



Πολυτεχνείο Κρήτης | Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

**Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική στην Ελλάδα:
Μορφολογία, Τεχνολογία και ζητήματα ένταξης στο
φυσικό περιβάλλον.**

Ερευνητική εργασία

Βαρδάκη Αντωνία

Επιβλέπων | Τσάρας Γιάννης - Νίκος

Χανιά | Ιούνιος 2025

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	3
1.1 Περιγραφή θέματος	4
1.2 Περίληψη θέματος	4
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα	5
1.4 Λέξεις κλειδιά	5
1.5 Μέθοδος έρευνας	5
2. Η εξέλιξη των υπόσκαφων κατοικιών: από τις σπηλιές σε οργανωμένη υπόγεια κατοίκηση	7
2.1 Η σπηλιά ως κατοικία	8
2.2 Τα σπήλαια στην Ελλάδα	9
2.3 Η πρώτη οργανωμένη υπόγεια κατοίκηση στην Ελλάδα	12
3. Σχεδιασμός υπόσκαφων κατοικιών: αρχιτεκτονικά ζητήματα	16
3.1 Σχέση κατασκευής με τη γραμμή εδάφους	17
3.2 Ανάπτυξη της κατασκευής σε σχέση με το ανάγλυφο	20
3.3 Κλίμακα των κατασκευών	24
3.4 Μορφολογία	28
3.5 Ένταξη στο φυσικό περιβάλλον	32
4. Κατασκευή υπόσκαφων κατοικιών: ζητήματα τεχνολογίας	36
4.1 Ζητήματα λειτουργίας και λειτουργικότητας	37
4.2 Στατικότητα	42
4.3 Κέλυφος	45
4.4 Φωτισμός – Αερισμός	48
4.5 Ενεργειακός σχεδιασμός	52
5. Η υπόσκαφη κατοίκηση στην Ελλάδα σήμερα	55
5.1 Το «Ξερολίθι» στη Σέριφο	56
5.2 Το «Ncaved» στη Σέριφο	59
5.3 Το «Αλώνι» στην Αντίπαρο	63
5.4 Υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο	66
6. Συμπεράσματα	69
Βιβλιογραφία	72
Κατάλογος εικόνων	75

1. Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή θέματος

Το θέμα της εργασίας είναι η υπόσκαφη αρχιτεκτονική στην Ελλάδα. Το φαινόμενο της υπόγειας κατοίκησης εμφανίστηκε ήδη από την παλαιολιθική εποχή, όπου οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν τις σπηλιές και τις βραχοσκεπές ως καταφύγια. Σκοπός τους ήταν να προστατευτούν από τους κινδύνους της φύσης και τις καιρικές συνθήκες. Η χρήση των σπηλαίων συνεχίστηκε επί χιλιετίες ακόμα και όταν οι άνθρωποι ξεκίνησαν να καλλιεργούν τη γη. Χρησιμοποιούσαν τους υπόγειους χώρους για αποθήκευση τροφίμων και νερού αλλά και θρησκευτικές τελετουργίες. Χρόνια αργότερα αναπτύχθηκαν και υπόγειες κατασκευές με σύνθετες χρήσεις, όπως αμυντικές οχυρώσεις, κελάρια κρασιών, υδραγωγεία, ναοί, τούνελ αλλά και ολόκληρες πόλεις. Η πρώτη οργανωμένη υπόσκαφη κατασκευή στην Ελλάδα, εντοπίζεται στην Σαντορίνη. Από εκεί το φαινόμενο της υπόσκαφης οργανωμένης κατοίκησης λειτούργησε ως αφορμή για την εξάπλωσή του και σε άλλα νησιά της χώρας. Σήμερα, οι υπόσκαφες κατοικίες αποτελούν "ρεύμα" της αρχιτεκτονικής. Πρόκειται για υπόγειες και ημιυπόγειες εκσυγχρονισμένες κατοικίες που συνδυάζουν άνεση, τεχνολογία και αισθητική. Σχεδιάζονται με γνώμονα την άμεση επαφή με το φυσικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να προσφέρουν πολλά προνόμια. Κυριότερο πλεονέκτημα αποτελεί η σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό τους, λόγω της σταθερής θερμοκρασίας του υπεδάφους. Η σταθερή θερμοκρασία που επικρατεί, οδηγεί στην εξοικονόμηση ενέργειας, που αποτελεί και έναν από τους κύριους στόχους της τεχνολογίας της αρχιτεκτονικής. Τα σύγχρονα παραδείγματα υπόσκαφων κατοικιών στην Ελλάδα παρατηρούνται, ως επί το πλείστον, κτισμένα σε πλαγιές και προορίζονται κυρίως για κατοίκηση τους θερινούς μήνες. Ταυτόχρονα, με την αξιοποίηση του ανάγλυφου μιας περιοχής, ο σχεδιασμός τους εντάσσεται ομαλά στο φυσικό τοπίο, διατηρώντας την αυθεντικότητά του, με τη χρήση υλικών όπως πέτρα και ξύλο και γήινα χρώματα που θυμίζουν την εικόνα της ευρύτερης περιοχής στην οποία έχει κατασκευαστεί η εκάστοτε υπόσκαφη κατοικία.

1.2 Περίληψη θέματος

Ξεκινώντας από την παλαιολιθική εποχή, θα διερευνηθούν οι λόγοι που οδήγησαν τον άνθρωπο να κατοικήσει σε σπηλιές, ποιοι παράγοντες συνέβαλαν στην κατάλληλη επιλογή περιοχής και σπηλιάς και ποιες ήταν οι κύριες δραστηριότητες που πραγματοποιούνταν εντός των σπηλαίων. Θα παρουσιαστούν 4 σπήλαια της Ελλάδας, τα οποία πρωτοκατοικήθηκαν σε διαφορετικές περιόδους της παλαιολιθικής εποχής, τα ευρήματα που επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ανθρώπινης δραστηριότητας και οι κύριες χρήσεις αυτών των θέσεων. Συνδέοντας το παρελθόν με το σήμερα, θα αναλυθεί ο οικισμός της Σαντορίνης, ο οποίος αποτελεί τον πρώτο οργανωμένο υπόσκαφο οικισμό στην Ελλάδα. Στη συνέχεια θα αναφερθούν αρχιτεκτονικά ζητήματα που αφορούν τις υπόσκαφες κατοικίες που εντοπίζονται στην χώρα. Συγκεκριμένα, η σχέση με τη γραμμή εδάφους, θέματα ανάπτυξης, κλίμακας και μορφολογίας και το ζήτημα της ένταξης στο φυσικό περιβάλλον. Παράλληλα θα αναπτυχθούν θέματα τεχνολογίας. Πώς οργανώνονται οι εσωτερικοί και οι

εξωτερικοί χώροι και ποια είναι η μεταξύ τους σχέση. Με ποιους τρόπους λύνεται ο στατικός φορέας σε διαφορετικές περιπτώσεις ανάγλυφου και πώς αντιμετωπίζεται η υγρασία στην περίμετρο των κατασκευών. Πώς επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός και αερισμός τη στιγμή που τρεις πλευρές της κατασκευής είναι κλειστές, ποιοι είναι οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για θέρμανση και ψύξη, πόση ενέργεια απαιτείται για τις λειτουργίες αυτές και ποιό είναι το ενεργειακό πρόσημο στο περιβάλλον. Σχετικά με τη μόνωση του κτιρίου θα αναφερθούν υλικά και τρόποι, όπως το φυτεμένο δώμα, που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Τέλος, θα αναλυθούν σύγχρονα παραδείγματα της ελληνικής υπόσκαφης αρχιτεκτονικής μαζί με τα χαρακτηριστικά που καθιστούν το κάθε ένα από αυτά αντιπροσωπευτικό του θέματος. Το «Ξερολίθι» στη Σέριφο, το οποίο σέβεται το φυσικό περιβάλλον αξιοποιώντας το φυσικό υλικό της περιοχής, τις ξερολιθιές και το «Ncaved» στη Σέριφο, που παρά την αυστηρή του γεωμετρία εντάσσεται ομαλά στο φυσικό τοπίο. Το «Αλώνι» στην Αντίπαρο που δημιουργεί ένα τεχνητό τοπίο και παράλληλα λειτουργεί σαν γέφυρα μεταξύ δυο λόφων και την υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο, η οποία αποτελεί ένα ανασήκωμα του εδάφους δημιουργώντας μια βαθτή πράσινη στέγη.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

1. Ποια ήταν η πρώτη μορφή υπόγειας κατοίκησης και πως από τα σπήλαια της Παλαιολιθικής εποχής δημιουργήθηκε η πρώτη οργανωμένη υπόγεια κατοίκηση;
2. Ποια είναι τα αρχιτεκτονικά ζητήματα που απασχολούν τον σχεδιασμό υπόσκαφων κατοικιών στην Ελλάδα;
3. Ποια σχέση ορίζεται ανάμεσα σε μια υπόσκαφη κατοικία και το περιβάλλον;
4. Ποια είναι τα κυριότερα ζητήματα λειτουργίας, λειτουργικότητας και γενικότερα τεχνολογίας που απασχολούν τον σχεδιασμό των υπόσκαφων κατοικιών;
5. Ποια είναι η ιδιαίτερη ενεργειακή συμπεριφορά των υπόσκαφων κατοικιών;
6. Ποια παραδείγματα ελληνικής υπόσκαφης αρχιτεκτονικής ξεχωρίζουν λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους;

1.4 Λέξεις κλειδιά

Σπηλιά, φύση, έδαφος, τοπίο, ανάγλυφο, φυσικά υλικά, υπόσκαφα, περιβαλλοντική βιωσιμότητα, στατικότητα, φωτισμός, αερισμός, λειτουργικότητα, ένταξη

1.5 Μέθοδος έρευνας

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η βιβλιογραφική έρευνα, η οποία βασίζεται σε συγγράμματα, ερευνητικές και διπλωματικές εργασίες και διαδικτυακές πηγές.

Με σκοπό την ανάλυση της πρώτης μορφής υπόγειας κατοίκησης σε σπήλαια και βραχοσκεπές, την μετάβαση από την αρχέτυπη μορφή στο σύγχρονο μοντέλο κατοίκησης καθώς και τους λόγους αυτής της αλλαγής και της ανάγκης των ανθρώπων να δημιουργήσουν μια καλύτερη σχέση με το περιβάλλον χρησιμοποιήθηκαν δυο βασικά συγγράμματα. Το *Sapiens* του Yuval Harari και το *Κτίζειν, Κατοικείν, Σκέπτεσθαι* του Martin Heidegger.

Για τη συγγραφή των κεφαλαίων 1, 2, 3, 4, πηγές πληροφοριών αποτέλεσαν ερευνητικές και διπλωματικές εργασίες (από το 2010 έως το 2024), από ελληνικά πανεπιστήμια (*Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ελληνικό ανοιχτό Πανεπιστήμιο*), με κύριες λέξεις κλειδιά όπως: αρχέτυπες δομές, υπόσκαφη αρχιτεκτονική, υπόσκαφες κατασκευές, τοπίο, ανάγλυφο, φωτισμός, ένταξη. Μέσα από αυτά συλλέχτηκαν πληροφορίες για τα αρχιτεκτονικά και τεχνολογικά ζητήματα που προκύπτουν κατά τον σχεδιασμό των σύγχρονων υπόσκαφων κατοικιών αλλά και χαρακτηριστικά του πρώτου υπόσκαφου οικισμού στην Ελλάδα, τον οικισμό της Οίας στη Σαντορίνη.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν διαδικτυακές πηγές, με τις βασικές να αποτελούν το *archdaily* και *doma* καθώς και ιστοσελίδες αρχιτεκτονικών γραφείων (κυρίως για τη συγγραφή του κεφαλαίου 5), όπως: *Sinas architects, Mold architects, Dea architecture, Tense architecture network*.

2. Η εξέλιξη των υπόσκαφων κατοικιών: από τις σπηλιές σε οργανωμένη υπόγεια κατοίκηση



2.1 Η σπηλιά ως κατοικία

Το φαινόμενο της κατοίκησης σε σπηλιά εμφανίστηκε τα παλαιολιθικά χρόνια, όταν ο τρόπος ζωής των ανθρώπων ήταν νομαδικός και η κύρια ανάγκη τους ήταν να προστατευτούν από τις καιρικές συνθήκες (κρύο, ζέστη, άνεμος, βροχή, χιόνι) και τις επιθέσεις άγριων ζώων. Οι άνθρωποι υπήρξαν απόλυτα εναρμονισμένοι με το φυσικό περιβάλλον, γεγονός που διευκόλυνε την εγκατάστασή τους σε σπηλιές και βραχοσκεπές¹.

Η εγκατάσταση σε σπήλαια και βραχοσκεπές είχε εποχικό χαρακτήρα. Αυτό οφειλόταν κυρίως, στην ιδιότητα των ανθρώπων να είναι κυνηγοί – τροφοσυλλέκτες και στην υποχρέωσή τους να ακολουθούν την τροφή τους, η οποία ανάλογα με την εποχή άλλαζε περιοχή. Οι μετακινήσεις τους ήταν μεθοδευμένες με σκοπό να βρουν την καταλληλότερη θέση για να εγκατασταθούν αλλά και να αποφύγουν την εξάντληση των πόρων μιας περιοχής. Είχαν την ευχέρεια να επιλέγουν ανάμεσα σε διαφορετικά σημεία και προσαρμόζονταν εύκολα στις εκάστοτε συνθήκες, λόγω της σχέσης τους με τη φύση. Έτσι, οι θέσεις που επέλεγαν άρχισαν να έχουν μόνιμο χαρακτήρα.

Οι παράγοντες που συνέβαλαν στην επιλογή της κατάλληλης σπηλιάς και βραχοσκεπής, σχετίζονταν με την μέγιστη δυνατή αξιοποίηση των φυσικών πόρων και τα χαρακτηριστικά των εκάστοτε περιοχών. Οι περιοχές εγκατάστασης φαίνεται να είχαν νοτιοανατολικό προσανατολισμό, καθώς ήταν εμφανή τα οφέλη σε φως και θερμότητα από τον ήλιο. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο είχε τόσο η εύκολη πρόσβαση σε πηγή πόσιμου νερού, όσο και σε πηγές τροφής.

Εντός των σπηλαίων και των βραχοσκεπών οι άνθρωποι συγκέντρωναν, παρασκευάζαν και αποθήκευαν την τροφή τους, ξεκουράζονταν από το κυνήγι και προστατεύονταν από τους εξωτερικούς κινδύνους. Οι περισσότερες από τις καθημερινές τους δραστηριότητες πραγματοποιούνταν στην είσοδο των σπηλαίων, η οποία αποτελούσε ιδανικό σημείο διαβίωσης².

Εκτός από χώρους κατοίκησης χρησιμοποιούσαν τα σπήλαια και ως χώρους ταφής των νεκρών τους. Επέλεγαν μικρότερες και απομονωμένες θέσεις και φρόντιζαν να μην είναι ορατές και άρα άμεσα προσβάσιμες από άγρια ζώα. Χιλιάδες χρόνια μετά την παλαιολιθική εποχή, έχουν έρθει στο φως πολλά σημεία σπηλαίων κατοίκησης και ταφής. Επιπλέον έχουν ανακαλυφθεί, από μεταγενέστερες περιόδους της ιστορίας, σπήλαια τα οποία χρησιμοποιούσαν ως χώρους λατρείας³.

Τα σπήλαια λοιπόν, αρχικά ως χώροι κατοίκησης, είχαν σημαντικό ρόλο στη ζωή των ανθρώπων της παλαιολιθικής εποχής. Είτε με εποχική, είτε με μόνιμη

¹ Αλίν Μαρουκιάν (2017). *Η ένταξη της αρχιτεκτονικής στο φυσικό περιβάλλον, Ιστορικοί σταθμοί και σύγχρονες τάσεις*. [ερευνητική εργασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 29].

² Αικατερίνη Χαϊδή Νάκα (2018). *Εποχικότητα και κατοίκηση στην παλαιολιθική εποχή*. [μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, σελ. 10-18].

³ Ελένη Μερτζίδη, Λυδία Σιδέρη (2016). *Προσαρμογές στο έδαφος, τα υπόσκαφα*. [διάλεξη, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 46-48].

εγκατάσταση, κατάφερναν να προστατευτούν από τους κινδύνους της φύσης και να ανταπεξέλθουν στις υποχρεώσεις που είχαν ως κυνηγοί-τροφοσυλλέκτες. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν και για άλλες χρήσεις πέρα από την κατοίκηση που συνδέονταν με καθημερινές κοινωνικές δραστηριότητες.

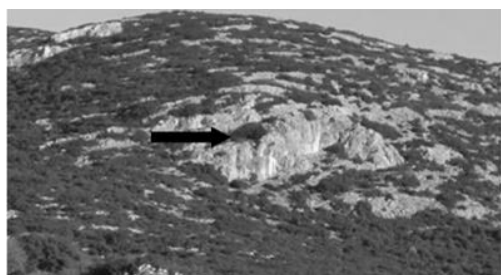
2.2 Τα σπήλαια στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η ύπαρξη ζωής σε σπήλαια και βραχοσκεπές την παλαιολιθική εποχή, επιβεβαιώνεται από οστά και διάφορα εργαλεία που βρέθηκαν σε αρχαιολογικές ανασκαφές. Έχουν βρεθεί παραδείγματα θέσεων από όλες τις φάσεις της παλαιολιθικής εποχής (πρώιμη 350.000 π.Χ.-100.000 π.Χ., μέση 100.000 π.Χ.-35.000 π.Χ., ύστερη 35.000 π.Χ.-11.000 π.Χ., μεσολιθική 11.000-6.500 π.Χ.) σε διάφορα μέρη της Ελλάδας⁴.

Σπήλαιο Πετραλώνων στη Χαλκιδική

Εξαιτίας γεωμορφολογικών ανακατατάξεων στον ελλαδικό χώρο, σπήλαια από την πρώιμη παλαιολιθική εποχή έχουν εξαφανιστεί. Το σπήλαιο Πετραλώνων στην Χαλκιδική αποτελεί ένα από τα λίγα που έχουν διασωθεί από την περίοδο αυτή μέχρι και σήμερα. Είναι το παλαιότερο παράδειγμα στην Ελλάδα και χρονολογείται στο 350.000-200.000 π.Χ. Βρίσκεται στους πρόποδες του όρους Κατσίκα και έχει έκταση περίπου 10.000 τ.μ.

Η αρχική είσοδος του σπηλαίου βρίσκεται δυτικά⁵ και σήμερα είναι σφραγισμένη με χώματα, τα οποία έπεφταν και σταδιακά έκλεισαν το άνοιγμα⁶. Λόγω του προσανατολισμού της, το φυσικό φως και η θερμότητα περιοριζόταν, ειδικότερα τους χειμερινούς μήνες, και έτσι η διαβίωση πραγματοποιούνταν κυρίως στην υπόλοιπη έκταση του σπηλαίου. Ήταν ένα πρόχειρο κατάλυμα το οποίο αρχικά χρησίμευε ως καταφύγιο κυνηγών-τροφοσυλλεκτών αλλά και σαρκοβόρων ζώων τις περιόδους που οι άνθρωποι το εγκατέλειπαν.



Εικόνα 1: Όρος Κατσίκα, Αρχική είσοδος σπηλαίου.



Εικόνα 2: Εσωτερικά του σπηλαίου σήμερα.

Σε αυτή τη θέση, οι πηγές τροφής φαίνεται να ήταν άφθονες. Αυτό επιβεβαιώνεται κυρίως από ευρήματα διατροφικών κατάλοιπων, όπως άγριων φυτών, καρπών και

⁴ <https://www.ime.gr/chronos/01/gr/pl/housing/index.html>

⁵ <https://earth.google.com>

⁶ Δήμος Νέας Προποντίδας (2021). *Σπήλαιο Πετραλώνων Χαλκιδικής*. <https://www.nea-propontida.gr/directory/spilaio-petralonon-chalkidikis/>

απολιθωμένων οστών ελαφοειδών. Ταυτόχρονα, λόγω του ανεπτυγμένου υδρογραφικού δικτύου της περιοχής, υπήρχε πρόσβαση και σε πηγές νερού⁷. Έτσι, η θέση του σπηλαίου, αποτέλεσε κατάλληλο σημείο μόνιμης εγκατάστασης για τους ανθρώπους την πρώιμη παλαιολιθική εποχή.

Σπήλαιο Θεόπετρας στην Καλαμπάκα

Από την περίοδο της μέσης παλαιολιθικής εποχής στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά παραδείγματα σπηλαίων και βραχοσκεπών, τα οποία εντοπίζονται σε πολλά μέρη της χώρας. Ένα από τα παραδείγματα θέσεων εκείνης της περιόδου αποτελεί το σπήλαιο της Θεόπετρας στην Καλαμπάκα, το οποίο βρίσκεται στους πρόποδες της οροσειράς Χάσια, χρονολογείται στο 46.000 π.Χ. και είναι περίπου 500 τ.μ.

Η είσοδος του σπηλαίου βρίσκεται νότια και το άνοιγμα της είναι περιορισμένο από ένα πέτρινο τείχος που είχε κατασκευαστεί με σκοπό να περιορίζονται οι κίνδυνοι από επιθέσεις άγριων ζώων και καιρικές συνθήκες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να περιορίζεται επιπλέον και το φως στο εσωτερικό της σπηλιάς αλλά και η θερμότητα από τον ήλιο. Πρωτοκατοικήθηκε την περίοδο της μέσης παλαιολιθικής εποχής, όμως η χρήση του συνεχίστηκε και τις επόμενες περιόδους, στις οποίες αποτέλεσε και χώρο ταφής.



Εικόνα 3: Οροσειρά Χάσια, Είσοδος σπηλαίου Θεόπετρας. Εικόνα 4: Εσωτερικά του σπηλαίου Θεόπετρας.

Η συνεχής χρήση του σπηλαίου σε όλες τις περιόδους της παλαιολιθικής εποχής επιβεβαιώνει ότι η θέση αυτή ήταν κατάλληλη για τη διαβίωση των ανθρώπων. Υπήρχαν άφθονες πηγές νερού και τροφής και τα βασικά προϊόντα που έβρισκαν στην γύρω περιοχή ήταν συνήθως κριθάρι, σιτάρι, ελιές, όσπρια και κρέας⁸.

Σπήλαιο Φράγχθι στην Αργολίδα

Το σπήλαιο Φράγχθι βρίσκεται στον κόλπο της Κοιλάδας στην Αργολίδα, έχει βάθος που φτάνει περίπου τα 150 μ. και χρονολογείται στην ύστερη παλαιολιθική

⁷ Γαβριηλίδου Ελισάβετ (2017). *Διαχρονική μεταβλητότητα των υδρολογικών παραμέτρων και επίπτωση στα αποθέματα υπόγειου νερού σε παράκτιους υδροφορείς*. [μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Γεωλογίας, σελ.4].

⁸ Η Ναυτεμπορική (2020). *Σπήλαιο της Θεόπετρας: Σημαντικά στοιχεία για τη διατροφή των προϊστορικών ανθρώπων*. <https://www.naftemporiki.gr/culture/968865/spilaio-tis-theopetras-simantika-stoicheia-gia-ti-diatrofi-ton-proistorikon-anthropon>

εποχή (30.000 π.Χ.). Ευρήματα έχουν δείξει, ότι το σπήλαιο χρησιμοποιήθηκε και κατά τις περιόδους της μεσολιθικής και της νεολιθικής εποχής.

Η είσοδος του βρίσκεται βόρεια και αποτελεί τον κύριο λόγο που η εγκατάσταση στο σπήλαιο ήταν εποχική. Παράλληλα με το σταθερό φωτισμό που υπήρχε καθόλη τη διάρκεια της μέρας, τα έντονα καιρικά φαινόμενα και το ισχυρό κρύο στη βορινή πλευρά, δυσκόλευαν τη διαβίωση στη σπηλιά. Στις μετέπειτα περιόδους της παλαιολιθικής εποχής, το σπήλαιο χρησιμοποιήθηκε και ως χώρος ταφής λόγω του μεγάλου βάθους του.



Εικόνα 5: Η είσοδος του σπηλαίου Φράγχθι.



Εικόνα 6: Εντός του σπηλαίου Φράγχθι στα 150 μ. βάθος.

Κύρια πηγή τροφής ήταν η θάλασσα. Η αλιευτική δραστηριότητα στην περιοχή επιβεβαιώνεται από εργαλεία και κατάλοιπα ψαριών, που βρέθηκαν μέσα στο σπήλαιο. Οι πηγές νερού ήταν περιορισμένες και σε μεγάλη απόσταση από τη θέση εγκατάστασης. Για αυτό το λόγο και δεν αποτέλεσε ιδανικό σημείο διαβίωσης και η χρήση του ήταν εποχική⁹.

Σπήλαιο Κύκλωπα στα Γιούρα

Κατά τη μεσολιθική εποχή τα σπήλαια επεκτάθηκαν και στα νησιά του Αιγαίου πελάγους. Ένα από αυτά είναι και το σπήλαιο του Κύκλωπα στα Γιούρα, το οποίο είναι παραθαλάσσιο και το μεγαλύτερο των βόρειων Σποράδων. Χρονολογείται στη μεσολιθική εποχή (11.000-6.500 π.Χ.), αλλά η ανθρώπινη δραστηριότητα σε εκείνη τη θέση φαίνεται να συνεχίστηκε μέχρι και τη νεολιθική εποχή.

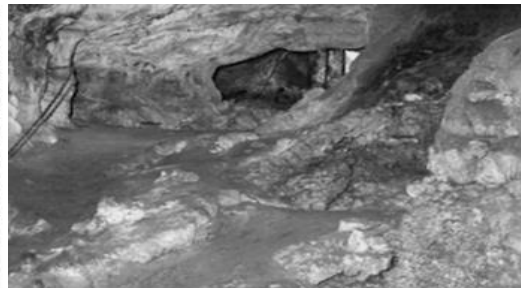
Η είσοδος του είναι νοτιοδυτικά στο επίπεδο της θάλασσας, η οποία αποτέλεσε και τη βασική πηγή τροφής. Η μικρή απόσταση, όμως, μεταξύ τους αποτέλεσε το κύριο λόγο που η εγκατάσταση στο σπήλαιο ήταν σποραδική. Χρησιμοποιήθηκε ως καταφύγιο και χώρο αποθήκευσης και συλλογής τροφίμων και από τα ευρήματα που βρέθηκαν στο εσωτερικό του, επιβεβαιώνεται η έντονη αλιευτική δραστηριότητα και το κυνήγι¹⁰.

