



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ  
Π.Μ.Σ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ:  
ΑΕΙΦΟΡΙΚΟΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

# Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΙΜΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ

[η παράμετρος του φυσικού φωτισμού -  
προκλήσεις και δυνατότητες επεμβάσεων στα παραδοσιακά]

Συγγραφέας:

**ΑΜΠΕΡΙΑΔΟΥ ΜΑΡΙΑ**

ΑΜ: ssd21002

Επιβλέπουσα:

**Δρ. ΜΑΡΙΑ ΣΙΝΟΥ**

Αθήνα, Μάιος 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF APPLIED ARTS AND CULTURE  
DEPARTMENT OF INTERIOR ARCHITECTURE  
MSc INTERIOR ARCHITECTURE:  
SUSTAINABLE AND SOCIAL DESIGN

Diploma Thesis

# **THE IMPORTANCE OF EXCAVATED DWELLINGS IN EARLY ARCHITECTURE AND THEIR CONTEMPORARY APPLICATIONS**

[the parameter of natural lighting -  
challenges and possibilities of interventions in traditional architecture]

Student name and surname:

**AMPERIADOU MARIA**

Registration Number: ssd21002

Supervisor name and surname:

**Dr. MARIA SINOU**

Athens, May 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ  
Π.Μ.Σ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ:  
ΑΕΙΦΟΡΙΚΟΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

## Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΡΩΙΜΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ

[η παράμετρος του φυσικού φωτισμού -  
προκλήσεις και δυνατότητες επεμβάσεων στα παραδοσιακά]

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή:

**Δρ. ΜΑΡΙΑ ΣΙΝΟΥ**  
**Δρ. ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ**  
**Δρ. ΔΟΥΛΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ**

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΣΙΝΟΥ ΜΑΡΙΑ	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	
2	ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ	Αναπληρώτης Καθηγητής	
3	ΔΟΥΛΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ	Αναπληρώτης Καθηγητής	

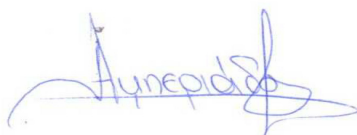
## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **Αμπεριάδου Μαρία** του Αμπερίου, με αριθμό μητρώου **ssd21002** φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «**Αρχιτεκτονική Εσωτερικών χώρων: Αειφορικός και Κοινωνικός σχεδιασμός**» του Τμήματος **Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής** της Σχολής **Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού** του **Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής**, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Αμπεριάδου Μαρία

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του ΠΜΣ «Αρχιτεκτονική Εσωτερικών Χώρων: Αειφορικός και Κοινωνικός Σχεδιασμός», του τμήματος Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής, για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσαν και την άμεση βοήθειά τους όποτε τους χρειάστηκα.

Ιδιαίτερως θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτριά μου, κα Μαρία Σίνου, για την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου προσέφερε, το αμείωτο ενδιαφέρον της και την υποστήριξή της, όχι μόνο κατά την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής, αλλά για όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό.

Επίσης, ευχαριστώ τους καθηγητές κ. Λάμπρο Δούλο και κ. Σωκράτη Γιαννούδη, οι οποίοι με τίμησαν με τη συμμετοχή τους ως μέλη της τριμελούς επιτροπής, ενώ παράλληλα μου παρείχαν σημαντικές γνώσεις που με βοήθησαν για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου και ιδιαίτερα τον σύντροφό μου για όλη τη στήριξη, την ενθάρρυνση και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>3</b>
Αντικείμενο ερευνητικής εργασίας .....	4
Στόχος ερευνητικής εργασίας - Ερευνητικό ερώτημα .....	4
Μεθοδολογία .....	5
Αναμενόμενα αποτελέσματα .....	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1   ΑΝΑΛΥΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΥΠΟΣΚΑΦΟΥ</b> .....	<b>7</b>
1.1  Ο ρόλος της αρχιτεκτονικής στη σχέση κτιρίου και τόπου .....	8
1.2  Βιοκλιματικός σχεδιασμός και βιοκλιματική αρχιτεκτονική .....	8
1.2.1  Ορισμός και βασικές αρχές .....	8
1.2.2  Παράμετροι .....	10
1.3  Η έννοια της υπόσκαφης κατοικίας .....	11
1.3.1  Ο ρόλος των υπόσκαφων κατοικιών στον βιοκλιματικό σχεδιασμό .....	12
1.3.2  Τύποι υπόσκαφων κατοικιών .....	13
1.3.2.α  Με βάση τον άξονα εκσκαφής .....	13
1.3.2.β  Με βάση το βαθμό διεύδυσης στο έδαφος .....	14
1.3.2.γ  Με βάση τις θεάσεις – είσοδος φυσικού φωτισμού .....	14
1.3.2.δ  Με βάση το οικόπεδο – τοπογραφία περιοχής .....	15
1.3.3  Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπόσκαφων κατοικιών .....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2   Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΚΑΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ</b> .....	<b>21</b>
2.1  Ο φυσικός φωτισμός ως αειφορική στρατηγική σχεδιασμού .....	22
2.2  Προδιαγραφές μελέτης φυσικού φωτισμού .....	22
• Ποσότητα φυσικού φωτισμού .....	23
• Ποιότητα φυσικού φωτισμού .....	23
• Κατανομή φυσικού φωτισμού .....	24
• Θάμβωση .....	24
2.3  Μελέτη φυσικού φωτισμού (στα υπόσκαφα) .....	24
2.3.1  Προσανατολισμός κτιρίου και ανοιγμάτων .....	25
2.3.2  Διαρρύθμιση εσωτερικών χώρων .....	26
2.3.3  Επιφάνειες .....	27
2.3.4.  Συστήματα ηλιοπροστασίας και χαρακτηριστικά υαλοπινάκων .....	27

2.4  Μέθοδοι ενίσχυσης φυσικού φωτισμού στις υπόσκαφες κατοικίες .....	28
• Κατακόρυφα ανοίγματα .....	28
• Ανοίγματα οροφής - φεγγίτες .....	29
• Αίθρια – εσωτερικές αυλές .....	29
• Φωτοσωλήνες .....	31
• Φωταγωγοί .....	32
• Ράφια φωτισμού .....	32
• Ανακλαστήρες – περσίδες .....	33
• Δανεικό φως .....	33
• Καθρέπτες .....	34
• Ειδικοί υαλοπίνακες .....	34
• Πάνελ laser-cut .....	35

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | ΠΡΩΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ .....**

3.1  Η απαρχή των υπόσκαφων κατοικιών .....	42
3.1.1  Οι σπηλιές .....	42
3.1.2  Ανώνυμη – τρωγλοδύτικη αρχιτεκτονική .....	43
3.2  Εφαρμογή υπόσκαφων κατοικιών ανά τον κόσμο .....	44
3.2.1  Τυνησία – οικισμός Matmâta .....	45
3.2.2  Τουρκία – Καππαδοκία .....	48
3.2.3  Νότια Ιταλία – αρχαία πόλη Matera .....	52
3.2.4  Ισπανία – κοιλάδα Tajumã και χωριό Guadix .....	54
3.2.5  Γαλλία .....	56
3.2.6  Κίνα - οικισμοί οροπεδίου Loess .....	58
3.2.7  Η.Π.Α. - χωριό Mesa Verde .....	61
3.3  Η περίπτωση της Σαντορίνης .....	63
3.3.1  Γεωμορφικά χαρακτηριστικά και κλίμα της Σαντορίνης .....	65
3.3.2  Οικιστικές διαμορφώσεις .....	66
3.3.3  Υπόσκαφοι οικισμοί .....	68
3.3.4  Χαρακτηριστικά υπόσκαφων οικισμών .....	70
• Προσανατολισμός .....	70
• Δώμα – αυλή .....	71
• Θόλοι – επικάλυψη κατοικιών .....	72
• Διάρθρωση και επέκταση κατοικίας .....	73
• Ανοίγματα – παραθύρα – φωτισμός .....	75
• Τοιχοποιίες – υλικά επιφανειών .....	76

3.3.5  Βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού των υπόσκαφων οικισμών .....	77
3.4  Συγκριτική αποτίμηση ιστορικών υπόσκαφων κατοικιών ως προς την ένταξη του φυσικού φωτισμού .....	78
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4   ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ .....</b>	<b>87</b>
4.1  Στροφή της σύγχρονης αρχιτεκτονικής στην υπόσκαφη κατοίκηση .....	88
4.2  Εφαρμογή σύγχρονων υπόσκαφων κατοικιών ανά τον κόσμο .....	89
4.2.1  Ελβετία - Villa Vals .....	89
4.2.2  Γαλλία - PLJ House .....	90
4.2.3  Αντίπαρος – Αλώνι .....	92
4.2.4  Αντίπαρος – Ktima House .....	94
4.2.5  Σέριφος – Ncaved .....	95
4.2.6  Μεσσηνία - Villa Ypsilon .....	97
4.3  Νομοθετικό πλαίσιο υπόσκαφων κατοικιών στην Ελλάδα .....	98
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5   ΑΝΑΛΥΣΗ – ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ</b>	
<b>ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ .....</b>	<b>101</b>
5.1  Μελέτη φυσικού φωτισμού σε χαρακτηριστική παραδοσιακή κατοικία της Σαντορίνης .....	102
5.2  Προτάσεις ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό της παραδοσιακής κατοικίας .....	108
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>113</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>116</b>
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ, ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ .....</b>	<b>121</b>



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ζητούμενο της σύγχρονης κοινωνίας στον τομέα της αρχιτεκτονικής αποτελεί ο “βιοκλιματικός σχεδιασμός”, ικανός να παρέχει τόσο στον χρήστη βέλτιστες συνθήκες άνεσης, όσο και στο περιβάλλον χαμηλό αντίκτυπο κατασκευής. Λύση στο ζητούμενο αυτό ήρθε να δώσει η υπόσκαφη αρχιτεκτονική ως αναφορά σε πρώιμες μορφές της, που υπήρξαν απάντηση στην αντιμετώπιση καιρίων ζητημάτων του παρελθόντος.

Οι πρώτες μορφές υπόσκαφων κατοικιών υπήρξαν αρχιτεκτονική λύση πολλών λαών, γεγονός που αποδεικνύεται από τις αμέτρητες εφαρμογές τους σε όλο τον κόσμο. Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν οι παραδοσιακές υπόσκαφες κατοικίες της Σαντορίνης στην Ελλάδα, την τυπική μορφή των οποίων μελετά εκτενέστερα η παρούσα έρευνα. Τις πρώιμες μορφές καλούνται να “μιμηθούν” οι σύγχρονοι μελετητές προκειμένου να ανταποκριθούν στις ανάγκες του σήμερα.

Ωστόσο, σημαντικό στοιχείο μελέτης, τόσο στις πρώιμες, όσο και στις σύγχρονες εφαρμογές της υπόσκαφης αρχιτεκτονικής, αποτέλεσε η ένταξη του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό. Ο φυσικός φωτισμός, ως ένα από τα πλέον κύρια στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού, καθίσταται δύσκολα εφαρμόσιμος στα υπόσκαφα, με αποτέλεσμα την αναζήτηση μεθόδων ενίσχυσής του, μέσω της κατασκευής.

Η παρούσα έρευνα μελετά την παράμετρο του φυσικού φωτισμού στις υπόσκαφες κατοικίες τις πρώιμες και σύγχρονης αρχιτεκτονικής, στοχεύοντας στην αναζήτηση επάρκειας ή μη στο εσωτερικό αυτών. Παράλληλα, μέσα από την ανάλυση των υπόσκαφων οικισμών της Σαντορίνης, επιδιώκεται μια πρώτη προσέγγιση των προκλήσεων που επιφέρει αυτό το είδος κατοίκησης στην ένταξη του φυσικού φωτός, καθώς και παράθεση πιθανών προτάσεων για επεμβάσεις στα παραδοσιακά, με στόχο την ενίσχυσή του.

**Λέξεις κλειδιά:** βιοκλιματική αρχιτεκτονική, υπόσκαφη κατοίκηση, φυσικός φωτισμός, ανώνυμη αρχιτεκτονική, Σαντορίνη

## SUMMARY

The challenge of modern society in the field of architecture is “bioclimatic design”, capable of providing both the user with optimal comfort conditions and the environment with low construction impact. The solution to this challenge was provided by excavated architecture as a reference to its early forms, which were a response to key issues of the past.

Early forms of excavated (cave) dwellings have been the architectural solution of many peoples, as evidenced by their countless applications around the world. Among them stand out the traditional cave dwellings of Santorini in Greece, the typical form of which is studied more extensively in this research. The early forms are called upon to be ‘imitated’ by modern architects in order to meet today’s needs.

However, an important element of study in both early and modern applications of excavated architecture has been the integration of natural lighting. Natural lighting, as one of the most important elements of bioclimatic design, is becoming difficult to implement in cave dwellings, resulting in the search for methods to enhance it through construction.

This research studies the natural lighting parameter in cave dwellings of early and contemporary architecture, aiming at the search for adequacy or not inside them. At the same time, through the analysis of the cave dwellings of Santorini, a first approach is sought on the challenges that this type of dwelling brings to the integration of natural light, as well as the presentation of possible proposals for interventions in the traditional ones, with the aim of enhancing it.

**Key words:** bioclimatic architecture, excavated (cave) dwelling, natural lighting, anonymous architecture, Santorini

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



### Αντικείμενο ερευνητικής εργασίας

Το υπόσκαφο ως μορφή κατοίκησης συναντάται ήδη από την αρχαιότητα στην αρχιτεκτονική πολλών λαών. Οι εφαρμογές της υπόσκαφης κατοικίας διαφέρουν, ανάλογα με τις ανάγκες που κάθε φορά καλείται να ικανοποιήσει, έχοντας πάντα ως κοινό παρονομαστή έναν αειφορικό τρόπο διαχείρισης των στοιχείων της φύσης. Μεταξύ των στοιχείων αυτών, σημαντική είναι η διαχείριση εισόδου του φυσικού φωτός στο εσωτερικό των κατοικιών, με σκοπό να ικανοποιούνται ανάγκες θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες.

Οι τύποι των υπόσκαφων κατοικιών ποικίλουν, καθώς πάντοτε εξαρτώνται από τη μορφολογία του τόπου ένταξής τους και το κλίμα της εκάστοτε περιοχής. Εφαρμογές τους συναντώνται σε όλο τον κόσμο, όπως και στην Ελλάδα, όπου πιο διαδεδομένη είναι η υπόσκαφη κατοικία της Σαντορίνης. Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο, η ένταξη του φυσικού φωτός και η ομαλή κατανομή του, αποτέλεσε βασικό παράγοντα οργάνωσης και κατασκευής αυτών των κατοικιών.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η υπόσκαφη αρχιτεκτονική, την καθιστούν ικανή να καλύψει και τις σύγχρονες ανάγκες μιας κατοικίας βασισμένης σε αειφορικές αρχές σχεδιασμού, έχοντας, ωστόσο, μερικές τροποποιήσεις. Αυτός είναι ο λόγος που η αρχιτεκτονική των υπόσκαφων κατοικιών εξακολουθεί να εφαρμόζεται, αποδίδοντας στην κατασκευή ιδιαίτερο αισθητικό και λειτουργικό αποτέλεσμα.

Αντικείμενο, λοιπόν, της παρούσας μελέτης είναι η πρώιμη και σύγχρονη εφαρμογή υπόσκαφων κατοικιών, με προσέγγιση στις μεθόδους ένταξης του φυσικού φωτισμού σε αυτή τη μορφή κατοίκησης. Επιπλέον, στη προσπάθεια επίτευξης βιοκλιματικού σχεδιασμού, μελετώνται οι προκλήσεις και οι δυνατότητες επεμβάσεων στη παραδοσιακή ελληνική υπόσκαφη κατοικία, με γνώμονα το στοιχείο του φυσικού φωτός.

### Στόχος ερευνητικής εργασίας – Ερευνητικό ερώτημα

Συνεπώς, τα ερωτήματα που τίθενται προς απάντηση και αποτελούν τον βασικό στόχο της εργασίας, είναι τα ακόλουθα:

Πώς τα χαρακτηριστικά μιας περιοχής επηρεάζουν την αρχιτεκτονική της υπόσκαφης κατοικίας, ως προς τη δομή της και τη διαχείριση του φυσικού φωτισμού; Πώς επιτυγχάνεται η είσοδος του φυσικού φωτισμού στην παραδοσιακή ελληνική αρχιτεκτονική των υπόσκαφων κατοικιών, μελετώντας το παράδειγμα των οικισμών της Σαντορίνης; Ποιες είναι οι προκλήσεις και οι δυνατότητες επεμβάσεων σε αυτές τις παραδοσιακές κατοικίες, με σκοπό την εξασφάλιση της βέλτιστης κατανομής του φυσικού φωτός στο εσωτερικό τους;

## Μεθοδολογία

Για την ορθή τεκμηρίωση των παραπάνω ερωτημάτων και τη διεξαγωγή συμπεράσματος, η μεθοδολογία που εφαρμόζεται στη παρούσα είναι η μελέτη περιπτώσεων, καθώς και η μελέτη - ανάλυση του φυσικού φωτισμού, ως αειφορικού στοιχείου, μέσω προσομοίωσης με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για τη παραπάνω μελέτη και διεξαγωγή συμπερασμάτων, είναι το Climate Studio.

Η εργασία οργανώνεται σε πέντε κεφάλαια, όπου σταδιακά αναλύεται η σχέση της υπόσκαφης κατοικίας με το αειφορικό στοιχείο του φυσικού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού, μέσα από την προσέγγιση της υπόσκαφης αρχιτεκτονικής. Το δεύτερο κεφάλαιο εστιάζει στην ανάγκη ένταξης του φυσικού φωτός στην υπόσκαφη μορφή κατοίκησης, προκειμένου να επιτευχθούν συνθήκες άνεσης, με γνώμονα τις σύγχρονες προδιαγραφές της μελέτης φυσικού φωτισμού. Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε πρώιμες υπόσκαφες μορφές κατοίκησης ανά τον κόσμο, με κύρια αναφορά στη παραδοσιακή υπόσκαφη κατοικία της Σαντορίνης και επιδιώκεται μία συγκριτική αποτίμηση των κατοικιών αυτών ως προς την ένταξη του φυσικού φωτισμού. Παράλληλα, στο τέταρτο κεφάλαιο πραγματοποιείται αναφορά σύγχρονων παραδειγμάτων υπόσκαφης αρχιτεκτονικής, καθώς επίσης αναλύεται το ισχύον ελληνικό Νομοθετικό πλαίσιο υπόσκαφων κατοικιών. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μελέτη ένταξης του φυσικού φωτισμού σε μία χαρακτηριστική παραδοσιακή υπόσκαφη κατοικία της Σαντορίνης, με τη βοήθεια προγράμματος προσομοίωσης, ενώ παράλληλα επιδιώκεται η παροχή προτάσεων ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό της κατοικίας αυτής.

## Αναμενόμενα αποτελέσματα

Η ολοκλήρωση της ερευνητικής εργασίας επιδιώκει να δώσει απάντηση σχετικά με τη μορφή και τις ιδιότητες που αποκτά η κατασκευή, βασισμένη στην αρχιτεκτονική του υπόσκαφου. Επιπλέον, μέσα από την παράθεση παλαιότερων και σύγχρονων παραδειγμάτων, θα μπορέσει να αποδοθεί συμπέρασμα ως προς την εξέλιξη της υπόσκαφης κατοικίας στο πέρασμα των χρόνων, επιδιώκοντας σε κάθε περίπτωση τη βέλτιστη ένταξη του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό τους. Παράλληλα, μέσω προσομοιώσεων, με παράδειγμα μελέτης την παραδοσιακή κατοικία της Σαντορίνης, πρόκειται να μελετηθεί η ικανότητα ή μη των υπόσκαφων κατοικιών να ανταποκριθούν στη προσπάθεια ομαλής κατανομής του φυσικού φωτισμού στους επιμέρους χώρους αυτής. Τέλος, η εργασία επιδιώκει να δώσει απάντηση ως προς τη δυνατότητα βελτιστοποίησης ένταξης του φυσικού φωτός στο εσωτερικό των υπόσκαφων κατοικιών, λαμβάνοντας υπόψη τους υφιστάμενους περιορισμούς.



ΑΝΑΛΥΟΝΤΑΣ  
ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ  
ΤΟΥ ΥΠΟΣΚΑΦΟΥ



1

## 1.1 | Ο ρόλος της αρχιτεκτονικής στη σχέση κτιρίου και τόπου

Από την αρχή της δημιουργίας, φύση και άνθρωπος κατείχαν μία αλληλένδετη σχέση, όπου οποιαδήποτε μεταβολή στα στοιχεία του ενός, επηρέαζε το άλλο. Εκμεταλλευόμενος αυτή τη συνθήκη, ο άνθρωπος, ήδη από την πρώτη ύπαρξή του, προσπάθησε να εξασφαλίσει την επιβίωσή του μέσα στο περιβάλλοντα χώρο του. Ωστόσο, σε μια προσπάθεια να επιβληθεί στο τοπίο και έχοντας πάντα μία ανθρωποκεντρική προσέγγιση, ο ίδιος οδηγήθηκε σε καταστροφικές για τη φύση συνέπειες.

Η απομάκρυνση του ανθρώπου από το φυσικό περιβάλλον, αποτέλεσε την αφετηρία ενός τεχνητά διαμορφωμένου τοπίου. Σε μια εποχή όπου η φύση έρχεται και πάλι στο προσκήνιο, εξαιτίας των ακραίων κλιματικών φαινομένων και της αλλοίωσης του φυσικού περιβάλλοντος, η σχέση του ανθρώπου με αυτή επαναπροσδιορίζεται, προκειμένου να επέλθει ισορροπία.

Η σύγχρονη αρχιτεκτονική, σε μια προσπάθεια ποιοτικής βελτίωσης του περιβάλλοντος, επινοεί καινοτόμες ιδέες, με σκοπό την ανάδειξή του και την εναρμόνιση της κτιριακής δομής σε αυτό. Η σωστή αντιμετώπιση του τοπίου και του ανάγλυφού του, οδηγεί στη δημιουργία ενός κτιρίου αρμονικά συνδεδεμένου με αυτό, δίνοντας την εντύπωση ότι ανέκαθεν βρισκόταν εκεί και αποκτώντας διαχρονική ομορφιά.

Με άλλα λόγια, για την αρχιτεκτονική, το τοπίο οφείλει να είναι το κεντρικό σημείο αναφοράς στο σχεδιασμό. Οι λανθασμένες προτεραιότητες του παρελθόντος, όπου το “τεχνητό” υπερίσχυε του “φυσικού”, είχαν ως αποτέλεσμα ενεργειακή κρίση, εξάντληση φυσικών πόρων, κλιματική αλλαγή και μια σειρά αναρίθμητων επιπτώσεων στο τοπίο, τα οποία καλείται πλέον να αντιμετωπίσει η λεγόμενη βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

## 1.2 | Βιοκλιματικός σχεδιασμός και βιοκλιματική αρχιτεκτονική

### 1.2.1 | Ορισμός και βασικές αρχές

Στον όρο “βιοκλιματική αρχιτεκτονική” εντάσσονται οι παράμετροι αρχιτεκτονική/κλίμα/περιβάλλον, απόλυτα συνδεδεμένοι, καθώς το αποτέλεσμα της αρχιτεκτονικής πράξης – κτίριο εντάσσεται αρμονικά στο περιβάλλον, αξιοποιώντας τις κλιματικές παραμέτρους, με σκοπό τη διασφάλιση συνθηκών άνεσης για το χρήστη.

Πιο συγκεκριμένα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και υπαίθριων), σύμφωνα με το εκάστοτε τοπικό κλίμα, έχοντας προτεραιότητα την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής. (Αξαρή, 2009)



Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική “βασίζεται στον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιριακού περιβλήματος, έτσι ώστε μέσα από καθαρά αρχιτεκτονικές ρυθμίσεις, να λειτουργεί εκλεκτικά, σε σχέση με το περιβάλλον...”<sup>1</sup>. Στόχος της αποτελεί η συνολική αντιμετώπιση του κτιρίου, ήδη από το στάδιο της αρχικής σύλληψης, “ως τόπο ανταλλαγής ενέργειας ανάμεσα στο εσωτερικό περιβάλλον και το εξωτερικό, φυσικό-κλιματικό περιβάλλον και την πρωταρχική πηγή ενέργειας, τον ήλιο”<sup>2</sup>.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, ως αναπόσπαστο κομμάτι της αρχιτεκτονικής, προτείνει μια βιώσιμη κοινωνία, με σεβασμό στο περιβάλλον και το τοπίο, αξιοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα κλιματικά δεδομένα της κάθε περιοχής, με σκοπό να περιοριστεί η αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας και η περιβαλλοντική ρύπανση. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα, που ενσωματώνονται στα κτίρια, με στόχο της αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για την εξασφάλιση θέρμανσης, αερισμού και φωτισμού. (Αξαρή, 2009)

Σύμφωνα με τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (ΝΟΚ 4067/2012), “Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίου είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός του κτιρίου που αποσκοπεί στη βέλτιστη εκμετάλλευση των φυσικών και κλιματολογικών συνθηκών με σκοπό να επιτυγχάνονται οι βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα κατά τη διάρκεια όλου του έτους με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας”<sup>3</sup>.

Κατά συνέπεια, “βιοκλιματικό κτίριο ονομάζεται ένα κτίριο που ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντός του, καθώς έχει σχεδιαστεί με τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα κατά τη διάρκεια όλου του έτους, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας και κατατάσσεται στις ανώτερες ενεργειακά κατηγορίες όπως αυτές κάθε φορά ορίζονται”<sup>4</sup>.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, παρά το γεγονός ότι είναι ενσωματωμένος με την αρχιτεκτονική κάθε τόπου, ήδη από τις πρώιμες κτιριακές δομές, θεωρείται στη σύγχρονη εποχή ως μία νέα «θεώρηση» της αρχιτεκτονικής. Συνεπώς, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί πλέον βασική προσέγγιση και κριτήριο σχεδιασμού στη δημιουργία κτιρίων, κυρίως λόγω των μειωμένων απαιτήσεων ενέργειας για θέρμανση, αερισμό και φωτισμό, καθώς και των οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών οφελών που συνεπάγεται. (Ανδρεαδάκη, 2017)

<sup>1</sup> Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 7

<sup>2</sup> Ορ. cit., σελ. 18

<sup>3</sup> Ελληνική Δημοκρατία (2012). Νέος Οικοδομικός Κανονισμός: Νόμος υπ’ αριθ. 4067/2012. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Αρ. 2, παρ. 10

<sup>4</sup> Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (2022). «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ». Α’ έκδοση. Αθήνα: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6/2022, σελ. 3

Βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- Ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου, των επιμέρους χώρων και των ανοιγμάτων, με σκοπό την εξασφάλιση ομοιόμορφου και επαρκή φυσικού φωτισμού
- Η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους
- Η εξασφάλιση ηλιασμού του κτιρίου για επίτευξη θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες
- Η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης
- Η τοποθέτηση συστημάτων σκίασης και η κατάλληλη φύτευση, με σκοπό τη προστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία
- Η δημιουργία συστημάτων αερισμού και δροσισμού
- Η μελέτη και αξιοποίηση της βλάστησης για προστασία από εξωτερικούς θορύβους
- Καθώς και η εκμετάλλευση των τοπικών υλικών της εκάστοτε περιοχής (Ανδρεαδάκη, 2017)

### 1.2.2|Παράμετροι

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ακολουθεί μία από έξω προς τα μέσα προσέγγιση, έχοντας ως αφητηρία τη μελέτη της συμπεριφοράς του οικοπέδου σε σχέση με το κλίμα, το ανάγλυφο, τα γειτονικά κτίρια και τη βλάστηση, στη συνέχεια την επιλογή της βέλτιστης θέσης τοποθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου και τέλος τις επιλογές που αφορούν το κτιριακό όγκο, τα ανοίγματα, την εσωτερική διαρρύθμιση χώρων και υλικών. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί και ο σχεδιασμός των παθητικών συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και φωτισμού. (Αξαρχλή, 2009)

Συνεπώς, οι βασικοί παράμετροι που συντελούν στη σωστή μελέτη του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τόσο οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής ένταξης του υπό μελέτη κτιρίου, όσο και το φυσικό περιβάλλον αυτής. Οι κλιματικές συνθήκες αναφέρονται στις επικρατούσες θερμοκρασίες, στην ένταση και κατεύθυνση του ανέμου, στη σχετική υγρασία, τη θέση του ήλιου και την ηλιακή ακτινοβολία. (Δελή, 2022: 20) Ο σωστός βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ικανός να περιορίσει, όπου απαιτείται, τις αρνητικές επιπτώσεις των παραγόντων αυτών, αξιοποιώντας, ωστόσο, τις δυνατότητες που προσφέρουν, με σκοπό την επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης. Από την άλλη πλευρά, το φυσικό περιβάλλον σχετίζεται με το ανάγλυφο και τη σύσταση του εδάφους, την υπάρχουσα βλάστηση, το προσανατολισμό του οικοπέδου μελέτης, τα γειτονικά κτίρια, τη γειτνίαση με στοιχεία νερού και τις θεάσεις. (Ανδρεαδάκη, 2017)

Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό πως ο βιοκλιματικός σχεδιασμός προτείνει ένα δομημένο περιβάλλον σε αρμονία με το φυσικό, έχοντας ως γνώμονα τα βασικά κλιματικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής ένταξης, με στόχο της αξιοποίηση αυτών προς όφελός του. (Μαρκαντωνάτου, 2018: 1)

### 1.3 | Η έννοια της υπόσκαφης κατοικίας

Οι τρόποι με τους οποίους ένα κτίριο εντάσσεται στο περιβάλλον του ποικίλουν και εξαρτώνται άμεσα από το χειρισμό του εδάφους και τη διεύθυνση της αρχιτεκτονικής τομής σε αυτό. Κατά συνέπεια, προκύπτουν τρεις βασικές κατηγορίες συσχετισμού της κατασκευής με το έδαφος, οι οποίες είναι:

- η κατασκευή πάνω στο έδαφος
- η κατασκευή πάνω από το έδαφος
- και η κατασκευή βυθισμένη στο έδαφος

Κάθε χειρονομία σε σχέση με το έδαφος, δίνει διαφορετικές και ενδιαφέρουσες χωρικές ποιότητες. (Κρητικάκη, 2020: 13)

Η έννοια του υπόσκαφου αναφέρεται σε κτίρια τα οποία είναι ενσωματωμένα μέσα στο φυσικό ανάγλυφο, περιορίζοντας τη παρουσία του στο περιβάλλον τους, καθώς εντάσσονται σε μεγάλο βαθμό κάτω από την επιφάνεια της γης. (Κρητικάκη, 2020: 15)

Σύμφωνα με τον ΝΟΚ:

*“Υπόσκαφο είναι το κτίριο ή το τμήμα κτιρίου, που κατασκευάζεται υπό τη στάθμη του φυσικού εδάφους και παρουσιάζει μία μόνο ορατή όψη. Η κατασκευή του γίνεται κάτω από τη στάθμη του φυσικού εδάφους, με επέμβαση σε αυτό και πλήρη επαναφορά στην αρχική του μορφή”.*<sup>5</sup>

Αυτού του είδους κατασκευή, θέτει ως πρωταρχικό στόχο τη σύνδεση της αρχιτεκτονικής με το φυσικό ανάγλυφο, με σεβασμό προς το περιβάλλον. Η αρχιτεκτονική επαναπροσδιορίζει το τοπίο, με τη κατάλληλη επιλογή της θέσης, των υλικών και της μορφής. (Κρητικάκη, 2020: 15)

Η προσαρμογή της κτιριακής δομής στο τοπίο οφείλει να “έρχεται” ως συνέπεια της αρχιτεκτονικής δημιουργίας, ως αποτέλεσμα συνεργασίας του ανθρώπου με τη φύση και το ανάγλυφο της. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του υπόσκαφου κτίσματος είναι “η κυριαρχία του χώρου πάνω στην ύλη. Η “χτιστή” αρχιτεκτονική προκύπτει με την προσθήκη ύλης σε κάποιο αρχικό πρόπλασμα. Αντίθετα η υπόσκαφη αρχιτεκτονική, από την αφαίρεση ύλης για τη δημιουργία του εσωτερικού κελύφους”<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Ελληνική Δημοκρατία (2012). ο.π. cit., Αρ. 2, παρ. 88

<sup>6</sup> Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). ο.π. cit., σελ. 65

### 1.3.1|Ο ρόλος των υπόσκαφων κατοικιών στον βιοκλιματικό σχεδιασμό

Στο τομέα της πολεοδομίας και της αρχιτεκτονικής έχουν προκύψει τρία μεγάλα ζητήματα, που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ενέργειας, την επαναφορά του πράσινου στη πόλη και τη προσαρμογή των κτισμάτων στο τοπίο.

Οι υπόσκαφες κατασκευές αποτελούν αντιπροσωπευτικό παράδειγμα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς εκμεταλλεύονται τα οφέλη του περιβάλλοντος και ενσωματώνονται σε αυτό. Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική, βασιζόμενη στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αποτελεί μία σύγχρονη λύση που προάγει τις αρχές της βιωσιμότητας. (Αθανασιάδης, 2014: 11) Ωστόσο, αναρίθμητα είναι τα παραδείγματα υπόσκαφων κτιρίων του παρελθόντος, όπου ο άνθρωπος στη προσπάθειά του να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τα στοιχεία της φύσης στη κατασκευή του, οδηγήθηκε σε υπόσκαφες δομές.

Τόσο οι σύγχρονοι αρχιτέκτονες, όσο και οι προγενέστεροί τους τεχνίτες, καλούνται όχι μόνο να περιορίσουν το κτιριακό αποτύπωμα στο περιβάλλον του, αλλά κυρίως να ορίσουν τη θέση της κατασκευής απέναντι στις κλιματικές συνθήκες, το φυσικό ανάγλυφο και τις ανάγκες των χρηστών. Η ισορροπία ανάμεσα στο χτισμένο και φυσικό περιβάλλον αποτελεί κομβικό ζήτημα στη σύγχρονη αρχιτεκτονική.

*“Το κύριο χαρακτηριστικό της υπόσκαφης αρχιτεκτονικής είναι ότι, τα κτίσματα όντας είτε εντελώς υπόσκαφα, με προσπέλαση από εσωτερικό αίθριο, είτε ημιυπόσκαφα, στις πλαιές λόφων, βράχων, είτε προστατευμένα από φυσικές προεξοχές του εδάφους, δημιουργούν ένα ενιαίο σύνολο με το περιβάλλον, μια ισορροπία τεχνητού και φυσικού περιβάλλοντος”.<sup>7</sup>*

Το έδαφος που περιβάλλει τη κατασκευή λειτουργεί ως συλλέκτης ηλιακής θερμότητας το χειμώνα και φυσικής ψύξης το καλοκαίρι, εξαιτίας της θερμικής του αδράνειας, έχοντας ως αποτέλεσμα την επίτευξη συνθηκών άνεσης στο εσωτερικό. Τα αίθρια, ο προσανατολισμός, τα επιχρίσματα και τα κατάλληλα ανοίγματα ενσωματώνονται στις υπόσκαφες κατασκευές, με σκοπό να εξασφαλίζονται ο απαιτούμενος φυσικός φωτισμός και αερισμός, και να περιορίζεται η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία, που προκαλεί υπερθέρμανση του κελύφους. (Αξαρή, Μερέση)

Σήμερα, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική προάγει έναν ευρηματικό σχεδιασμό έναντι των συμβατικών υπέργειων κτιρίων, αποτελώντας μία από τις εναλλακτικές προτάσεις της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

<sup>7</sup> Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). op. cit., σελ. 175

### 1.3.2| Τύποι υπόσκαφων κατοικιών

Για την καλύτερη κατανόηση και ταξινόμησή τους, οι υπόσκαφες κατοικίες διακρίνονται τυπολογικά σε τέσσερις κύριες κατηγορίες. Η τυπολογία των υπόσκαφων εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως:

- τη τοπογραφία της περιοχής: ανάγλυφο οικοπέδου, προσανατολισμός, θεάσεις
- τη σύσταση του εδάφους: μαλακό, σκληρό, με εναλλασσόμενες στρώσεις
- το κλίμα της περιοχής μελέτης
- το φυσικό και δομημένο περιβάλλον: κυριαρχία ή έλλειψη βλάστησης, πυκνή ή αραιή δόμηση, ανάγκη για ελεύθερους χώρους (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 70)

Παρακάτω, αναλύονται οι τέσσερις βασικές κατηγορίες διάκρισης των υπόσκαφων κατοικιών, που συναντώνται μέχρι σήμερα.

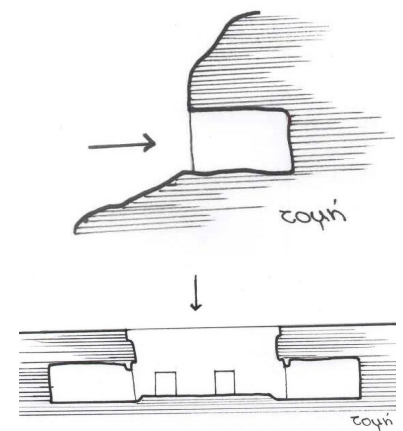
#### 1.3.2.α| Με βάση τον άξονα εκσκαφής

Ως προς τον άξονα εκσκαφής, οι υπόσκαφες κατοικίες διακρίνονται σε δύο τύπους:

- σε αυτές με οριζόντιο άξονα εκσκαφής
- και σε εκείνες με κάθετο άξονα εκσκαφής (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 146-147)

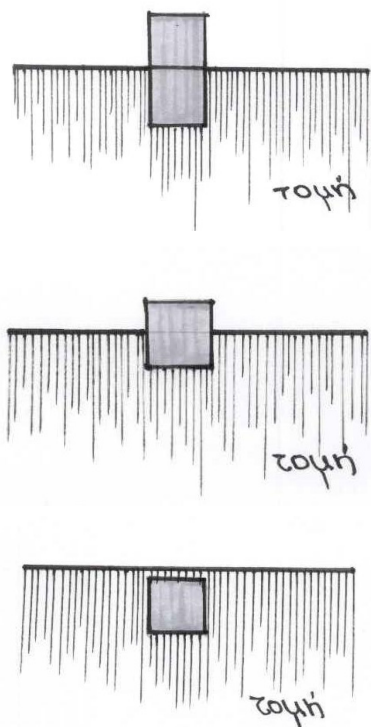
Οι κατοικίες με οριζόντιο άξονα εκσκαφής συναντώνται σκαμμένες σε όχθες, βράχους ή λόφους. Τη σχεδιαστική λύση καθοδηγούν η τοπογραφία και το φυσικό ανάγλυφο της περιοχής, εναρμονίζοντας το κτίριο στο περιβάλλον του. Η διάταξη των κατοικιών αυτού του τύπου είναι συνήθως γραμμική, σε σχέση με το δρόμο, και μερικές φορές κλιμακωτή σε πολλά επίπεδα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με σκάλες ή μονοπάτια. (Πίνακας 1) Κατά τον οριζόντιο άξονα εκσκαφής δημιουργείται υπόσκαφη περιοχή, μονόχωρη ή σύνθετη, αποτελούμενη από επιμέρους χώρους, σε σειρά ή γύρω από ένα κύριο χώρο, με διακεκριμένες λειτουργίες (ύπνος, εργασία, κουζίνα, λουτρό κλπ.). (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 146-148)

Από την άλλη πλευρά, οι κατοικίες με κάθετο άξονα εκσκαφής συναντώνται σκαμμένες σε επίπεδο έδαφος. Για τη κατασκευή τους, δημιουργείται πηγάδι - αίθριο, γύρω από το οποίο οργώνονται οι κατοικίες, σε μονόχωρη, δίχωρη ή πιο σύνθετη μορφή. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 147) (Πίνακας 1) Η σύνδεση του αιθρίου με το επίπεδο του φυσικού εδάφους επιτυγχάνεται με κεκλιμένο διάδρομο – τούνελ, ενώ πολλές φορές παρατηρείται σύνδεση των αιθρίων μεταξύ τους. Τα δώματα των κατοικιών, παραμένουν ελεύθερα προς αξιοποίηση, με αποτέλεσμα κάθε σύστημα αιθρίου – κατοικιών να εναρμονίζεται πλήρως με το περιβάλλον. Συνεπώς, ως φυσικό επίπεδο του εδάφους λαμβάνεται η περιοχή πρασίνου, ενώ η κατοικία βρίσκεται από κάτω. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 148)



Σχ. 1α, 1β\_ Διάγραμμα υπόσκαφης κατοικίας με α) οριζόντιο άξονα εκσκαφής (πάνω), β) κάθετο άξονα εκσκαφής (κάτω)

## 1.3.2.β| Με βάση το βαθμό διείδυσης στο έδαφος



Σχ. 2α, 2β, 2γ\_ Διάγραμμα  
 α) υπόσκαφης κατοικίας οργανωμένης σε δύο επίπεδα (πάνω),  
 β) ημιυπόσκαφης κατοικίας (μέση),  
 γ) εξ' ολοκλήρου υπόσκαφης κατοικίας (κάτω)

Ως προς το βαθμό διείδυσης στο έδαφος, οι υπόσκαφες κατοικίες διακρίνονται σε τρεις τύπους, ανάλογα με τη σχέση που έχουν με το υπόγειο και υπέργειο περιβάλλον. Συνεπώς, οι κατοικίες είναι:

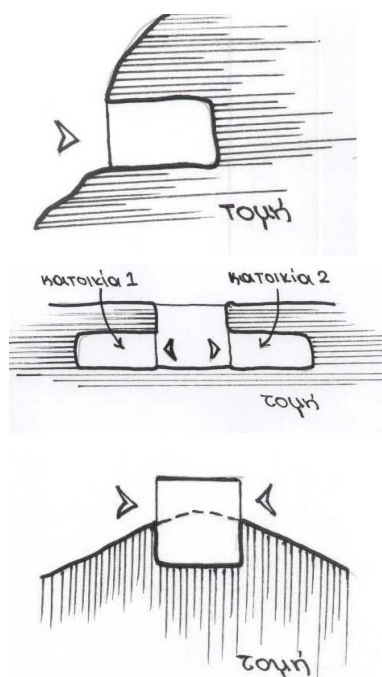
- οργανωμένες σε δύο επίπεδα, ένα υπέργειο και ένα υπόσκαφο
- ημιυπόσκαφες
- και υπόσκαφες (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 70-71)

Στο πρώτο τύπο συναντώνται κατοικίες που διαθέτουν τόσο την υπόσκαφη κατασκευή, όσο και ένα τμήμα χτισμένο με συμβατική κατασκευή, προκειμένου να εξασφαλίζεται είτε προστασία της εισόδου της υπόσκαφης κατοικίας, είτε να παρέχεται επιπλέον εκμεταλλεύσιμος χώρος. Στη περίπτωση αυτή, η υπέργεια κατασκευή μπορεί να είναι καλυμμένη με χώμα, προς μίμηση της υπόλοιπης υπόσκαφης κατασκευής.

Στη περίπτωση των ημιυπόσκαφων κατοικιών, ένα τμήμα τους είναι υπέργειο, χτισμένο με συμβατική κατασκευή, ενώ το υπόλοιπο παραμένει υπόσκαφο. Ομοίως, και σε αυτό το τύπο, το υπέργειο τμήμα μπορεί να είναι καλυμμένο με χώμα.

Τέλος, στη περίπτωση της πλήρως υπόσκαφης κατοικίας, ορατή είναι συνήθως η μία μόνο όψη της, που διαθέτει τα μοναδικά ανοίγματα, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις, ανοίγματα συναντώνται και στην οροφή, με τη χρήση πολλών τεχνικών, που μελετώνται στη συνέχεια.

## 1.3.2.γ| Με βάση τις θεάσεις – είσοδος φυσικού φωτισμού



Σχ. 3α, 3β, 3γ\_ Διάγραμμα υπόσκαφης κατοικίας με  
 α) έναν προσανατολισμό (πάνω),  
 β) κεντρικό αίθριο (μέση),  
 γ) πολλούς προσανατολισμούς (κάτω)

Ως προς τις θεάσεις και την επίτευξη εισόδου φυσικού φωτισμού, οι υπόσκαφες κατασκευές διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- αυτές με έναν προσανατολισμό
- τις κατοικίες με κεντρικό αίθριο
- και εκείνες με πολλούς προσανατολισμούς (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 71)

Στο πρώτο τύπο εντάσσονται οι κατοικίες που διαθέτουν μία μόνο ελεύθερη όψη, ενώ οι υπόλοιπες πλευρές, ενδεχομένως και η οροφή, καλύπτονται με χώμα. Οι καλυμμένες πλευρές προστατεύουν και μονώνουν το κτίριο, ενώ η εκτεθειμένη όψη, συνήθως νότια προσανατολισμένη, επιτρέπει τη διείδυση του ηλιακού φωτός, καθώς, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι και αυτή που διαθέτει τα μοναδικά ανοίγματα της κατοικίας. Η διαρρύθμιση των χώρων πραγματοποιείται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ο ηλιασμός και αερισμός όλων, ιδίως σε παλαιότερες κατασκευές, όπου τα τεχνητά μέσα ήταν περιορισμένα.

Στη περίπτωση του δεύτερου τύπου, οι κατοικίες οργανώνονται γύρω από ένα εσωτερικό πηγάδι-αίθριο. Ο σχεδιασμός αυτός καθιστά το συγκρότημα κατοικιών μη ορατό από το επίπεδο του εδάφους, επηρεάζοντας σε μικρό βαθμό το περιβάλλοντα χώρο. Ο συγκεκριμένος τύπος εμφανίζεται κυρίως σε περιοχές με επίπεδο έδαφος και χώμα σκληρό-πηλώδες. Οι κατοικίες έχουν μία και μοναδική ελεύθερη όψη, που “βλέπει” στο αίθριο, από το οποίο εξασφαλίζεται η προσπέλαση, ο φυσικός φωτισμός, αερισμός και ηλιασμός της κατοικίας. Η κατασκευή αυτή προϋποθέτει έδαφος κατάλληλο, ικανό να σκαφτεί σε μεγάλο βάθος (συνήθως 10μ.), επιτρέποντας την αξιοποίηση της γης, προς καλλιέργεια, στον ελεύθερο χώρο πάνω από τα κτίσματα.

Αυτός ο τύπος υπόσκαφων κατοικιών ανταποκρίνεται σε κλίματα, όπου συναντώνται ακραία φαινόμενα, με ισχυρούς ανέμους το χειμώνα και ζεστά καλοκαίρια ή με μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Η επίδραση του αιθρίου στις κατοικίες που το περιβάλλουν είναι πολύπλευρη και εξαρτάται από τη μορφή του. Πιο συγκεκριμένα, αίθρια μικρού μεγέθους διασφαλίζουν το σκιασμό των κατοικιών καθ’ όλη τη διάρκεια της ημέρας και συναντώνται σε περιοχές σε μεγάλη ηλιοφάνεια. Αντιθέτως, αίθρια μεγάλων διαστάσεων επιτρέπουν τον φυσικό φωτισμό να εισέλθει στις κατοικίες, όταν απαιτείται από το κλίμα της περιοχής. Παράλληλα, το αίθριο λειτουργεί ως πηγή ψύξης, καθώς ο δροσερός αέρας στο βάθος του, δεν μπορεί να διαφύγει, δροσίζοντας τους χώρους κατοικιών.

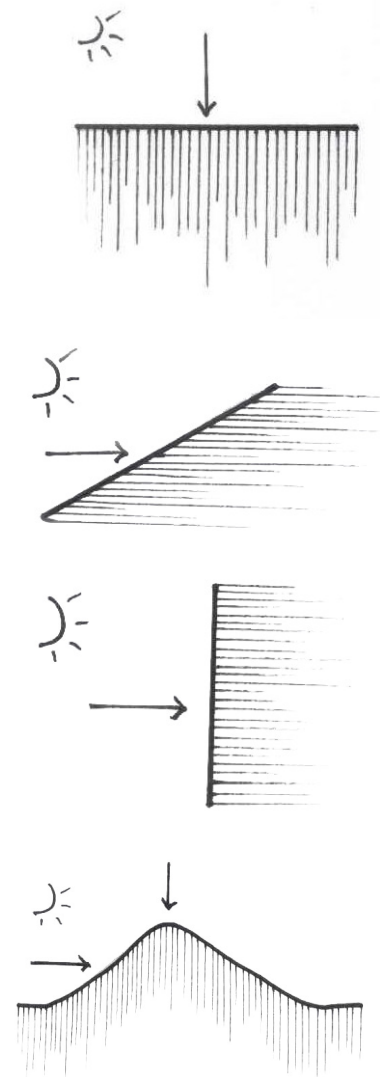
Τέλος, οι υπόσκαφες κατοικίες με πολλούς προσανατολισμούς διαθέτουν πάνω από μία ελεύθερη όψη, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη εισχώρηση του φυσικού φωτισμού, καθώς και διαμπερή αερισμό.

