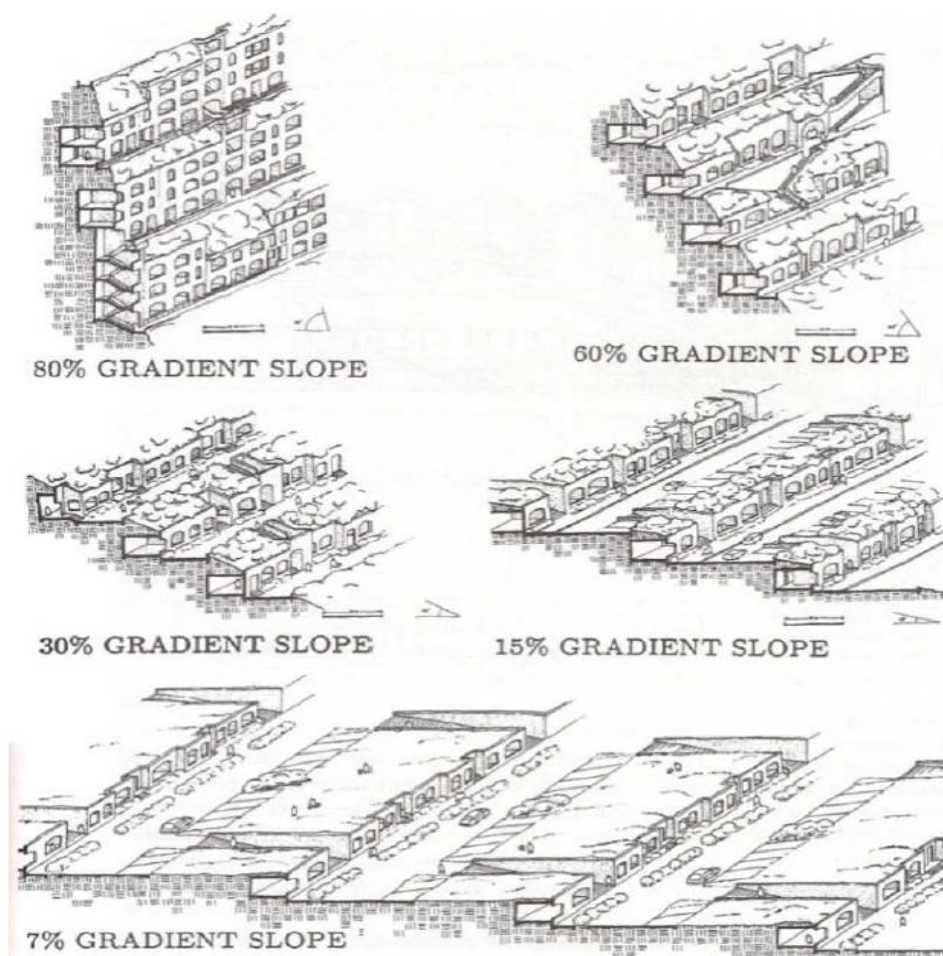
Η μικρή κλίση του εδάφους, σε συνδυασμό με την περιορισμένη παρουσία βραχώδους υπόβαθρου, διατηρεί τις πλαγιές σχεδόν ανέπαφες,

ενώ απαιτούνται μόνο ελάχιστες προσαρμογές για την προσαρμογή της κατασκευής. Αυτές οι συνθήκες παρέχουν μεγάλη ευελιξία στον σχεδιασμό, επιτρέποντας την ανάπτυξη ποικίλων τύπων κατασκευών. Η συγκεκριμένη μορφολογία είναι ιδανική για τη δημιουργία συνδυασμένων κατασκευών που περιλαμβάνουν τόσο υπέργεια όσο και υπόσκαφα τμήματα, χρησιμοποιώντας τεχνικές που σέβονται το περιβάλλον προσφέροντας ευελιξία στη χρήση των χώρων.

Οι πλαγιές μέτριας κλίσης αποτελούν ιδανικές τοποθεσίες για την ανάπτυξη υπογείων κατασκευών, καθώς προσφέρουν ισορροπία μεταξύ λειτουργικότητας και ευκολίας κατασκευής. Η αξιοποίησή της ενισχύει την αισθητική εναρμόνιση της κατασκευής με το φυσικό τοπίο καθώς παρέχει τη δυνατότητα για στρατηγικό σχεδιασμό ώστε οι υποσκαφές κατασκευές να έχουν πρόσβαση σε φυσικό φως και αερισμό. Με αυτό τον τρόπο η δομή παραμένει διακριτική, διατηρώντας την οπτική συνέχεια του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα επωφελείται από την προστασία που προσφέρει το έδαφος.

Οι πλαγιές με οξεία κλίση παρουσιάζουν ιδιαίτερες προκλήσεις στην κατασκευή, καθώς η απότομη κλίση του εδάφους καθιστά τη σταθερότητα και την ασφάλεια των υποσκαφών κατοικιών πιο δύσκολη. Σε αυτές τις περιοχές, η μηχανική αντοχή του εδάφους και οι κίνδυνοι κατολισθήσεων είναι πιο έντονοι, γεγονός που απαιτεί ενδελεχή γεωτεχνική μελέτη και ενίσχυση του εδάφους πριν την κατασκευή. Παρά τις δυσκολίες, οι πλαγιές οξείας κλίσης μπορούν να προσφέρουν μοναδικές δυνατότητες για τη δημιουργία κατασκευών που ενσωματώνονται αρμονικά στο τοπίο, με χαρακτηριστικά που μεγιστοποιούν την οπτική επαφή και τη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον. Χαρακτηριστικά παραδείγματα κατοικιών σε περιοχές με τις ανάλογες κλίσεις παρατηρούμε στην παρακάτω φωτογραφία.

Εικόνα 25 Παραδείγματα κατοικιών σε περιοχές με τις ανάλογες κλίσεις



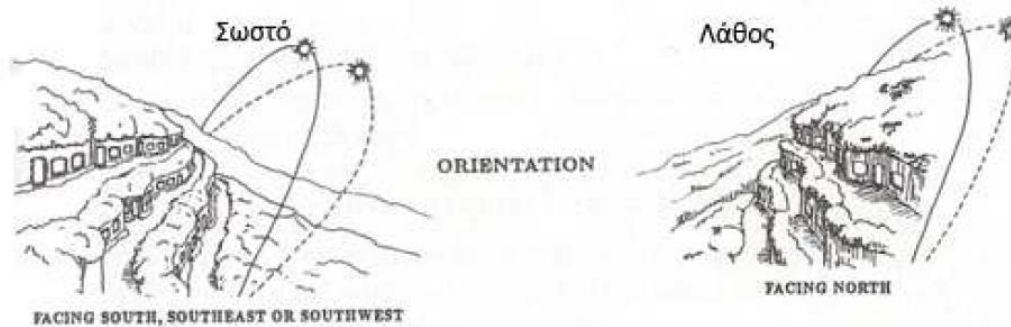
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι υπόσκαφοι χώροι κατοικίας πρέπει να κατασκευάζονται αποκλειστικά σε πλαγιές και όχι σε επίπεδες περιοχές. Οι πλαγιές προσφέρουν τη δυνατότητα για ποικίλες διαμορφώσεις, επιτρέποντας την ανάπτυξη μιας ευρείας γκάμας σχεδιαστικών προσεγγίσεων. Επιπλέον, η τοποθέτηση σε πλαγιά μειώνει την αίσθηση της κλειστοφοβίας και αντισταθμίζει την απώλεια των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν οι επίπεδες περιοχές, προσφέροντας μεγαλύτερη αίσθηση ανοιχτού χώρου και φυσικής σύνδεσης με το περιβάλλον. Οι χρήσεις γης σε διάφορα βάθη αποτελούν έναν εξαιρετικά σημαντικό τομέα στην υπόσκαφη ανάπτυξη. Το βάθος ως παράμετρος γίνεται πιο κατανοητό όταν κατηγοριοποιηθεί σε **υπέργειες, ρηχές, μεσαίες και μεγάλες υπόγειες ζώνες**.

Οι υπέργειες ζώνες περιλαμβάνουν τους χώρους που βρίσκονται πάνω από το έδαφος και χρησιμοποιούνται για τις πιο παραδοσιακές ανθρώπινες δραστηριότητες, προσφέροντας πλήρη αλληλεπίδραση με το εξωτερικό περιβάλλον και τον φυσικό φωτισμό. **Οι ζώνες ρηχού βάθους** εκτείνονται λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και

χρησιμοποιούνται κυρίως για χώρους διαβίωσης και καθημερινές δραστηριότητες. Εδώ, η θερμική απόδοση του εδάφους και η δυνατότητα σύνδεσης με τον υπέργειο χώρο καθιστούν αυτή τη ζώνη ιδανική για την ανάπτυξη υπόσκαφων κατοικιών και άλλων καθημερινών δραστηριοτήτων. **Οι Μεσαίου βάθους ζώνες** βρίσκονται σε μεγαλύτερο βάθος και συνήθως χρησιμοποιούνται για ειδικές λειτουργίες, όπως αποθήκευση ή βιομηχανικές εφαρμογές, όπου η πρόσβαση στο φυσικό φως είναι περιορισμένη και η ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και αερισμό είναι μεγαλύτερη. Τέλος, **οι ζώνες μεγάλου βάθους** εκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερα βάθη και συχνά χρησιμοποιούνται για δραστηριότητες που απαιτούν εξαιρετική προστασία από εξωτερικούς παράγοντες ή σταθερές θερμικές συνθήκες, όπως μεγάλα αποθηκευτικά συστήματα, πυρηνικές εγκαταστάσεις ή στρατηγικές υποδομές. Σε αυτές τις περιοχές, η τεχνική κατασκευή και οι υποδομές απαιτούν αυξημένα μέτρα ασφαλείας και προηγμένες τεχνολογίες.

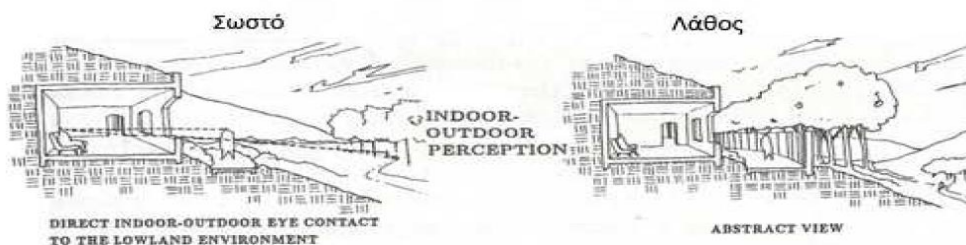
Ο προσανατολισμός αποτελεί έναν από τους πλέον κρίσιμους παράγοντες στον σχεδιασμό μιας υπόσκαφης κατοικίας, καθώς επηρεάζει άμεσα την ενεργειακή αποδοτικότητα, τη θερμική άνεση και την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Η σωστή τοποθέτηση της κατασκευής σε σχέση με τον ήλιο, τον άνεμο και το τοπίο διασφαλίζει τη μέγιστη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και της θερμότητας, ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονες κλιματικές διακυμάνσεις. Ένας καλά μελετημένος προσανατολισμός επιτρέπει τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μέσω της αξιοποίησης του ηλιακού κέρδους τον χειμώνα και της φυσικής σκίασης το καλοκαίρι, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει αποτελεσματικό αερισμό. Οι ανατολικοί και δυτικοί προσανατολισμοί τον χειμώνα λαμβάνουν ελάχιστη ηλιακή ακτινοβολία, ενώ το καλοκαίρι η ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα στις όψεις για μεγάλο μέρος της ημέρας, προκαλώντας έντονη υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων. Από την άλλη, η βόρεια όψη παραμένει εντελώς ανεπηρέαστη από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με αποτέλεσμα τα θερμικά κέρδη από τη διάχυτη ακτινοβολία να είναι εξαιρετικά περιορισμένα σε σχέση με τις αυξημένες θερμικές απώλειες. Επιπλέον, η βόρεια πλευρά είναι περισσότερο εκτεθειμένη στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους, γεγονός που την καθιστά λιγότερο αποδοτική ως προς τη θερμική άνεση. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε το σωστό και τον λάθος προσανατολισμό μιας κατοικίας. Βλέπουμε πως η κατοικία στην αριστερή εικόνα η οποία είναι νότιου προσανατολισμού εκμεταλλεύεται πλήρως τα οφέλη του ηλίου για τις μέγιστες θερμικές συνθήκες εντός του κτηρίου.

