



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη  
ενέργεια για θέρμανση και ψύξη**

**Συγγραφέας**

*Γεωργιάδης Ιωάννης*

Αριθμός Μητρώου: 222017069

**Επιβλέπων**

*Δρ. Δρόσος Χρήστος*

*Επίκουρος Καθηγητής*

Αθήνα, Ιούλιος 2024



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
***SCHOOL OF ENGINEERING***  
**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION  
ENGINEERING**

**The passive house and its basic principles that ensure it uses less energy for  
heating and cooling**

**Author**

*Georgiadis Ioannis*

Registry Number: 222017069

**Supervisor**

*Dr. Drosos Christos*

*Assistant Professor*

Athens, July 2024

### Δήλωση Συγγραφέα Διπλωματικής Εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Γεωργιάδης Ιωάννης, με αριθμό μητρώου 222017069, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής 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».

Ο Δηλών



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής**

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>α/α</b>	<b>Όνομα / Επώνυμο</b>	<b>Ψηφιακή Υπογραφή</b>
1	ΔΡΟΣΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής	
2	ΛΑΣΚΑΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Επίκουρος Καθηγητής	
3	ΣΥΜΕΩΝΑΚΗ ΕΛΕΝΗ Ε.Δ.Ι.ΠΑ	

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη πολλών ανθρώπων και θεσμών, στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες.

Πρώτα απ' όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Χρήστο Δρόσο, Επίκουρο Καθηγητή, για την αμέριστη καθοδήγηση, υποστήριξη και την πολύτιμη επιστημονική του συμβολή κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Η συνεχής ενθάρρυνση και οι διορατικές παρατηρήσεις του ήταν καταλυτικές για την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής για τις γνώσεις και την εκπαίδευση που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους συμφοιτητές και φίλους μου για την ηθική και συναισθηματική υποστήριξη, καθώς και για τις συζητήσεις και τις συνεργασίες που μας βοήθησαν να ξεπεράσουμε τις δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε.

Ειδικές ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου, η οποία στάθηκε δίπλα μου με αγάπη και κατανόηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής μου πορείας. Η υπομονή, η ενθάρρυνση και η αμέριστη στήριξή τους υπήρξαν καθοριστικές για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Η συμβολή τους ήταν ανεκτίμητη και τους είμαι βαθιά ευγνώμων.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τα παθητικά κτίρια και τις αρχές που τα καθιστούν ενεργειακά αποδοτικά και βιώσιμα. Με την αυξανόμενη ανάγκη για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Σκοπός της εργασίας είναι να αναλύσει τις αρχές και τις τεχνολογίες των παθητικών κτιρίων, να συγκρίνει το κόστος και τα οφέλη τους με τα συμβατικά κτίρια, και να προτείνει πολιτικές και πρακτικές λύσεις για την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα και διεθνώς. Επίσης, στοχεύει στην κατανόηση των προκλήσεων και των προοπτικών στον τομέα αυτό.

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει βιβλιογραφική ανασκόπηση, ανάλυση παραδειγμάτων παθητικών κτιρίων, ποσοτική μελέτη με χρήση ερωτηματολογίου και σύγκριση των ενεργειακών επιδόσεων και του κόστους μεταξύ παθητικών και συμβατικών κτιρίων. Εξετάζονται επίσης διεθνείς και ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και στρατηγικές για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Η ανάλυση δείχνει ότι τα παθητικά κτίρια προσφέρουν σημαντικά οφέλη σε επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας, θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα. Παρά το υψηλότερο αρχικό κόστος κατασκευής, τα παθητικά κτίρια παρουσιάζουν μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη λόγω μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας και χαμηλότερων λειτουργικών εξόδων.

Η εργασία περιλαμβάνει επίσης ποσοτική έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίου, στο οποίο συμμετείχαν επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου και ιδιοκτήτες κτιρίων. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν τις απόψεις και τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τα παθητικά κτίρια, τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν και τις προοπτικές που βλέπουν στον τομέα αυτό. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι τα οικονομικά και τεχνικά εμπόδια, καθώς και η έλλειψη ενημέρωσης και εκπαίδευσης, είναι τα κυριότερα προβλήματα που δυσκολεύουν την κατασκευή παθητικών κτιρίων.

Η εργασία καταλήγει ότι τα παθητικά κτίρια αποτελούν βιώσιμη λύση για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Προτείνονται πολιτικές και πρακτικές λύσεις, όπως η παροχή φορολογικών κινήτρων,

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

η εφαρμογή υποχρεωτικών προτύπων ενεργειακής απόδοσης και η εκπαίδευση επαγγελματιών του κατασκευαστικού τομέα.