1.3.2.δ | Με βάση το οικόπεδο – τοπογραφία περιοχής

Ως προς τη τοπογραφία της περιοχής, οι υπόσκαφες κατοικίες διακρίνονται σε τέσσερις τύπους:

- σε έδαφος επίπεδο
- σε έδαφος κεκλιμένο (μικρής, μέτριας ή οξείας κλίσης, με ευνοϊκό ή μη προσανατολισμό)
- σε έδαφος κατακόρυφο
- σε λοφώδες έδαφος (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 71-74)

Στη πρώτη περίπτωση, η κατοικία μπορεί να αναπτυχθεί είτε σε ένα επίπεδο, με εσωτερικό αίθριο για τις λειτουργικές της ανάγκες (προσπέλαση, φωτισμός, αερισμός, ηλιασμός), είτε σε δύο επίπεδα (ένα υπέργειο και ένα υπόσκαφο ή ημιυπόσκαφο). (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 71) (Πίνακας 1)



Σχ. 4α, 4β, 4γ, 4δ\_ Περιοχή με έδαφος  
 α) επίπεδο,  
 β) κεκλιμένο,  
 γ) κατακόρυφο,  
 δ) λοφώδες

Στο δεύτερο τύπο, όπου το έδαφος είναι κεκλιμένο, οι κατοικίες διαμορφώνονται τόσο ανάλογα με τη μορφή του εδάφους, καθώς υπάρχουν ανάγλυφα με μικρή, μέτρια ή οξεία κλίση, όσο και ως προς τον προσανατολισμό της κλίσης. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 72) (Πίνακας 1)

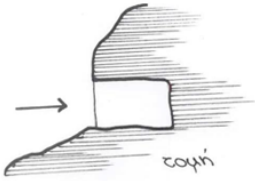
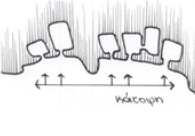
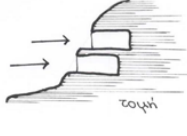
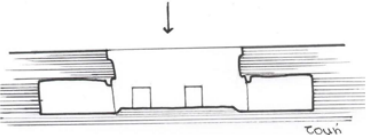
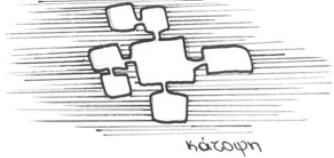
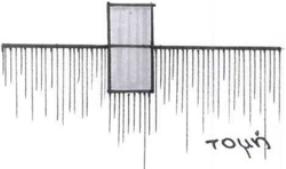
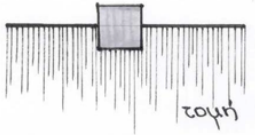
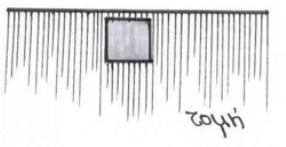
Στις πλαγιές μικρής κλίσης, οι δυνατότητες υπόσκαφων κατοικιών είναι περιορισμένες. Συνεπώς, πραγματοποιούνται προσαρμοστικές διεργασίες για τη τοποθέτησή τους. Οι πλαγιές μέτριας κλίσης θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες για τη κατασκευή υπόσκαφων, καθώς μπορούν να φιλοξενήσουν μεγάλη ποικιλία μορφών και το κόστος κατασκευής είναι μικρότερο σε σχέση με τις πλαγιές οξείας κλίσης, όπου η κατασκευή προσαρμόζεται στις γεωμορφολογικές ιδιαιτερότητες. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 72)

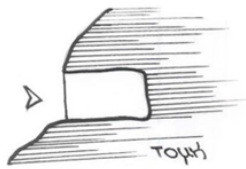
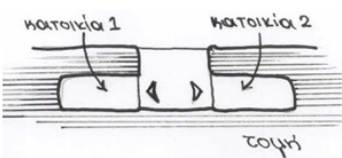
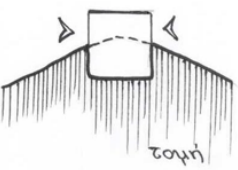
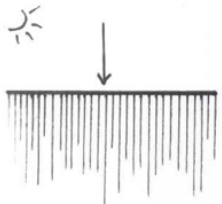
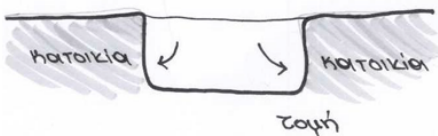
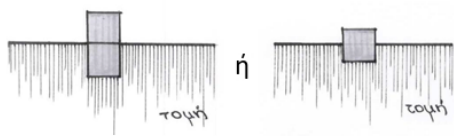
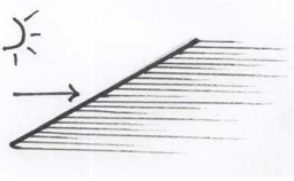
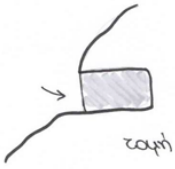
Όσον αφορά τον προσανατολισμό, όταν η κλίση του εδάφους ταυτίζεται με τον ευνοϊκό προσανατολισμό (νότιο) η προσαρμογή της κατοικίας είναι ιδανική για την επίτευξη του βέλτιστου φυσικού φωτισμού. Στην αντίθετη περίπτωση, που η κλίση βρίσκεται στη κατεύθυνση του βορρά, η οργάνωση της κατοικίας επιβάλλει το εσωτερικό αίθριο, για τη διασφάλιση του ηλιασμού και τον αποκλεισμό των ψυχρών ανέμων. Κατ' αυτό το τρόπο, η υπόσκαφη κατοικία μειονεκτεί, καθώς δε μπορεί να διαθέτει τη δυνατότητα θέας. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 72)

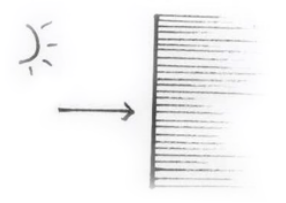
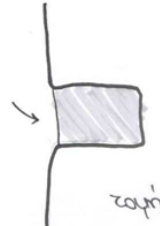
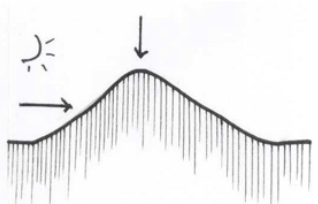

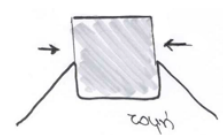
Στη τρίτη περίπτωση του κατακόρυφου εδάφους, η οργάνωση της κατοικίας γίνεται στην απότομη πλαγιά, έχοντας πάντα τον προσανατολισμό της κλίσης, χωρίς τη δυνατότητα δημιουργίας αιθρίου. Σε περίπτωση βόρειου προσανατολισμού, ο ηλιασμός μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω ανοιγμάτων στη δυτική ή/και ανατολική πλευρά. Παράλληλα, η δυσκολία πρόσβασης στη κατοικία, οδηγεί στην ανάγκη κατασκευής υπόγειου τούνελ. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 73) (Πίνακας 1)

Τέλος, οι υπόσκαφες κατοικίες που αναπτύσσονται σε λοφώδες έδαφος, παρουσιάζουν την μεγαλύτερη ποικιλία δομής, εσωτερικής διαρρύθμισης και προσανατολισμού, καθώς μπορούν να σχεδιαστούν με μονό ή διπλό προσανατολισμό, σε ένα ή περισσότερους ορόφους (υπόσκαφα, ημιυπόσκαφα ή υπέργεια και υπόσκαφα), χωρίς περιορισμό στη θέα, τον ηλιασμό, το φυσικό φωτισμό και αερισμό. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 74) (Πίνακας 1)



Τύποι υπόσκαφων κατοικιών				
Με βάση τον άξονα εκσκαφής				
	τοποθεσία	διάταξη		χωρική διαρρύθμιση
<p>με οριζόντιο άξονα εκσκαφής</p> 	<p>σε όχθες σε βράχους σε λόφους</p>	<p>γραμμική</p> 	<p>κλιμακωτή σε επίπεδα</p> 	<p>μονόχωρη ή σύνθετη, με χώρους σε σειρά ή γύρω από έναν κύριο χώρο</p>
<p>με κάθετο άξονα εκσκαφής</p> 	<p>σε επίπεδο έδαφος</p>	<p>γύρω από αίθριο, περιμετρικά του οποίου οργανώνονται οι κατοικίες</p> 		<p>Μονόχωρη, δίχωρη ή σύνθετη</p>
Με βάση τον βαθμό διείσδυσης στο έδαφος				
	διάρθρωση κατοικίας		κατασκευή	
<p>οργανωμένες σε δύο επίπεδα</p> 	<p>ένα υπόσκαφο και ένα υπέργειο επίπεδο</p>		<p>συνδυασμός υπόσκαφης και συμβατικής κατασκευής</p>	
<p>ημιυπόσκαφες</p> 	<p>υπόσκαφο και υπέργειο τμήμα</p>		<p>συνδυασμός υπόσκαφης και συμβατικής κατασκευής</p>	
<p>υπόσκαφες</p> 	<p>εξολοκλήρου υπόσκαφο</p>		<p>εξολοκλήρου υπόσκαφη κατασκευή</p>	

Με βάση τις θεάσεις – είσοδος φυσικού φωτισμού			
	ελεύθερες όψεις	προσανατολισμός	επίτευξη φυσικού φωτισμού και αερισμού
<p>με έναν προσανατολισμό</p> 	μία όψη	με βάση τον προσανατολισμό της κλίσης	μονόπλευρος φωτισμός και αερισμός
<p>με κεντρικό αίθριο</p> 	μία όψη	προς το αίθριο	μονόπλευρος φωτισμός και αερισμός
<p>με πολλούς προσανατολισμούς</p> 	πάνω από μία	πολλοί προσανατολισμοί	διαμπερής φωτισμός και αερισμός
Με βάση το οικόπεδο – τοπογραφία περιοχής			
	οργάνωση κατοικίας		
<p>σε έδαφος επίπεδο</p> 	<p>σε ένα επίπεδο με εσωτερικό αίθριο</p> 	<p>σε δύο επίπεδα (υπέργειο και υπόσκαφο ή ημιυπόσκαφο)</p> 	
<p>σε έδαφος κεκλιμένο</p> 	<p>με βάση το ανάγλυφο</p>	<p>με βάση τον προσανατολισμό της κλίσης</p>	
	<p>μικρής κλίσης μέτριας κλίσης οξείας κλίσης</p> 	<p>με ευνοϊκό προσανατολισμό (νότιο)</p> <p>βέλτιστος φυσικός φωτισμός και αερισμός και εξασφάλιση θέας</p>	<p>με μη ευνοϊκό προσανατολισμό (βόρειο)</p> <p>διαμόρφωση αίθριου για φυσικό φωτισμό και αποκλεισμό ψυχρών ανέμων</p>

<p>σε έδαφος κατακόρυφο</p> 	<p>σε απότομη πλαγιά, με προσανατολισμό όμοιο της κλίσης</p> 		
<p>σε λοφώδες έδαφος</p> 	<p>προσανατολισμός</p>	<p>όροφοι οργάνωσης</p>	
	<p>μονός προσανατολισμός</p> 	<p>διπλός προσανατολισμός</p> 	<p>ένας ή παραπάνω όροφοι</p>

Πίνακας 1: Τύποι υπόσκαφων κατοικιών (πηγή: δημιουργία της συγγραφέως)

**1.3.3 | Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπόσκαφων κατοικιών**

Τόσο στο παρελθόν, όσο και στη σύγχρονη εποχή, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική επιδιώκει να δώσει μία απάντηση στην έννοια βιοκλιματικός σχεδιασμός, στοχεύοντας στη δημιουργία ικανοποιητικού εσωκλίματος, καθ’ όλη τη διάρκεια του έτους, και προσαρμογή στο φυσικό τοπίο. Συνεπώς, τα οφέλη της υπόσκαφης αρχιτεκτονικής ποικίλουν, καθώς παρατηρείται:

- προσαρμοστικότητα στη τοπογραφία και το ανάγλυφο του εδάφους, καθώς εναρμονίζονται πλήρως με το περιβάλλον στο οποίο τοποθετούνται
- αυξημένη προστασία από εξωγενής συνθήκες, όπως θόρυβο, σκόνη, ανεπιθύμητη ακτινοβολία και ακραία καιρικά φαινόμενα
- εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς εξασφαλίζουν σταθερό εσωκλίμα, επιβαρύνοντας ελάχιστα το εσωτερικό από τις καιρικές μεταβολές, γεγονός που συνεπάγεται πιο αποδοτικό και εύκολο έλεγχο της θερμοκρασίας
- εξασφάλιση θερμοχωρητικότητας, καθ’ όλη τη διάρκεια του έτους, λόγω της μεγάλης θερμικής αδράνειας του χώματος
- μειωμένη ανάγκη κατασκευαστικών υλικών, όπως τούβλα, σκυρόδεμα, μέταλλο ή ξύλο

- χαμηλό κόστος συντήρησης, καθιστώντας την κατασκευή ανθεκτική στη διάρκεια του χρόνου
- αποσυμφόρηση των πόλεων και επέκταση ή/και διατήρηση των ελεύθερων υπαίθριων χώρων, πάνω από την οροφή των κτισμάτων
- αύξηση της επιτρεπόμενης δόμησης, βάση των οικοδομικών κανονισμών, καθώς ελαχιστοποιείται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της κατασκευής, το οποίο θα μελετηθεί στη συνέχεια (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013)

Ωστόσο, παρά τα ποικίλα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η υπόσκαφη αρχιτεκτονική, η ίδια εξακολουθεί να μην είναι ευρέως αποδεκτή από το κοινό. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η δυσκολία διαχείρισης του φυσικού φωτός και αερισμού, κυρίως σε περιπτώσεις όπου η ύπαρξη τους, στο εσωτερικό, καθίσταται αναγκαία. Τα περιορισμένα ανοίγματα που συνήθως παρατηρούνται σε μία υπόσκαφη κατασκευή, καθιστούν δύσκολη τη μεταφορά του φυσικού φωτός σε όλους τους επιμέρους χώρους, περιορίζοντας τις απαιτούμενες συνθήκες οπτικής άνεσης στο εσωτερικό. Ομοίως, εξαιτίας αυτού, δεν επιτυγχάνεται ο απαραίτητος φυσικός αερισμός σε όλη τη κατασκευή. Ως απόρροια των παραπάνω, παρατηρείται στους χρήστες η αίσθηση ενός ανθυγιεινού, με υγρασία, χώρου, καθώς και η αντίληψη ότι πρόκειται για χώρους κλειστοφοβικούς, σκοτεινούς και βλαβερούς στην υγεία. (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013)

Παρά τα μειονεκτήματα που παρουσιάστηκαν, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική κερδίζει συνεχώς έδαφος, καθώς οι σύγχρονες τεχνολογίες και μέθοδοι κατασκευής, σε συνδυασμό με τα νέα υλικά, έχουν τη δυνατότητα να αποδώσουν μία κατασκευή ικανή να ανταποκριθεί σε όλες τις απαιτήσεις άνεσης των χρηστών.

Η παρούσα ερευνητική εργασία εστιάζει στον τρόπο ένταξης του φυσικού φωτός στις υπόσκαφες κατοικίες, τόσο σε παλαιότερες, όσο και σε σύγχρονες εφαρμογές τους. Στοιχεία όπως οι γενικές προδιαγραφές μελέτης του φυσικού φωτισμού, οι βασικές παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων κατοικιών, καθώς και οι μέθοδοι ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού που εφαρμόζονται στις κατασκευές, αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να κατανοήσει κανείς το πώς αυτά εφαρμόζονται στην υπόσκαφη αρχιτεκτονική, ήδη από τις πρώιμες μορφές της.

Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ  
ΣΤΗΝ ΥΠΟΣΚΑΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

| 2

## 2.1 | Ο φυσικός φωτισμός ως αιεφορική στρατηγική σχεδιασμού

Το φως αποτελεί το κύριο μέσο αντίληψης του περιβάλλοντα χώρου, καθώς είναι ικανό να ορίσει το χώρο, να αναδείξει τα χρώματα, τις φόρμες και τις υφές, ενώ παράλληλα προσδίδει ιδιαίτερη ατμόσφαιρα στο εσωτερικό ή εξωτερικό περιβάλλον. (Μπιτσάνη, 2014: 110)

Συνεπώς, ο φυσικός φωτισμός αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη σύγχρονη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, καθώς η ορθή αξιοποίησή του στο εσωτερικό των κτιρίων, κατά τη διάρκεια της ημέρας, είναι ικανή να αντικαταστήσει τον τεχνητό φωτισμό, συνεισφέροντας στην ενεργειακή απόδοση της κατασκευής και εξασφαλίζοντας ένα οπτικά ευχάριστο περιβάλλον.

Παράμετροι όπως ο προσανατολισμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων, το μέγεθος και η θέση αυτών, η εσωτερική διαρρύθμιση των χώρων, τα υλικά των επιφανειών, ο τύπος των υαλοπινάκων, τα εξωτερικά εμπόδια, καθώς και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, επηρεάζουν την επίτευξη επαρκών επιπέδων φυσικού φωτισμού. Με άλλα λόγια, προκειμένου να επιτευχθεί οπτική άνεση στο εσωτερικό ενός κτιρίου, απαραίτητη είναι η σωστή ισορροπία μεταξύ ποσότητας, κατανομής και ποιότητας του φωτός που εισχωρεί σε αυτό.

Τα πλεονεκτήματα αξιοποίησης του φυσικού φωτός στο σχεδιασμό αφορούν τόσο την εξασφάλιση συνθηκών άνεσης σχετικά με τη θερμοκρασία, αλλά και τον περιορισμό χρήσης τεχνητού φωτισμού, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα, αποτρέπονται οι αρνητικές επιδράσεις στη ψυχική υγεία των χρηστών, εξαιτίας της μειωμένης χρήσης τεχνητού φωτισμού, κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Συνεπώς, η μελέτη φωτισμού καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, με αποτέλεσμα να λαμβάνεται υπ' όψη στο σχεδιασμό, προκειμένου να διασφαλίζεται η βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου. Ωστόσο, προβλήματα όπως η ανομοιομορφία στην κατανομή του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό ενός χώρου, η θάμβωση, η υπερβολική έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και η οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, αποτελούν προκλήσεις, οι οποίες καθίστανται απαραίτητες να επιλυθούν και να αντιμετωπιστούν κατάλληλα.

## 2.2 | Προδιαγραφές μελέτης φυσικού φωτισμού

Η ανάγκη του ανθρώπου για επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, σε συνδυασμό με την ικανότητα του φυσικού φωτός να προσδίδει μια δυναμική ποιότητα στο χώρο (Μπιτσάνη, 2014: 111), που κανένα άλλο σχεδιαστικό στοιχείο δεν μπορεί να επιτύχει, καθιστά τη μελέτη του απαραίτητη, έχοντας θετική επίδραση στην ανθρώπινη ψυχολογία.

Η στρατηγική τοποθέτηση των ανοιγμάτων, φεγγιτών, αιθρίων και κάθε άλλου μέσου εξασφάλισης φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό ενός χώρου-κτιρίου, με σκοπό την επίτευξη οπτικής άνεσης, είναι γνωστή ως σχεδιασμός φυσικού φωτισμού. (Αθανασιάδης, 2014: 44)

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, εκτός των άλλων, οφείλει να εξασφαλίζει τις επιθυμητές στάθμες φωτισμού και την απαιτούμενη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον, σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες απαιτήσεις ενεργειακού σχεδιασμού για θερμική άνεση και ποιότητα αέρα. Ιδιαίτερη σημασία, κατά το σχεδιασμό, έχει η εξασφάλιση ικανοποιητικού φυσικού φωτισμού για την κάλυψη των αναγκών ενός χώρου, με σκοπό τον περιορισμό χρήσης τεχνητού φωτισμού. Για να πραγματοποιηθούν οι παραπάνω στόχοι, ο σχεδιασμός φυσικού φωτισμού οφείλει να λαμβάνει υπ' όψη τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τη φωτεινότητα, το γεωγραφικό πλάτος και τη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Κατά το σχεδιασμό και μελέτη του φυσικού φωτισμού, τέσσερις παράμετροι καθορίζουν την επίτευξη οπτικής άνεσης, με σκοπό την αξιοποίησή του προς όφελος του κτιρίου και των χρηστών. Οι παράμετροι αυτοί αφορούν την επαρκή ποσότητα, ποιότητα και ομαλή κατανομή του εισερχόμενου φωτός, καθώς επίσης και την αποφυγή θάμβωσης, περιορίζοντας τις έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης φυσικού φωτισμού. (TOTEE, 2021)

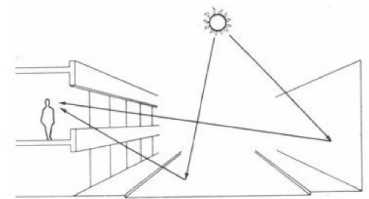
Πιο συγκεκριμένα:

#### • Ποσότητα φυσικού φωτισμού

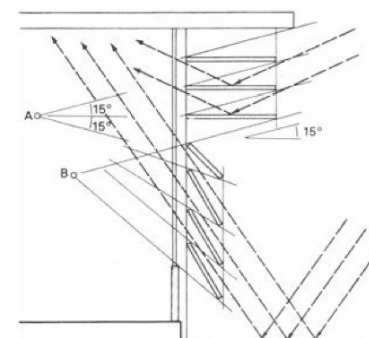
Η παράμετρος της ποσότητας φυσικού φωτισμού αναφέρεται στα μεγέθη “μέση ένταση φωτισμού (lx)” και “παράγοντας φυσικού φωτισμού (%)”, για φυσικό φωτισμό στο επίπεδο εργασίας, δηλαδή σε ύψος 70-80 εκ. από το δάπεδο. Ο παράγοντας φυσικού φωτισμού (Daylight Factor) είναι ο λόγος της εσωτερικής προς την εξωτερική ένταση φυσικού φωτισμού μιας επιφάνειας, σε συνθήκες νεφοσκεπούς ουρανού, εκφρασμένος επί τοις εκατό. Η ποσότητα φυσικού φωτισμού, που απαιτείται σε ένα χώρο, συνδέεται άμεσα με το είδος της δραστηριότητας που λαμβάνει χώρα σε αυτόν. (TOTEE, 2021)

#### • Ποιότητα φυσικού φωτισμού

Η ποιότητα του φυσικού φωτισμού εξαρτάται από τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό ενός χώρου, χωρίς να φτάνει άμεσα ή από αντανάκλαση στα μάτια των χρηστών. Ο έλεγχος διείσδυσης του φυσικού φωτός μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μείωσης της ροής του, του ποσοστού αντίθεσης και της φωτεινότητας από τα ανοίγματα. Η κατάλληλη ρύθμιση της άμεσης και έμμεσης διείσδυσης οφείλει να είναι σε ανεκτά επίπεδα, με σκοπό την αποφυγή της αντηλιάς. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόζονται στοιχεία όπως μόνιμες ή προσωρινές συσκευές, που μειώνουν ή/και φιλτράρουν τη διείσδυση του φωτός μέσω των ανοιγμάτων. (Αθανασιάδης, 2014: 44) (Σχήματα 5 & 6)



Σχ. 5\_ Διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας μέσω αντανάκλασης



Σχ. 6\_ Σύστημα προστασίας από τη μη επιθυμητή ηλιακή ακτινοβολία

- **Κατανομή φυσικού φωτισμού**

Στόχος του σχεδιασμού ανοιγμάτων σε ένα χώρο οφείλει να είναι η κατά το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού, η οποία μειώνει τις αντιθέσεις φωτεινότητας στο εσωτερικό. Μέθοδοι όπως η εφαρμογή μεγάλων γυάλινων επιφανειών, ο αμφίπλευρος φωτισμός ή ο συνδυασμός πλευρικού φωτισμού και φωτισμού οροφής, εξασφαλίζουν ομοιομορφία στη κατανομή του φυσικού φωτισμού. Τόσο η επάρκεια, όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, καθώς και από τα χαρακτηριστικά των αδιαφανών και διάφανων επιφανειών (χρώμα, υφή, ανακλαστικότητα). (ΤΟΤΕΕ, 2021)

- **Θάμβωση**

Θάμβωση είναι η έλλειψη οπτικής άνεσης ή η μείωση της ικανότητας να διακρίνονται οι λεπτομέρειες των αντικειμένων, η οποία οφείλεται είτε σε ακατάλληλες αναλογίες λαμπρότητας των γύρω επιφανειών, είτε σε πολύ έντονες αντιθέσεις στη φωτεινότητά τους. (ΤΟΤΕΕ, 2021) Η θάμβωση διακρίνεται σε άμεση και έμμεση. Άμεση θάμβωση προκαλείται από τα φωτιστικά σώματα ή τις επιφάνειες του φωτιζόμενου χώρου, ενώ έμμεση προκαλούν οι απεικονίσεις των φωτεινών πηγών σε στιλπνές επιφάνειες. (Κοντορήγας, 2020)

Συνεπώς, για να θεωρείται ολοκληρωμένη και ορθή μια μελέτη φωτισμού, οφείλει να ικανοποιεί τις ποσοτικές και ποιοτικές ανάγκες που μελετήθηκαν παραπάνω. Ανάλογα με τη χρήση του χώρου, οι τιμές που προαναφέρθηκαν, μεταβάλλονται προκειμένου να επιτυγχάνεται οπτική άνεση για τους χρήστες.

### **2.3 | Μελέτη φυσικού φωτισμού στα υπόσκαφα**

Ο φυσικός φωτισμός αποτελεί ένα μεταβαλλόμενο στοιχείο στο σχεδιασμό. Αλλάζει την ένταση, το χρώμα και την ποιότητά του καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, αλλά και κατά τη διάρκεια του έτους. Συνεπώς, η μελέτη του καθίσταται αναγκαία, καθώς δεν είναι χειροκίνητα ελεγχόμενος, όπως ο τεχνητός φωτισμός, ωστόσο μπορεί να υπολογιστεί κατά το στάδιο του σχεδιασμού.

Η παραπάνω μελέτη αποτελεί σοβαρό ζήτημα κυρίως στη περίπτωση των υπόσκαφων κτιρίων, καθώς η τροφοδότησή τους με επαρκή φυσικό φωτισμό εξασφαλίζει συνθήκες οπτικής άνεσης, εξοικονόμηση ενέργειας και καλύτερη ψυχολογία των χρηστών. Η χρήση τόσο παραδοσιακών, όσο και σύγχρονων μεθόδων, επιτρέπει το σχεδιασμό οποιασδήποτε μορφής υπόσκαφων κτιρίων, στα οποία εξασφαλίζονται τα σύγχρονα πρότυπα διαβίωσης. Ο σωστός σχεδιασμός επιτρέπει την εισαγωγή φυσικού φωτισμού σε μεγάλα βάθη της κατασκευής, καθώς και τη βέλτιστη κατανομή του στους χώρους.



Σύνηθες πρόβλημα στα υπόσκαφα αποτελεί το γεγονός ότι τα ανοίγματα συγκεντρώνονται κατά κύριο λόγο στη μία πλευρά, αυτή που βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Στις περιπτώσεις όπου το βάθος κατασκευής στον οριζόντιο άξονα ξεπερνά τα 5,00 μ., απαιτείται η εξασφάλιση συμπληρωματικής πηγής φωτός, προκειμένου να διασφαλίζονται τα επιθυμητά επίπεδα φυσικού φωτισμού. Τεχνικές όπως φεγγίτες, κεκλιμένη οροφή που επιτρέπει το σχεδιασμό μεγαλύτερων ανοιγμάτων, φωτοσωλήνες κ.ά. έχουν επινοηθεί με σκοπό την επίτευξη ευχάριστου εσωτερικού περιβάλλοντος για τους χρήστες. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 76-77)

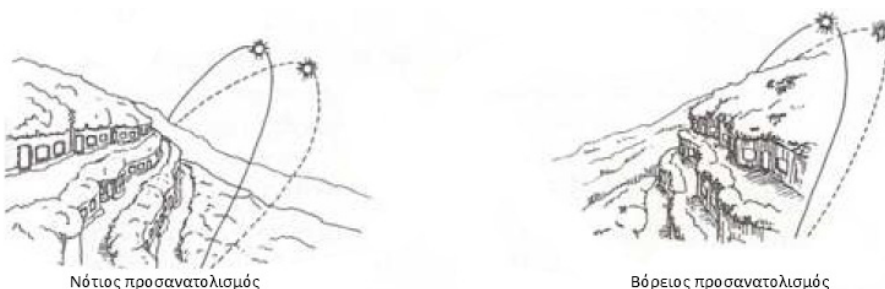
Σημαντικά στοιχεία, τα οποία οφείλει ένας αρχιτέκτονας να ενσωματώσει στη μελέτη του, προκειμένου να διαμορφώσει ένα αποδοτικό σύστημα φυσικού φωτισμού είναι:

- ο προσανατολισμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων
- η διαρρύθμιση των χώρων στο εσωτερικό του κτιρίου
- οι επιφάνειες των στοιχείων του χώρου και του εξωτερικού κελύφους
- τα συστήματα ηλιοπροστασίας (κινητά ή σταθερά)
- τα χαρακτηριστικά των εφαρμοσμένων υαλοπινάκων

### 2.3.1 | Προσανατολισμός κτιρίου και ανοιγμάτων

Η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, καθώς και η διαμόρφωση των ανοιγμάτων επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή του συμπεριφορά, καθώς καθορίζουν την είσοδο του φυσικού φωτός στο εσωτερικό του και τον επαρκή ή μη αερισμό. Συνεπώς, η μελέτη της ημερήσιας τροχιάς του ήλιου, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καθίσταται αναγκαία για το σωστό σχεδιασμό και τοποθέτηση των κτιρίων. Ωστόσο, παράγοντες όπως η βλάστηση, η πολεοδομική οργάνωση, η ύπαρξη ή μη θέας, μπορούν να επηρεάσουν τις παραπάνω αρχές σχεδιασμού.

Ο προσανατολισμός του κτιρίου καθορίζει άμεσα την ποσότητα και την ποιότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στους χώρους. Προκειμένου να επιτυγχάνονται τα απαιτούμενα επίπεδα φυσικού φωτισμού και η μέγιστη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας, η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό, με αποκλίσεις έως  $\pm 30^\circ$  προς την ανατολή ή τη δύση. Σε περίπτωση δυσμενούς προσανατολισμού, η δυνατότητα προσανατολισμού προς το νότο μπορεί να επιτευχθεί μέσω κατάλληλης διαμόρφωσης του κτιριακού κελύφους. (TOTEE, 2022)



Σχ. 7\_ Επίτευξη φυσικού φωτισμού με βάση τον προσανατολισμό

Πιο συγκεκριμένα, ισχύουν τα ακόλουθα:

- η νότια όψη δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του έτους. Το χειμώνα, ο ήλιος κινείται σε χαμηλή τροχιά, με αποτέλεσμα να διεισδύει σε μεγαλύτερο βάθος, προσφέροντας άμεσα θερμικά οφέλη. Αντιθέτως, το καλοκαίρι, ο ήλιος βρίσκεται σε υψηλότερη τροχιά και η διείσδυση του εμποδίζεται εύκολα με ένα στενό στέγαστρο, γεγονός που αποτρέπει την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία που προκαλεί υπερθέρμανση. Σχετικά με τα ανοίγματα, αυτά με νότιο προσανατολισμό, όσο και αυτά με μικρή απόκλιση από το νότο, μπορούν να συνεισφέρουν στη παθητική θέρμανση του κτιρίου το χειμώνα, ενώ ο συνδυασμός τους με επαρκή συστήματα ηλιοπροστασίας, είναι απαραίτητος για τους θερινούς μήνες. Η μέγιστη επίτευξη επαρκούς φυσικού φωτισμού επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μεγάλων ανοιγμάτων στη νότια όψη.

- οι όψεις των κτιρίων με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό δέχονται ελάχιστη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι η ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα για μεγάλη διάρκεια της ημέρας, προκαλώντας υπερθέρμανση των χώρων. Συνεπώς, απαραίτητη είναι η πρόβλεψη κατάλληλης ηλιοπροστασίας για τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα που διαμορφώνονται για το φωτισμό, αερισμό και δροσισμό των χώρων.

- η βόρεια όψη δεν δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ δέχεται ελάχιστο ηλιασμό το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα. Επιπλέον, οι κρύοι χειμερινοί άνεμοι έρχονται κυρίως από το βορρά. Συνεπώς, η τοποθέτηση μικρών ανοιγμάτων στη βόρεια όψη λειτουργεί συμπληρωματικά των νότιων ανοιγμάτων, προκειμένου να επιτυγχάνεται διαμπερής αερισμός.

- τέλος, το δώμα δέχεται ελάχιστη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, σε αντίθεση με τους θερινούς μήνες, όπου οι ακτίνες του ήλιου προσπίπτουν σχεδόν κάθετα σε αυτό. (TOTEE, 2022)

Η τοποθέτηση των ανοιγμάτων στο κτιριακό κέλυφος επηρεάζει την εξασφάλιση φυσικού φωτισμού και αερισμού των χώρων. Τα διαμπερή ανοίγματα επιτρέπουν βέλτιστο αερισμό και μεγαλύτερη ομοιομορφία κατανομής φυσικού φωτισμού. Οι φεγγίτες εξασφαλίζουν συμπληρωματικό φυσικό φωτισμό στο εσωτερικό, ενισχύοντας την ένταση και την ομοιομορφία φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους.

### 2.3.2 | Διαρρύθμιση εσωτερικών χώρων

Η διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου αποτελεί σημαντικό στάδιο στο σχεδιασμό, όχι μόνο από άποψη λειτουργικότητας, αλλά και σωστής διαχείρισης των ηλιακών κερδών. Ακολουθώντας τον προσανατολισμό του

κτιρίου, η διάταξη των εσωτερικών χώρων οφείλει να είναι τέτοια ώστε οι χώροι με τις μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις να δέχονται τα υψηλότερα ποσά φυσικού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα, σε μία κατοικία, οι κύριοι χώροι προσανατολίζονται προς το νότο, με σκοπό να δέχονται το περισσότερο φυσικό φωτισμό, καθώς εκεί οι χρήστες περνούν τις περισσότερες ώρες της ημέρας τους. Αντιθέτως, χώροι όπως υπνοδωμάτια, λουτρό και αποθήκες, διατάσσονται συνήθως στα βόρεια τμήματα της κατοικίας, καθώς σε αυτούς δεν απαιτούνται υψηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού. (TOTEE, 2022)

### 2.3.3|Επιφάνειες

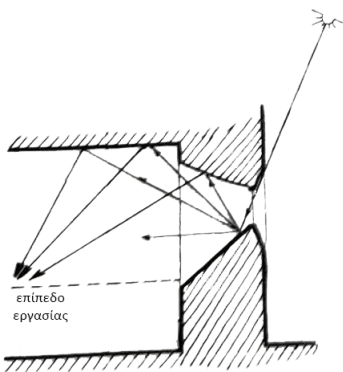
Τεχνικές ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας και περιορισμού της θερμικής της επιβάρυνσης, μπορούν να εφαρμοστούν και στις επιφάνειες του κτιριακού κελύφους. Πιο συγκεκριμένα, μέσω της αύξησης της ανακλαστικότητας των εξωτερικών επιφανειών μπορεί να επιτευχθεί ηλιοπροστασία του κτιρίου. Συνεπώς, σε πολλές περιπτώσεις εφαρμόζονται ανακλαστικά επιχρίσματα (ανοιχτόχρωμα) στις επιφάνειες των κτιρίων, με σκοπό τη μείωση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας, κατά τις θερινούς κυρίως μήνες. (TOTEE, 2022)

### 2.3.4|Συστήματα ηλιοπροστασίας και χαρακτηριστικά υαλοπινάκων

Σημαντικό στοιχείο ελέγχου του φυσικού φωτισμού που εισέρχεται σε ένα χώρο αποτελούν τα συστήματα και οι τεχνικές σκιασμού που εφαρμόζονται στα ανοίγματα. Η ρύθμιση της άμεσης και έμμεσης διείδυσης ροής μπορεί να επιτευχθεί τόσο με την ένταξη σταθερών ή κινητών συστημάτων σκιασμού, όσο και με τη χρήση κατάλληλων υαλοπινάκων, ικανών να φιλτράρουν το εισερχόμενο φως, παρέχοντας ομοιόμορφη κατανομή του.

Τους θερινούς μήνες η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με τη χρήση κινητών περσίδων, ικανών να ανακατευθύνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς την οροφή, με αποτέλεσμα τη καλύτερη διάχυση του φυσικού φωτός στο εσωτερικό. Η λειτουργία αυτή μπορεί να επιτευχθεί ομοίως με τη χρήση σταθερών ανακλαστικών περσίδων.

Σε ζεστά κλίματα, τα επιθυμητά επίπεδα εισερχόμενου φυσικού φωτισμού μπορούν να εξασφαλιστούν και με τη χρήση μικρότερων ανοιγμάτων, εξαιτίας της φωτεινότητας του ουράνιου θόλου. Ωστόσο, στις περιοχές αυτές παρατηρείται συνήθως το φαινόμενο της θάμβωσης στους εσωτερικούς χώρους, που προέρχεται συνήθως από τον έντονα φωτεινό ουρανό, τις ανακλάσεις του φωτός από τις απέναντι επιφάνειες ή από το έδαφος. Συνεπώς, στις περιπτώσεις



Σχ. 8\_ Διαμόρφωση παραστάδων ανοίγματος, με σκοπό την ανάκλαση του φωτός (παραδοσιακή τεχνική)

αυτές, ο σχεδιασμός των συστημάτων ηλιοπροστασίας οφείλει να προβλέπει και την αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης. Παραδοσιακή λύση αποτελεί ο σχεδιασμός των παραστάδων του ανοίγματος, συνήθως του ανωφλιού και κατωφλιού, με τρόπο ώστε το φυσικό φως κατά την είσοδό του να κατευθύνεται προς την οροφή και μέσω διαδοχικών ανακλάσεων να φτάνει στο επίπεδο εργασίας και ζωής. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 78) (Σχήμα 8)

## 2.4 | Μέθοδοι ενίσχυσης φυσικού φωτισμού στις κατασκευές

Οι μέθοδοι και ο τρόπος ένταξης του φυσικού φωτός στα υπόσκαφα κτίρια αποτελούσαν, ήδη από τις πρώιμες μορφές τους, κρίσιμο ζήτημα μελέτης. Η ικανότητα του φυσικού φωτός να παρέχει το αίσθημα σύνδεσης με τη φύση και ζεστασιάς, καθώς και την αίσθηση του χρόνου, καθιστούν τη μελέτη του απαραίτητη, ιδίως στις υπόσκαφες κατοικίες, όπου οι έλλειψη φυσικού φωτός και θέασης αποτελούν σύνηθες φαινόμενο. (Βεκρής, 2020: 105)

Τόσο στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, όσο και στη παραδοσιακή, υπάρχουν τεχνικές, που επιτρέπουν μεγαλύτερη ευελιξία σχεδιασμού των υπόσκαφων κτιρίων, ενώ παράλληλα εξασφαλίζουν την είσοδο και ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός σε μεγάλο βάθος της κατασκευής. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες γίνονται προσπάθειες εύρεσης νέων καινοτόμων υλικών και τεχνολογιών, που στόχο έχουν την εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και τις ιδανικές συνθήκες διαβίωσης (οπτική άνεση).

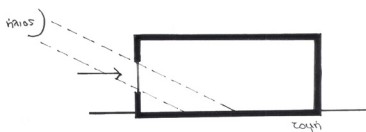
Τεχνικές ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού, της παραδοσιακής, αλλά και σύγχρονης αρχιτεκτονικής, που εφαρμόζονται τόσο στα υπέργεια, όσο και στα υπόσκαφα κτίρια είναι οι ακόλουθες:

### • Κατακόρυφα ανοίγματα

Τα κατακόρυφα ανοίγματα αποτελούν σύνηθες αρχιτεκτονικό στοιχείο, με το οποίο επιτυγχάνεται η ένταξη του φυσικού φωτός στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Πρόκειται για ανοίγματα στις όψεις των κτιρίων, τα οποία παρέχουν τόσο την εισροή φυσικού φωτός, όσο και τη δυνατότητα θέασης του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η ύπαρξη αυτού του στοιχείου είναι δύσκολη στα υπόσκαφα, όπου οι ελεύθερες όψεις είναι περιορισμένες.

Δεδομένου ότι η εφαρμογή των κατακόρυφων ανοιγμάτων στα υπόσκαφα κτίρια δεν είναι, σε μεγάλο βαθμό, εφικτή, ο σχεδιασμός και η τοποθέτησή τους οφείλει να γίνεται με ακρίβεια, και πάντα με γνώμονα τον προσανατολισμό του κτιρίου, τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, τη διαρρύθμιση των χώρων, καθώς και τα υλικά των επιφανειών.

Όσον αφορά το μέγεθος των ανοιγμάτων, τα ανοίγματα μεσαίου μεγέθους επιτυγχάνουν το συνδυασμό θέας και φυσικού φωτός, ενώ αυτά με μεγαλύτερο ύψος είναι περισσότερο αποτελεσματικά για την εισχώρηση του φωτός σε μεγάλο βάθος της κατασκευής. (Τσαγκρασούλης, 119: 2016)



Σχ. 9\_ Διαγραμματική τομή ανοίγματος σε κατακόρυφη τοιχοποιία



Εικ. 1\_ Κατακόρυφο άνοιγμα

### • Ανοίγματα οροφής – φεγγίτες

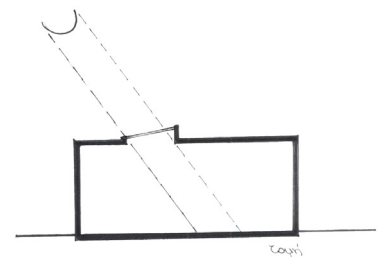
Μία μέθοδος που συναντάται συχνά στα υπόσκαφα κτίρια είναι οι φεγγίτες, ή με άλλα λόγια ανοίγματα οροφής που παρέχουν φυσικό φωτισμό από την οροφή ενός χώρου. Οι φεγγίτες παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα κατακόρυφα ανοίγματα, όπως είναι η ικανότητά τους να παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός, που προτιμάται έναντι του άμεσου, αλλά και η εξασφάλιση ομοιόμορφης κατανομής φυσικού φωτός στους χώρους.

Ωστόσο, ένα σημαντικό μειονέκτημα των ανοιγμάτων οροφής είναι το γεγονός ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόσπτωση τους θερινούς μήνες απ' ό τι τους χειμερινούς, και ως εκ τούτου συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με μεθόδους σκίασης. Επιπλέον, παρά το γεγονός ότι προσφέρουν περισσότερο φυσικό φωτισμό σε σχέση με τα κατακόρυφα ανοίγματα, η δυνατότητα θέασης που εξασφαλίζουν είναι περιορισμένη. (Τσαγκρασούλης, 131: 2016)

### • Αίθρια – εσωτερικές αυλές

Μία ακόμη ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδος ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού που εισέρχεται σε ένα κτίριο, κυρίως στη περίπτωση των υπόσκαφων, είναι το αίθριο. Η χρήση του αιθρίου στο εσωτερικό ενός κτιρίου, ιδιαίτερα κτιρίων μεγάλης επιφάνειας, συμβάλει στη βελτίωση των επιπέδων φυσικού φωτισμού, επιτρέποντας την εισχώρησή του σε χώρους όπου αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση κατακόρυφων ανοιγμάτων.

Η ποσότητα του φυσικού φωτισμού, που εισέρχεται μέσω των αιθρίων, καθορίζεται από τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, την ανακλαστικότητα των επιφανειών, καθώς και τα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων των χώρων που το περικλείουν.

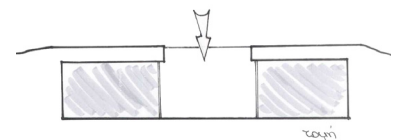
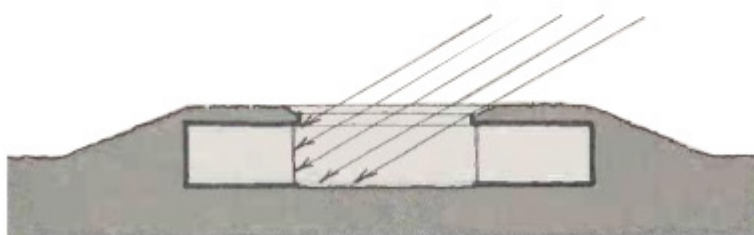


Σχ. 10\_ Διαγραμματική τομή ανοίγματος οροφής – φεγγίτης



Εικ. 2\_ Φεγγίτης οροφής, Casa Iwasa, Tadao Ando

το ύψος και το πλάτος του αιθρίου καθορίζουν την ποσότητα του εισερχόμενου φυσικού φωτός



Σχ. 11\_ Διαγραμματική τομή αιθρίου – εσωτερικής αυλής

Σχ. 12\_ Υπόσκαφη κατοικία με αίθριο: το ύψος και το πλάτος του αιθρίου καθορίζουν την προσπίπτουσα ποσότητα του φυσικού φωτός

Στη περίπτωση των υπόσκαφων κατοικιών, το αίθριο συναντάται είτε στο εσωτερικό μιας κατοικίας, είτε ως εσωτερική αυλή, γύρω από την οποία οργανώνεται ένα σύμπλεγμα κατοικιών. Σε κάθε περίπτωση, η προσπίπτουσα ποσότητα φυσικού φωτισμού, που μέσω της εσωτερικής αυλής, καταλήγει στους περιμετρικούς χώρους, καθορίζεται από την αναλογία του μήκους και του πλάτους του αιθρίου σε σχέση με το ύψος της κατασκευής. Παράλληλα, η εσωτερική αυλή παρέχει μεγαλύτερη ιδιωτικότητα και ελεγχόμενο κλίμα, όταν η κατοικία ή το σύμπλεγμα κατοικιών βρίσκονται σε μεγάλο βάθος. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 80)

Η χρήση κατακόρυφων ανοιγμάτων στην ελεύθερη όψη των χώρων που περιβάλλουν μια εσωτερική αυλή-αίθριο, αποτελεί κοινή τεχνική για τη μετάδοση φυσικού φωτός προς αυτούς.



Εικ. 3\_ Αίθριο μονώροφης κατοικίας, Το αλώνι, decaARCHITECTURE



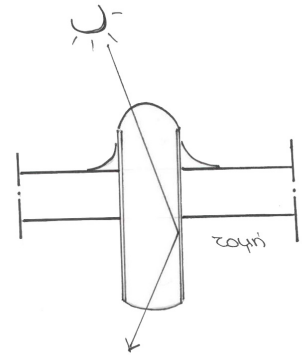
Εικ. 4\_ Αίθριο συγκροτήματος υπόσκαφων κατοικιών στην Κίνα

### • Φωτοσωλήνες

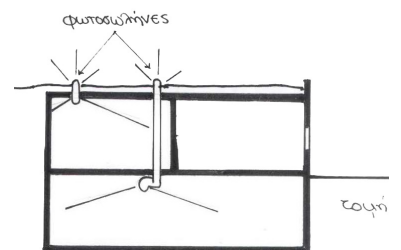
Μία άλλη μέθοδος ενίσχυσης του φυσικού φωτός που εισέρχεται στα υπόσκαφα και μη κτίρια είναι οι φωτοσωλήνες. Πρόκειται για κενούς σωλήνες, που μεταφέρουν το φυσικό φως από άνοιγμα που βρίσκεται στην οροφή ενός χώρου, προς το εσωτερικό αυτού. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κατά βάση σε χώρους όπου δεν μπορεί να εισέλθει φυσικός φωτισμός.