Εικόνα 26 Προσανατολισμός Όψεων



Η σύνδεση του εξωτερικού με τον εσωτερικό χώρο στις υπόσκαφες κατοικίες αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο του σχεδιασμού, εξασφαλίζοντας τόσο λειτουργικά όσο και αισθητικά πλεονεκτήματα. Μέσω κατάλληλων ανοιγμάτων, αυλών ή ημιυπαίθριων χώρων, επιτυγχάνεται η φυσική διείσδυση του φωτός και του αέρα, προσφέροντας άνεση στους εσωτερικούς χώρους και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Αυτή η σύνδεση μειώνει την αίσθηση της απομόνωσης που μπορεί να προκύψει από τη φύση των υπόσκαφων χώρων και ενισχύει τη σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον

Εικόνα 27 Η σύνδεση του εξωτερικού με τον εσωτερικό χώρο



3.4 Φυσικός φωτισμός & Αερισμός υπόσκαφων κατοικιών

Οι υποσκαφές κατοικίες είναι ένα ιδιαίτερο αρχιτεκτονικό είδος, συχνά ενταγμένο στο φυσικό περιβάλλον, όπου το μεγαλύτερο μέρος της κατασκευής βρίσκεται μέσα στο έδαφος και ενσωματώνεται σε βράχους. Αυτές οι κατοικίες προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως θερμομονωτικές ιδιότητες και προστασία από τα καιρικά φαινόμενα. Ωστόσο, ο σωστός φωτισμός και αερισμός αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για τη λειτουργικότητα και την άνεση τους καθώς έχουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής και τη λειτουργικότητα των εσωτερικών χώρων μετριάζοντας την αίσθηση της κλειστότητας και την

εξασφάλιση μιας αρμονικής σύνδεσης με το εξωτερικό περιβάλλον. Ο ήλιος αποτελεί βασικό στοιχείο στον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός σπιτιού, καθώς η σωστή αξιοποίησή του μπορεί να ενισχύσει τη βιωσιμότητα, την ενεργειακή απόδοση και την ποιότητα ζωής. Μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού (κεφάλαιο 2) , οι κτιριακές επιφάνειες προσανατολίζονται έτσι ώστε να μεγιστοποιούν τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους χειμερινούς μήνες και να προστατεύονται από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Με τη χρήση παθητικών συστημάτων, όπως μεγάλα ανοίγματα προς τον νότο, θερμομονωμένα υλικά και φυτεμένες στέγες, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για θέρμανση και φωτισμό, μειώνοντας την ανάγκη για μηχανικά μέσα. Σε χώρους όπου το φυσικό φως δεν είναι αρκετό, είναι σημαντικό να επιλέγονται κατάλληλες πηγές τεχνητού φωτισμού που προσομοιάζουν τις ιδιότητες του φυσικού φωτός.

Ο τεχνητός φωτισμός είναι απαραίτητος σε κάθε κατοικία για τη συμπλήρωση του φυσικού φωτός, ειδικά κατά τις βραδινές ώρες ή σε χώρους με περιορισμένη πρόσβαση στο ηλιακό φως. Σε εσωτερικούς χώρους, όπως μπάνια, κουζίνες, αποθήκες και υπόγεια, όπου ο φυσικός φωτισμός είναι ανεπαρκής, ο τεχνητός φωτισμός διασφαλίζει την ορατότητα και την ασφάλεια. Επίσης, σε χώρους εργασίας, όπως γραφεία ή πάγκους κουζίνας. Παράλληλα, ο τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ατμόσφαιρας, αναδεικνύοντας την αισθητική του χώρου μέσω φωτιστικών που υπογραμμίζουν την αρχιτεκτονική, τα χρώματα και τα διακοσμητικά στοιχεία. Συνεπώς, ο σωστός σχεδιασμός και η επιλογή φωτιστικών σωμάτων είναι καθοριστικής σημασίας για τη λειτουργικότητα και την ατμόσφαιρα κάθε χώρου. Ο συνδυασμός αυτών των τεχνικών συμβάλλει στη δημιουργία κατοικιών που είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον, οικονομικά αποδοτικές και θερμικά άνετες. Στην παρακάτω φωτογραφία παρατηρούμε τον σχεδιασμό μιας υπόσκαφης κατοικίας (σε διάφορα ύψη και βάθη) με την βέλτιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

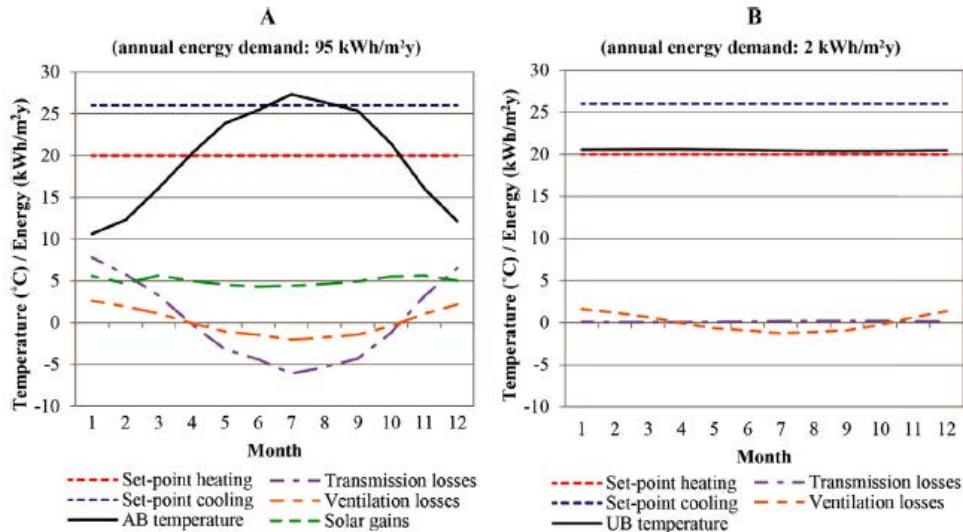
Επιπρόσθετα ο σωστός σχεδιασμός του αερισμού σε μια υποσκαφή κατοικία είναι θεμελιώδης για τη διασφάλιση υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση, αποτελώντας ταυτόχρονα βασικό στοιχείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Σε αυτές τις κατοικίες, η περιορισμένη επαφή με τον εξωτερικό αέρα και οι αυξημένες πιθανότητες συγκέντρωσης υγρασίας απαιτούν προσεκτική μελέτη των ανοιγμάτων, των διαμπερών ρευμάτων και της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα. Τεχνικές όπως η τοποθέτηση σωλήνων Venturi όπου χρησιμοποιείται για την ενίσχυση του φυσικού αερισμού , τοποθετείται στρατηγικά ώστε να εκμεταλλεύεται την κίνηση του αέρα, δημιουργώντας χαμηλή πίεση σε συγκεκριμένα σημεία και ενθαρρύνοντας τον αέρα να κυκλοφορεί από πιο ψυχρές σε πιο θερμές περιοχές. Άλλες τεχνικές αποτελούν η χρήση φεγγιτών ή φυσικών καμινάδων ενισχύουν τη ροή του αέρα, βελτιώνοντας τη θερμική άνεση χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός (κεφάλαιο 2) ενσωματώνει αυτές τις λύσεις, εκμεταλλευόμενος τις φυσικές δυνάμεις

για τη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος, ενώ ταυτόχρονα μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση. Έτσι, ο αερισμός συνδέεται άμεσα με την αειφορία και τη λειτουργικότητα της κατοικίας, εξασφαλίζοντας έναν χώρο φιλικό προς το περιβάλλον και τον χρήστη.

3.5 Ενεργειακή Αποδοτικότητα Υπόσκαφων χώρων

Οι υπόσκαφες κατασκευές αποτελούν μία από τις παλαιότερες μορφές αρχιτεκτονικής, αξιοποιώντας τη θερμομονωτική ιδιότητα του εδάφους για τη δημιουργία βιώσιμων και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, σχεδιασμένες να ενσωματώνονται στο φυσικό περιβάλλον. Αυτές οι κατασκευές προσφέρουν σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, μειώνοντας σημαντικά την ανάγκη για μηχανική θέρμανση και ψύξη. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός τους εξασφαλίζει ελάχιστες θερμικές απώλειες, ενώ ταυτόχρονα περιορίζει την κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας τις υπόσκαφες κατασκευές ιδανική επιλογή για περιοχές με ακραία κλιματικά φαινόμενα. Με τις σύγχρονες μεθόδους υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης, η συμβολή των υποσκαφών κατασκευών στην επίτευξη βιώσιμης αρχιτεκτονικής γίνεται πιο εμφανής, επιβεβαιώνοντας τη σημασία τους στην ανάπτυξη μηδενικής ή χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίων. Το Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας του Αϊντχόβεν στην Ολλανδία, σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποίησε μέσω μηνιαίων υπολογισμών της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης (θέρμανση και ψύξη), βάσει του προτύπου EN-ISO 13790, ερευνήθηκε η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας των υπόγειων κτιρίων μέσω της αξιοποίησης της θερμοκρασιακής σταθερότητας του εδάφους. Εξετάστηκαν παράμετροι όπως το βάθος των κτιρίων (2, 5 και 10 μέτρα), σε 15 διαφορετικά κλίματα. Τα παρακάτω διαγράμματα συγκρίνουν την ετήσια ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και ψύξη μεταξύ υπέργειων κτιρίων (Α) και υπόγειων κτιρίων (Β). Κάθε γράφημα αναλύει διαφορετικές παραμέτρους, όπως οι θερμικές απώλειες, τα ηλιακά κέρδη, και η εσωτερική θερμοκρασία, σε συνάρτηση με τους μήνες του έτους.

Εικόνα 28 Ενεργειακή ισορροπία ενός υπέργειου (αριστερά/Α) και ενός υπόγειου (δεξιά/Β) κτιρίου, δείχνει την αιτία της διαφοράς στην ετήσια ενεργειακή απαίτηση, για το κλίμα και τη χρήση κατοικίας

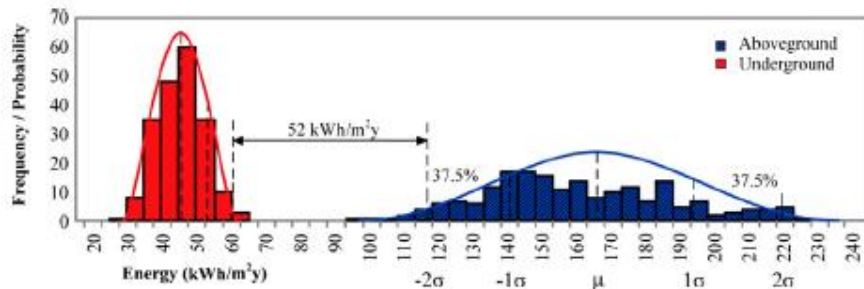


Πηγή: Eindhoven University of Technology, Netherlands

Το διάγραμμα Α, που αναφέρεται σε υπέργειο κτίριο, δείχνει ότι η ετήσια ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και ψύξη ανέρχεται σε 95 kWh/m²/έτος. Η θερμοκρασία του κτιρίου παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις λόγω των εξωτερικών επιδράσεων, όπως τα ηλιακά κέρδη και η εξωτερική θερμοκρασία. Επίσης, οι θερμικές απώλειες και οι απώλειες από τον αερισμό είναι σημαντικές, γεγονός που αυξάνει την ενεργειακή κατανάλωση. Το διάγραμμα Β αναφέρεται σε υπόγειο κτίριο, δείχνει ότι η ετήσια ενεργειακή ζήτηση είναι εξαιρετικά χαμηλή, μόλις 2 kWh/m²/έτος. Η θερμοκρασία του κτιρίου παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους χάρη στη θερμοκρασιακή σταθερότητα του εδάφους. Οι θερμικές απώλειες είναι πολύ μικρότερες σε σύγκριση με τα υπέργεια κτίρια, ενώ τα ηλιακά κέρδη είναι μηδαμινά λόγω της υπόγειας τοποθέτησης, ενισχύοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου.