⁹ Πέτρος Τσαγκαράκης (2017). *Η εποχή του λίθου στην Ελλάδα, Η μεσολιθική εποχή*. [σελ. 14-18].

¹⁰ Πέτρος Τσαγκαράκης (2017). *Η εποχή του λίθου στην Ελλάδα, Η παλαιολιθική εποχή*. [σελ. 86-89].



Εικόνα 7: Η είσοδος του σπηλαίου του Κύκλωπα.



Εικόνα 8: Εσωτερικά του σπηλαίου του Κύκλωπα.

Συμπερασματικά, τα σπήλαια που χρησιμοποιήθηκαν είτε ως καταφύγια, είτε ως χώροι ταφής φαίνεται πως σπάνια πληρούσαν όλες τις προϋποθέσεις για την καλύτερη διαβίωση των ανθρώπων. Αρχικά ζούσαν σε ένα σπήλαιο που έβρισκαν και όταν έμπαιναν στη διαδικασία να το χτίσουν, αν δε διέθετε τα απαραίτητα στοιχεία (νοτιοανατολική είσοδο, πηγές τροφής και νερού), αναζητούσαν ένα καλύτερο να εγκατασταθούν. Για αυτό το λόγο και η εγκατάσταση ήταν συχνά εποχική. Στις περισσότερες θέσεις αυτό που είχε σημαντικό ρόλο ήταν οι πηγές τροφής και νερού, οι οποίες αν ήταν άφθονες, ήταν και ο κύριος λόγος που η θέση γινόταν μόνιμη και η χρήση του σπηλαίου συνεχιζόταν σε όλες τις περιόδους της παλαιολιθικής εποχής.

2.3 Η πρώτη οργανωμένη υπόγεια κατοίκηση στην Ελλάδα

Η ανθρώπινη κατοίκηση σε σπήλαια και βραχοσκεπές, σταμάτησε όταν ο άνθρωπος ξεκίνησε να καλλιεργεί τη γη μετά το πέρασμα από την τροφοσυλλογή στη γεωργία, κατά τη γεωργική επανάσταση του *homo sapiens*. Παρόλα αυτά οι σπηλιές συνέχιζαν να αποτελούν καταφύγια και λόγω των ιδιοτήτων του εδάφους και του κλίματος δημιουργήθηκαν υπόγειοι οικισμοί σε περιοχές σε όλο τον κόσμο. Στην Ελλάδα, η πρώτη οργανωμένη υπόγεια κατοίκηση είναι ο υπόσκαφος οικισμός της Σαντορίνης. Πρόκειται για ένα οικισμό, σκαμμένο στο βραχώδες ανάγλυφο του δυτικού τμήματος του νησιού, που αποτελεί τυπικό παράδειγμα προσαρμογής στην τοπογραφία και στην ιδιόμορφη σύσταση του εδάφους¹¹.

Οι σπηλιές στη Σαντορίνη έχουν χρησιμοποιηθεί ως κατοικίες πιθανώς από την παλαιολιθική εποχή. Οι τρωγλοδυτικές κατοικίες στο νησί, εμφανίστηκαν περίπου το 3000 π.Χ. όταν ξεκίνησαν οι επιδρομές πειρατών. Οι άνθρωποι στην προσπάθεια τους να προστατευτούν από τους εχθρούς, αναζήτησαν καταφύγια τα οποία θα μπορούσαν να χτίσουν γρήγορα και με ελάχιστο κόστος κατασκευής. Έτσι δημιούργησαν πρόχειρα κτίσματα αρχέτυπης μορφής, εντός του εδάφους, από προσιτά υλικά που έβρισκαν στην περιοχή. Λόγω του ηφαιστειακού πετρώματος του νησιού οι κατοικίες είχαν φυσική μόνωση από τις ακραίες θερμοκρασίες. Χρησιμοποιούσαν κυρίως την τοπική πέτρα, η οποία ήταν ανθεκτική στους φυσικούς κινδύνους και δημιουργούσαν τρώγλες, που αποτελούνταν συνήθως από ένα ή δύο κύριους χώρους. Επιπλέον, εσωτερικά κάλυπταν τους τοίχους με πηλό ή ασβεστόχρωμα με σκοπό να ενισχύσουν

¹¹ Βερκής Νικήτας (2020). *Προς μια υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 27-30]. <https://dias.library.tuc.gr/view/85415>

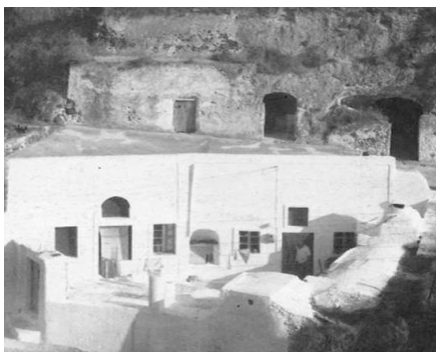
την ανθεκτικότητα της κατασκευής. Οι ίδιες αρχές κατασκευής, συνεχίστηκαν και τα επόμενα χρόνια μέχρι και σήμερα, με τις κατοικίες του οικισμού να διατηρούνται στην ίδια μορφή.



Εικόνα 9: Πρόσοψη από παλαιότερες υπόσκαφες κατοικίες του οικισμού της Σαντορίνης.

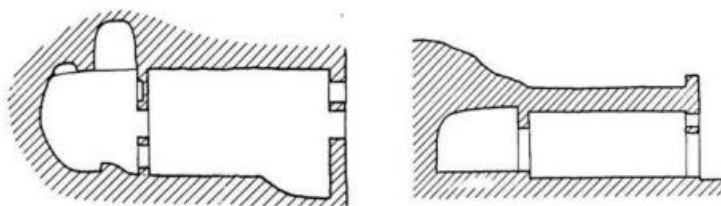
Όλες οι κατοικίες του οικισμού ακολουθούν συγκεκριμένους κανόνες κατασκευής και αποτελούνται από υλικά του ηφαιστειακού εδάφους του νησιού. Τα σπίτια έχουν ορθογώνια σχήματα, είναι θολωτά, σκαμμένα στο βράχο χωρίς θεμέλια, με στενή πρόσοψη (4 μ.) και μεγάλο βάθος (10 μ.)¹². Η θολωτή οροφή τους είναι ημι-θαμμένη και κατασκευασμένη από κίσσηρη (ελαφρόπετρα) και ηφαιστειακή τέφρα (υλικό για κονιάματα με μεγάλες μηχανικές αντοχές για την κατασκευή θόλων χωρίς οπλισμό). Στα πέτρινα σπίτια ο θόλος καλύπτεται έτσι ώστε να δημιουργείται ένας επίπεδος θάλαμος. Στην όψη υπάρχουν δίφυλλες πόρτες και μικροί φεγγίτες οι οποίοι επικοινωνούν με τα αντίστοιχα ανοίγματα των εσωτερικών πέτρινων τοίχων (μαυρόπετρα), επιτρέποντας την είσοδο φυσικού φωτισμού και βοηθώντας στη δημιουργία εσωτερικού ρεύματος αέρα. Οι φέροντες τοίχοι έχουν συνήθως μεγάλο πάχος που κυμαίνεται από 30 έως 65 εκ. και τα όμβρια ύδατα συλλέγονται σε δεξαμενές που αποτελούν συνήθως μέρος κάθε σπιτιού.

¹²Κρητικάκη Κυριακή (2020). *Υπόσκαφη αρχιτεκτονική. Με αφορμή την σύγχρονη κατοίκηση*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 31-34]. <https://dias.library.tuc.gr/view/86583>



Εικόνα 10: Όψη υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη. Εικόνα 11: Εσωτερική όψη υπόσκαφης κατοικίας.

Λόγω της στενής πρόσοψης των κτισμάτων, οι χώροι στο εσωτερικό έπρεπε να χωριστούν με συγκεκριμένο τρόπο, έτσι ώστε το φυσικό φως να είναι κυρίως στους κοινόχρηστους χώρους. Στο μπροστινό τμήμα τοποθετούνται οι χώροι διημέρευσης (σάλα), στο πίσω τα υπνοδωμάτια και πιο πίσω σε υποβαθμισμένη θέση τοποθετείται η κουζίνα. Τέλος, εξωτερικά των κτισμάτων υπάρχουν λαξευμένες σκάλες που οδηγούν στα πιο ψηλά επίπεδα¹³.



Εικόνα 12: Κάτοψη και τομή τυπικής υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη.



Εικόνα 13: Εξωτερικός χώρος υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη.

Οι κατοικίες του οικισμού καλύπτονται, σχεδόν ολόκληρες, από ασβεστωμένο σοβά. Έτσι συνυπάρχουν μεταξύ τους και είναι σχεδόν αδύνατο να διακρίνει κανείς τα όρια του ενός κτίσματος από το άλλο. Στο σύνολο του, ο οικισμός έχει εναρμονιστεί με το φυσικό τοπίο, το κλίμα και το ανάγλυφο του εδάφους. Σήμερα η κατασκευή των κατοικιών γίνεται με οπλισμένο σκυρόδεμα για να έχουν οι δομές καλύτερη αντοχή στο σεισμό βάσει νομοθεσίας. Επίσης χρησιμοποιούν και διάφορα στεγνωτικά υλικά, της θηραϊκής γης, για να μειωθεί η υγρασία στο εσωτερικό των κατοικιών.

¹³ Σκουτέλια Μαριάννα (2022). *Υπό το μηδέν*. [ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 29-34]. <https://ikee.lib.auth.gr/record/346781/?ln=el>



Εικόνα 14: Υπόσκαφος οικισμός Σαντορίνης σήμερα.

3. Σχεδιασμός υπόσκαφων κατοικιών: αρχιτεκτονικά ζητήματα

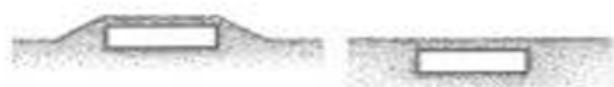


3.1 Σχέση κατασκευής με τη γραμμή εδάφους

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, οι άνθρωποι στην παλαιολιθική εποχή κατοικούσαν σε σπηλιές και βραχοσκεπές, μέχρι τη στιγμή της γεωργικής επανάστασης όπου άφησαν τον νομαδικό τρόπο ζωής και μπόρεσαν να αξιοποιήσουν υλικά, μέσα και τεχνικές, για να χτίσουν οργανωμένους οικισμούς, μεταξύ των οποίων και υπόσκαφους. Σήμερα, η δημιουργία μιας υπόσκαφης κατοικίας, όπως αυτές του παρελθόντος, εξακολουθεί να έχει αρχιτεκτονικό και κατασκευαστικό ενδιαφέρον. Τα σύγχρονα παραδείγματα διατηρούν τις ίδιες μορφολογίες (σπηλιές και βραχοσκεπές), εφαρμόζοντάς τις με ποικίλους τρόπους σε σχέση με τη γραμμή του εδάφους.

Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις κατηγορίες υπόσκαφων κατοικιών με βάση τη σχέση της κατασκευής με τη γραμμή του εδάφους¹⁴. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται κατοικίες πλήρως βυθισμένες. Είναι χτισμένες εντελώς κάτω από το επίπεδο του εδάφους και δε διαθέτουν κανένα άνοιγμα. Επί της ουσίας αποτελούν ένα κενό στο υπέδαφος ακολουθώντας τη μορφολογία της σπηλιάς, της οποίας η είσοδος δεν είναι εύκολα ορατή. Μια εντελώς βυθισμένη κατοικία δεν αποτελεί κατάλληλο χώρο διαβίωσης για όλους, μιας και η έλλειψη παραθύρων και φυσικού φωτισμού καθιστά τη μακροχρόνια παραμονή τους άβολη και ανθυγιεινή. Συνήθως τέτοιου είδους κατασκευές χρησιμοποιούνται, ήδη από το παρελθόν, ως καταφύγια έκτακτης ανάγκης και προσωρινά καταλύματα σε περιπτώσεις πολέμων και φυσικών καταστροφών.

Παρότι παρέχουν ασφάλεια σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, δυσκολεύουν τις συνθήκες διαβίωσης και επηρεάζουν αρνητικά τη ψυχολογία και τη φυσιολογία των χρηστών. Η έλλειψη φυσικού φωτισμού και επαφής με το φυσικό περιβάλλον οδηγούν στο αίσθημα της «παγίδευσης» και της απομόνωσης και προκαλούν κλειστοφοβικές αντιδράσεις. Επιπλέον, η απουσία φυσικού αερισμού συμβάλλει στη δημιουργία μιας αποπνικτικής ατμόσφαιρας γεμάτη υγρασία και κατά συνέπεια στην εμφάνιση προβλημάτων υγείας στον άνθρωπο¹⁵.



Εικόνα 15: Κατοικίες πλήρως βυθισμένες, οι οποίες στην ουσία αποτελούν ένα κενό στο υπέδαφος.

¹⁴ Σκουτέλια Μαριάννα (2022). *Υπό το μηδέν*. [ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 70]. <https://ikee.lib.auth.gr/record/346781/?ln=el>

¹⁵ Βερκής Νικήτας (2020). *Προς μια υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 53-56]. <https://dias.library.tuc.gr/view/85415>



Εικόνα 16: Καταφύγιο έκτακτης ανάγκης. Απουσία ανοιγμάτων και έλλειψη επαφής με το φυσικό περιβάλλον.

Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από βυθισμένες κατοικίες με ένα άνοιγμα-φεγγίτη που γίνεται ορατός πάνω από το επίπεδο του εδάφους. Σε αυτήν την περίπτωση, εξασφαλίζεται ελάχιστο φυσικό φως στο εσωτερικό της κατασκευής, κυρίως κατά τη διάρκεια της μέρας, το οποίο συμβάλλει στη δημιουργία ενός πιο ευχάριστου και άνετου κλίματος εντός του κτιρίου. Ωστόσο, η περιορισμένη οπτική επαφή με το φυσικό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει στην αίσθηση απομόνωσης και κατά συνέπεια οι βυθισμένες κατοικίες δεν αποτελούν επιλογή για μόνιμη κατοίκηση. Εξίσου με την πρώτη κατηγορία, δίνει την αίσθηση ότι πρόκειται για μια τρύπα μέσα στη γη, της οποίας η είσοδος πραγματοποιείται με ευδιάκριτο τρόπο από το άνοιγμα στο επίπεδο του εδάφους. Επιπλέον, η πρόσβαση σε μια βυθισμένη κατασκευή γίνεται κατεβαίνοντας επίπεδο από το επίπεδο του εδάφους. Με αυτόν τον τρόπο, εντείνεται η αίσθηση του περικλειστού καθώς και η απομόνωση από το φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 17: Βυθισμένες κατοικίες με ένα άνοιγμα στο επίπεδο του εδάφους που μοιάζουν σαν μια «τρύπα» στο υπέδαφος.



Εικόνα 18: Υπόσκαφη κατοικία στη Σέριφο με άνοιγμα-είσοδο από το επίπεδο του εδάφους κατεβαίνοντας επίπεδο.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι μερικώς βυθισμένες κατοικίες. Διαθέτουν δώμα (συνήθως φυτεμένο) το οποίο αποτελεί συνέχεια του φυσικού ανάγλυφου και προσφέρει στην κατοικία επιπλέον θερμομόνωση, οδηγώντας παράλληλα στην

καλύτερη ενσωμάτωσή της στο φυσικό περιβάλλον. Στις μερικώς υπόσκαφες κατοικίες, μια πλευρά παραμένει ανοιχτή (πρόσοψη) μέσω της οποίας εξασφαλίζεται φυσικός φωτισμός και αερισμός, θερμότητα από τις ακτίνες του ήλιου και δυνατότητα θέας στο τοπίο. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται άμεση οπτική επαφή με το περιβάλλον και δημιουργείται αίσθηση ένωσης με τη φύση, στοιχεία που καθιστούν την κατοικία κατάλληλο χώρο διαβίωσης για τους χρήστες. Τέτοιου είδους υπόσκαφες κατοικίες είναι λαξευμένες μέσα στο έδαφος και έχουν ορατή είσοδο πάνω από το επίπεδο του εδάφους.



Εικόνα 19: Κατοικίες μερικώς βυθισμένες, με μια πλευρά ανοιχτή (πρόσοψη) και φυτεμένο δώμα-συνέχεια του ανάγλυφου.



Εικόνα 20: Υπόσκαφο συγκρότημα στην Αντίπαρο, μερικώς βυθισμένο, με μια πλευρά ανοιχτή και φυτεμένο δώμα-συνέχεια του ανάγλυφου.

Τέλος, η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει κατοικίες με φυτεμένο δώμα και πιθανώς παραπάνω από μια πλευρές ανοιχτές. Και σε αυτή την κατηγορία η κατασκευή δίνει την αίσθηση ότι είναι φυσική συνέχεια του ανάγλυφου και συνήθως είναι χτισμένες πάνω από το επίπεδο του εδάφους αλλά με χαμηλό ύψος και κοντά σε αυτό. Σχεδιάζονται με σκοπό να εναρμονιστούν πλήρως με το φυσικό περιβάλλον και να συνδυάσουν αισθητική, λειτουργικότητα και άνεση. Οι ανοιχτές πλευρές επιτρέπουν την πλήρη είσοδο φυσικού φωτισμού και αερισμού με αποτέλεσμα να εξασφαλίζουν ένα άνετο και βιώσιμο εσωτερικό περιβάλλον για τον άνθρωπο. Σε περιπτώσεις μπορεί να βυθιστούν μερικώς ή εντελώς κάτω από το έδαφος διατηρώντας τις πλευρές τους ανοιχτές.



Εικόνα 21: Κατοικίες με φυτεμένο δώμα και παραπάνω από μια πλευρές ανοιχτές που αφήνουν την αίσθηση φυσικής συνέχειας του ανάγλυφου πάνω από την κατοικία. Πάνω από το επίπεδο του εδάφους (αριστερά), κάτω από το επίπεδο του εδάφους (δεξιά).



Εικόνα 22: Υπόσκαφη κατοικία στην Ίο με φυτεμένο δώμα και δύο πλευρές ανοιχτές.

Οι χαρακτηριστικές ονομασίες των κατηγοριών υπόσκαφων κατοικιών που αναλύθηκαν παραπάνω είναι: 1) πλήρως βυθισμένες, 2) βυθισμένες, 3) μερικώς βυθισμένες και 4) ψευδο-υπόσκαφες. Όλες οι κατηγορίες αφορούν τεχνητά σπήλαια και βραχοσκεπές που σκοπό έχουν την ενσωμάτωση των κτιρίων στο φυσικό τοπίο και το ανάγλυφο της περιοχής. Στην Ελλάδα τα περισσότερα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής αφορούν τις κατηγορίες 3 και 4 μιας και πρόκειται για κατοικίες, στις οποίες είναι σημαντική η δυνατότητα παροχής φυσικού φωτισμού, αερισμού, θερμότητας και θέας από τις ανοιχτές πλευρές της κατασκευής. Και στις δύο περιπτώσεις, η κατασκευή τέτοιου είδους κατοικιών, προϋποθέτει προσεκτικό σχεδιασμό, αντοχή υλικών και φροντίδα (ειδικά στις περιπτώσεις φυτεμένων δωματίων) με σκοπό να εξασφαλίζουν την αίσθηση ασφάλειας στους κατοίκους και να μην απαιτούν μεγάλο κόστος συντήρησης μακροχρόνια. Επιπλέον, παρότι αυτές οι κατοικίες προσπαθούν να εναρμονιστούν με το περιβάλλον, είναι απαραίτητο οι διαδικασίες κατασκευής τους να μην επηρεάζουν τη βιοποικιλότητα της περιοχής. Έτσι, λοιπόν, φαίνεται πως η σύγχρονη εφαρμογή των υπόσκαφων κατοικιών με την αρχέτυπη μορφολογία της σπηλιάς, είναι δυνατόν να συνδυάσει την αρχαία μορφή κατοίκησης με την αρχιτεκτονική του σήμερα, προάγοντας την αρμονία με τη φύση και τη βιωσιμότητα.

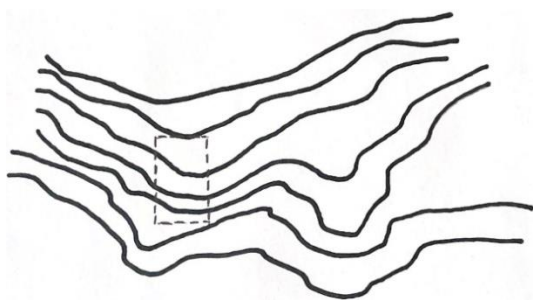
3.2 Ανάπτυξη της κατασκευής σε σχέση με το ανάγλυφο

Οι υπόσκαφες κατοικίες, ανεξαρτήτως της σχέσης τους με τη γραμμή του εδάφους σε τομή, μπορούν να αναπτυχθούν με δύο τρόπους αναφορικά με το ανάγλυφο μιας περιοχής. Ο πρώτος είναι κατά μήκος των υψομετρικών καμπύλων και ο δεύτερος κάθετα σε αυτές. Και στις δυο περιπτώσεις, σκοπός του σχεδιασμού είναι η πλήρης εναρμόνιση της κατασκευής με τις φυσικές καμπύλες και το τοπίο της περιοχής. Στα παρακάτω σκίτσα παρουσιάζονται, για κάθε μια από τις τέσσερις κατηγορίες υπόσκαφων κατοικιών που αναλύθηκαν στο 3.1, οι τρόποι ανάπτυξης στο ανάγλυφο.

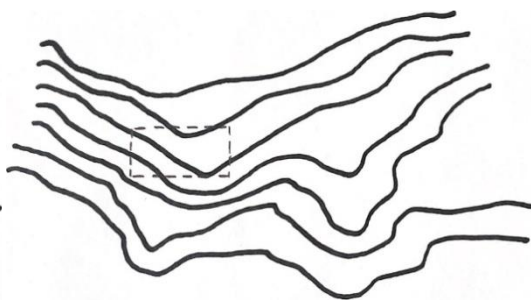
Οι πλήρως βυθισμένες κατοικίες, τα καταφύγια έκτακτης ανάγκης, βρίσκονται κάτω από το επίπεδο του εδάφους και έτσι είτε κατά μήκος, είτε κατά πλάτος των υψομετρικών καμπύλων «χάνονται» στο ανάγλυφο ανεξαρτήτως μεγέθους. Με αυτόν

τον τρόπο εξασφαλίζεται πλήρη ενσωμάτωση στο φυσικό περιβάλλον και επιπλέον, η κατασκευή είναι προστατευμένη από εξωτερικούς κινδύνους και ακραίες καιρικές συνθήκες.

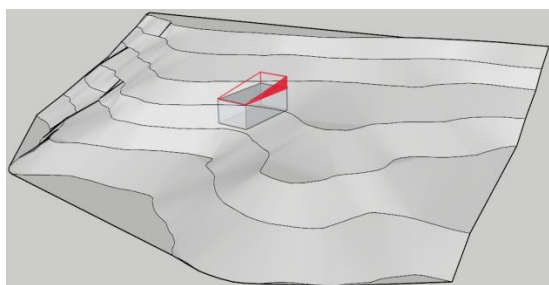
Οι κύριες διαφορές ανάμεσα στους δυο τρόπους ανάπτυξης εμφανίζονται στην εκσκαφή του οικοπέδου για την τοποθέτηση της κατασκευής. Συγκρίνοντας τις εικόνες 25 και 26, φαίνεται πως στην κατά πλάτος ανάπτυξη απαιτείται πιο βαθειά εκσκαφή, με αποτέλεσμα να απομακρύνεται μεγάλη ποσότητα εδάφους. Αντίθετα στην κατά μήκος ανάπτυξη πραγματοποιείται ομοιόμορφη εκσκαφή κατά μήκος του εδάφους αλλά και πιο κοντά στην επιφάνειά του χωρίς να χρειάζεται αφαίρεση μεγάλου όγκου υλικών. Στην περίπτωση των πλήρως βυθισμένων κατασκευών η τοποθέτηση του κτιρίου και η εκσκαφή που θα γίνει επηρεάζει και τον τρόπο πρόσβασης στην κατασκευή. Συγκεκριμένα, από τα τρίγωνα που δημιουργούνται μεταξύ κατασκευής και εδάφους (εικόνες 25, 26) φαίνεται ότι η κατά μήκος ανάπτυξη είναι προτιμότερη καθώς η κατασκευή βρίσκεται πιο κοντά στο επίπεδο του εδάφους και έτσι η πρόσβαση πραγματοποιείται ευκολότερα.



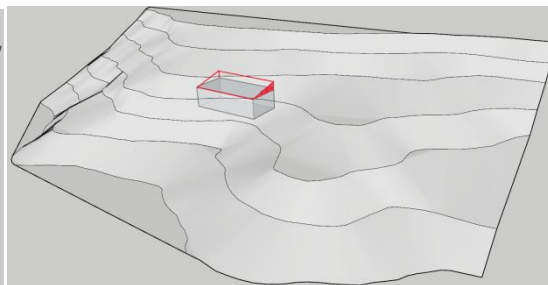
Εικόνα 23: Κατά πλάτος ανάπτυξη.



Εικόνα 24: Κατά μήκος ανάπτυξη.



Εικόνα 25: Κατά πλάτος ανάπτυξη.

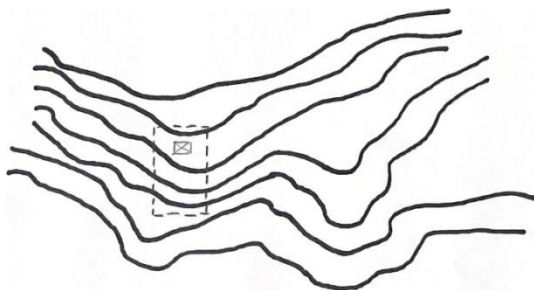


Εικόνα 26: Κατά μήκος ανάπτυξη.