Η εσωτερική επιφάνεια των φωτοσωλήνων είναι κατασκευασμένη από υλικό μεγάλης ανακλαστικότητας, όπως καθρέπτες, ελάσματα από αλουμίνιο ή χρωματισμός του αγωγού με πολύ στιλπνά χρώματα. Ο αγωγός φέρει διαφανή καλύμματα στα άκρα του ή φωτιστικό σώμα. Μέσω ενός φωτοσωλήνα με αδιαφανή τοιχώματα, η δέσμη φωτός οδηγείται επιτόπου στο εσωτερικό του χώρου όπου έχει τοποθετηθεί. Σε περίπτωση φωτοσωλήνα με διαφανή τοιχώματα, ο ίδιος λειτουργεί ως γραμμική φωτεινή πηγή, σε όλο το μήκος του. Οι διαστάσεις ενός φωτοσωλήνα κυμαίνονται μεταξύ 0,30 μ. – 0,80 μ. και ο ίδιος μπορεί να είναι είτε ενιαίος κατακόρυφος, είτε αποτελούμενος από υπό κλίση τμήματα. (ΤΟΤΕΕ, 2022: 142)

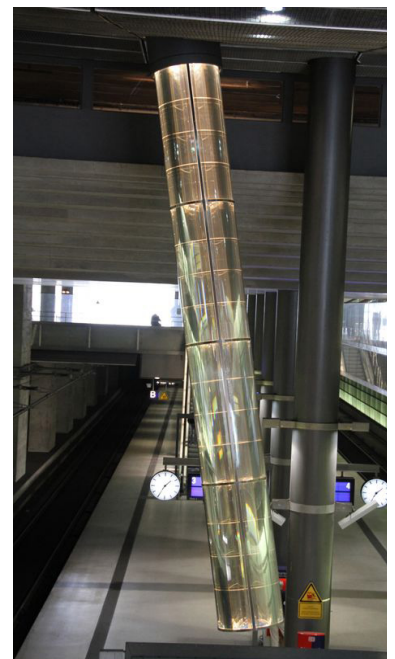
Η απόδοσή του εξαρτάται από παράγοντες όπως την ένταση φωτισμού στο εξωτερικό επίπεδο του φωτοσωλήνα, το ύψος του ήλιου, την ανακλαστικότητα του υλικού, την ύπαρξη ή μη γωνιών στο εσωτερικό του, καθώς και από το λόγο του μήκους προς τη διάμετρό του. Βέλτιστη απόδοση παρατηρείται όταν το μήκος του φωτοσωλήνα δεν υπερβαίνει τα 10μ., διότι η αύξηση του μήκους του, συνεπάγεται μείωση της έντασης φωτισμού. (ΤΟΤΕΕ, 2022: 142)



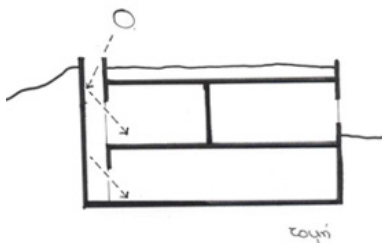
Σχ. 13\_ Λεπτομέρεια φωτοσωλήνα



Σχ. 14\_ Διαγραμματική τομή εγκατάστασης φωτοσωλήνων



Εικ. 5α, 5β\_ Φωτοσωλήνες, Potsdamer Platz, Βερολίνο  
α) εξωτερική άποψη (αριστερά)  
β) εσωτερική άποψη (δεξιά)



Σχ. 15\_ Διαγραμματική τομή φωταγωγού



Εικ. 6\_ Φωταγωγός



Εικ. 7\_ Σχηματική απεικόνιση εγκατάστασης ραφιών φωτισμού

• Φωταγωγοί

Οι φωταγωγοί, αποτελώντας μία παραλλαγή της μεθόδου των φωτοσωλήνων, διαπερνούν κάθετα το κτίριο, με σκοπό τη μετάδοση του φυσικού φωτός σε όλους τους ορόφους. Οι φωταγωγοί λειτουργούν συνδυαστικά με ηλιοστατικούς καθρέπτες, ικανούς να ανακλούν το φως, το οποίο στη συνέχεια διαχέεται μέσω διαχυτικών τζαμιών, κατάλληλης γεωμετρίας. (ΤΟΤΕΕ, 2022: 142) Η προσαρμογή φωταγωγού σε υφιστάμενο κτίριο είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί, εξαιτίας τροποποιήσεων που απαιτούνται στα ανοίγματα. Συνεπώς, η μέθοδος αυτή συναντάται μόνο στις περιπτώσεις ανέγερσης νέων κτιρίων.

• Ράφια φωτισμού

Σημαντικό μέσο κατανομής του ηλιακού φωτός στο χώρο αποτελούν τα ράφια φωτισμού. Πρόκειται για επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία, αποτελούμενα από υλικό μεγάλης ανακλαστικότητας, τα οποία εφαρμόζονται στα πλαίσια των ανοιγμάτων, κατευθύνοντας τη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς την οροφή και το εσωτερικό ενός χώρου.

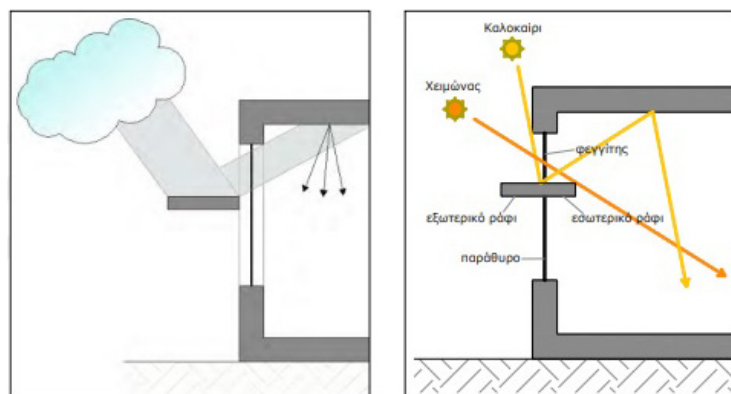
Σκοπός τους είναι η μείωση του εισερχόμενου φωτός κοντά στο παράθυρο, με τη παράλληλη αύξησή του στο βάθος του χώρου. Με άλλα λόγια, τα ράφια φωτισμού μπορούν να εξασφαλίσουν ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός, διασφαλίζοντας παράλληλα αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης. (Τσαγκρασούλης, 156: 2016)

Τα ράφια φωτισμού διαχωρίζουν το άνοιγμα σε δύο τμήματα:

- αυτό που εξασφαλίζει τη θέα (χαμηλότερο τμήμα)
- και αυτό που λειτουργεί ως παροχέας φωτισμού (υψηλότερο τμήμα – φεγγίτης) (ΤΟΤΕΕ, 2022: 139)

Η εφαρμογή τους γίνεται είτε εσωτερικά, είτε εξωτερικά των ανοιγμάτων και οι διαστάσεις τους εξαρτώνται από τις διαστάσεις του φεγγίτη, το ύψος της οροφής, τη διαμόρφωση του χώρου και τον προσανατολισμό. Τα εξωτερικά ράφια εμφανίζουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα από τα εσωτερικά, ενώ ο συνδυασμός τους παρέχει ακόμη μεγαλύτερη απόδοση. Για την αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτείται υψηλή ανακλαστικότητα της οροφής του χώρου. (ΤΟΤΕΕ, 2022: 139)

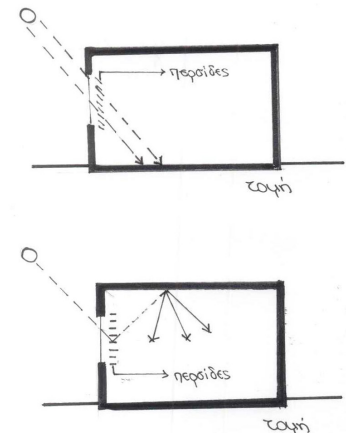
Σχ. 16\_ Σχηματική λειτουργία ραφιών φωτισμού (τομή)





• Ανακλαστήρες – περσίδες

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, οι ανακλαστήρες – περσίδες είναι στοιχεία, μικρού μεγέθους, από ανακλαστικό υλικό, που καλύπτουν ολόκληρη ή ένα μέρος της επιφάνειας των ανοιγμάτων ενός κτιρίου. Η τοποθέτησή τους γίνεται υπό κλίση, στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά ενός ανοίγματος ή ακόμα μεταξύ διπλών κουφωμάτων. Ο ρόλος τους είναι τόσο να ρυθμίσουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, όσο και να παρέχουν σκίαση, όταν αυτή απαιτείται. Για να επιτευχθεί αυτό, γίνεται μελέτη της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας, προκειμένου να γίνει σωστή εφαρμογή της κλίσης τους. Οι περσίδες μπορεί να είναι είτε σταθερά στοιχεία, είτε ρυθμιζόμενα – κινητά. (Τσαγκρασούλης, 161: 2016)



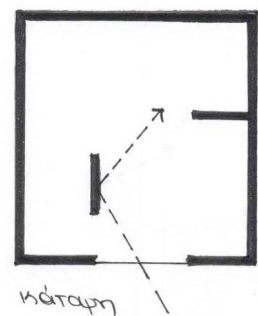
Σχ. 17\_ Σχηματική λειτουργία περσίδων (τομές)

• Δανεικό φως

Εκτός των άλλων, η ενίσχυση του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο μπορεί να επιτευχθεί με τη μέθοδο του δανεικού φωτός. Δανεικό φως ορίζεται το ανακλώμενο φως, προς το εσωτερικό ενός σκοτεινού χώρου, ικανό να καλύψει τις ανάγκες οπτικής άνεσης στη διάρκεια της ημέρας, χωρίς τη χρήση συμπληρωματικού τεχνητού φωτισμού, όπου σε άλλη περίπτωση θα απαιτούνταν. Για τη αξιοποίηση αυτής της μεθόδου, ο αρχιτέκτονας οφείλει, κατά το σχεδιασμό και μελέτη του φυσικού φωτισμού, να λάβει υπ’ όψη του τους εσωτερικούς τοίχους που βρίσκονται δίπλα στα ανοίγματα, αλλά και την επιλογή των υλικών του εσωτερικού χώρου. Συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός της γωνίας των τοίχων εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο – γωνία εισόδου του φυσικού φωτός, προκειμένου να επιτυγχάνεται η βέλτιστη αντανάκλαση. Ο βαθμός ανάκλασης καθορίζεται επιπλέον, από τις ιδιότητες των επιφανειών, όπως υφή, ανακλαστικότητα και χρώμα. Επιφάνειες με σκούρο χρώμα παρουσιάζουν ελάττωση της διάχυσης φωτός. Για την επίτευξη σωστού αποτελέσματος, ο εσωτερικός τοίχος ή το χώρισμα οφείλει να σχεδιάζεται ως δευτερεύον παράθυρο φωτισμού. (Baker, Steemers, 2002)

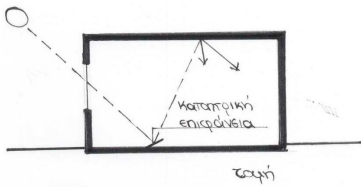


Εικ. 8α, 8β\_ α) Σταθερές περσίδες (πάνω), β) Κινητές περσίδες (κάτω)



Σχ. 18\_ Δανεικό φως – ανάκλαση φωτός σε τοιχοποιία (σχηματική κάτοψη)

Εικ. 9\_ Δανεικό φως μέσω ανάκλασης σε υδάτινο στοιχείο, Casa VA, David Mutal Arquitectos



Σχ. 19\_ Σχηματική λειτουργία κατόπτρων (τομή)

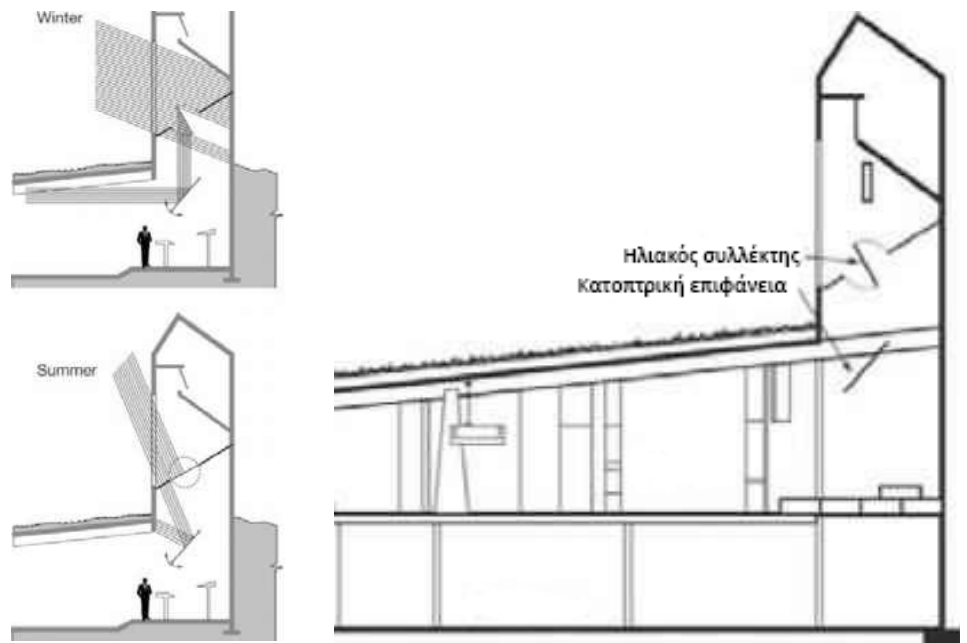
• Καθρέπτες

Μία ακόμη μέθοδος ενίσχυσης του εισερχόμενου φυσικού φωτός στα υπόσκαφα κτίρια είναι η χρήση κατόπτρων και φακών. Πιο συγκεκριμένα, το ηλιακό φως μέσω διαδοχικών ανακλάσεων σε κατοπτρικές επιφάνειες, κατευθύνεται στο εσωτερικό ενός σκοτεινού χώρου. Η ανάκλαση αυτή μπορεί να γίνει είτε πάνω σε μικρούς καθρέπτες, τοποθετημένους κατά μήκος ενός φρεατίου, που ανακατευθύνουν συνεχείς ανακλάσεις σε έναν υπόσκαφο χώρο, είτε πάνω σε απλό καθρέπτη, ικανό να διαχέει το φως στο εσωτερικό ενός χώρου. Επιπλέον, υπάρχουν και εξωτερικά κάτοπτρα, τα οποία τοποθετούνται στα δώματα κτιρίων και προσαρμόζονται αυτόματα, ανάλογα με τη θέση του ήλιου. (Καστανίδου, 2017: 104)



Εικ. 10\_ Σχηματική απεικόνιση εγκατάστασης ραφιών φωτισμού

Σχ. 20, 21\_ Κατοπτρικές επιφάνειες, Central United Methodist Church:  
 - σχηματική τομή πύργου, χειμώνα καλοκαίρι (αριστερά)  
 - σχηματική τομή πύργου (δεξιά)



• Ειδικό υαλοπίνακες

Συστήματα ελέγχου της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό χώρων αποτελούν και οι ειδικοί υαλοπίνακες. Μέσω της εφαρμογής αυτών, μπορεί να ενισχυθεί ο φυσικός φωτισμός που εισέρχεται σε ένα χώρο, καθώς επίσης και να ελεγχθεί ο σκιασμός όπου απαιτείται. Η λειτουργία των ειδικών υαλοπινάκων ποικίλει, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους. Συνεπώς, διακρίνονται υαλοπίνακες, όπως:

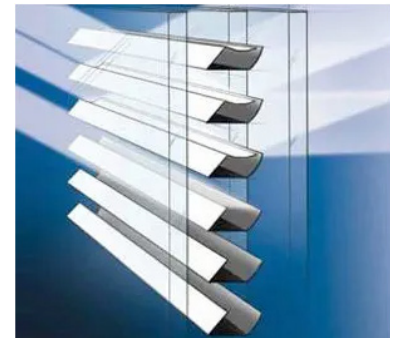
- οι Υαλοπίνακες Ηλιακού Ελέγχου, οι οποίοι αποτελούνται από διπλά τζάμια σφραγισμένης μονάδας, που περικλείουν κοίλα ακρυλικά στοιχεία, τα οποία στοιβάζονται κατακόρυφα ανάμεσα στο διπλό υαλοπίνακα, αποπροσανατολίζοντας το άμεσο ηλιακό φως προς όλες τις γωνίες πρόσπτωσης. Ο ήλιος μπορεί να εισέλθει κατά μία επιλεγμένη γωνία, οδηγώντας σε

ανακατεύθυνση του φωτός. Το σύστημα αυτό είναι σχεδιασμένο για χρήση σε άμεσο φυσικό φως, ωστόσο είναι ικανό να εκτρέψει διάχυτο φως, επιτυγχάνοντας χαμηλότερο επίπεδο φωτισμού. (Τσαγκρασούλης, 166-170: 2016)

- οι Ενεργειακοί Υαλοπίνακες, οι οποίοι επιτρέπουν υψηλά επίπεδα ηλιακού φωτός να διαπερνά στο εσωτερικό του κτιρίου, αντανακλώντας παράλληλα ένα μεγάλο ποσοστό της ηλιακής θερμότητας. Κατά συνέπεια, ο εσωτερικός χώρος παραμένει φωτεινός, χωρίς ωστόσο να επιβαρύνεται θερμικά, όπως θα γινόταν στη περίπτωση χρήσης συμβατικού υαλοπίνακα. Κατ' αυτόν τον τρόπο συνεισφέρουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Ως προς τη κατασκευή τους, οι ενεργειακοί υαλοπίνακες έχουν ενισχυθεί με μία ή περισσότερες λεπτές επιστρώσεις μετάλλων ή οξειδίων των μετάλλων. Οι επιστρώσεις αυτές δεν επιτρέπουν τη διαφυγή θερμικής ακτινοβολίας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου και αντίθετα κατά τη θερινή περίοδο. (Τσαγκρασούλης, 166-170: 2016)

#### • Πάνελ laser-cut

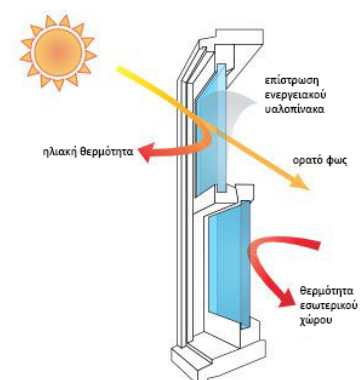
Το πάνελ laser-cut αποτελεί ακόμη μία μέθοδο ανακατεύθυνσης του φυσικού φωτός. Στη περίπτωση αυτή, σε λεπτά πάνελ, από καθαρό ακρυλικό υλικό, δημιουργούνται τομές με τη χρήση λέιζερ. Το αποτέλεσμα είναι το πάνελ να αποκτά ορθογώνιες τομές, κάθε μία από τις οποίες λειτουργεί ως ένας μικρός εσωτερικός καθρέπτης-κάτοπτρο, που αντανακλά το φως που διέρχεται από αυτό. Με τη χρήση του συστήματος αυτού, η θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον διατηρείται, με μικρές αλλοιώσεις, λόγω των διαμορφωμένων τομών. Η κλίση με την οποία διαμορφώνονται οι τομές επηρεάζει άμεσα το βαθμό διείσδυσης του φυσικού φωτός. Με τη χρήση των πάνελ laser-cut μπορεί να επιτευχθεί αύξηση των επιπέδων φυσικού φωτισμού στα υπόσκαφα, ειδικά όταν εφαρμόζονται σε νότιες όψεις. (Τσαγκρασούλης, 169: 2016)



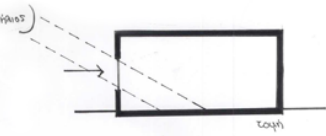
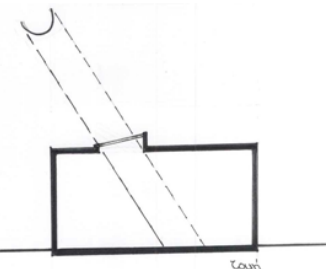
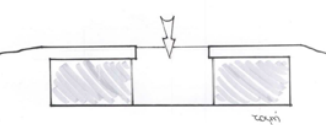
Σχ. 22\_ Σχηματική τομή υαλοπίνακα ηλιακού ελέγχου OKASOLAR F

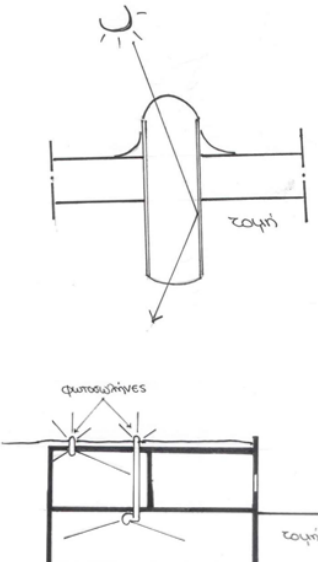
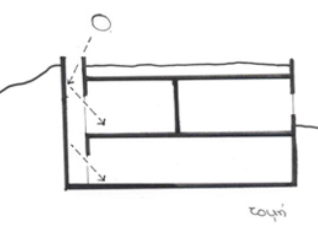
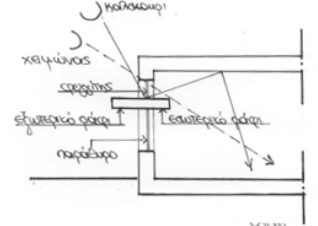


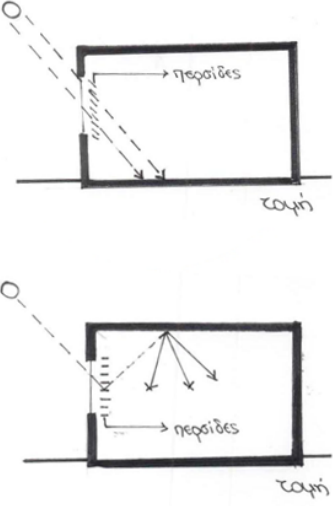
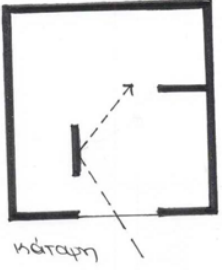
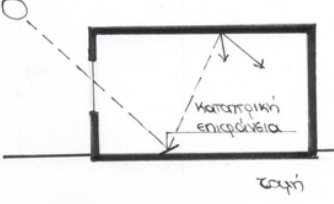
Εικ. 11\_ Υαλοπίνακας ηλιακού ελέγχου OKASOLAR F

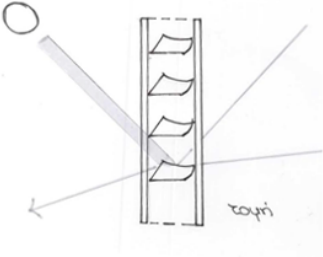


Σχ. 23\_ Σχηματική λειτουργία ενεργειακού υαλοπίνακα

Μέθοδοι ενίσχυσης φυσικού φωτισμού στις κατασκευές			
ΜΕΘΟΔΟΣ	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<p><b>κατακόρυφα ανοίγματα</b></p> 	<p>υαλοπίνακες επί των ελεύθερων όψεων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξασφάλιση άμεσου φυσικού φωτισμού</li> <li>• εξασφάλιση θέας</li> <li>• επίτευξη φυσικού αερισμού</li> <li>• εύκολη εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• φωτισμός χώρων όπου βρίσκεται το άνοιγμα. Χώροι σε μεγαλύτερο βάθος δεν ωφελούνται</li> <li>• αδυναμία εφαρμογής σε χώρους όπου δεν υπάρχει ελεύθερη όψη</li> </ul>
<p><b>ανοίγματα οροφής – φεγγίτες</b></p> 	<p>υαλοπίνακες επί του δώματος ή της στέγης</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• παροχή μεγάλης ποσότητας διάχυτου φωτός</li> <li>• εξασφάλιση ομοιόμορφης κατανομής φυσικού φωτισμού</li> <li>• εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• δέκτες μεγάλης ηλιακής πρόσπτωσης τους θερινούς μήνες</li> <li>• περιορισμένη δυνατότητα θέασης</li> </ul>
<p><b>αίθρια – εσωτερικές αυλές</b></p> 	<p>στο εσωτερικό κατοικίας ή ως εσωτερική αυλή ενός συμπλέγματος κατοικιών, σε συνδυασμό με κατακόρυφα ανοίγματα</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξασφάλιση άμεσου φυσικού φωτισμού σε χώρους όπου δεν υπάρχουν ελεύθερες όψεις</li> <li>• παροχή ιδιωτικότητας</li> <li>• εξασφάλιση ελεγχόμενου κλίματος</li> <li>• επίτευξη αερισμού σε χώρους όπου δεν υπάρχουν ελεύθερες όψεις</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• φωτισμός χώρων που βρίσκονται περιμετρικά του αίθριου. Οι υπόλοιποι χώροι δεν ωφελούνται</li> <li>• δύσκολη εφαρμογή σε υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>

<p><b>φωτοσωλήνες</b></p> 	<p>κενοί σωλήνες, από υλικά μεγάλης ανακλαστικότητας (καθρέπτες, ελάσματα από αλουμίνιο ή χρωματισμός του αγωγού με στιλπνά χρώματα), επί του δώματος, που διαπερνούν κάθετα το κτίριο</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξασφάλιση έμμεσου φυσικού φωτισμού σε χώρους όπου αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί, λόγω έλλειψης ελεύθερων όψεων ή/και χώρων σε μεγάλο βάθος</li> <li>• εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• μη εξασφάλιση θέας</li> <li>• μη εξασφάλιση φυσικού αερισμού</li> <li>• άμεση εξάρτηση απόδοσης από την ένταση φωτισμού στο εξωτερικό, την ηλιακή ακτινοβολία, την ανακλαστικότητα του υλικού, το σχεδιασμό του φωτοσωλήνα (ύπαρξη γωνιών ή μη, μήκος, κ.ά)</li> </ul>
<p><b>φωταγωγοί</b></p> 	<p>κατακόρυφο άνοιγμα που διαπερνά κάθετα το κτίριο, σε συνδυασμό με κάθετα ανοίγματα και συχνά ηλιοστατικούς καθρέπτες</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξασφάλιση άμεσου και έμμεσου φυσικού φωτισμού</li> <li>• διασφάλιση φυσικού αερισμού</li> <li>• διάχυση φυσικού φωτός στο χώρο</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• δυσκολία εφαρμογής σε υφιστάμενα κτίσματα</li> <li>• μη εξασφάλιση θέας</li> </ul>
<p><b>ράφια φωτισμού</b></p> 	<p>καμπύλα ή επίπεδα σταθερά στοιχεία, που εφαρμόζονται στα πλαίσια των ανοιγμάτων, εσωτερικά ή εξωτερικά αυτών, είτε σε συνδυασμό των δύο</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ομοιόμορφη κατανομή φυσικού φωτισμού</li> <li>• αποφυγή θάμβωσης</li> <li>• μη περιορισμός θέας</li> <li>• εύκολη εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	

<p><b>ανακλαστήρες – περισίδες</b></p> 	<p>σταθερά ή κινητά στοιχεία μικρού μεγέθους, από ανακλαστικό υλικό, που τοποθετούνται υπό κλίση, στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά ενός ανοίγματος ή μεταξύ διπλών κουφωμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ρύθμιση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας</li> <li>• παροχή σκιασμού, όταν απαιτείται</li> <li>• εύκολη εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• μείωση της θέας, όταν καλύπτεται ολόκληρη η επιφάνεια του ανοίγματος</li> </ul>
<p><b>δανεικό φως</b></p> 	<p>σχεδιασμός εσωτερικών τοίχων κοντά στα ανοίγματα, υπό γωνία κατάλληλη για να προκληθεί ανάκλαση του φυσικού φωτός, σε συνδυασμό με την επιλογή ανακλαστικών υλικών</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ενίσχυση φυσικού φωτισμού, μέσω ανακλάσεων, σε χώρους που δεν μπορούν να δεχθούν άμεσο φυσικό φωτισμό</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• δυσκολία εφαρμογής σε υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>
<p><b>καθρέπτες</b></p> 	<p>κατοπτρικές επιφάνειες που εφαρμόζονται στο εσωτερικό χώρων ή κατά μήκος ενός φρεατίου ή στα δώματα κτιρίων με αυτόματη προσαρμογή, ανάλογα με τη θέση του ήλιου</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ενίσχυση φυσικού φωτισμού, μέσω ανακλάσεων, σε χώρους που δεν μπορούν να δεχθούν άμεσο φυσικό φωτισμό</li> <li>• εύκολη εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• η μη σωστή τοποθέτηση μπορεί να προκαλέσει θάμβωση</li> </ul>

<p><b>ειδικοί υαλοπίνακες</b></p> 	<p>ειδικά κατασκευασμένοι υαλοπίνακες επί υφιστάμενων ανοιγμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ενίσχυση εισερχόμενου φυσικού φωτισμού και ταυτόχρονη μείωση της μη επιθυμητής ηλιακής θερμότητας (εξοικονόμηση ενέργειας)</li> <li>• διάχυση άμεσου ηλιακού φωτός</li> <li>• διατήρηση θερμότητας στο εσωτερικό κατά τη χειμερινή περίοδο (εξοικονόμηση ενέργειας)</li> <li>• εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αυξημένο κόστος</li> </ul>
<p><b>πάνελ laser cut</b></p>	<p>Πάνελ από ακρυλικό υλικό, με τομές από laser, που λειτουργούν ως κάτοπτρο, τοποθετημένα επί υφιστάμενων ανοιγμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αύξηση των επιπέδων φυσικού φωτισμού, μέσω ανακατεύθυνσης του</li> <li>• εφαρμογή σε νέα ή υφιστάμενα κτίσματα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αυξημένο κόστος</li> <li>• διατήρηση θέας, με μικρές αλλοιώσεις</li> </ul>

Πίνακας 2: Μέθοδοι ενίσχυσης φυσικού φωτισμού στις κατασκευές (πηγή: δημιουργία της συγγραφέως)

Μελετώντας τα παραπάνω, συμπεραίνει κανείς την ποικιλία μεθόδων ένταξης του φυσικού φωτός στις κατασκευές, που αναπτύχθηκαν μέσα στα χρόνια, καθώς και τη σπουδαιότητα γνώσης και προσεκτικής εφαρμογής των παραμέτρων σχεδιασμού υπόσκαφων κατοικιών, προκειμένου να γίνει σωστή εφαρμογή των μεθόδων αυτών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι πρώιμες μορφές υπόσκαφης κατοίκησης, ξεκινώντας από τους προϊστορικούς χρόνους και φτάνοντας ως τις πρώτες, μελετημένες από τον άνθρωπο, υπόσκαφες κατασκευές, που συναντώνται ανά τον κόσμο.





ΠΡΩΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ  
ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

3



Εικ. 12\_ Σπηλιά, η πρώτη υπόσκαφη κατοικία

### 3.1 | Η απαρχή των υπόσκαφων κατοικιών

#### 3.1.1 | Οι σπηλιές

Οι πρώτες μορφές υπόσκαφων κατοικιών εμφανίζονται ήδη από τους προϊστορικούς χρόνους, όπου ο άνθρωπος αποκτώντας το αίσθημα της επιβίωσης και τη θέληση να προστατευτεί από τους κινδύνους, αλλά και τις καιρικές συνθήκες, στράφηκε στις φυσικές κοιλότητες, τις σπηλιές.



Εικ. 13\_ “Black cave”, περιοχή Hazar Merd, Ιράκ

«Πριν καν ο άνθρωπος ή τα θηρία περπατήσουν στη γη, υπήρχε ήδη ένα είδος αρχιτεκτονικής, αδρά πλασμένης από τις πρωταρχικές δυνάμεις της δημιουργίας και ενίοτε εξευγενισμένης από τον άνεμο και το νερό σε καλαίσθητες κατασκευές».<sup>8</sup>

Rudofsky Bernard, Architecture Without Architects

Ως σπηλιά ορίζεται κάθε «μεγάλη κοιλότητα στο εσωτερικό βράχου που δημιουργήθηκε πιθανόν από διάβρωση ή άλλη φυσική αιτία ή από τον άνθρωπο και έχει έξοδο στην επιφάνεια της γης»<sup>9</sup>.

Η φύση διαμορφώνει το έδαφος, με τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στις ανθρώπινες ανάγκες, γεννώντας τη πρώτη μορφή αρχιτεκτονικής δημιουργίας. Προκειμένου μία κοιλότητα να οριστεί ως σπήλαιο, οφείλει να επικοινωνεί με την επιφάνεια του εδάφους, μέσω ενός ή περισσότερων εξόδων, να είναι προσβάσιμο από τον άνθρωπο και σε κλίμακα ικανοποιητική ώστε να μπορεί να κινείται μέσα σε αυτό. (Fewkes, 1910)

Συνεπώς, ο γνωστός ως “άνθρωπος των σπηλαίων” στράφηκε ενστικτωδώς στην αναζήτηση καταφύγιου σε τρώγλες, εντός των βράχων. Ως τρώγλη νοείται κάθε φυσική ή τεχνητή κοιλότητα γης, σπηλιά, η οποία αποτέλεσε την αφετηρία της εστίας και πρωταρχική μορφή της υπόσκαφης κατοίκησης. (Fewkes, 1910)

Με την εξέλιξη του ανθρώπου δημιουργήθηκαν σταδιακά τα τεχνητά σπήλαια, μέσω της λάξευσης βράχων, λόφων ή σκαψίματος του εδάφους, που αποτέλεσαν μία προσπάθεια αντιγραφής των φυσικών σπηλαίων. Με το πέρασμα των χρόνων, οι τεχνητές αυτές σπηλιές δέχτηκαν τροποποιήσεις, που αφορούσαν τις διαστάσεις και του διαθέσιμους χώρους τους. Στη συνέχεια, ομάδες ανθρώπων δημιούργησαν τους πρώτους υπόσκαφους οικισμούς. Η υπόσκαφη κατοικία, που αποτελεί ανθρώπινη κατασκευή, συμπληρώνει τη φυσική μορφή και ενσωματώνεται άρρηκτα με το τοπίο της.



Εικ. 14\_ Σπηλιά στη Σικελία

<sup>8</sup> Rudofsky B., (1964). Architecture without architects, an introduction to nonpedigreed architecture. Νέα Υόρκη: The Museum of Modern Art: Distributed by Doubleday, Garden City, N.Y., σελ. 3

<sup>9</sup> Βικιλεξικό. Ανάκτηση από [el.wiktionary.org/wiki/σπηλιά](http://el.wiktionary.org/wiki/σπηλιά)

### 3.1.2 | Ανώνυμη – τρωγλοδύτικη αρχιτεκτονική

Επακόλουθο, συνεπώς, της φυσικής σπηλιάς αποτέλεσε η τεχνητή, ικανοποιώντας κάθε ανθρώπινη ανάγκη. Κατ' αυτό τον τρόπο παρουσιάζεται η πρώτη μορφή αρχιτεκτονικής, στα πλαίσια της οργανωμένης υπόγειας κατοίκησης, γνωστή ως ανώνυμη- τρωγλοδύτικη αρχιτεκτονική.

*«Η ανώνυμη αρχιτεκτονική θεωρείται μέχρι σήμερα σαν πραγμάτωση της ιδανικής σχέσης ανάμεσα στον άνθρωπο και τη φύση, που χάνεται τελεσίδικα μόλις ο άνθρωπος εγκατασταθεί στην πόλη και κόψει τους δεσμούς με τη φύση».*<sup>10</sup>

Ο όρος ανώνυμη αρχιτεκτονική προέρχεται από το γεγονός ότι οι πρώτοι τεχνίτες (μάστορες) δεν ενδιαφέρονταν για φήμη, διατηρώντας την ανωνυμία τους. Πρωταρχικός τους στόχος αποτελούσε η εξασφάλιση “καταφυγίου” από κάθε εξωτερικό παράγοντα, χωρίς οι ίδιοι να κατέχουν θεωρητική κατάρτιση, αλλά έχοντας ως γνώμονα την απλούστευση της κατασκευής, την οικονομία των υλικών και τη κοινή αισθητική της περιοχής.

*«...έχουμε πολλά να μάθουμε από την αρχιτεκτονική πριν γίνει τέχνη των ειδικών. Οι αδίδακτοι τεχνίτες στο χώρο και τον χρόνο, ....., επιδεικνύουν ένα αξιοθαύμαστο ταλέντο στην ένταξη των κτηρίων στο φυσικό περιβάλλον. Αντί να προσπαθούν να “κατακτήσουν” τη φύση, όπως κάνουμε εμείς, καλωσορίζουν τις ιδιοτροπίες του κλίματος και τις προκλήσεις της τοπογραφίας.»*<sup>11</sup>

Bernard Rudofsky, *Architecture without architects*, 1964

Οι λόγοι που οδήγησαν τους ανθρώπους στην επιλογή υπόσκαφης κατοικίας συνδέονται με πολλούς παράγοντες, που σχετίζονται με τη κουλτούρα, τη τοπογραφία της περιοχής, τους εξωτερικούς κινδύνους (προστασία από επιδρομές), τις καιρικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής, καθώς και την οικονομική κατάσταση του κάθε πολιτισμού. Παράλληλα, σημαντικός λόγος που οδήγησε πολλούς πολιτισμούς στη τρωγλοδύτικη μορφή κατοίκησης αποτέλεσε η έλλειψη υλικών και τεχνικών μέσων. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 146)

Οι τεχνίτες, στη προσπάθειά τους να αντιμετωπίσουν τις δυσμενείς κλιματικές συνθήκες, αξιοποιώντας παράλληλα τα θετικά κλιματικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής και διαθέτοντας περιορισμένους πόρους και μέσα, εφηύραν κατασκευαστικές μεθόδους και μορφές ικανές να δώσουν λύση σε κάθε πρόβλημα.



Σχ. 24\_ Εξέλιξη σπηλιάς – τρωγλοδύτικη κατοικία

<sup>10</sup> Φιλιππίδης, Δ. (2006). Ανθολόγια κειμένων ελληνικής αρχιτεκτονικής. Αθήνα: ΜΕΛΙΣΣΑ, σελ. 104.

<sup>11</sup> Rudofsky B., (1964), op. cit., σελ. 3

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Δ. Πικιώνης: «... και δεν έχω δει τίποτα πιο αρμονικό και γραφικό από αυτή τη διάταξη των μαζών που πηγάζει μ' αυτό το φυσικό τρόπο και που, ενώ ούτε οφείλεται σε καμία σύλληψη ενός συνόλου αρχιτεκτονικού, ούτε φαίνεται να πηγάζει από καμιά αφηρημένη αρχιτεκτονική αρχή, μολαταύτα κρύβει τόση φυσική αρμονία ...»<sup>12</sup>.

Βασικά χαρακτηριστικά της ανώνυμης-τρωγλοδύτικης αρχιτεκτονικής αποτέλεσαν:

- η προσαρμογή της στο ανάγλυφο τους εδάφους
- η ανθεκτικότητα στο χρόνο
- η προστασία από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες
- το χαμηλό κόστος κατασκευής και συντήρησης
- η ενσωμάτωση στο φυσικό τοπίο (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 146)

Η ανώνυμη αρχιτεκτονική παρέχει αναρίθμητα παραδείγματα υπόσκαφων κατοικιών, που ποικίλουν σε μορφή, διαστάσεις, τυπολογία και οργάνωση χώρων, ως αποτέλεσμα συσσώρευσης μακράς εμπειρίας και γνώσης. Ωστόσο, όσον αφορά την τυπολογία των κατοικιών, αυτή περιορίζεται σε ελάχιστους τύπους, συνήθως ένα πρότυπο, που δέχεται επιμέρους παραλλαγές και μπορεί να κατανοηθεί και να εφαρμοστεί από όλους, χωρίς τη παρεμβολή ειδικών.

Μελετώντας την ανώνυμη αρχιτεκτονική, διαπιστώνει κανείς ότι βασίζεται σε στρατηγικές σχεδιασμού που αποβλέπουν σε μία βιώσιμη κοινωνία, καθώς εκμεταλλευόμενη τους φυσικούς διαθέσιμους πόρους και τα κλιματολογικά δεδομένα της εκάστοτε περιοχής, διασφαλίζει συνθήκες άνεσης για τους χρήστες. Η ίδια αποτελεί την απαρχή του αειφορικού σχεδιασμού, καθώς παρέχει αναρίθμητες προτάσεις σε ενεργειακά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν και οι σύγχρονοι μελετητές.

### 3.2 | Εφαρμογή υπόσκαφων κατοικιών ανά τον κόσμο

Οι υπόσκαφες και ημιυπόσκαφες κατοικίες γνώρισαν παγκόσμια ανάπτυξη, κυρίως σε περιοχές με παρόμοιο κλίμα, καθώς και ανάγλυφο και σύσταση εδάφους που επέτρεπαν τη κατασκευή τους. Τα θερμικά πλεονεκτήματα του εδάφους απέναντι στις αντίξοες κλιματικές συνθήκες, σε συνδυασμό με τη δυνατότητα δημιουργίας καταφυγίου με τοπικά υλικά και ελάχιστα μέσα, οδήγησαν στη μαζική κατασκευή αυτού του τύπου κατοικιών.

Συνεπώς, υπόσκαφοι οικισμοί εμφανίζονται σε πολλές γεωγραφικές τοποθεσίες, όπως ερήμους, κοιλάδες, φαράγγια, βράχους και πεδιάδες. Τα πιο γνωστά παραδείγματα υπόσκαφης οργανωμένης κατοικίας, σε μορφή οικισμών, συναντώνται στη Τυνησία (οικισμός Matmata), στη Καππαδοκία της Τουρκίας, στη Νότια Ιταλία (αρχαία πόλη Matera), στην Ισπανία (κοιλάδα Tajuna και χωριό

<sup>12</sup> Πικιώνης, Δ. (1986), 5η ανατ. 2014. Κείμενα, Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, σελ. 57

Guadix), στην “πηλώδη” ζώνη της Κίνας (κατοικίες Yaodong στην περιοχή Loess Plateau), στη Γαλλία και τις Η.Π.Α.. Παράλληλα, σημαντικό παράδειγμα υπόσκαφου οικισμού αποτελούν οι παραδοσιακές υπόσκαφες κατοικίες της Σαντορίνης, στην Ελλάδα.

Η αρχιτεκτονική των οικισμών αυτών παρουσιάζει πολλά κοινά κατασκευαστικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά, ενώ παράλληλα κάθε μορφή υπόσκαφου οικισμού ανταποκρίνεται στις εκάστοτε κλιματικές συνθήκες.

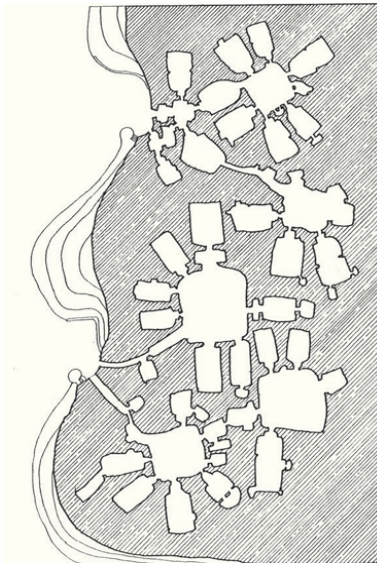
### 3.2.1 | Τυνησία – οικισμός Matmâta

Η Matmâta είναι μια μικρή υπόσκαφη πόλη, στις άγονες πεδιάδες της Νότιας Τυνησίας, στη Βόρεια Αφρική, που κατοικείται από τη φυλή των Βέρβερων. Οι ίδιοι ζώντας ως τρωγλοδύτες, είναι οργανωμένοι σε υπόγειες τεχνητές κατοικίες, που έχουν την μορφή οικισμού. (Fewkes, 1910)

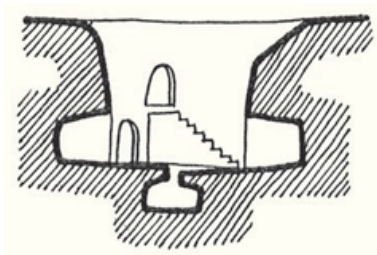
Ο οικισμός Matmâta αποτελεί ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα υπόσκαφης τρωγλοδύτικης αρχιτεκτονικής, που υφίσταται ήδη από τα ρωμαϊκά χρόνια, προσαρμοσμένος στο σκληρό κλίμα της περιοχής και στο άγονο τοπίο. Οι κάτοικοι, στην προσπάθειά τους να προστατευτούν από τις κλιματικές συνθήκες και τις εχθρικές επιδρομές, δημιούργησαν οικισμούς, αξιοποιώντας τους ελάχιστους διαθέσιμους πόρους που είχαν στη διάθεσή τους. (Fewkes, 1910)



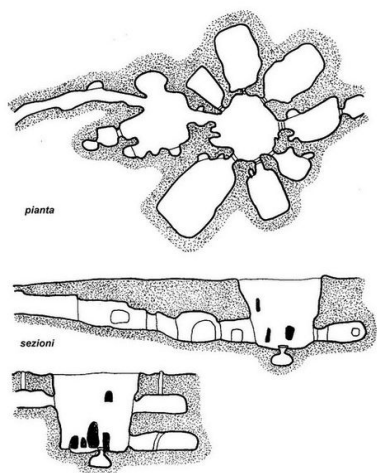
Εικ. 15\_ Οικισμός Matmâta, Τυνησία (εξωτερική άποψη)



Σχ. 25\_ Σχηματική κάτοψη οικισμού Matmâta, Τυνησία



Σχ. 26\_ Σχηματική τομή αίθριου και περιμετρικών κατοικιών, οικισμός Matmâta, Τυνησία



Σχ. 27\_ Σχηματικές τομές και κάτοψη οικισμού Matmâta, Τυνησία

Πιο συγκεκριμένα, η Matmâta είναι μία άνυδρη περιοχή, με θερμοκρασίες που συχνά μπορεί να ξεπεράσουν τους 50οC την ημέρα, φτάνοντας τους 0οC τη νύχτα. (Σκουτέλια, 2022: 53) Συνεπώς, η οργάνωση του οικισμού ως υπόσκαφου, αποτελεί βέλτιστο τρόπο αντιμετώπισης των αντίξων καιρικών συνθηκών, καθώς η θερμοκρασία στο εσωτερικό των κατοικιών κυμαίνεται μεταξύ 20-22οC καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. (Αθανασιάδης, 2014 : 13) Οι κατοικίες διαμορφώνονται αρκετά μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, διατηρώντας μία μόνο ελεύθερη όψη. Η πέτρα και το χώμα που καλύπτουν τις υπόλοιπες πλευρές των κατοικιών, αποτελούν θερμομονωτικά υλικά, τα οποία δημιουργούν συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό. (Fewkes, 1910)

Η κατασκευή των κατοικιών βασίζεται στην αφαίρεση υλικού, με τρόπο ώστε να διαμορφώνονται οι εσωτερικοί χώροι αυτών. Βασικός παράγοντας στη δημιουργία αυτού του είδους υπόσκαφων οικισμών, υπήρξε η μαλακή και ταυτόχρονα ανθεκτική σύσταση του εδάφους, αποτελούμενο από ασβεστολιθικά πετρώματα, που διευκόλυνε το σκάψιμο των κατοικιών, από τα ίδια τα μέλη της οικογένειας. (Alkaff, Sim, Efsan, 2015)

Οι οικισμοί, με τη χαρακτηριστική ονομασία Haush, διαμορφώνονται σε βάθος 5-10 μέτρων από το επίπεδο του φυσικού εδάφους, οργανωμένοι γύρω από ένα κεντρικό αίθριο, από όπου ξεκινά η κατασκευή. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 153) Το αίθριο έχει διάμετρο 8–13 μέτρα και βάθος περίπου τριών ορόφων. Περιμετρικά του αίθριου, κατανέμονται οι χώροι διαμονής, καλυμμένοι με θόλους και αποτελούμενοι από δωμάτια, αποθήκες και σταύλους. Οι επιμέρους κατοικίες, συχνά οργανωμένες σε δύο ορόφους, συνδέονται μέσω υπόγειων σηράγγων. Η προσπέλαση στις κατοικίες επιτυγχάνεται μέσα από κεκλιμένο διάδρομο, σε μορφή σήραγγας, που συνδέει το αίθριο με την επιφάνεια του εδάφους, εξασφαλίζοντας φυσικό δροσισμό κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι προσόψεις των κατοικιών, που περιβάλλουν το αίθριο, είναι κατασκευασμένες από υλικά που προκύπτουν από την ανασκαφή. (Alkaff, Sim, Efsan, 2015)

Οι οικισμοί συχνά προέρχονταν από φυσικές κοιλότητες στο βράχο, οι οποίες δέχονταν ελάχιστη επεξεργασία προκειμένου να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των χρηστών. Στις περιπτώσεις που δεν υπήρχαν φυσικές κοιλότητες, διαμορφώνονταν τεχνητές, μέσα στον βράχο. (Fewkes, 1910) Κάθε οικισμός αποτελούνταν από 6-8 κατοικίες, ο αριθμός των οποίων ποικίλει, ανάλογα με τα μέλη της κάθε οικογένειας και τον τρόπο ζωής τους. (Σκουτέλια, 2022: 55)

Το αίθριο προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα, μεταξύ των οποίων χαρακτηριστικό αποτελεί η ηλιοπροστασία των ελεύθερων όψεων. Τα ανοίγματα αυτών είναι περιορισμένα, προκειμένου να επιτυγχάνεται η είσοδος του φυσικού φωτισμού μόνο για την κάλυψη των απαιτούμενων αναγκών για φωτισμό, σε βαθμό ώστε να προστατεύεται το εσωτερικό από την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία. Παράλληλα, μέσω του αίθριου εξασφαλίζεται φυσική

ψύξη των υπόσκαφων χώρων, αξιοποιώντας τη θερμική ακτινοβολία που διαφεύγει από το έδαφος προς την ατμόσφαιρα τη νύχτα, μείωση της ημερήσιας θερμοκρασίας, καθώς ο δροσερός αέρας παραμένει στο βάθος του αίθριου και προστασία από τους ανέμους, που μεταφέρουν σκόνη. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 154-155)

Οι κάτοικοι της Matmâta κατάφεραν να διαμορφώσουν υπόσκαφους οικισμούς, απόλυτα εναρμονισμένους με το τοπίο τους, διατηρώντας τη λειτουργικότητά τους μέχρι και σήμερα.