Η Παρακάτω εικόνα περιγράφει τη **συχνότητα** και την **κατανομή πιθανότητας** της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση και ψύξη σε κτίρια που βρίσκονται σε κλίμα (τροπικό) και λειτουργούν ως κατοικίες.

Εικόνα 29 Κατανομή συχνοτήτων και κατανομή πιθανοτήτων της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης για το κλίμα και τη χρήση κατοικίας



Πηγή: Eindhoven University of Technology, Netherlands

Η καμπύλη κατανομής για τα **υπέργεια κτίρια**, που αντιπροσωπεύεται από την **κόκκινη κατανομή**, δείχνει υψηλότερη μέση ενεργειακή ζήτηση και μεγαλύτερη μεταβλητότητα στις τιμές. Αντίθετα, η καμπύλη για τα **υπόγεια κτίρια**, που είναι **μπλε**, παρουσιάζει πολύ χαμηλότερη μέση ενεργειακή ζήτηση και μικρότερη διασπορά, υποδεικνύοντας σταθερότερη ενεργειακή απόδοση λόγω της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους και μειωμένης έκθεσης σε εξωτερικούς παράγοντες. Η μέση διαφορά ενεργειακής ζήτησης μεταξύ υπέργειων και υπόγειων κτιρίων είναι 52 kWh/m²/έτος, με το 37,5% των υπέργειων κτιρίων να καταναλώνει πάνω από 137,5 kWh/m²/έτος, ποσοστό που μειώνεται σημαντικά στα υπόγεια κτίρια. Η χρήση της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους μειώνει την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και ψύξη σε σχέση με τα υπέργεια κτίρια. Ωστόσο, το μέγεθος της εξοικονόμησης εξαρτάται σημαντικά από το κλίμα, τη λειτουργία του κτιρίου, και τις εσωτερικές θερμικές αποδόσεις. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του υπεδάφους παραμένουν σχετικά σταθερές, σε αντίθεση με τις έντονες εποχιακές μεταβολές θερμοκρασίας που επηρεάζουν τα υπέργεια κτίρια. Στα θερμά κλίματα, η διατήρηση της θερμοκρασίας του κτιρίου χωρίς έντονες ανάγκες για θέρμανση ή ψύξη καθίσταται εφικτή, καθώς η υπόγεια θερμοκρασία παραμένει εντός των ορίων άνεσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το βάθος (από 2 έως 10 μέτρα) έχει μικρή ή μηδαμινή επίδραση στη συνολική ενεργειακή απόδοση. Σημαντική διακύμανση της θερμοκρασίας εμφανίζεται μόνο στο επιφανειακό επίπεδο των 2 μέτρων, ενώ από τα 5 μέτρα και κάτω, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Αυτή η σταθερότητα μειώνει την ανάγκη για θέρμανση και ψύξη, καθιστώντας τα υπόγεια κτίρια πιο ανθεκτικά σε μεταβολές εξωτερικών κλιματικών συνθηκών. Στη συνέχεια η ανάλυση έδειξε ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις, τα υπόγεια κτίρια με τις χειρότερες επιδόσεις είναι πιο αποδοτικά από τα υπέργεια κτίρια με τις καλύτερες επιδόσεις. Ωστόσο, δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη παράμετρος που να επηρεάζει απόλυτα σε όλες τις περιπτώσεις την ενεργειακή απόδοση. Σε θερμά κλίματα, οι εσωτερικές θερμικές αποδόσεις αυξάνουν σημαντικά την ενεργειακή ζήτηση, ενώ σε ψυχρά κλίματα μπορούν να καλύψουν σημαντικές απώλειες, μειώνοντας τη ζήτηση για θέρμανση. Η μείωση της ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση και ψύξη στα υπόγεια κτίρια μπορεί να

οδηγήσει σε οικονομική εξοικονόμηση και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λόγω της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών άνθρακα.

3.6 Πλεονεκτήματα των υπόσκαφων κατασκευών στη σύγχρονη εποχή

Στο παρελθόν, οι ανάγκες για κατοικία και υποδομές καλύπτονταν κυρίως από την επέκταση των πόλεων σε διαθέσιμες γαίες και από την ανέγερση υπέργειων κτιρίων. Ωστόσο, με την αλματώδη αύξηση του πληθυσμού και την έντονη αστικοποίηση των τελευταίων δεκαετιών, η γη στις αστικές περιοχές έχει καταστεί εξαιρετικά περιορισμένη και πολύτιμη. Οι σύγχρονες πόλεις αντιμετωπίζουν προβλήματα υπερπληθυσμού και περιορισμένων χώρων, κάτι που καθιστά επιτακτική την ανάγκη για καινοτόμες λύσεις. Η υπόγεια δόμηση έρχεται ως απάντηση σε αυτές τις πιέσεις, προσφέροντας νέες δυνατότητες για κατοικήσιμους, εμπορικούς και υποδομικούς χώρους χωρίς να επιβαρύνει την επιφάνεια της γης, διατηρώντας την για πράσινες και δημόσιες χρήσεις. Οι υπόγειοι χώροι εξυπηρετούν ποικίλες λειτουργίες, όπως αποθήκευση, κατοικίες

και πολιτικές υποδομές. Παραδείγματα τέτοιων υπόγειων κατασκευών είναι τα υπόγεια, τα υπόγεια ξενοδοχεία, γραφεία και βιομηχανικά κτίρια, υπόγεια εμπορικά κέντρα και εστιατόρια, αίθουσες εκθέσεων κ.ά. Για την αντιμετώπιση της έλλειψης αστικής γης, οι τοπικές κυβερνήσεις έχουν καταρτίσει ολοκληρωμένα σχέδια ανάπτυξης υπόγειων χώρων οι οποίοι μπορεί να προσφέρουν επιπλέον κατοικήσιμη έκταση 25-40%. Η Κίνα αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα. Η οικονομική της ανάπτυξη αυξάνεται σημαντικά αλλά το αστικό περιβάλλον διαβίωσης απειλείται αναπόφευκτα από διάφορα προβλήματα (όπως η έλλειψη αστικής γης, ο υπερπληθυσμός κ.ά.). Στην Ελλάδα, το πρόβλημα των πυκνοκατοικημένων περιοχών είναι ιδιαίτερα έντονο, ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα όπως η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη. Η περιορισμένη έκταση και η συνεχής αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις οδηγεί σε υπερβολική εκμετάλλευση της διαθέσιμης γης, με συνέπεια την ανεπάρκεια ανοιχτών και πράσινων χώρων, τη συμφόρηση στις υποδομές, και την επιβάρυνση της ποιότητας ζωής των κατοίκων. Η πυκνή δόμηση αυξάνει τα επίπεδα ρύπανσης και θορύβου, ενώ παράλληλα περιορίζει την ηλιακή ακτινοβολία και τον φυσικό αερισμό, στοιχεία απαραίτητα για ένα υγιές αστικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα, αρνητικά αποτελέσματα τα τελευταία χρόνια έχει επιφέρει στην Ελλάδα ο υπερ τουρισμός, διότι προκαλείται υπερφόρτωση υποδομών, περιβαλλοντική υποβάθμιση και αλλοίωση της τοπικής κουλτούρας σε ιδιαίτερα σε δημοφιλείς περιοχές. Η υπόσκαφη δόμηση μπορεί να αποτελέσει μια βιώσιμη λύση, καθώς ενσωματώνεται αρμονικά στο φυσικό τοπίο, μειώνει το ενεργειακό αποτύπωμα μέσω φυσικής θερμομόνωσης αξιοποιώντας τη γεωθερμία. Στον παρακάτω πίνακα επισημαίνονται τα πλεονεκτήματα της υπόγειας δόμησης :

Πίνακας 10 Πλεονεκτήματα της υπόγειας δόμησης

Σταθερό μικρόκλιμα	Παρέχουν σταθερή θερμοκρασία, εξοικονομώντας ενέργεια και διευκολύνοντας τον έλεγχο του κλίματος.
Θερμομόνωση από το έδαφος	Το έδαφος δρα ως φυσικό μονωτικό υλικό, προστατεύοντας τους χώρους από έντονες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και φυσικές καταστροφές. (κεφ 3.5)
Προστασία από εξωτερικούς κινδύνους	Παρέχουν ασφάλεια από καιρικές συνθήκες, σεισμούς και άλλους φυσικούς κινδύνους, έτσι απαιτούν λιγότερη συντήρηση, γεγονός που μειώνει το κόστος και τις ανάγκες σε πόρους, προσδίδοντας αντοχή στον χρόνο.
Αποσυμφόρηση των αστικών περιοχών	Επιτρέπουν τη μεταφορά υποδομών και χρήσεων κάτω από την επιφάνεια, απελευθερώνοντας πολύτιμους ανοιχτούς χώρους για πράσινες και δημόσιες χρήσεις.
Ακουστική προστασία	Το έδαφος παρέχει φυσική ηχομόνωση, μειώνοντας τον θόρυβο από το εξωτερικό περιβάλλον.

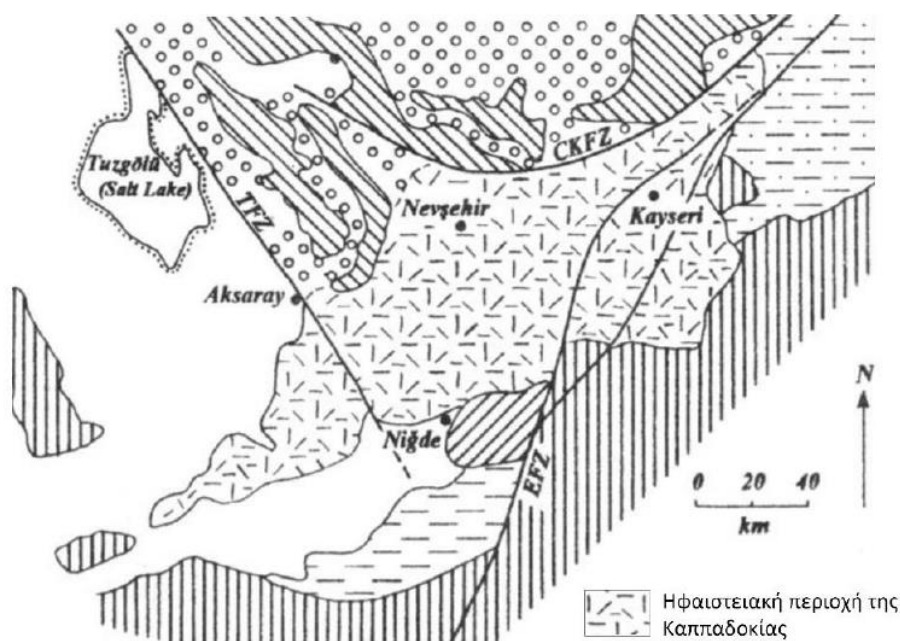
Ασφάλεια και ιδιωτικότητα	Προσφέρουν αυξημένη ιδιωτικότητα και προστασία από εξωτερικές απειλές και παραβιάσεις

Πηγή : Ιδία επεξεργασία

3.7 Χαρακτηριστικά παραδείγματα Υπόσκαφης Αρχιτεκτονικής

Η υπόγεια αρχιτεκτονική είναι η αρχιτεκτονική της αφαίρεσης και της στενής επαφής με τη γη. Οι λόγοι για τη δημιουργία υπόγειων χώρων διαβίωσης είναι ποικίλοι και εξαρτώνται από την εκάστοτε χρονική περίοδο, την περιοχή και τις συνθήκες. Ο βασικός παράγοντας είναι η μορφολογία του τοπίου. Οι τοπογραφικές συνθήκες, σε συνδυασμό με τον φόβο επιθέσεων, οδήγησαν στην αναζήτηση καταφυγίων σε απόκρημνες πλαγιές ή κοιλάδες σε βράχους. Παράλληλα, οικονομικοί λόγοι έπαιξαν ρόλο, καθώς η κατασκευή υπόγειων χώρων ήταν τόσο οικονομική όσο και αποτελεσματική από άποψη χρόνου. Τέλος, θρησκευτικοί λόγοι, όπως οι διώξεις των πρώτων Χριστιανών, ανάγκασαν τους ανθρώπους να κρύβονται σε υπόγειες κατοικίες, γεγονός που αποτέλεσε κίνητρο για την κατασκευή τους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα υπόγειας αρχιτεκτονικής σε ηφαιστειογενές έδαφος είναι αυτό της **Καππαδοκίας** (στην περιοχή της κεντρικής Ανατολίας μεταξύ των πόλεων Ακσαράι, Νίγδη, Νεβσεχίρ και Καισάρεια).