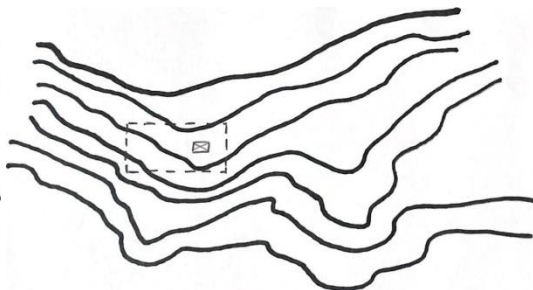
Οι βυθισμένες κατοικίες, που διαθέτουν ένα άνοιγμα-φεγγίτη, γίνονται ένα με το ανάγλυφο της περιοχής με το μοναδικό ευδιάκριτο σημείο τους να είναι η είσοδος τους στο επίπεδο του εδάφους. Και σε αυτή την περίπτωση η ανάπτυξη της κατοικίας στο ανάγλυφο δεν καθορίζει το μέγεθος της, παρόλα αυτά έχει σημασία για το είδος εκσκαφής. Από τις εικόνες 29 και 30 παρατηρείται ότι, εξίσου με τις πλήρως βυθισμένες κατασκευές, στην κατά πλάτος ανάπτυξη απαιτείται μεγαλύτερο βάθος και έτσι καλύτερη επιλογή αποτελεί η κατά μήκος ανάπτυξη.

Παρόλο που διαθέτουν ένα άνοιγμα, δεν είναι αρκετό για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες φυσικού φωτισμού και αερισμού σε όλο το μήκος της κατασκευής. Οι πιο

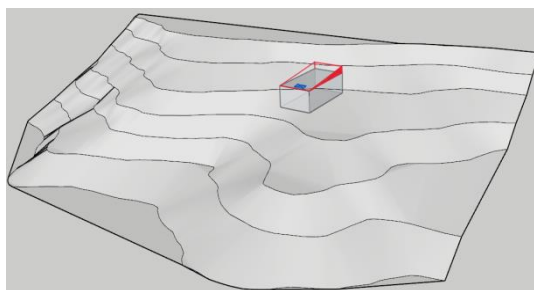
απομακρυσμένοι χώροι παραμένουν σκοτεινοί διαθέτοντας μια αποπνικτική ατμόσφαιρα. Για αυτούς τους λόγους ο βέλτιστος τρόπος σχεδιασμού μιας βυθισμένης κατοικίας είναι με το άνοιγμά της στη μέση της κατασκευής, όπως φαίνεται στην εικόνα 31.



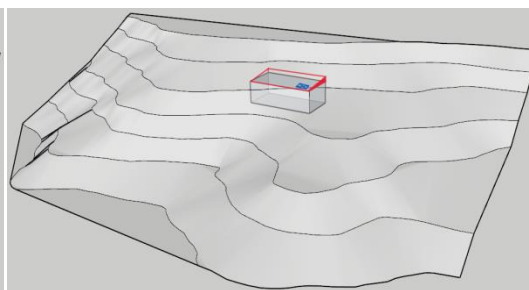
Εικόνα 27: Κατά πλάτος ανάπτυξη.



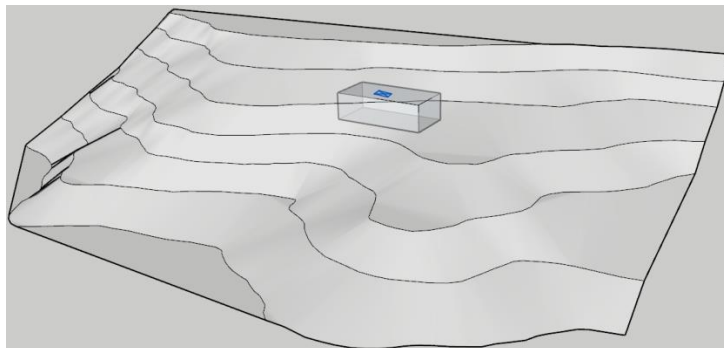
Εικόνα 28: Κατά μήκος ανάπτυξη.



Εικόνα 29: Κατά πλάτος ανάπτυξη. (είσοδος)



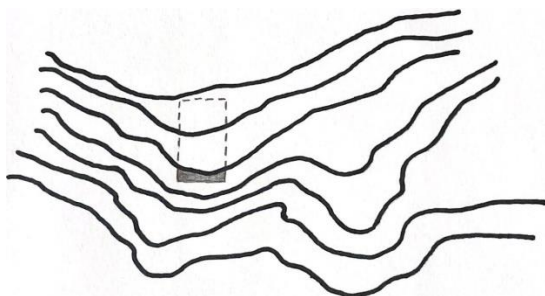
Εικόνα 30: Κατά μήκος ανάπτυξη. (είσοδος)



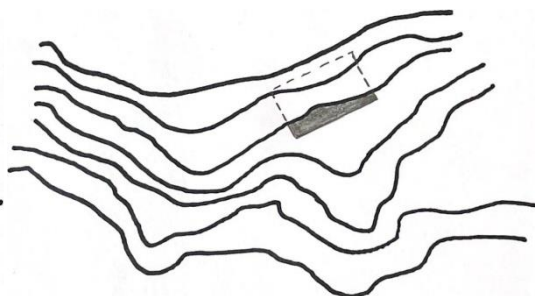
Εικόνα 31: Κατά μήκος ανάπτυξη βυθισμένης κατασκευής με ένα [άνοιγμα](#) στο επίπεδο του εδάφους, τοποθετημένο στη μέση της κατασκευής με σκοπό το φυσικό φωτισμό και αερισμό σε όλους τους χώρους.

Στις μερικές υπόσκαφες κατοικίες, η ανάπτυξη στο ανάγλυφο θα καθορίσει και το μέγεθος της πρόσοψης της κατοικίας καθώς και το βάθος της. Η ανάπτυξη κατά πλάτος των υψομετρικών καμπύλων δίνει μικρότερη όψη και μεγαλύτερο βάθος, όπως και στην περίπτωση των κατοικιών του οικισμού της Σαντορίνης. Αντίθετα η ανάπτυξη κατά μήκος των καμπύλων δίνει μεγαλύτερη πρόσοψη και μικρότερο βάθος. Και στις δύο περιπτώσεις αξιοποιείται το ανάγλυφο της περιοχής με σκοπό τη πλήρη ενσωμάτωση της κατασκευής στο φυσικό περιβάλλον. Παρόλα αυτά η αρχιτεκτονική των υπόσκαφων κατοικιών, όπως αυτή της Σαντορίνης, δεν ικανοποιεί τις σύγχρονες ανάγκες των χρηστών μιας και οι πιο επιθυμητοί χώροι είναι ανοιχτοί, μεγάλοι και ευέλικτοι. Επιπλέον, δεν ικανοποιούνται οι ανάγκες για φυσικό φωτισμό και αερισμό σε όλους τους χώρους της κατοικίας, καθώς κάποιοι από αυτούς

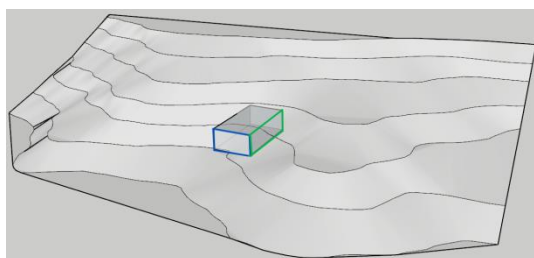
παραμένουν στο βάθος της κατασκευής, απομακρυσμένοι από την ανοιχτή πλευρά. Για αυτό το λόγο, στην περίπτωση των μερικώς βυθισμένων κατοικιών, η ανάπτυξη κατά πλάτος των υψομετρικών καμπύλων γίνεται σε επίπεδα (όπως φαίνεται στην εικόνα 36), με σκοπό την αξιοποίηση των φυσικών πόρων σε όλους τους χώρους της κατοικίας.



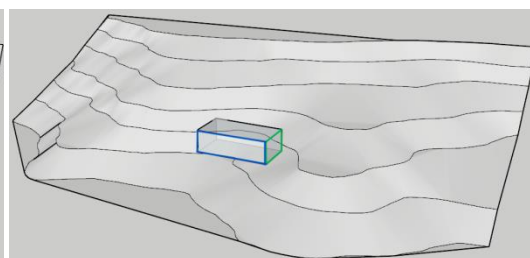
Εικόνα 32: Κατά πλάτος ανάπτυξη.



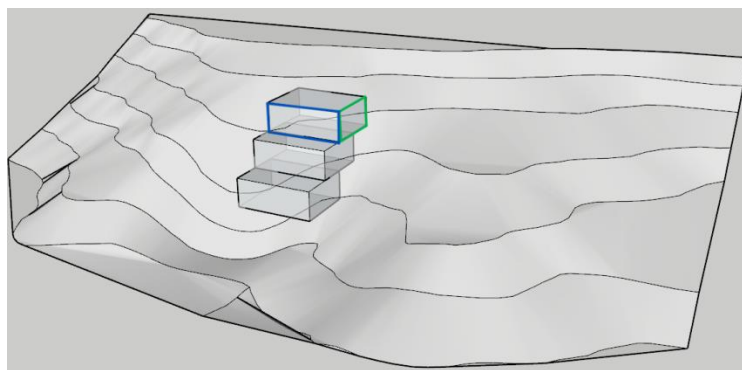
Εικόνα 33: Κατά μήκος ανάπτυξη.



Εικόνα 34: Κατά πλάτος ανάπτυξη (όψη < βάθος).



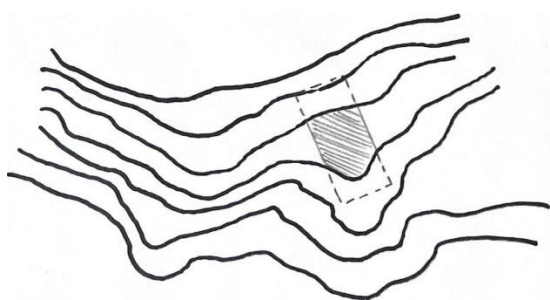
Εικόνα 35: Κατά μήκος ανάπτυξη (όψη > βάθος).



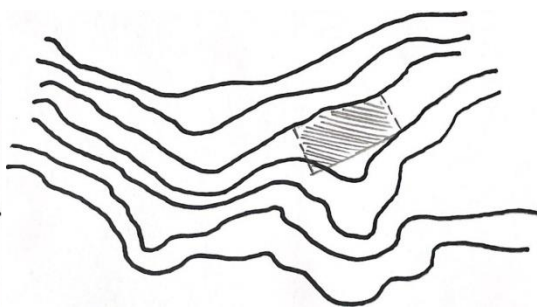
Εικόνα 36: Κατά πλάτος ανάπτυξη σε επίπεδα (όψη > βάθος).

Τέλος στην κατηγορία των ψευδο-υπόσκαφων κατοικιών η ανάπτυξη κατά πλάτος ενώνει δύο (ή και περισσότερες) υψομετρικές καμπύλες φτιάχνοντας έναν τεχνητό λόφο μεταξύ τους, μέσα στον οποίο δημιουργείται η κατοικία. Στην κατά μήκος ανάπτυξη δημιουργείται ένα τεχνητό ανασήκωμα του εδάφους, το οποίο δίνει την αίσθηση της συνέχειας του ανάγλυφου πάνω από την κατοικία. Είτε κατά μήκος των καμπύλων, είτε κατά πλάτος η τεχνητή συνέχεια του ανάγλυφου πάνω από την κατοικία δίνει την αίσθηση αρμονίας με το τοπίο της περιοχής και συμβάλει στη διατήρηση της οπτικής ενσωμάτωσης της κατασκευής στο φυσικό περιβάλλον. Και με τους δυο τρόπους ανάπτυξης, στην περίπτωση των ψευδο-υπόσκαφων κατοικιών,

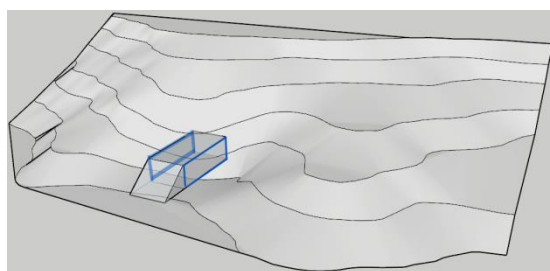
παραμένουν τουλάχιστον δυο πλευρές ανοιχτές με αποτέλεσμα να υπάρχει φυσικός φωτισμός και αερισμός σε όλους τους χώρους τους.



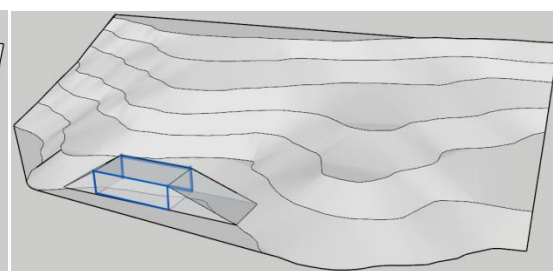
Εικόνα 37: Κατά πλάτος ανάπτυξη.



Εικόνα 38: Κατά μήκος ανάπτυξη.



Εικόνα 39: Κατά πλάτος ανάπτυξη (ανοιχτές πλευρές).



Εικόνα 40: Κατά μήκος ανάπτυξη (ανοιχτές πλευρές).

Στην Ελλάδα, τα περισσότερα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής αναπτύσσονται κατά μήκος των υψομετρικών καμπύλων, με σκοπό να αξιοποιηθεί ο φυσικός φωτισμός, αερισμός και η θέα προς το τοπίο, μέσω της μεγάλης ανοιχτής πλευράς της κατασκευής. Επίσης, κατά κανόνα πρόκειται για κατοικίες σε νησιά, όπου η θέα κυριαρχεί σε ολόκληρο το οπτικό πεδίο. Έτσι η αξιοποίηση των φυσικών δυνατοτήτων γίνεται απαραίτητη προϋπόθεση στο σχεδιασμό και την κατασκευή υπόσκαφων κατοικιών, διότι συμβάλλει στην ένταξη της κατοικίας στο φυσικό περιβάλλον και αν μη τι άλλο η αποφυγή επαφής με τη φύση καθίσταται αδύνατη.

3.3 Κλίμακα των κατασκευών

Οι υπόσκαφες κατοικίες, στην Ελλάδα, εμφανίζονται με ποικίλες και διαφορετικές κλίμακες. Παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθός τους είναι η ανάπτυξη τους στο ανάγλυφο καθώς και η χρήση για την οποία προορίζονται (κατοικία, βίλα, συγκρότημα κατοικιών, ξενοδοχείο)¹⁶. Προκειμένου να γίνει η κατηγοριοποίηση των κλιμάκων, μελετήθηκαν παραδείγματα από όλη την Ελλάδα. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνουν τις διαστάσεις και τη χρήση των κατοικιών και με βάση αυτά, ορίζονται τέσσερις κατηγορίες - μικρή, μεσαία, μεγάλη και πολύ μεγάλη κλίμακα.

Η μικρή κλίμακα περιλαμβάνει υπόσκαφα κτίρια μέχρι 60 τ.μ. Οι κατοικίες της κατηγορίας αυτής λόγω του μεγέθους τους ενσωματώνονται εύκολα στο φυσικό τοπίο

¹⁶ Τρουλλινός Χρήστος (2023). *Η περίπτωση των γερμανικών υπόσκαφων κατασκευών στην Κρήτη: μνημεία με ιδιαίτερη δυναμική για την τοπική ανάπτυξη*. [διπλωματική εργασία, Ελληνικό ανοικτό Πανεπιστήμιο, σελ. 35].

χωρίς να απαιτούν μεγάλη έκταση, για την κατασκευή τους μέσα, στη γη. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν επίσης και οι κατοικίες του υπόσκαφου οικισμού της Σαντορίνης, στον οποίο συμπεριλαμβάνονται και μονόχωρα υπόσκαφα των 20 τ.μ. Επικρατούν στο τοπίο της Οίας χωρίς να διαταράσσουν την αρμονία του φυσικού ανάγλυφου και δεν επηρεάζουν αρνητικά τη βιοποικιλότητα του νησιού λόγω του μεγέθους τους. Αποτελούνται από τους βασικούς κοινόχρηστους χώρους (σαλόνι, κουζίνα) και ιδιωτικούς χώρους (δωμάτια), οι οποίοι στις περισσότερες περιπτώσεις κατοικιών εντάσσονται με τους κοινόχρηστους σε έναν ενιαίο χώρο.



Εικόνα 41: Υπόσκαφη κατοικία οικισμού Σαντορίνης, ενσωματωμένη στο ανάγλυφο του νησιού.



Εικόνα 42: Μονόχωρη υπόσκαφη κατοικία στην Οία, ενιαίος χώρος για κοινόχρηστο και ιδιωτικό χώρο.

Στη μεσαία κλίμακα περιλαμβάνονται υπόσκαφες κατοικίες μέχρι 150 τ.μ. Πρόκειται για μεγαλύτερες κατοικίες που προορίζονται για ιδιοκατοίκηση. Αποτελούνται από μεγάλους ενιαίους κοινόχρηστους χώρους, οι οποίοι είναι συνήθως προς την ανοιχτή πλευρά της κατασκευής με σκοπό να αξιοποιείται η θέα κατά τη διάρκεια χρήσης τους. Επιπλέον διαθέτουν μέχρι τρία υπνοδωμάτια, τα οποία

είναι τοποθετημένα στην πιο «προστατευμένη» πλευρά για να εξασφαλίζεται η ιδιωτικότητα των κατοίκων. Εξωτερικά των κατοικιών, διαμορφώνονται χώροι (κήποι, αυλές, αίθρια), οι οποίοι συνυπάρχουν με τους εσωτερικούς, ενσωματώνονται στο φυσικό τοπίο της περιοχής, της εκάστοτε υπόσκαφης κατοικίας και προσφέρουν μια καλύτερη σχέση με το περιβάλλον.



Εικόνα 43: Secret garden house. Ιδιωτικό «καταφύγιο» μεσαίας κλίμακας, 120 τ.μ. με κήπο 280 τ.μ.

Η μεγάλη κλίμακα περιλαμβάνει υπόσκαφες κατοικίες μέχρι 300 τ.μ. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι κατοικίες-βίλες και προορίζονται κατά κανόνα για τουριστική αξιοποίηση. Οι υπόσκαφες κατοικίες αυτής της κατηγορίας διαφοροποιούνται, από τη μεσαία κλίμακα, κυρίως στο κτιριολογικό τους πρόγραμμα. Διαθέτουν μεγαλύτερους κοινόχρηστους χώρους, οι οποίοι προσφέρουν άνεση στους χρήστες. Οι κοινόχρηστοι χώροι αποτελούνται από ευρύχωρα σαλόνια και τραπεζαρίες και συνήθως, ανάλογα τα επίπεδα που αναπτύσσεται η κατοικία, έχουν παραπάνω για την διευκόλυνση των κατοίκων. Βρίσκονται στην πλευρά της πρόσοψης της κατοικίας αφήνοντας χώρο πίσω για τους ιδιωτικούς χώρους. Στη μεγάλη κλίμακα οι ιδιωτικοί χώροι περιλαμβάνουν παραπάνω από τέσσερα υπνοδωμάτια και ιδιωτικά μπάνια για το κάθε ένα. Οι εξωτερικοί χώροι αποτελούνται από διαμορφωμένες αυλές και βεράντες. Διαθέτουν καθιστικά και συνήθως παροχές όπως υδατοδεξαμενές και χώρους αναψυχής.



Εικόνα 44: Summer house, Νάξος. Εξοχική κατοικία μεγάλης κλίμακας, 280 τ.μ.

Τέλος, η πολύ μεγάλη κλίμακα περιλαμβάνει υπόσκαφες κατοικίες από 300 τ.μ. και πάνω. Πρόκειται για συγκροτήματα υπόσκαφων κατοικιών και ξενοδοχεία τα οποία προορίζονται για προσωρινή κατοίκηση, συνήθως, τους καλοκαιρινούς μήνες. Αποτελούνται από μεμονωμένες κατοικίες, οι οποίες είτε συνθέτουν ένα ενιαίο κτίριο, είτε βρίσκονται διάσπαρτες στην περιοχή και συνολικά δημιουργούν ένα κοινό σύμπλεγμα. Κάθε μια τέτοια κατοικία περιλαμβάνει δικούς της κοινόχρηστους και ιδιωτικούς χώρους, εξίσου τοποθετημένους όπως στις προηγούμενες κατηγορίες μεγέθους. Επιπλέον, συνδυαστικά με τις εξωτερικές διαμορφώσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν ιδιωτικές πισίνες και κήπους, προσφέρουν στους κατοίκους χώρους άνεσης και διασφαλίζουν την οπτική ενσωμάτωση στο φυσικό τοπίο.



Εικόνα 45: Kea View, Κέα. Παράδειγμα κατηγορίας πολύ μεγάλης κλίμακας με μεμονωμένες κατοικίες που συνθέτουν ένα κοινό σύμπλεγμα με ιδιωτικούς εξωτερικούς χώρους.

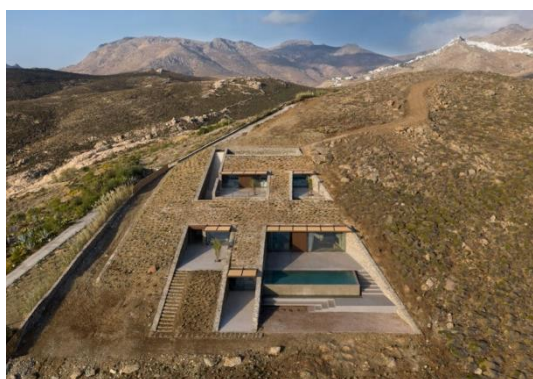
Στην Ελλάδα οι κλίμακες που εμφανίζονται περισσότερο είναι η μεσαία, η μεγάλη και η πολύ μεγάλη, με τη μικρή να εντοπίζεται μόνο στον υπόσκαφο οικισμό της

Σαντορίνης. Σε όλες τις περιπτώσεις η κλίμακα αναπτύσσεται οριζόντια και όχι καθ' ύψος για αυτό και τα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής στη χώρα δεν υπερβαίνουν τα τρία επίπεδα. Αυτή η ανάπτυξη συμβάλλει στην καλύτερη ενσωμάτωση των κατοικιών στο φυσικό τοπίο και παράλληλα στην διατήρηση της αρμονίας του περιβάλλοντος. Παρόλα αυτά στις μεγαλύτερες κλίμακες είναι απαραίτητο να γίνει προσεκτικός σχεδιασμός με σκοπό να μην διαταραχτεί η βιοποικιλότητα της εκάστοτε περιοχής και να μην αλλοιωθεί η γεωμορφολογία του εδάφους.

3.4 Μορφολογία

Στην Ελλάδα εντοπίζονται τρεις μορφολογίες υπόσκαφων κατοικιών. Η διαφοροποίηση έγινε έπειτα από σύγκριση παραδειγμάτων υπόσκαφων κατοικιών της χώρας και με βάση το σχήμα της κάτοψης και της γραμμής που οριοθετεί την κατασκευή. Οι κατηγορίες που διακρίθηκαν είναι η ευθύγραμμη, η τεθλασμένη και η καμπύλη-οργανική. Επιπλέον η διάκριση αυτή είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο ανάπτυξης και κλίμακας του κτιρίου.

Πρώτη κατηγορία μορφολογίας και αυτή που εμφανίζεται πιο συχνά στα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής στη χώρα, είναι η ευθύγραμμη. Κύριο χαρακτηριστικό της αποτελούν τα ορθογώνια σχήματα και η αυστηρή γεωμετρία. Οι κατασκευές με αυτή τη μορφολογία διακρίνονται για την απλότητα στο σχεδιασμό τους και τις ευθείες γραμμές που τις περικλείουν. Κύριος στόχος του σχεδιασμού τους είναι η έμφαση στην λειτουργικότητα και σε συνδυασμό με την μινιμαλιστική αισθητική δημιουργείται ένα μοντέρνο αποτέλεσμα, το οποίο ενσωματώνεται στο φυσικό τοπίο. Αυτό επιτυγχάνεται, επίσης, και με τη χρήση φυσικών υλικών, όπως η πέτρα και το ξύλο.



Εικόνα 46: Ορθογώνια κάτοψη, Ncaved house. Σέριφος.



Εικόνα 47: Τετράγωνη κάτοψη, Summer house. Νάξος.



Εικόνα 48 : Ορθογώνιες κατόψεις σε σειρά.
Elysium caved villas, Κρήτη.

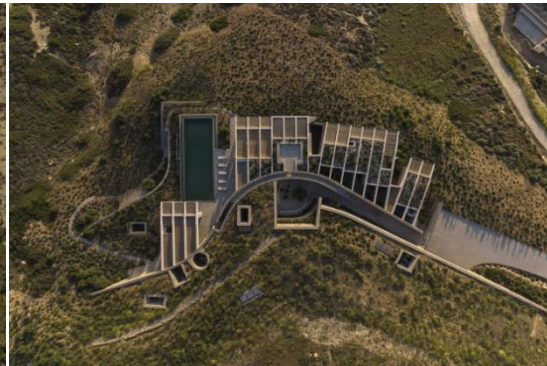


Εικόνα 49: Ορθογώνιες διαδοχικές κατόψεις
Olive villas, Σκιάθος.

Στη δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται υπόσκαφα κτίρια που η κάτοψη τους (κυρίως στο τελείωμα της, προς την πρόσοψη του κτιρίου) είναι τεθλασμένη γραμμή, η οποία ορίζεται (και ταυτίζεται) με το ανάγλυφο. Τα ακανόνιστα ορθοκανονικά σχήματα αποτελούν μια ελεύθερη προσέγγιση σχεδιασμού χωρίς την αυστηρή γεωμετρία του ορθογωνίου. Και σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός προκειμένου η υπόσκαφη κατοικία να ενταχθεί ομαλά στο φυσικό τοπίο και να εναρμονίζεται με τις φυσικές καμπύλες. Σε αυτή τη μορφολογία ανήκει επίσης και ο υπόσκαφος οικισμός της Σαντορίνης¹⁷. Οι κατοικίες του έχουν ακανόνιστα και ευθύγραμμα σχήματα, που συνολικά συνθέτουν ένα αρμονικό αποτέλεσμα στο ανάγλυφο και την τοπογραφία του εδάφους του νησιού και αποτελούν μέχρι και σήμερα, με την ιδιαίτερη μορφολογία τους, ένα παράδειγμα πλήρους ένταξης στο φυσικό τοπίο.