Εικ. 16\_ Αίθριο περιμετρικά του οποίου οργανώνονται κατοικίες, οικισμός Matmâta, Τυνησία



Εικ. 17\_ Κατοικίες διαμορφωμένες γύρω από κεντρικό αίθριο, οικισμός Matmâta, Τυνησία

### 3.2.2| Τουρκία – Καππαδοκία

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα τρωγλοδυτικών κατοικιών συναντάται στην Καππαδοκία, που βρίσκεται στη κεντρική Τουρκία, 300 χιλιόμετρα από την Άγκυρα. Η περιοχή αποτελεί ένα τεράστιο οροπέδιο με γεωλογικούς σχηματισμούς, φαράγγια, λόφους, βράχους και κοιλάδες. Το έδαφος της περιοχής είναι ξηρό, αποτελούμενο από ένα εύθρυπτο υποκίτρινο πέτρωμα, που προέκυψε έπειτα από 19 μεγάλες ηφαιστειακές εστίες. Με την πάροδο των αιώνων, το πέτρωμα αυτό διαβρώθηκε και μετατράπηκε σε λεπτόκοκκο υλικό. Η επίδραση των καιρικών φαινομένων σε συνδυασμό με την γεωλογική ιδιομορφία του τοπίου, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία γλυπτικών μορφών στις επιφάνειες των βράχων. (Yildiz)



Εικ. 18\_ Καππαδοκία, Τουρκία  
(εξωτερική άποψη)

Οι άνθρωποι, ήδη από την παλαιολιθική εποχή, εκμεταλλεύτηκαν τις ιδιαιτερότητες του εδάφους, προκειμένου να αναπτύξουν τους οικισμούς τους, καλύπτοντας τις ανάγκες του. Οι οικισμοί αναπτύχθηκαν χωρίς κεντρικό σχεδιασμό, σε μια οργανική μορφή στο τρεφρώδες – βραχώδες έδαφος. Τα κτίρια των οικισμών αυτών ποικίλουν σε μέγεθος και πολυπλοκότητα, ανάλογα με την τοποθεσία τους και τις εκάστοτε ανάγκες. Η οργάνωσή τους πραγματοποιούνταν είτε εξ' ολοκλήρου υπόγεια, είτε σε βραχώδεις-υπέργειες δομές, που συγκροτούνταν από χώρους όπως τάφους, στέρνες, περιστερώνες, μελίσσια, εκκλησιές, μοναστήρια, αποθήκες τροφίμων, κελάρια, στάβλους, χώρους εργασίας, πατητήρια κρασιού, καταφύγια και κατοικίες. (Ramseyer, 2014)

Τον 7ο και 9ο αιώνα, με την έλευση των αραβικών φυλών, άρχισαν να αναπτύσσονται οι πρώτες υπόγειες πόλεις της Καππαδοκίας, άλλοτε οριζόντια και άλλοτε σε πολλαπλά επίπεδα, φτάνοντας σε βάθος ως και 80 μέτρα. Τα



επίπεδα αυτά συνδέονταν μέσω ενός πολύπλοκου συστήματος σηράγγων, διαθέτοντας ανεπτυγμένα συστήματα ύδρευσης και αερισμού, καθώς επρόκειτο να φιλοξενήσουν έως και 20.000 κατοίκους. (Βεκρής, 2020: 23)

Εκτός από τους υπόγειους οικισμούς, υπήρχαν και οι υπόσκαφες δομές, με αυτόνομες λειτουργίες, σε όλη την Καππαδοκία.

Συνεπώς, στην Καππαδοκία παρατηρείται η ύπαρξη τριών κατηγοριών υπόσκαφων δομών:

- Φυσικές σπηλιές
- Φυσικές σπηλιές μερικώς τροποποιημένες από τον άνθρωπο
- Τεχνητές σπηλιές πλήρως λαξευμένες από τον άνθρωπο (Ανδρουλάκη, 2014: 25)

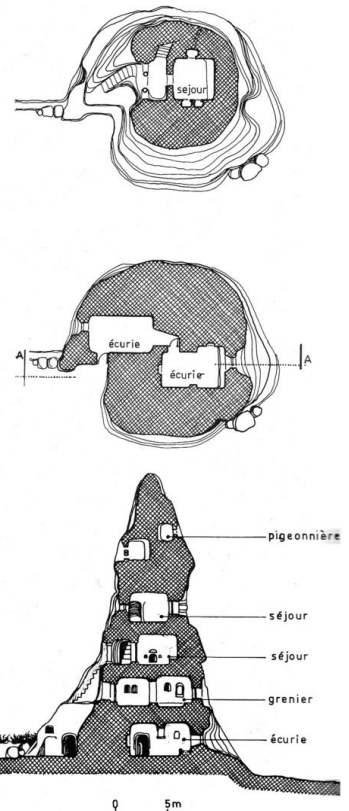
Οι τεχνητές σπηλιές, που είναι και οι πλέον αναπτυγμένες, διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες:

**α) Βραχώδεις οικισμούς πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, σκαμμένους είτε σε τμήματα βράχων, είτε σε τοιχώματα φαραγγιών, λόφων και φυσικών κωνικών σχηματισμών – φυσικών πυραμίδων.**

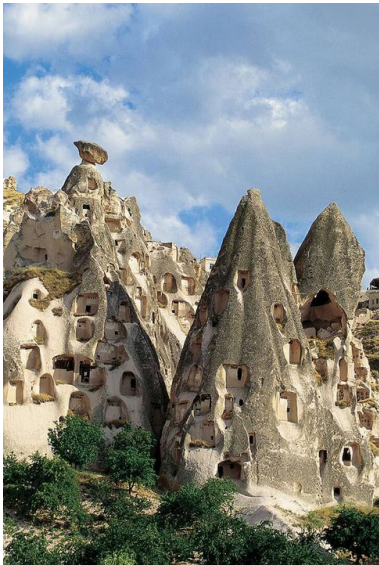
α1) οικισμός σε κωνικό σχηματισμό, μέσα σε φαράγγια

Οι επάλληλες αποθέσεις τέφρας διαμόρφωσαν βραχώδεις κώνους, γνωστούς ως νεραϊδοκαμινάδες. Οι δομές που αναπτύχθηκαν σε αυτούς τους σχηματισμούς περιλάμβαναν πληθώρα λειτουργιών, όπως κατοικίες, καταστήματα, περιστέρωτες και ερημητήρια, οι οποίες αναπτύσσονταν σε οριζόντιες ζώνες, πολλαπλών επιπέδων, μέχρι τη κορυφή του κώνου. Οι χώροι ήταν τοποθετημένοι κυρίως κοντά στο εξωτερικό τμήμα του βράχου, διαθέτοντας αρκετά ανοίγματα για φωτισμό και αερισμό. Είσοδοι- έξοδοι υπήρχαν εκατέρωθεν του βράχου, στο επίπεδο του εδάφους, οι οποίες συνδέονταν τόσο μεταξύ τους, όσο και με τους επιμέρους χώρους, μέσω στενών τούνελ, προσφέροντας οδό διαφυγής σε περιόδους εχθρικών επιδρομών. Παράλληλα, οι όροφοι επικοινωνούσαν μεταξύ τους μέσω λαξευμένων κλιμάκων, ενώ η στήριξη των υπερκείμενων ορόφων επιτυγχάνονταν με υποστυλώματα που διατηρούνταν στο βράχο. (Ramseyer, 2014)

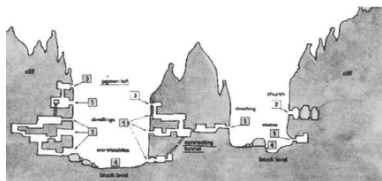
Ως προς την οργάνωση των κωνικών αυτών δομών, στα κατώτερα επίπεδα υπήρχαν στάβλοι και αποθήκες τροφίμων, στα ανώτερα κατοικίες και στην κορυφή διαμορφώνονταν περιστέρωτες. (Ramseyer, 2014)



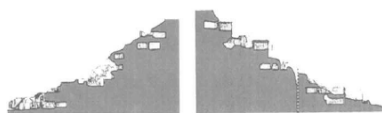
Σχ. 28\_ Σχηματική αναπαράσταση νεραϊδοκαμινάδων, Καππαδοκία, Τουρκία



Εικ. 19, 20\_ Υπόσκαφες κατοικίες σε κωνικούς σχηματισμούς, Καππαδοκία, Τουρκία



Σχ. 29\_ Σχηματική τομή υπόσκαφων οικισμών σε τμήματα βράχων, Καππαδοκία, Τουρκία



Σχ. 30\_ Σχηματική τομή υπόσκαφων οικισμών πάνω σε λόφους, Καππαδοκία, Τουρκία

Εικ. 21\_ Υπόσκαφες κατοικίες πάνω σε λόφους, Καππαδοκία, Τουρκία

### α2) οικισμός πίσω από τοιχώματα φαραγγιών

Ομοίως με τη προηγούμενη διάταξη, αναπτύσσεται και αυτή στα τοιχώματα των φαραγγιών, με τη διαφορά ότι οι είσοδοι-έξοδοι δεν ήταν διαμπερείς, αλλά περιορίζονταν στην ελεύθερη πλευρά των κατακόρυφων τοιχωμάτων των φαραγγιών. Επιπλέον, λόγω του ότι σε αυτή τη περίπτωση οικισμού δεν υπήρχε ο περιορισμός της διαμέτρου των κωνικών σχηματισμών, οι χώροι έχουν τη δυνατότητα επέκτασης σε μεγαλύτερο βάθος, προς το εσωτερικό του βράχου. Τέλος, στη περίπτωση αυτή, εκτός των προηγούμενων λειτουργιών, συναντώνται εκκλησίες και μοναστήρια. (Ramseyer, 2014)

### α3) οικισμός πάνω σε λόφους

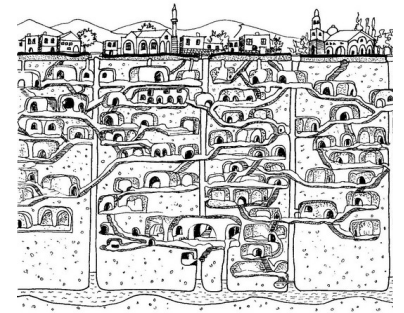
Στη κατηγορία αυτή, τα επίπεδα ταξινομούνται σε οριζόντιες ζώνες στο επικλινές έδαφος, και όχι σε κωνικές μορφές. Οι χρήσεις, ομοίως, επικοινωνούσαν μέσω σηράγγων. Πιθανολογείται ότι πρόκειται για μετέπειτα κατασκευές, εξαιτίας της απουσίας αμυντικών μηχανισμών, καθώς τον 14ο αιώνα οι πόλεμοι και οι επιδρομές είχαν περιοριστεί σημαντικά. (Ramseyer, 2014)



### β) Υπόγειους οικισμούς, σκαμμένους κάτω από την επιφάνεια του εδάφους

Οι υπόγειοι οικισμοί διαμορφώνονταν είτε ως καταφύγια, είτε ως οικισμοί μικρής και μεγάλης κλίμακας. Τα υπόγεια καταφύγια αποτελούσαν μικρούς, προσωρινούς χώρους διαμονής για τους ανθρώπους και τα ζώα, σε περιόδους πολέμου. Η είσοδος πραγματοποιούνταν αποκλειστικά μέσω σηράγγων, που συνδέαν την επιφάνεια με το επίπεδο των καταφυγίων.

Από την άλλη πλευρά, οι μόνιμοι υπόγειοι οικισμοί είχαν μεγαλύτερο μέγεθος, δεν επικοινωνούσαν με γειτονικό οικισμό και έφταναν σε βάθος μέχρι και τα 65 μέτρα. Οι μεγαλύτεροι οικισμοί ήταν πιο σύνθετοι και μπορούσαν να φιλοξενήσουν έως και 20.000 κατοίκους. Εκτός από κατοικίες, διέθεταν όλους τους απαραίτητους για τη καθημερινότητα χώρους, όπως αποθήκες, στάβλους, εκκλησίες, οργανωμένους περιμετρικά ενός κατακόρυφου άξονα που εξυπηρετούσε τις ανάγκες αερισμού και νερού. Οι οικισμοί αυτοί είχαν τη δυνατότητα να φτάσουν έως και τα 80 μέτρα. (Ramseyer, 2014)



Σχ. 31\_ Σχηματική τομή υπόγειων οικισμών, Καππαδοκία, Τουρκία

Εικ. 22\_ Υπόγειοι οικισμοί, Καππαδοκία, Τουρκία

### γ) Κατασκευές που συνδυάζουν και τις δύο παραπάνω κατηγορίες

Πρόκειται για οικισμούς που εμφανίζονται υπό μορφή αιθρίου, έπειτα από λάξευση του βράχου, αποτελώντας ένα συνδυασμό των οικισμών λαξευμένων σε βράχο και των υπόγειων οικισμών.

Οι οικισμοί αυτού του τύπου είναι διαμορφωμένοι γύρω από ένα εσωτερικό αίθριο, που προέκυψε από λάξευση του βράχου και περιβάλλεται στις τρεις πλευρές του από τα βραχώδη τοιχώματα, ενώ η τέταρτη είναι ανοιχτή προς την κοιλάδα. Οι οικισμοί αυτοί έχουν συνήθως θρησκευτικό χαρακτήρα (εκκλησίες, μοναστήρια). Τα δωμάτια διέθεταν μία μόνο είσοδο, που διαμορφώνονταν στην ελεύθερη, προς το αίθριο, όψη, ενώ η εσωτερική αυλή είχε κυκλικό σχεδιασμό.

Τα δωμάτια διημέρευσης βρίσκονταν στο επίπεδο της εσωτερικής αυλής και διαμορφώνονταν περιμετρικά αυτής. Πολλές δευτερεύουσες λειτουργίες οργανώνονταν επίσης σε βάθος έως και 50 μέτρα προς το εσωτερικό του βράχου και εξυπηρετούνταν από συστήματα όμοια με αυτά που εντοπίζονται στις υπόγειες πόλεις.

Το εσωτερικό αίθριο, ανοιχτό από πάνω, αποτελούσε τη βασική περιοχή εργασίας των γυναικών και η τοποθέτησή του γίνονταν συνήθως με νότιο προσανατολισμό, προκειμένου να δέχεται τις ηλιακές ακτίνες. (Bixio, Yamac 2023)

### 3.2.3| Νότια Ιταλία – αρχαία πόλη Matera

Η αρχαία πόλη Matera αποτελεί ακόμη ένα σημαντικό παράδειγμα υπόσκαφης αρχιτεκτονικής, που χρονολογείται ήδη από την Παλαιολιθική εποχή. Η ίδια τοποθετείται στην περιοχή Basilicata, της νότιας Ιταλίας, όπου κατοικούν 60.000 κάτοικοι και αναπτύσσεται κάθετα στα πρανή του ποταμού Gravina, δημιουργώντας δύο αμφιθεατρικές υπόσκαφες γειτονιές. (Θεοδωράκη-Πάτση, 2011: 82) Η γεωγραφική θέση της Ιταλίας, η μορφή, η ιστορική κληρονομιά της, που προέρχεται από τη συμβίωση πολλών πολιτισμών και κουλτούρων, καθώς και το κλίμα της αποτέλεσαν καθοριστικοί παράγοντες για την ανάπτυξη των τρωγλοδυτικών κατασκευών.

Οι τρωγλοδύτικοι οικισμοί, γνωστοί ως Sassi di Matera, είναι λαξευμένοι μέσα στους ασβεστώδεις βράχους της περιοχής και ξεχωρίζουν για τη διαχρονική παρουσία του ανθρώπου, μέχρι και πριν λίγες δεκαετίες, ενώ παράλληλα το 1993 η περιοχή συμπεριλήφθηκε στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO. (Porcari, Guida, 2022)



Εικ. 23\_ Αρχαία πόλη Matera, Ιταλία

Αρχικά, οι φυσικές σπηλιές της Matera κατοικήθηκαν από ορθόδοξους μοναχούς, οι οποίοι διαμόρφωσαν μεγάλο αριθμό υπόσκαφων εκκλησιών (Θεοδωράκη-Πάτση, 2011: 82). Το έτος 733, ορθόδοξοι μοναχοί και ιερωμένοι δημιούργησαν μοναχικές κοινότητες, αξιοποιώντας το υλικό που παράγονταν κατά την εκσκαφή, για το χτίσιμο πρόσθετων υπέργειων χώρων. Αργότερα, οι μοναχοί μετακόμισαν σε άλλες περιοχές και ο υπόσκαφος οικισμός κατοικήθηκε από τους γηγενείς. (Θεοδωράκη-Πάτση, 2011: 82)

Οι κατοικίες, οργανωμένες σε στρώσεις, εκμεταλλεύονται κάθε κομμάτι του βράχου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλαπλών όψεων, όπου οι επιμέρους κατοικίες επικοινωνούν με υπόγειους λαβύρινθους. Οι κάτοικοι αξιοποιούσαν τα δώματα των υπόσκαφων κατοικιών τόσο για τις καλλιέργειές τους, όσο και για τη διαμόρφωση υπέργειων διαδρομών. (Σκουτέλια, 2022: 37)

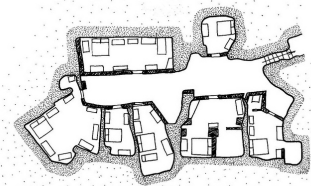
Η δομή τους χαρακτηρίζεται από τοίχους, μεγάλου πάχους, ικανούς να παρέχουν στήριξη του βράχου, εξασφαλίζοντας παράλληλα μία βασική πηγή φωτισμού στο άνοιγμα της εισόδου. (Καστανίδου, 2017: 74) Οι κατοικίες διαμορφώνονται στο εσωτερικό του βράχου, με μοναδική ελεύθερη όψη αυτή της εισόδου. Οι πρώτες κατοικίες διαμορφώνονταν στις ήδη υπάρχουσες φυσικές σπηλιές, ωστόσο, σύντομα οι κάτοικοι επέκτειναν τα σπήλαια τεχνητά, αξιοποιώντας το υλικό που προερχόταν από την εξόρυξη, για τη κατασκευή της εισόδου και των διαχωριστικών τοίχων. (Ramseyer, 2014)

Οι κατοικίες αποτελούμενες από τοίχους και θόλους, από ασβεστολιθικό υλικό, γνωστό ως tufo ή tuf, τοποθετούνται σε ένα πέταλο γύρω από ένα κεντρικό αίθριο, που ονομάζεται vicinato και έχει νότιο προσανατολισμό, μικρό βάθος και τη μεγάλη διάστασή του παράλληλα στην όψη, με σκοπό την πρόσληψη όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ηλιακής ακτινοβολίας. Ένα πολύπλοκο σύστημα σωλήνων συλλέγει τα όμβρια ύδατα της στέγης, μεταφέροντας τα σε δεξαμενές που βρίσκονται είτε κάτω από την οροφή, είτε στο κέντρο του vicinato, προκειμένου να αξιοποιηθούν κατά τις περιόδους ξηρασίας. (Ramseyer, 2014)

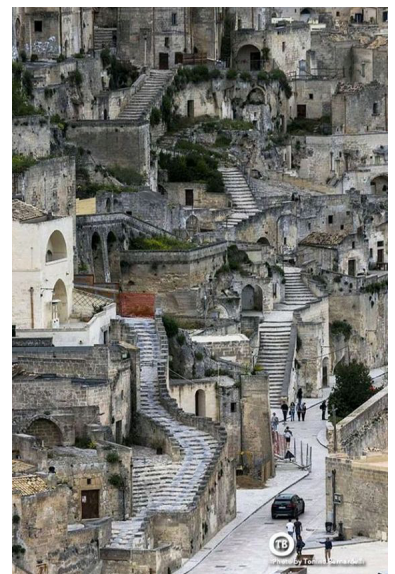
Σημαντικό στοιχείο ενίσχυσης του εισερχόμενου φυσικού φωτός υπήρξε η διαμόρφωση των ανοιγμάτων (πόρτες και παράθυρα) υπό συγκεκριμένες γωνίες, με σκοπό να ενισχύεται η είσοδος των ηλιακών ακτινών κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ταυτόχρονα να περιορίζεται τους θερινούς μήνες. (Porcari, Guida, 2022) Μέσω των ανοιγμάτων αυτών επιτυγχάνεται και ο απαιτούμενος αερισμός, ο οποίος παράλληλα ενισχύεται μέσω ανοιγμάτων κοντά στην οροφή.



Εικ. 24\_ Κλιμακωτή διάταξη οικισμού, Sassi di Matera, Ιταλία



Σχ. 32\_ Σχηματική κάτοψη υπόσκαφων κατοικιών τοποθετημένες σε πέταλο γύρω από κεντρικό αίθριο, αρχαία πόλη Matera, Ιταλία



Εικ. 25\_ Επικοινωνία επιπέδων του οικισμού, Sassi di Matera, Ιταλία

### 3.2.4 | Ισπανία – κοιλάδα Ταϋμπα και χωριό Guadix

Η Ισπανία αποτελεί μία από τις χώρες όπου αναπτύχθηκαν υπόσκαφες κατοικίες, πολλές από τις οποίες κατοικούνται μέχρι σήμερα. Η σύσταση του εδάφους, το ανάγλυφο, το κλίμα, καθώς και οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες συνετέλεσαν στη κατασκευή υπόσκαφων οικισμών. Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν οι υπόσκαφες κατοικίες που αναπτύχθηκαν στην κοιλάδα Ταϋμπα, νοτιοανατολικά της Μαδρίτης, καθώς και αυτές κοντά στο χωριό Guadix, στην επαρχία Guanada.

Στη περίπτωση της κοιλάδας Ταϋμπα, οι υπόσκαφες κατοικίες αναπτύσσονται κατά μήκος αυτής, διαμορφώνοντας το χωριό Cuevas. Στη κατασκευή των κατοικιών καθοριστικός παράγοντας υπήρξε το μαλακό έδαφος, το οποίο σχηματίζεται από την ανάδυση στρώσεων ασβεστόλιθου και γύψου, που το καθιστούν εύκολο στο σκάψιμο, αλλά με αρκετή συνοχή προκειμένου να διασφαλίζεται δομική σταθερότητα. Παράλληλα, το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό μεσογειακό, με ζεστά και ξηρά καλοκαίρια και κρύους χειμώνες, ενώ παρατηρούνται ημερήσιες θερμικές μεταβολές. (Barbero-Barrera, Gil-Crespo, Maldonado-Ramos, 2014: 539)

Ο νότιος, νοτιοανατολικός και ανατολικός προσανατολισμός των κατοικιών, σε συνδυασμό με την κατακόρυφή τους διάταξη, συμβάλουν στην ενίσχυση του εισερχόμενου φυσικού φωτός. (Barbero-Barrera, Gil-Crespo, Maldonado-Ramos, 2014: 542)



Εικ. 26\_ Είσοδοι υπόσκαφων κατοικιών του χωριού Cuevas, κοιλάδα Ταϋμπα, Ισπανία



Εικ. 27\_ Υπόσκαφος οικισμός, χωριό Cuevas, κοιλάδα Ταϋμπα, Ισπανία

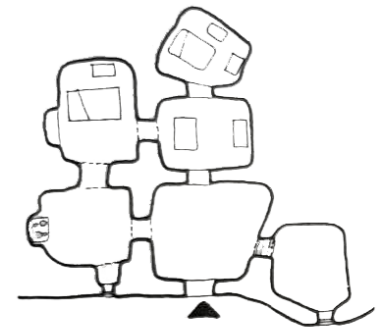
Από την άλλη πλευρά, το χωριό Guadix βρίσκεται κοντά στη Γρανάδα, σε ένα οροπέδιο αποτελούμενο από αργιλικά εδάφη, που σχηματίζουν κυματισμούς και είναι εύκολα στο σκάψιμο. Οι υπόσκαφες κατοικίες άρχισαν να κατασκευάζονται τον 16ο αιώνα, λειτουργώντας ως καταφύγια. (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013)

Κάθε αυτοτελής κατοικία χωρίζεται σε δύο ευδιάκριτες ζώνες:

- τη ζώνη ημέρας, αποτελούμενη από τους χώρους του καθιστικού και της κουζίνας, με ανοίγματα στην πρόσοψη για φυσικό φωτισμό
- και τη ζώνη της νύχτας, όπου οργανώνονται τα υπνοδωμάτια, με έμμεσο φωτισμό. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 158-159)

Οι κατοικίες διέθεταν συνήθως μία ελεύθερη όψη, όπου υπήρχε η κεντρική είσοδος, ενώ οι υπόλοιποι χώροι ήταν θαμμένοι. Οι προσόψεις των κατοικιών βιάφονταν κάθε χρόνο με ασβέστη, με σκοπό την προστασία των αργιλικών τοιχωμάτων από την υγρασία και την προσαρμογή της κατοικίας στο τοπίο. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 159) Οι εσωτερικοί τοίχοι έχουν πάχος 50-60εκ. και η διάταξη των χώρων ποικίλει.

Παρά το γεγονός ότι η συνοικία αυτή υπήρξε η πιο φτωχή της πόλης, τα τελευταία χρόνια έχει αναβιώσει ο υπόσκαφος τρόπος δόμησης, με αποτέλεσμα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού να μένει σήμερα σε τέτοιες κατοικίες.



Σχ. 33\_ Σχηματική κάτοψη υπόσκαφης κατοικίας στο χωριό Guadix, Γρανάδα, Ισπανία



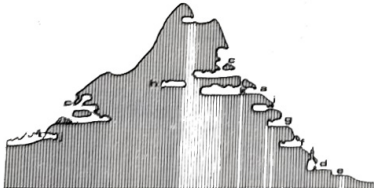
Σχ. 28\_ Υπόσκαφος οικισμός, χωριό Guadix, Γρανάδα, Ισπανία (αριστερά)

Σχ. 29\_ Υπόσκαφη κατοικία του χωριού Guadix, Γρανάδα, Ισπανία (δεξιά)



Εικ. 30\_ Υπόσκαφος οικισμός, χωριό Guadix, Γρανάδα, Ισπανία

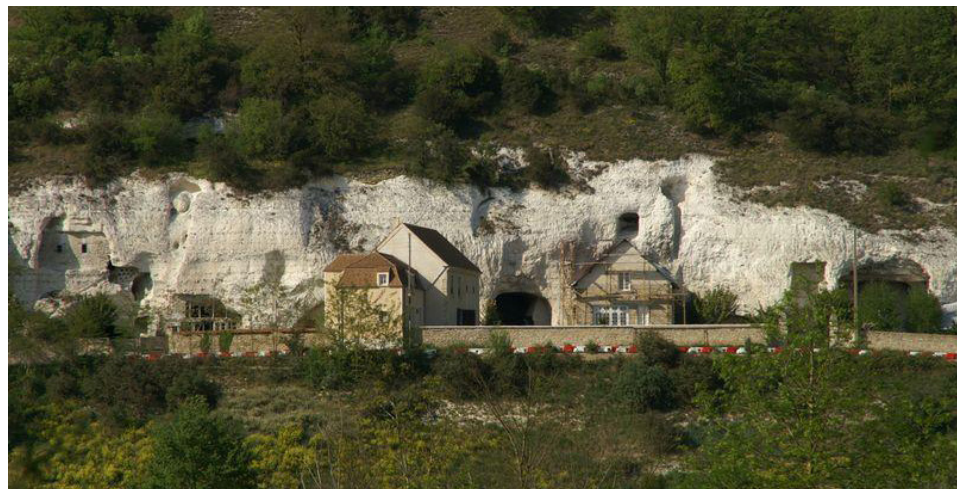
### 3.2.5|Γαλλία



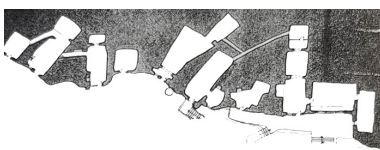
Σχ. 34\_ Σχηματική τομή υπόσκαφου οικισμού στο χωριό Haute-Isle, Γαλλία

Στη Γαλλία αναπτύχθηκαν πολλές μορφές υπόσκαφης κατοίκησης, από τις οποίες διατηρούνται λειτουργικές έως σήμερα αυτές των περιοχών Ανζου και Touraine, στη κεντρική Γαλλία.

Υπόσκαφες κατοικίες συναντώνται είτε στη κοιλάδα του Σηκουάνα, είτε προσαρμοσμένες σε βράχους. Το χωριό Haute-Isle, που σήμερα έχει εγκαταλειφθεί, ήταν οργανωμένο σε πολλά επίπεδα, με κλιμακωτή διάταξη, προσαρμοσμένο στη βραχώδη πλαγιά. Η κατοικία οργανώνεται με διακεκριμένες λειτουργίες, ενώ οι χώροι της έχουν τη δυνατότητα επέκτασης μέσα στο βράχο. (Viré, 1931)



Εικ. 31\_ Υπόσκαφος οικισμός στο χωριό Haute-Isle, Γαλλία



Σχ. 35\_ Σχηματική κάτοψη υπόσκαφου οικισμού της κοινότητας Τρού, Γαλλία

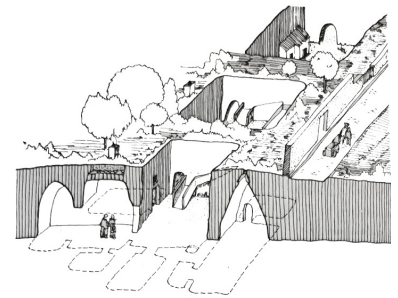
Μεταξύ των τριών μεγάλων περιοχών Ανζου, Ροίτου και Touraine αναπτύσσεται το πιο σημαντικό τρωγλοδυτικό κέντρο, αποτελούμενο από τεχνητές υπόσκαφες κατοικίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η κοινότητα Τρού, οργανωμένη γραμμικά, σε λοφώδες ανάγλυφο, αποτελούμενο από ασβεστούχα υλικά. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 162-164)

Εικ. 32, 33\_ Είσοδοι υπόσκαφων κατοικιών της κοινότητας Τρού, Γαλλία

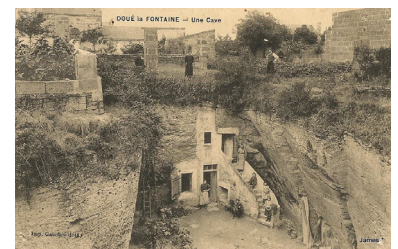




Παράλληλα, στη περιοχή Doué-la-Fontaine συναντώνται υπόσκαφες κατοικίες, διαμορφωμένες σε επίπεδο έδαφος, γύρω από εσωτερικά αίθρια, που εξυπηρετούσαν στις αγροτικές δραστηριότητες των κατοίκων τους. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 162-164)



Σχ. 36\_ Σχηματική αξονομετρική τομή υπόσκαφης κατοικίας στη περιοχή Doué-la-Fontaine, Γαλλία

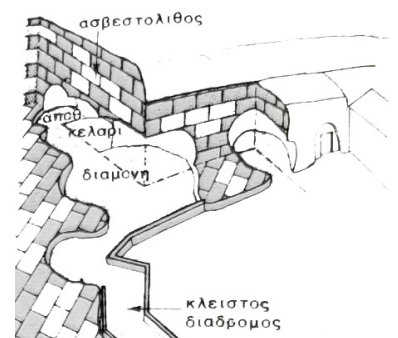


Εικ. 35\_ Είσοδοι υπόσκαφων κατοικιών, Doué-la-Fontaine, Γαλλία

Εικ. 34\_ Εσωτερικό αίθριο υπόσκαφων κατοικιών στη περιοχή Doué-la-Fontaine, Γαλλία (αριστερά)

Τέλος, υπόσκαφες κατοικίες παρουσιάζονται και στη περιοχή του ποταμού Loire, κατά μήκος της βορεινής όχθης του, διαμορφωμένες στο μαλακό, ασβεστολιθικό βράχο, έχοντας νότιο προσανατολισμό. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 162-164)

Όλες οι μορφές υπόσκαφων κατοικιών εξασφάλιζαν έλεγχο του φυσικού φωτισμού, τόσο μέσω της χρήσης εσωτερικών αιθρίων, όσο και λόγω του νότιο προσανατολισμού τους και της διαμόρφωσης τουλάχιστον μίας ελεύθερης όψης, χωρίς την ύπαρξη εμποδίων. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 160-164)



Σχ. 37\_ Οργάνωση υπόσκαφης κατοικίας στην όχθη του ποταμού Loire, Γαλλία



Εικ. 37\_ Είσοδοι υπόσκαφων κατοικιών στη περιοχή του ποταμού Loire, Γαλλία

Εικ. 36\_ Υπόσκαφος οικισμός στη περιοχή του ποταμού Loire, Γαλλία (αριστερά)

### 3.2.6 | Κίνα – οικισμοί οροπεδίου Loess

Οι υπόσκαφοι οικισμοί της Κίνας, γνωστοί ως “yáodòng”, συναντώνται στο οροπέδιο Loess στο βορειοδυτικό και κεντρικό τμήμα της Κίνας, ήδη από τη 2η χιλιετία π.Χ.. Οι παραδοσιακές αυτές κατοικίες ποικίλουν ως προς τη δομή και την οργάνωση, αντικατοπτρίζοντας τις κλιματολογικές και γεωμορφολογικές αντιθέσεις της περιοχής, καθώς επίσης και τις παραδόσεις, τα έθιμα, τις εκάστοτε κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες και τις φυσικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής. Παράλληλα, το ανάγλυφο του οροπεδίου παρουσιάζει ιδιαίτερη ποικιλομορφία, αποτελούμενο από κοιλάδες, χαράδρες, φαράγγια και λόφους, που υπήρξαν καθοριστικός παράγοντας ανάπτυξης των υπόσκαφων κατοικιών. Υπόσκαφοι οικισμοί συναντώνται στις τέσσερις επαρχίες: Gansu, Shanxi, Henan και την περιοχή Hui της Ningxia. (Fabrizi, 2021).

Το οροπέδιο Loess διαθέτει μαλακό, κίτρινο χώμα (ασβεστούχος πηλός - loess), εύκολο στην εκσκαφή, το οποίο μεταφέρθηκε και κατατέθηκε στο σημείο, μέσω του ανέμου. Πρόκειται για λεπτόκοκκο χώμα, το οποίο περιέχει ορισμένη ποσότητα ασβεστολιθικού υλικού, που το καθιστά εύπλαστο και ικανό να παραλάβει αρκετό φορτίο, όταν μένει ξηρό και προστατευμένο από το νερό. Συνεπώς, η σύστασή του ήταν η κατάλληλη για την κατασκευή σπηλαιωδών κατοικιών. (Panse, 2019)

Ως προς τις κλιματικές συνθήκες, η περιοχή χαρακτηρίζεται από μεγάλο εύρος θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του έτους, με σύντομα, ζεστά και ξηρά καλοκαίρια με λίγες βροχοπτώσεις και μακρούς, ψυχρούς και ξηρούς χειμώνες. Η αρχιτεκτονική των σπηλαιωδών κατοικιών καθιστούσε το εσωτερικό δροσερό κατά τους θερινούς μήνες και ζεστό τους χειμερινούς, εξασφαλίζοντας θερμική άνεση στους χρήστες. (Panse, 2019)

Οι πρώτες δομές κατοικιών αποτελούνταν από μία ημικυκλική είσοδο και μία αίθουσα, θολωτής οροφής, πλάτους 3-4 μέτρων και βάθους 6-8 μέτρων. Η θολωτή δομή των κατοικιών διένειμε τα φορτία της οροφής, καθιστώντας την ιδιαίτερα σταθερή, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνταν ξύλινα δοκάρια για μεγαλύτερη στήριξη. Με το πέρασμα των χρόνων, άρχισαν να ανοίγονται πλευρικά ανοίγματα στις κατοικίες, με σκοπό τη δημιουργία επιμέρους δωματίων. Οι υπόσκαφες κατοικίες διέθεταν αποκλειστικά μία ελεύθερη όψη, στην οποία ήταν διαμορφωμένα τα μοναδικά ανοίγματα για εξασφάλιση φυσικού φωτισμού και αερισμού. (Alkaff, Sim, Efsan, 2015)

Οι σπηλαιώδεις κατοικίες διακρίνονται σε δύο τύπους: σπήλαια στην άκρη του βράχου (kàoyángáo – Cliffside Yaodong) και βυθισμένα σπήλαια (dìkēngyáo - Sunken Yaodong).

Στον πρώτο τύπο, η κατοικία είναι σκαμμένη κατά μήκος των πλευρών των βράχων και κοιλάδων, προκειμένου να εναρμονίζεται με το τοπίο, να προφυλάσσεται από τους ανέμους και να εξασφαλίζει τη μέγιστη εκμετάλλευση

του φυσικού φωτός, καθώς συχνά έχει νότιο προσανατολισμό. Οι κατοικίες αυτού του τύπου χρησιμοποιούν τον βράχο ως πρωταρχική δομή, το εσωτερικό των οποίων ενισχύεται από ξύλινο σκελετό. (Fewkes, 1910) Ως επί το πλείστον, είναι ορθογωνικής κάτοψης με θολωτή οροφή και τοίχους κατασκευασμένους από πηλό και επενδυμένους με πέτρες. Οι κατοικίες αυτές έχουν στενή πρόσοψη και επέκταση προς τον βράχο, ενώ η μοναδική ελεύθερη όψη διαθέτει μία πόρτα με ένα μικρό παράθυρο για εξαερισμό και δύο ανοίγματα εκατέρωθεν αυτής. Ωστόσο, τα ανοίγματα της πρόσοψης δεν επαρκούν για το φωτισμό όλων των χώρων, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις, η οικογένεια δεν διέθετε χρήματα για τοποθέτηση γυαλιού σε αυτά, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται χαρτί, μειώνοντας ακόμα περισσότερο το φωτισμό. (Jingwen, 1998: 61)

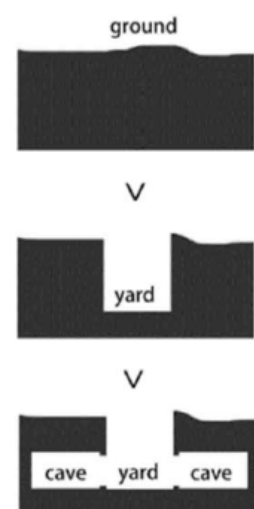
Οι κατοικίες του πρώτου τύπου κατανέμονται σε ένα ή περισσότερα επίπεδα κατά μήκος του λόφου, συνδεδεμένες με σκάλες και λειτουργώντας ως πολυώροφα κτίρια.



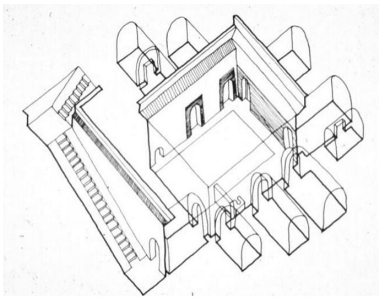
Εικ. 38\_ Σπήλαια στην άκρη του βράχου (Cliffside Yaodong), οροπέδιο Loess, Κίνα

Από την άλλη πλευρά, ο δεύτερος τύπος αξιοποιούνταν στις περιοχές που χαρακτηρίζονταν αποκλειστικά από επίπεδες πλατείες, μέσω της διαμόρφωσης μιας μεγάλης βυθισμένης αυλής – αιθρίου, με το όνομα Xiachen (βυθισμένος), στις πλευρές της οποίας ανασκάπτονταν οι κατοικίες. (Jingwen, 1998: 57)

Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή σκάβεται αρχικά ένας λάκκος, σε βάθος 7 έως 9 μέτρα, ο οποίος θα αποτελέσει την κεντρική αυλή, καθώς και την κύρια πηγή φυσικού φωτός των κατοικιών που θα περιλαμβάνει. Κατά τη διάνοιξη του λάκκου, το χώμα κατά μήκος των τεσσάρων πλευρών του στερεοποιείται και ξηραίνεται. Στη συνέχεια, ακολουθεί η διάνοιξη των κατοικιών, με τη δημιουργία αψίδας στην είσοδο και μακρόστενη κάτοψη, λόγω των περιορισμών του υλικού, με διαστάσεις 2 έως 3 μέτρα πλάτος, 5 έως 10 μέτρα βάθος και ύψος που φτάνει τα 4,5 μέτρα μέχρι την κορυφή της θολωτής οροφής. (Jingwen, 1998: 57-58)



Σχ. 38\_ Διαδικασία κατασκευής βυθισμένων σπηλαίων στην Κίνα



Σχ. 39\_ Αξονομετρική απεικόνιση βυθισμένου σπηλαίου στην Κίνα



Εικ. 39\_ Βυθισμένο αίθριο (Sunken Yaodong), Κίνα



Εικ. 40\_ Είσοδος υπόσκαφης κατοικίας σε βυθισμένη αυλή, Κίνα

Με την ολοκλήρωση της εκσκαφής, οι εσωτερικοί χώροι επιχρίονται με σοβά από loess και ασβέστη. (Fuller, Clapp, 1924: 218) Σε ορισμένες περιπτώσεις ακολουθεί η τοποθέτηση τούβλων ή πλίνθων στο εσωτερικό, προκειμένου να αποφευχθεί η κατάρρευση του υλικού. (Gao, 2021) Το υλικό που αφαιρείται χρησιμοποιείται για τη δημιουργία πλίνθων, που πρόκειται να αξιοποιηθούν στους κατακόρυφους τοίχους της πρόσοψης, οι οποίοι στη συνέχεια ενισχύονται με ένα μείγμα λάσπης και άχυρου, που επικαλύπτεται με ασβεστοκονίαμα. (Hua, Zhou, Bai, 2020). Η οροφή κάθε κατοικίας καλύπτεται με τουλάχιστον δύο μέτρα χώμα, ώστε να επιτευχθεί η απαραίτητη μόνωση στο εσωτερικό. (Σκουτέλια, 2022: 48) Τα κουφώματα ήταν κατασκευασμένα από ξύλο, το οποίο ήταν σε έλλειψη στην περιοχή. Η πρόσβαση στο επίπεδο της αυλής πραγματοποιούνταν μέσω κλειστής ή ανοιχτής ράμπας.

Στις κατοικίες αυτού του τύπου, δεδομένου ότι η πρόσοψη αποτελεί τη μοναδική ελεύθερη όψη, υπάρχει έλλειψη φωτισμού και ανεπαρκής αερισμός. Οι προσόψεις διαμορφώνονται με μία κεντρική είσοδο, πάνω από την οποία υπάρχει ένα μεγάλο άνοιγμα και εκατέρωθεν αυτής κατασκευάζονται δύο παράθυρα, προκειμένου να επιτευχθεί ο κατά το δυνατόν μεγαλύτερος φυσικός φωτισμός των χώρων. Ωστόσο, τα δωμάτια που βρίσκονται σε μεγαλύτερο βάθος παραμένουν σκοτεινά. Συχνά παρατηρείται φύτευση δέντρων, με σκοπό την αποφυγή ενδεχόμενης πλημμύρας, αλλά και ως μέσο σκίασης τους θερινούς μήνες. (Hua, Zhou, Bai, 2020).

Η ταξινόμηση των χώρων πραγματοποιείται σύμφωνα με τις αρχές της Κινέζικης παράδοσης, που θέλουν την πλευρά με νότιο προσανατολισμό να αποδίδεται στη μεγαλύτερη ηλικιακά γενιά, την ανατολική και δυτική πλευρά στη χαμηλότερη ιεραρχία, ενώ τα δωμάτια με βόρειο προσανατολισμό να χρησιμοποιούνται για δευτερεύουσες χρήσεις. (Hua, Zhou, Bai, 2020).

Σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του είδους υπόσκαφων κατοικιών αποτέλεσε η εξασφάλιση γης για γεωργική χρήση στην επιφάνεια του εδάφους, πάνω από αυτές, λόγω των περιορισμένων καλλιεργήσιμων εκτάσεων.



Εικ. 41\_ Βυθισμένα σπήλαια (Sunken Yaodong), Κίνα

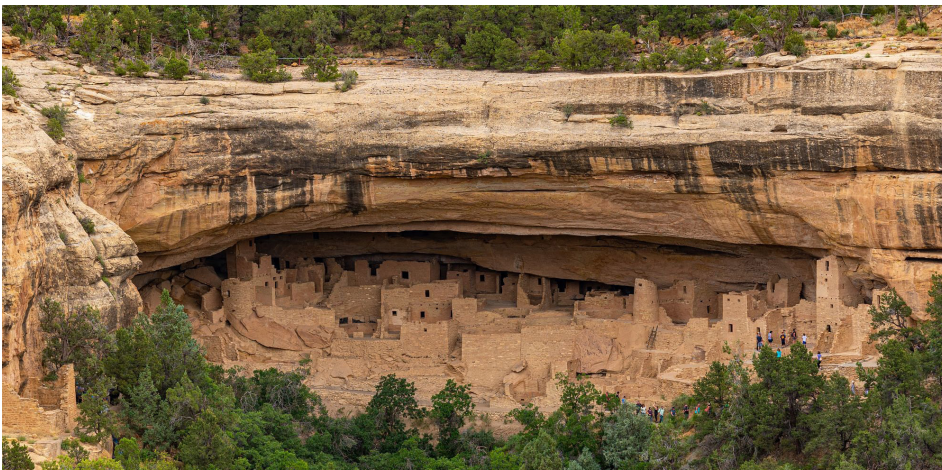
### 3.2.7 | Η.Π.Α. – χωριό Mesa Verde

Στο Νέο Μεξικό, νοτιοδυτικά των Η.Π.Α. αναπτύχθηκε το υπόσκαφο χωριό Mesa Verde, από τους λαούς των Ινδιάνων Pueblo, που ανακηρύχθηκε ως μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO.

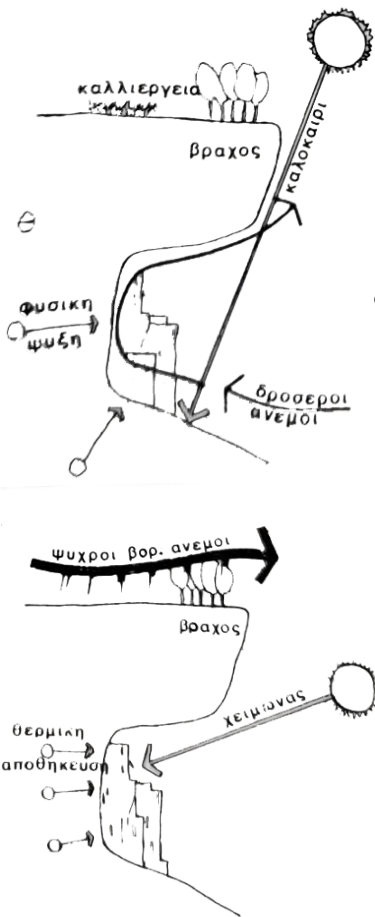
Οι ιθαγενείς αξιοποίησαν τις φυσικά διαμορφωμένες κοιλότητες στις απότομες όχθες του βράχου Cliff Palace, προκειμένου να διαμορφώσουν τις κατοικίες τους. Ο βράχος, ύψους περίπου 2.500 μέτρων, αποτέλεσε τη φυσική στέγη αυτών των κατοικιών. Μικρές κατοικίες, χτισμένες από πέτρα και προστατευμένες από τον τοξωτό βράχο, ήταν ικανές να παρέχουν προστασία από επιδρομές σε περίπου 400 κατοίκους. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 166)

Η τοποθέτηση των κτισμάτων πραγματοποιήθηκε με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η εναρμόνισή τους με το τοπίο, καθώς οι επιμέρους χώροι συνενώνονται και ακολουθούν, στο σύνολό τους, τη μορφή του βράχου. Οι κάτοικοι, ακολουθώντας αρχιτεκτονικά τη μέθοδο της συμπλήρωσης, δημιούργησαν ημίκτιστες κατασκευές από ψαμμίτη, χώμα και ξύλο, άψογα προσαρμοσμένες στο περιβάλλον. Τα ανοίγματα των όψεων ήταν μικρά σε διαστάσεις, με νότιο προσανατολισμό. (Watson, 1961)

Οι 150 διαμορφωμένοι χώροι του οικισμού, ήταν οργανωμένοι κυκλικά, γύρω από 23 υπόγεια επιμέρους δωμάτια, γνωστά ως “kiwas”, που διαγράφονται στο επίπεδο του εδάφους, αποτελώντας χώρους συγκέντρωσης και μυσταγωγίας. (Watson, 1961) Η προσπέλαση στην κατοικία πραγματοποιούνταν με ξύλινη σκάλα, από ένα κεντρικό άνοιγμα. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 166) Ένα πολύπλοκο δίκτυο συνδέει εκατοντάδες κέντρα και κοινότητες. Παράλληλα, τα χωράφια, πάνω από το βράχο, αξιοποιούνταν για καλλιέργεια. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 169)



Εικ. 42\_ Υπόσκαφο χωριό Mesa Verde, Cliff Palace, Νέο Μεξικό



Σχ. 40α, 40β\_ Λειτουργία της προεξοχής του βράχου:  
α) το καλοκαίρι (πάνω)  
β) το χειμώνα (κάτω)

Το χωριό Mesa Verde αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς εκμεταλλεύτηκε στο μέγιστο βαθμό τα πλεονεκτήματα που παρείχε η τοπογραφία της περιοχής. Η τοποθέτηση των κατοικιών στη φυσική κοιλότητα του βράχου, καθώς και ο νότιος προσανατολισμός τους, παρείχαν τη βέλτιστη εισχώρηση του φυσικού φωτός στο εσωτερικό των κατοικιών. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 169)

Επιπλέον, η προεξοχή του βράχου, σε σχέση με τις υποκείμενες σε αυτόν κατοικίες, εξασφάλιζε προστασία από τους ψυχρούς ανέμους και τις βροχοπτώσεις το χειμώνα και δροσισμό τους θερινούς μήνες. Παράλληλα, το καλοκαίρι, η προεξοχή του βράχου παρείχε ηλιοπροστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Συνεπώς, οι κάτοικοι της περιοχής κατάφεραν να εξασφαλίσουν προστασία από τις αντίξοες κλιματικές συνθήκες, επιτυγχάνοντας συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό των κατοικιών τους. (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 1985: 169)



Εικ. 43\_ Ο βράχος υπήρξε η φυσική στέγη των κατοικιών



Εικ. 44\_ Τα kiwas διαγράφονται κυκλικά στο επίπεδο του εδάφους

### 3.3 | Η περίπτωση της Σαντορίνης

Ο πιο γνωστός υπόσκαφος οικισμός της Ελλάδας είναι αυτός της Σαντορίνης, αποτελώντας τυπικό παράδειγμα προσαρμογής στην τοπογραφία του νησιού και εκμετάλλευσης της ιδιόμορφης σύστασης του εδάφους. Είναι “ένας τόπος όπου τοπίο και κατοίκηση αλληλοδιεισδύουν το ένα μέσα στο άλλο και συγχωνεύονται, συγκροτώντας μια ευρύτερη σύνθεση τοπίων”<sup>13</sup>.