Εικόνα 30 Χωρικοί κατανομή των γεωλογικών χαρακτηριστικών στην περιοχή της Καππαδοκίας



Πρόκειται για ένα εκτεταμένο οροπέδιο γεμάτο γεωλογικούς σχηματισμούς με ιδιαίτερο μορφολογικό ενδιαφέρον, με φαράγγια και αμέτρητους παράξενους κούφιους βράχους διαφόρων σχημάτων (κωνικά ή σε μορφή πυραμίδων). Η γεωλογική διαμόρφωση της Καππαδοκίας οφείλεται στη έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα που σημειώθηκε στην περιοχή πριν από 50.000.000 χρόνια. Ο υψηλός βαθμός διάβρωσης, που έδωσε το σημερινό του σχήμα, οφείλεται στους ιδιαίτερα ισχυρούς ανέμους, τις βροχοπτώσεις και τη δραστηριότητα των ποταμών και των χειμάρρων. Η τυπολογία των διάφορων υπόγειων κατασκευών διαφέρει σε μέγεθος και πολυπλοκότητα. Οι ηφαιστειακοί βράχοι ήταν μαλακοί και εύκολα λαξεύσιμοι, γι' αυτό ο κατασκευαστής μπορούσε να τους λαξεύσει εύκολα εσωτερικά, δημιουργώντας δωμάτια γύρω από έναν κεντρικό χώρο στο μπροστινό μέρος του βράχου, ο οποίος λαξεύονταν πρώτος. Εάν ο βράχος ήταν ψηλός, υπήρχε η δυνατότητα κατασκευής πολυώροφων διαμερισμάτων, ενώ αν ήταν πλατύς, μπορούσαν να κατασκευαστούν πολλές κατοικίες στη σειρά. Τα είδη των χώρων που παρατηρούνται περιλαμβάνουν κελιά ασκητών, κατοικίες, εκκλησίες, μοναστήρια και πολυώροφους υπόγειους οικισμούς. Η βασική ιδέα ήταν η προσαρμογή κάθε χώρου στο περιβάλλον, γεγονός που καθιστά κάθε μέρος μοναδικό, χωρίς αυστηρά προκαθορισμένα κριτήρια, αλλά με σεβασμό στο φυσικό τοπίο. Επιπλέον, αν και τα περισσότερα κτίρια δεν διαθέτουν εξωτερικά διακοσμητικά στοιχεία, στο εσωτερικό υπάρχουν περίτεχνες τοιχογραφίες και ανάγλυφες διακοσμήσεις.

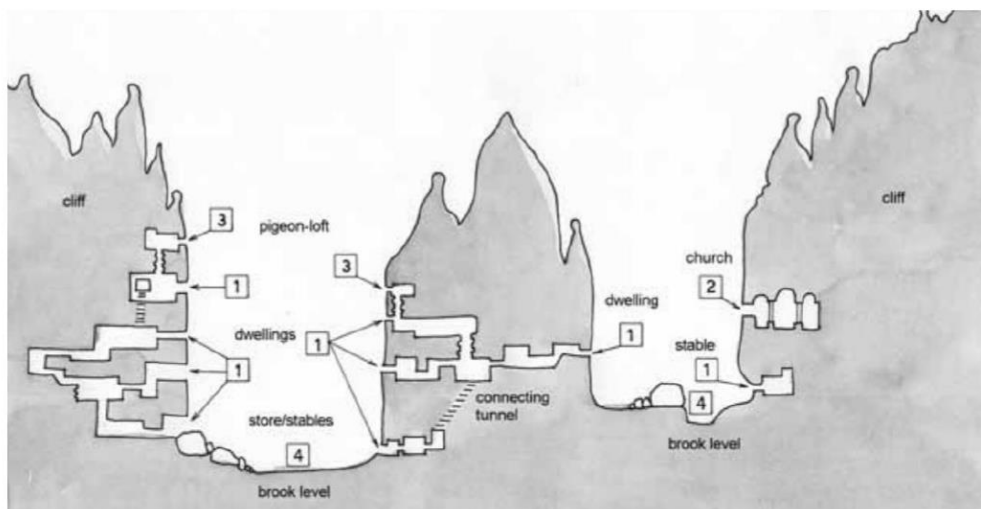
Εικόνα 31 εσωτερικός χώρος υπόγειας κατοικίας της καππαδοκίας



Πιο συγκεκριμένα, η υπόγεια πόλη της Μαλακοπής αποτελεί ένα παράδειγμα προσαρμοσμένης αρχιτεκτονικής στο φυσικό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας τοπικά υλικά και στρατηγικές που διασφαλίζουν τη βιωσιμότητα των κατασκευών. Η υπόγεια πόλη κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από ηφαιστειακό τόφο, ένα μαλακό αλλά ανθεκτικό πέτρωμα που λάξευαν οι κάτοικοι, επιτρέποντας τη δημιουργία εκτεταμένων υπόγειων χώρων χωρίς τη χρήση πρόσθετων υλικών. Ο σχεδιασμός της βασίστηκε στις πρακτικές μεθόδους του παθητικού βιοκλιματικού σχεδιασμού (κεφάλαιο 1.3) , εκμεταλλευόμενος τη θερμομονωτική ικανότητα του τόφου, που διατηρούσε τη θερμοκρασία σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Για τον αερισμό και τον φωτισμό χρησιμοποιήθηκαν κατακόρυφα φρεάτια, τα οποία εξασφάλιζαν την κυκλοφορία του αέρα, αποτρέποντας τη συσσώρευση της υγρασίας κάνοντας καλύτερες τις συνθήκες διαβίωσης. Οι χώροι οργανώθηκαν με κεντρικούς άξονες κυκλοφορίας, επιτρέποντας τη λειτουργική διαίρεση της πόλης καθώς η κατασκευή της εκτεινόταν σε τουλάχιστον οκτώ επίπεδα και είχε βάθος 85 μέτρων. Με αυτόν τον τρόπο η υπόγεια πόλη προστατευόταν από ακραία καιρικά φαινόμενα (έντονη ηλιακή ακτινοβολία, παγετό, ισχυρούς ανέμους καθώς υπήρχε η δυνατότητα φιλοξενίας χιλιάδων ανθρώπων με πλήθος υποδομών, όπως αποθήκες τροφίμων, κουζίνες, πάγκους εργασίας, εκκλησίες, πρέσες λαδιού και κρασιού, φρεάτια, πηγάδια και ένα θρησκευτικό σχολείο. Η ιστορία της Μαλακοπής (Derinkuyu) εκτείνεται σε χιλιετίες, ξεκινώντας από την εποχή των Χετταίων (17ος-12ος αι. π.Χ.), οι οποίοι πιθανότατα δημιούργησαν τα πρώτα υπόγεια καταφύγια για προστασία από επιδρομές. Στους επόμενους αιώνες, οι Φρύγες φαίνεται πως επέκτειναν αυτές τις κατασκευές, διαμορφώνοντας τα πρώτα οργανωμένα δίκτυα υπόγειων χώρων. Κατά τη Βυζαντινή περίοδο (4ος-12ος αι. μ.Χ.), η πόλη γνώρισε τη μεγαλύτερη ανάπτυξή της, αποτελώντας ασφαλές καταφύγιο για τους χριστιανούς κατοίκους από τις

αραβικές επιδρομές. Μετά την Οθωμανική κατάκτηση (15ος αι.), οι υπόγειοι χώροι χρησιμοποιήθηκαν κυρίως ως προσωρινά καταφύγια για τους Έλληνες Καππαδόκες. Ακόμη και κατά τον 20ό αιώνα, οι Έλληνες κάτοικοι της περιοχής κατέφευγαν στους υπόγειους χώρους προκειμένου να προστατευθούν από τις επανειλημμένες διώξεις που υφίσταντο. Τελικά, με την υποχρεωτική ανταλλαγή πληθυσμών μεταξύ Ελλάδας και Τουρκίας το 1923, η πόλη εγκαταλείφθηκε, οδηγώντας σταδιακά στην εγκατάλειψη και των υπόγειων εγκαταστάσεών της.

Εικόνα 32 Σχηματική τομή υπόσκαφων οικήσεων σκαμμένο σε βράχο



Πηγή : Bixio 2004

Στη σύγχρονη εποχή, η Καππαδοκία αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους τουριστικούς προορισμούς παγκοσμίως, διατηρώντας την ιστορική και πολιτιστική της κληρονομιά ενώ προσαρμόζεται στις σύγχρονες ανάγκες. Οι λαξευτές εκκλησίες, οι μοναδικές υπόγειες πόλεις, και οι χαρακτηριστικοί γεωλογικοί σχηματισμοί έχουν αναγνωριστεί ως Μνημεία Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO. Η περιοχή έχει επηρεαστεί από τη ραγδαία ανάπτυξη του τουρισμού, με την αξιοποίηση των παραδοσιακών σπηλιών σε ξενοδοχεία, εστιατόρια και χώρους πολιτισμού, που συνδυάζουν την αυθεντικότητα με τη σύγχρονη πολυτέλεια. Παράλληλα, έχει γίνει κέντρο για υπαίθριες δραστηριότητες, όπως πτήσεις με αερόστατο και πεζοπορία, ενώ συνεχίζει να αποτελεί σημείο ενδιαφέροντος για ερευνητές λόγω της γεωλογικής, αρχαιολογικής και θρησκευτικής της σημασίας. Η πολιτιστική ταυτότητα της Καππαδοκίας ενσωματώνει επιρροές από τις ιστορικές περιόδους που τη σημάδεψαν, όπως η βυζαντινή τέχνη και αρχιτεκτονική, αλλά και την οθωμανική κληρονομιά, σε συνδυασμό με τη μοντέρνα αισθητική και τεχνολογία. Η περιοχή αναδεικνύεται ως

παράδειγμα διαχρονικής προσαρμογής, όπου το παρελθόν συναντά το παρόν, προσελκύοντας επισκέπτες και ερευνητές από όλο τον κόσμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