Εικόνα 50: Ακανόνιστο σχήμα κάτοψης.
Lapyti residence, Μύκονος.



Εικόνα 51: Τεθλασμένη γραμμή.
Ridge house, Αντίπαρος.

¹⁷ Αρμάου Αντωνία, Μιχαλοπούλου Ελένη, Φωτιάδου Ζωή-Νατάσσα. *Η εξέλιξη των βιοκλιματικών κατασκευών από την αρχαιότητα έως σήμερα*. [Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Πειραιά, τμήμα πολιτικών δομικών έργων, σελ.27].



Εικόνα 52: Τεθλασμένη γραμμή στο τελείωμα.
Υπόσκαφο συγκρότημα, Αντίπαρος.



Εικόνα 53: Ακανόνιστα σχήματα κατόψεων.
Υπόσκαφος οικισμός Σαντορίνης.

Τρίτη μορφολογία υπόσκαφων κατοικιών είναι η καμπύλη-οργανική. Τα καμπύλα σχήματα συνομιλούν με την τοπογραφία και το ανάγλυφο της περιοχής επιδιώκοντας το ελάχιστο ίχνος του κτιρίου στο τοπίο. Μέσα από το σχεδιασμό τους, αξιοποιούνται οι φυσικές κλίσεις του εδάφους με αποτέλεσμα το κτίριο να ενσωματώνεται στο περιβάλλον και να γίνεται σχεδόν αόρατο. Επιπλέον τα άλλοτε ήπια και άλλοτε έντονα οργανικά περιγράμματα δίνουν την αίσθηση φυσικών σπηλαίων στο έδαφος και έτσι προσφέρουν μια αίσθηση σύνδεσης με τη φύση. Μέσω αυτής της μορφολογίας συνδυάζεται η αρχέτυπη μορφή κατοίκησης με τα σύγχρονα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά.



Εικόνα 54: Κάτοψη με ήπια καμπύλη.
«Ξερολίθι», Σέριφος.



Εικόνα 55: Κάτοψη με έντονες καμπύλες.
Curved line residence, Μύκονος.



Εικόνα 56: Ήπια καμπύλη που είναι σχεδόν ευθεία
Elements house, Πάρος.



Εικόνα 57: Καμπύλες πάνω στις κλίσεις του εδάφους.
Costa Navarino, Καλαμάτα.

Οι τρεις τυπολογίες που παρουσιάστηκαν δεν είναι μονοσήμαντες, καθώς τα δεδομένα της περιοχής μπορούν να οδηγήσουν σε συνδυασμό αυτών και κατά συνέπεια στη δημιουργία υβριδικών συστημάτων ανάπτυξης. Τα συστήματα αυτά απαιτούν προσεκτικό σχεδιασμό με σκοπό το τελικό αποτέλεσμα να μην αλλοιώνει την ταυτότητα του τοπίου. Επιπλέον το σύνολο της κατασκευής πρέπει να διαθέτει χαρακτηριστικά, τα οποία θα συμβάλλουν στην ενοποίηση του κτιρίου με το ανάγλυφο, τη σύνδεση με τη φύση και την οπτική ενσωμάτωση με την γύρω περιοχή. Παράλληλα, όμως, πρέπει να διαθέτει σύγχρονα αρχιτεκτονικά στοιχεία, τα οποία θα συνθέτουν ένα μοντέρνο κτίριο που θα συνδυάζει αισθητική και λειτουργικότητα. Έτσι, προκύπτει ένα υβρίδιο, το οποίο περιλαμβάνει στοιχεία από όλες τις κατηγορίες μορφολογίας που αναφέρθηκαν παραπάνω και ταυτόχρονα εντάσσεται ομαλά στο περιβάλλον. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το Amansinaya villa στην Κέρκυρα. Πρόκειται για μια ιδιωτική κατοικία 400τ.μ., (η οποία βρίσκεται ακόμα σε στάδιο μελέτης κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας) που χαρακτηρίζεται από ορθοκανονικά και καμπύλα σχήματα που δημιουργούν ήπια τελειώματα προς το έδαφος και το ανάγλυφο¹⁸. Συνδυάζει υπόγειους και υπέργειους χώρους, οριοθετημένους από καμπύλες, οι οποίες ακολουθούν το ανάγλυφο της περιοχής και προσφέρει ταυτόχρονα ενσωμάτωση στο φυσικό τοπίο αλλά και μια λειτουργική σχέση κατασκευής και τοπογραφίας. Ακολουθεί την τυπολογία του σπηλαίου, αφού είναι μια μερικώς υπόσκαφη κατοικία με μία πλευρά ανοιχτή και φυτεμένο δώμα. Μέσα από το σχεδιασμό της επιτυγχάνεται η άμεση οπτική επαφή με το τοπίο και δημιουργείται αίσθηση ένωσης με τη φύση. Αποτελεί κατάλληλο χώρο διαβίωσης για τους χρήστες και επιπλέον εξυπηρετεί τις ανάγκες για ένα κτίριο φιλικό προς το φυσικό περιβάλλον.

¹⁸ OMNIVIEW (2022). *Amansinaya villa, Corfu*. <https://www.omniview.com/amansinaya-villa>



Εικόνα 58: Amansinaya villa, Κέρκυρα. Υβρίδιο που συνδυάζει χαρακτηριστικά από τις εξής μορφολογίες: ευθύγραμμη, τεθλασμένη, καμπύλη οργανική.



Εικόνα 59: Amansinaya villa, Κέρκυρα. Τυπολογία σπηλαίου με μια πλευρά ανοιχτή και φυτεμένο δώμα.

3.5 Ένταξη στο φυσικό περιβάλλον

Σε μια υπόσκαφη κατασκευή, εκτός από τα αρχιτεκτονικά ζητήματα που αναλύθηκαν παραπάνω, αξιολογείται και το ζήτημα της ένταξης στο φυσικό περιβάλλον. Συνειρμικά, τα προσαρμοσμένα στο έδαφος κτίρια συνεπάγονται κτίρια βυθισμένα στη γη, τα οποία είναι ενσωματωμένα στο φυσικό ανάγλυφο, έχουν τη μικρότερη δυνατή παρουσία στο περιβάλλον και το μεγαλύτερο μέρος της κατασκευής τους αναπτύσσεται κάτω από το επίπεδο του εδάφους. Στόχος της υπόσκαφης αρχιτεκτονικής δεν είναι μόνο η απλή επίτευξη μιας οπτικής

ενσωμάτωσης στο φυσικό τοπίο αλλά και το ελάχιστο αποτύπωμα στη γεωμορφολογία του εδάφους¹⁹.

Ο σχεδιασμός των υπόσκαφων κτιρίων αποτελείται από δυο σημαντικούς άξονες. Πρώτος είναι η ένταξη της κατασκευής με στόχο την αρμονία και τη διαφύλαξη του τοπίου, καθώς και την ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος. Τα υπόσκαφα κτίρια έχουν άμεση σχέση με τη γη, με αποτέλεσμα η οπτική ενσωμάτωση τους στο τοπίο να επιτυγχάνεται αβίαστα. «Χάνονται» στο φυσικό ανάγλυφο διατηρώντας το υφιστάμενο τοπίο και συνδυάζουν αισθητική και βιωσιμότητα, δημιουργώντας ένα χώρο που ενσωματώνεται στις φυσικές δομές, όπως λόφους, πλαγιές και υδάτινα στοιχεία²⁰.

Δεύτερος άξονας του σχεδιασμού υπόσκαφων κτιρίων αποτελεί η αποφυγή της αλλοίωσης του εδάφους. Παρόλο που η υπόσκαφη αρχιτεκτονική έχει ζητήματα ένταξης τα οποία επιλύει οπτικά, γίνεται λόγος για καταστροφή του φυσικού τοπίου όταν αρχίζει και αλλοιώνει το πραινές ως προς τη γεωμετρία και κυρίως ως προς τη σύσταση του υπέδαφους. Αποτέλεσμα αυτού αποτελεί η φαινομενική ένταξη του υπόσκαφου κτιρίου στο περιβάλλον, κομμάτι του οποίου έχει ήδη καταστραφεί από τις ενέργειες που προηγήθηκαν για την κατασκευή του κτιρίου.

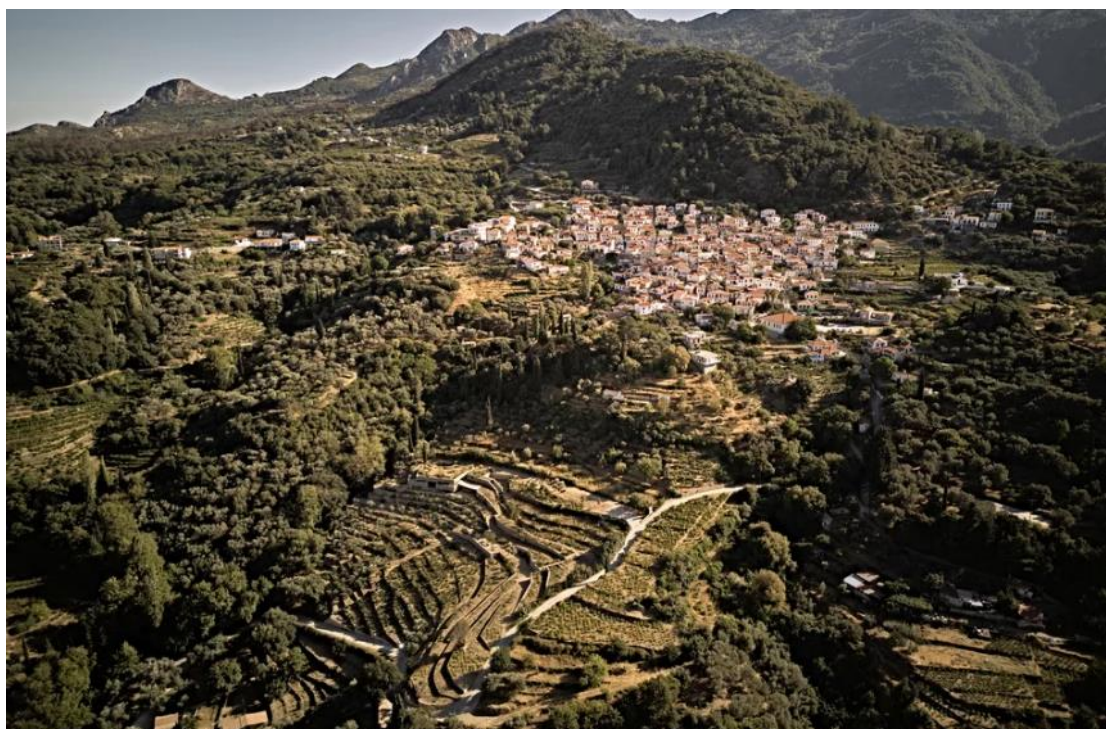
Απέναντι στο πρόβλημα της ένταξης στο φυσικό τοπίο, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική αποτελεί την πιο κατάλληλη λύση παρόλο που η προσαρμογή των υπόσκαφων κτιρίων στο φυσικό περιβάλλον γίνεται κυρίως μονοδιάστατα με βάση τα οπτικά ζητήματα που προκύπτουν από το σχεδιασμό τους. Συγκεκριμένα τα ζητήματα αυτά περιλαμβάνουν την κλίμακα, τη μορφολογία, τα υλικά, τις φυτεύσεις και τη θέση των υπόσκαφων κατασκευών.

Αρχικά για την καλύτερη ενσωμάτωση μιας υπόσκαφης κατοικίας στο φυσικό τοπίο, πρέπει η μορφή της να έρχεται σε απόλυτη αρμονία με τις φυσικές μορφές του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα το μέγεθος της πρέπει να είναι ανάλογο των γύρω στοιχείων, με σκοπό να μην ξεχωρίζει και να διαταράσσει την ισορροπία του υφιστάμενου χώρου. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο έχουν και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή. Τα τοπικά υλικά, τα φυσικά χρώματα και οι υφές του φυσικού τοπίου επιτρέπουν την οπτική συγχώνευση με το περιβάλλον και σε συνδυασμό με τη χρήση της τοπικής χλωρίδας, για τη φύτευση γύρω και πάνω στην κατοικία (φυτεμένα δώματα), ενισχύουν την οπτική ενσωμάτωση στο τοπίο. Τέλος, ακόμα ένας τρόπος για να επιτευχθεί η ένταξη μιας υπόσκαφης κατασκευής στο περιβάλλον είναι η εκμετάλλευση φυσικών σημείων, φυσικών εσοχών στο έδαφος. Με την κατασκευή υπόσκαφων κτιρίων σε φυσικές «τρύπες» μειώνεται η οπτική παρουσία στο τοπίο, προσφέρεται «αορατότητα» και επιτυγχάνεται μια διακριτική ένταξη στο περιβάλλον.

¹⁹ Κρητικάκη Κυριακή (2020). *Υπόσκαφη αρχιτεκτονική. Με αφορμή την σύγχρονη κατοίκηση*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 15-17, 22, 42, 85, 89]. <https://dias.library.tuc.gr/view/86583>

²⁰ Σκουτέλια Μαριάννα (2022). *Υπό το μηδέν*. [ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 72, 129-131]. <https://ikee.lib.auth.gr/record/346781/?ln=el>

Ένα παράδειγμα ένταξης, το οποίο περιγράφεται από όλα τα παραπάνω στοιχεία και διαθέτει όλες τις προϋποθέσεις ενσωμάτωσης στο φυσικό τοπίο, αποτελεί το «Λίκνον» στη Σάμο. Το συγκεκριμένο παράδειγμα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής αναδεικνύει το ανάγλυφο της περιοχής, καθώς αναπτύσσεται σε επίπεδα κατά μήκος των υψομετρικών καμπύλων και τα τελειώματα κάθε επιπέδου με τις οργανικές καμπύλες, ακολουθούν την τοπογραφία του εδάφους. Επιπλέον χαρακτηρίζεται για την δυναμική των πέτρινων ξερολιθιών που χρησιμοποιεί ως βασικό φυσικό υλικό για την κατασκευή του και τους αμπελώνες που έχει ως φύτευση με σκοπό να ενοποιηθεί με τις γύρω εκτάσεις αλλά και να αναδείξει την ιστορία του τόπου. Δεν αποτελεί παράδειγμα υπόσκαφης κατοικίας, πρόκειται όμως για ένα υπόσκαφο οίνοποιείο που συνδυάζει ιστορία και τοπίο²¹.



Εικόνα 60: Λίκνον, Σάμος. Αμφιθεατρικά χτισμένο πάνω στις αναβαθμίδες της πλαγιάς.

²¹ Samos Voice (2022). *Liknon, o πρωτοποριακός αμπελώνας – οίκος του Metaxa στη Σάμο*.
<https://samosvoice.gr/2022/12/11/fotoreportaz-liknon-o-protoporikakos-abelonas-oikos-tou-metaxa-sti-samo/>



Εικόνα 61: Λίκνον, Σάμος. Κάθε επίπεδο με αμπελώνες και ξερολιθιές ως βασικό δομικό υλικό.

Αντίθετα, η υπόσκαφη κατοικία στην Τήνο, παρόλο που διαθέτει φυτεμένο δώμα το οποίο δίνει την αίσθηση συνέχειας του ανάγλυφου πάνω στην κατασκευή, διαθέτει έντονους όγκους που ξεχωρίζουν από το τοπίο και δεν ενσωματώνονται πλήρως σε αυτό. Η αυστηρή γεωμετρία και η μοντέρνα προσέγγιση στο σχεδιασμό της, την κάνουν να μοιάζει «ξένη» ως προς τη φυσική έκταση γύρω της και δεν της επιτρέπουν να συνομιλεί με τις φυσικές καμπύλες του ανάγλυφου. Έτσι διαταράσσεται η αρμονία μεταξύ φύσης και κτιρίου. Επιπλέον η αρχιτεκτονική της έρχεται σε αντίθεση με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική του νησιού, με αποτέλεσμα να μην εντάσσεται στο συνολικό τοπίο της περιοχής. Δεν διαθέτει κανένα φυσικό υλικό στην πρόσοψή του και έτσι δεν επιτυγχάνεται η οπτική ενσωμάτωση στο περιβάλλον. Συγκεκριμένα η χρήση σκυροδέματος έρχεται σε αντίθεση με τα υλικά του φυσικού τοπίο, πέτρα και ξύλο, τα οποία συνήθως ενσωματώνονται καλύτερα στο τοπίο μιας περιοχής.



Εικόνα 62: Υπόσκαφη κατοικία στην Τήνο. Αυστηρή γεωμετρία και περιγράμματα που προβληματίζουν ως προς την ένταξη της κατοικίας στο φυσικό τοπίο.

4. Κατασκευή υπόσκαφων κατοικιών: ζητήματα τεχνολογίας



4.1 Ζητήματα λειτουργίας και λειτουργικότητας

Με βάση ότι προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3, οι υπόσκαφες κατοικίες είναι κατασκευές που μέσα από το σχεδιασμό τους αξιοποιούν την τοπογραφία του εδάφους, ενσωματώνονται στο τοπίο μέσω της ανάπτυξης, της κλίμακας και της μορφολογίας τους και προσφέρουν στους χρήστες τη μέγιστη δυνατή σύνδεση με το φυσικό περιβάλλον. Βρίσκονται κάτω από τη στάθμη του φυσικού εδάφους και διαθέτουν μια ή και περισσότερες ανοιχτές πλευρές. Ως φυσική συνέπεια της ανάγκης των ανθρώπων για προστασία, ο σχεδιασμός υπόσκαφων κτιρίων έχει διαδοθεί, μέχρι και σήμερα, σε διαφορετικούς γεωγραφικούς χώρους, πολιτισμούς και χρόνους, διατηρώντας την ιδέα της αρχέτυπης μορφής κατοίκησης σε σπήλαια και βραχοσκεπές. Η λειτουργία και η λειτουργικότητα της αρχιτεκτονικής αποτελούν σημαντικές προϋποθέσεις για την καλύτερη δυνατή σχέση μεταξύ κτιρίου, ανθρώπου και φύσης.

Η λειτουργία, αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο κάτι δουλεύει²². Στην αρχιτεκτονική, η λειτουργία αναφέρεται στον σκοπό του ίδιου του κτιρίου και στη χρήση του, και εξετάζει την ικανότητα των χώρων να προσαρμόζονται στις αλλαγές των αναγκών των χρηστών. Οι υπόσκαφες κατοικίες εναρμονίζονται με το περιβάλλον, μειώνοντας το οπτικό αποτύπωμα στο τοπίο μιας περιοχής. Λόγω της ενσωμάτωσής τους στο έδαφος, προστατεύονται από τις ακραίες καιρικές συνθήκες και προσφέρουν στους κατοίκους έναν ασφαλή και άνετο χώρο διαβίωσης. Επιπλέον, αξιοποιώντας τη σταθερή θερμοκρασία του υπεδάφους παραμένουν σε μια σταθερή θερμοκρασία, η οποία διατηρεί την κατοικία δροσερή το καλοκαίρι και ζεστή το χειμώνα. Λόγω της φυσικής μόνωσης (άμεση επαφή με το έδαφος) απαιτούν λιγότερη ενέργεια, με αποτέλεσμα να λειτουργούν με σεβασμό προς το περιβάλλον²³.

Η λειτουργικότητα αναφέρεται στο πόσο αποτελεσματικό είναι κάτι για αυτό που προορίζεται²⁴. Στην αρχιτεκτονική, η λειτουργικότητα αναφέρεται στην αποδοτικότητα των χώρων ως προς την άνεση, την πρακτικότητα και την ικανοποίηση των αναγκών των κατοίκων. Οι υπόσκαφες κατοικίες ακολουθούν τη τοπογραφία της περιοχής έτσι δημιουργείται μια καλύτερη σχέση του κτιρίου με τη φύση. Επιπλέον, μπορούν να σχεδιαστούν με διαφορετικούς τρόπους ως προς την ανάπτυξη, την κλίμακα και τη μορφολογία, με αποτέλεσμα η ευελιξία που υπάρχει να δημιουργεί άνετους χώρους διαβίωσης εσωτερικά και εξωτερικά του κτιρίου.

Οι χώροι αυτοί σχεδιάζονται με αντικειμενικό στόχο την καλύτερη λειτουργικότητα τους, δεδομένου του περιορισμού ότι τρεις πλευρές παραμένουν εντός εδάφους. Οι εσωτερικοί χώροι με βάση τη χρήση τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Πρώτη είναι

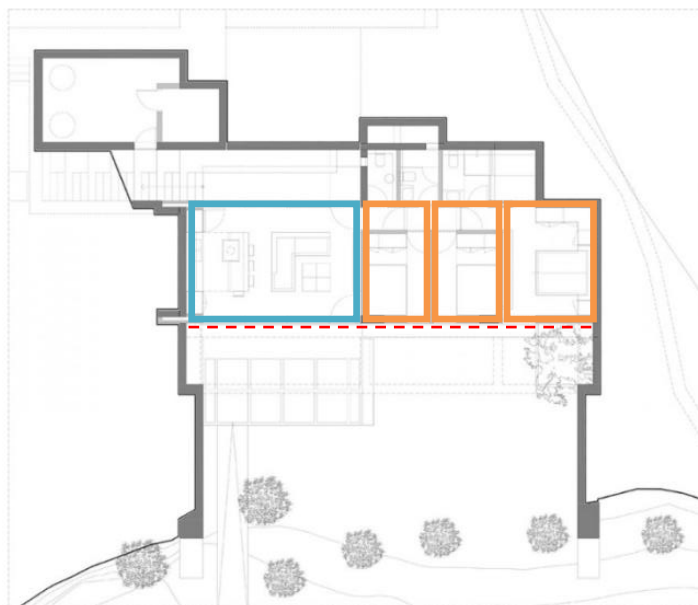
²² Πύλη για την Ελληνική γλώσσα (2006). https://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?lq=%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1+&dq=

²³ Αθανασιάδης Ιάσων (2010). *Σχεδιασμός υπόσκαφων κατασκευών στη νήσο Κέα*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα μηχανικών μεταλλείων-μεταλλουργών, σελ.38-43].

²⁴

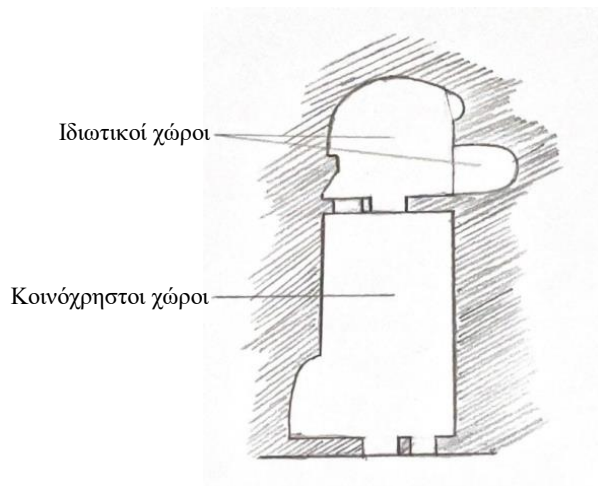
<https://www.lexigram.gr/lex/enni/%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1>

οι κοινόχρηστοι χώροι (σαλόνι, τραπεζαρία, κουζίνα), οι οποίοι είναι ανοιχτοί και συνεχόμενοι και βρίσκονται σε ενιαίο χώρο και δεύτερη κατηγορία είναι οι ιδιωτικοί χώροι (υπνοδωμάτια, wc). Ανάλογα την ανάπτυξη της κατοικίας στο ανάγλυφο, οι εσωτερικοί χώροι μπορούν να τοποθετηθούν στην κάτοψη με διαφορετικούς τρόπους. Ο πιο σύνηθες είναι σε σειρά με ελεύθερη διάταξη και κατά μήκος της ανοιχτής πλευράς της κατοικίας με σκοπό να αξιοποιηθεί η δυνατότητα θέας, φυσικού φωτισμού και αερισμού σε όλους τους χώρους της κατοικίας.



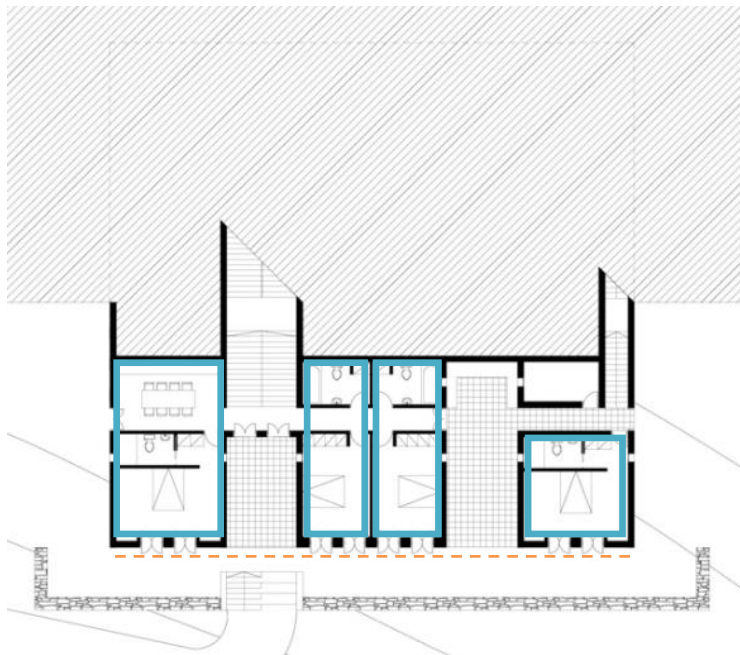
Εικόνα 63: Secret garden house, Πάρος. Εσωτερικοί χώροι (κοινόχρηστοι και ιδιωτικοί) με ελεύθερη διάταξη σε σειρά κατά μήκος της ανοιχτής πλευράς της υπόσκαφης κατοικίας.