Η Σαντορίνη ή Θήρα βρίσκεται στο νότιο Αιγαίο πέλαγος, στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων και διατηρεί ενεργό ηφαιστειο, από το οποίο προέκυψε η σημερινή μορφή του νησιού. Η ίδια, σε σχήμα μηνίσκου, περιβάλλει τον κόλπο της *καλντέρας*<sup>14</sup> από τα ανατολικά, ενώ τα μικρότερα νησιά Θηρασιά (δυτικά) και Ασπρονήσι (νοτιοδυτικά) συμπληρώνουν το κυκλικό περίγραμμα του νησιού. Το τμήμα του νησιού που είναι στραμμένο προς το εσωτερικό είναι βραχώδες και απότομο, σε αντίθεση με το τμήμα προς την ανοιχτή θάλασσα, που καταλήγει σε ομαλό κάμφο, ενώ το υπόλοιπο νησί είναι καλυμμένο από στρώσεις ηφαιστειογενών υλικών, προερχόμενων από παλαιότερες εκρήξεις. (Φιλιππίδης, 147)

Ιστορικά, η πρώτη μεγάλη έκρηξη του ηφαιστείου σημειώθηκε το 1500 π.Χ., που καταβύθισε το κεντρικό τμήμα του νησιού, το οποίο είχε τότε στρογγυλό σχήμα (η παλαιότερη ονομασία του νησιού ήταν Στρογγύλη), εξαφανίζοντας τον προϊστορικό του πολιτισμό. Απομεινάρια της ηφαιστειακής έκρηξης υπήρξαν η σημερινή Σαντορίνη, καθώς και τα μικρότερα νησιά Θηρασιά και Ασπρονήσι. Σε επόμενη περίοδο, σημειώθηκαν επάλληλες εκρήξεις, που είχαν ως αποτέλεσμα την ανάδυση των μικρότερων νησίδων της Παλαιάς και Νέας Καμένης. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 178)

Μετά τον σεισμό του 1956 η Σαντορίνη κηρύσσεται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, καθώς ολόκληρα τμήματα των οικισμών της καταστράφηκαν και μηχανικοί κλήθηκαν να αναλάβουν το έργο ανοικοδόμησής της. (Λάββα, 2020: 16)

Παρά το γεγονός ότι το νησί κατοικείται από το 3000 π.Χ., οι υπόσκαφες κατοικίες εμφανίστηκαν αργότερα, εξαιτίας των πειρατικών επιδρομών που ώθησαν τους κατοίκους να αναζητήσουν καταφύγιο στο δυτικό βραχώδες και φυσικά οχυρωμένο τμήμα του νησιού. (Κρητικάκη, 2020: 32)



Σχ. 41α, 41β\_ Γεωγραφική τοποθεσία και χάρτης Σαντορίνης

<sup>13</sup> Λάββα, Ρ., (επιμέλεια), (2020). *Σαντορίνη: Τοπίο του Νου*. Αθήνα: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Μ.Π., σελ. 15

<sup>14</sup> καλδέρα ή καλντέρα: εδαφική κοιλότητα που σχηματίζεται όταν υποχωρεί το τμήμα ενός ηφαιστειακού κώνου ή όταν διαβρώνονται βαθμιαία τα εσωτερικά τοιχώματά του. (Βικιπαίδεια, Ανάκτηση από Καλδέρα - Βικιπαίδεια (wikipedia.org))

Το νησί της Σαντορίνης ακολουθεί την αιγαιοπελαγίτικη αρχιτεκτονική, αφομοιώνοντας παράλληλα τις ξένες επιδράσεις που δέχτηκε από τις παλαιότερες κατακτήσεις και αξιοποιώντας την ιδιαίτερη τοπογραφία που το χαρακτηρίζει. Κατ' αυτόν τον τρόπο, κατάφερε να ξεχωρίσει ανάμεσα στα υπόλοιπα νησιά των Κυκλάδων, παραμένοντας ωστόσο πιστή στο ντόπιο λαϊκό στοιχείο, δημιουργώντας ένα κτισμένο περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από ποικιλία κατασκευαστικών λύσεων. Οι κάτοικοι του νησιού κατάφεραν να προσαρμόσουν τους διαθέσιμους πόρους και κατασκευαστικές τεχνικές στις ιδιομορφίες του τόπου, με συνέπεια να προκύπτουν λύσεις απλές, οικονομικές και με ωραίο αισθητικό αποτέλεσμα.



Σχ. 42\_ Σαντορίνη (προοπτική απεικόνιση)



### 3.3.1| Γεωμορφικά χαρακτηριστικά και κλίμα της Σαντορίνης

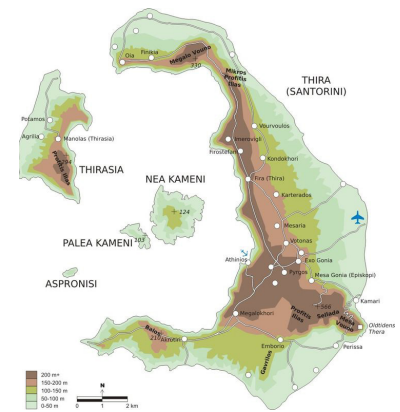
Η Σαντορίνη, κλιματικά, ανήκει στο Μεσογειακό νησιώτικο τύπο. Η θερινή περίοδος χαρακτηρίζεται από μέτριες θερμοκρασίες, με έντονη ωστόσο ηλιακή ακτινοβολία και ξηρασία, ενώ οι χειμώνες είναι ήπιοι, με λίγες βροχοπτώσεις. Η σχετική υγρασία του νησιού είναι αυξημένη, ακόμα και τους θερινούς μήνες, λόγω της γειννίας με τη θάλασσα, εξαιτίας της οποίας οι εποχιακές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις είναι σχετικά περιορισμένες. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 197-198)

Γεωμορφικά, το νησί είναι αμφιθεατρικά διαμορφωμένο, με απότομες κλίσεις και περιορισμένες δυνατότητες χωρικής ανάπτυξης, γεγονός που επέβαλε την υπόσκαφη μορφή. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 217 ) Η Σαντορίνη είναι κυρίως πεδινή, με ορεινούς όγκους που δεν ξεπερνούν τα 600 μέτρα. (Δελή, 2022: 24) Το δυτικό τμήμα του νησιού, προς την καλντέρα, είναι γυμνό, με απόκρημνους βράχους, ύψους 150-300 μέτρων, που καταλήγουν σχεδόν κατακόρυφα στη θάλασσα. Από την άλλη πλευρά, το ανατολικό τμήμα είναι εύφορο με ομαλές κλίσεις, διαθέτοντας τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις του νησιού. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 191)

Η παρουσία των ηφαιστειακών εκρήξεων, στο νησί, είναι ιδιαίτερα έντονη, καθώς οι γκρεμοί, στη δυτική πλευρά, φέρουν διαδοχικά στρώματα μαύρου και κόκκινου ηφαιστειακού λίθου (θηραϊκή γη), όπως μελετάται σε επόμενη ενότητα. (Jingwen, 1998: 11) Τα υλικά κατασκευής, που προήλθαν από τις ηφαιστειακές εξάρσεις, αποτέλεσαν ακόμη έναν λόγο δημιουργίας των υπόσκαφων κατασκευών, εξαιτίας της εύκολης ανασκαφής τους και της στατικής τους ικανότητας.

Κλίμα, σεισμοί, ηφαιστειακές εκρήξεις, διαθέσιμοι πόροι και τοπογραφία αποτέλεσαν τις κύριες παραμέτρους σχεδιασμού των υπόσκαφων κατοικιών του νησιού. Οι κατοικίες συνυπάρχουν αρμονικά, σε άμεση σχέση μεταξύ τους, καθιστώντας αδύνατο να διακρίνει κανείς τα όρια της μιας από την άλλη. (Σκουτέλια, 2022: 34) Προσαρμοσμένες στη τοπογραφία του νησιού, κάθε τυπική μονάδα κατοικίας αποτελεί κομμάτι ενός ενιαίου οικιστικού συνόλου, διαθέτοντας μοναδικά χαρακτηριστικά, που στο σύνολό τους δίνουν ένα αρμονικό και άρτιο αποτέλεσμα.

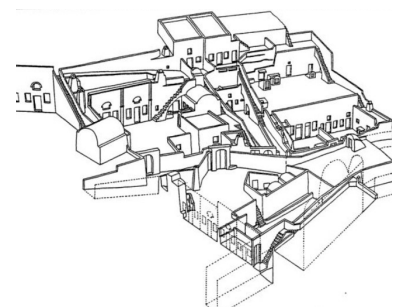
Ένα δίκτυο πεζόδρομων εξυπηρετεί την επικοινωνία μεταξύ των κατοικιών του οικισμού, αποτελώντας ένα ευέλικτο στοιχείο, ικανό να προσαρμόζεται ανάμεσα στα κτίσματα και στην ιδιομορφία του εδάφους. Οι πεζόδρομοι, διαμορφώνονται είτε παράλληλα, είτε κάθετα προς την κλίση, ενώ ορισμένα τμήματά τους μετατρέπονται σε σκαλοπάτια, λόγω του έντονα κεκλιμένου εδάφους. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 214)



Σχ. 43\_ Τοπογραφία Σαντορίνης



Σχ. 44\_ Προσαρμογή κατοικιών στην τοπογραφία του νησιού (προοπτική απεικόνιση)



Σχ. 45\_ Δίκτυο πεζόδρομων μεταξύ των υπόσκαφων κατοικιών

### 3.3.2| Οικιστικές διαμορφώσεις

Τα οικιστικά σύνολα της Σαντορίνης μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις κατηγορίες, ως προς:

- την κατασκευή των κτισμάτων τους
- τον τύπο των κατοικιών
- την τοποθεσία εγκατάστασης
- τη μέθοδο ανάπτυξης των οικισμών

Αναφορικά με τις κατασκευές, συναντώνται ως **υπόσκαφες, κτιστές και ημίκτιστες**.

- Τα υπόσκαφα κτίσματα, λαξεμένα στο κάθετο μέτωπο των γκρεμών, διαθέτουν μία ελεύθερη όψη, η οποία συμπληρώνεται με κτιστό τοίχο που κλείνει το κενό, διαθέτοντας τα απαραίτητα ανοίγματα.

- Οι κτιστές κατασκευές είναι κτισμένες πάνω στο έδαφος, άλλοτε προβάλλοντας τη θολωτή οροφή τους στην πρόσοψη, και άλλοτε κρύβοντάς την πίσω από έναν τοίχο με οριζόντια απόληξη.

- Τα ημίκτιστα κτίσματα αποτελούνται από κτιστό και υπόσκαφο τμήμα, με το πρώτο να βρίσκεται συνήθως από την πλευρά της προσπέλασης. (Φιλιππίδης, 160)

Ως προς τον τύπο των κατοικιών που συναντώνται στο νησί, αυτές διακρίνονται στο **αγροτικό σπίτι**, το **λαϊκό αστικό** και το **αρχοντικό σπίτι**.

- Το αγροτικό σπίτι διαμορφώνεται σε οικισμούς που διαθέτουν σχετική άνεση χώρου ή μέσα στα χωράφια. Αποτελείται από μία μεγάλη αυλή και βοηθητικούς χώρους (στάβλο, κοτέτσι, στέρνα, φούρνο κ.τ.λ.) οργανωμένους σε παράταξη γύρω από το καθαυτό σπίτι. (Φιλιππίδης, 160)

- Το λαϊκό αστικό σπίτι διαμορφώνεται στο πυκνοκατοικημένο κέντρο των οικισμών του νησιού, όπου παρατηρείται αλληλοδιείσδυση των όγκων. Η δομή του είναι ακανόνιστη, λόγω των όμορων ιδιοκτησιών, ενώ διαθέτει περιορισμένο ελεύθερο χώρο. Συνήθως, οργανώνεται σε δύο επίπεδα, με τους βοηθητικούς χώρους να διακρίνονται από την κύρια κατοικία και χρησιμοποιεί επινοητικούς τρόπους εξοικονόμησης χώρου και προσπέλασης μεταξύ των ορόφων. (Φιλιππίδης, 163) Το δίχωρο σπίτι υπήρξε η πρωταρχική μορφή κατοικίας, όπου οι χώροι περιορίζονταν στους απολύτως αναγκαίους, με το καθιστικό και την αυλή να αποτελούν το ζωτικό κέντρο της κατοικίας. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 264) Στους χώρους διαμονής, ο ενιαίος χώρος είτε υποδιαιρείται, με σκοπό τη δημιουργία επιμέρους δωματίων, είτε προστίθενται επιπλέον δωμάτια κατά παράταξη. Στην πρώτη περίπτωση, ο ενιαίος χώρος διαιρείται σε χώρο καθημερινού και υπνοδωμάτιο, το οποίο καταλαμβάνει περίπου το ένα τρίτο στο πίσω μέρος της κατοικίας. Ο διαχωρισμός των χώρων επιτυγχάνεται με τρόπο παρόμοιο με αυτόν της πρόσοψης, διαθέτοντας τα αντίστοιχα ανοίγματα (παράθυρα και αξονική πόρτα). (Φιλιππίδης, 164)

- Το αρχοντικό σπίτι, βρίσκεται ομοίως σε κεντρικές περιοχές οικισμών (Φιλιππίδης, 167) και δέχεται επιρροές από τη νεοκλασική αρχιτεκτονική, τόσο στη διάρθρωση των χώρων τους, όσο και στη μορφή τους. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 264) Πρόκειται για κτίσματα επιβλητικά, με συμμετρικές, μνημειακές προσόψεις, που επιδιώκουν να καλύψουν επιπλέον ανάγκες των χρηστών για κοινωνική προβολή. (Φιλιππίδης, 167)

Σχετικά με την τοποθεσία εγκατάστασης των κατοικιών, αυτές ήταν οργανωμένες είτε σε οχυρωμένους οικισμούς, γνωστούς ως **καστέλια**, είτε σε οικισμούς διαμορφωμένους σε **ποταμούς και καλντέρες**.

- Τα καστέλια, πέντε σε αριθμό, αποτελούνταν από το Κάστρο, την Επανωμεριά (σημερινή Οία), τον Πύργο, το Εμπορείο και το Ακρωτήρι. Εκτός από τα καστέλια υπήρχαν και οι γουλάδες, που αποτελούσαν μεμονωμένα φρουριακά κτίσματα, μέσα ή έξω από τα καστέλια. (Φιλιππίδης, 148)

- Πέρα από τους οχυρούς οικισμούς, διακρίνονται και αυτοί που βρίσκονται οργανωμένοι σε ποταμούς, δηλαδή σε κοίτες ξεροπόταμων, οι οποίες, λόγω της διάβρωσης του εδάφους, έχουν μετατραπεί σε φαράγγια (Φιλιππίδης, 148), όπως ο Βόθωνας, η Φοινικιά, το Καρτεράδο και η Μεσσαριά. Επιπλέον, οικισμοί αναπτύσσονται κατά μήκος της πλαγιάς της καλντέρας, όπως αυτοί της Οίας, των Φηρών και της Θηρασιάς, οι οποίοι είναι κατά το πλείστον υπόσκαφοι. Οι οικισμοί στους ποταμούς και τις καλντέρες είναι αποτέλεσμα των υδραυλικών ιδιοτήτων της θηραϊκής γης, που επέτρεψε την κατοίκηση σε αυτό το ιδιαίτερο ανάγλυφο. (Λάββα, 2020: 18)

Τέλος, ως προς τη μέθοδο ανάπτυξης των οικισμών, διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες:

- **Γραμμικοί**, που αναπτύσσονται στο χείλος του γκρεμού της καλντέρας, όπως τα Φηρά, η Οία και η Θηρασιά. Οι γραμμικοί οικισμοί εξελίσσονται πάνω σε έναν κεντρικό, γραμμικό άξονα κίνησης, εκατέρωθεν του οποίου διατάσσονται τα κτίσματα.

- **Εξελιγμένοι οχυροί**, που αναπτύσσονται έξω και γύρω από τα τείχη ενός αρχικού, οχυρού πυρήνα, όπως ο Πύργος, το Εμπορείο και το Ακρωτήρι. Η ανάπτυξη των οικισμών αυτών γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις, με τις περισσότερες κατοικίες να είναι κτιστές.

- **Υπόσκαφοι**, που ακολουθούν τους βραχίονες ενός ποταμού και μπορούν να επεκταθούν σε μια ευρύτερη περιοχή, όπως ο Βόθωνας, η Φοινικιά, το Καρτεράδο.

- **Μικτοί**, που διαθέτουν χαρακτηριστικά από διάφορα είδη οικισμών, όπως τα Φηρά, που περιλαμβάνουν ένα τμήμα υπόσκαφο προς τη μεριά των χωραφιών, παράλληλα με γραμμικά τμήματα προς τον γκρεμό. Συνήθως, ο τύπος αυτός δημιουργείται από την εξέλιξη ενός οικισμού μέσα στα χρόνια. (Φιλιππίδης, 154)

### 3.3.3| Υπόσκαφοι οικισμοί

Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα της Σαντορίνης, που τη διακρίνει από την τοπική αρχιτεκτονική των υπόλοιπων Κυκλαδίτικων νησιών. Έναυσμα για τη δημιουργία της τρωγλοδυτικής αρχιτεκτονικής του νησιού αποτέλεσαν τόσο το ανάγλυφο του τοπίου, προερχόμενο από τις ηφαιστειακές εκρήξεις, όσο και η σύσταση του εδάφους, οι ελάχιστοι διαθέσιμοι πόροι και η ύπαρξη φυσικών σπηλαίων. Παράλληλα, η ανάγκη για προστασία από τις πειρατικές επιδρομές και τις κλιματικές συνθήκες, καθώς και η εξοικονόμηση χώρου και καλλιεργήσιμης γης, αποτέλεσαν καθοριστικούς λόγους στροφής προς την τρωγλοδυτική αρχιτεκτονική.

Οι υπόσκαφες κατασκευές αποτελούσαν τα μικρά, φτωχικά σπίτια της Σαντορίνης, όπου κατοικούσαν οι ναυτικοί και οι φτωχότερες οικογένειες, σε αντίθεση με τις κτιστές κατοικίες των εύπορων οικογενειών (καπετανόσπιτα). Οι λεγόμενοι ανώνυμοι κατασκευαστές διαμόρφωσαν με ευφάνταστο τρόπο τις κατοικίες τους, εκμεταλλευόμενοι το ιδιαίτερο τοπίο, το κλίμα και το ανάγλυφο του εδάφους, προκειμένου να προσαρμόσουν αρμονικά τις κατασκευές τους σε αυτό. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 193)

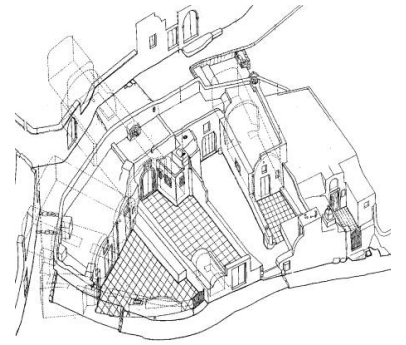
Οι ίδιοι, στην προσπάθεια τους να καλύψουν τις ανάγκες τους για στέγαση, ακολούθησαν κοινά κατασκευαστικά πρότυπα (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 219), δημιουργώντας κτιριακές μορφές όμοιες μεταξύ τους, χωρίς ωστόσο η μία να αντιγράφει πιστά την άλλη. Συνεπώς, το αρχικό πρότυπο επαναλαμβάνεται, προσαρμοσμένο στις εκάστοτε ανάγκες και προσωπικές επιθυμίες, αποτελώντας κάθε νέα κατασκευή εξέλιξη της προηγούμενης.



Εικ. 45\_ Υπόσκαφες κατοικίες Σαντορίνης

Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για τρωγλοδύτικες κατοικίες, με στενομέτωπη όψη, λαξευμένες στη θηραϊκή γη, με θολωτή οροφή και μία μοναδική πρόσοψη, όπου διαμορφώνονταν τα απαιτούμενα ανοίγματα. Οι υπόσκαφες κατοικίες είτε λαξεύονταν εξ ολοκλήρου στη γη, είτε διέθεταν και πρόσθετα κτιστά τμήματα. Σε πολλές περιπτώσεις, παρατηρείται αλληλοδιείσδυση των όγκων γειτονικών κατοικιών, λόγω του περιορισμένου χώρου ανάπτυξης, που δίνει ένα ιδιαίτερο μορφολογικό αποτέλεσμα, καθιστώντας αναγκαία τη συνεργασία μεταξύ των γειτόνων σε θέματα κατασκευής, πρόσβασης, αποχέτευσης κ.τ.λ..

Κάθε κατοικία διαθέτει μικρή περιφραγμένη αυλή, που αποτελεί μετάβαση από τον ιδιωτικό προς το δημόσιο χώρο. Οι κατοικίες διαμορφώνονται κλιμακωτά καθ' ύψος, ενισχύοντας τον ηλιασμό τους. Κατ' αυτό τον τρόπο, η οροφή της μιας κατοικίας, αποτελεί αυλή της επόμενης ή πεζόδρομο. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 217) Μεγέθη, όπως τα ανοίγματα της μοναδικής όψης (τριαδικό σύστημα), το ύψος των χώρων και οι εσωτερικές διαστάσεις, παρουσιάζουν τυποποίηση, με σκοπό την εξυπηρέτηση βασικών λειτουργικών αναγκών. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 219-220)



Σχ. 46\_ Υπόσκαφες κατοικίες, πεζόδρομοι και αυλές (προοπτική απεικόνιση)



Εικ. 46\_ Ημιυπόσκαφη κατοικία



Εικ. 47\_ Υπόσκαφη κατοικία με πρόσθετο κτιστό τμήμα

### 3.3.4| Χαρακτηριστικά υπόσκαφων οικισμών

- Προσανατολισμός

Ο προσανατολισμός των υπόσκαφων οικισμών της Σαντορίνης υπήρξε αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, που σχετίζονται με το ανάγλυφο και τις κλιματικές συνθήκες του νησιού. Το αμφιθεατρικά διαμορφωμένο τοπίο, με τις απότομες κλίσεις προς τη θάλασσα, οδήγησε στην κλιμακωτή διάταξη των υπόσκαφων, γεγονός που εξασφάλιζε ανεμπόδιση θέα σε κάθε κατοικία. (Δελή, 2022: 47-48)

Εκτός από τον τρόπο οργάνωσης των υπόσκαφων οικισμών, εξαιτίας του ανάγλυφου, οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες υπήρξαν καθοριστικές για τον προσανατολισμό αυτών. Οι βόρειοι άνεμοι, σε συνδυασμό με την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, κατά τη θερινή κυρίως περίοδο, είχαν ως αποτέλεσμα οι κατοικίες να έχουν νότιο, νοτιοανατολικό ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό. Κατ' αυτόν τον τρόπο, εξασφαλιζονταν προστασία από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους και ηλιασμός όλων των κτισμάτων.

Παράλληλα, οι περιορισμένες δυνατότητες χωρικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με το κλίμα του νησιού, οδήγησαν στην πυκνή δόμηση των οικισμών και τη δημιουργία στενών περασμάτων, πλάτους περίπου 1,00μ. με κάποιες αυξομειώσεις (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 221), προκειμένου να επιτυγχάνεται σκιασμός των κατοικιών και μεγαλύτερη ροή του ανέμου. Κατά συνέπεια, στους υπόσκαφους οικισμούς εξασφαλιζονταν δροσισμός κατά τη θερινή περίοδο, καθώς και αποθήκευση θερμότητας από την εκμετάλλευση του ήλιου, τους χειμερινούς μήνες.



Εικ. 48\_ Πυκνή δόμηση κατοικιών, μεταξύ των οποίων αναπτύσσονται στενά περάσματα



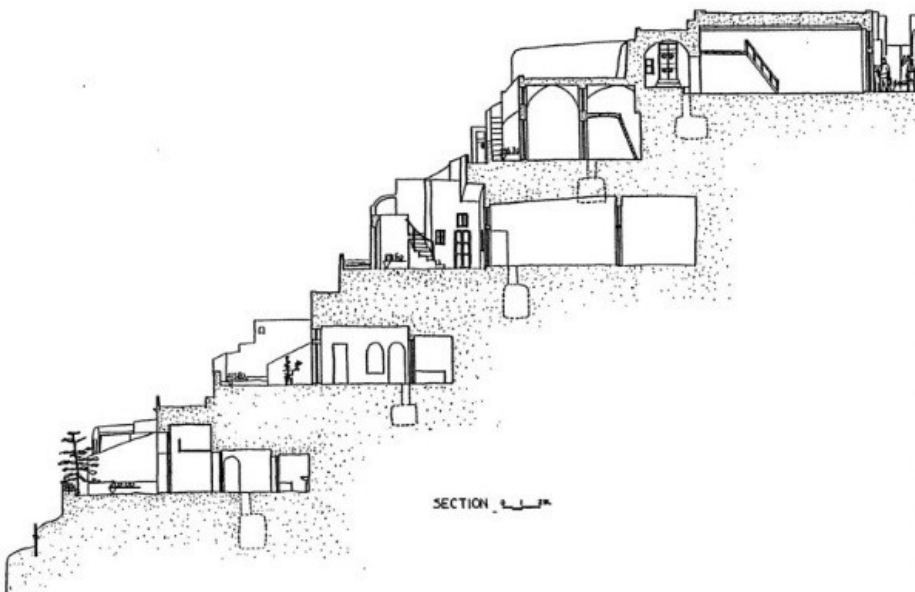
Εικ. 49\_ Κλιμακωτή διάταξη υπόσκαφων κατοικιών με ευνοϊκό προσανατολισμό (δεξιά)

### • Δώμα – αυλή

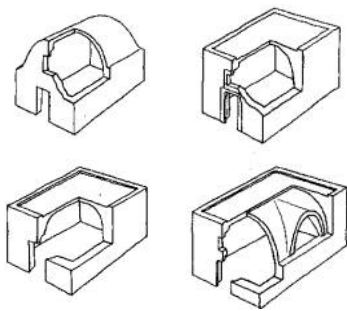
Όπως αναφέρεται σε προηγούμενη ενότητα, η καθ' ύψος κλιμακωτή διάταξη των υπόσκαφων κατοικιών είχε ως αποτέλεσμα, σε πολλές περιπτώσεις, το δώμα της υποκείμενης κατοικίας να λειτουργεί είτε ως αυλή της υπερκείμενης, είτε ως κοινόχρηστος χώρος ή πεζόδρομος. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 222)

Τα όρια του δημόσιου με το ιδιωτικό στους υπόσκαφους οικισμούς της καλντέρας δεν ήταν σαφή, καθώς οι αυλές δεν διέθεταν ψηλούς μαντρότοιχους, όπως σε άλλους παραδοσιακούς οικισμούς του νησιού. Το μέγεθος της εκάστοτε αυλής διαφέρει από τις υπόλοιπες, εξαιτίας των διαφορετικών κλίσεων, προεξοχών και κοίλων των βράχων, που δεν επέτρεπε στη μία κατοικία να είναι αντίγραφο της άλλης. Παρά τον περιορισμένο χώρο ανάπτυξης των αυλών, αυτές αποτελούσαν τόπο κοινωνικών επαφών, καθώς και χώρο ανάπτυξης δραστηριοτήτων ζωτικής σημασίας για την καθημερινή ζωή, όπως πλύσιμο ρούχων, μαγείρεμα, καθιστικό κ.τ.λ. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 222)

Ο προσανατολισμός των αυλών ήταν όμοιος με αυτόν των κατοικιών, προς τη θάλασσα και το νότο. Ορισμένες αυλές διέθεταν στέγαστρα και άλλες φυτά, με σκοπό την προστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία. (Μαρκαντωνάτου, 2018: 86)



Σχ. 47\_ Το δώμα της υποκείμενης κατοικίας λειτουργεί ως αυλή της υπερκείμενης



Σχ. 48\_ Θολωτές οροφές κατοικιών στη Σαντορίνη

#### • Θόλοι – επικάλυψη κατοικιών

Η ιδιομορφία της σύστασης του εδάφους, σε συνδυασμό με την αραιή βλάστηση, υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες ανάπτυξης ενός ιδιαίτερου συστήματος δόμησης και επικάλυψης των κατοικιών, τη θολοδομία. Η ίδια καθιερώθηκε, σχεδόν σε αποκλειστικότητα, ως εύκολος και απλός τρόπος στέγασης και γεφύρωσης των ανοιγμάτων όλων των κτισμάτων του νησιού, αποτελώντας χαρακτηριστικό στοιχείο της παραδοσιακής του αρχιτεκτονικής. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 273) Οι στατικές και υδραυλικές ιδιότητες της θηραϊκής γης, η έλλειψη ξυλείας και το μαλακό ηφαιστειογενές έδαφος, επέτρεψαν τη μαζική δημιουργία υπόσκαφων κατασκευών, οι οποίες συνήθως αναπτύσσονται σε περισσότερα του ενός επίπεδα και καλύπτονται με θολωτές κατασκευές.

Τα οριζόντια τμήματα των κατασκευών (στέγες, πατώματα, δώματα) διαμορφώνονται με θόλους, που ξεχωρίζουν για την ποικιλία των μορφών και μεθόδων κατασκευής τους. Οι πιο συνηθισμένες μορφές θόλων είναι οι κυλινδρικοί, οι ημικυλινδρικοί και οι ακανόνιστοι, όταν ήταν λαξευμένοι, καθώς και οι μεταγενέστεροι σκαφοειδείς. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 273) Η τελευταία μορφή θόλου παρείχε τη δυνατότητα στέγασης χωρικού ανοίγματος έως και πέντε μέτρων, με πλάκα πάχους 20 εκ., χωρίς να απαιτείται η προσθήκη οπλισμού σε αυτή. (Γοναλάκη, 2019: 79) Οι σκαφοειδείς θόλοι παρουσιάζουν εσωτερικά οροφή σχεδόν επίπεδη, με καμπύλες απολήξεις στην έδρασή τους, δίνοντας την αίσθηση ενός πιο ανοιχτού χώρου. Ακόμη μια μορφή είναι τα σταυροθόλια, που κατασκευάζονταν κυρίως από τις οικογένειες με μεγαλύτερη οικονομική άνεση, ενώ συναντώνται και χυτοί θόλοι. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 273-274)

Η στήριξη των θόλων γίνεται πάνω σε λίθινες τοιχοποιίες πάχους 50-70 εκ. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 273), ενώ στην περίπτωση πολυώροφων κτισμάτων, το πάχος της λιθοδομής ξεκινά από το ένα μέτρο και σταδιακά μειώνεται μέχρι το σημείο του θόλου. Για την κατασκευή του θόλου χρησιμοποιούνται ξύλινοι δοκοί που στηρίζονται σε ξύλινους στύλους, στα οποία εδράζονται ξυλότυποι. Στη συνέχεια, τοποθετούνται κλαδιά και θάμνοι, ενώ ακολουθεί τελική στρώση κονιάματος πάχους 20-25 εκ., που δίνει την τελική του μορφή. Με το πέρας τριών εβδομάδων, οι ξυλότυποι αφαιρούνται και παραμένει η στρώση κονιάματος, που αποτελεί την οροφή του θόλου. (Δελή, 2022: 57)

Οι θολωτές κατασκευές παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα στην κατασκευή και λειτουργία της κατοικίας, καθώς:

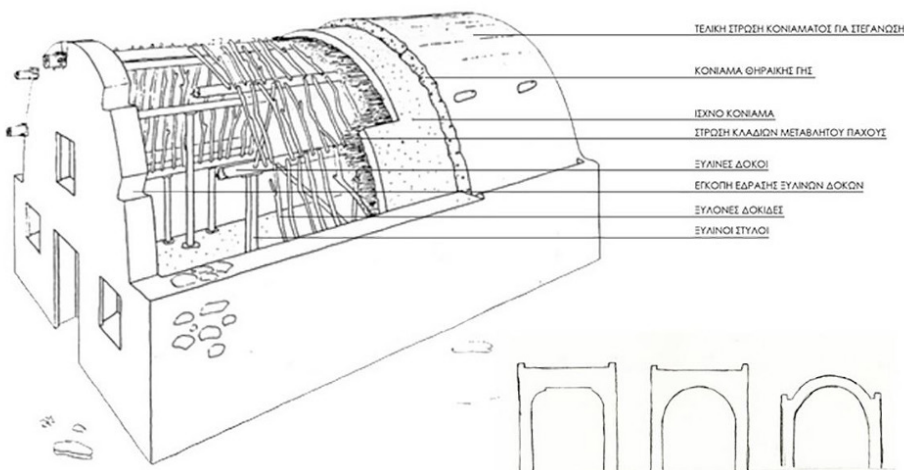
- εξασφαλίζουν μεγάλο ύψος στο εσωτερικό, περίπου πέντε μέτρων, δημιουργώντας αίσθημα ψυχολογικής άνεσης, στο οποίο υστερούν οι υπόσκαφες κατασκευές. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 276)



- απομακρύνουν το θερμικό φορτίο, καθώς η ημικυλινδρική τους επιφάνεια δέχεται μικρότερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, κατά τη διάρκεια της ημέρας. Παράλληλα, τη νύχτα επιταχύνεται η απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμότητας, καθώς μεγάλη ποσότητα μεταφέρεται προς τον θόλο, εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας με το εξωτερικό περιβάλλον, πετυχαίνοντας δροσισμό. (Δελή, 2022: 87)

- επιτρέπουν την κυκλική κίνηση του αέρα, εξαιτίας του ημικυλινδρικού τους σχήματος και του μεγάλου ύψους που εξασφαλίζουν, υποβοηθώντας το φυσικό αερισμό. (Γοναλάκη, 2019: 47) Ο ανυψούμενος ζεστός αέρας συγκεντρώνεται στην οροφή και απομακρύνεται εύκολα από το φεγγίτη της πρόσοψης. (Αθανασιάδης, 2010: 71)

- διαχέουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, ενισχύοντας τον φυσικό φωτισμό στο βάθος της κατασκευής, με τις διαδοχικές του ανακλάσεις στις παρειές του θόλου. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 276)



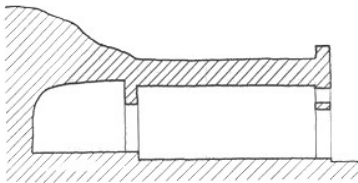
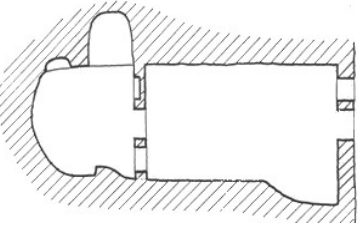
Σχ. 49\_ Μέθοδος κατασκευής θολωτής οροφής υπόσκαφων κατοικιών της Σαντορίνης

#### • Διάρθρωση και επέκταση κατοικίας

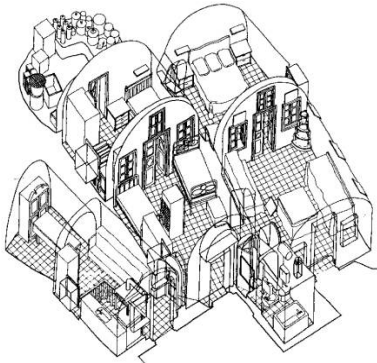
Η υπόσκαφη κατοικία βασίστηκε στον πρωταρχικό πυρήνα του δίχωρου κτίσματος, που δεχόταν προσαρμογές ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Η κατοικία στο σύνολό της αποτελούνταν από εσωτερικούς και υπαίθριους χώρους, με στενομέτωπο σχήμα και έκταση προς το βάθος του βράχου. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 266) Οι επικρατέστερες διαστάσεις στις οποίες κατασκευάζονταν ήταν 10 επί 4 μέτρα, αποτελούμενες από δύο βασικά τμήματα. Το μπροστινό, νότιο τμήμα, περιλάμβανε τους χώρους διημέρευσης (καθιστικό), ενώ το πίσω τα υπνοδωμάτια. (Σκουτέλια, 2022: 33) Τα δύο τμήματα χωρίζονταν λειτουργικά από έναν διαχωριστικό τοίχο, με ανοίγματα όμοια της πρόσοψης. (Κρητικάκη, 2020: 33)



Σχ. 50\_ Τύποι δίχωρης υπόσκαφης κατοικίας



Σχ. 51α, 51β\_ Τυπική κάτοψη και τομή υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη



Σχ. 52\_ Εσωτερική διαρρύθμιση υπόσκαφης κατοικίας



Εικ. 50\_ Διαχωριστικός τοίχος υπόσκαφης κατοικίας, με ανοίγματα όμοια της πρόσοψης

Σχ. 53\_ Τυπικά μεγέθη υπόσκαφων κατοικιών της Σαντορίνης (δεξιά)

Η διάρθρωση των εσωτερικών χώρων πραγματοποιούνταν ως εξής:

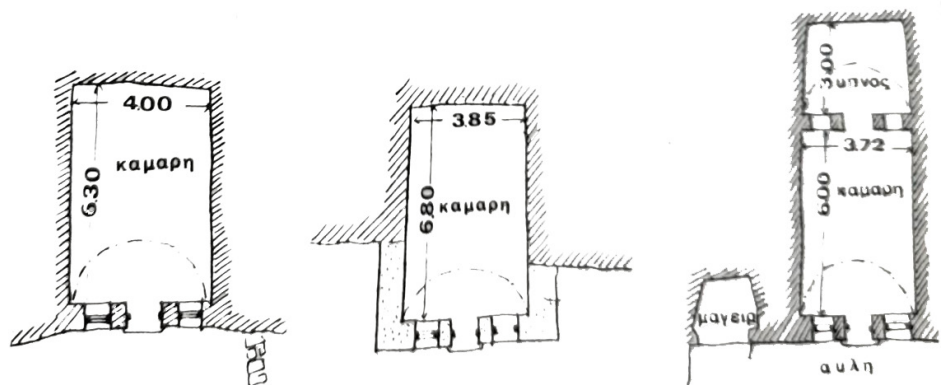
- το καθιστικό – καθημερινό, νότια προσανατολισμένο με επίμηκες σχήμα, αποτελούσε το μεγαλύτερο, σε μέγεθος, χώρο της κατοικίας. Σε αυτό διαδραματίζονταν όλες οι καθημερινές δραστηριότητες της οικογένειας, ενώ δεχόταν τα πλεονεκτήματα φωτισμού και αερισμού που εξασφαλίζονται στην κατοικία, καθώς επικοινωνούσε άμεσα με την πρόσοψη αυτής. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 266)

- το υπνοδωμάτιο είχε αποκλειστική χρήση ύπνου και διαχωρίζονταν από το καθιστικό με τον εσωτερικό τοίχο, ενώ μέσω αυτού δεχόταν έμμεσο φωτισμό και αερισμό. Σε πολλές περιπτώσεις, πάνω από το υπνοδωμάτιο διαμορφωνόταν πατάρι. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 266)

- η κουζίνα – μαγειρείο, άλλοτε με είσοδο από το καθιστικό και άλλοτε εξωτερική, είχε θέα προς την αυλή. Διέθετε μικρό ύψος και βρισκόταν σε υποβαθμισμένο επίπεδο σε σχέση με το καθιστικό. Συνήθως, πάνω από την κουζίνα χτιζόταν βοηθητικός χώρος, καθώς (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 227) και εξωτερική λαξευμένη σκάλα εξυπηρέτησης, μέσα από την αυλή.

- η τουαλέτα – αποχωρητήριο αποτελούσε ξεχωριστό δωμάτιο στην αυλή, χωρίς άμεση επικοινωνία με την υπόλοιπη κατοικία. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 266) Μικρή και στενή σε διαστάσεις, συναντώταν κυρίως υπερυψωμένη. Στο κενό που πρόκυπτε κάτω από αυτήν, γινόταν η συλλογή των λυμάτων.

Όταν οι ανάγκες μιας οικογένειας πλήθαιναν, πραγματοποιούνταν επέκταση της κατοικίας, η οποία εξασφαλίζονταν με το σκάψιμο του βράχου, με την προϋπόθεση ότι αυτό δεν εμπόδιζε το διπλανό υπόσκαφο κτίσμα. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 223)

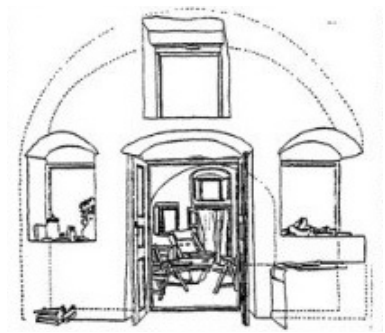
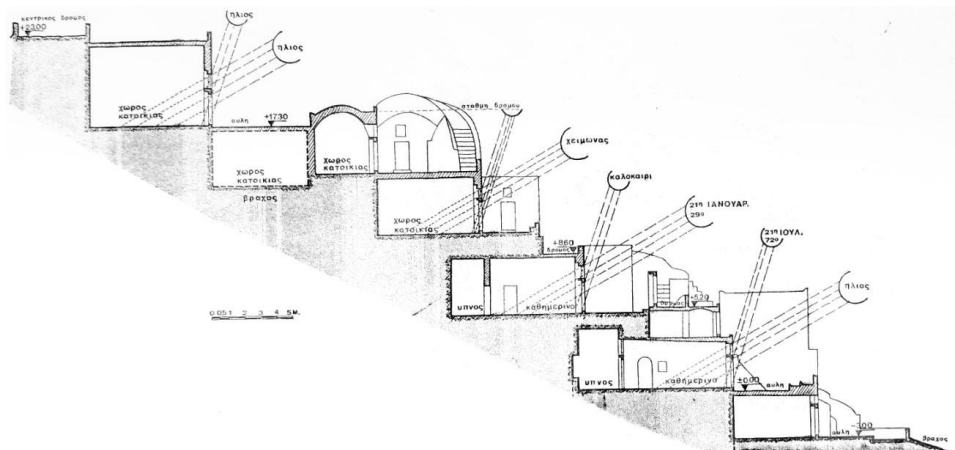


• **Ανοίγματα – παραθύρα – φωτισμός**

Στις υπόσκαφες κατοικίες της Σαντορίνης, τα ανοίγματα έχουν διαμορφωθεί με τρόπο ώστε να εξυπηρετούνται ανάγκες λειτουργικές, προσπέλασης, ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού. Τοποθετημένα στη μοναδική ελεύθερη όψη, έχουν προσανατολισμό από νοτιοανατολικό μέχρι νοτιοδυτικό, για αξιοποίηση των ηλιακών κερδών, και τυποποιημένη διάταξη, τριαδικού συστήματος. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 229) Πιο συγκεκριμένα, η κεντρική είσοδος φέρει εκατέρωθεν ανοίγματα και μικρό φεγγίτη πάνω από αυτή. Όμοια ανοίγματα συναντώνται στον εσωτερικό διαχωριστικό τοίχο, μεταξύ καθιστικού και υπνοδωματίου. (Σκουτέλια, 2022: 33)

Τα ανοίγματα έχουν μικρές διαστάσεις, πλάτους περίπου 0,60 – 0,80 μ., προκειμένου να παρέχουν προστασία από τους δυνατούς ανέμους, την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και θερμότητα, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες (Δελή, 2022: 63), αλλά και την αποφυγή απώλειας θερμότητας το χειμώνα. Παράλληλα, η τοποθέτησή τους γίνεται σχετικά ψηλά, κοντά στην οροφή, προκειμένου να αποφεύγεται η έντονη ανάκλαση του ηλιακού φωτός από το έδαφος ή τις επιφάνειες των απέναντι κτισμάτων (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 229), ενώ οι μικρές τους διαστάσεις συμβάλουν στην αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης. Συνεπώς, προκύπτει ότι ρόλος των ανοιγμάτων είναι κυρίως να περιορίσουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και όχι να την ενισχύσουν. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 229) εξασφαλίζοντας ωστόσο ελλιπή φυσικό φωτισμό.

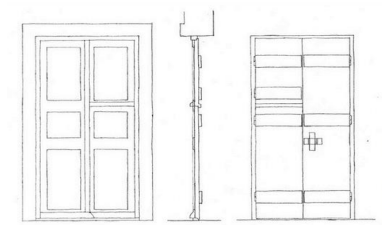
Η εξώπορτα κατασκευάζεται δίφυλλη, ταμπλαδωτή ή καρφωτή, με δύο κινητά φύλλα στο επάνω μέρος, που ανοίγουν ανεξάρτητα, εξασφαλίζοντας φωτισμό και αερισμό του εσωτερικού, ενώ η πόρτα παραμένει κλειστή. Τα παράθυρα, κυρίως μονόφυλλα, παρουσιάζουν τραπέζια κάτοψη, εξαιτίας της λοξής διατομής των πλαϊνών παραστάδων, ενώ σε τομή το ανώφλι διαμορφώνεται τοξωτά. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 278) Ο φεγγίτης, πάνω από την εξώπορτα, επιτρέπει διείσδυση του φυσικού φωτός σε μεγαλύτερο βάθος της κατασκευής, ενώ παράλληλα συμβάλλει στον αερισμό του εσωτερικού, καθώς η υγρασία που συσσωρεύεται στην οροφή μπορεί να απομακρυνθεί μέσω αυτού.



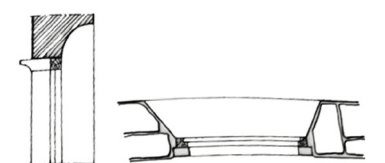
Σχ. 54\_ Σχηματική απεικόνιση πρόσοψης υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη



Εικ. 51\_ Πρόσωση υπόσκαφης κατοικίας στη Σαντορίνη (εσωτερική άποψη)

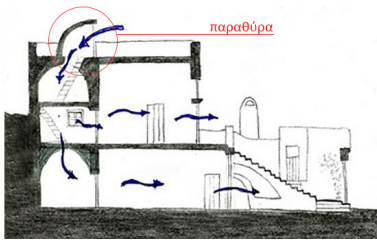


Σχ. 55\_ Εξώπορτα, δίφυλλη, με κινητό φύλλο στο πάνω μέρος, για εξασφάλιση φωτισμού και αερισμού



Σχ. 56\_ Μονόφυλλο παράθυρο με τραπέζια κάτοψη και τοξωτό ανώφλι (τομή και κάτοψη)

Σχ. 57\_ Μελέτη εισόδου ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη θερινή και χειμερινή περίοδο (τομή συνόλου κατοικιών)



Σχ. 58\_ Η παραθύρα λειτουργούσε ως συλλέκτης θαλάσσιας αύρας, φυσικού φωτισμού και αερισμού της κατοικίας

Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι τα ανοίγματα τις πρόσοψης διαμορφώνονται με τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι βέλτιστες συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό, ο φωτισμός των λειτουργιών που βρίσκονται στο βάθος της κατασκευής παραμένει μη επαρκής. Ο φωτισμός και αερισμός των χώρων αυτών είναι συνήθως έμμεσος, μέσω των ανοιγμάτων που επαναλαμβάνονται στο διαχωριστικό τοίχο.

Επιπλέον, βασικό μειονέκτημα των υπόσκαφων κατοικιών είναι ο ελλιπής αερισμός τους. Η μοναδική ελεύθερη όψη τους δεν είναι ικανή να εξασφαλίσει τον απαιτούμενο αερισμό και δροσισμό όλων των χώρων, με αποτέλεσμα η σχετική υγρασία να βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στο εσωτερικό. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό, σε αρκετές παραδοσιακές κατοικίες του νησιού συναντάται ένα άνοιγμα στην οροφή, με την ονομασία παραθύρα. Μέσω της παραθύρας εξασφαλιζόταν πρόσβαση στο δώμα, ενώ παράλληλα η ίδια λειτουργούσε ως συλλέκτης θαλάσσιας αύρας και φυσικού φωτισμού. Η παραθύρα είχε βόρειο προσανατολισμό, επιτρέποντας την είσοδο δροσερού αέρα το καλοκαίρι, συμβάλλοντας κατ' αυτό τον τρόπο στο δροσισμό και αερισμό της κατοικίας. (Μαρκαντωνάτου, 2018: 111-112)

#### • Τοιχοποιίες – υλικά επιφανειών

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, για την κατασκευή των υπόσκαφων κατοικιών του νησιού, χρησιμοποιήθηκαν υλικά ηφαιστειογενούς προέλευσης, όπου κάθε λίθος αναλογούσε σε συγκεκριμένο είδος κατασκευής.