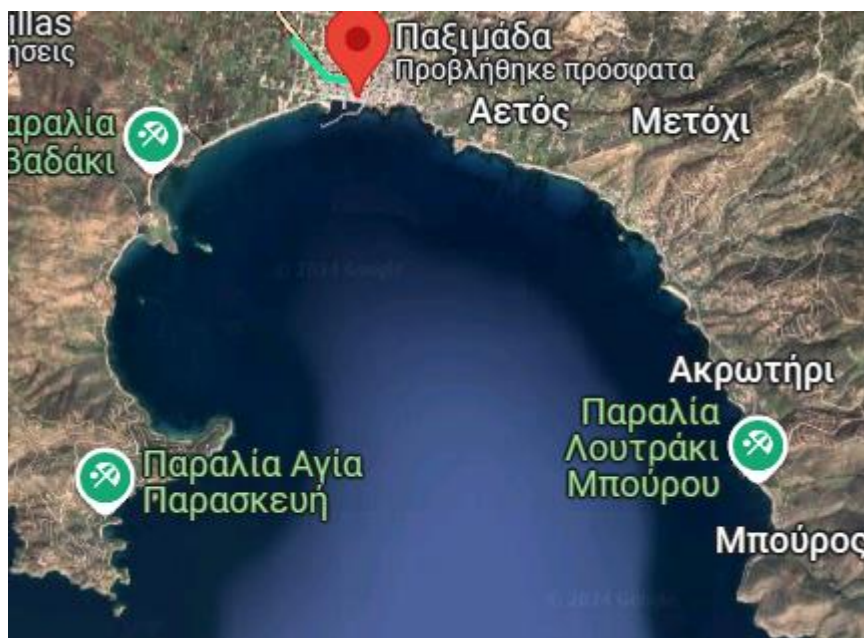
4.1 Ανάλυση ευρύτερης περιοχής για την επιλογή υπόσκαφης κατοικίας

Η Εύβοια, το δεύτερο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας, διαθέτει ποικιλόμορφη τοπογραφία και γεωμορφολογία που την καθιστούν γεωγραφικά και φυσικά ξεχωριστή. Εκτείνεται κατά μήκος της ανατολικής ακτής της Στερεάς Ελλάδας με μήκος περίπου 180 χιλιομέτρων και πλάτος που κυμαίνεται από 6 έως 45 χιλιόμετρα. Το ανάγλυφό της είναι έντονο, με μια διαδοχή ορεινών όγκων, εύφορων πεδιάδων, κοιλάδων και ακτογραμμών που περιβάλλονται από το Αιγαίο Πέλαγος στα ανατολικά και τον Ευβοϊκό Κόλπο στα δυτικά. Η Εύβοια χωρίζεται τοπογραφικά σε τρεις ζώνες: τη βόρεια, την κεντρική και τη νότια. Στη βόρεια Εύβοια, κυριαρχεί το καταπράσινο τοπίο, με χαμηλότερους λόφους και ορεινούς όγκους όπως το όρος Κανδήλι, ενώ το κλίμα είναι πιο ήπιο λόγω της γειτνίασης με τον Παγασητικό Κόλπο. Στην κεντρική Εύβοια δεσπόζει το όρος Δίρφυς, το υψηλότερο του νησιού, με ύψος που φτάνει τα 1.743 μέτρα. Η Δίρφυς, με το απόκρημνο ανάγλυφο και τις βαθιές χαράδρες της, δημιουργεί εντυπωσιακές γεωμορφολογικές εικόνες. Στη νότια Εύβοια όπου βρίσκεται και η περιοχή μελέτης μας κυριαρχούν πιο ξηρά τοπία με βραχώδεις σχηματισμούς και χαμηλότερα βουνά, όπως η Όχη, που φτάνει σε ύψος 1.398 μέτρα. Η περιοχή αυτή είναι γνωστή για την άγρια ομορφιά της, καθώς και για τα μοναδικά γεωλογικά της χαρακτηριστικά. Η γεωμορφολογία του νησιού είναι εξαιρετικά ενδιαφέρουσα, με πετρώματα κυρίως μεταμορφωσιγενή, όπως μάρμαρα και σχιστόλιθοι, που αποκαλύπτουν την μακρά γεωλογική ιστορία της. Οι ακτογραμμές της είναι ποικίλες, από απόκρημνα βράχια και μικρούς όρμους μέχρι αμμώδεις παραλίες, που καθιστούν την Εύβοια γεωλογικά μοναδική. Οι υποθαλάσσιες κλίσεις της είναι απότομες, ενώ η δράση του νερού και του ανέμου έχει δημιουργήσει σχηματισμούς που εντυπωσιάζουν. Συνολικά, η Εύβοια συνδυάζει την πλούσια γεωλογική ιστορία της με ένα έντονα διαφοροποιημένο φυσικό τοπίο, προσφέροντας μια μοναδική εμπειρία στους επισκέπτες και τους φυσιολάτρες.

Πιο συγκεκριμένα, η Παξιμάδα που αποτελεί και την περιοχή μελέτης μας βρίσκεται κατά μήκος της νοτιοανατολικής παραλιακής ζώνης. Χαρακτηρίζεται από ένα μωσαϊκό βραχωδών ακτών, μικρών όρμων και αμμωδών παραλιών, προσφέροντας μοναδική θέα στη γαλάζια θάλασσα. Η γεωμορφολογία της περιοχής αναδεικνύεται μέσα από τους σκληρούς, διαβρωμένους βράχους που διαμορφώθηκαν από τη μακροχρόνια επίδραση των κυμάτων και των ανέμων. Το έδαφος της περιοχής είναι ποικιλόμορφο, με χαμηλούς λόφους, σχιστόλιθους και μάρμαρα, που μαρτυρούν τη γεωλογική ιστορία της Εύβοιας. Στην ενδοχώρα της Παξιμάδας

παρατηρούνται κοιλάδες και κατακερματισμένα υψώματα, δημιουργώντας ένα φυσικό ανάγλυφο γεμάτο αντιθέσεις.

Εικόνα 33 Google maps



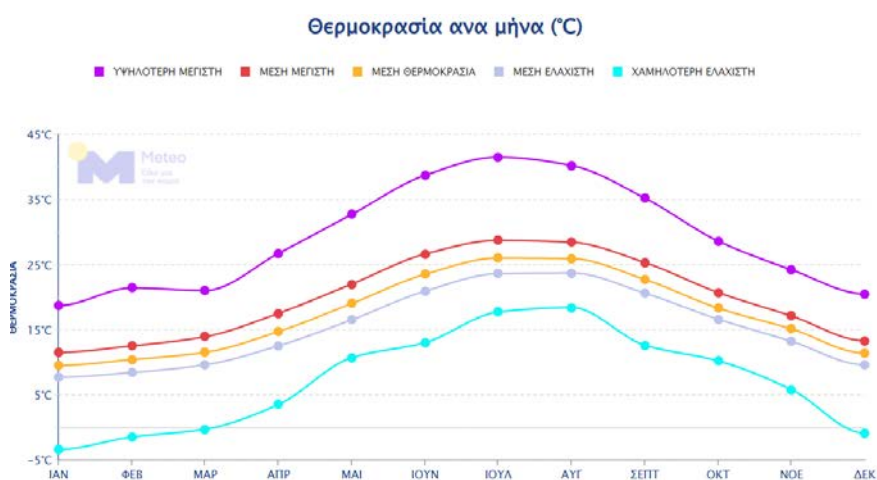
Πηγή : Google maps

4.2 Κλιματολογικές Συνθήκες περιοχής

Η κατάταξη των περιοχών σε κλιματικές ζώνες σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) βασίζεται σε ένα σύνολο κλιματολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων, τα οποία επηρεάζουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των κτιρίων. Ένα από τα βασικότερα κριτήρια είναι οι βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης, οι οποίες υπολογίζονται βάσει της διαφοράς μεταξύ της μέσης ημερήσιας εξωτερικής θερμοκρασίας και μιας καθορισμένης θερμοκρασίας αναφοράς. Οι περιοχές με μεγαλύτερο αριθμό βαθμομερών θέρμανσης απαιτούν αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση για τη διατήρηση θερμικής άνεσης τον χειμώνα, ενώ οι περιοχές με υψηλό αριθμό βαθμομερών ψύξης έχουν αυξημένες ανάγκες για δροσισμό κατά τη θερινή περίοδο. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν η μέση ετήσια θερμοκρασία και οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, καθώς περιοχές με ψυχρότερα κλίματα απαιτούν διαφορετικές ενεργειακές στρατηγικές σε σύγκριση με θερμότερες περιοχές. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι επίσης κρίσιμος παράγοντας, καθώς επηρεάζει τόσο τη θέρμανση όσο και την υπερθέρμανση των κτιρίων. Οι βροχοπτώσεις και η υγρασία επιδρούν στη θερμική άνεση και μπορούν να επηρεάσουν την ανάγκη για θέρμανση ή αφύγρανση των εσωτερικών χώρων. Τέλος, η ένταση και η συχνότητα των ανέμων επηρεάζει τις θερμικές απώλειες, ιδίως σε περιοχές με υψηλή έκθεση σε δυνατούς ανέμους, όπου απαιτούνται πιο αποτελεσματικά μέτρα θερμομόνωσης. Βάσει αυτών των παραμέτρων, η ελληνική επικράτεια χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ και Δ). Η Κλιματική Ζώνη Α

περιλαμβάνει τις θερμότερες περιοχές με ήπιους χειμώνες και αυξημένες ανάγκες ψύξης (π.χ. νότια νησιωτική Ελλάδα), ενώ η Κλιματική Ζώνη Δ καλύπτει τις περιοχές με τους ψυχρότερους χειμώνες και τις υψηλότερες ανάγκες θέρμανσης (π.χ. ορεινή βόρεια Ελλάδα). Οι Ζώνες Β και Γ αντιπροσωπεύουν ενδιάμεσες κλιματικές συνθήκες, με την Εύβοια να κατατάσσεται τόσο στη Ζώνη Β (βόρεια Εύβοια) όσο και στη Ζώνη Γ (νότια Εύβοια, συμπεριλαμβανομένης της Καρύστου όπου βρίσκεται η περιοχή μελέτης), λόγω των διαφορών στις κλιματολογικές συνθήκες μεταξύ των δύο περιοχών.

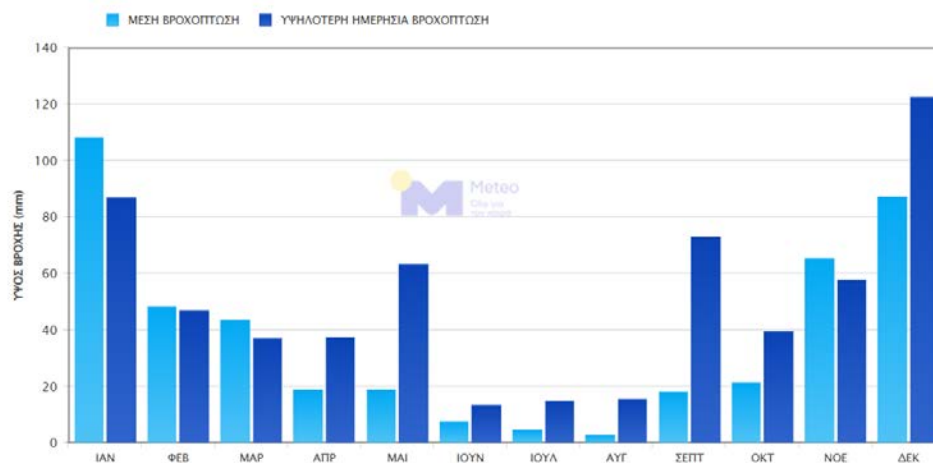
Εικόνα 34 Μηνιαίες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις (2015-2024) Παξιμάδα Καρύστου



Πηγή: meteo

Η παραπάνω γραφική παράσταση παρουσιάζει τις θερμοκρασίες ανά μήνα για τα έτη (2015-2024) στην περιοχή Παξιμάδα της Καρύστου, διαχωρίζοντας τις μέγιστες, τις μέσες και τις ελάχιστες τιμές της. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη θερμοκρασία κορυφώνεται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο (περίπου 35°C), ενώ η χαμηλότερη ελάχιστη σημειώνεται τον Ιανουάριο (περίπου 0°C). Οι μέσες τιμές παρουσιάζουν ομαλή αύξηση από την άνοιξη, φτάνοντας στο αποκορύφωμα το καλοκαίρι και μειώνονται το φθινόπωρο. Αυτό αποτυπώνει το τυπικό μεσογειακό κλίμα με ζεστά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες.