Σε υπόσκαφες κατοικίες που αναπτύσσονται κατά πλάτος των υψομετρικών καμπύλων μιας περιοχής και είναι μακρόστενες, οι εσωτερικοί χώροι τοποθετούνται διαδοχικά προς τα μέσα. Έτσι, οι κοινόχρηστοι χώροι τοποθετούνται στην ευεργετημένη πλευρά της κατοικίας (πρόσοψη - ανοιχτή πλευρά), καταλαμβάνουν ενιαίο χώρο και αξιοποιούν εξ ολοκλήρου τη θέα, το φυσικό φωτισμό και αερισμό. Κατά συνέπεια, οι ιδιωτικοί χώροι τοποθετούνται στην πίσω πλευρά της κατοικίας, όπου και παραμένουν ήσυχοι και απομονωμένοι. Οι πίσω χώροι δεν έχουν φυσικό φωτισμό και αερισμό και έτσι στις περιπτώσεις που ο χώρος αυτός είναι κύριας χρήσης, δημιουργούνται αίθρια – εσωτερικές αυλές ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες φωτισμού – αερισμού.



Εικόνα 64: Τυπική κάτοψη υπόσκαφης κατοικίας οικισμού Σαντορίνης. Εσωτερικοί χώροι διαδοχικά τοποθετημένοι με τους κοινόχρηστους στην μπροστινή πλευρά της κατοικίας και τους ιδιωτικούς στην πίσω πλευρά.

Στις περιπτώσεις υπόσκαφων κατοικιών, οι οποίες έχουν παραπάνω από ένα επίπεδο οι εσωτερικοί χώροι χωρίζονται στα επίπεδα αυτά με τρόπο που γίνεται δυνατή η αξιοποίηση της ανοιχτής πλευράς της κατασκευής από κοινόχρηστους και ιδιωτικούς χώρους ταυτόχρονα. Και σε αυτήν την περίπτωση τοποθετούνται σε σειρά κατά μήκος της πρόσοψης κάθε επιπέδου και έτσι υπάρχει δυνατότητα θέας, φυσικού φωτισμού και αερισμού σε κάθε χώρο της κατοικίας.



Εικόνα 65: Summer house, Νάξος. Πρώτο επίπεδο κατοικίας με **ιδιωτικούς χώρους** τοποθετημένους σε σειρά κατά μήκος της **πρόσοψης**.



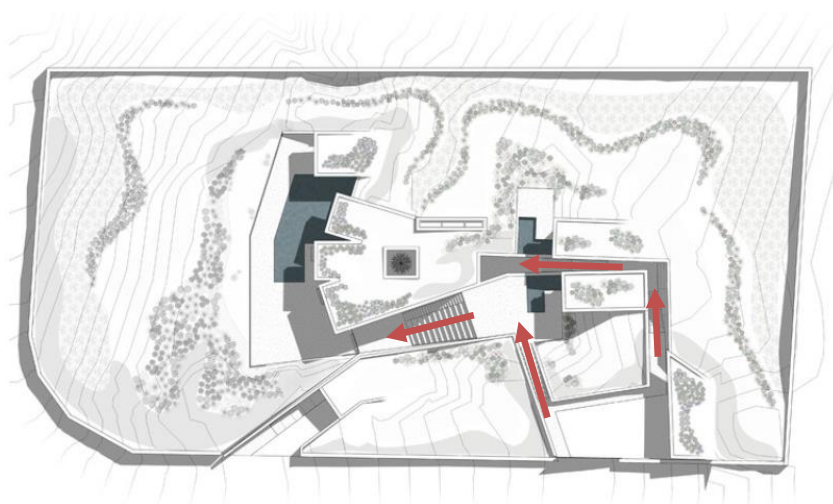
Εικόνα 66: Summer house, Νάξος. Δεύτερο επίπεδο κατοικίας με **κοινόχρηστους** και **ιδιωτικούς** χώρους τοποθετημένους σε σειρά στην **ανοιχτή πλευρά** της κατασκευής.

Η πρακτική διάταξη των εσωτερικών χώρων συμβάλλει στην καλύτερη κινητικότητα εντός της κατοικίας και σε συνδυασμό με το σωστό σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων δημιουργούν μια λειτουργική κατοικία, η οποία προσφέρει στους χρήστες μια καλύτερη σχέση με το φυσικό περιβάλλον. Οι εξωτερικοί χώροι, σε σύνδεση των εσωτερικών, αναπτύσσονται εξίσου κατά μήκος της πρόσοψης με άμεση πρόσβαση από αυτούς. Οι αυλές, οι κήποι και τα αίθρια που δημιουργούνται προσφέρουν ένα ευχάριστο μικροκλίμα στην υπόσκαφη κατοικία. Εναρμονίζονται με το τοπίο (κυρίως λόγω της χρήσης τοπικής γλωρίδας ως φύτευση) και ενθαρρύνουν τη χρήση υπαίθριων χώρων ως χώρους αναψυχής και χαλάρωσης. Στους εξωτερικούς χώρους περιλαμβάνονται και οι εισόδοι. Κάθε είσοδος πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμη από το επίπεδο του εδάφους και να εξασφαλίζει μια ομαλή μετάβαση από τον υπέργειο στον υπόσκαφο χώρο²⁵.

²⁵ Βερκής Νικήτας (2020). *Προς μια υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 113]. <https://dias.library.tuc.gr/view/85415>



Εικόνα 67: Lapyti residence, Μύκονος. Εσωτερικοί χώροι τοποθετημένοι σε σειρά κατά μήκος της ανοιχτής πλευράς της κατασκευής με **άμεση πρόσβαση** στους διαμορφωμένους εξωτερικούς χώρους (**αυλή με πισίνα** και **εξωτερικό καθιστικό**).



Εικόνα 68: Lapyti residence, Μύκονος. Κάτοψη δωματίων. Διαμορφωμένοι υπαίθριοι **χώροι κίνησης** που διευκολύνουν την είσοδο του χρήστη στην κατοικία.



Εικόνα 69: Lapyti residence, Μύκονος. Ευδιάκριτη είσοδος από το επίπεδο του εδάφους.



Εικόνα 70: Lapyti residence, Μύκονος. Ομαλή κατάβαση από το υπέργειο στο υπόγειο επίπεδο.

Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική, λοιπόν, αποτελεί ένα παράδειγμα βιώσιμου σχεδιασμού που συνδυάζει εν δυνάμει λειτουργία, λειτουργικότητα και αισθητική και δημιουργεί χώρους φιλικούς προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

4.2 Στατικότητα

Η στατικότητα αφορά τη δομική σταθερότητα ενός κτιρίου και την ικανότητά του να αντιστέκεται σε εξωτερικές δυνάμεις, όπως είναι οι σεισμοί, οι ανεμοπιέσεις αλλά και οι νεκρές δυνάμεις, όπως το ίδιο του το βάρος. Οι υπόσκαφες κατοικίες πρέπει να αντέχουν επιπλέον τις πλευρικές πιέσεις του εδάφους που τις περιβάλλει. Παρόλα αυτά το στατικό ζήτημα είναι κοινό σε κάθε είδος κατασκευής, δεν εξειδικεύεται για τις υπόσκαφες και τα προβλήματα που προκύπτουν από τις περιβαλλοντικές και γεωλογικές συνθήκες αφορούν από κοινού απλές και υπόσκαφες κατασκευές. Παρακάτω αναλύονται τα ζητήματα που χρήζουν αντιμετώπισης με σκοπό τη μέγιστη δομική αντοχή μιας κατασκευής.

Η ανάλυση των ζητημάτων που σχετίζονται με τη στατική αντοχή μιας κατασκευής περιλαμβάνει διάφορους παράγοντες. Πρώτος από αυτούς αποτελεί ο τύπος του εδάφους στο οποίο πρόκειται να χτιστεί η κατασκευή²⁶. Τα χαλαρά και ασταθή εδάφη, όπως είναι τα αμμώδη, μπορεί να οδηγήσουν σε καθιζήσεις ή κατολισθήσεις. Ειδικότερα όταν εκτίθεται σε υγρασία ή πίεση, υπάρχει κίνδυνος το έδαφος να υποχωρήσει κάνοντας την κατασκευή να καταρρεύσει. Αντιθέτως τα συμπαγή εδάφη, όπως είναι τα βραχώδη, προσφέρουν μεγαλύτερη σταθερότητα και αντοχή. Τέτοιου είδους εδάφη καθίστανται κατάλληλα για την κατασκευή υπόσκαφων κατοικιών καθώς έχουν χαμηλότερη πιθανότητα καθιζήσεων ακόμα και υπό την επίδραση μεγάλων φορτίων ή σεισμικών δονήσεων. Παράλληλα σημαντικό ρόλο έχει και η φέρουσα ικανότητα του εδάφους. Η ικανότητά του δηλαδή να αντέχει τα φορτία που του επιβάλλει η κατασκευή. Αν το έδαφος έχει χαμηλή φέρουσα ικανότητα και δεν υποστηρίζει το βάρος της κατασκευής, μπορεί να προκαλέσει καθιζήσεις ή παραμορφώσεις στη δομή του, οδηγώντας σε δομικές αστοχίες ή ακόμα και κατάρρευση του κτιρίου.

Δεύτερος παράγοντας είναι τα υπόγεια νερά. Η ύπαρξη υπόγειων υδάτων προκαλεί προβλήματα υγρασίας, η οποία διαπερνά το έδαφος και εισέρχεται στην κατασκευή. Οδηγεί σε φθορά υλικών, όπως είναι η διάβρωση του οπλισμού στο σκυρόδεμα και προκαλεί μείωση της δομικής αντοχής της κατασκευής²⁷.

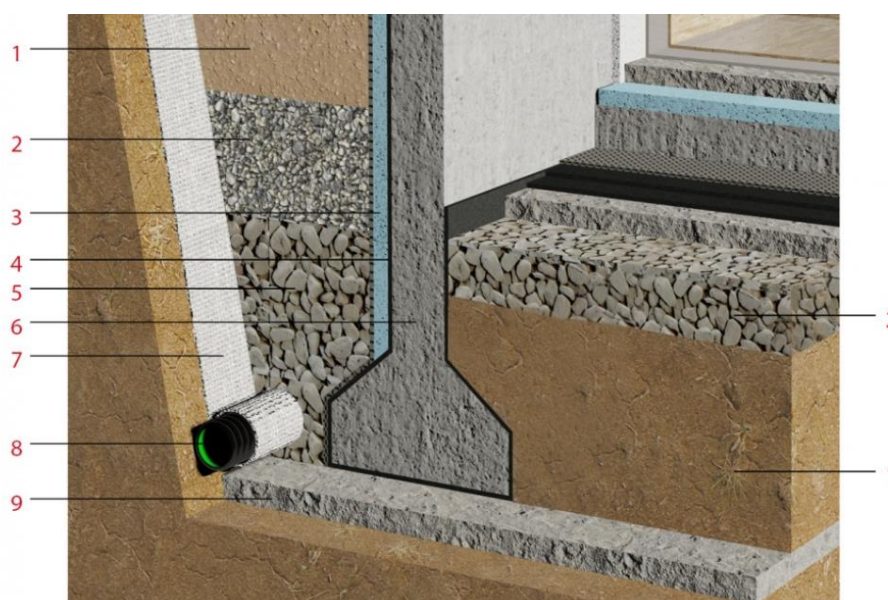
Τέλος, τρίτος παράγοντας είναι οι διαβρωτικές συνθήκες της περιοχής που κατασκευάζεται το κτίριο. Περιοχές με διαβρωτικά περιβάλλοντα αποτελούν οι παραθαλάσσιες τοποθεσίες. Τα περισσότερα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα βρίσκονται σε παραθαλάσσιες περιοχές, όπως για

²⁶ Αθανασιάδης Ιάσων (2010). *Σχεδιασμός υπόσκαφων κατασκευών στη νήσο Κέα*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα μηχανικών μεταλλείων-μεταλλουργών, σελ. 54-55]

²⁷ Water sos. *Διάβρωση του οπλισμού στο σκυρόδεμα*. <https://www.watersos.gr/blog/diavrosi-tou-oplismou-sto-skirodema>

παράδειγμα σε νησιά του Αιγαίου, όπου η αλμύρα της θάλασσας, η υγρασία και οι έντονοι άνεμοι επιταχύνουν τη διάβρωση των υλικών και τη μείωση της αντοχής τους. Στις περιπτώσεις υπόσκαφων κτιρίων, η επίδραση των ανεποπιέσεων είναι μικρότερη, παρόλα αυτά οι εξωτερικές επιφάνειες θα πρέπει να είναι κατάλληλα θωρακισμένες

Έτσι, πριν την κατασκευή ενός κτιρίου, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή γεωτεχνικής μελέτης για να αξιολογηθεί η ποιότητα του εδάφους και να γίνει η κατάλληλη επιλογή περιοχής αλλά και τρόπου θεμελίωσης της κατασκευής. Η κατάλληλη θεμελίωση και η σωστή προσαρμογή του σχεδιασμού στις ιδιότητες του εδάφους εξασφαλίζουν τη μακροχρόνια ανθεκτικότητα του υπόσκαφου κτιρίου. Επιπλέον για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της υγρασίας απαιτούνται συστήματα αποστράγγισης και στεγανοποίησης, όπως περιμετρικές αποχετεύσεις και στεγανωτικές μεμβράνες, που εμποδίζουν την είσοδο του νερού και προστατεύουν τη δομική ακεραιότητα της κατοικίας.



Εικόνα 71: Περιμετρικό σύστημα αποστράγγισης. 1-Χώμα. 2-Αμμοχάλικο. 3-Προστατευτική στρώση. Μπορεί να είναι θερμομονωτική πλάκα απρόσβλητη από την υγρασία ή αποστραγγιστική μεμβράνη με κωνοειδές προεξοχές.

4-Στεγανοποιητική στρώση. 5-Χαλίκι 3α. 6-Οπλισμένο σκυρόδεμα. 7-Γεώφασμα. 8-Διάτρητος αγωγός αποστράγγισης. 9-Σκυρόδεμα καθαριότητας.

Για το σχεδιασμό μιας υπόσκαφης κατοικίας, η οποία θα έχει την απαραίτητη δομική αντοχή, απαιτείται προσοχή σε τρία βασικά στάδια. Ειδικότερα σε μια σεισμογενή χώρα, όπως η Ελλάδα, η σεισμική αντοχή μιας υπόσκαφης κατοικίας αποτελεί προτεραιότητα στο σχεδιασμό της. Το έδαφος προσφέρει φυσική προστασία μειώνοντας την επίδραση των σεισμικών δονήσεων²⁸. Παρόλα αυτά, πρέπει να ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση εδάφους και κατασκευής, ώστε να αποφευχθούν προβλήματα όπως οι καθιζήσεις ή οι αποκολλήσεις και η μετακίνηση του κτιρίου μαζί με τη μάζα εδάφους στην οποία θα κατασκευαστεί. Ο σχεδιασμός πρέπει να

²⁸ Liu, X., Wang, Z., Liu, J., & Yang, Z. (2015). *Concept Design and Development Model of Underground Villas*. [Journal of Engineering Science & Technology Review 8, σελ.48].

περιλαμβάνει ειδικά μέτρα για την απορρόφηση και διάχυση των σεισμικών δυνάμεων, όπως η χρήση αντισεισμικών ενώσεων.

Επιπλέον, η κατανομή των φορτίων και η διάταξη των φερόντων στοιχείων, όπως οι τοίχοι, οι κολόνες και οι δοκοί, πρέπει να είναι προσεκτικά μελετημένα για την αποφυγή συγκέντρωσης τάσεων που μπορεί να οδηγήσουν σε δομικές αστοχίες. Ο σωστός σχεδιασμός εξασφαλίζει ότι οι δυνάμεις θα κατανεμηθούν ομοιόμορφα και εκτός από τη θέση και τον τύπο των δομικών στοιχείων, περιλαμβάνει και την επιλογή των κατάλληλων υλικών που θα αντέξουν τα φορτία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η βασική διαφορά με τις υπόλοιπες κατασκευές ανωδομής είναι ότι στην περίπτωση των υπόσκαφων μιλάμε για ένα κέλυφος εξ ολοκλήρου από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι χαλύβδινες ράβδοι του υλικού προσδίδουν μεγαλύτερη αντοχή στις τάσεις κάμψης και εφελκυσμού και συνεπώς παρέχουν υψηλή αντοχή στα φορτία και τις πιέσεις του εδάφους που περιβάλλει την κατασκευή.



Εικόνα 72: Υπόσκαφη κατοικία στο Σικάμνο. Κέλυφος από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Στην περίπτωση των κατοικιών του υπόσκαφου οικισμού της Σαντορίνης, βασικό δομικό υλικό που συμβάλλει στην δομική αντοχή των κατασκευών είναι η θηραϊκή γη²⁹. Πρόκειται για ηφαιστειογενής πυριτικής σύστασης φυσική ποζολάνη με υδραυλικές ιδιότητες συγκρίσιμες με το σύγχρονο τσιμέντο. Χρησιμοποιείται ως φυσική κονία και παρέχει αντοχή σε θλιπτικά και εφελκυστικά φορτία, καθώς και μικρή υδατοπερατότητα. Επιπλέον εφαρμόζεται ως επίχρισμα για την ενίσχυση των παρειών της υπόσκαφης κατοικίας. Για την κατασκευή των φερόντων στοιχείων χρησιμοποιούνται φυσικά υλικά, όπως μαυρόπετρα, κοκκινόπετρα ή και συνδυασμός αυτών. Τέλος για την πλήρωση των θόλων στο άνω μέρος της κατασκευής,

²⁹ Ξενάκης, Β. (2024). *Η θηραϊκή γη ως δομικό υλικό: Δομικά χαρακτηριστικά και μέθοδοι αποτίμησης και ενίσχυσης*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα πολιτικών μηχανικών, σελ.2-3].

χρησιμοποιείται ελαφρόπετρα, η οποία έχει χαμηλό ειδικό βάρος και έτσι επιβάλλει τη μικρότερη δυνατή καταπόνηση στα φέροντα στοιχεία της κατοικίας³⁰.



Εικόνα 73: Υπόσκαφη κατοικία από θηραϊκή γη. Υπόσκαφος οικισμός Σαντορίνης.

4.3 Κέλυφος

Μια υπόσκαφη κατασκευή διαθέτει τις ιδανικές συνθήκες καθώς βρίσκεται σε περιβάλλον με σταθερή θερμοκρασία. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το κέλυφος μιας υπόσκαφης κατασκευής είναι εξ ολοκλήρου από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχει στόχο να μην προβάλλει θερμικές απώλειες, οι οποίες θα μειώσουν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Επιπλέον συμβάλλει στην ενσωμάτωση της κατασκευής στο φυσικό τοπίο, με τη χρήση φυσικών υλικών όπως πέτρα και ξύλο, τα οποία επενδύουν εξωτερικά το κέλυφος και εναρμονίζουν το κτίριο με το περιβάλλον.



Εικόνα 74: Επένδυση κελύφους με πέτρα που συμβάλλει στην οπτική ενσωμάτωση της κατασκευής στο φυσικό τοπίο.

³⁰ Παπανδρέου, Ν. (2006). *Παλαιο πατητήρι στη Σαντορίνη (Μεγαλοχώρι). Μετατροπή του σε κατοικία*. [πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, σελ.27-28].

Το χώμα που καλύπτει το κέλυφος δρα ως φυσικός μονωτής³¹, περιορίζοντας τη ροή της θερμότητας το χειμώνα και προσφέροντας δροσιά το καλοκαίρι. Η θερμοχωρητικότητα του κελύφους είναι εξίσου σημαντική, καθώς το κέλυφος αποθηκεύει την εισερχόμενη ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και την αποδίδει με καθυστέρηση στον εσωτερικό χώρο, επιτυγχάνοντας σταθερό εσωκλίμα. Στην περίπτωση των υπόσκαφων κατοικιών του οικισμού της Σαντορίνης, η αξιοποίηση της σταθερής θερμοκρασίας του εδάφους συμβάλλει στην επίτευξη του σταθερού εσωκλίματος και σε συνδυασμό με τα τοπικά φυσικά υλικά που έχουν θερμομονωτικές ιδιότητες η κατοικία παραμένει δροσερή το καλοκαίρι και ζεστή το χειμώνα. Αντίστοιχα τα σύγχρονα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα, που σχεδιάζονται βυθισμένα στο έδαφος, εμφανίζουν την ίδια θερμική συμπεριφορά, λόγω της άμεσης επαφής του κελύφους με τη γη αλλά και τη χρήση φυσικών υλικών στις εκτεθειμένες πλευρές τους.

Ο σχεδιασμός των υπόσκαφων κατοικιών στην Ελλάδα, τις περισσότερες φορές περιλαμβάνει και πράσινες στέγες. Χρησιμοποιούνται για λόγους ένταξης στο τοπίο αλλά παράλληλα βελτιώνουν περαιτέρω τις συνθήκες του μικροκλίματος. Μειώνουν τη θερμοκρασία, αυξάνουν την ατμοσφαιρική υγρασία και μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία που προσλαμβάνουν οι δομικές επιφάνειες. Επιπλέον, η βλάστηση στο δώμα του κτιρίου συμβάλλει στη μείωση του θορύβου, ενώ ενισχύει τη θερμική προστασία μέσω της σκίασης και της εξατμισοδιαπνοής. Για τη φύτευση του δώματος επιλέγονται φυτά ανάλογα με το ύψος του χώματος και τη χλωρίδα της περιοχής. Συνήθως τοποθετείται χαμηλή βλάστηση, όπως τα φυτά εδαφοκάλυψης, ανθεκτική στην ξηρασία, στον άνεμο και στο ψύχος³².

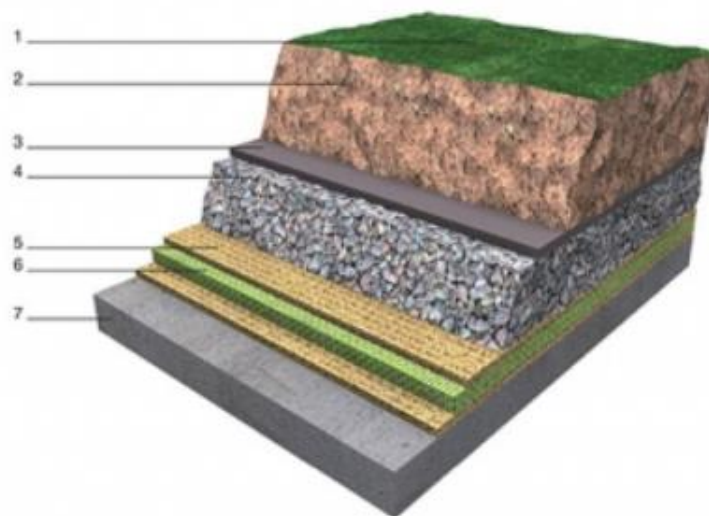
Η χρήση φυτεμένου δώματος δεν κρίνεται απαραίτητη παρόλο τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Κύριο λόγο αποτελεί το βάρος που προστίθεται στην κατασκευή από το χώμα που τοποθετείται και το νερό που απαιτείται για πότισμα, το οποίο καθιστά το κτίριο με αρνητικό ενεργειακό πρόσημο. Αντίθετα, υπάρχει και η επιλογή δώματος από γαρμπίλι, το οποίο έχει την ίδια μόνωση με το φυτεμένο και δεν χρειάζεται νερό. Όμως αυτή η λύση φαίνεται περίεργη στο υπόσκαφο καθώς δεν εναρμονίζεται με το φυσικό περιβάλλον και δεν συμβάλλει στην βελτίωση του μικροκλίματος στην κατασκευή.

Η επιλογή δώματος εξαρτάται από το που δίνεται προτεραιότητα για την κατασκευή του κτιρίου. Αν κύριο μέλημα αποτελεί η ένταξη στο φυσικό περιβάλλον, τότε η καλύτερη επιλογή είναι το φυτεμένο δώμα. Αντίθετα, αν δίνεται έμφαση στη λειτουργικότητα και το ενεργειακό κόστος της κατασκευής, τότε καλύτερη επιλογή αποτελεί το δώμα από γαρμπίλι. Στην περίπτωση που επιλεγθεί το φυτεμένο δώμα, η καλύτερη λύση για την αποφυγή του ενεργειακά αρνητικού πρόσημου είναι η

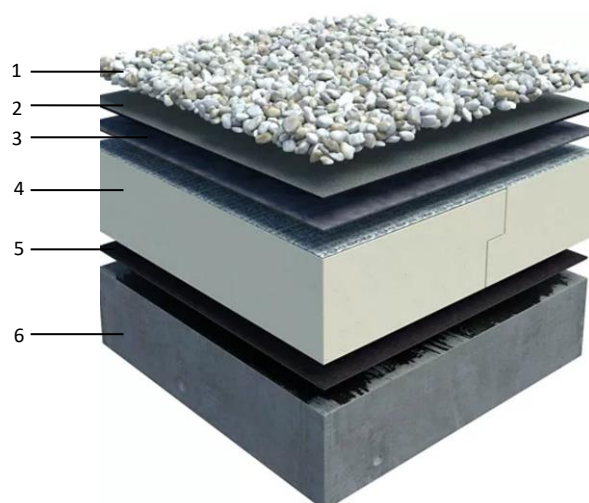
³¹ Αθανασιάδης Ιάσων (2014). *Υπόσκαφη κατασκευή με βιοκλιματικό σχεδιασμό στις Κυκλάδες*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ. 54]

³² Μακρή Αναστασία (2017). *Αξιολόγηση του φυτεμένου δώματος στις κατασκευές*. [μεταπτυχιακή διατριβή, Δημοκρίτειο πανεπιστήμιο Θράκης, τμήμα μηχανικών περιβάλλοντος, σελ. 22-24].

τοποθέτηση ανθεκτικών ξηρόφυτων, με τα οποία μειώνονται οι απαιτήσεις συντήρησης.



Εικόνα 75: Στρώσεις φυτεμένου δώματος. 1- Βλάστηση. 2-Φυτόχωμα. 3-Φίλτρο συγκράτησης χώματος. 4- Στρώση αποστράγγισης. 5-Στρώση προστασίας από τη διείσδυση των ριζών. 6-Στεγανοποιητική στρώση. 7- Φέρουσα κατασκευή.