Χαρακτηριστικά σημειώνονται τα ακόλουθα υλικά:

α) η **μαυρόπετρα**, σκληρό πέτρωμα, δύσκολο στην κατεργασία, που χρησιμοποιούταν για τη κατασκευή φερόντων τοίχων και μαντρών

β) η **κοκκινόπετρα**, που συναντάται σε δύο παραλλαγές, είτε συμπαγής, που χρησιμοποιείται για τις λαξευτές παραστάδες, τα υπέρθυρα ή για επενδύσεις εξωτερικών τοίχων, είτε πορώδης, κατάλληλη για την κατασκευή των θόλων ή για γέμισμα τοίχων, εξαιτίας της ελαφριάς τους σύστασης

γ) η **κίσσηρη ή αλίσιρας**, γνωστή ως ελαφρόπετρα, που από το 1925 αντικατέστησε την πορώδη κοκκινόπετρα για την κατασκευή των θόλων και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία βατών δωματίων, πάνω από τους θόλους

δ) η **άσπα ή θηραϊκή γη ή ποζουλάνα ή τέφρα**, που αποτελεί το πιο σημαντικό οικοδομικό υλικό. Εύκολη στην εξόρυξη και με εξαιρετικές υδραυλικές ιδιότητες, όταν ανακατεύεται με ασβέστη και νερό, παρέχει τη δυνατότητα γεφύρωσης ανοιγμάτων έως και 4,50μ., με την κατασκευή θόλων, χωρίς να απαιτείται οπλισμός. Σημαντικό χαρακτηριστικό της άσπας είναι ότι σκάβεται εύκολα, διευκολύνοντας τη δημιουργία υπόσκαφων χώρων

ε) το **ξύλο**, σπάνιο στο νησί λόγω της ελάχιστης βλάστησης, είναι υλικό εισαγόμενο, που χρησιμοποιήθηκε μόνο για την κατασκευή κουφωμάτων και σε ελάχιστες περιπτώσεις στα πατώματα των παταριών. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 271)

Οι τοιχοποιίες, όπου στηρίζονταν οι θόλοι, είχαν πάχος 50-70 εκ. και κατασκευάζονταν στη βάση από μαυρόπετρες και ψηλά από κοκκινόπετρες. Η μεταξύ τους σύνδεση επιτυγχάνονταν με ισχυρό κονίαμα, με βάση την άσπα. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 273) Τα στηθαία και οι τοίχοι πλήρωσης είχαν πάχος 20-25 εκ.. Οι επιφάνειες των τοίχων επιχρίονταν, τόσο εσωτερικά, όσο και εξωτερικά με λάσπη (μείγμα άσπας με νερό), ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις, για την ενίσχυση αυτής σφηνώνονταν μικρά κομμάτια κοκκινόπετρας, κατά διαστήματα, στο σοβά.(Αθανασιάδης, 2010: 71)

Τοίχοι, οροφές και πατώματα βάφονταν λευκά, αντανακλώντας την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, προκειμένου να ενισχύεται ο φυσικός φωτισμός στο εσωτερικό των κατοικιών.(Κρητικάκη, 2020: 33) Παράλληλα, οι ανοιχτόχρωμες, συνήθως φρεσκοασβεστωμένες για λόγους υγιεινής, εξωτερικές επιφάνειες, παρείχαν προστασία από την προσπίπτουσα ακτινοβολία, καθώς, τους θερινούς μήνες, η απορροφούμενη από την επιφάνεια θερμότητα περιορίζονταν.(Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 230)

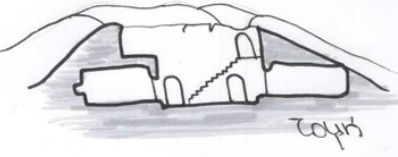
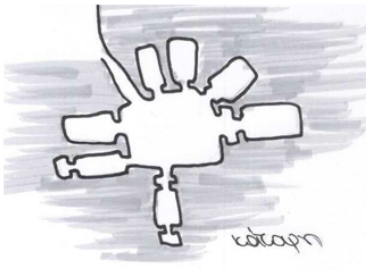
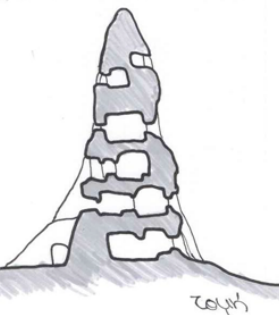

### 3.3.5| Βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού των υπόσκαφων οικισμών

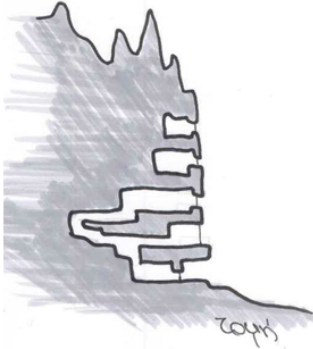
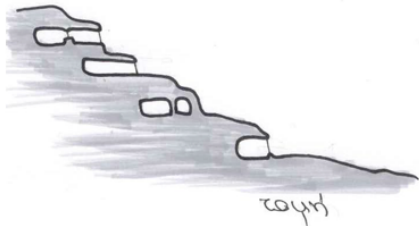
Οι υπόσκαφες κατοικίες της Σαντορίνης αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, όπου οι κύριες αρχές σχεδιασμού συνοψίζονται στα ακόλουθα:

- Προσαρμογή του οικισμού στο τοπίο και το ανάγλυφο της περιοχής.
- Συμπαγείς κατασκευές αποτελούμενες από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας. Ο υπόσκαφος χαρακτήρας των κατοικιών και τα χρησιμοποιούμενα υλικά καθιστούν το κτιριακό κέλυφος ικανό να προσαρμόζεται στις κλιματικές συνθήκες, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο, όπου παρατηρείται έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Η συμπαγής μορφή της κατοικίας διατηρεί σταθερή την εσωτερική θερμοκρασία.
- Ηλιασμός των κατοικιών. Ο ευνοϊκός νότιος, νοτιοανατολικός και νοτιοδυτικός προσανατολισμός των κατοικιών, εξαρτώμενος από τις προεξοχές και τα κοίλα των βράχων, παρέχει προστασία από τους βόρειους, ισχυρούς ανέμους και συλλογή ηλιακής θερμικής ενέργειας, κυρίως τη χειμερινή περίοδο, με σκοπό την εξασφάλιση πρόσθετης θερμότητας.
- Εξασφάλιση φυσικού αερισμού, για το δροσισμό των εσωτερικών χώρων και την αποβολή της αποθηκευμένης θερμότητας του κελύφους, τη θερινή περίοδο. Αυτό επιτυγχάνεται με την αμφιθεατρική ανάπτυξη των κτισμάτων, προς τις δροσερές θαλάσσιες αύρες.
- Προστασία του εσωτερικού από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, με τη δημιουργία μικρών ανοιγμάτων επί της όψης και τη χρήση ανοιχτόχρωμων επιφανειών, με σκοπό να απορροφάται η κατά το δυνατόν μικρότερη ποσότητα ηλιακής ενέργειας. (Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, 1985: 209)

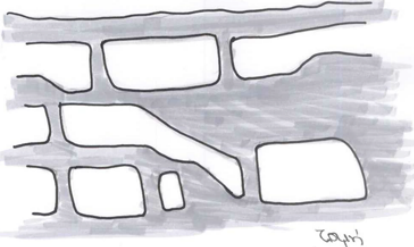
### **3.4| Συγκριτική αποτίμηση ιστορικών υπόσκαφων κατοικιών ως προς την ένταξη του φυσικού φωτισμού**

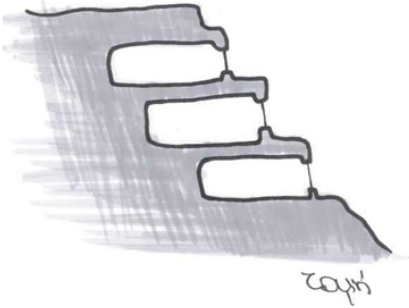
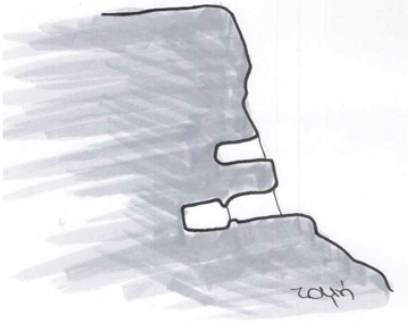
Παρακάτω παρουσιάζεται πίνακας, ο οποίος μελετά τον τρόπο οργάνωσης των ιστορικών υπόσκαφων οικισμών που παρουσιάστηκαν παραπάνω, προκειμένου να ενταχθούν στους τύπους υπόσκαφων οικισμών του Κεφαλαίου 1, αλλά και στη χρήση μεθόδων ένταξης φυσικού φωτισμού του Κεφαλαίου 2. Κατ' αυτό τον τρόπο, κάθε οικισμός που μελετήθηκε στο παρόν κεφάλαιο, εντάσσεται στη συγκεκριμένη τυπολογία υπόσκαφων οικισμών (πίνακας 1), ενώ χρησιμοποιεί μεθόδους επίτευξης φυσικού φωτισμού (πίνακας 3), ανάλογα με την εκάστοτε διαμόρφωση. Συνεπώς, μελετάται συνοπτικά ο τρόπος με τον οποίο εξασφαλίζεται ο φυσικός φωτισμός των κατοικιών των εκάστοτε οικισμών και η επάρκεια ή μη αυτού.

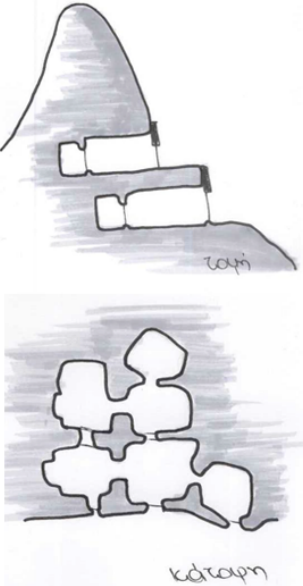
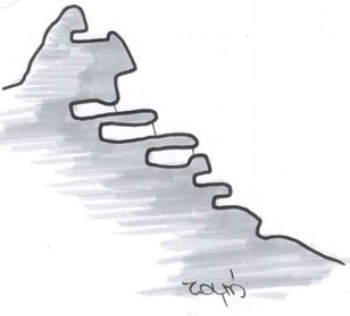
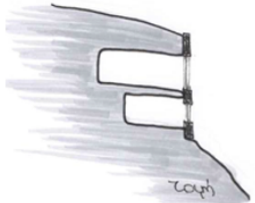
<b>ΕΝΤΑΞΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΙΣΤΟΡΙΚΕΣ ΥΠΟΣΚΑΦΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ</b>	
<b>ΤΥΝΗΣΙΑ</b>	
<p>οικισμός Matmâta</p>  	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> πεδινό και άγρονο</p> <p><b>Διάταξη:</b> με κεντρικό αίθριο</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφοι, με κάθετο άξονα εκσκαφής, κεντρικό αίθριο, σε επίπεδο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> αίθριο- εσωτερική αυλή, κατακόρυφα ανοίγματα, θολωτή οροφή</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη κάθε κατοικίας,</li> <li>• εξασφάλιση φωτισμού χώρων που βρίσκονται περιμετρικά του αίθριου. Οι χώροι στο βάθος της κατασκευής παραμένουν σκοτεινοί</li> <li>• η θολωτή οροφή διαχέει το φυσικό φως</li> </ul>
<b>ΤΟΥΡΚΙΑ – Καππαδοκία</b>	
<p>Σε κωνικό σχηματισμό, μέσα σε φαράγγια</p>  	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> οροπέδιο, αποτελούμενο από φαράγγια, λόφους, βράχους και κοιλάδες, ξηρό - βραχώδες έδαφος</p> <p><b>Διάταξη:</b> κατακόρυφη</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφοι, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, πολλούς προσανατολισμούς, σε κατακόρυφο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b> διαμπερής φυσικός φωτισμός</p>

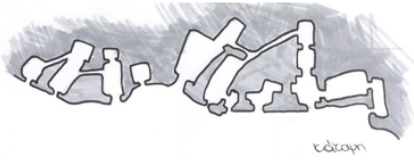
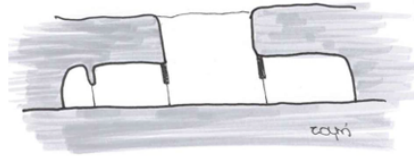
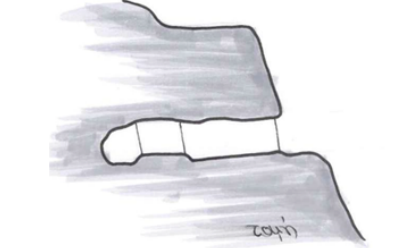
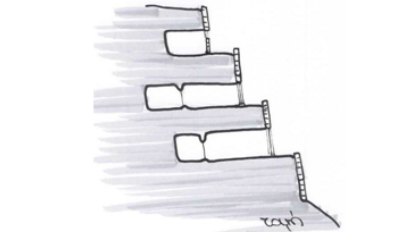
<p>Πίσω από τοιχώματα φαραγγιών</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> οροπέδιο, αποτελούμενο από φαράγγια, λόφους, βράχους και κοιλάδες, ξηρό - βραχώδες έδαφος</p> <p><b>Διάταξη:</b> κατακόρυφη</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφοι, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε κατακόρυφο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b> μονόπλευρος φυσικός φωτισμός. Οι χώροι στο βάθος της κατασκευής δεν δέχονται επαρκή φυσικό φωτισμό.</p>
<p>Πάνω σε λόφους</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> οροπέδιο, αποτελούμενο από φαράγγια, λόφους, βράχους και κοιλάδες, ξηρό - βραχώδες έδαφος</p> <p><b>Διάταξη:</b> κλιμακωτή</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφοι, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε λοφώδες έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b> μονόπλευρος φυσικός φωτισμός. Οι χώροι στο βάθος της κατασκευής δεν δέχονται επαρκή φυσικό φωτισμό.</p>

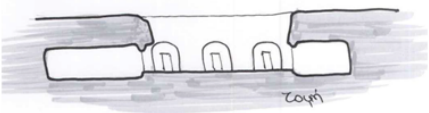
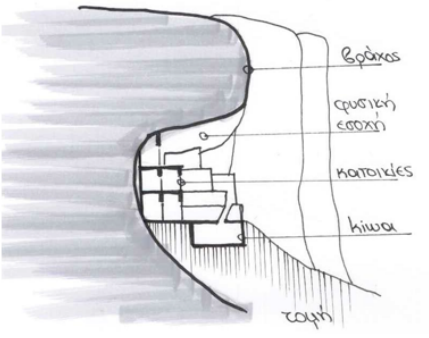


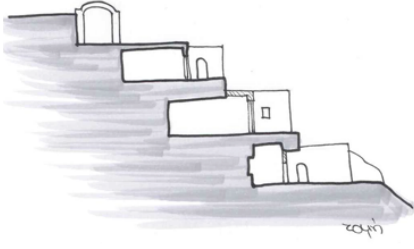
<p>Υπόγειες δομές</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> οροπέδιο, αποτελούμενο από φαράγγια, λόφους, βράχους και κοιλάδες, ξηρό - βραχώδες έδαφος</p> <p><b>Διάταξη:</b> κατακόρυφη</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφοι, με κάθετο άξονα εκσκαφής, χωρίς προσανατολισμό, σε επίπεδο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> χωρίς ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b> μη εξασφάλιση φυσικού φωτισμού</p>
<p>Συνδυασμός δομών</p>	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> οροπέδιο, αποτελούμενο από φαράγγια, λόφους, βράχους και κοιλάδες, ξηρό - βραχώδες έδαφος</p> <p><b>Διάταξη:</b> συνδυασμός</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> συνδυασμός παραμέτρων σχεδιασμού</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> αίθριο, κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b> εξασφάλιση φυσικού φωτισμού στους χώρους περιμετρικά του αιθρίου. Οι υπόλοιποι χώροι παραμένουν σκοτεινοί.</p>

ΝΟΤΙΑ ΙΤΑΛΙΑ	
<p>αρχαία πόλη Matera</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> αμφιθεατρικό, βραχώδες</p> <p><b>Διάταξη:</b> κλιμακωτή</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφοι, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε κεκλιμένο έδαφος, οξείας κλίσης</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα, ανοίγματα κοντά στην οροφή, θολωτή οροφή. Τα ανοίγματα διαμορφώνονται υπό συγκεκριμένες γωνίες.</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη, με ελάχιστα ανοίγματα</li> <li>• ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων επιτυγχάνει ενίσχυση του φυσικού φωτός το χειμώνα και περιορισμό του το καλοκαίρι</li> <li>• τα ανοίγματα κοντά στην οροφή εξασφαλίζουν μεγαλύτερη εισχώρηση του φωτός στο χώρο</li> <li>• Νότιος προσανατολισμός αιθρίου, στις τρεις πλευρές του οποίου οργανώνονται οι κατοικίες</li> <li>• η θολωτή οροφή διαχέει το φυσικό φως</li> </ul>
ΙΣΠΑΝΙΑ	
<p>κοιλάδα Tajumã</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> κοιλάδα</p> <p><b>Διάταξη:</b> κατακόρυφη</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε κατακόρυφο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη με ανοίγματα</li> <li>• Νότιος – ΝΑ – Ανατολικός προσανατολισμός</li> </ul>

<p>χωριό Guadix</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> οροπέδιο, με ανάγλυφο έδαφος που σχηματίζει κυματισμούς</p> <p><b>Διάταξη:</b> κλιμακωτή</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε λοφώδες έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b> μία ελεύθερη όψη, με ανοίγματα που προσφέρουν άμεσο, μονόπλευρο φωτισμό. Οι χώροι σε μεγαλύτερο βάθος φωτίζονται έμμεσα.</p>
<p>ΓΑΛΛΙΑ</p>	
<p>χωριό Haute-Isle</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> κοιλάδα και βραχώδης πλαγιά</p> <p><b>Διάταξη:</b> κλιμακωτή</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε κεκλιμένο έδαφος, μέτριας κλίσης</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b> μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</p>
<p>κοινότητα Troo</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> λοφώδες</p> <p><b>Διάταξη:</b> γραμμική</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε λοφώδες έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p>

	<p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b> μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</p>
<p>περιοχή Doué-la-Fontaine</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> επίπεδο</p> <p><b>Διάταξη:</b> με κεντρικό αίθριο</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με κάθετο άξονα εκσκαφής, με κεντρικό αίθριο, σε επίπεδο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> αίθριο, κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b> μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</p>
<p>περιοχή του ποταμού Loire</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> όχθη ποταμού</p> <p><b>Διάταξη:</b> γραμμική</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε κατακόρυφο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</li> <li>• Νότιος προσανατολισμός</li> </ul>
<p>KINA - οικισμοί οροπεδίου Loess</p>	
<p>σπήλαια στην άκρη του βράχου (Cliffside Yaodong)</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> κοιλάδες, χαράδρες, φαράγγια, λόφοι</p> <p><b>Διάταξη:</b> κλιμακωτή</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε λοφώδες έδαφος</p>

	<p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα, θολωτή οροφή</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη.</li> <li>• Η θολωτή οροφή διαχέει το φυσικό φως.</li> <li>• Νότιος προσανατολισμός</li> </ul>
<p>βυθισμένα σπήλαια (Sunken Yaodong)</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> επίπεδο</p> <p><b>Διάταξη:</b> με κεντρικό αίθριο</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφος, με κάθετο άξονα εκσκαφής, με κεντρικό αίθριο, σε επίπεδο έδαφος</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> αίθριο, κατακόρυφα ανοίγματα, θολωτή οροφή</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</li> <li>• η θολωτή οροφή διαχέει το φυσικό φως</li> </ul>
<p>Η.Π.Α.</p>	
<p>χωριό Mesa Verde</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> απότομος βράχος</p> <p><b>Διάταξη:</b> γραμμική, ακολουθώντας τη μορφή του βράχου</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> ημικτιστες κατοικίες</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> κατακόρυφα ανοίγματα</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκiasμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</li> <li>• Νότιος προσανατολισμός</li> <li>• η προεξοχή του υπερκείμενου βράχου παρείχε προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία, το καλοκαίρι</li> </ul>

ΕΛΛΑΔΑ	
<p>οικισμοί Σαντορίνης</p> 	<p><b>Ανάγλυφο τοπίου:</b> αμφιθεατρική διαμόρφωση με απότομες κλίσεις, πεδινή με ορεινούς όγκους, τα υπόσκαφα βρίσκονται σε ποταμούς και καλντέρες</p> <p><b>Διάταξη:</b> κλιμακωτή</p> <p><b>Παράμετροι σχεδιασμού υπόσκαφων οικισμών:</b> υπόσκαφες ή ημίκτιστες κατοικίες, με οριζόντιο άξονα εκσκαφής, έναν προσανατολισμό, σε κεκλιμένο έδαφος, οξείας κλίσης.</p> <p><b>Μέθοδοι επίτευξης φυσικού φωτισμού:</b> μικρά, κατακόρυφα ανοίγματα, παραθύρα, φεγγίτης, θολωτή οροφή, διαχωριστικός τοίχος με ανοίγματα όμοια με αυτά της πρόσοψης, δίφυλλη εξώπορτα με κινητά φύλλα στο πάνω μέρος, ανοιχτόχρωμες επιφάνειες</p> <p><b>Επάρκεια φυσικού φωτισμού - σκιασμός:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μονόπλευρος φυσικός φωτισμός – μία ελεύθερη όψη</li> <li>• Νότιος, ΝΑ ή ΝΔ προσανατολισμός</li> <li>• τα ανοίγματα τοποθετούνται σχετικά ψηλά, κοντά στην οροφή, προκειμένου να αποφεύγεται η έντονη ανάκλαση του ηλιακού φωτός από το έδαφος ή τις επιφάνειες των απέναντι κτισμάτων. Οι μικρές τους διαστάσεις συμβάλουν στην αποφυγή θάμβωσης, περιορίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας, εξασφαλίζοντας ωστόσο ελλιπή φυσικό φωτισμό</li> <li>• η θολωτή οροφή διαχέει το φυσικό φως</li> <li>• η παραθύρα λειτουργεί ως συλλέκτης φυσικού φωτισμού, έχοντας ωστόσο βόρειο προσανατολισμό</li> <li>• ο φεγγίτης επιτρέπει διείσδυση του φυσικού φωτός σε μεγαλύτερο βάθος της κατασκευής</li> <li>• ο διαχωριστικός τοίχος εξασφαλίζει έμμεσο φυσικό φωτισμό</li> <li>• τα κινητά φύλλα της εξώπορτας εξασφαλίζουν φωτισμό του εσωτερικού, ενώ η ίδια παραμένει κλειστή</li> <li>• οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες αντανακλούν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, ενισχύοντας το φυσικό φωτισμό στο εσωτερικό των κατοικιών</li> <li>• στέγαστρα, φυτά και πυκνή δόμηση επιτυγχάνουν σκιασμό</li> </ul>

Πίνακας 3: Ένταξη φυσικού φωτισμού στις ιστορικές υπόσκαφες κατοικίες (πηγή: δημιουργία της συγγραφέως)

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ  
ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ  
ΥΠΟΣΚΑΦΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

4

#### 4.1 | Στροφή της σύγχρονης αρχιτεκτονικής στην υπόσκαφη κατοίκηση

Σε αντίθεση με το παρελθόν, οι ανάγκες που οδηγούν στην υπόσκαφη κατοίκηση, στη σύγχρονη εποχή, σχετίζονται κυρίως με την επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Στην εποχή των παραδοσιακών υπόσκαφων κατοικιών, η ανάγκη για υπόγεια κατοίκηση αποτελούσε ζήτημα επιβίωσης. Ωστόσο, πλέον τα προβλήματα και οι ανάγκες που καλείται να αντιμετωπίσει η κοινωνία έχουν διαφοροποιηθεί και λύσεις όπως η υπόσκαφη αρχιτεκτονική έρχονται να δώσουν απάντηση. Ζητήματα όπως ο υπερπληθυσμός, η έλλειψη ελεύθερων χώρων και οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις, έχουν στρέψει το ενδιαφέρον των μελετητών στην υπόσκαφη αρχιτεκτονική. (Κρητικάκη, 2020: 85) Ο αρχιτέκτονας, έχοντας ως πρότυπο τη παραδοσιακή υπόσκαφη κατασκευή, καλείται πλέον να αξιοποιήσει τα σύγχρονα εργαλεία και μεθόδους, προκειμένου να δημιουργήσει χώρους που να καλύπτουν τις ανθρώπινες ανάγκες.

Ανάγκες του παρελθόντος, όπως η προστασία από επιδρομές ή το κλίμα μιας περιοχής, δεν αποτελούν πλέον προϋπόθεση, προκειμένου να στραφεί ο αρχιτέκτονας στην υπόσκαφη κατασκευή. Παράλληλα, ένα στοιχείο που διαφέρει αρκετά από τα δεδομένα των πρώιμων υπόσκαφων κατοικιών, είναι το γεγονός ότι στη σύγχρονη εποχή η δημιουργία τους δεν σχετίζεται με τη πολεοδομική ομοιομορφία μιας περιοχής. Σήμερα, υπόσκαφες κατασκευές συναντώνται ως ξεχωριστές μονάδες ανάμεσα σε υπέργεια, ογκώδη κτίρια, χωρίς να υφίσταται πλέον η έννοια του οικισμού και του συνόλου. (Κρητικάκη, 2020: 86)

Συνεπώς, στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, τα οφέλη της υπόσκαφης κατοίκησης σχετίζονται με:

- την επίτευξη χαμηλού οπτικού αντικτύπου στο τοπίο, μέσω της αρμονικής ένταξης του κτιρίου στο περιβάλλον του. (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013: 47)

- τη βιοκλιματική σχεδίαση, μέσω της αξιοποίησης των φυσικών οφελών του εδάφους. Το έδαφος λειτουργώντας ως μονωτικό στοιχείο, παρέχει εξοικονόμηση ενέργειας στα υπόσκαφα, λόγω των χαμηλών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού (έδαφος/βράχος) και εσωτερικού χώρου. (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013: 47)

- τη δημιουργία ελεύθερων υπαίθριων χώρων, μέσω της αποδέσμευσης της επιφανειακής έκτασης. Το χαρακτηριστικό αυτό παρατηρείται και στις πρώιμες εφαρμογές, όπου οι άνθρωποι εκμεταλλεύονταν την ελεύθερη έκταση, πάνω από τις υπόσκαφες κατοικίες, με σκοπό τη δημιουργία γόνιμου εδάφους για τις καλλιέργειές τους. (Κρητικάκη, 2020: 86)

- το χαμηλότερο κόστος συντήρησης της κατασκευής, λόγω των περιορισμένων εκτεθειμένων επιφανειών. (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013: 47)



- τη καλύτερη απομόνωση του θορύβου και το περιορισμό των κραδασμών. (Benardos, Athanasiadis, Katsoulakos, 2013: 47)

Παρ' όλα αυτά, το γεγονός ότι σε πολλές υπόσκαφες κατασκευές, η οπτική προς το εξωτερικό περιβάλλον είναι περιορισμένη, καλεί τον αρχιτέκτονα να συνυπολογίσει στη μελέτη του και τον τρόπο ένταξης και ενίσχυσης του φυσικού φωτός στον εσωτερικό χώρο.

## 4.2 | Εφαρμογή σύγχρονων υπόσκαφων κατοικιών ανά τον κόσμο

Παραδείγματα σύγχρονων υπόσκαφων κατοικιών συναντώνται σε πολλά μέρη του κόσμου, σε περιορισμένο, ωστόσο, αριθμό. Οι κατοικίες αυτές, ενταγμένες στο έδαφος, επιτρέπουν την επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, καθώς και την άμεση αξιοποίηση του φυσικού φωτός.

### 4.2.1 | Ελβετία - Villa Vals

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο ξενώνας Villa Vals, που βρίσκεται στη προστατευόμενη κοιλάδα Valsertal, στο χωριό Vals, της Ελβετίας, σε μικρή απόσταση από τα θερμά λουτρά του αρχιτέκτονα Peter Zumthor. Η Villa Vals σχεδιάστηκε από τους Bjarne Mastenbroek και Christian Müller, των αρχιτεκτονικών γραφείων SeARCH και CMA αντίστοιχα και η κατασκευή της ολοκληρώθηκε το 2009. (ArchDaily, 2009)

Σε μία τοποθεσία με τόσο γραφικό χαρακτήρα, όσο το χωριό Vals στους πρόποδες των Άλπεων, οι αρχιτέκτονες αναζήτησαν μία σχεδιαστική λύση, η οποία θα ερχόταν σε αρμονία με το τοπίο. Ακολουθώντας το επικλινές έδαφος, οι αρχιτέκτονες κατάφεραν να ενσωματώσουν πλήρως τη κατασκευή στο φυσικό τοπίο, εξασφαλίζοντας προστασία από τα ακραία καιρικά φαινόμενα της περιοχής των Άλπεων, μαγευτική θέα και άπλετο φυσικό φωτισμό. (ArchDaily, 2009)

Η είσοδος στην κατοικία πραγματοποιείται μέσω μιας υπόγειας διαδρομής, που ξεκινάει από ένα παραδοσιακό διατηρητέο αχυρώνα και καταλήγει στο εσωτερικό της κατοικίας. (Schneiderman, Campos, 2018)



Εικ. 52\_ Θέση του ξενώνα Villa Vals και του διατηρητέου αχυρώνα



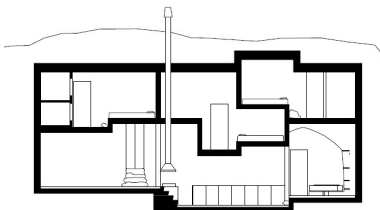
Εικ. 53\_ Ενσωμάτωση της κατοικίας στο τοπίο, Villa Vals, Ελβετία, Bjarne Mastenbroek - Christian Müller, 2009



Εικ. 54\_ Villa Vals, Ελβετία, Bjarne Mastenbroek - Christian Müller, 2009



Εικ. 55\_ Μεγάλα ανοίγματα της πρόσοψης παρέχουν φυσικό φως στο εσωτερικό, Villa Vals, Ελβετία.



Σχ. 59\_ Τομή Villa Vals – διαφοροποίηση των επιπέδων

Ο σχεδιασμός ενός κεντρικού αιθρίου στην απότομη κλίση του ανάγλυφου έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας μεγάλης ελαφρώς κεκλιμένης πρόσοψης, η οποία αποτελεί και τη μοναδική ελεύθερη όψη του κτιρίου. Μέσω της όψης αυτής παρέχεται εντυπωσιακή θέα προς το ορεινό τοπίο της κοιλάδας. (Λω, 2017) Συνεπώς, η κατοικία είναι οργανωμένη γύρω από μία κεντρική βεράντα, ελλειπτικής κάτοψης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας κατακόρυφης τομής στο πρηνές του λόφου. (Schneiderman, Campos, 2018) Η κατοικία, στο σύνολό της, είναι “θαμμένη” μέσα στο έδαφος.

Η πρόσοψη της κατοικίας επιτρέπει την εφαρμογή μεγάλων ανοιγμάτων, τα οποία παρέχουν άπλετο φυσικό φως στους εσωτερικούς χώρους, παρά το γεγονός ότι η κατοικία είναι υπόσκαφη. Σε επίπεδο τομής, παρατηρείται μία συνεχής διαφοροποίηση των επιπέδων εσωτερικά της κατοικίας, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στη πολυμορφία των ανοιγμάτων της όψης. Τα ανοίγματα έχουν διαφορετικές διαστάσεις και είναι τοποθετημένα σε διαφορετικά ύψη, διατηρώντας, ωστόσο, ορισμένους νοητούς άξονες. Στο πρώτο επίπεδο διαμορφώνεται μια ενιαία γυάλινη ζώνη, η οποία σε συνδυασμό με τη χρήση τοπικού λίθου, δίνει την εντύπωση ότι το κτίριο έχει τη μορφή σπηλιάς. Μέσω των ανοιγμάτων της πρόσοψης και της οργάνωσης της κάτοψης, οι χώροι έχουν τη δυνατότητα φυσικού φωτισμού και αερισμού. (Schneiderman, Campos, 2018)

Τα υλικά που παρατηρούνται τόσο στην ίδια τη κατασκευή, όσο και στον εξοπλισμό της είναι το σκυρόδεμα, η τοπική πέτρα και το ξύλο. Η ποικιλία των επιπέδων που παρατηρείται στην τομή, διαμορφώνεται μέσω ενδιάμεσων σκαλοπατιών που διαφοροποιούν τις λειτουργίες, μεταξύ των τριών διαμορφωμένων οροφών. (ArchDaily, 2009)

#### 4.2.2 | Γαλλία - PLJ House

Η κατοικία PLJ House βρίσκεται στη περιοχή Saint Germain-en-Laye, 19χλμ από το κέντρο του Παρισιού, στη Γαλλία και αποτελεί υπόσκαφη κατοικία, ως επέκταση υφιστάμενης υπέργειας. Η περιοχή, όπου είναι κτισμένη η υπόσκαφη κατοικία, χαρακτηρίζεται από αραιή δόμηση και μεγάλα οικοπέδα.



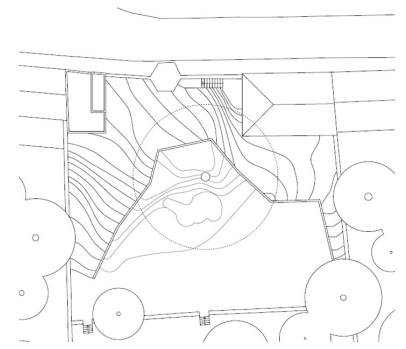
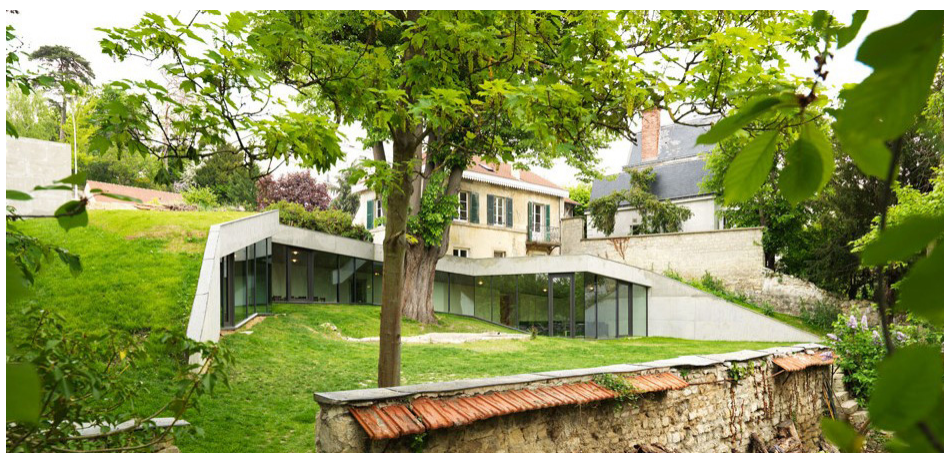
Εικ. 56\_ PLJ House, Γαλλία, Hertweck Devernois Architectes Urbanistes, 2013

Στο οικόπεδο μελέτης, επιφάνειας 2400,00τ.μ., ο νέος ιδιοκτήτης θέλησε να επεκτείνει την ήδη υπάρχουσα κατοικία, εμβαδού λιγότερο από 100τ.μ., γεγονός το οποίο ήταν αδύνατο, καθώς το οικόπεδο είχε χαρακτηριστεί ως μη οικοδομήσιμο. (Miller, 2014)

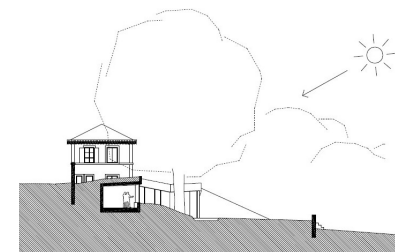
Συνεπώς, η κατοικία PLJ House, που σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες Hertweck Devernois Architectes Urbanistes το έτος 2013, απέκτησε υπόσκαφη μορφή, εξασφαλίζοντας διατήρηση του φυσικού τοπίου και αναγλύφου, ικανοποιώντας, παράλληλα, τις ανάγκες των χρηστών. (Divisare, 2014) Οι αρχιτέκτονες επέλεξαν να ενσωματώσουν τη νέα κατοικία στο φυσικό έδαφος, διατηρώντας την υπάρχουσα διώροφη κατοικία. Αποτέλεσμα του σχεδιασμού ήταν η δημιουργία μιας ενιαίας κατοικίας, η οποία αποδεικνύει μόνο το προ υπάρχον κομμάτι της, καθώς και μία τεθλασμένη γραμμή, που διαμορφώνει δύο πλατώματα της φυσικής τοπογραφίας.

Ως προς την οργάνωση της κατοικίας, η είσοδος της επέκτασης βρίσκεται στο επίπεδο του δρόμου. Από εκεί, μέσω εξωτερικής κλίμακας, οδηγείται ο χρήστης στο κεντρικό υπόγειο κοινόχρηστο χώρο. Το νέο υπόσκαφο τμήμα της κατοικίας, σε μορφή μισοφέγγαρου, έχει οπτική φυγή προς ένα προ υπάρχον δέντρο, που βρίσκεται κεντρικά του διαμορφωμένου υπαίθριου χώρου. Μία κλίμακα στο ανατολικό άκρο της κατοικίας οδηγεί στο υπάρχον διώροφο σπίτι. (Divisare, 2014)

Αποτέλεσμα του σχεδιασμού είναι η δημιουργία μιας υπόσκαφης κατοικίας, με τεθλασμένη γυάλινη πρόσοψη, που εκτείνεται κατά μήκος της πλαγιάς, στραμμένη προς ένα κεντρικό σημείο, το δέντρο. Το δώμα της υπόσκαφης κατοικίας, καλυμμένο εξ' ολοκλήρου από το έδαφος, λειτουργεί οπτικά ως μία στενή σχισμή, που "κλείνει" προς το δάπεδο της κατοικίας. Η κάλυψη του δώματος με χώμα παρέχει θερμική άνεση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ παράλληλα η διατήρηση του κεντρικού δέντρου εξασφαλίζει φυσικό φως το χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι. Η γυάλινη πρόσοψη του υπόσκαφου τμήματος παρέχει φυσικό φως σε όλους τους εσωτερικούς χώρους, ενώ η απουσία διαχωριστικών τοίχων μεταξύ αυτών επιτρέπει το καλύτερο φωτισμό και αερισμό της υπόσκαφης κατοικίας. (Divisare, 2014)



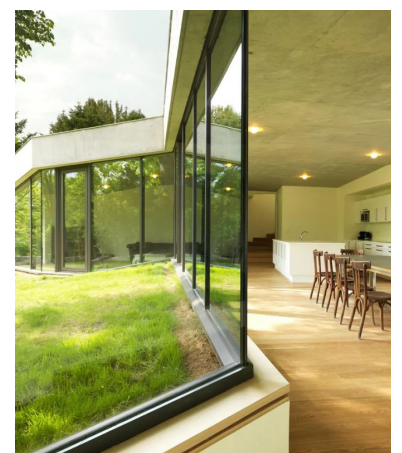
Σχ. 60\_ Τοποθέτηση κατοικίας PLJ House στο οικόπεδο



Σχ. 61\_ Τομή PLJ House, Γαλλία

Εικ. 57\_ PLJ House, Γαλλία, Hertweck Devernois Architectes Urbanistes, 2013 (αριστερά)

Εικ. 58\_ Γυάλινη πρόσοψη, PLJ House (δεξιά)

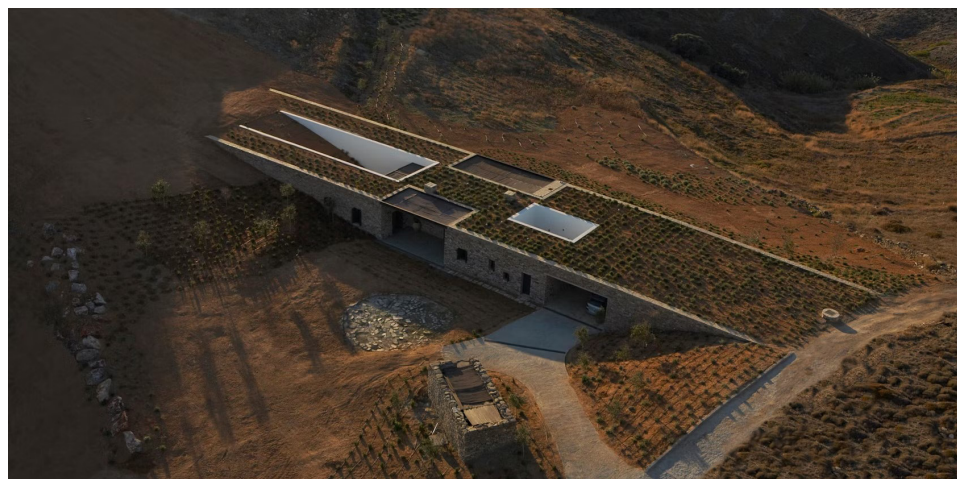


#### 4.2.3 | Αντίπαρος – Αλώνι

Το «Αλώνι» αποτελεί μία εξοχική κατοικία 240,00 τ.μ., σχεδιασμένη από το αρχιτεκτονικό γραφείο Deca Architecture, και βρίσκεται σε μία περιοχή λίγο έξω από την πόλη της Αντιπάρου. Η περιοχή παρουσιάζει αραιή και μη οργανωμένη δόμηση, με κτίσματα τα οποία στη πλειονότητά τους αποτελούν παραθεριστικές κατοικίες, ενώ παράλληλα η ονομασία της κατοικίας προέκυψε από ένα ερειπωμένο πέτρινο αλώνι, που προϋπήρχε στο οικόπεδο. (ArchDaily, 2010)

Οι αρχιτέκτονες στο σχεδιασμό τους εκμεταλλεύτηκαν τόσο τη μορφολογία του εδάφους και το ανάγλυφο της περιοχής, όσο και τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής που εφαρμόζονταν στις Κυκλάδες. Σχετικά με τις μεθόδους κατασκευής, στο παρελθόν χρησιμοποιούταν ξερολιθικοί τοίχοι, με σκοπό τη διαμόρφωση του κεκλιμένου εδάφους σε οριζόντια, παράλληλα, αλλά με υψομετρική διαφορά επίπεδα. Η πρόταση της εξοχικής κατοικίας αξιοποιεί τη παραπάνω μέθοδο αντιστήριξης του εδάφους, με σκοπό τη δημιουργία ενός τεχνητού τοπίου. (ArchDaily, 2010)

Οι αρχιτέκτονες επέλεξαν να αναδιαμορφώσουν το φυσικό τοπίο, εντάσσοντας τη κατοικία σε αυτό, ελαχιστοποιώντας τα όρια μεταξύ φυσικού περιβάλλοντος και κτιριακής δομής. Η κατοικία έχει τοποθετηθεί ανάμεσα στο κενό που δημιουργεί η συνάντηση δύο λόφων. Στον άξονα Βορρά-Νότου, το έδαφος ακολουθεί τους δύο λόφους, γεφυρώνοντάς τους, καθώς καλύπτει το δώμα του κτιρίου, ενώ στον άξονα Ανατολής-Δύσης, διαμορφώνονται φυγές προς τη θάλασσα. (ArchDaily, 2010) Παράλληλα, δύο πέτρινες ξερολιθιές οριοθετούν τη κατοικία μεταξύ των ελεύθερων και μη όψεων της, δίνοντας τη δυνατότητα πλήρους ενσωμάτωσης στη φυσική εσοχή. Αποτέλεσμα του σχεδιασμού είναι η δημιουργία μια υπόσκαφης κατοικίας, με δώμα που δεν μπορεί να διακριθεί εύκολα από το φυσικό τοπίο, ενώ τα όρια της “σβήνουν” προς τους δύο λόφους, καθιστώντας τη μάζα της ανεπαίσθητη στον ορίζοντα του νησιού. (ArchDaily, 2010)

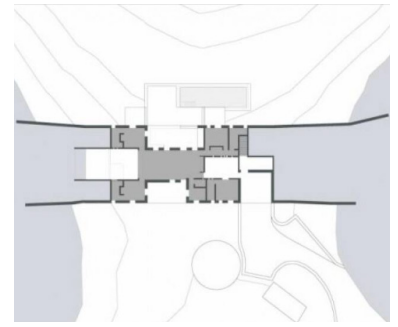


Εικ. 59\_ Κατοικία Αλώνι, Αντίπαρος, Deca Architecture

Τα μόνα στοιχεία που αποκαλύπτουν την ύπαρξη της κατοικίας αποτελούν οι τέσσερις αυλές, που είναι περιμετρικά διαμορφωμένες. Οι αυλές αυτές καθιστούν τα οργανωτικά στοιχεία της κατοικίας, καθώς διαχωρίζουν τους εσωτερικούς χώρους σε πέντε μονάδες. Κατ' αυτό τον τρόπο, η κατοικία είναι προστατευμένη από τις καιρικές συνθήκες, λόγω της υπόσκαφης μορφής της, εξασφαλίζοντας παράλληλα άπλετο φυσικό φωτισμό, μέσω των υπαίθριων και ημιυπαίθριων χώρων. (ArchDaily, 2010)

Η κεντρική είσοδος της κατοικίας είναι διαμορφωμένη στη νότια πλευρά. Η επικοινωνία μεταξύ των επιμέρους χώρων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των δύο εξ αυτών αιθρίων, που βρίσκονται στον άξονα Ανατολής-Δύσης. (Κρητικάκη, 2020: 58)

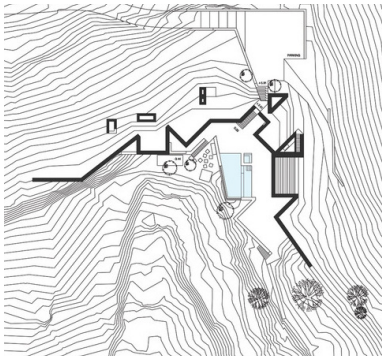
Οι αρχιτέκτονες, στη προσπάθειά τους να ενσωματώσουν το κτίριο στο τόπο του, επέλεξαν τη χρήση τοπικών υλικών, καθώς και παραδοσιακών μεθόδων, όπως η χωροθέτηση του κτιρίου με πέτρινους τοίχους, βασισμένη στη λογική της ξερολιθιάς. Παράλληλα, ο υπόσκαφος χαρακτήρας της κατοικίας, σε συνδυασμό με τη διαμόρφωση φυτεμένου δώματος, προσδίδει στη κατοικία μόνωση, καθιστώντας την ενεργειακά αποδοτική. Τέλος, η ενσωμάτωση των τεσσάρων αιθρίων, επιτρέπει το διαμπερή φωτισμό και αερισμό όλων των χώρων της κατοικίας, ενώ οι εξωτερικοί χώροι προστατεύονται από τις τρεις πλευρές τους, από τα καιρικά φαινόμενα, καθώς περικλείονται από τους διαμορφωμένους εσωτερικούς χώρους. (Κρητικάκη, 2020: 59)



Σχ. 62\_ Κάτοψη ισογείου κατοικίας Αλώνι, Αντίπαρος



Εικ. 60, 61\_ Αίθριο κατοικίας Αλώνι, Αντίπαρος



Σχ. 63\_ Τοποθέτηση κατοικίας στο οικόπεδο, Ktima House, Αντίπαρος

#### 4.2.4 | Αντίπαρος – Ktima House

Το “Ktima House” είναι μια κατοικία, σχεδιασμένη από τους αρχιτέκτονες Camilo Rebelo και Susana Martins και βρίσκεται σε ένα οικόπεδο τριών στρεμμάτων της Αντίπαρου. Η κατοικία κατασκευάστηκε το 2014 και πρόκειται για ένα ευρύχωρο και σύγχρονης κατασκευής σπίτι 950,00τ.μ.. Η περιοχή, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο παράδειγμα, παρουσιάζει διάσπαρτη δόμηση και τα περισσότερα κτίσματα αποτελούν εξοχικές κατοικίες. Η κατοικία αναπτύσσεται λίγα μέτρα μακριά από το “Αλώνι”, που μελετήθηκε παραπάνω. (Saieh, 2015)

Κεντρική συνθετική ιδέα αποτέλεσαν οι ήδη υπάρχουσες ξερολιθιές, που ήταν διαμορφωμένες σε δύο διαφορετικά επίπεδα και οι πλατφόρμες που διαμορφώθηκαν από αυτές. Τα επίπεδα της κατοικίας προέκυψαν ως συνέχεια των υφιστάμενων αυτών τοίχων. Η ίδια αναπτύσσεται σαν μία τεθλασμένη γραμμή, πλήρως προσαρμοσμένη στο ανάγλυφο του εδάφους, ακολουθώντας τη τοπική κατασκευαστική παράδοση του νησιού και σύμφωνα με τους ελληνικούς κτιριοδομικούς κανονισμούς. Ο τρόπος ανάπτυξης της κατοικίας επιτρέπει σε όλους τους επιμέρους χώρους της να έχουν θέα προς τη θάλασσα, καθώς και να δέχονται άμεσο φυσικό φως. Συνεπώς, η κατοικία, ως ένας ασύμμετρος όγκος, ενσωματώνεται στο περιβάλλον της, παρουσιάζοντας ωστόσο τη δυναμική της τοπογραφίας. (Saieh, 2015)

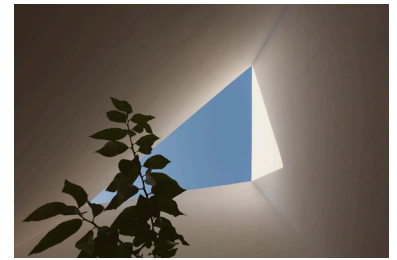
Ως προς την οργάνωσή της, η κατοικία αποτελείται από δύο επίπεδα. Η κατακόρυφη κίνηση μεταξύ των επιπέδων πραγματοποιείται μέσω εσωτερικών και εξωτερικών κλιμάκων. Η προ υπάρχουσα υψομετρική διαφορά των επιπέδων είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας μεγάλης πλατφόρμας, όπου αναπτύσσονται οι εξωτερικοί χώροι διαβίωσης. (Saieh, 2015)



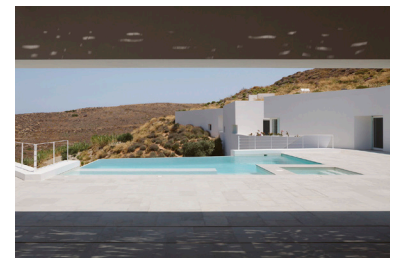
Εικ. 62\_ Ktima House, Αντίπαρος, Camilo Rebelo - Susana Martins, 2008-2013

Το Ktima House ακολουθώντας τη παραδοσιακή αρχιτεκτονική του νησιού, διατηρεί πολλά χαρακτηριστικά της νησιώτικης κατασκευής. Η κατοικία παρουσιάζει βιοκλιματικό χαρακτήρα, καθώς αποτελείται από στοιχεία όπως φυτεμένο δώμα, που βοηθά στην εξασφάλιση θερμικής άνεσης στο εσωτερικό. Παράλληλα, φεγγίτες οροφής προσαρμόστηκαν με σκοπό την ενίσχυση του εισερχόμενου φυσικού φωτός στους χώρους που βρίσκονται στο πίσω μέρος της κατοικίας, ενώ παράλληλα, εξυπηρετούν για το διαμερή αερισμό των χώρων. Εκτός των φεγγιτών, ο φυσικός φωτισμός των χώρων πραγματοποιείται μέσω των ανοιγμάτων της πρόσοψης. (Saieh, 2015)

Ο υπόσκαφος χαρακτήρας της κατοικίας εξομαλύνεται, λόγω της ύπαρξης αιθρίων και κατάλληλου προσανατολισμού, που διασφαλίζουν μοναδική θέα στους χρήστες.