Εικόνα 35 Βροχοπτώσεις στην Περιοχή της Παξιμάδας Καρύστου



Πηγή meteo

Σύμφωνα με την παραπάνω γραφική παράσταση που παρουσιάζει τη μέση και τη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά μήνα, υποδεικνύοντας την κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του έτους. Παρατηρείται ότι οι βροχοπτώσεις είναι εντονότερες τους χειμερινούς μήνες, με κορύφωση τον Ιανουάριο και τον Δεκέμβριο, όπου η μέση βροχόπτωση ξεπερνά τα 100 mm. Οι καλοκαιρινοί μήνες (Ιούλιος και Αύγουστος) εμφανίζουν τη μικρότερη βροχόπτωση, σχεδόν μηδαμινή. Από τον Σεπτέμβριο και μετά, οι βροχοπτώσεις αυξάνονται σταδιακά, σηματοδοτώντας την έναρξη της φθινοπωρινής και χειμερινής περιόδου.

4.3 Βιοκλιματικά κριτήρια σχεδιασμού, μελέτη περίπτωσης (Κάρυστος)

Η παρούσα αρχιτεκτονική μελέτη αφορά το σχεδιασμό τριών νέων κατοικιών με Υπόσκαφα τμήματα, πατάρι, στέγαστρα (πέργκολες) και ανοιχτές δεξαμενές. Το οικόπεδο βρίσκεται στη θέση "Παξιμάδα", Δ.Ε. Καρύστου, του Δήμο Καρύστου, Π.Ε. Ευβοίας.

Εικόνα 36 Θέση του οικοπέδου



Πηγή : google earth

Η παραθεριστική κατοικία πληροί τα κριτήρια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και ενσωματώνει στρατηγικές που μειώνουν την ενεργειακή κατανάλωση, μεγιστοποιούν τη χρήση φυσικών πόρων και διατηρούν υψηλό επίπεδο άνεσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Οι βασικοί τομείς βιοκλιματικού σχεδιασμού που έχουν αξιοποιηθεί στον σχεδιασμό της κατοικίας περιλαμβάνουν:

Πίνακας 11 Προδιαγραφές βιοκλιματικού σχεδιασμού της κατοικίας μελέτης

Προσανατολισμός
Θερμική μόνωση
Χρήση Τοπικών και Φυσικών Υλικών
Διαχείριση Ηλιασμού και Σκίασης
Διαχείριση Υδάτινων Πόρων
Ενσωμάτωση της Κατοικίας στο Φυσικό Τοπίο

Αναλυτικότερα

Η υπόσκαφη παραθεριστική κατοικία στην Κάρυστο σχεδιάστηκε με γνώμονα τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αξιοποιώντας στο έπακρο τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής για τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση και θερμική άνεση. **Ο προσανατολισμός της κατοικίας** αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στη λειτουργικότητά της, με τα νότια ανοίγματα να επιτρέπουν τη μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα και την αποφυγή της

υπερθέρμανσης το καλοκαίρι μέσω κατάλληλων σκιάστρων, πέργκολων και φυτεύσεων. Παράλληλα, **ο διαμπερής αερισμός** διασφαλίζει τη φυσική ανανέωση του αέρα, συμβάλλοντας στη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων για ψύξη. **Η θερμική μόνωση των τοίχων και των δαπέδων, σε συνδυασμό με την αξιοποίηση του εδάφους στις υπόσκαφες κατασκευές**, διατηρεί σταθερή εσωτερική θερμοκρασία, ενώ η εφαρμογή παθητικών συστημάτων ψύξης, όπως φυτεμένες στέγες και υδάτινες επιφάνειες, ενισχύει τη θερμική σταθερότητα χωρίς την ανάγκη μηχανικών μέσων. **Η χρήση τοπικών και φυσικών υλικών**, όπως η πέτρα και το ξύλο, ελαχιστοποιεί το ενεργειακό αποτύπωμα της κατασκευής, ενισχύοντας την ένταξή της στο τοπίο. Επιπλέον, **η διαχείριση του ηλιασμού** επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλων σκιαστικών στοιχείων και της έξυπνης χωροθέτησης των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, ώστε να δημιουργείται ένα ευχάριστο και δροσερό μικροκλίμα. Η ορθολογική **διαχείριση των υδάτινων πόρων** διασφαλίζεται με τη συλλογή και απορροή των όμβριων υδάτων μέσω υδρορροών και διαπερατών επιφανειών, συμβάλλοντας στην ανατροφοδότηση του υδροφόρου ορίζοντα και στη μείωση του κινδύνου πλημμυρικών φαινομένων. Η αρχιτεκτονική της κατοικίας ακολουθεί τις φυσικές κλίσεις του εδάφους, ενσωματώνεται στο περιβάλλον με φυτεμένα δώματα που ενισχύουν τη βιοποικιλότητα, ενώ **η διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων με τοπική βλάστηση** μειώνει την ανάγκη για άρδευση. Έτσι, η κατοικία δεν λειτουργεί ως ξένο σώμα στο φυσικό τοπίο της Καρύστου, αλλά αποτελεί οργανικό τμήμα του, αξιοποιώντας τη γεωγραφική της θέση και τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες για τη δημιουργία ενός άνετου, λειτουργικού και ενεργειακά αποδοτικού χώρου διαβίωσης.

4.4 Κτιριολογικό Πρόγραμμα & λειτουργική διαρρύθμιση

Η κατοικία μελέτης αποτελεί ένα αρχιτεκτονικό παράδειγμα σύγχρονου βιοκλιματικού σχεδιασμού, αξιοποιώντας τόσο την τοπογραφία του εδάφους όσο και τις αρχές της ενεργειακής αποδοτικότητας. Το κτιριολογικό της πρόγραμμα είναι οργανωμένο σε τρεις διακριτές ζώνες βασισμένες σε ένα πολυεπίπεδο σχεδιασμό, οι οποίες ακολουθούν τη φυσική κλίση του εδάφους, μειώνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κτιρίου και εξασφαλίζοντας τη βέλτιστη προσαρμογή στο τοπίο. Η κατοικία διαχωρίζει τους ιδιωτικούς από τους κοινόχρηστους χώρους, ενώ παράλληλα επιτυγχάνει την ομαλή μετάβαση από το τεχνητό στο φυσικό περιβάλλον. Στο ανώτερο επίπεδο βρίσκεται ο χώρος στάθμευσης, προστατευμένος από μια ελαφριά κατασκευή που προσφέρει σκίαση, μειώνοντας την υπερθέρμανση των οχημάτων και ενισχύοντας τη λειτουργικότητα της κατοικίας. Σε αυτό το επίπεδο, αναπτύσσονται επίσης κύριοι χώροι διαβίωσης, όπως το καθιστικό, η τραπεζαρία και η κουζίνα, οι οποίοι είναι στρατηγικά τοποθετημένοι ώστε να εκμεταλλεύονται τη φυσική ηλιακή ακτινοβολία και να διασφαλίζουν ανεμπόδιστη θέα προς το τοπίο. Τα μεγάλα ανοίγματα επιτρέπουν τον φυσικό φωτισμό και αερισμό, μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και

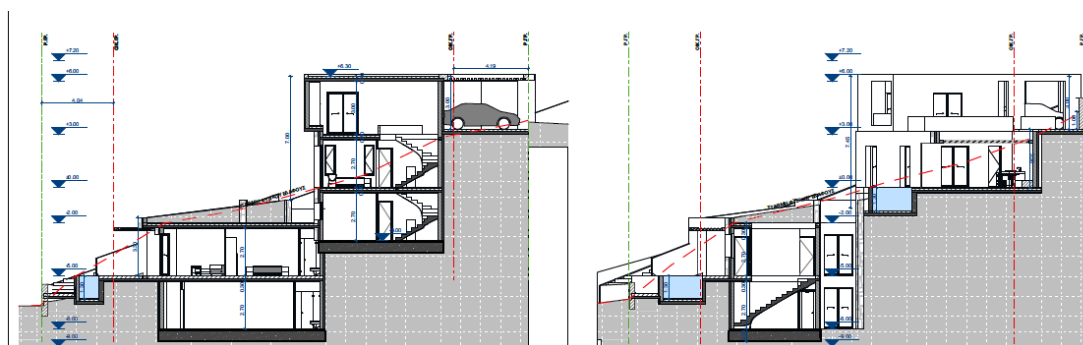
μηχανικά συστήματα κλιματισμού. Επιπλέον, η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, όπως η θερμική μάζα των πέτρινων τοίχων, συμβάλλει στη διατήρηση της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό.

Το μεσαίο επίπεδο περιλαμβάνει τις ιδιωτικές λειτουργίες της κατοικίας, όπως τα υπνοδωμάτια και τους χώρους υγιεινής, τα οποία είναι ενσωματωμένα στη φυσική γεωμορφολογία του εδάφους μέσω υπόσκαφων κατασκευών. Η επιλογή αυτή εξασφαλίζει φυσική θερμική μόνωση, καθώς η γη λειτουργεί ως μονωτικό υλικό, διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή και μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητή θέρμανση ή ψύξη. Τα ανοίγματα στα υπνοδωμάτια είναι μελετημένα ώστε να επιτρέπουν τον διαμπερή αερισμό, βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα και μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής συσσώρευσης κατά τους θερινούς μήνες. Παράλληλα, οι ημιυπαίθριοι χώροι που πλαισιώνουν τις ιδιωτικές ζώνες προσφέρουν φυσική σκίαση και προστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, δημιουργώντας ευχάριστους εξωτερικούς χώρους διαβίωσης. Στο χαμηλότερο επίπεδο, η κατοικία επεκτείνεται προς το τοπίο μέσω ενός οργανωμένου υπαίθριου χώρου, ο οποίος περιλαμβάνει καθιστικά, υδάτινα στοιχεία και φυτεμένες επιφάνειες. Τα υπόσκαφα τμήματα σε αυτό το επίπεδο λειτουργούν ως χώροι φιλοξενίας ή δευτερεύοντες χώροι χρήσης, διατηρώντας τη θερμική τους σταθερότητα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η ύπαρξη υδάτινων στοιχείων, όπως η κολυμβητική δεξαμενή και τα μικρότερα κανάλια νερού, συμβάλλει στη ρύθμιση του μικροκλίματος, δημιουργώντας μια αίσθηση δροσιάς και μειώνοντας τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέσω της εξάτμισης. Οι φυτεμένες στέγες και οι διαμορφώσεις με τοπική βλάστηση ενισχύουν περαιτέρω τη θερμική άνεση, ενώ παράλληλα προστατεύουν το κτίριο από την υπερθέρμανση και εναρμονίζουν την αρχιτεκτονική με το τοπίο. Η επιλογή των υλικών βασίζεται σε αρχές βιωσιμότητας, με την πέτρα να αποτελεί κυρίαρχο δομικό στοιχείο, προσφέροντας θερμική μάζα, αντοχή και αισθητική εναρμόνιση με το περιβάλλον. Το ξύλο και άλλα φυσικά υλικά χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σκιάστρων και ημιυπαίθριων χώρων, προσδίδοντας ζεστασιά και ενισχύοντας τη σχέση του κτιρίου με το τοπίο. Οι διαπερατές επιφάνειες στους εξωτερικούς χώρους επιτρέπουν την αποστράγγιση των όμβριων υδάτων, αποτρέποντας τη διάβρωση του εδάφους και ενισχύοντας τη φυσική ανατροφοδότηση του υδροφόρου ορίζοντα. Συνολικά, το κτιριολογικό πρόγραμμα της κατοικίας είναι στενά συνδεδεμένο με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, διαμορφώνοντας ένα σύνολο που ενσωματώνεται στο τοπίο, αξιοποιεί τις φυσικές πηγές ενέργειας και προάγει μια αρμονική σχέση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.