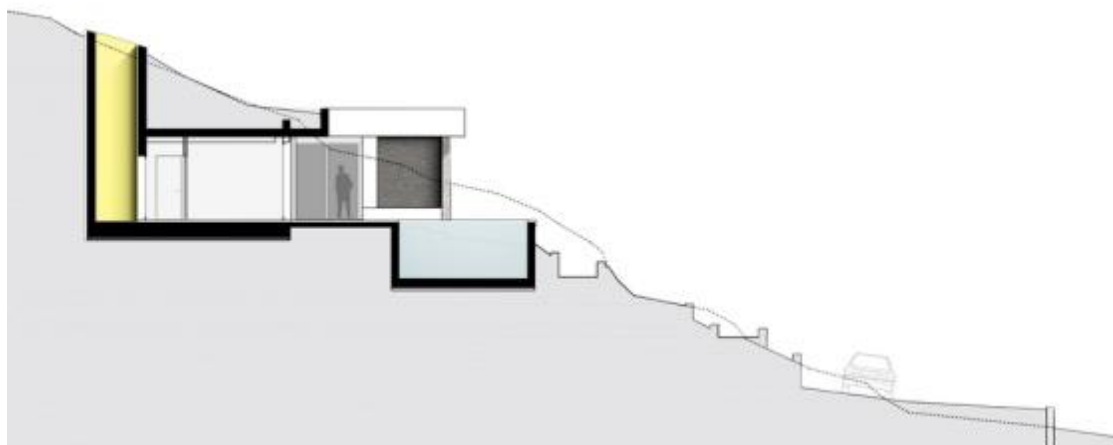
Εικόνα 76: Στρώσεις δώματος από γαρμπίλι. 1- Γαρμπίλι. 2- Δεύτερη στρώση ασφαλτικής μεμβράνης. 3- Πρώτη στρώση ασφαλτικής μεμβράνης. 4- θερμομονωτική πλάκα. 5- Φράγμα υδρατμών. 6- Φέρουσα κατασκευή.

Μια ακόμα σημαντική παράμετρος στην κατασκευή μιας υπόσκαφης κατοικίας είναι η υγραμόνωση του κελύφους. Η υγραμόνωση διασφαλίζει ότι η υγρασία από το έδαφος δεν θα επηρεάσει τα δομικά στοιχεία της κατασκευής. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρησιμοποιούνται εδαφικά υλικά μεταξύ του εδάφους και του κελύφους. Στα υλικά αυτά περιλαμβάνονται γεωφάσματα, γεωμεμβράνες και κροκάλες. Με αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται δίοδος μέσα από τις κροκάλες για να μπορεί να κινηθεί το νερό, ενώ η γεωμεμβράνη εμποδίζει την επαφή του με τα φέροντα στοιχεία της υπόσκαφης κατασκευής.

4.4 Φωτισμός – Αερισμός

Ακόμα ένα κρίσιμο ζήτημα στο σχεδιασμό υπόσκαφων κατοικιών αποτελεί ο φυσικός φωτισμός και αερισμός. Λόγω του περιορισμένου αριθμού ανοιγμάτων και της έλλειψης άμεσης οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον, ένας υπόσκαφος χώρος μπορεί εύκολα να αποτελέσει έναν μη ευχάριστο χώρο διαβίωσης. Για αυτό, απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός και οργάνωση των χώρων με βάση τις εποχιακές αλλαγές, ώστε να εξασφαλίζεται η εισροή επαρκούς φωτός και αέρα και να διασφαλίζεται η άνεση των χρηστών και παράλληλα η ενεργειακή απόδοση της υπόσκαφης κατοικίας.

Ο σωστός σχεδιασμός ενός υπόσκαφου κτιρίου περιλαμβάνει τεχνικές οι οποίες επιλύουν ταυτόχρονα και τις δυο παραμέτρους (φυσικός φωτισμός, φυσικός αερισμός). Οι τεχνικές αυτές αφορούν τη χρήση αίθριων, φεγγιτών και παραθύρων, που όχι μόνο παρέχουν φυσικό φως, αλλά παράλληλα εξασφαλίζουν και την απαραίτητη κυκλοφορία του αέρα. Σε συνδυασμό με παθητικές τεχνικές, όπως ο κατακόρυφος αερισμός, με τη χρήση ανοιγμάτων στους πίσω χώρους μιας υπόσκαφης κατοικίας, δημιουργείται ένα βιώσιμο περιβάλλον, φιλικό προς το χρήστη και ενεργειακά αποδοτικό³³.



Εικόνα 77: Παθητική τεχνική κατακόρυφου αερισμού στην πίσω πλευρά της υπόσκαφης κατοικίας.

Σε μια χώρα, όπως η Ελλάδα, με εύκρατο κλίμα ο κατάλληλος προσανατολισμός για να τοποθετηθούν τα ανοίγματα σε μια υπόσκαφη κατοικία είναι νότιος, νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός. Στα σύγχρονα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής στη χώρα, ο συνηθέστερος τρόπος επίλυσης του προβλήματος είναι η χρήση οριζόντιων μεγάλων ανοιγμάτων, τα οποία επιτρέπουν μεγαλύτερη διείσδυση του ηλιακού φωτός στο εσωτερικό της κατοικίας, κατά τη διάρκεια της ημέρας και παράλληλα την εισροή αέρα με σκοπό την απομάκρυνση των θερμικών φορτίων και της υγρασίας. Ιδιαίτερα σε χώρους όπου ο χρήστης περνάει πολύ χρόνο, το μέγεθος των ανοιγμάτων συμβάλλει στην άμεση σύνδεση με το τοπίο και το φυσικό φως,

³³ Vaezizadeh, F., & Kazemzade, M. (2013). *Investigating different strategies for light and ventilation provision in vernacular underground architecture and their integration with underground museums architecture—a case study in Iran*. [International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, σελ. 65].

επιτυγχάνεται η οπτική επαφή με το φυσικό περιβάλλον και τη θέα και έτσι εξασφαλίζεται ένα άνετο φωτεινό περιβάλλον για τους χρήστες. Αυτό βέβαια είναι εύκολο να συμβεί όταν υπάρχει μεγάλο μέτωπο, οπότε η διάταξη των χώρων είναι γραμμική. Στις περιπτώσεις όπου η πρόσοψη είναι στενή, παρατηρείται η χρήση φεγγιτών.



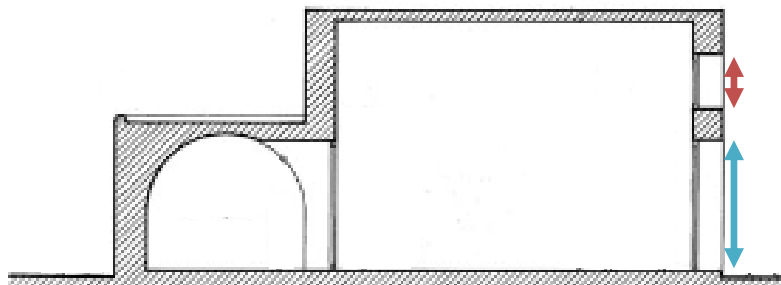
Εικόνα 78: Μεγάλα μετωπικά ανοίγματα που επιτρέπουν την εισροή φυσικού φωτισμού και αερισμού στο εσωτερικό της υπόσκαφης κατοικίας.

Οι φεγγίτες, συχνά τοποθετούνται σε οριζόντια ή κεκλιμένη στέγη, επιτρέπουν το φυσικό φως να εισέρχεται έμμεσα στο εσωτερικό της κατασκευής και να διαχέεται ομοιόμορφα στους χώρους, όμως αποτελούν απλώς υποκατάστατο των συμβατικών παραθύρων, καθώς η διείσδυση του φυσικού φωτός είναι μικρότερη και δεν παρέχουν τις ίδιες θεάσεις προς το φυσικό τοπίο. Αυτή η λύση φυσικού φωτισμού εμφανίζεται στις κατοικίες του υπόσκαφου οικισμού στη Σαντορίνη, όπου συμβάλλει παράλληλα και στην καλύτερη εισροή φυσικού αέρα. Στις κατοικίες αυτές οι φεγγίτες τοποθετούνται στην πρόσοψη τους πάνω από την κύρια είσοδο και συνδέονται με ένα εσωτερικό άνοιγμα του μεσοχωρίσματος με το οποίο δημιουργείται εσωτερικό ρεύμα αέρα και διαμορφώνονται έτσι οι συνθήκες θερμικής άνεσης για τους κατοίκους³⁴.

³⁴ Ovali, P. K., & Tachir, G. (2018). *Underground Settlements and Their Bioclimatic Conditions; Santorini/Greece*. [In 14th International Conference "STANDARDIZATION, PROTOTYPES AND QUALITY: A MEANS OF BALKAN COUNTRIES' COLLABORATION" σελ.186].



Εικόνα 79: Υπόσκαφη κατοικία στη Σαντορίνη. Άνοιγμα - φεγγίτης πάνω από την είσοδο στην πρόσοψη της κατοικίας. Εισέρχεται φυσικό φως και ενισχύεται η εισροή του αέρα εντός της κατοικίας.

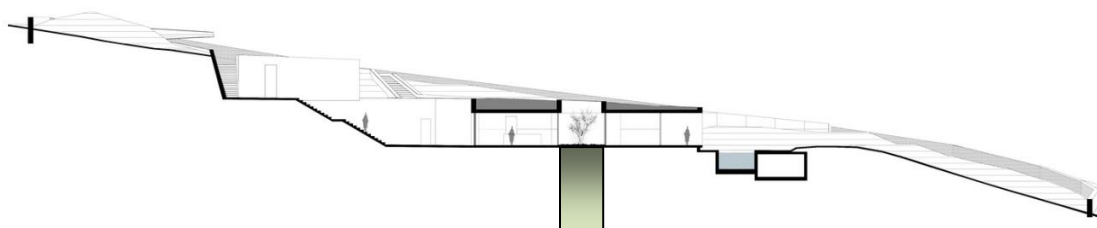


Εικόνα 80: Τομή τυπικής υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη με **φεγγίτη** στην πρόσοψη πάνω από την **κεντρική είσοδο**.

Μια ακόμα συχνή μέθοδος φυσικού φωτισμού και αερισμού είναι τα αίθρια και οι αυλές. Πρόκειται για βυθισμένους υπαίθριους χώρους που περικλείονται από τις πλευρές της υπόσκαφης κατοικίας και επιτρέπουν την είσοδο φυσικού φωτός και αέρα σε πολλούς χώρους ταυτόχρονα, χωρίς να περιορίζεται η ιδιωτικότητα των ενοίκων. Και σε αυτή την περίπτωση, είναι σημαντικό ο προσανατολισμός να είναι σωστός ώστε το φυσικό φως να διεισδύει περισσότερο τους χειμερινούς μήνες παρά τους θερινούς και ο αέρας να ρυθμίζει την ποιότητα του εσωτερικού, με σκοπό να παραμένει σταθερή η θερμοκρασία εντός της κατοικίας. Ταυτόχρονα, για την καλύτερη εισχώρηση του ηλίου στους χώρους, είναι προτιμότερο ένα ευρύ αίθριο και όχι ένα πολύ βαθύ. Παρόλα αυτά, η θέα σε ένα αίθριο υπόσκαφης κατοικίας είναι συνήθως περιορισμένη μέσα από την περίμετρο του κτιρίου και έτσι απαιτείται ο προσεκτικός σχεδιασμός και η διαμόρφωσή του με σκοπό να αποτελεί μια ευχάριστη οπτική διαφυγή.



Εικόνα 81: Latyti residence, Μύκονος. Ευρύ αίθριο που επιτρέπει την είσοδο φυσικού φωτός και αέρα.



Εικόνα 82: Lapyti residence, Μύκονος. Τομή με το αίθριο στο εσωτερικό της κατοικίας.

Ο φυσικός φωτισμός και αερισμός εκτός από ελεύθεροι ανανεώσιμοι πόροι, έχουν και σημαντικά οφέλη στην υγεία του ατόμου. Η έλλειψη τους θεωρείται από τα βασικά μειονεκτήματα των υπόσκαφων κατοικιών για αυτό και ο σχεδιασμός τους οφείλει να μεγιστοποιεί το φυσικό φως στο εσωτερικό τους και να διατηρεί την εσωτερική θερμοκρασία μειώνοντας την αντηλιά που προκύπτει από το ηλιακό φως. Συνολικά, ο φυσικός φωτισμός και αερισμός βελτιώνουν την ποιότητα διαβίωσης στα υπόσκαφα κτίρια, μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και κλιματισμό, ενώ παράλληλα ενισχύουν την ενεργειακή απόδοση και την άνεση των κατοίκων. Η προσεκτική τοποθέτηση των ανοιγμάτων, των φεγγιτών και των αίθριων αποτελούν απλές και βασικές σχεδιαστικές κινήσεις. Με αυτές όμως προσφέρεται η δυνατότητα φυσικού φωτισμού των υπόσκαφων χώρων και πολλές φορές είναι αρκετές ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες, αντικαθιστώντας την χρήση του ηλεκτρικού φωτισμού και κλιματισμού.

4.5 Ενεργειακός σχεδιασμός

Ο ενεργειακός σχεδιασμός ενσωματώνει τεχνολογίες και αρχιτεκτονικές λύσεις που στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αύξηση της βιωσιμότητας. Στην περίπτωση των υπόσκαφων κατοικιών, ο ενεργειακός σχεδιασμός επικεντρώνεται στη χρήση του εδάφους ως φυσικό κλιματιστικό, στο παθητικό σχεδιασμό και στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς οφείλει να δημιουργήσει ένα βιοκλιματικό κτίριο με μηδενικό ενεργειακό αποτύπωμα στο φυσικό περιβάλλον³⁵. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική λύση η οποία υπόσχεται πλήρη ενσωμάτωση στο φυσικό περιβάλλον (οπτικά και ενεργειακά) και σε αντίθεση με μια συμβατική κατοικία διαθέτει όλα τα απαραίτητα εφόδια για την υλοποίησή της. Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3, η ένταξη μιας υπόσκαφης κατασκευής στο φυσικό περιβάλλον γίνεται κυρίως μονοδιάστατα με βάση τα οπτικά ζητήματα (ανάπτυξη, κλίμακα, μορφολογία). Παρόλα αυτά, τα σύγχρονα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής περιλαμβάνουν διάφορες τεχνικές οι οποίες συμβάλλουν στην, όσο το δυνατόν, μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση και στο μικρότερο ενεργειακό αποτύπωμα της κατασκευής στο περιβάλλον.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι ένα από τα κύρια στοιχεία του ενεργειακού σχεδιασμού³⁶. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την αξιοποίησή της είναι ο σωστός προσανατολισμός της υπόσκαφης κατοικίας³⁷. Ο βέλτιστος προσανατολισμός του κτιρίου είναι προς τον νότο, από τον οποίο επιτρέπεται η εισροή φυσικού φωτισμού, αερισμού και θέα προς το φυσικό τοπίο. Παρόλα αυτά με σκοπό να αποφευχθεί η υπερθέρμανση της κατοικίας, τα μεγάλα μετωπικά ανοίγματα στην πρόσοψη σχεδιάζονται σε υποχώρηση και συνήθως υπάρχει από πάνω ένα στέγαστρο που περιορίζει την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στην κατοικία τις κρίσιμες ώρες. Έτσι, μειώνεται περαιτέρω η ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και ψύξη και συνδυαστικά με τη σταθερή θερμοκρασία που προσφέρει το έδαφος, η κατασκευή παραμένει θερμή το χειμώνα και δροσερή το καλοκαίρι³⁸.

³⁵ Alkaff, S. A., Sim, S. C., & Eftan, M. E. (2016). *A review of underground building towards thermal energy efficiency and sustainable development*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, σελ.698.

³⁶ Βοσκάκης Εμμανουήλ (2019). *Σχεδιασμός και μελέτη θερμικών φορτίων ιδανικής υπόσκαφης κατοικίας*. [πτυχιακή εργασία, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο Κρήτης, τμήμα μηχανολόγων μηχανικών, σελ. 27].

³⁷ Αθανασιάδης Ιάσων (2014). *Υπόσκαφη κατασκευή με βιοκλιματικό σχεδιασμό στις Κυκλάδες*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, σελ. 38-41]

³⁸ Αρβανιτίδης Κ. Μιχαήλ, Γαλέτσας Χ. Αντώνιος (2010). *Οικονομοτεχνική μελέτη βιοκλιματικού συγκροτήματος κατοικιών με μερική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του από γεωθερμία και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. [πτυχιακή εργασία, Α.Ε.Ι. Κρήτης, τμήμα ηλεκτρολογίας, σελ. 69]



Εικόνα 83: Υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο, όπου τα ανοίγματα έχουν σχεδιαστεί σε υποχώρηση και έχει δημιουργηθεί ένα στέγαστρο, το οποίο περιορίζει την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στην κατοικία τις κρίσιμες ώρες.

Ακόμα ένα χαρακτηριστικό των υπόσκαφων κατοικιών είναι η άμεση επαφή τους με τη γη. Το έδαφος, ως φυσικός μονωτής, συμβάλλει στην καλύτερη θερμική απόδοση του κτιρίου εξασφαλίζοντας σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό της, όλη τη διάρκεια του έτους³⁹. Έτσι οι ανάγκες για μηχανικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης είναι μειωμένες και αυτό συμβάλλει στο ελάχιστο ενεργειακό αποτύπωμα της υπόσκαφης κατοικίας στο φυσικό περιβάλλον. Επιπλέον, συνδυαστικά με την αξιοποίηση της θερμικής μάζας του εδάφους, η μέγιστη ενεργειακή απόδοση της κατοικίας δημιουργείται με τη βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο. Η χρήση φυτεμένων δωμαίων, αποτελεί κατάλληλη λύση για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, μειώνοντας την θερμοκρασία και την ηλιακή ακτινοβολία που προσλαμβάνει η κατοικία.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και η θερμική μάζα του εδάφους δεν μπορούν να καλύψουν πλήρως τις ανάγκες μιας υπόσκαφης κατοικίας για θέρμανση και ψύξη. Για αυτό το λόγο καθίσταται απαραίτητη η χρήση βοηθητικών εγκαταστάσεων που μπορούν, συνδυαστικά με τους φυσικούς πόρους, να συμβάλλουν στην καλύτερη ενεργειακή απόδοση της κατοικίας και στη μειωμένη χρήση ενέργειας για κλιματισμό και φωτισμό στο εσωτερικό της. Τέτοιες εγκαταστάσεις είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά πάνελ, τα οποία μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας καθιστώντας την ενεργειακά αυτόνομη. Παρόλα αυτά η χρήση τους έρχεται με ζητήματα ένταξης στο περιβάλλον, καθώς αλλοιώνεται η εικόνα της κατασκευής και η σχέση κτιρίου-τοπίου.

³⁹ Bertini, A. (2010). *Underground cities, cave dwelling, cave homes: yesterday, to day, to-morrow*. Regional Architecture in the Mediterranean Area, σελ. 110.

Οι υπόσκαφες κατασκευές είναι κοντά στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, αφού αξιοποιούν τις παροχές του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ένα κτίριο πρέπει να αξιοποιεί στο μέγιστο την ηλιακή ακτινοβολία, να εξασφαλίζει φυσικό φωτισμό και αερισμό, να αξιοποιεί την θερμική μάζα του εδάφους για να διατηρεί σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο και να έχει ελάχιστο αποτύπωμα στο φυσικό περιβάλλον⁴⁰. Παράλληλα, όμως, πρέπει να απαιτεί και τη λιγότερη φυσική δαπάνη για τη κατασκευή του. Όμως, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι υπόσκαφες κατοικίες έχουν κέλυφος από οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο παρά την ανθεκτικότητά του και την δομική αντοχή που προσφέρει στην κατασκευή, δεν συμβάλλει στην μείωση του αποτυπώματος στο περιβάλλον.

⁴⁰ Ovali, P. K., & Tachir, G. Underground Settlements and Their Bioclimatic Conditions; Santorini/Greece. In *14th International Conference "STANDARDIZATION, PROTOTYPES AND QUALITY: A MEANS OF BALKAN COUNTRIES' COLLABORATION"* (p. 180).

5. Η υπόσκαφη κατοίκηση στην Ελλάδα σήμερα



Έπειτα από την ανάλυση των αρχιτεκτονικών και τεχνολογικών ζητημάτων μιας υπόσκαφης κατοικίας, επιλέχθηκαν να αναλυθούν τέσσερα παραδείγματα της σύγχρονης υπόσκαφης αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα. Το «Ξερολίθι», το «Ncaved», το «Αλώνι» και η υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο. Η επιλογή έγινε με βάση τα χαρακτηριστικά που καθιστούν το κάθε ένα από αυτά αντιπροσωπευτικό παράδειγμα του θέματος της εργασίας. Δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας με σκοπό να ταξινομηθούν τα παραδείγματα με βάση τις ιδιότητες που παρατηρούνται σε κάθε ένα από αυτά.

Υπόσκαφη κατοικία	Σχέση με τη γραμμή του εδάφους	Ανάπτυξη	Κλίμακα	Μορφολογία
Ξερολίθι	Ψευδο-υπόσκαφη	Κατά μήκος	Μεγάλη	Καμπύλη - οργανική
Ncaved	Μερικώς βυθισμένη	Κατά πλάτος	Πολύ μεγάλη	Ευθύγραμμη
Αλώνι	Ψευδο-υπόσκαφη	Κατά πλάτος	Μεγάλη	Ευθύγραμμη
Κατοικία στο Συκάμινο	Ψευδο-υπόσκαφη	Κατά πλάτος	Μεγάλη	Ακανόνιστο σχήμα

5.1 Το «Ξερολίθι» στη Σέριφο

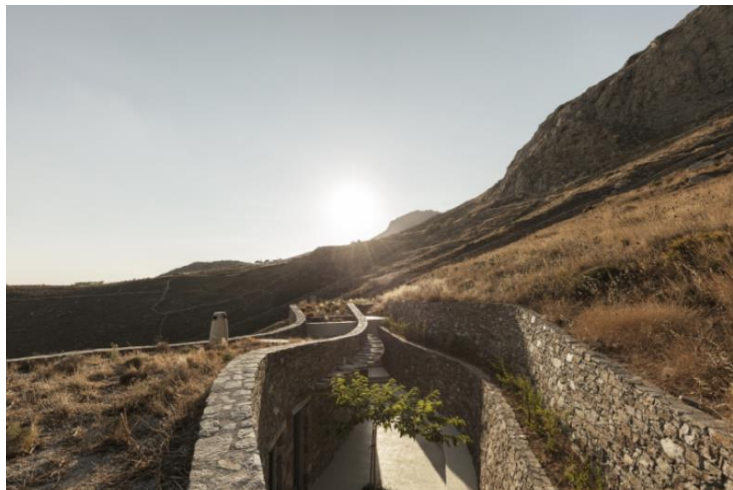
Το «Ξερολίθι» είναι 245 τ.μ., βρίσκεται στη Σέριφο και αποτελεί δημιούργημα της αρχιτεκτονικής ομάδας Sinas architects. Μέσα από το σχεδιασμό του επιδιώκεται μια εναλλακτική μορφή του κλασσικού μοντέλου κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής, η ήπια παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον και η μέγιστη αφομοίωση του μέσα στο τοπίο της περιοχής⁴¹.

Πρόκειται για μια ψευδο-υπόσκαφη κατοικία με φυτεμένο δώμα και δύο πλευρές ανοιχτές. Συνδυαστικά με το καμπύλο – οργανικό σχήμα της, το οποίο συνομιλεί με την τοπογραφία του εδάφους και την ανάπτυξή της κατά μήκος των υψομετρικών καμπύλων, δίνεται η αίσθηση συνέχειας του ανάγλυφου πάνω από την κατοικία και επιτυγχάνεται η πλήρης οπτική ενσωμάτωση της κατασκευής στο φυσικό τοπίο. Ακόμα ένα στοιχείο που βοήθησε στην ένταξη της κατοικίας στο φυσικό περιβάλλον είναι η χρήση της ξερολιθιάς στις όψεις και των φυσικών υλικών, όπως το ξύλο, για εξωτερικές (ξύλινη πέργκολα) και εσωτερικές (δοκάρια, στέγη) κατασκευές.

⁴¹ Μάνος Νομικός (2021). «Ξερολίθι»: Μια εντυπωσιακή πέτρινη κατοικία στη Σέριφο. <https://www.athensvoice.gr/politismos/design-arhitektoniki/709520/xerolithia-mia-entyposiaki-petrini-katoikia-sti-serifo/>



Εικόνα 84: Ξερολίθι, Σέριφος. Φυτεμένο δώμα και **καμπύλο-οργανικό σχήμα** κάτοψης, δύο στοιχεία που συμβάλλουν στην ενοποίηση της υπόσκαφης κατοικίας με το φυσικό τοπίο της περιοχής.



Εικόνα 85: Ξερολίθι, Σέριφος. Η επιπλέον ανοιχτή πλευρά στο πίσω μέρος της κατοικίας, που την καθιστά στην κατηγορία των ψευδο-υπόσκαφων κατοικιών.

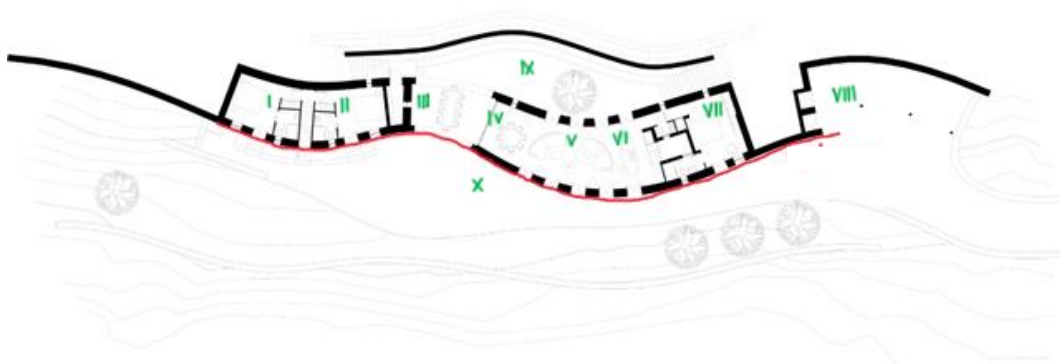


Εικόνα 86: Χρήση ξερολιθιάς και ξύλου εξωτερικά και εσωτερικά της υπόσκαφης κατοικίας.



Εικόνα 87: Πλήρης οπτική ενσωμάτωση στο φυσικό τοπίο της περιοχής.