Εικ. 63\_ Φεγγίτης, Ktima House, Αντίπαρος



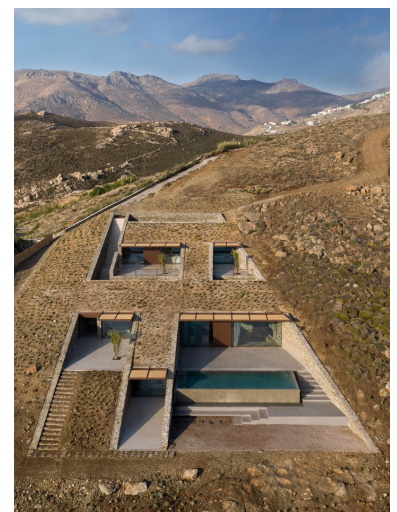
Εικ. 64\_ Άποψη της εξωτερικής πισίνας, Ktima House, Αντίπαρος

Εικ. 65\_ Ktima House, Αντίπαρος, Camilo Rebelo - Susana Martins, 2008-2013

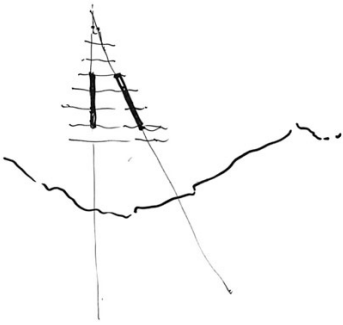
#### 4.2.5 | Σέριφος – NCaved

Η κατοικία “NCaved” αποτελεί μία αρχιτεκτονική πρόταση του γραφείου Mold Architects, κατασκευασμένη σε βραχώδη τοποθεσία, κοντά σε ένα απομονωμένο όρμο στη Σέριφο, μεταξύ 2018-2020. (Κερεσετζή)

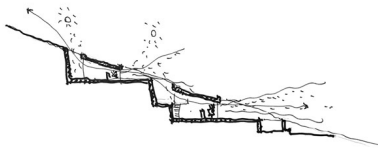
Οι αρχιτέκτονες, μελετώντας τα κλιματικά δεδομένα και το ανάγλυφο της περιοχής, κατέληξαν στη δημιουργία ενός “καταφυγίου”, ικανού να παρέχει προστασία από τους έντονους βόρειους ανέμους, αλλά παράλληλα να διασφαλίζει ανεμπόδιση θέα σε όλους τους χώρους της κατοικίας. Κατ’ αυτό τον τρόπο, στόχος του σχεδιασμού αποτέλεσε η δημιουργία μιας υπόσκαφης κατασκευής, που ενσωματώνεται στο τοπίο της και δεν τοποθετείται “πάνω” σε αυτό. (González, 2021)



Εικ. 66\_ Κατοικία NCaved, Σέριφος, Mold Architects, 2018-2020



Σχ. 64\_ Περιστροφή άξονα, κατοικία NCaved, Σέριφος (σκίτσο)

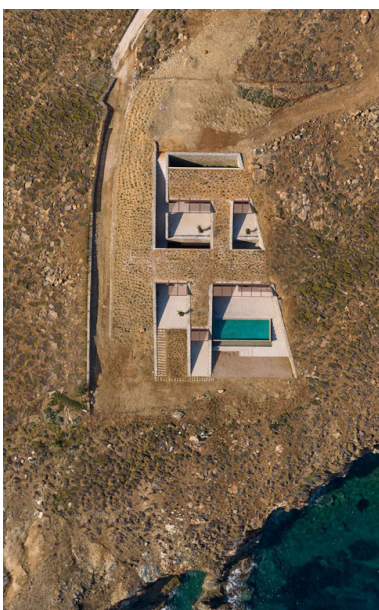


Σχ. 65\_ Διαγραμματική τομή ηλιασμού – αερισμού, κατοικία NCaved, Σέριφος

Η οργάνωση της κατοικίας πραγματοποιείται σύμφωνα με ένα νοητό ορθογωνικό καννάβο, εφαρμοσμένο στο επικλινές έδαφος, μέσω της διαμόρφωσης πλήρων και κενών, που απομονώνουν τους επιμέρους εσωτερικούς χώρους. Η ορθογωνικότητα του καννάβου διακόπτεται από τη περιστροφή του τελευταίου άξονα, η οποία εντείνει την αίσθηση της προοπτικής, εξασφαλίζοντας διευρυμένη θέα. (Κερεσετετζή)

Οι πλευρικοί τοίχοι από ξερολιθιά, διαμορφώνουν τους άξονες της κατοικίας, οριοθετώντας τους εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους και παρέχοντας προστασία των χώρων. Σε αντίθεση με τους στιβαρούς πέτρινους τοίχους, οι εγκάρσιες όψεις της κατοικίας είναι ελαφριές, αποτελούμενες από υαλοστάσια, τα οποία ανοίγουν σε όλο το μήκος τους. Τα υαλοστάσια των πίσω όψεων περιβάλλουν τα διαμορφωμένα αίθρια, προσφέροντας διαμπερή φωτισμό και αερισμό. Το χαρακτηριστικό αυτό, σε συνδυασμό με τη χρήση πέτρας, το φυτεμένο δώμα, τη κατάλληλη μόνωση και τα ενεργειακά υαλοστάσια, προσδίδουν στη κατοικία βιοκλιματικό χαρακτήρα. (Κερεσετετζή)

Η οργάνωση της κατοικίας πραγματοποιείται σε τρία επίπεδα, τα οποία συνδέονται εξωτερικά με μία κλίμακα, η οποία οδηγεί στη κύρια είσοδο, δηλαδή στον εξώστη του καθιστικού. (Κερεσετετζή) Ο υπόσκαφος χαρακτήρας της κατοικίας, αποτελούμενη από όγκους που προέκυψαν από την αφαίρεση τμήματος του βράχου, σε συνδυασμό με την επιλογή των υλικών και χρωμάτων, δίνουν την αίσθηση φυσικής κοιλότητας, ενσωματώνοντας πλήρως την κατοικία στο περιβάλλον της. (Κερεσετετζή)



Εικ. 67, 68\_ Κατοικία NCaved, Σέριφος, Mold Architects, 2018-2020



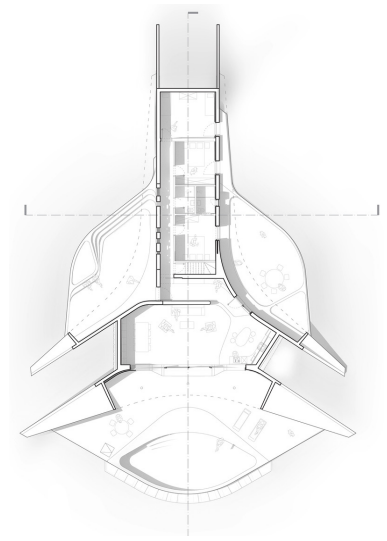
#### 4.2.6 | Μεσσηνία - Villa Ypsilon

Η κατοικία “Villa Ypsilon” σχεδιάστηκε το 2017, από το αρχιτεκτονικό γραφείο Lassa Architects και το όνομά της οφείλεται στη μορφή της, καθώς σε κάτοψη διαμορφώνει ένα μεγάλο Υ, συνολικής επιφάνειας 150,00τ.μ. (lassa-architects.com)

Η Villa Ypsilon, ενταγμένη στο τοπίο της, βρίσκεται σε ένα ύψωμα, στη Φοινικούντα, της Μεσσηνίας, στη νότια Πελοπόννησο, χωρίς την ύπαρξη δόμησης σε κοντινή ακτίνα από αυτό. Πρόκειται για μία καινοτόμα αρχιτεκτονική πρόταση, η οποία παρουσιάζει την κατοικία να αναδύεται από το έδαφος, σε αρμονία με το τοπίο. Συνεπώς, στόχος των μελετητών αποτέλεσε η επιθυμία ένταξης της κατοικίας στο φυσικό τοπίο, χωρίς να αποτελεί έναν ακόμη όγκο που “στέκεται” πάνω σε αυτό. (Χαραμής, 2017)

Ως προς τη συνθετική διαδικασία, οι αρχιτέκτονες έδωσαν έμφαση στις οπτικές φυγές των επιμέρους εσωτερικών χώρων. Η οργάνωση της κατοικίας πραγματοποιείται σε δύο τμήματα, ένα ιδιωτικό και ένα κοινόχρηστο. Πιο συγκεκριμένα, οι κοινόχρηστοι χώροι διαμορφώθηκαν με τρόπο ώστε να έχουν θέα προς τη θάλασσα, ενώ στους ιδιωτικούς χώρους δημιουργούνται φυγές προς το φυσικό τοπίο. Παράλληλα, το δώμα της κατοικίας λειτουργεί ως προέκταση του κήπου, καθώς τα άκρα του Υ καταλήγουν, μέσω μικρών κλίσεων, στο έδαφος, διαμορφώνονται προσβάσιμους διαδρόμους. (lassa-architects.com)

Το μέγιστο ύψος της κατοικίας δεν ξεπερνά την υπάρχουσα φύτευση από ελαιόδεντρα, με αποτέλεσμα να ενσωματώνεται πλήρως με την τοπογραφία της περιοχής. Η κατασκευή, στο σύνολό της, στηρίζεται σε ένα σκελετό από σκυρόδεμα, δημιουργώντας μια θολωτή σκεπή και τρεις ανεξάρτητες αυλές στο επίπεδο του εδάφους. (Χαραμής, 2017)



Σχ. 66\_ Κάτοψη, Villa Ypsilon, Μεσσηνία



Εικ. 69\_ Villa Ypsilon, Μεσσηνία, Lassa Architects, 2017

Εικ. 70\_ Αεροφωτογραφία κατοικίας Villa Ypsilon, Μεσσηνία



Εικ. 71, 72\_ Villa Ypsilon,  
α) ανοίγματα – εσωτερική άποψη  
β) ανοίγματα – εξωτερική άποψη

Οι αρχιτέκτονες, μέσω της χρήσης προγραμμάτων ηλιακής προσομοίωσης, κατάφεραν να επιτύχουν το σχεδιασμό μιας κατοικίας ικανής να εξασφαλίζει θέα και φυσικό φως σε όλους τους χώρους της. Παράλληλα, με τη βοήθεια αυτών των προγραμμάτων, υπολογίστηκε ο τρόπος ένταξης του φυσικού φωτός καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, προκειμένου να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος σκιασμός των χώρων. Ένας διάτρητος τοίχος, στην όψη της δυτικής αυλής, εξασφαλίζει σκιασμό του χώρου κατά τις απογευματινές ώρες, διασφαλίζοντας παράλληλα διαμεπή αερισμό και δροσισμό. Ο πρόβολος στην όψη του καθιστικού, υπολογίστηκε με τρόπο ώστε να μην επιτρέπει τις ηλιακές ακτίνες να διεισδύσουν σε βάθος πάνω από πενήντα εκατοστά το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα οι διεισδύσή τους φτάνει τα πέντε μέτρα. Παράλληλα, η κατασκευή φυτεμένου δώματος σε συνδυασμό με το κατάλληλο προσανατολισμό, τη τοποθέτηση μονωτικών υλικών και τη μελέτη φωτισμού και αερισμού, απέδωσε στη κατοικία βιοκλιματικό χαρακτήρα. (Χαραμής, 2017)

#### 4.3 | Νομοθετικό πλαίσιο υπόσκαφων κατοικιών στην Ελλάδα

Μέσω της μελέτης των παραπάνω παραδειγμάτων, διαφαίνεται η προσπάθεια των σύγχρονων αρχιτεκτόνων να εντάξουν την υπόσκαφη αρχιτεκτονική στο παρόν. Συνεπώς, ο νέος οικοδομικός κανονισμός περιλαμβάνει, εκτός των άλλων, τις ισχύουσες διατάξεις για τις υπόσκαφες κατασκευές.

Στο Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (Ν.Ο.Κ. 4067/2012) που εφαρμόζεται στην Ελλάδα, ως υπόσκαφο ορίζεται «... το κτίριο ή τμήμα κτιρίου, που κατασκευάζεται υπό τη στάθμη του φυσικού εδάφους και παρουσιάζει μόνο μία ορατή όψη. Η κατασκευή του γίνεται κάτω από τη στάθμη του φυσικού εδάφους, με επέμβαση σε αυτό και πλήρη επαναφορά στην αρχική του μορφή. Τα υπόσκαφα κτίρια μπορούν να έχουν κύρια ή βοηθητική χρήση»<sup>15</sup>.

Σύμφωνα με το Ν.Ο.Κ., στους μελετητές αποδίδονται ειδικά κίνητρα για τη δημιουργία υπόσκαφων κτιρίων, που αφορούν τα μεγέθη δόμησης και κάλυψης. Πιο συγκεκριμένα, ισχύουν τα ακόλουθα:

- ως προς το συντελεστή δόμησης (παρ. 6κδ, Αρ. 11)

δεν προσμετράται το 50% της επιφάνειας των υπόσκαφων κτιρίων ή τμήματος κτιρίων για χρήση κατοικίας και το 20% για άλλες χρήσεις.

- ως προς την επιτρεπόμενη κάλυψη (παρ. 4στ, Αρ. 12)

δεν προσμετράται το 50% της επιφάνειας των υπόσκαφων κτιρίων ή τμήματος κτιρίων για χρήση κατοικίας και το 20% για άλλες χρήσεις. Επιπλέον, σε περίπτωση κατασκευής υπόσκαφου κτιρίου, το ποσοστό κάλυψης μπορεί να αυξηθεί έως και 70%.

<sup>15</sup> Ελληνική Δημοκρατία (2012), ορ. cit., Αρ. 2, παρ. 88

Ως εκ τούτου, αυξάνονται τα τετραγωνικά της δόμησης και κάλυψης στις περιπτώσεις κατασκευής υπόσκαφων κτιρίων, προκειμένου οι μελετητές να στραφούν σε αυτό το είδος αρχιτεκτονικής, που σκοπό έχει να εντάξει τα κτίσματα στο περιβάλλον και το φυσικό ανάγλυφο.

Ωστόσο, εκμεταλλευόμενοι τις προδιαγραφές του ΝΟΚ, οι μελετητές οδηγούνται στη μαζική κατασκευή υπόσκαφων κτιρίων, σε τοποθεσίες όπου η νομοθεσία απαγορεύει οποιαδήποτε άλλη δόμηση. Κατά συνέπεια, στόχος τους δεν είναι η ομαλή και αρμονική ένταξη του κτίσματος στο περιβάλλον, αλλά η εκμετάλλευση της αύξησης δόμησης. Η διαδικασία κατασκευής υπόσκαφων κτισμάτων στις μη οικοδομήσιμες περιοχές, έχει ως αποτέλεσμα αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, με τη δημιουργία υπερμεγέθη κτισμάτων σε πλαγιές, που προϋποθέτουν σημαντικές εκσκαφές. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία μη αναστρέψιμων επεμβάσεων στο τοπίο και όχι η εναρμόνιση των κτισμάτων σε αυτό. Τα ίδια δεν ακολουθούν τις πρακτικές των παραδοσιακών υπόσκαφων κατοικιών, με μικρά ανοίγματα και προσόψεις που δεν διακρίνονται από το τοπίο τους, αλλά σε συνέχεια των παραπάνω ακολουθούν τεχνικές, που καθιστούν την κατασκευή διακριτή από αυτό. Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες και κεκλιμένες στέγες εφαρμόζονται στις υπερμεγέθη κατασκευές, με αποτέλεσμα να έρχονται σε αντίθεση με την παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική. (Λιάλιος, 2022)

Σκόπιμο θα ήταν οι μελετητές, σχεδιάζοντας με σύνεση, να στραφούν στον αρχικό στόχο του ΝΟΚ για μία περισσότερο βιοκλιματική αρχιτεκτονική, που σκοπό έχει να προστατέψει και όχι να βλάψει το περιβάλλον της. Με γνώμονα αυτό, οι μελετητές οφείλουν να δημιουργούν αρχιτεκτονικές λύσεις εναρμονισμένες με το τοπίο τους, μη θέτοντας ως πρωταρχικό στόχο το κέρδος.

Σε συνέχεια του νομοθετικού πλαισίου, για να αποδοθούν τα παραπάνω κίνητρα, οι υπόσκαφες κατασκευές οφείλουν να ακολουθούν ορισμένες προϋποθέσεις σχεδιασμού. Συνεπώς, το υπόσκαφο κτίριο πρέπει να έχει μόνο μία όψη με ενιαία επιφάνεια, ενώ σε κάτοψη να μη φέρει ίχνος κατασκευής επί του εδάφους, εκτός από τα ανοίγματα φωτισμού-αερισμού. Επιπλέον, η στέγη του οφείλει να είναι προσβάσιμη και να καλύπτεται από το υλικό του φυσικού εδάφους της περιοχής, αποτελώντας συνέχεια αυτού και χωρίς να διαφοροποιείται από το προϋπάρχον φυσικό έδαφος.

Όσον αφορά τις ανάγκες φυσικού φωτισμού και αερισμού, η εξασφάλισή τους επιτυγχάνεται μέσω της κατασκευής κατακόρυφων διόδων εντός ή εκτός του περιγράμματος του κτιρίου, μέγιστου πλάτους δύο μέτρων και μήκους ως το περίγραμμα του κτιρίου, ενώ η επιφάνειά τους δεν προσμετράται στη δόμηση. Η στέγαση των κατακόρυφων διόδων μπορεί να επιτευχθεί με σκίαστρα από ύφασμα, καλαμωτή, διαφανή ή/και κινητά στοιχεία. Ωστόσο, δεν επιτρέπεται η κατασκευή περιμετρικής διόδου στο υπόσκαφο κτίριο.

Επιπλέον:

- επιτρέπεται η κατασκευή υπογείων ορόφων κάτω από το υπόσκαφο
- επιτρέπεται η δημιουργία υπόσκαφου σε διαφορετικό επίπεδο και προσανατολισμό, εντός τμήματος του περιγράμματος άλλου υπόσκαφου, καθώς και η κατακόρυφη σύνδεση μεταξύ αυτών
- δεν επιτρέπεται η κατασκευή υπέργειου κτίσματος εντός του περιγράμματος υπόσκαφου
- δεν απαιτείται ελάχιστη απόσταση μεταξύ υπόσκαφου και μη κτιρίου, που έχουν υψομετρική διαφορά τουλάχιστον τρία μέτρα.
- Τα υπόσκαφα και μη κτίρια μπορούν να επικοινωνούν μέσω κατακόρυφων διόδων ή μέσω σύνδεσης του υπόγειου τμήματος του μη υπόσκαφου με το υπόσκαφο
- Απαιτείται έγκριση του Συμβουλίου Αρχιτεκτονικής για τη δημιουργία υπόσκαφου κτιρίου, καθώς και για τη διαμόρφωση της μοναδικής όψης του με ανοίγματα, για την εξασφάλιση αερισμού και φωτισμού, η οποία δύναται να μην ακολουθεί τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής
- Δεν επιτρέπεται η αλλοίωση του φυσικού εδάφους, εκτός των εργασιών που απαιτούνται για τη κατασκευή του υπόσκαφου κτιρίου

Οι μελετητές οφείλουν να ακολουθούν τους παραπάνω περιορισμούς, προκειμένου να ωφεληθούν για τη κατασκευή τους, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ευελιξία στα επιτρεπόμενα τετραγωνικά, καθώς και δυνατότητα να δημιουργήσουν ένα πρωτότυπο συνθετικά κτίριο, το οποίο θα διασφαλίζει τα απαιτούμενα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά.

Στο επόμενο κεφάλαιο, μέσω της μελέτης φυσικού φωτισμού σε χαρακτηριστική παραδοσιακή κατοικία της Σαντορίνης, επιδιώκεται η διεξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την επάρκεια ή μη ένταξης φυσικού φωτισμού στις υπόσκαφες κατασκευές, καθώς και η παράθεση πιθανών προτάσεων ενίσχυσης αυτού.

ΑΝΑΛΥΣΗ – ΜΕΛΕΤΗ  
ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ  
ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΥΠΟΣΚΑΦΗΣ  
ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ

5

### 5.1 | Μελέτη φυσικού φωτισμού σε χαρακτηριστική παραδοσιακή κατοικία της Σαντορίνης

Οι παραδοσιακές υπόσκαφες κατοικίες της Σαντορίνης αποτελούν σημαντικό πρώιμο παράδειγμα υπόσκαφης κατοίκησης, ικανό να ανταποκριθεί στις κλιματικές, τοπογραφικές και κοινωνικές συνθήκες της περιοχής. Όπως μελετήθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η μορφή αυτής της κατοικίας ανταποκρινόταν στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ωστόσο, ενδιαφέρον παρουσιάζει η ένταξη του φυσικού φωτισμού στις υπόσκαφες κατασκευές, με την επιθυμία των χρηστών να περιορίσουν την διείσδυση των ηλιακών ακτινών, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, εξαιτίας του τοπικού κλίματος.

Παρόλα αυτά, ο τρόπος διάρθρωσης της κατοικίας, αποτελούμενης κατά κύριο λόγο από ένα καθιστικό, το οποίο κάλυπτε εξ' ολοκλήρου τη μοναδική ελεύθερη όψη, και ένα υπνοδωμάτιο στο βάθος της κατασκευής, που δεχόταν μόνο έμμεσο φωτισμό, καθιστά έντονη την ανάγκη μελέτης επάρκειας ή μη φυσικού φωτισμού σε όλο το μήκος της κατασκευής.

Προκειμένου να μελετηθεί με ακρίβεια ο φυσικός φωτισμός που δέχεται η κατοικία, διαμορφώθηκε τρισδιάστατο μοντέλο και χρησιμοποιήθηκε λογισμικό προσομοίωσης περιβαλλοντικών επιδόσεων, με την ονομασία ClimateStudio<sup>16</sup>. Ως προς το τρισδιάστατο μοντέλο, η δημιουργία του βασίστηκε σε έγκυρες βιβλιογραφικές αναφορές και σχηματικές απεικονίσεις (διαγραμματικές κατόψεις και τομές), προερχόμενες από βιβλία και διδακτορικές διατριβές.

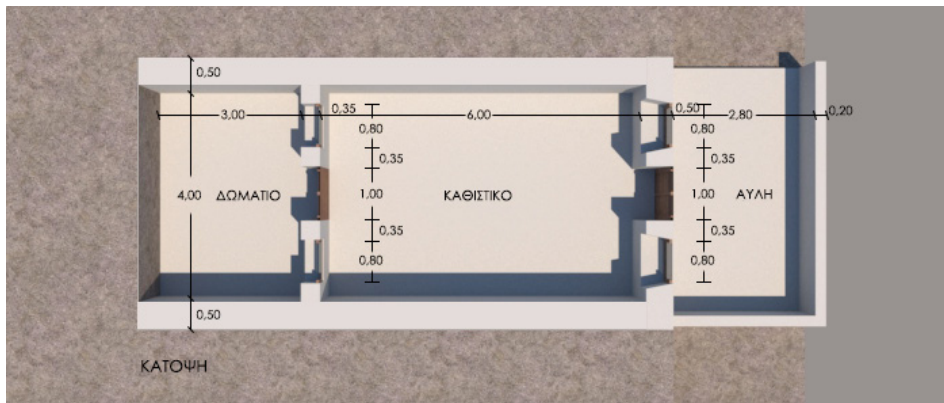
Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται να μελετηθεί μία τυπική μορφή δίχωρης υπόσκαφης κατοικίας της Σαντορίνης, που αποτέλεσε το πρότυπο με βάση το οποίο, στη συνέχεια, κατασκευάστηκαν όλες οι υπόσκαφες κατοικίες του νησιού. Στο μοντέλο διαμορφώθηκαν μόνο οι δύο βασικοί χώροι (καθιστικό και υπνοδωμάτιο), οι οποίοι απομονώνονται μέσω διαχωριστικού τοίχου, που φέρει ανοίγματα όμοια της πρόσοψης, όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι υπόλοιποι χώροι (κουζίνα και αποχωρητήριο) δεν αποδόθηκαν, καθώς η ύπαρξή τους δεν επηρεάζει την παρούσα μελέτη. Επιπλέον, διαμορφώθηκε ο χώρος της αυλής, που αποτελούσε συχνά το δώμα της υποκείμενης κατοικίας. Όλα τα μεγέθη, με βάση τα οποία δημιουργήθηκε το μοντέλο μελέτης, προήλθαν από όσα περιεγράφηκαν στο σχετικό υποκεφάλαιο της Σαντορίνης, προκειμένου να αποδοθεί με σχετική ακρίβεια η υπόσκαφη μορφή.

Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω, προέκυψε το ακόλουθο μοντέλο δίχωρης υπόσκαφης κατοικίας:

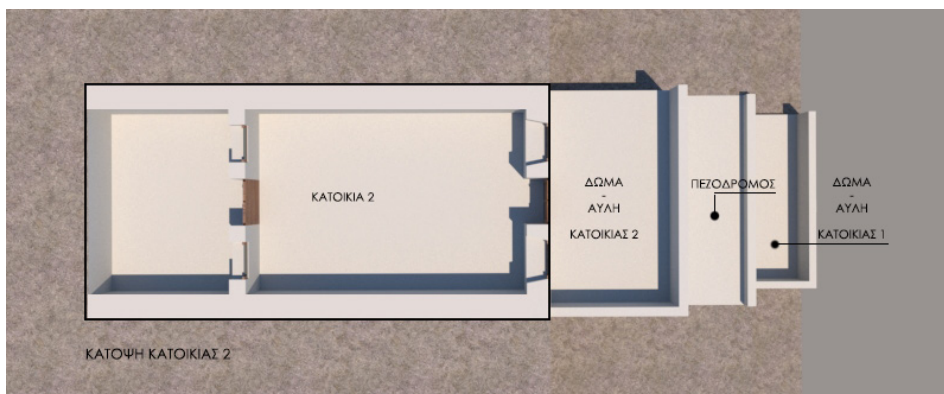


Σχ. 67\_ Μοντέλο υπόσκαφης κατοικίας της Σαντορίνης

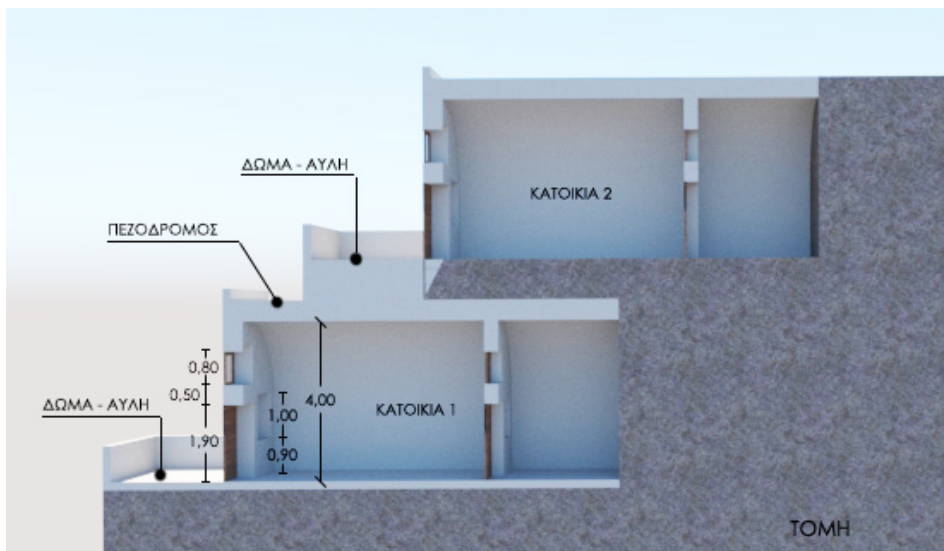
<sup>16</sup> <https://www.solemma.com/climate-studio>



Σχ. 68\_ Κάτοψη υπόσκαφης κατοικίας



Σχ. 69\_ Κάτοψη υπόσκαφης κατοικίας, με αυλή το δώμα της κατοικίας μελέτης



Σχ. 70\_ Τομή υπόσκαφων κατοικιών

Στη συνέχεια, ακολούθησε η προσομοίωση φυσικού φωτισμού, με τη βοήθεια του λογισμικού. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων βασίστηκε στο πρότυπο EN 17037, που αφορά το φυσικό φωτισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων, του τριτογενούς τομέα, και αναλύεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-7/2021 (ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ).

Παρά το γεγονός ότι η περίπτωση μελέτης αφορά κατοικία, μια κατηγορία κτιρίων όπου δεν υφίσταται απαίτηση συγκεκριμένων επιπέδων φυσικού φωτισμού από την ΤΟΤΕΕ, αξιοποιήθηκε το λογισμικό, καθώς και το πρότυπο EN 17037, με σκοπό τη διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ, το πρότυπο καθορίζει τρεις κατηγορίες απόδοσης: χαμηλή, μεσαία και υψηλή. Ως εκ τούτου, εκτός της βασικής (ελάχιστης) απαίτησης, οι χώροι δύνανται να επιτύχουν μεσαία και υψηλά επίπεδα συμμόρφωσης. Η επάρκεια φυσικού φωτισμού προκύπτει από τον υπολογισμό της έντασης φωτισμού στο χώρο, σε σχέση με χωρικά και χρονικά ποσοστά, στο επίπεδο της επιφάνειας εργασίας (0,80 μ. από το δάπεδο).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την προσομοίωση αφορούν ετήσια κατανομή εσωτερικής έντασης φωτισμού και αποδίδονται τόσο στο σύνολο των χώρων της κατοικίας, όσο και σε κάθε αυτούσιο δωμάτιο. Ως ημερήσιες ώρες λαμβάνονται οι 4380 ώρες (50% των ωρών), κατά τις οποίες υπάρχουν οι μεγαλύτερες τιμές εξωτερικού διάχυτου φωτισμού, από τις 8760 ώρες του έτους. (ΤΟΤΕΕ, 2021: 109-110)

Προκειμένου ένα δωμάτιο να πληροί το πρότυπο EN 17037, οφείλει να ικανοποιεί, κατ' ελάχιστο, τα δύο ακόλουθα κριτήρια:

- **Φωτισμός – στόχος (target illuminance):** 300lx πάνω από το 50% της επιφάνειας δαπέδου, για τουλάχιστον το 50% της ημέρας.

- **Ελάχιστη ένταση φωτισμού (minimum illuminance):** 100lx πάνω από το 95% της επιφάνειας δαπέδου, για τουλάχιστον το 50% της ημέρας.

Η κατηγοριοποίηση επάρκειας φυσικού φωτισμού, με βάση την ένταση φωτισμού, αποδίδεται στον ακόλουθο πίνακα της ΤΟΤΕΕ:

Κατηγορία επάρκειας Φ.Φ.	Κάθετα ανοίγματα	Οριζόντια ανοίγματα	Χρόνος
Χαμηλή κατηγορία	300lx στο 50% του χώρου & 100lx στο 95% του χώρου	300lx στο 95% του χώρου	Στο 50% των ωρών του κλιματικού αρχείου
Μεσαία κατηγορία	500lx στο 50% του χώρου & 300lx στο 95% του χώρου	500lx στο 95% του χώρου	
Υψηλή κατηγορία	750lx στο 50% του χώρου & 500lx στο 95% του χώρου	750lx στο 95% του χώρου	

Πίνακας 4: Κατηγοριοποίηση επάρκειας φυσικού φωτισμού σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-7/2021

Παράλληλα, για την εκτέλεση της προσομοίωσης, στο μοντέλο εφαρμόστηκαν υλικά προσεγγιστικά των όσων αναφέρονται στις βιβλιογραφικές πηγές που μελετήθηκαν. Συνεπώς, στην τοιχοποιία εφαρμόστηκε ανοιχτόχρωμο υλικό υψηλής ανακλαστικότητας, στα κουφώματα ξύλο, στις γυάλινες επιφάνειες απλό γυαλί, και στα δάπεδα υλικό μέσης ανακλαστικότητας, χρώματος γκρι. Ο προσανατολισμός της κατοικίας είναι νοτιοανατολικός, καθώς οι υπόσκαφες κατοικίες βρίσκονταν, κατά το πλείστον, εσωτερικά της καλντέρας, και είχαν νότιο, νοτιοανατολικό ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό.

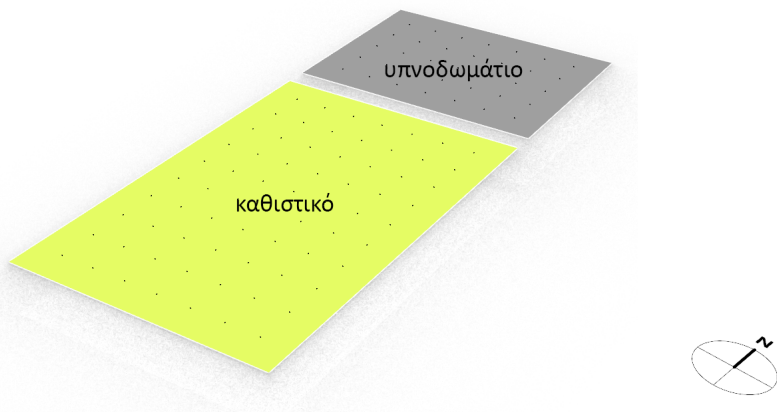


Σύμφωνα με τα παραπάνω και έπειτα από την εκτέλεση της προσομοίωσης, προκύπτουν τα ακόλουθα:

Building Compliance [% of rooms, area-weighted]		Fail	Minimum	Medium	High
Target Level		33,3%	66,7%	0,0%	0,0%
Minimum Level		33,3%	66,7%	0,0%	0,0%

Room compliance															
ID	Description	Tags	Sqm	Spacing[m]	Target	Minimum	300lux.50	500lux.50	750lux.50	100lux.95	300lux.95	500lux.95	Blinds	Dynamic	Glass
living room			24,0	0,61	Minimum	Minimum	54,50%	31,74%	20,25%	77,28%	24,38%	9,27%	N	N	
bedroom			12,0	0,61	Fail	Fail	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	N	N	



Σχ. 71\_ Έλεγχος επάρκειας φωτισμού στο σύνολο της κατοικίας μελέτης

Κατά συνέπεια, στο σύνολο της κατοικίας ο φωτισμός-στόχος επιτυγχάνεται κατά 66,7% του χώρου, ενώ αποτυγχάνει κατά 33,3%. Ομοίως, η ελάχιστη ένταση φωτισμού επιτυγχάνεται κατά 66,7% του χώρου και αποτυγχάνει κατά 33,3%.

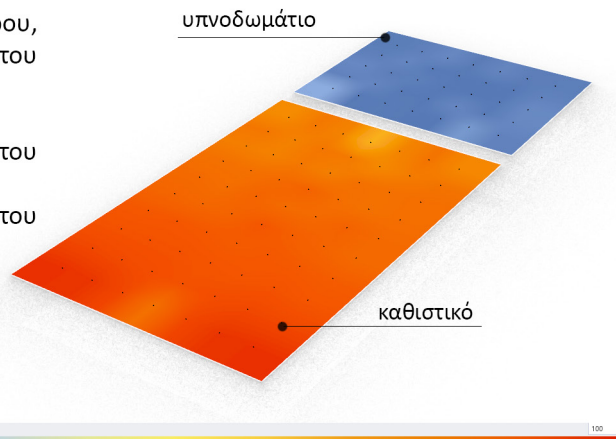
Από το παραπάνω σχήμα και πίνακα προκύπτει ότι:

- Ο χώρος του καθιστικού επιτυγχάνει τη χαμηλή κατηγορία του φωτισμού-στόχο και της ελάχιστης έντασης φωτισμού,
- ενώ ο χώρος του υπνοδωματίου δεν δέχεται καθόλου φυσικό φωτισμό.

Πιο συγκεκριμένα,

100lx στο 95% του χώρου, στο 50% των ωρών του κλιματικού αρχείου:

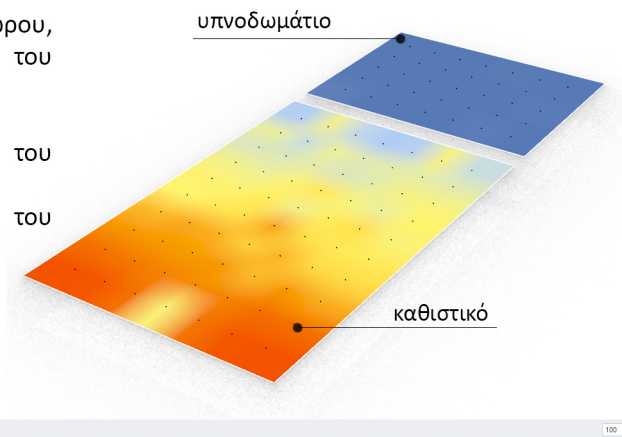
**καθιστικό:** 77,28% του χώρου  
**υπνοδωμάτιο:** 0,00% του χώρου



Σχ. 72α\_ Έλεγχος επάρκειας φωτισμού ανά κατηγορία του Πίνακα 4: α) 100lx – 95% του χώρου – 50% των ωρών

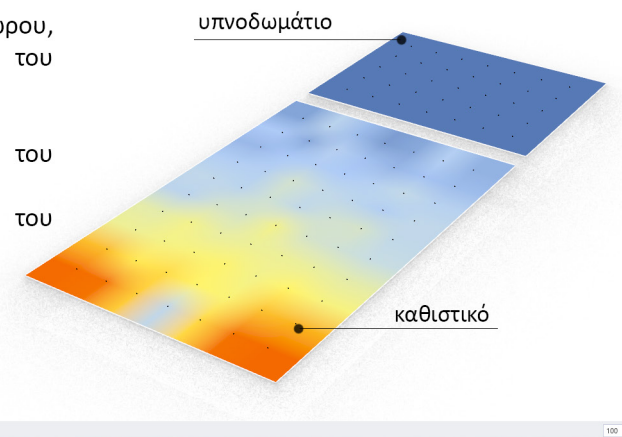
300lx στο 50% του χώρου,  
στο 50% των ωρών του  
κλιματικού αρχείου:

**καθιστικό:** 54,50% του  
χώρου  
**υπνοδωμάτιο:** 0,00% του  
χώρου



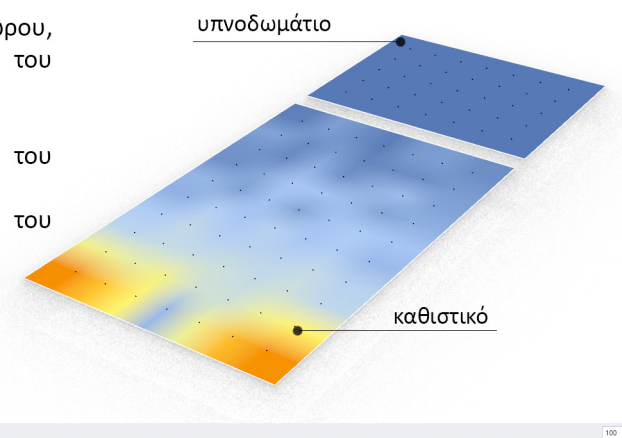
500lx στο 50% του χώρου,  
στο 50% των ωρών του  
κλιματικού αρχείου:

**καθιστικό:** 31,74% του  
χώρου  
**υπνοδωμάτιο:** 0,00% του  
χώρου



750lx στο 50% του χώρου,  
στο 50% των ωρών του  
κλιματικού αρχείου:

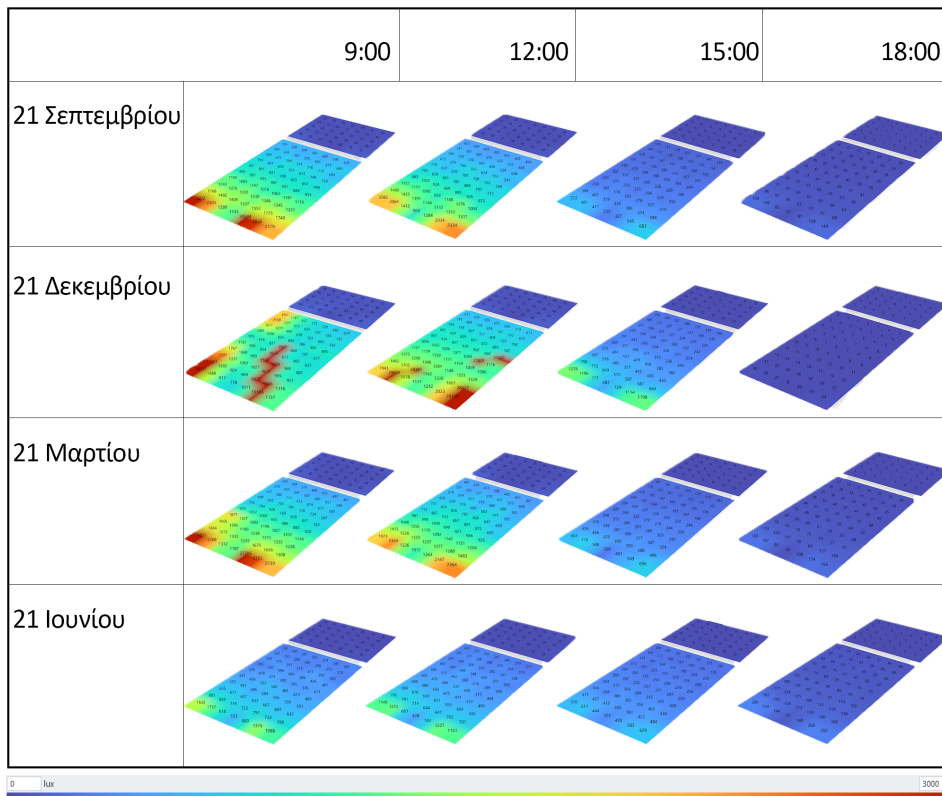
**καθιστικό:** 20,25% του  
χώρου  
**υπνοδωμάτιο:** 0,00% του  
χώρου



Σχ. 72β, 72γ, 72δ\_ Έλεγχος επάρκειας φωτισμού ανά κατηγορία του Πίνακα 4:

- β) 300lx – 50% του χώρου – 50% των ωρών
- γ) 500lx – 50% του χώρου – 50% των ωρών
- δ) 750lx – 50% του χώρου – 50% των ωρών

Παράλληλα, εκτελέστηκε προσομοίωση με βάση συγκεκριμένες χρονικές στιγμές του έτους, προκειμένου να διεξαχθεί ακριβές συμπέρασμα ως προς την ένταση φωτισμού που δέχεται κάθε χώρος μέσα στη μέρα. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε για την 21η μέρα του Σεπτεμβρίου, Δεκεμβρίου, Μαρτίου και Ιουνίου και για τις ώρες 9:00, 12:00, 15:00 και 18:00, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.



Πίνακας 5: Ένταση φωτισμού εσωτερικών χώρων σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές του έτους

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι ο χώρος του υπνοδωματίου δεν δέχεται καθόλου φυσικό φωτισμό καθ’ όλη τη διάρκεια της ημέρας, ολόκληρο το έτος. Από την άλλη πλευρά, το καθιστικό δέχεται φυσικό φωτισμό όλες τις εποχές, εκτός του καλοκαιριού, όπου η ένταση φωτισμού μειώνεται αισθητά. Πιο συγκεκριμένα, φθινόπωρο, χειμώνα και άνοιξη, το καθιστικό δέχεται φυσικό φωτισμό όλες τις πρωινές ώρες, μέχρι το μεσημέρι. Από τις 15:00 το μεσημέρι, ο φυσικός φωτισμός στο εσωτερικό, μειώνεται σε μεγάλο βαθμό. Αντιθέτως, τη θερινή περίοδο, η ένταση φωτισμού είναι αρκετά μειωμένη καθ’ όλη τη διάρκεια της ημέρας, γεγονός που αποδεικνύει την πρόθεση των χρηστών να περιορίσουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία τους καλοκαιρινούς μήνες, προκειμένου να μην προκαλείται υπερθέρμανση του χώρου.

## 5.2| Προτάσεις ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό της παραδοσιακής κατοικίας

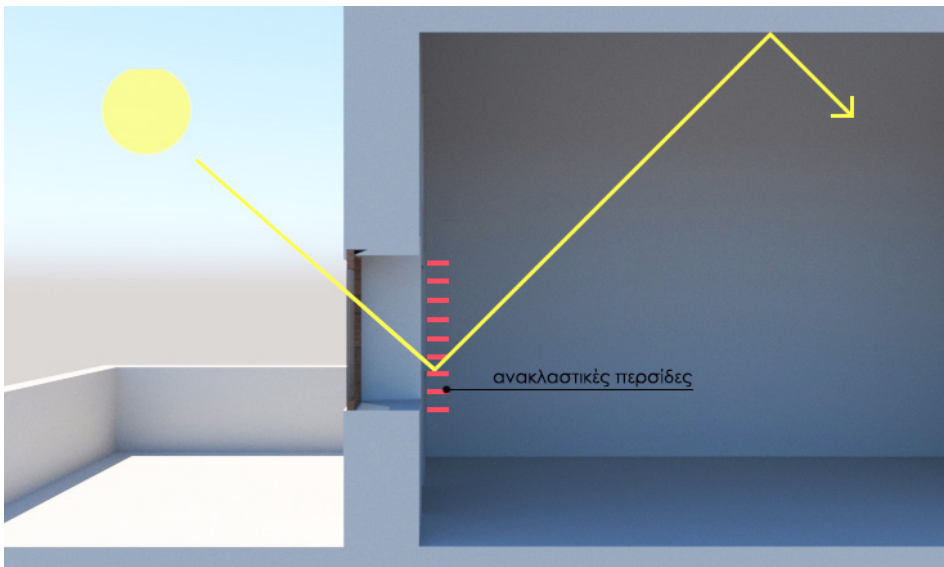
Σε συνέχεια των όσων μελετήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, καθώς και των συμπερασμάτων που προέκυψαν από την προσομοίωση της τυπικής δίχωρης υπόσκαφης κατοικίας της Σαντορίνης, επιδιώκεται η παράθεση προτάσεων, με στόχο την ενίσχυση των επιπέδων φυσικού φωτισμού, όπου απαιτείται.