Εικόνα 37 Φωτογραφία κατοικίας



Εικόνα 38 Τομές κατοικίας



ΤΟΜΗ 1-1

ΤΟΜΗ 2-2

Εικόνα 39 Νότια Όψη



4.5 Πολεοδομικά οφέλη της υπόσκαφης κατοικίας

Το γήπεδο έχει νοτιοανατολικό προσανατολισμό και κλίση από βορρά προς νότο. Το γήπεδο έχει έκταση 693,97 τ.μ. Ο σχεδιασμός της παρούσας κατοικίας τηρεί όλες τις διατάξεις της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα ακολουθεί τις διατάξεις του Δ/ΓΜΑ 4-8-1993 - ΦΕΚ 1017/Δ/1993 και του Νέου Οικοδομικού Κανονισμού Φ.Ε.Κ. 289 ΑΑΠ / 4 -11- 2011 και του Νέου Οικοδομικού Κανονισμού Φ.Ε.Κ. 79 / 9 -04-2012. Γίνεται εφαρμογή των διατάξεων που αφορούν τα υπόσκαφα κτίρια βάση ΝΟΚ Φ.Ε.Κ. 79 / 9 -04-2012.

Πίνακας 12 Όροι δόμησης

Όροι δόμησης	
Επιτρεπόμενη κάλυψη	138,80τ.μ.
Επιτρεπόμενη δόμηση	120,00 τ.μ.
Μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος	12,00. μ.

Πίνακας 13

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΡΟΦΟΙ	ΕΜΒΑΔΟ Μ ² ΕΝΤΟΣ ΔΟΜΗΣΗΣ	ΥΠΟΣΚΑΦΟ ΤΜΗΜΑ —	ΕΜΒΑΔΟ Μ ² ΕΚΤΟΣ ΔΟΜΗΣΗΣ	Όγκος Μ ³
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Α	Ενιαίο κτίσμα με πατάρι και υπόγειο σε 3 επίπεδα	58,83τμ		86,05τμ	282,79κμ
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Β	Ενιαίο υπόσκαφο κτίσμα με υπόγειο σε 2 επίπεδα	29,02τμ	✓	61,28τμ	96,78κμ
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Γ	Ενιαίο υπόσκαφο κτίσμα με υπόγειο σε 2 επίπεδα	29,02τμ	✓	61,28τμ	96,78κμ

Πίνακας 14

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΠΙΤΡΠΟΜΕΝΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ
ΕΜΒΑΔΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ		693,97 τ.μ.
ΚΑΛΥΨΗ	138,80 τ.μ.	126,86 τ.μ.
ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ		1

ΔΟΜΗΣΗ	120,00 τ.μ.	116,87 τ.μ.
--------	-------------	-------------

ΕΜΒΑΔΟ ΕΚΤΟΣ ΔΟΜΗΣΗ + ΕΜΒΑΔΟ ΕΝΤΟΣ ΔΟΜΗΣΗΣ = ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟ
(ΕΝΤΟΣ + ΕΚΤΟΣ ΔΟΜΗΣΗΣ)

208,61 Τ.μ. + 116,87 Τ.μ. = 325,48 Τ.μ .

$208,61/325,48 * 100 = 64\%$ δεν προσμετρώνται στην δόμηση

$116,87/325,48 * 100 = 36\%$ προσμετρώνται στην δόμηση

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς παρατηρούμε πως με τον συγκεκριμένο σχεδιασμό της παραθεριστικής κατοικίας μέσω των υπόσκαφων και υπόγειων τμημάτων μπορούμε να αξιοποιήσουμε τον συντελεστή δόμησης και να επωφεληθούμε περισσότερα τετραγωνικά. Στο σύνολο των τετραγωνικών των πλήρως υπόσκαφων τμημάτων ο συντελεστής δόμησης των υπόσκαφων αποτελεί ένα σημαντικό πολεοδομικό πλεονέκτημα, καθώς σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία (ΝΟΚ - Ν.4067/2012), τα πλήρως ενσωματωμένα στο φυσικό έδαφος τμήματα ενός κτιρίου δεν προσμετρώνται στη δόμηση, επιτρέποντας έτσι τη δημιουργία μεγαλύτερων κατοικιών χωρίς να υπερβαίνεται το επιτρεπόμενο όριο δόμησης του οικοπέδου. Ειδικότερα, αν ένα κτίσμα είναι εξολοκλήρου υπόσκαφο, μπορεί να κατασκευαστεί επιπλέον χώρος χωρίς να επιβαρύνεται ο συνολικός συντελεστής δόμησης, ενώ αν διαθέτει εκτεθειμένες όψεις, τότε προσμετράται μερικώς, ανάλογα με το ποσοστό ενσωμάτωσής του στο έδαφος , όπως δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση. Η προσμέτρηση των τετραγωνικών δόμησης στα υπόγεια σύμφωνα με τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (ΝΟΚ, Ν. 4067/2012), ισχύει ότι δεν προσμετρώνται στη δόμηση, εφόσον χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ως βοηθητικοί χώροι. Σύμφωνα με τη μελέτη της κατοικίας μας οι δύο υπόγειοι χώροι χρησιμοποιούνται ως αποθηκευτικοί χώροι. Συνεπώς δεν προσμετρώνται στον συντελεστή δόμησης. Επιπρόσθετα εκτός δόμησης είναι το κλιμακοστάσιο και το πατάρι.

Κεφάλαιο 5^ο Συμπεράσματα

5.1 Ενεργειακά συμπεράσματα

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί σήμερα μια από τις πιο κρίσιμες στρατηγικές της αρχιτεκτονικής για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, όμως η φιλοσοφία του εντοπίζεται ήδη σε παλαιότερες, παραδοσιακές πρακτικές. Οι υπόσκαφες και ημι-υπόσκαφες κατασκευές που

εμφανίζονται σε διαφορετικούς πολιτισμούς ανά τον κόσμο, από τις υπόγειες κατοικίες της υποσαχάριας Αφρικής μέχρι τα υπόσκαφα σπίτια της Σαντορίνης και της Καππαδοκίας, αξιοποιούν τη θερμική μάζα του εδάφους και τις φυσικές ιδιότητες της γης για τη ρύθμιση του εσωτερικού κλίματος (Fodde et al., 2017). Η θερμική αδράνεια του εδάφους προσφέρει σταθερή εσωτερική θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, προστατεύοντας τους χρήστες από τις έντονες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και περιορίζοντας την ανάγκη για τεχνητά μέσα θέρμανσης ή ψύξης.

Στον σύγχρονο σχεδιασμό, οι ίδιες αρχές επανέρχονται μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ο οποίος αξιοποιεί προηγμένα τεχνολογικά εργαλεία και κλιματικά δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Givoni, 1998). Παράλληλα, η ενσωμάτωση του κτιρίου στο τοπίο είτε μέσω μερικής ταφής είτε με πλήρη ενσωμάτωση στο φυσικό ανάγλυφο– λειτουργεί ως φυσικό μέσο θερμικής προστασίας και αισθητικής αρμονίας με το περιβάλλον. Οι προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής, όπως οι παρατεταμένοι καύσωνες και τα ακραία καιρικά φαινόμενα, καθιστούν αυτού του είδους τις λύσεις ιδιαίτερα επίκαιρες, καθώς προσφέρουν παθητική προστασία και συμβάλλουν στη βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Η σύγχρονη τάση επαναφοράς και παρερμηνείας των υπόσκαφων δομών, σε συνδυασμό με την τεχνολογική πρόοδο, ανοίγει τον δρόμο για νέες μορφές αρχιτεκτονικής που είναι ταυτόχρονα βιώσιμες, ανθεκτικές και πολιτισμικά ευαίσθητες. Έργα που αξιοποιούν παθητικές στρατηγικές φυσικού αερισμού, φυσικού φωτισμού και θερμικής μάζας αποτελούν παραδείγματα σύγχρονης, οικολογικής προσέγγισης, που αντλεί έμπνευση από το παρελθόν. Η αναβίωση τέτοιων μορφών σχεδιασμού δεν είναι απλώς μία ρομαντική επιστροφή στην παράδοση, αλλά μια αναγκαιότητα για την προσαρμογή του δομημένου περιβάλλοντος στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες. Έτσι, η γνώση που ενσωματώνεται σε αυτές τις παλαιές πρακτικές μετατρέπεται σε πολύτιμο εργαλείο για το μέλλον της αρχιτεκτονικής, καθιστώντας την πιο ανθεκτική, ευφυή και συμβατή με τα φυσικά συστήματα του πλανήτη.

5.2 Νομοθεσία και πολεοδομικά συμπεράσματα

Οι υπόσκαφες κατασκευές, εκτός από τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά τους πλεονεκτήματα, προσφέρουν σημαντικά πολεοδομικά οφέλη, ειδικά σε περιοχές με ιδιαίτερο αναγλυφικό χαρακτήρα ή αυξημένη πολεοδομική πίεση. Η βασική συμβολή τους έγκειται στην εξοικονόμηση επιφανείας πάνω από το έδαφος, καθώς ενσωματώνονται στο τοπίο χωρίς να διαταράσσουν οπτικά και λειτουργικά τον αστικό ή φυσικό ιστό. Έτσι, επιτυγχάνεται διατήρηση του υφιστάμενου φυσικού περιβάλλοντος, της βλάστησης και του μικροκλίματος, προάγοντας την αρχή της «ήπιας δόμησης». Παράλληλα, δίνεται η δυνατότητα διατήρησης ελεύθερων και κοινόχρηστων χώρων στην επιφάνεια, κάτι που είναι εξαιρετικά σημαντικό για την ποιότητα ζωής σε πυκνοδομημένες αστικές περιοχές. Επιπλέον, οι υπόσκαφες κατασκευές επιτρέπουν τη βελτιστοποίηση της χρήσης γης σε περιοχές με δύσκολη γεωμορφολογία (π.χ. σε επικλινή εδάφη

ή περιοχές με περιορισμούς δόμησης), χωρίς να απαιτούν μεγάλες παρεμβάσεις στο φυσικό ανάγλυφο. Ενισχύουν, επίσης, την πολεοδομική ανθεκτικότητα απέναντι σε φαινόμενα όπως η υπερθέρμανση των πόλεων ή η ανάγκη για ενεργειακά αποδοτικές κατοικίες. Σε μια εποχή όπου οι πόλεις αναζητούν πιο βιώσιμα μοντέλα ανάπτυξης, οι υπόσκαφες λύσεις συνδυάζουν λειτουργικότητα, χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και σεβασμό στον τόπο, συμβάλλοντας στην αρμονική ένταξη των νέων δομών στο υφιστάμενο πολεοδομικό και φυσικό τοπίο.