Στις όψεις της κατοικίας είναι τοποθετημένα μεγάλα μετωπικά ανοίγματα με σκοπό να αξιοποιηθεί ο φυσικός φωτισμός και αερισμός αλλά και η θέα προς τη θάλασσα από όλους τους εσωτερικούς χώρους. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, οι κοινόχρηστοι και οι ιδιωτικοί χώροι είναι τοποθετημένοι κατά μήκος της πρόσοψης, όπως φαίνεται και στη εικόνα 88. Επιπλέον, γίνεται χρήση γήινων χρωμάτων και η διακόσμηση παραμένει απλή με σκοπό να δοθεί έμφαση στη σχέση της υπόσκαφης κατοικίας με τη φύση και το τοπίο που την περιβάλλει.



Εικόνα 88: Κάτοψη υπόσκαφης κατοικίας Ξερολίθι στη Σέριφο. Οι εσωτερικοί χώροι είναι τοποθετημένοι σειριακά κατά μήκος της **πρόσοψης**, για να εξασφαλίζεται από τον κάθε ένα φυσικός φωτισμός αερισμός και θέα προς τη θάλασσα. (I.υπνοδωμάτιο με μπάνιο, II.υπνοδωμάτιο με μπάνιο, III. Εξωτερικός κοινόχρηστος χώρος-καθιστικό, IV.τραπεζαρία, V.σαλόνι, VI.κουζίνα, VII.υπνοδωμάτιο με μπάνιο, VIII.στεγασμένος εξωτερικός χώρος με καθιστικό, IX.αίθριο στο πίσω μέρος της κατοικίας στο οποίο βρίσκονται οι εισοδοι και παράλληλα συμβάλλει στην βελτίωση του φυσικού φωτισμού και αερισμού, X. υπαίθριος χώρος στο μπροστά μέρος της κατοικίας)



Εικόνα 89: Εσωτερικές απόψεις της υπόσκαφης κατοικίας Ξερολίθι, στις οποίες υπερτερούν τα γήινα χρώματα και τα φυσικά υλικά.

Τέλος, εξωτερικά της κατοικίας αναπτύσσονται μεγάλοι υπαίθριοι χώροι σε κάθε ανοιχτή πλευρά, στους οποίους οι χρήστες έρχονται σε άμεση επαφή με το φυσικό τοπίο και τη θέα προς τη θάλασσα και έτσι δημιουργείται μια καλύτερη σχέση της υπόσκαφης κατοικίας με τον άνθρωπο και τη φύση.



Εικόνα 90: Υπαίθριοι χώροι στις δύο ανοιχτές πλευρές της υπόσκαφης κατοικίας.

5.2 Το «Ncaved» στη Σέριφο

Το «Ncaved» είναι τοποθετημένο σε ένα βραχώδες έδαφος της Σεριφου και σχεδιασμένο από τους MOLD architects. Έχει έκταση 320 τ.μ. και σκοπός του σχεδιασμού του είναι η δημιουργία μιας κατασκευής, η οποία θα φαίνεται να αιωρείται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και θα αποτελεί ένα προστατευμένο καταφύγιο από τις καιρικές συνθήκες⁴².

Το «Ncaved» είναι μια μερικώς βυθισμένη κατοικία, διαθέτει φυτεμένο δώμα και αναπτύσσεται κατά πλάτος των υψομετρικών καμπύλων της περιοχής. Λόγω της ανάπτυξής της στην τοπογραφία του εδάφους, διαθέτει στενή όψη και μεγάλο βάθος. Παράλληλα αναπτύσσεται σε τρία επίπεδα και κύριο χαρακτηριστικό της αποτελεί η το ορθοκανονικό της σχήμα. Η αυστηρή της γεωμετρία δεν εμποδίζει την ένταξή της στο φυσικό τοπίο, καθώς υπερτερούν τα φυσικά υλικά, τα οποία καμουφλάρουν τον

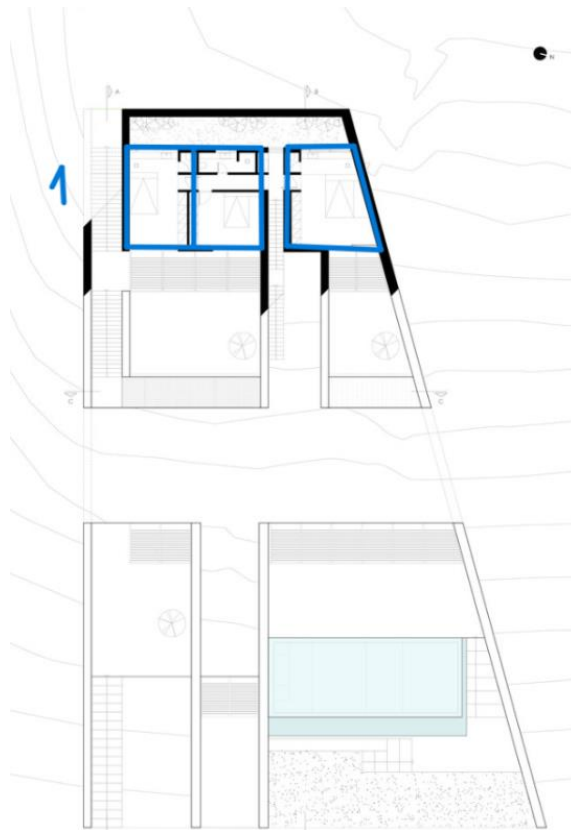
42 Maria Francisca Gonzalez (2021). *Ncaved House* / MOLD Architects.
<https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>

όγκο στο έδαφος και τα μόνα στοιχεία που μαρτυρούν την ύπαρξή της είναι οι αυλές, τα κουφώματα και οι τοίχοι από ξερολιθιά.

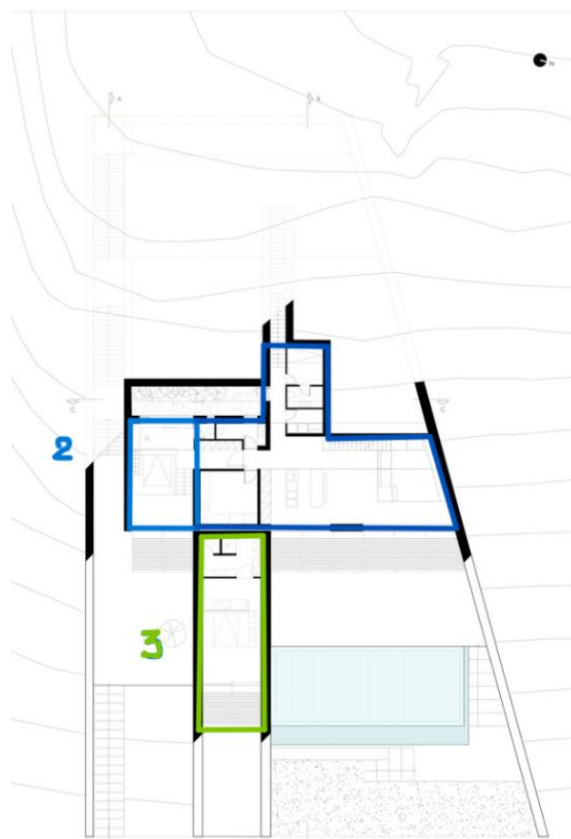


Εικόνα 91: Ncaved, Σέρφιος. Πρόσωση της υπόσκαφης κατοικίας στην οποία διακρίνεται το μικρό μήκος της όψης της, το φυτεμένο δώμα και το **ορθογώνιο σχήμα** της.

Το μπροστινό τμήμα της κατοικίας είναι εντελώς ανοιχτό προς τη θέα διαθέτοντας μεγάλα ανοίγματα τα οποία σε συνδυασμό με τα πίσω παράθυρα ενισχύουν τη ροή του αέρα και επιτρέπουν το φυσικό φωτισμό μέσα στην κατοικία. Ο φωτισμός και ο αερισμός με τα μπροστινά και τα πίσω ανοίγματα, η χρήση ξερολιθιάς και η φυτεμένη επίπεδη οροφή, η κατάλληλη μόνωση και τα ενεργειακά αποδοτικά γυάλινα πάνελ που διαθέτει προσθέτουν στην κατοικία βιοκλιματικά χαρακτηριστικά. Οι εσωτερικοί χώροι χωρίζονται στα τρία επίπεδα ανάλογα τη χρήση τους. Στο πρώτο βρίσκονται τα υπνοδωμάτια, στο δεύτερο οι κοινόχρηστοι χώροι και υπνοδωμάτια και στο τρίτο ο ξενώνας. Τα δύο πρώτα επικοινωνούν εσωτερικά, ενώ ο ξενώνας είναι ανεξάρτητος. Η χρήση των φυσικών υλικών συνεχίζεται και στο εσωτερικό της κατοικίας με σκοπό να διατηρηθεί η τραχιά αίσθηση φυσικής κοιλότητας του τοπίου. Υπερτερούν τα γήινα χρώματα και επιπλέον χρησιμοποιείται και εμφανές σκυρόδεμα για τη δημιουργία των κελυφών.



Εικόνα 92: Κάτοψη Ncaved. Πρώτο επίπεδο με τρία υπνοδωμάτια.



Εικόνα 93: Κάτοψη του Ncaved. Δεύτερο και τρίτο επίπεδο με κοινόχρηστους, ένα υπνοδωμάτιο και τον ξενώνα.

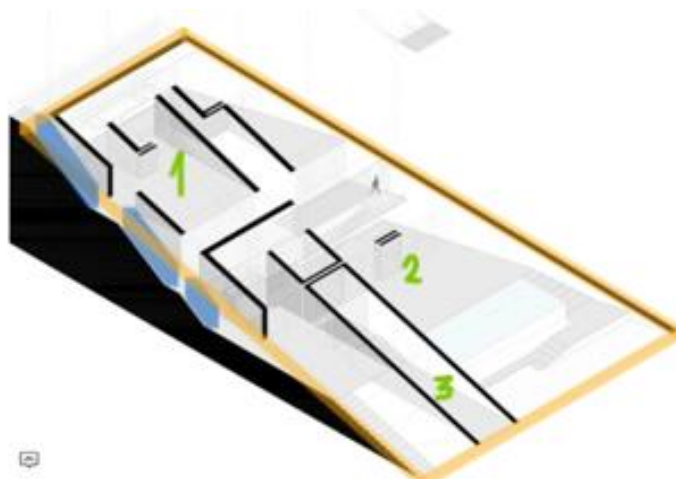


Εικόνα 94: Εσωτερική άποψη του Ncaved όπου φαίνεται η χρήση φυσικών υλικών (πέτρα, ξύλο), γήινων χρωμάτων και σκυροδέματος.

Τέλος, εξωτερικά της κατοικίας υπάρχει μια σκάλα που ενώνει τα τρία επίπεδα και εντείνει την ομαλή κατάβαση στο εσωτερικό χώρο του σπιτιού. Επιπλέον, δημιουργούνται οπτικές φυγές προς τη θάλασσα μέσω των υπαίθριων χώρων που αναπτύσσονται σε κάθε επίπεδο και συμβάλλουν στην καλύτερη σχέση κατοικίας, ανθρώπου και φύσης.



Εικόνα 95: Εξωτερική σκάλα που ενώνει τα τρία επίπεδα της υπόσκαφης κατοικίας.



Εικόνα 96: Αξονομετρικό σχέδιο της υπόσκαφης κατοικίας Ncaved, στο οποίο φαίνονται τα **τρία επίπεδα** που αναπτύσσεται η κατοικία, η **εξωτερική σκάλα** που τα συνδέει και η **αυστηρή γεωμετρία** της.

5.3 Το «Αλώνι» στην Αντίπαρο

Το «Αλώνι» έχει έκταση 237 τ.μ. και βρίσκεται στην Αντίπαρο, ανάμεσα σε δύο λόφους. Σχεδιάστηκε από την ομάδα deca architecture για να δώσει απάντηση στην ιδιαίτερη τοπογραφία της περιοχής με σκοπό την ένωση των δυο λόφων και τη δημιουργία ενός ενιαίου τοπίου⁴³.

Πρόκειται για μια ψευδο-υπόσκαφη κατοικία με δύο πλευρές ανοιχτές, η οποία διαθέτει φυτεμένο δώμα και αναπτύσσεται κατά πλάτος των υψομετρικών καμπύλων των δύο λόφων. Η πράσινη στέγη συμβάλλει στην ένταξη της κατοικίας στο φυσικό τοπίο, κάνοντας την να μοιάζει σαν να ξεπροβάλλει από το έδαφος και συνδυαστικά με το ορθοκανονικό της σχήμα επιτυγχάνεται η ένωση, με την κατοικία να αποτελεί «γέφυρα» μεταξύ των λόφων. Η «γέφυρα» αναπτύσσεται πάνω σε δύο μεγάλους πέτρινους τοίχους, οι οποίοι επιτρέπουν στη κατοικία να «φωλιάζει» στο εσωτερικό τους και ταυτόχρονα να ενσωματώνεται στην ευρύτερη περιοχή.



Εικόνα 97: Αλώνι, Αντίπαρος. Η υπόσκαφη κατοικία ενώνει τους δύο λόφους και μοιάζει σαν μια "γέφυρα" μεταξύ τους.

⁴³ DECA Architecture. *Aloni*. <https://deca.gr/project/aloni/>

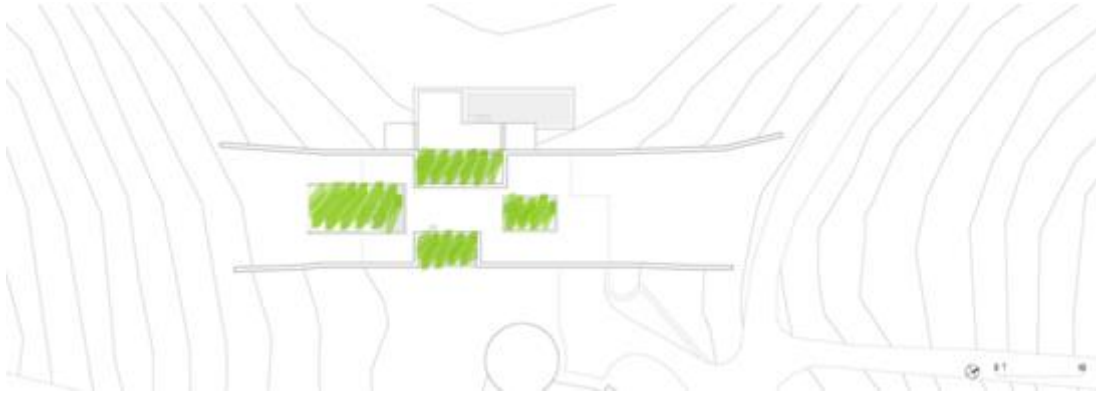


Εικόνα 98: Γέφυρα μεταξύ των δύο λόφων, με τους πέτρινους τοίχους να τη στηρίζουν.

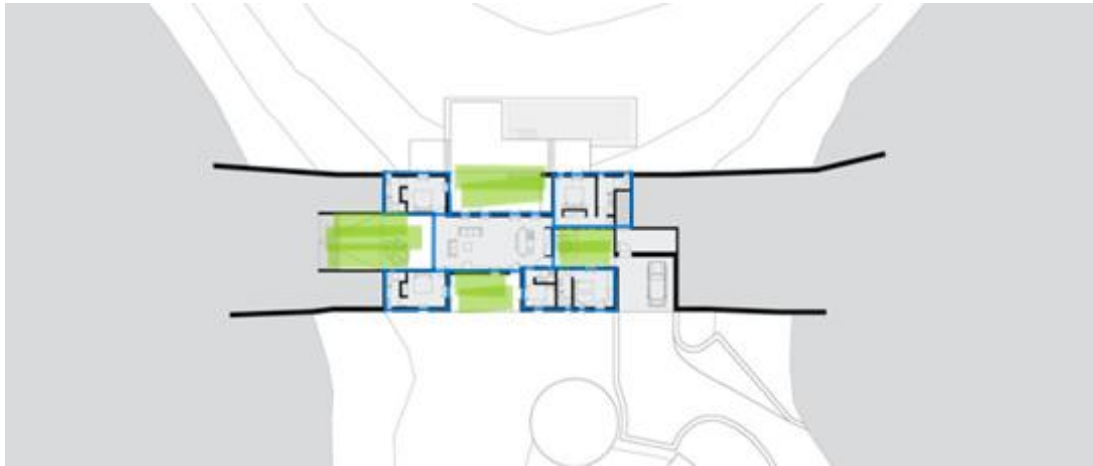


Εικόνα 99: Φυτεμένο δώμα που δίνει την αίσθηση συνέχειας του εδάφους πάνω από την υπόσκαφη κατοικία και την ενσωματώνει στο φυσικό τοπίο.

Αυτό που αποκαλύπτει την ύπαρξη της κατοικίας είναι τα τέσσερα αίθρια, τα οποία χωρίζουν τους εσωτερικούς χώρους σε πέντε τομείς και ταυτόχρονα επιτρέπουν την είσοδο φυσικού φωτισμού και αερισμού σε όλη την έκταση της κατοικίας. Όπως αναφέρει και η αρχιτεκτονική ομάδα, η εσωτερική διάταξη μοιάζει με την πέμπτη πλευρά ενός ζαριού. Κεντρικά βρίσκονται το σαλόνι και η κουζίνα και περιμετρικά των κοινόχρηστων χώρων αναπτύσσονται τα υπνοδωμάτια και τα αίθρια εναλλάξ.



Εικόνα 100: Κάτοψη δωματίων στην οποία διακρίνονται τα τέσσερα αίθρια της κατοικίας.



Εικόνα 101: Κάτοψη της υπόσκαφης κατοικίας Αλώνι με την εσωτερική διάταξη των χώρων που μοιάζει με την πέμπτη πλευρά ενός ζαριού.

Εσωτερικά χρησιμοποιείται παλέτα γήινων χρωμάτων και λόγω της διάταξης των αίθριων δημιουργούνται οπτικές επαφές με το φυσικό περιβάλλον (είτε προς τους λόφους, είτε προς τη θάλασσα) από όλους τους χώρους της κατοικίας. Εξωτερικά υπερτερεί το πέτρινο στοιχείο και η βλάστηση της γύρω περιοχής, με αποτέλεσμα το κτίριο να αποτελεί συνέχεια του φυσικού τοπίου.



Εικόνα 102: Εσωτερική άποψη του κεντρικού δωματίου με τους κοινόχρηστους χώρους, από τον οποίο υπάρχει και οπτική επαφή με το φυσικό περιβάλλον προς τον έναν λόφο

5.4 Υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο

Η υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο σχεδιάστηκε από την αρχιτεκτονική ομάδα tense architecture network, έχει έκταση 300 τ.μ. και μέσα από το σχεδιασμό της επιτυγχάνεται μια πρωτότυπη ένταξη στο φυσικό περιβάλλον με βασικό στοιχείο το φυτεμένο δώμα, το οποίο δίνει στην κατοικία την αίσθηση ότι πρόκειται για ένα ανασήκωμα του εδάφους κάτω από το οποίο αναπτύσσονται οι χώροι της κατοικίας⁴⁴.

Η κατοικία ανήκει στην κατηγορία των ψευδο-υπόσκαφων κατοικιών. Με το «ανασήκωμα» που δημιουργείται, η στέγη «γεννιέται» και καταλήγει στο έδαφος, επιτρέποντας στον επισκέπτη να περπατήσει πάνω της. Η κάτοψη της έχει ακανόνιστο σχήμα και χαρακτηρίζεται για την τεθλασμένη γραμμή που οριοθετεί την κατοικία και δημιουργεί τους εσωτερικούς χώρους. Το σχήμα της και η χρήση της τοπικής χλωρίδας στο δώμα, συμβάλλουν στην ένταξη της κατοικίας στο φυσικό τοπίο με μια ελεύθερη προσέγγιση που συνεχίζει και εσωτερικά στους χώρους.



Εικόνα 103: Υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο. Δίνει την αίσθηση ότι πρόκειται για ένα ανασήκωμα του εδάφους, το οποίο δημιουργεί μια στέγη με ακανόνιστο σχήμα.



Εικόνα 104: Η υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο διαθέτει φυτεμένο δώμα το οποίο είναι και βατό για τους επισκέπτες.

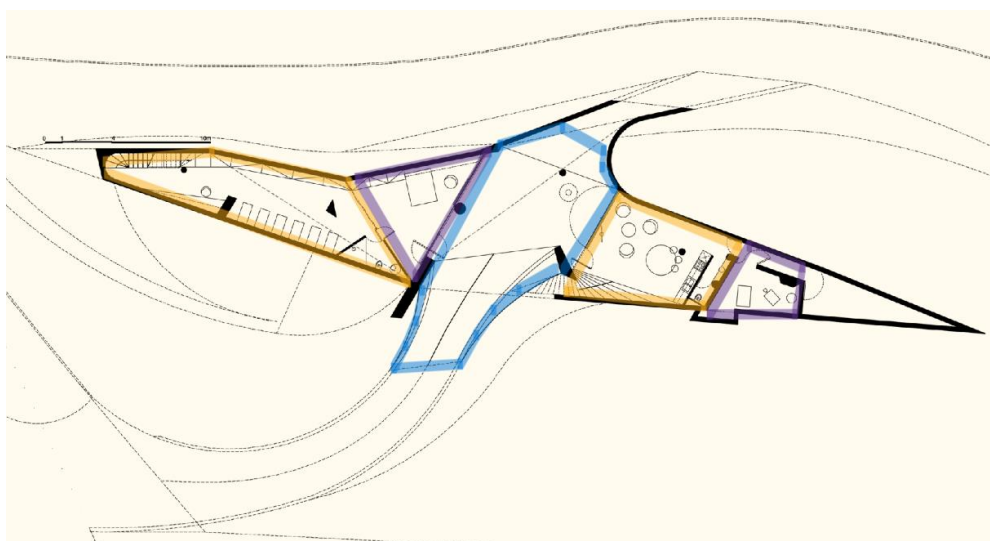
⁴⁴ DOMA. Κατοικία στο Συκάμινο. <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>

Σε συνδυασμό με την κατά πλάτος ανάπτυξή της στις υψομετρικές καμπύλες, προκύπτουν δυο ανοιχτές πλευρές, στις οποίες είναι τοποθετημένα μεγάλα παράθυρα που συμβάλλουν στην εισροή φυσικού φωτός και αέρα. Οι χώροι στο εσωτερικό διατάσσονται σε δυο επίπεδα. Στο πρώτο βρίσκονται οι χώροι διημέρευσης και στο δεύτερο τα υπνοδωμάτια. Κύριο υλικό για την κατασκευή της είναι το οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο χρησιμοποιείται ανεπίχριστο και εσωτερικά σε οροφές και τοιχία.

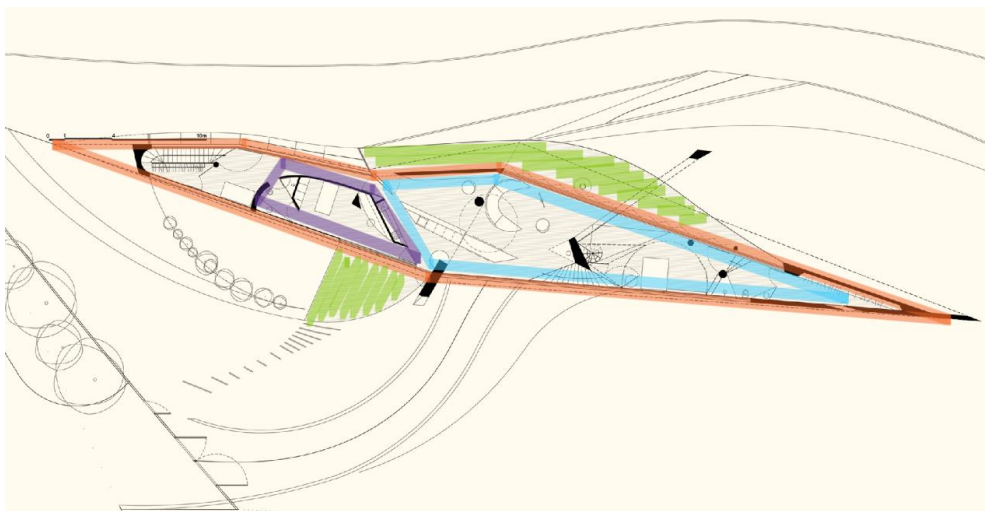


Εικόνα 105: Εσωτερική άποψη από την υπόσκαφη κατοικία στο Σικάμινο, στην οποία διακρίνεται η χρήση ανεπίχριστου σκυροδέματος ως βασικό υλικό και τα **μεγάλα ανοίγματα** που επιτρέπουν την εισροή φυσικού φωτός και αέρα στο εσωτερικό της κατοικίας.

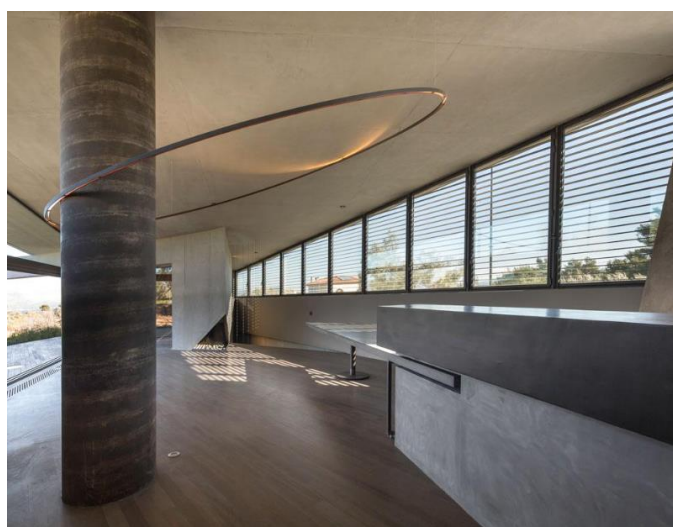
Εξωτερικά, αναπτύσσεται μια καμπυλόγραμμη ράμπα εισόδου που δημιουργεί ένα μονοπάτι επικοινωνίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου. Στις όψεις υπάρχουν περσίδες ηλιοπροστασίας και μεταλλικά πετάσματα που αμβλύνουν τη διαφάνεια και εμποδίζουν την ακτινοβολία του ήλιου που υπερθερμαίνει την κατοικία. Τέλος, σε κάθε ανοιχτή πλευρά, υπάρχει ένα αίθριο-αυλή που συμβάλλει στην είσοδο φυσικού φωτισμού και επιτρέπει την εισροή αέρα με σκοπό το δροσισμό των χώρων.