Σύμφωνα με την προσομοίωση, ο χώρος του καθιστικού δέχεται εξ' ολοκλήρου την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, γεγονός που ήδη από τα παλαιότερα χρόνια, οι χρήστες προσπάθησαν να περιορίσουν. Όπως μελετήθηκε στη σχετική ενότητα για τη Σαντορίνη, ο ρόλος των ανοιγμάτων ήταν να περιορίσουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και όχι να την ενισχύσουν, εξαιτίας της έντονης παρουσίας της και των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στο νησί. Αποτέλεσμα αυτού, ήταν ο ελλιπής φωτισμός των χώρων. Από την προσομοίωση προκύπτει η σταδιακή εξασθένιση του φυσικού φωτισμού, όσο απομακρύνεται κανείς από τα ανοίγματα της όψης.

Από την άλλη πλευρά, ο χώρος του υπνοδωματίου δεν δέχεται φυσικό φωτισμό, ενώ οι τεχνίτες επεδίωξαν την ενίσχυσή του, μέσω των ανοιγμάτων του διαχωριστικού τοίχου, όπου επαναλαμβάνονταν αυτά της πρόσοψης.

Συνεπώς, στόχος της παρούσας εργασίας είναι, εκτός των άλλων, η παράθεση προτάσεων ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό της κατοικίας, τόσο στο χώρο του καθιστικού, όσο και στο υπνοδωμάτιο, χωρίς ωστόσο να προκαλείται υπερθέρμανση αυτών. Οι προτάσεις αυτές βασίζονται στις μεθόδους ενίσχυσης του φυσικού φωτός, όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 2.

Πιο συγκεκριμένα, μία πρώτη μέθοδος που θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην υπόσκαφη κατοικία είναι η τοποθέτηση ανακλαστικών περσίδων στα ανοίγματα της πρόσοψης. Η χρήση των περσίδων παρέχει τη δυνατότητα ανάκλασης του εισερχόμενου φωτός, σε μεγαλύτερο βάθος της κατασκευής, ενώ παράλληλα αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου, καθώς λειτουργούν και ως μέσο σκίασης. Οι περσίδες μπορεί να είναι κινητές ή σταθερές, ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

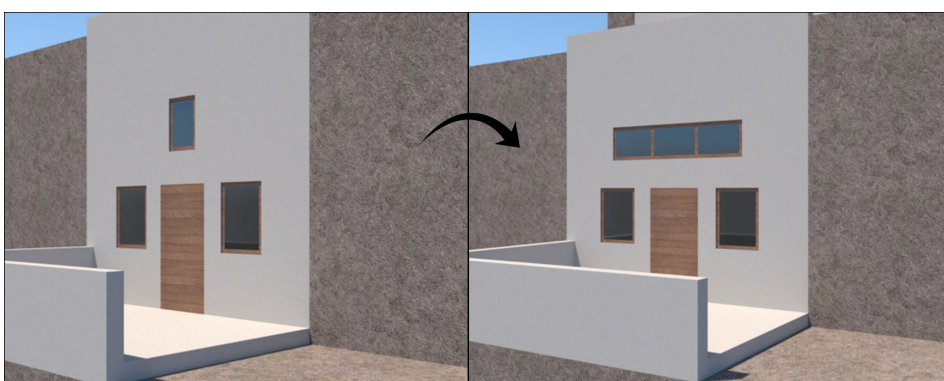


Σχ. 73\_ Τοποθέτηση ανακλαστικών περσίδων στα ανοίγματα της πρόσοψης



Σχ. 74\_ Ένταξη φυσικού φωτός σε μεγαλύτερο βάθος με τη χρήση περσίδων

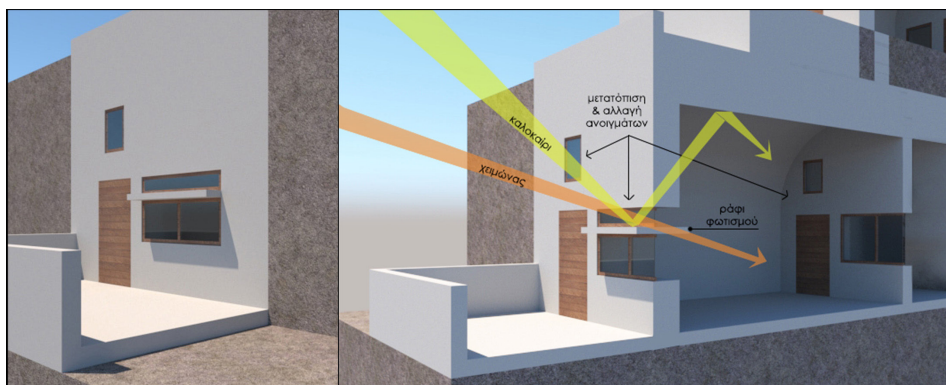
Μία άλλη πρόταση είναι η διάνοιξη του φεγγίτη που βρίσκεται πάνω από το άνοιγμα της εισόδου, με σκοπό την εξασφάλιση μεγαλύτερης ποσότητας διάχυτου φωτός. Μέσω του φεγγίτη, το εισερχόμενο φως φτάνει σε μεγαλύτερο βάθος της κατασκευής και επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή του.



Σχ. 75\_ Διάνοιξη φεγγίτη, με σκοπό την εξασφάλιση διάχυτου φωτός

Ακόμη μία πρόταση, που επιφέρει ωστόσο αλλοίωση της πρόσοψης, είναι η μετατόπιση και αλλαγή των ανοιγμάτων, με τρόπο ώστε να διαμορφώνεται ένα ενιαίο και μεγαλύτερων διαστάσεων άνοιγμα, στο οποίο μπορεί να προσαρμοστεί ράφι φωτισμού. Οι αλλαγές αυτές μπορούν να πραγματοποιηθούν και στα ανοίγματα του διαχωριστικού τοίχου, χωρίς τη χρήση ραφιού.

Όπως μελετήθηκε στο σχετικό κεφάλαιο μεθόδων φωτισμού, το ράφι φωτισμού έχει τη δυνατότητα να κατευθύνει τη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς την οροφή και το εσωτερικό του χώρου. Αποτέλεσμα της χρήσης του είναι η μείωση του εισερχόμενου φωτός κοντά στο άνοιγμα και η παράλληλη αύξησή του στο βάθος του χώρου, εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη κατανομή του φωτός και αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης. Η τοποθέτηση ραφιού φωτισμού, σε συνδυασμό με την ήδη υπάρχουσα ανακλαστική οροφή της κατοικίας (θολωτή οροφή, ανοιχτόχρωμη επιφάνεια), μπορούν να εξασφαλίσουν υψηλή απόδοση.

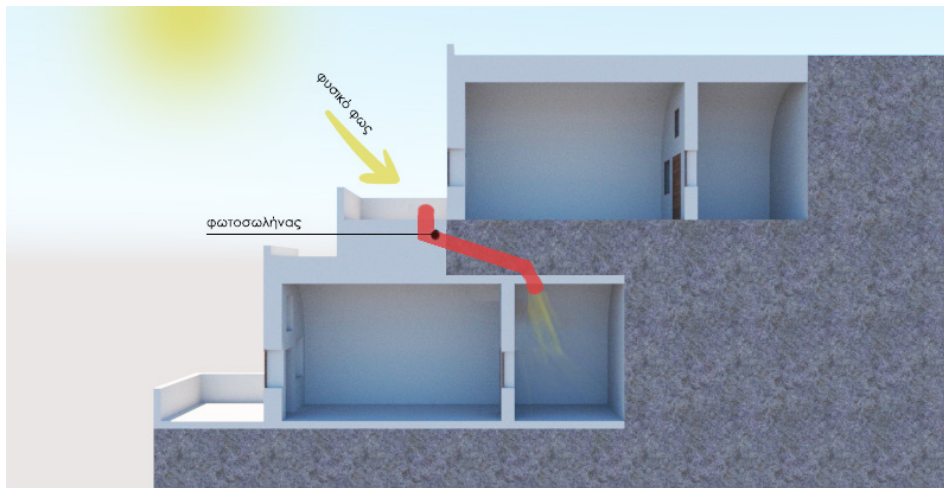


Σχ. 76\_ Μετατόπιση και αλλαγή ανοιγμάτων και τοποθέτηση ραφιού φωτισμού

Η παραπάνω διαδικασία θα μπορούσε να εφαρμοστεί ομοίως και με τη χρήση περσίδων επί του ανοίγματος, αντί ραφιού φωτισμού.

Μία ακόμη πρόταση ενίσχυσης του εισερχόμενου φυσικού φωτός είναι η τοποθέτηση ειδικών υαλοπινάκων στα υφιστάμενα ανοίγματα. Με τη χρήση ειδικών υαλοπινάκων, το άμεσο ηλιακό φως αποπροσανατολίζεται προς όλες τις γωνίες πρόσπτωσης. Όπως μελετήθηκε παραπάνω, η χρήση ενεργειακών υαλοπινάκων επιτρέπει υψηλά επίπεδα ηλιακού φωτός να διαπερνά στο εσωτερικό της κατοικίας, αντανακλώντας παράλληλα ένα μεγάλο ποσοστό της ηλιακής θερμότητας. Αποτέλεσμα της εφαρμογής τους είναι η βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στο εσωτερικό.

Τελευταία πρόταση, που αφορά κυρίως την ενίσχυση του φυσικού φωτισμού που δέχεται το υπνοδωμάτιο, το οποίο βρίσκεται στο βάθος της κατασκευής, είναι η τοποθέτηση φωτοσωλήνα, μία μέθοδος που χρησιμοποιείται σε χώρους όπου δεν μπορεί να εισέλθει φυσικός φωτισμός.



Σχ. 77\_ Τοποθέτηση φωτοσωλήνα

Η εφαρμογή μία εκ των παραπάνω αναφερόμενων προτάσεων ή ο συνδυασμός μερικών εξ' αυτών, θα μπορούσε να επιφέρει ενίσχυση του φυσικού φωτισμού, χωρίς ωστόσο να προκαλείται υπερθέρμανση των χώρων. Σε κάθε περίπτωση, ωστόσο, είναι σημαντικό να διατηρείται ο χαρακτήρας των παραδοσιακών αυτών κτισμάτων, χωρίς να προκαλούνται σημαντικές αλλοιώσεις, που οδηγούν σε σημαντική αλλαγή των πρώιμων οικισμών.





ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



Μέσα από τη μελέτη των παραδοσιακών και σύγχρονων υπόσκαφων κατοικιών διαφαίνεται η πρόθεση των μελετητών να δημιουργήσουν κατασκευές ικανές να καλύψουν τις ανάγκες των χρηστών, με ευφάνταστους και προσεκτικά μελετημένους τρόπους. Βασική ανάγκη που καλούνται σε κάθε περίπτωση να αντιμετωπίσουν αποτελεί η διαχείριση του φυσικού φωτός, το οποίο καθίσταται ζωτικής σημασίας για κάθε κατοικία. Η επίτευξη κατάλληλων επιπέδων φυσικού φωτισμού αποτελεί βασικό κριτήριο βιοκλιματικού σχεδιασμού, ζητούμενο της σύγχρονης αρχιτεκτονικής.

Ποικίλες μέθοδοι έχουν επινοηθεί για τη βέλτιστη αντιμετώπιση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη διασφάλιση επαρκή φυσικού φωτισμού, πολλές εκ των οποίων συναντώνται ήδη από τις πρώιμες υπόσκαφες μορφές. Κάθε τύπος υπόσκαφης κατοικίας είναι ικανός να δεχθεί τις απαιτούμενες προσαρμογές, προκειμένου να αξιοποιηθούν οι παραπάνω μέθοδοι ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού.

Μέσα από μία σύντομη αναδρομή στις απαρχές και τις πρώιμες εφαρμογές της υπόσκαφης κατοίκησης παρατηρείται η συνεχής ανάγκη των ανθρώπων να εκμεταλλευτούν τα εφόδια που τους παρέχει η φύση, με κεντρικό γνώμονα την προσαρμογή στο τοπίο και τις εκάστοτε κλιματικές συνθήκες. Τόσο τα πρώτα δείγματα κατοίκησης, οι σπηλιές, όσο και τα ιστορικά παραδείγματα ανώνυμης – τρωγλοδύτικης αρχιτεκτονικής που μελετήθηκαν και συναντώνται ανά τον κόσμο, αναδεικνύουν την πρόθεση των χρηστών να προσαρμοστούν στο περιβάλλον τους, διασφαλίζοντας κάθε φορά τις βέλτιστες δυνατές συνθήκες διαβίωσης. Μεταξύ αυτών, σημαντικός παράγοντας υπήρξε η ένταξη του φυσικού φωτισμού, που αποτέλεσε κατασκευαστικό ζητούμενο, εξαιτίας της δυσκολίας εφαρμογής του στις υπόσκαφες δομές.

Η σύγχρονη αρχιτεκτονική, δεχόμενη τις επιρροές των πρώιμων υπόσκαφων εφαρμογών, αναγνωρίζοντας τα πλεονεκτήματα που παρέχουν σε ποικίλα επίπεδα της κατασκευής, επιδιώκει μία στροφή προς την υπόσκαφη κατοίκηση. Ωστόσο, το ζήτημα ένταξης του φυσικού φωτισμού εξακολουθεί να υπάρχει, προβληματίζοντας τόσο τους μελετητές, όσο και τους πιθανούς χρήστες. Παραδείγματα σύγχρονων κατοικιών αποδεικνύουν πως μια υπόσκαφη κατασκευή είναι ικανή να καλύψει τις απαιτούμενες ανάγκες οπτικής άνεσης, μέσω της αξιοποίησης των μεθόδων ενίσχυσης φυσικού φωτισμού, που επινοήθηκαν μέσα στα χρόνια.

Παράλληλα, η υπόσκαφη αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει κομμάτι του σύγχρονου νομοθετικού πλαισίου της Ελλάδας. Ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός παρακινεί τους μελετητές στη δημιουργία υπόσκαφων κτιρίων, εξασφαλίζοντάς τους κατασκευαστικά οφέλη, προκειμένου να αξιοποιηθούν τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους δόμησης. Παρά την πρόθεση του κράτους για ενίσχυση των υπόσκαφων κατασκευών, οι μελετητές οφείλουν να ενεργούν με γνώμονα το περιβάλλον και τις ανάγκες που προκύπτουν από το εκάστοτε οικόπεδο, προκειμένου η υπόσκαφη κατασκευή να επιφέρει μόνο θετικά οφέλη.

Μέσα από τη μελέτη των σύγχρονων παραδειγμάτων διαφαίνεται η ικανότητα προσαρμογής της κατασκευής, μέσω της εφαρμογής ποικίλων μεθόδων ενίσχυσης φυσικού φωτισμού, προκειμένου να εξασφαλίζεται οπτική άνεση στους χρήστες. Μπορεί, ωστόσο, αυτό να επιτευχθεί σε υφιστάμενες παραδοσιακές υπόσκαφες κατοικίες; Απάντηση στο ερώτημα, κλήθηκε να δώσει η μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε παραδοσιακή υπόσκαφη κατοικία της Σαντορίνης.

Μελετώντας διεξοδικά ένα παράδειγμα τυπικής δίχωρης υπόσκαφης κατοικίας της Σαντορίνης, ως προς την επάρκεια ένταξης του φυσικού φωτός στο εσωτερικό της, παρατηρούνται οι κατασκευαστικές προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει ο μελετητής ως προς την επίτευξη των επιθυμητών επιπέδων οπτικής άνεσης. Διαπιστώνει, συνεπώς, κανείς τη δυσκολία κατάλληλης εισχώρησης του φυσικού φωτός στην υπόσκαφη κατοικία, εξαιτίας των περιορισμένων δυνατοτήτων που παρέχει η κτιριακή δομή.

Ωστόσο, η ενίσχυση του εισερχόμενου φυσικού φωτισμού σε μία υφιστάμενη κατοικία παρουσιάζει δυσκολίες εφαρμογής πολλών εκ των υφιστάμενων μεθόδων. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν μέθοδοι που μπορούν να προσαρμοστούν σε υφιστάμενες κατασκευές προκειμένου να επιτευχθεί επάρκεια φυσικού φωτισμού. Μέσω της εφαρμογής των μεθόδων αυτών επιδιώκεται η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη απόδοση φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό, χωρίς ωστόσο να εξασφαλίζονται πάντα οι βέλτιστες οπτικές συνθήκες.

Συμπεραίνουμε λοιπόν, πως η υπόσκαφη κατοίκηση αποτελούσε ανέκαθεν ένα σημαντικό κατασκευαστικό πρότυπο προσαρμογής στο περιβάλλον και τις ανάγκες του. Η ίδια, δεχόμενη παραλλαγές, αποτελεί ακόμα και στη σύγχρονη αρχιτεκτονική πρότυπο βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ωστόσο, η δημιουργία μιας τέτοιας κατασκευής οφείλει να γίνεται συνειδητά, όταν το απαιτεί η τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής, εξασφαλίζοντας στους χρήστες άνεση στο εσωτερικό αυτής. Μία από τις ανάγκες των χρηστών, η επίτευξη οπτικής άνεσης, μπορεί να διασφαλιστεί μέσω της εφαρμογής ποικίλων μεθόδων ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού, τόσο σε νέες, όσο και σε υφιστάμενες κατασκευές. Η προσεκτική εφαρμογή των μεθόδων αυτών σε όλα τα είδη κατασκευών μπορεί να δημιουργήσει ένα ευχάριστο εσωτερικό περιβάλλον, σε επίπεδο οπτικής και θερμικής άνεσης, καθώς η μη σωστή εφαρμογή τους μπορεί να επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε. (2017). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Κλιματική αλλαγή –Περιβάλλον –Βιωσιμότητα*. 2η έκδοση. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Θεοδωράκη – Πάτση, Τζ., (2011). *Αποσπάσματα από την Αρχιτεκτονική στον Αγροτικό χώρο*. Αθήνα: ΔΑΒΙΑΣ ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ.

Λάββα, Ρ., (επιμέλεια), (2020). *Σαντορίνη: Τοπία του Νου*. Αθήνα: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Μ.Π..

Πικιώνης, Δ. (1986), 5η ανατ. 2014. *Κείμενα*, Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης.

Τσαγκρασούλης, Α. (2016). *Φυσικός Φωτισμός*. Κάλλιπος

Φιλίππιδης, Δ., (επιμέλεια). *Αρχιτεκτονική: Τόμος Δεύτερος: Κυκλάδες*. 2ος τόμος. Αθήνα: ΜΕΛΙΣΣΑ.

Φιλίππιδης, Δ. (2006). *Ανθολόγια κειμένων ελληνικής αρχιτεκτονικής*. Αθήνα: ΜΕΛΙΣΣΑ.

### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Baker, N., Steemers, K. (2002). *Daylight Design of Buildings*. 1η έκδοση. Λονδίνο: James & James.

Fuller, M., Clapp, F. (1924). *Loess and rock dwellings of Shensi, China*. *Geographical Review*. 14(2), 215-226, <https://doi.org/10.2307/208098> .

Ramseyer, V. (2014). *A Companion to Mediterranean History*. 1η έκδοση. Per-egrine Horden and Sharon Kinoshita (επιμ.). John Wiley & Sons, Ltd.

Rudofsky B., (1964). *Architecture without architects, an introduction to nonpedi-greed architecture*. Νέα Υόρκη: The Museum of Modern Art: Distributed by Doubleday, Garden City, N.Y.

Schneiderman, D., Campos, A., (2018). *Interiors beyond architecture*. Νέα Υόρκη: Routledge.

Viré, A. (1931). *Le village troglodytique de Haute-Isle (Seine-et-Oise)*. Publications de la Commission des Souterrains et Excavations artificielles de la France: FASCICULE No IV Bulletin de la Société préhistorique de France, 28(12), 510-536.

Walter Fewkes, J., (1910). *The Cave Dwellings of the Old and New Worlds*. American Anthropological Association. New Series. Vol 12. No 3. Wiley.

Watson, D., (1961). *Cliff dwellings of the Mesa Verde; a story in pictures*. Mesa Verde Museum Assn Park.

### Διπλωματικές Εργασίες

Αθανασιάδης, Ι., (2010). *Σχεδιασμός υπόσκαφων κατασκευών στη νήσο Κέα*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών.

Αθανασιάδης, Ι., (2014). *Υπόσκαφη κατασκευή με βιοκλιματικό σχεδιασμό στις Κυκλάδες*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή. Δ.Π.Μ.Σ. Σχεδιασμός και κατασκευή υπόγειων έργων.

Ανδρουλάκη, Μ., Σερέφουλου, Ε., (2014). *Οι υπόσκαφοι οικισμοί της Καππαδοκίας*. Διάλεξη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Αρμάου, Α., Μιχαλοπούλου, Ε., Φωτιάδου, Ζ. Ν.. *Η εξέλιξη των βιοκλιματικών κατασκευών από την αρχαιότητα έως σήμερα*. Πτυχιακή Έργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αθήνα. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων.

Βεκρής, Ν., (2020). *Προς μία υπόσκαφη αρχιτεκτονική. Ένα δοκίμιο για τον υπόσκαφο χώρο και τα ψυχολογικά εμπόδια*. Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Γοναλάκη, Α., (2019). *Τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Μεσογείου*. Διπλωματική Έργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα. Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Μ.Π.Σ. Περιβαλλοντικός σχεδιασμός πόλεων και κτιρίων.

Δελή, Β., (2022). *Πρακτικές αειφορικού σχεδιασμού στο χθες και στο σήμερα – Από την παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Ελλάδας στη σύγχρονη: Η περίπτωση των Κυκλάδων*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Έργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω, Αθήνα. Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού. Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής.

Καλατζόγλου, Κ., (2021). *Παραθεριστική κατοικία στη Μύκονο*. Πτυχιακή Έργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα. Σχολή Εφαρμοσμένων τεχνών και πολιτισμού. Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής.

Μαρκαντωνάτου, Α., (2018). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική: Το παράδειγμα της Σαντορίνης*. Διπλωματική Έργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων.

Μπιτσάνη, Α., (2014). *Βιοκλιματικός ανασχεδιασμός οικίας στην Οία Σαντορίνης*. Διπλωματική Έργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. Τομέας Δομοστατικής.

Σκουτέλια, Μ., (2022). *Υπό το μηδέν: Χωρικές διερευνήσεις από το αρχέτυπο της σπηλιάς μέχρι τη σύγχρονη υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. Διάλεξη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Σουριλα, Ε., Τρίμμη, Α., (2009). *Τρωγλοδυτικές κατοικίες στην Ελλάδα. Μετεξέλιξη τους, κατασκευαστικές διαφορές, αποτύπωση, αίτια ανάπτυξής τους (κοινωνικά – οικονομικά)*. Πτυχιακή Έργασία, Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Αθήνα. Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων. Τομέας Α' Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού.

Χατζηαποστόλου, Ε., (2019). *Η ανθηρή εμπορική κοινότητα της Σινασού και η λαξευτική αρχιτεκτονική παράδοση της Καππαδοκίας τον 19ο – 20ο αιώνα*. Διάλεξη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

#### Ερευνητικές Εργασίες

Αμπεριάδου, Μ., (2022). *Rammed Earth Κατασκευές: παλαιότερες & σύγχρονες εφαρμογές στην Κίνα*. Μεταπτυχιακή Ερευνητική Έργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω, Αθήνα. Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού. Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής.

Καστανίδου, Π., (2017). *Φυσικό φως, αρχιτεκτονική και υπόσκαφα κτήρια. Το φυσικό φως και η σημασία του στην αρχιτεκτονική. Η χρήση του και στα υπόσκαφα κτήρια*. Ερευνητική Έργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Κρητικάκη, Κ., (2020). *Υπόσκαφη Αρχιτεκτονική\_ Με αφορμή τη σύγχρονη κατοίκηση*. Ερευνητική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Μάνθου, Δ., (2020). *Η υπόσκαφη αρχιτεκτονική της Σαντορίνης – Η περίπτωση της Οίας*. Μεταπτυχιακή Ερευνητική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, ΠΜΣ Περιβαλλοντικός Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός.

#### Διδακτορικές Διατριβές

Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Jingwen, X. (1998). *Διερεύνηση και Σύγκριση υπόσκαφων κατασκευών στην Ελλάδα και την Κίνα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

#### Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά

Alkaff, S.A., Sim, S.C., Efzan, M.N.E. (2015). A review of underground building towards thermal energy efficiency and sustainable development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 60, σελ. 692-713, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.085>.

Barbero – Barrera, M.M., Gil – Grespo, I.J., Maldonado- Ramos, L. (2014). Historical development and environment adaptation of the traditional cave-dwellings in Tajuna's valley, Madrid, Spain. Polytechnic University of Madrid, Spain, *Elsevier Ltd*.

Benardos, A., Athanasiadis, I., Katsoulakos, N. (2013). Modern earth sheltered constructions: A paradigm of green engineering. *Elsevier Ltd*.

Bixio, R., Yamac, A. (2023). Underground shelters in Cappadocia. *ResearchGate*.

Gao, J., (2021). Sunken cave dwellings - seen from Typological & Anthropological perspectives. *Copernicus GmbH*. XLVI-M-1-2021, 241-248, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVI-M-1-2021-241-2021

Meir, I. A., Gilead, I. Underground dwellings and their microclimate under arid conditions. In GRECO & ACAD (eds.) *Design With the Environment*, Proc. 19th PLEA 2002 Int. Conf. Toulouse, Γαλλία, No.2, σελ. 618-624.

Hua, W., Zhou, T., Bai, J. (2020). The influence of sustainable concept of Chinese Traditional Dwellings on the design and evaluation of green buildings. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, Vol. 9, No. 3.

Yuldiz, P. Cave houses as archetypes of shelter formation in Cappadocia Region, Turkey. *Athens Journal of History*, Vol. X, No. Y.

Zhu, J., Tong, L., Li, R., Yang, J., Li, H. (2019). Annual thermal performance analysis of underground cave dwellings based on climate responsive design. *Elsevier Ltd*.

Wang, F., Liu, Y. (2021). Thermal environment of the courtyard style cave dwelling in winter. *Elsevier Science B. V*.

### Άρθρα σε περιοδικό ή ημερήσιο τύπο

Κοντορήγας, Θ. Δ. (2020, Οκτώβριος 27). Φωτισμός εσωτερικών χώρων: Τα στάδια του σχεδιασμού. *Ηλεκτρολόγος & Σαλόνι φωτισμού*. Ανάκτηση από <https://electrologos.gr/fotismos-esoterikon-choron-ta-stadia-toy-schediasmoy/>

Λιάλιος, Γ. (2022). Υπερβολές με τα υπόσκαφα στις Κυκλάδες: Υπερμεγέθη κτίσματα αλλοιώνουν το τοπίο. *Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ*. Ανάκτηση από Υπερβολές με τα υπόσκαφα στις Κυκλάδες | Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ (kathimerini.gr)

### Ανακοινώσεις σε πρακτικά συνεδρίων

Αξαρή, Κ. (2009, Ιανουάριος – Φεβρουάριος). *Ενεργειακός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Γενικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού*. Ανακοίνωση δημοσιευμένη στο «Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας.

Στασινόπουλος, Θ. (2006). The four elements of Santorini architecture lessons in vernacular sustainability. *The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*.

### Διαδίκτυο

Αξαρή, Κ. – Μερέση, Κ.. Ο Αειφορικός Σχεδιασμός και η Θερμική Άνεση ως Παράγοντες Εξέλιξης των Δομικών Κατασκευών στο Χρόνο. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://infoidk.arch.duth.gr/axarli.pdf> (Ανάκτηση 13/11/2023).

Κερεσσετζή Η. 'NCAVED'. ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗ ΣΕΡΙΦΟ. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.doma.archi/publications/projects/ncaved-katoikia-sth-serifo> (Ανάκτηση 15/11/2023).

Λω, Αγ., (2017). Υπόσκαφο κτίριο. Τι είναι και ποια η σημασία του στη σύγχρονη αρχιτεκτονική;. Aspect architects. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://aspect-architects.gr/yposkafo-ktirio-ti-einai-kai-ποια-i-simasia-toy-stin-sygchroni-architektoniki-2/> (Ανάκτηση 13/11/2023).

Χαραμής, Θ., (2017). Η Villa Ypsilon στην Πελοπόννησο είναι ένα από τα κορυφαία δείγματα σύγχρονης αρχιτεκτονικής στην Ελλάδα. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.lifo.gr/culture/design/i-villa-ypsilon-stin-peloponniso-einai-ena-apo-ta-koryfaia-deigmata-syghronis> (Ανάκτηση 12-11-2023).

(2009). Villa Vals / SeARCH + CMA. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.archdaily.com/43187/villa-vals-search-cma> (Ανάκτηση 12-11-2023).

(2010). Aloni / decaARCHITECTURE. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.archdaily.com/45925/aloni-decaarchitecture> (Ανάκτηση 12-11-2023).

(2014). HOUSE PLJ. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://divisare.com/projects/264500-hertweck-devernois-architectes-urbanistes-simeon-levaillant-house-plj> (Ανάκτηση 9-11-2023).

(2016). Τα υπόσκαφα κτίρια και σπίτια της Σαντορίνης. I Love Greece. Διαθέσιμο στη διεύθυνση Τα Υπόσκαφα Κτίρια και Σπίτια της Σαντορίνης (i-love-greece.com) (Ανάκτηση 13/11/2023).

Fabrizi, M., (2021). Living inside the earth: The yaodong, cave buildings in China. Socks Studio. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://socks-studio.com/2021/06/21/living-inside-the-earth-the-yaodong-cave-buildings-in-china> (Ανάκτηση 9-11-2024).

González, M. F., (2021). Ncaved House / MOLD Architects. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects> (Ανάκτηση 12-11-2024).

Miller, R., (2014). HOUSE PLJ BY HERTWECK DEVERNOIS. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://frameweb.com/article/house-plj-by-hertweck-devernois> (Ανάκτηση 9-1- 2024).

Panse, S., (2019). Traditional Yaodong Shaanxi Province: The cave dwellings in which many Chinese people still live. STSTW Media. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.ststworld.com/yaodong-shaanxi-province> (Ανάκτηση 9-1- 2024).

Saieh, N., (2020). Ktima House / Camilo Rebelo + Susana Martins. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.archdaily.com/589551/ktima-house-camilo-rebelo-susana-martins> (Ανάκτηση 9-1-2024).

VILLA YPSILON Finikounda, Greece. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://www.las-sa-architects.com/projects/villa-epsilon/> (Ανάκτηση 9-1-2024).

Στοιχεία από επίσημες αρχές, έγγραφα κρατικών υπηρεσιών, κ.ά.

Ελληνική Δημοκρατία (2012). *Νέος Οικοδομικός Κανονισμός: Νόμος υπ' αριθ. 4067/2012*. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (2021). «*ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ*». Α' έκδοση. Αθήνα: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (2022). «*ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ*». Α' έκδοση. Αθήνα: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6/2022.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

### ΕΙΚΟΝΕΣ

**Εικόνα 1:** <https://www.decoraid.com/blog/add-pops-of-color-in-your-home/>

**Εικόνα 2:** <https://niiiiightowl.blogspot.com/2011/01/concrete.html>

**Εικόνα 3:** <https://www.lifo.gr/culture/photography/ena-magiko-spiti-stin-antip-aro>

**Εικόνα 4:** <https://socks-studio.com/2021/06/21/living-inside-the-earth-the-yadong-cave-buildings-in-china/>

**Εικόνα 5α:** <https://heliobus.com/>

**Εικόνα 5β:** <https://heliobus.com/en/daylight-engineering/>

**Εικόνα 6:** <https://www.cospico.gr/products/cupola-fotagogos/>

**Εικόνα 7:** <https://gosmartbricks.com/natural-light-in-architecture/>

**Εικόνα 8α:** <https://www.insol.co.nz/blog/basic-louvre-care-and-maintenance>

**Εικόνα 8β:** <https://www.louvreclad.com/operable-louvre-systems/>

**Εικόνα 9:** Elsa Ramirez, <https://www.archdaily.cl/cl/02-39032/casa-va-david-mutal-arquitectos>

**Εικόνα 10:** <https://sah-archipedia.org/buildings/WI-01-MI99>

**Εικόνα 11:** [https://www.okaluxna.com/okasolar\\_f/](https://www.okaluxna.com/okasolar_f/)

**Εικόνα 12:** <https://proffabianoqueiroz.blogspot.com/2012/03/resumos-sobre-pre-historia.html>

**Εικόνα 13:** <https://www.worldhistory.org/image/2770/the-dark-cave-of-hazarmerd-group-of-caves/>

**Εικόνα 14:** <https://www.engelvoelkers.com/it-it/taormina/blog/il-parco-dellet-na-e-le-sue-grotte/>

**Εικόνα 15:** <https://www.emaratalyoum.com/politics/reports-and-translation/2018-02-23-1.1074269>

**Εικόνα 16:** [https://www.pronews.gr/perivallon/580949\\_matmata-ta-ypogeia-spitia-tis-tynisias-foto-vinteo/](https://www.pronews.gr/perivallon/580949_matmata-ta-ypogeia-spitia-tis-tynisias-foto-vinteo/)

**Εικόνα 17:** [https://media-cdn.holidaycheck.com/w\\_1024,h\\_768,c\\_fit,q\\_auto,f\\_auto/ugc/images/1aefbde1-3f06-3367-bc83-40e43503ab7d](https://media-cdn.holidaycheck.com/w_1024,h_768,c_fit,q_auto,f_auto/ugc/images/1aefbde1-3f06-3367-bc83-40e43503ab7d)

**Εικόνα 18:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Cappadocia>

**Εικόνα 19:** <https://i.pinimg.com/originals/72/a9/f9/72a9f92695aa67f031261de10cddd783.jpg>

**Εικόνα 20:** <https://www.odysseytraveller.com/articles/cappadocia-turkey/>

**Εικόνα 21:** <https://www.newsbeast.gr/travel/arthro/2655139/gkoreme-to-glip-to-tis-fisis-stin-kappadokia>

**Εικόνα 22:** <https://www.historicmysteries.com/archaeology/derinkuyu-underground-city-cappadocia/300/>

**Εικόνα 23:** <https://www.hotelbelvedere.matera.it/wp-content/uploads/2018/08/Foto-Sassi-di-Matera-sasso-albanese-2.jpg>

**Εικόνα 24:** <https://curious-places.blogspot.com/2011/01/cave-dwellings-sassi-di-matera-italy.html>

**Εικόνα 25:** <https://www.creativeedgetravel.com/>

**Εικόνα 26:** <https://gastasuelas.com/el-risco-de-las-cuevas-perales-de-tajuna-la-pequena-capadocia-de-madrid/>

**Εικόνα 27:** <https://gastasuelas.com/el-risco-de-las-cuevas-perales-de-tajuna-la-pequena-capadocia-de-madrid/>

**Εικόνα 28:** <https://fascinatingSpain.com/place-to-visit/what-to-see-in-andalusia/what-to-see-in-granada/guadix-european-capital-inhabited-caves/>

**Εικόνα 29:** <https://gr.pinterest.com/pin/50243352083059514/>

**Εικόνα 30:** <https://www.clubrural.com/blog/guadix-capital-europea-de-las-cuevas/>

**Εικόνα 31:** <https://www.junglekey.fr/wiki/definition.php?terme=Haute-Isle>

**Εικόνα 32:** <https://www.france-voyage.com/tourism/troo-896.htm>

**Εικόνα 33:** [https://www.tripadvisor.co.uk/Hotel\\_Review-g1142459-d1984055-Reviews-B\\_B\\_Cave-Troo\\_Loir\\_et\\_Cher\\_Centre\\_Val\\_de\\_Loire.html](https://www.tripadvisor.co.uk/Hotel_Review-g1142459-d1984055-Reviews-B_B_Cave-Troo_Loir_et_Cher_Centre_Val_de_Loire.html)

**Εικόνα 34:** <http://www.tourisme-en-france.com/fr/poi/6739/doue-la-fontaine>

**Εικόνα 35:** <https://www.cparama.com/forum/doue-la-fontaine-t4886.html>

**Εικόνα 36:** <https://blog.alquilercastilloshinchables.info/>

**Εικόνα 37:** <https://blog.alquilercastilloshinchables.info/>

**Εικόνα 38:** Julie Laurent, <https://socks-studio.com/2021/06/21/living-inside-the-earth-the-yaodong-cave-buildings-in-china/>

**Εικόνα 39:** <https://socks-studio.com/2021/06/21/living-inside-the-earth-the-yaodong-cave-buildings-in-china/>

**Εικόνα 40:** <https://www.chinahighlights.com/luoyang/attraction/cave-dwelling.htm>

**Εικόνα 41:** Xinhua/Tao Ming, <https://www.businessinsider.com/china-cave-dwellings-pit-homes-dikengyuan-yaodong-photos-2022-4>

**Εικόνα 42:** <https://www.adventurousway.com/blog/mesa-verde-national-park>

**Εικόνα 43:** <https://www.adventurousway.com/blog/mesa-verde-national-park>

**Εικόνα 44:** <https://www.offthebeatenpath.com/trips/puebloan-mystery/>

**Εικόνα 45:** <http://www.i-love-greece.com/%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B7/>

**Εικόνα 46:** <http://www.i-love-greece.com/%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B7/>

**Εικόνα 47:** <http://www.i-love-greece.com/%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B7/>

**Εικόνα 48:** <https://www.urlaubsguru.at/reisemagazin/santorin-tipps/>

**Εικόνα 49:** <https://www.travelo.gr/santorini-gia-prwtarides/>

**Εικόνα 50:** <http://www.i-love-greece.com/%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%B1%CF%86%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B7/>

**Εικόνα 51:** <https://www.greece-is.com/santorini-constructions-of-earth-and-light/>

**Εικόνα 52:** Iwan Baan, <https://www.archilovers.com/projects/25754/villa-vals-gallery?146622>

**Εικόνα 53:** Iwan Baan, <https://www.archilovers.com/projects/25754/villa-vals-gallery?146622>

**Εικόνα 54:** <https://plansmatter.com/view-rentals/villa-vals-vals-switzerland>

**Εικόνα 55:** <https://fb.ru/article/288131/sovremennyye-podzemnyie-doma-foto>

**Εικόνα 56:** <https://ek-mag.com/plj-house-2/#nanogallery/ngy2p/0/1>

**Εικόνα 57:** <https://ek-mag.com/plj-house-2/#nanogallery/ngy2p/0/1>

**Εικόνα 58:** <https://www.designrulz.com/design/2014/08/house-plj-hertweck-devernois-architectes-urbanistes/>

**Εικόνα 59:** Ed Reeve, <https://architizer.com/idea/776380/>

**Εικόνα 60:** <https://www.fumara.gr/aloni-ena-magiko-spiti-pou-miazi-me-gefira-stin-antiparo/>

**Εικόνα 61:** <https://architizer.com/idea/776369/>

**Εικόνα 62:** Danilo Scarpati, <https://www.thegreekfoundation.com/architecture/ktima-house-in-antiparos-by-camilo-rebelo-susana-martins>

**Εικόνα 63:** Claudio Reis, <https://www.thegreekfoundation.com/architecture/ktima-house-in-antiparos-by-camilo-rebelo-susana-martins>

**Εικόνα 64:** Claudio Reis, <https://www.archdaily.com/589551/ktima-house-camilo-rebelo-susana-martins>

**Εικόνα 65:** Claudio Reis, <https://www.archdaily.com/589551/ktima-house-camilo-rebelo-susana-martins>

**Εικόνα 66:** [https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects/6003296a63c017e136000550-ncaved-house-mold-architects-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects/6003296a63c017e136000550-ncaved-house-mold-architects-photo?next_project=no)

**Εικόνα 67:** Yiorgis Yerolymbos, [https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects/6003293163c01727af000478-ncaved-house-mold-architects-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects/6003293163c01727af000478-ncaved-house-mold-architects-photo?next_project=no)

**Εικόνα 68:** [https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects/60032a4063c01727af000492-ncaved-house-mold-architects-image?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/955138/ncaved-house-mold-architects/60032a4063c01727af000492-ncaved-house-mold-architects-image?next_project=no)

**Εικόνα 69:** NAARO, [https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next_project=no)

**Εικόνα 70:** NAARO, [https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next_project=no)

**Εικόνα 71:** NAARO, [https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next_project=no)

**Εικόνα 72:** NAARO, [https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d525fe58ece98ac000108-villa-ypsilon-lassa-architects-photo?next_project=no)

#### ΣΧΗΜΑΤΑ

**Σχήμα 1α, 1β:** Σκίτσα από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 2α, 2β, 2γ:** Σκίτσα από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 3α, 3β, 3γ:** Σκίτσα από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 4α, 4β, 4γ, 4δ:** Σκίτσα από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 5:** Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, (1974). *Manual of Tropical housing and building, Climatic design*. Longman Group LTD, London, σελ. 144-146.

**Σχήμα 6:** Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, (1974). *Manual of Tropical housing and building, Climatic design*. Longman Group LTD, London, σελ. 144-146.

**Σχήμα 7:** Αθανασιάδης, Ι., (2014). *Υπόσκαφη κατασκευή με βιοκλιματικό σχεδιασμό στις Κυκλάδες*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή. Δ.Π.Μ.Σ. Σχεδιασμός και κατασκευή υπόγειων έργων, σελ. 32.

**Σχήμα 8:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 79.

**Σχήμα 9:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 10:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 11:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 12:** The Underground Space Center University of Minnesota, (1979). *Earth Sheltered Housing Design*. Van Nostrand Reinhold Company, σελ. 45.

**Σχήμα 13:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 14:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 15:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 16:** Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (2022). «*ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ*». Α' έκδοση. Αθήνα: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-6/2022, σελ. 140.

**Σχήμα 17:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 18:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 19:** Σκίτσο από Αμπεριάδου Μαρία (προσωπικό αρχείο)

**Σχήμα 20:** <https://www.northernarchitecture.us/artificial-lighting/william-wenzler-and-associates-william-lam-and-associates-central-united-methodist-church.html>

**Σχήμα 21:** <https://www.northernarchitecture.us/artificial-lighting/william-wenzler-and-associates-william-lam-and-associates-central-united-methodist-church.html>

**Σχήμα 22:** <https://www.archiexpo.de/prod/okalux-glastechnik-gmbh/product-3737-911849.html>

**Σχήμα 23:** <https://www.glassone.com.au/glass-repair/information>

**Σχήμα 24:** Σκουτέλια, Μ., (2022). *Υπό\_το\_μηδέν: Χωρικές διερευνήσεις από το αρχέτυπο της σπηλιάς μέχρι τη σύγχρονη υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. Διάλεξη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 13.

**Σχήμα 25:** <https://www.waynelabs.com/KenLabs/KenLabsThesis-LowRes.pdf>

**Σχήμα 26:** <https://www.waynelabs.com/KenLabs/KenLabsThesis-LowRes.pdf>

**Σχήμα 27:** <http://www.pangea-project.org/ambienti-sotterranei/>

**Σχήμα 28:** <https://betonbabe.tumblr.com/post/29193788405/dwellings-sculpted-out-of-rocks-in-the-region-of>

**Σχήμα 29:** Σκουτέλια, Μ., (2022). *Υπό\_το\_μηδέν: Χωρικές διερευνήσεις από το αρχέτυπο της σπηλιάς μέχρι τη σύγχρονη υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. Διάλεξη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 24

**Σχήμα 30:** Σκουτέλια, Μ., (2022). *Υπό\_το\_μηδέν: Χωρικές διερευνήσεις από το αρχέτυπο της σπηλιάς μέχρι τη σύγχρονη υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. Διάλεξη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 24

**Σχήμα 31:** <http://www.pangea-project.org/ambienti-sotterranei/>

**Σχήμα 32:** <http://www.pangea-project.org/ambienti-sotterranei/>

**Σχήμα 33:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 159

- Σχήμα 34:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 161
- Σχήμα 35:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 162
- Σχήμα 36:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 163
- Σχήμα 37:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 164
- Σχήμα 38:** Σκουτέλια, Μ., (2022). *Υπό\_το\_μηδέν: Χωρικές διερευνήσεις από το αρχέτυπο της σπηλιάς μέχρι τη σύγχρονη υπόσκαφη αρχιτεκτονική*. Διάλεξη, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 49
- Σχήμα 39:** <https://socks-studio.com/2021/06/21/living-inside-the-earth-the-yaodong-cave-buildings-in-china/>
- Σχήμα 40α, 40β:** Crowther, R., (1976). "Sun/Earth", Crowther/Solar Group, Denver
- Σχήμα 41α:** <https://www.the-travel-insiders.com/tours/santorini-wine-tour-sunset-2-awarded-wineries-oia>
- Σχήμα 41β:** <https://www.delfinihotel.net/santorini-map-gr.html>
- Σχήμα 42:** Jingwen, X. (1998). *Διερεύνηση και Σύγκριση υπόσκαφων κατασκευών στην Ελλάδα και την Κίνα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 64
- Σχήμα 43:** [https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Santorini\\_topo.jpg](https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Santorini_topo.jpg)
- Σχήμα 44:** <http://5a.arch.ntua.gr/project/12817/13108>
- Σχήμα 45:** Jingwen, X. (1998). *Διερεύνηση και Σύγκριση υπόσκαφων κατασκευών στην Ελλάδα και την Κίνα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 28
- Σχήμα 46:** <http://oikotekton.eu/santorini/>
- Σχήμα 47:** Jingwen, X. (1998). *Διερεύνηση και Σύγκριση υπόσκαφων κατασκευών στην Ελλάδα και την Κίνα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 66
- Σχήμα 48:** <http://oikotekton.eu/santorini/>

**Σχήμα 49:** Μαρκαντωνάτου, Α., (2018). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική: Το παράδειγμα της Σαντορίνης*. Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων, σελ. 96

**Σχήμα 50:** Jingwen, X. (1998). *Διερεύνηση και Σύγκριση υπόσκαφων κατασκευών στην Ελλάδα και την Κίνα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 71

**Σχήμα 51α, 51β:** Κρητικάκη, Κ., (2020). *Υπόσκαφη Αρχιτεκτονική\_ Με αφορμή τη σύγχρονη κατοίκηση*. Ερευνητική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 34

**Σχήμα 52:** <http://oikotekton.eu/santorini/>

**Σχήμα 53:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 221

**Σχήμα 54:** Jingwen, X. (1998). *Διερεύνηση και Σύγκριση υπόσκαφων κατασκευών στην Ελλάδα και την Κίνα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 73

**Σχήμα 55:** Μαρκαντωνάτου, Α., (2018). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική: Το παράδειγμα της Σαντορίνης*. Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων, σελ. 104

**Σχήμα 56:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 279

**Σχήμα 57:** Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., (1985). *Βιοκλιματική προσέγγιση της υπόσκαφης κατοικίας: Η εμπειρία της Σαντορίνης*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Πολυτεχνική Σχολή. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, σελ. 246

**Σχήμα 58:** Μαρκαντωνάτου, Α., (2018). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή κυκλαδίτικη αρχιτεκτονική: Το παράδειγμα της Σαντορίνης*. Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων, σελ. 112

**Σχήμα 59:** <https://www.archilovers.com/projects/25754/villa-vals-gallery?146622>

**Σχήμα 60:** <https://ek-mag.com/plj-house-2/#nanogallery/ngy2p/0/5>

**Σχήμα 61:** <https://ek-mag.com/plj-house-2/#nanogallery/ngy2p/0/1>

**Σχήμα 62:** <https://www.fumara.gr/alon-ena-magiko-spiti-pou-miazi-me-gefira-stin-antiparo/>

**Σχήμα 63:** [https://www.archdaily.com/589551/ktima-house-camilo-rebelo-susana-martins/54bdddc6e58ecef700000a0-floor-plan?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/589551/ktima-house-camilo-rebelo-susana-martins/54bdddc6e58ecef700000a0-floor-plan?next_project=no)

**Σχήμα 64:** <https://moldarchitects.com/projects/n-caved>

**Σχήμα 65:** <https://moldarchitects.com/projects/n-caved>

**Σχήμα 66:** [https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d560de58ece98ac000113-villa-ypsilon-lassa-architects-floor-plan?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/872451/villa-ypsilon-lassa-architects/592d560de58ece98ac000113-villa-ypsilon-lassa-architects-floor-plan?next_project=no)

**Σχήμα 67:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 68:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 69:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 70:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 71:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 72α, 72β, 72γ, 72δ:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 73:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 74:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 75:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 76:** δημιουργία της συγγραφέως

**Σχήμα 77:** δημιουργία της συγγραφέως

#### ΠΙΝΑΚΕΣ

**Πίνακας 1:** δημιουργία της συγγραφέως

**Πίνακας 2:** δημιουργία της συγγραφέως

**Πίνακας 3:** δημιουργία της συγγραφέως

**Πίνακας 4:** Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (2021). «*ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ*». Α' έκδοση. Αθήνα: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021.

**Πίνακας 5:** δημιουργία της συγγραφέως