Στη συνέχεια η επιλογή μιας υπόσκαφης κατοικίας μπορεί να προσφέρει σημαντικά πολεοδομικά και νομοθετικά πλεονεκτήματα στον ιδιοκτήτη, ιδίως στο πλαίσιο της ελληνικής νομοθεσίας που αντιμετωπίζει ευνοϊκά αυτού του είδους τις κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις, τα υπόσκαφα κτίσματα δεν προσμετρώνται στον συντελεστή δόμησης, υπό την προϋπόθεση ότι πληρούν ορισμένα τεχνικά και γεωμετρικά κριτήρια (όπως το ποσοστό επαφής με το φυσικό έδαφος και η εν μέρει ή πλήρης κάλυψή τους με χώμα). Αυτό συνεπάγεται ότι ο ενδιαφερόμενος μπορεί να αξιοποιήσει μεγαλύτερη επιφάνεια κατοικίας χωρίς να παραβιάζει τους όρους δόμησης του οικοπέδου του. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των υπόσκαφων κατοικιών, το οποίο δεν αφορά αποκλειστικά τα τεχνικά ή ενεργειακά χαρακτηριστικά τους αλλά επεκτείνεται και στη φάση της διοικητικής διαδικασίας, είναι η συγκριτικά ευκολότερη αδειοδότησή τους σε περιοχές με περιβαλλοντικούς, αισθητικούς ή πολεοδομικούς περιορισμούς. Πιο συγκεκριμένα, στις προστατευόμενες περιοχές του Δικτύου NATURA 2000, σε τοπία ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, καθώς και σε παραδοσιακούς οικισμούς, οι απαιτήσεις σε σχέση με τη μορφολογία, τον όγκο, τα υλικά και τη συνολική ένταξη ενός νέου κτιρίου στο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα αυστηρές. Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική, λόγω του χαμηλού οπτικού αποτυπώματος και της αρμονικής ενσωμάτωσης στο φυσικό ανάγλυφο, ανταποκρίνεται με αποτελεσματικό τρόπο στις απαιτήσεις αυτές. Η τοποθέτηση της κατοικίας εντός του εδάφους ή μερικώς καλυμμένη από αυτό μειώνει την αισθητική όχληση και δεν αλλοιώνει τη γεωμετρία του τοπίου. Αυτή η μορφολογική ταπεινότητα συνεπάγεται μεγαλύτερη αποδοχή από τα αρμόδια όργανα ελέγχου, όπως τα Συμβούλια Αρχιτεκτονικής (ΣΑ) ή οι Επιτροπές Πολεοδομικού και Περιβαλλοντικού Ελέγχου, συμβάλλοντας στη μείωση του χρόνου εξέτασης των φακέλων και στον περιορισμό των απαιτούμενων διορθώσεων ή ανασχεδιασμών. Επιπροσθέτως, σε περιπτώσεις που η κατασκευή εμπίπτει σε χωροταξικές ή ειδικές πολεοδομικές ζώνες (π.χ. εκτός σχεδίου δόμησης, παραδοσιακές ή τουριστικά ευαίσθητες περιοχές), η υιοθέτηση υπόσκαφης λύσης δύναται να ενισχύσει τη νομιμοποιητική βάση της πρότασης, καθιστώντας εφικτή τη δόμηση σε εκτάσεις όπου μία συμβατική κατασκευή θα αντιμετώπιζε περιορισμούς ή και πλήρη απαγόρευση.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η υπόσκαφη δόμηση γίνεται σύσταση ή απαίτηση της αρμόδιας αρχιτεκτονικής ή περιβαλλοντικής αρχής, προκειμένου να προστατευθεί η οπτική ενότητα του τοπίου και να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς κανόνες. Ως εκ τούτου, η επιλογή υπόσκαφης κατοικίας δεν συνιστά μόνο αρχιτεκτονική ή βιοκλιματική επιλογή,

αλλά ενδέχεται να λειτουργήσει και ως στρατηγικό εργαλείο δόμησης σε ευαίσθητα ή δεσμευμένα περιβάλλοντα.

5.3 Συμπεράσματα για αστικό τοπίο & περιβάλλον

Η κατασκευή υπόσκαφων δομών μειώνει την αλλοίωση του φυσικού ή αστικού τοπίου, διατηρώντας την επιφάνεια του εδάφους ελεύθερη για πράσινες φυτεύσεις, πεζοδρομήσεις και οικολογικές παρεμβάσεις. Η ενσωμάτωση συστημάτων φυσικού φωτισμού, αερισμού και παθητικής ηλιακής αξιοποίησης εντός των υπόσκαφων χώρων ενδυναμώνει τη βιοκλιματική τους λειτουργία. Σε περιοχές όπου η ατμοσφαιρική ρύπανση και ο θόρυβος αποτελούν σημαντικά προβλήματα, οι υπόσκαφες κατασκευές προσφέρουν ένα προστατευμένο, υγιές και σταθερό μικρόκλιμα. Παράλληλα, η ελεγχόμενη διαχείριση των υδάτινων ροών και η δυνατότητα συλλογής και επαναχρησιμοποίησης νερού ενισχύει την περιβαλλοντική αυτάρκεια των υπόσκαφων δομών. Συνολικά, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική αναδεικνύεται σε μία ισχυρή στρατηγική για την περιβαλλοντική αναβάθμιση του αστικού χώρου.

Όταν το αρχιτεκτονικό ή πολεοδομικό σχέδιο περιλαμβάνει πολυεπίπεδες κατασκευές, φυτεμένα δώματα, ταράτσες με σκίαση, υπόγειους ή υπόσκαφους χώρους, δημιουργούνται σκιερές και δροσερές ζώνες που εμποδίζουν την υπερθέρμανση των επιφανειών και μειώνουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Τα διαφορετικά επίπεδα ευνοούν την ενίσχυση του φυσικού αερισμού, καθώς επιτρέπουν την κυκλοφορία του αέρα μεταξύ χαμηλών και υψηλότερων περιοχών, συμβάλλοντας στη φυσική ψύξη των χώρων. Επιπλέον, η εναλλαγή επιπέδων μπορεί να συνδυαστεί με φυτεύσεις και υδάτινα στοιχεία, τα οποία αυξάνουν τη σχετική υγρασία και μειώνουν τη θερμοκρασία μέσω εξάτμισης και διαπνοής. Σε υπαίθριους χώρους, όπως αυλές ή δημόσια πάρκα με κλιμακωτή διαμόρφωση ή συγκροτήματα παραθερισμού, το μικροκλίμα μπορεί να ρυθμιστεί πιο αποτελεσματικά, προσφέροντας θερμική άνεση στους χρήστες ακόμα και σε περιόδους καύσωνα.

5.4 Οικονομικά συμπεράσματα και επιδοτούμενα προγράμματα

Η υπόσκαφη κατοικία αποτελεί μια σύγχρονη, καινοτόμα και ταυτόχρονα παραδοσιακή λύση στον τομέα της δόμησης, με έντονα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά και σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα για τον ιδιώτη. Ο βασικός λόγος είναι η αξιοποίηση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους: το υπέδαφος λειτουργεί ως φυσικό θερμομονωτικό υλικό, διατηρώντας σταθερές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι η κατοικία παραμένει δροσερή το καλοκαίρι και ζεστή τον χειμώνα, χωρίς να απαιτείται έντονη χρήση ενεργοβόρων συστημάτων κλιματισμού ή θέρμανσης. Η ενεργειακή αυτή αυτονομία οδηγεί σε δραστική μείωση των λειτουργικών

εξόδων, εξασφαλίζοντας οικονομία στην καθημερινή χρήση της κατοικίας. Η ανθεκτικότητα αυτών των κατασκευών προσφέρει και χαμηλό κόστος συντήρησης, αφού οι φθορές είναι περιορισμένες λόγω της σταθερότητας του περιβάλλοντος και της προστασίας από καιρικά φαινόμενα. Οι κατοικίες αυτού του τύπου παρουσιάζουν υψηλή αντοχή σε σεισμούς, ανέμους, ακόμη και σε πυρκαγιές χαρακτηριστικά που τις καθιστούν ιδανική επιλογή για την ελληνική πραγματικότητα, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες ή νησιωτικές περιοχές.

Σε ό,τι αφορά τη χρηματοδότηση, η κατασκευή ή η ενεργειακή αναβάθμιση μιας υπόσκαφης κατοικίας μπορεί να επωφεληθεί από διάφορα χρηματοδοτικά εργαλεία. Το πιο γνωστό είναι το πρόγραμμα "Εξοικονομώ", που ενισχύει παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, όπως θερμομόνωση, αντικατάσταση κουφωμάτων, εγκατάσταση αντλιών θερμότητας, φωτοβολταϊκών συστημάτων ή ηλιακών θερμοσιφώνων. Αν και δεν αφορά εξειδικευμένα υπόσκαφες κατοικίες, η υψηλή ενεργειακή τους απόδοση και η δυνατότητα κατάταξής τους σε υψηλές ενεργειακές κλάσεις (A, A+), τις καθιστά εξαιρετικούς υποψήφιους για το πρόγραμμα. Η επιδότηση μπορεί να φτάσει έως και το 75% του κόστους των παρεμβάσεων, ανάλογα με τα εισοδηματικά και κοινωνικά κριτήρια. Πέρα από το «Εξοικονομώ», σημαντικές ευκαιρίες παρέχονται και μέσω του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας (RRF), που επιδοτεί έργα "πράσινης" μετάβασης και βιώσιμης δόμησης. Σε αυτό το πλαίσιο, προκηρύσσονται δράσεις που χρηματοδοτούν καινοτόμες κατασκευές, χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού, όπου μια υπόσκαφη κατοικία μπορεί να ενταχθεί ως ολοκληρωμένο και αειφόρο μοντέλο κατοίκησης. Αν η χρήση του κτιρίου είναι τουριστική ή επαγγελματική (π.χ. eco-resort, ξενώνας, αγροτουριστική μονάδα), μπορούν να αξιοποιηθούν και εργαλεία του Αναπτυξιακού Νόμου, που καλύπτουν σημαντικό ποσοστό του κόστους κατασκευής (έως 50-60% σε ορεινές ή νησιωτικές περιοχές). Συνολικά, η υπόσκαφη κατοικία συνδυάζει την αρχιτεκτονική πρωτοτυπία με τη λειτουργική και οικονομική βιωσιμότητα, καθιστώντας την μία από τις πιο συμφέρουσες επενδύσεις στον τομέα της ιδιωτικής κατοικίας σήμερα.

Βιβλιογραφία

Επώνυμο	Όνομα	Έτος	Τίτλος	url
Schoon	Nicholas	2016	The Bedzed story	Pdf
Emmanuel	Imeutinyan	2021	Bioclimatic architecture and its energy-saving potentials: a review and future directions	https://www.emerald.com/insight/0969-9988.htm
Widera	Barbara	2015	Bioclimatic architecture	https://www.researchgate.net/publication/276936877
Ξενάκης	Μενέλαος	-	Παθητικά Ηλιακά Συστήματα και η απόδοσή τους στην Ελλάδα	Pdf
-	-	2017	Εφημερίδα Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας	pdf
Vipin, Rajasekar, Karuppanan Pi	Das,	2017	Grid-Connected and off-Grid solar photovoltaic System	https://www.researchgate.net/publication/316258436
A.J. Marszal		2011	Zero energy Building – A review of definitions and calculation methodologies	www.elsevier.com/locate/enbuild
Matunga	Hirini	2018	A discourse on the nature of indigenous architecture	https://www.researchgate.net/publication/328077710
Manoj	Kumar Singh	2011	Solar passive features in vernacular architecture	www.elsevier.com/locate/solener

			of north- east india	
Paul Memmott and carrol Go-Sam		unmentioned	Australian indigenous architecture – its Forms and Evolution	pdf
Vinod	Gupta	unmentioned	Indigenous architecture and natural cooling	pdf
Andikan	Udofot	2024	The impact of indigenous architectural practices on modern urban housing in sub Saharan africa	https://www.wjarr.com/
Maria	Tratseia	2014	Underground architecture an archetypal experience	pdf
Carmody	john	-	Desing Considerations for underground Buildings Earth shelter and architecture	pdf
Van Dronkelaar	c	2013	Heating and cooling energy demand in underground buildings	www.elsevier.com/locate/enbuild
Υπουργός περιβάλλοντος και ενέργειας		2024	Εφημερίδα κυβερνησεως	pdf
		2012	ΦΕΚ 79/Α/9-4-12	Pdf
Bujar	Bajcinovci	2016	Arcieving energy efficiency in Accordance with bioclimatic Architecture Principles	https://www.degruyter.com/view/j/rtuect
Yeang	Ken	2007	Solaris: An ecological approach to building desing	pdf