Εικόνα 106: Κάτοψη πρώτου επιπέδου με **κοινόχρηστους** και **ιδιωτικούς** χώρους σε ελεύθερη διάταξη. **Χωλ εισόδου** από την εξωτερική ράμπα που οδηγεί στο εσωτερικό του πρώτου επιπέδου.



Εικόνα 107: Κάτοψη δεύτερου επιπέδου με κοινόχρηστους και ιδιωτικούς χώρους σε ελεύθερη διάταξη και δύο αίθρια. Ακανόνιστο σχήμα κάτοψης.



Εικόνα 108: Εσωτερική άποψη της υπόσκαφης κατοικίας στο Σικάμνο, όπου φαίνονται οι περσίδες ηλιοπροστασίας στα ανοίγματα των ανοιχτών πλευρών.

6.Συμπεράσματα

Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική αντιπροσωπεύει ένα αρχιτεκτονικό είδος εμπνευσμένο από το προϊστορικό μοντέλο κατοίκησης (τα σπήλαια) και προσαρμοσμένο στις σύγχρονες ανάγκες για περιβαλλοντική βιωσιμότητα και ενεργειακή αποδοτικότητα. Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η εξέλιξη των υπόγειων κατασκευών, η μορφολογική πορεία των υπόσκαφων κατοικιών, η λειτουργικότητα, ο τρόπος ένταξής τους στο φυσικό περιβάλλον, καθώς και τα τεχνολογικά ζητήματα που αφορούν τον σχεδιασμό και την κατασκευή τους.

Οι υπόσκαφοι οικισμοί που δημιουργήθηκαν ανά τα χρόνια, έχουν παραμείνει αναλλοίωτοι και μέσω αυτών συνδέεται η αρχέτυπη και η σύγχρονη μορφή υπόγειας κατοίκησης. Κάποιοι από αυτούς είναι κατοικήσιμοι μέχρι και σήμερα, ενώ άλλοι αποτελούν κυρίως κομμάτι πολιτιστικής κληρονομιάς. Ο οικισμός της Σαντορίνης, ο πρώτος υπόσκαφος οικισμός στην Ελλάδα, αποτελεί παράδειγμα προσαρμογής στην τοπογραφία του νησιού και εναρμόνισης με το φυσικό του τοπίο. Αρχικά χρησίμευσε ως καταφύγιο για τους ανθρώπους που αναγκάστηκαν να προστατευτούν από εχθρούς, ενώ στη σύγχρονη εποχή έχει τουριστικό χαρακτήρα. Παρόλα αυτά διατηρεί τα αρχικά χαρακτηριστικά του προσαρμόζοντας, όμως, τις κατασκευές στις νέες τεχνολογικές μεθόδους.

Τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά μιας υπόσκαφης κατοικίας επηρεάζονται άμεσα από την ανάγκη ένταξής τους στο τοπίο. Οι διαφορετικές κατηγορίες υπόσκαφων, αξιοποιούν το ανάγλυφο και τη γραμμή του εδάφους για να ενσωματωθούν στο φυσικό περιβάλλον. Αυτή η ενσωμάτωση, όμως, δεν είναι μόνο αισθητική αλλά και λειτουργική, καθώς οι υπόσκαφες κατασκευές αξιοποιούν τη θερμική μάζα του εδάφους που προσφέρει σταθερές θερμοκρασίες όλους τους μήνες και συμβάλλει στη μέγιστη ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Η επιλογή των φυσικών υλικών, όπως πέτρα και ξύλο, συμβάλλει στην οπτική ενοποίηση της κατασκευής με το τοπίο, προσφέροντας ένα αισθητικό αποτέλεσμα που σέβεται ταυτόχρονα το περιβάλλον. Επιπλέον στις περιπτώσεις υπόσκαφων κατοικιών με φυτεμένα δώματα, ενισχύεται η θερμομόνωση και ταυτόχρονα επιτυγχάνεται αρμονία μεταξύ κατασκευής και περιβάλλοντος.

Από άποψη τεχνολογίας και κατασκευής, τα σύγχρονα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής απαιτούν προηγμένες μεθόδους στατικής ενίσχυσης, υδατοστεγάνωσης και αποφυγής θερμικών απωλειών. Το κέλυφός τους αποτελείται εξ ολοκλήρου από οπλισμένο σκυρόδεμα, το οποίο προσφέρει στις κατασκευές τη μέγιστη δομική αντοχή που χρειάζονται απέναντι σε ζητήματα που προκύπτουν από σεισμικά φορτία και τις αυξημένες πιέσεις του εδάφους που τις περιβάλλει.

Ένα από τα μειονεκτήματα της υπόσκαφης κατοίκησης είναι ο περιορισμένος φυσικός φωτισμός και αερισμός εντός της κατασκευής. Τα ζητήματα που αφορούν τον αερισμό και τον φωτισμό των υπόσκαφων κατοικιών, αντιμετωπίζονται με τη χρήση μεγάλων μετωπικών ανοιγμάτων (στις περιπτώσεις κατά μήκος ανάπτυξης της κατασκευής στις υψομετρικές καμπύλες), φεγγιτών (κυρίως στις περιπτώσεις με

μικρή πρόσοψη και μεγάλο βάθος, όπως στις κατοικίες του υπόσκαφου οικισμού στη Σαντορίνη) κάθετων ανοιγμάτων στο πίσω μέρος της κατοικίας (επιτυγχάνεται κυρίως στις περιπτώσεις ψευδο-υπόσκαφων κατοικιών) και αίθριων (δημιουργούν οπτική φυγή από το εσωτερικό της κατοικίας και παράλληλα ενισχύουν την εισροή φυσικού φωτισμού). Παρόλα αυτά, το μεγαλύτερο ρόλο έχει ο σχεδιασμός και ο προσανατολισμός του κτιρίου, όπου για το βέλτιστο αποτέλεσμα καταλληλότερος είναι ο νότιος, ο νοτιοανατολικός και ο νοτιοδυτικός.

Τα σύγχρονα παραδείγματα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής, όπως το «Ξερολίθι» και το «Ncaved» στη Σέριφο, το «Αλώνι» στην Αντίπαρο και η υπόσκαφη κατοικία στο Συκάμινο, αποτελούν αντιπροσωπευτικά παραδείγματα στο πως η αρχιτεκτονική μπορεί να είναι φιλική προς το περιβάλλον και να προσαρμοστεί στις σύγχρονες τεχνολογίες και τις ανάγκες της βιώσιμης ανάπτυξης. Ανταποκρίνονται στις μορφολογικές απαιτήσεις ένταξης στο φυσικό τοπίο καθώς και τις περιβαλλοντικές ανάγκες που απαιτούν κτίρια με τη μέγιστη ενεργειακή απόδοση και το ελάχιστο αποτύπωμα στο περιβάλλον, είτε αυτό είναι οπτικό, είτε γεωμορφολογικό.

Από την ανάλυση σύγχρονων υπόσκαφων κατοικιών, γίνεται κατανοητό πως οι λόγοι που εντάχθηκαν οι κατοικίες κάτω από το επίπεδο του εδάφους δεν συμφωνούν με τους λόγους όπου ο άνθρωπος επέλεξε να κατοικήσει σε σπήλαια στο παρελθόν. Στη σύγχρονη εποχή κύριος λόγος κατασκευής υπόσκαφων κατοικιών, αποτελεί η διασφάλιση του φυσικού τοπίου και περιβάλλοντος, καθώς και η ενεργειακή αποδοτικότητα που παρουσιάζουν. Παρόλα αυτά, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική δεν αποτελεί μοναδική λύση αντιμετώπισης περιβαλλοντικών ζητημάτων και εναρμόνισης των κατασκευών αλλά μια κατάλληλη λύση απέναντι σε αυτά τα ζητήματα.

Με τα χρόνια και την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη θερμοκρασία και τις κλιματολογικές συνθήκες, οι υπόσκαφες κατοικίες θα αποτελέσουν σημαντική επιλογή κατασκευών λόγω της ενεργειακής τους απόδοσης. Με την κατασκευή περισσότερων υπόσκαφων κατοικιών, θα γίνει στροφή προς μια βιώσιμη αρχιτεκτονική με κατασκευές που θα σέβονται και θα ενσωματώνονται στο φυσικό περιβάλλον μειώνοντας το οικολογικό τους αποτύπωμα και θα αυξηθούν οι δυνατότητες στον τουρισμό, καθώς ήδη παρατηρείται επιτυχία σε τουριστικούς προορισμούς όπως η Σαντορίνη. Παρόλα αυτά, λόγω των περιοχών στις οποίες έχουν τη μεγαλύτερη ζήτηση και των εξειδικευμένων τεχνικών που χρειάζονται για τη κατασκευή τους, οι υπόσκαφες κατοικίες έχουν υψηλό κόστος κατασκευής και σε συνδυασμό με την μινιμαλιστική διακόσμηση που διαθέτουν, δημιουργούν ένα πολυτελές κατάλυμα το οποίο απευθύνεται κυρίως σε πλούσιους τουρίστες.

Βιβλιογραφία

Επιστημονικές διατριβές Ελληνόφωνη

- Αθανασιάδης Ιάσων (2010). *Σχεδιασμός υπόσκαφων κατασκευών στη νήσο Κέα*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα μηχανικών μεταλλείων-μεταλλουργών, σελ.38-43].
- Αικατερίνη Χαϊδή Νάκα (2018). *Εποχικότητα και κατοίκηση στην παλαιολιθική εποχή*. [μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας, σελ. 10-18].
- Αλίν Μαρουσιάν (2017). *Η ένταξη της αρχιτεκτονικής στο φυσικό περιβάλλον, Ιστορικοί σταθμοί και σύγχρονες τάσεις*. [ερευνητική εργασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 29].
- Αρβανιτίδης Κ. Μιχαήλ, Γαλέτσας Χ. Αντώνιος (2010). *Οικονομοτεχνική μελέτη βιοκλιματικού συγκροτήματος κατοικιών με μερική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του από γεωθερμία και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. [πτυχιακή εργασία, Α.Ε.Ι. Κρήτης, τμήμα ηλεκτρολογίας, σελ. 69]
- Αρμάου Αντωνία, Μιχαλοπούλου Ελένη, Φωτιάδου Ζωή-Νατάσσα. *Η εξέλιξη των βιοκλιματικών κατασκευών από την αρχαιότητα έως σήμερα*. [Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Πειραιά, τμήμα πολιτικών δομικών έργων, σελ.27].
- Βερκής Νικήτας (2020). *Προς μια υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 27-30]. <https://dias.library.tuc.gr/view/85415>
- Βοσκάκης Εμμανουήλ (2019). *Σχεδιασμός και μελέτη θερμικών φορτίων ιδανικής υπόσκαφης κατοικίας*. [πτυχιακή εργασία, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο Κρήτης, τμήμα μηχανολόγων μηχανικών, σελ. 27].
- Γαβριηλίδου Ελισάβετ (2017). *Διαχρονική μεταβλητότητα των υδρολογικών παραμέτρων και επίπτωση στα αποθέματα υπόγειου νερού σε παράκτιους υδροφορείς*. [μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Γεωλογίας, σελ.4].
- Ελένη Μερτζίδη, Λυδία Σιδέρη (2016). *Προσαρμογές στο έδαφος, τα υπόσκαφα*. [διάλεξη, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 46-48].
- Κρητικάκη Κυριακή (2020). *Υπόσκαφη αρχιτεκτονική. Με αφορμή την σύγχρονη κατοίκηση*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 31-34]. <https://dias.library.tuc.gr/view/86583>
- Μακρή Αναστασία (2017). *Αξιολόγηση του φυτεμένου δώματος στις κατασκευές*. [μεταπτυχιακή διατριβή, Δημοκρίτειο πανεπιστήμιο Θράκης, τμήμα μηχανικών περιβάλλοντος, σελ. 22-24].

- Ξενάκης, Β. (2024). *Η θηραϊκή γη ως δομικό υλικό: Δομικά χαρακτηριστικά και μέθοδοι αποτίμησης και ενίσχυσης*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα πολιτικών μηχανικών, σελ.2-3].
- Παπανδρέου, Ν. (2006). *Παλαιο πατητήρι στη Σαντορίνη (Μεγαλοχώρι). Μετατροπή του σε κατοικία*. [πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, σελ.27-28].
- Πέτρος Τσαγκαράκης (2017). *Η εποχή του λίθου στην Ελλάδα, Η μεσολιθική εποχή*. [σελ. 14-18].
- Πέτρος Τσαγκαράκης (2017). *Η εποχή του λίθου στην Ελλάδα, Η παλαιολιθική εποχή*. [σελ. 86-89].
- Σκουτέλια Μαριάννα (2022). *Υπό το μηδέν*. [ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 29-34]. <https://ikee.lib.auth.gr/record/346781/?ln=el>
- Τρουλλινός Χρήστος (2023). *Η περίπτωση των γερμανικών υπόσκαφων κατασκευών στην Κρήτη: μνημεία με ιδιαίτερη δυναμική για την τοπική ανάπτυξη*. [διπλωματική εργασία, Ελληνικό ανοικτό Πανεπιστήμιο, σελ. 35].

Αγγλόφωνη

- Alkaff, S. A., Sim, S. C., & Efzan, M. E. (2016). *A review of underground building towards thermal energy efficiency and sustainable development*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, σελ.698.
- Bertini, A. (2010). *Underground cities, cave dwelling, cave homes: yesterday, to day, to-morrow*. Regional Architecture in the Mediterranean Area, σελ. 110.
- Liu, X., Wang, Z., Liu, J., & Yang, Z. (2015). *Concept Design and Development Model of Underground Villas*. [Journal of Engineering Science & Technology Review 8, σελ.48].
- Ovalı, P. K., & Tachir, G. (2018). *Underground Settlements and Their Bioclimatic Conditions; Santorini/Greece*. [In 14th International Conference “STANDARDIZATION, PROTOTYPES AND QUALITY: A MEANS OF BALKAN COUNTRIES’COLLABORATION” σελ.186].
- Vaezizadeh, F., & Kazemzade, M. (2013). *Investigating different strategies for light and ventilation provision in vernacular underground architecture and their integration with underground museums architecture—a case study in Iran*. [International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering, σελ. 65].

Συγγράμματα

- Yuval Noah Harari. *Sapiens, Μια σύντομη ιστορία του ανθρώπου*, εκδόσεις Αλεξάνδρεια, Αθήνα, 2015
- Martin Heidegger. *ΚΤΙΖΕΙΝ, ΚΑΤΟΙΚΕΙΝ, ΣΚΕΠΤΕΣΘΑΙ*, εκδόσεις Πλέθρον, Αθήνα, 2008

Τεχνικά-Αρχιτεκτονικά περιοδικά

- *Architects in Greece: Firms and projects*, δημοσιεύτηκε στο περιοδικό ΚΤΙΠΙΟ, 2024

Διαδικτυακές πηγές

- <https://earth.google.com>
- Δήμος Νέας Προποντίδας (2021). *Σπήλαιο Πετραλώνων Χαλκιδικής*. <https://www.nea-propontida.gr/directory/spilaio-petralonon-chalkidikis/>
- Η Ναυτεμπορική (2020). *Σπήλαιο της Θεόπετρας: Σημαντικά στοιχεία για τη διατροφή των προϊστορικών ανθρώπων*. <https://www.naftemporiki.gr/culture/968865/spilaio-tis-theopetras-simantika-stoicheia-gia-ti-diatrofi-ton-proistorikon-anthropon>
- OMNIVIEW (2022). *Amansinaya villa, Corfu*. <https://www.omniview.com/amansinaya-villa>
- Samos Voice (2022). *Liknon, ο πρωτοποριακός αμπελώνας – οίκος του Metaxa στη Σάμο*. <https://samosvoice.gr/2022/12/11/fotoreportaz-liknon-o-protoporikakos-abelonas-oikos-tou-metaxa-sti-samo/>
- Water sos. *Διάβρωση του οπλισμού στο σκυρόδεμα*. <https://www.watersos.gr/blog/diavrosi-tou-oplismou-sto-skirodema>
- Μάνος Νομικός (2021). «Ξερολίθι»: Μια εντυπωσιακή πέτρινη κατοικία στη Σέριφο. <https://www.athensvoice.gr/politismos/design-arhitektoniki/709520/xerolithia-mia-entyposiaki-petrini-katoikia-sti-serifo/>
- Maria Francisca Gonzalez (2021). *Ncaved House / MOLD Architects*. <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>
- DECA Architecture. *Aloni*. <https://deca.gr/project/aloni/>
- DOMA. *Κατοικία στο Συκάμινο*. <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>
- <https://www.lexigram.gr/lex/enni/%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1>
- Πύλη για την Ελληνική γλώσσα (2006). https://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?lq=%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1+&dq=

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: <https://www.youtube.com/watch?v=jRReBqVuh6g>

Εικόνα 2: <https://parallaximag.gr/agenda-parallaxi/chalkidiki-paramenei-kleisto-to-spilaio-ton-petralonon-5-chronia-tora-to-diamorfonoy>

Εικόνα 3: <https://www.offlinepost.gr/2022/07/24/to-spelaio-tes-theopetras-kai-i-makra-istoria-tou/>

Εικόνα 4:

<https://www.dimosmeteoron.com/index.php/toyrismos/plirofories/aksizei-na-episkefteite/arxaiologikoι-xoroi/spilaio-theopetras>

Εικόνα 5: <https://www.argolisculture.gr/el/lista-mnimeion/spilaio-fragthi/>

Εικόνα 6: <https://uk.pinterest.com/pin/napoli-di-romania--801429696160880172/>

Εικόνα 7: <https://instappress.com/product/cave-of-the-cyclops-mesolithic-and-neolithic-networks-in-the-northern-aegean-greece-volume-i-intra-site-analysis-local-industries-and-regional-site-distribution/>

Εικόνα 8:

http://odysseus.culture.gr/h/2/gh2562.jsp?obj_id=20301&mm_id=18038

Εικόνα 9: <https://www.flickr.com/photos/maccosta/4672921770/>

Εικόνα 10: Σκουτέλια Μαριάννα (2022). *Υπό το μηδέν*. [ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 33]. <https://ikee.lib.auth.gr/record/346781/?ln=el>

Εικόνα 11: Κρητικάκη Κυριακή (2020). *Υπόσκαφη αρχιτεκτονική. Με αφορμή την σύγχρονη κατοίκηση*. [ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 33]. <https://dias.library.tuc.gr/view/86583>

Εικόνα 12: Σκουτέλια Μαριάννα (2022). *Υπό το μηδέν*. [ερευνητική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα αρχιτεκτόνων μηχανικών, σελ. 34]. <https://ikee.lib.auth.gr/record/346781/?ln=el>

Εικόνα 13: <http://www.i-love-greece.com>

Εικόνα 14: <https://www.triphelpp.gr/activities/1349/title>

Εικόνα 15: Mahdi, R.M. & Aboud, A.H., 2021. Underground housing formation strategies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1773, 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1773/1/012033>.

Εικόνα 16: <https://www.newsbeast.gr/greece/arthro/8375470/echei-i-attiki-kai-i-ypoloipi-ellada-katafygia-polemou-boroume-na-ta-chrisimopoiisoume>

Εικόνα 17: Mahdi, R.M. & Aboud, A.H., 2021. Underground housing formation strategies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1773, 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1773/1/012033>.

Εικόνα 18: <https://www.iefimerida.gr/design/homa-design-syggkrotima-serifos-yposkafes-biles>

Εικόνα 19: Mahdi, R.M. & Aboud, A.H., 2021. Underground housing formation strategies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1773, 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1773/1/012033>.

Εικόνα 20: <https://fileleutheros.net/main/2022/12/4/h->

Εικόνα 21: Mahdi, R.M. & Aboud, A.H., 2021. Underground housing formation strategies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1773, 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1773/1/012033>.

Εικόνα 22: https://www.travel.gr/hotels_and_villas/yperpolyteleis-me-yperoches-pisines-4-a/

Εικόνα 23: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 24: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 25: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 26: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 27: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 28: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 29: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 30: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 31: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 32: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 33: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 34: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 35: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 36: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 37: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 38: Σκίτσο συγγραφέα

Εικόνα 39: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 40: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 41: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9F%CE%AF%CE%B1>

Εικόνα 42: <http://santorini-oia-sea-cave.oia-santorini.top-hotels-gr.com/en/>

Εικόνα 43: <https://www.archdaily.com/941322/secret-garden-house-scapearchitecture>

Εικόνα 44: <https://www.archdaily.com/304326/summer-house-in-naxos-phoebe-giannisi-kotionis-zissis>

Εικόνα 45: <https://www.kea-estate.gr/index.php/el/portfolio/kea-horizon2/>

Εικόνα 46: <https://moldarchitects.com/projects/n-caved>

Εικόνα 47: <https://www.archdaily.com/304326/summer-house-in-naxos-phoebe-giannisi-kotionis-zissis>

Εικόνα 48: <https://www.archetype.gr/projects/ellysium-caved-villas>

Εικόνα 49: <https://www.archisearch.gr/wp-content/uploads/Ohlive-Villas-Skiathos164-scaled.jpg>

Εικόνα 50: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>

Εικόνα 51: <https://oliaros.com/property/ridge-house/>

Εικόνα 52: <https://fileleutheros.net/main/2022/12/4/h->

Εικόνα 53: <https://www.tanea.gr/2024/08/19/economy/economy-greece/domisi-ston-tourismo-ti-provlepetai-gia-ta-akinita-se-santorini-kai-kentro-athinas/>

Εικόνα 54: <https://www.archisearch.gr/architecture/xerolithi-summer-house-in-serifos-cyclades-greece-sinas-architects/>

Εικόνα 55: <https://www.iefimerida.gr/design/foytouristiko-yposkafo-xenodoheio-mykonos-spiral>

Εικόνα 56: <https://www.archdaily.com/955734/elements-house-g-and-a-evripiotis>

Εικόνα 57: <https://www.lifo.gr/tropos-zois/travel/costa-navarino-o-epigeios-paradeisos-tis-messinias>

Εικόνα 58: <https://gr.pinterest.com/pin/930274866771296589/>

Εικόνα 59: <https://www.omniview.com/amansinaya-villa>

Εικόνα 60: <https://k-studio.gr/30th-may-2023/>

Εικόνα 61: <https://www.agronews.gr/politismos/213773/to-oinopoieio-metaxa-liknon-sti-samo-anoigei-tis-portes-tou-sto-euru-koino-gia-proti-fora/>

Εικόνα 62: <https://www.newmoney.gr/fine-living/h-istoria-piso-apo-to-pio-protoporiako-s/>

Εικόνα 63: <https://www.archdaily.com/941322/secret-garden-house-scapearchitecture>, επεξεργασμένη

Εικόνα 64: <https://allisantorini.blogspot.com/2007/10/blog-post.html>, επεξεργασμένη

Εικόνα 65: <https://www.archdaily.com/304326/summer-house-in-naxos-phoebe-giannisi-kotionis-zissis>, επεξεργασμένη

Εικόνα 66: <https://www.archdaily.com/304326/summer-house-in-naxos-phoebe-giannisi-kotionis-zissis>, επεξεργασμένη

Εικόνα 67: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>, επεξεργασμένη

Εικόνα 68: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>, επεξεργασμένη

Εικόνα 69: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>

Εικόνα 70: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>

Εικόνα 71: <https://www.ktirio.gr/el/%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CF%82/%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7/%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%84%CF%81%CE%AC%CE%B3%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%B7%CF%82>

Εικόνα 72: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-syakamino>

Εικόνα 73: Ξενάκης, Β. (2024). *Η θηραϊκή γη ως δομικό υλικό: Δομικά χαρακτηριστικά και μέθοδοι αποτίμησης και ενίσχυσης*. [διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τμήμα πολιτικών μηχανικών, σελ. 3].

Εικόνα 74: <https://jp.pinterest.com/pin/584764332919442857/>

Εικόνα 75:

<https://ktirio.gr/el/%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CF%82/%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7/%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B5%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CE%B4%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>

Εικόνα 76: <https://grc.sika.com/el/construction/roofing/load-bearing-roofs/bituminous-membrane.html>

Εικόνα 77: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 78: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>

Εικόνα 79: <https://operatedby.fanarivillas.gr/cocooning/junior-suites>

Εικόνα 80: https://www.simeio.eu/2012/09/12/2012-gramsxed_omo/

Εικόνα 81: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>, επεξεργασμένη

Εικόνα 82: <https://www.archdaily.com/998166/latypi-residence-a31-architecture>, επεξεργασμένη

Εικόνα 83: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>, επεξεργασμένη

Εικόνα 84: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>, επεξεργασμένη

Εικόνα 85: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>

Εικόνα 86: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>

Εικόνα 87: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>

Εικόνα 88: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>, επεξεργασμένη

Εικόνα 89: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>

Εικόνα 90: <https://www.archdaily.com/958354/xerolithi-house-sinas-architects>

Εικόνα 91: <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>, επεξεργασμένη

Εικόνα 92: <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>, επεξεργασμένη

Εικόνα 93: <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>, επεξεργασμένη

Εικόνα 94: <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>
Εικόνα 95: <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects>,
επεξεργασμένη
Εικόνα 96: <https://www.archdaily.com/45925/aloni-decaarchitecture>,
επεξεργασμένη
Εικόνα 97: <https://deca.gr/project/aloni/>
Εικόνα 98: <https://deca.gr/project/aloni/>
Εικόνα 99: <https://www.archdaily.com/45925/aloni-decaarchitecture>
Εικόνα 100: <https://www.archdaily.com/45925/aloni-decaarchitecture>,
επεξεργασμένη
Εικόνα 101: <https://deca.gr/project/aloni/>, επεξεργασμένη
Εικόνα 102: <https://deca.gr/project/aloni/>
Εικόνα 103: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>
Εικόνα 104: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>
Εικόνα 105: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>,
επεξεργασμένη
Εικόνα 106: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>,
επεξεργασμένη
Εικόνα 107: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>,
επεξεργασμένη
Εικόνα 108: <https://www.doma.archi/index/projects/katoikia-sto-sykamino>