**Λέξεις - κλειδιά:** Παθητικά κτίρια, Ενεργειακή αποδοτικότητα, Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Θερμομόνωση, Αεροστεγανότητα, Θερμογέφυρες, Ανάκτηση θερμότητας.

## Abstract

This thesis examines passive buildings and the principles that make them energy efficient and sustainable. With the growing need to reduce energy consumption and combat climate change.

The purpose of the paper is to analyze the principles and technologies of passive buildings, to compare their costs and benefits with conventional buildings, and to propose political and practical solutions to promote the construction of passive buildings in Greece and internationally. It also aims to understand the challenges and prospects in this field.

The methodology includes literature review, analysis of examples of passive buildings, case study of a passive building and comparison of energy performance and costs between passive and conventional buildings. International and European initiatives and strategies to promote energy efficiency are also examined.

The analysis shows that passive buildings offer significant benefits in terms of energy efficiency, thermal comfort and indoor air quality. Despite higher initial construction costs, passive buildings show long-term financial benefits due to reduced energy consumption and lower operating costs.

The study also includes quantitative research using a questionnaire, which involved construction industry professionals and building owners. The results of the survey highlight the views and perceptions of the participants regarding passive buildings, the obstacles they face and the prospects they see in this field. The participants consider that the financial and technical barriers, as well as the lack of information and education, are the main problems that hinder the construction of passive buildings.

The paper concludes that passive buildings are a viable solution for reducing energy consumption and increasing energy efficiency. Policy and practical solutions are proposed, such as the provision of tax incentives, the implementation of mandatory energy efficiency standards and the training of construction professionals.

**Keywords:** Passive buildings, Energy efficiency, Bioclimatic design, Thermal insulation, Airtightness, Thermal bridges, Heat recovery.



## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	5
Περίληψη .....	6
Abstract .....	8
Κατάλογος διαγραμάτων .....	11
Κατάλογος εικόνων .....	12
Κατάλογος πινάκων .....	13
Συνομογραφίες .....	14
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	15
1.1. Ερευνητικό πρόβλημα .....	15
1.2. Σκοπός και Στόχοι της Εργασίας .....	16
1.3. Μεθοδολογία .....	18
1.4. Συμβολή της Εργασίας .....	19
1.5. Δομή της Εργασίας .....	20
Κεφάλαιο 2: Η Τάση για Μια Πιο Αποδοτική Ενεργειακή Πολιτική .....	23
2.1. Ιστορική Αναδρομή.....	23
2.2. Κλιματική Αλλαγή και Ενεργειακή Αποδοτικότητα .....	24
2.3. Νομοθεσία και Κανονισμοί .....	26
Κεφάλαιο 3: Παθητικό Σπίτι και οι Βασικές Αρχές του .....	29
3.1. Ορισμός του Παθητικού Σπιτιού .....	29
3.2. Βασικές Αρχές .....	30
3.3. Τεχνολογίες και Υλικά.....	37
Κεφάλαιο 4: Παθητικό Σπίτι με Βιοκλιματικό Σχεδιασμό .....	40
4.1. Ορισμός του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού .....	40
4.2. Στρατηγικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	42
4.3. Παραδείγματα.....	43
Κεφάλαιο 5: Κόστος των Παθητικών Κτιρίων .....	46
5.1. Κατασκευαστικό Κόστος.....	46
5.2. Κόστος Συντήρησης και Ενεργειακές Εξοικονομήσεις.....	48
5.3. Οικονομική Ανάλυση.....	50
5.4. Διαφορές της Παθητικού με της Συμβατικού Κτηρίου .....	52
Κεφάλαιο 6: Παθητικά Κτίρια στην Ελλάδα .....	62
6.1. Υφιστάμενη Κατάσταση .....	62
6.2. Παραδείγματα Παθητικών Κτιρίων στην Ελλάδα .....	63
6.3. Προκλήσεις και Προοπτικές.....	65

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη  
ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Κεφάλαιο 7: Παθητικά Κτίρια στον Κόσμο .....	68
7.1. Παθητικά Κτίρια στην Ευρώπη.....	68
7.2. Παθητικά Κτίρια στον υπόλοιπο Κόσμο.....	69
Κεφάλαιο 8: Ενεργειακά Πιστοποιητικά .....	72
8.1. Ορισμός και Σημασία .....	72
8.2. Διαδικασία Πιστοποίησης.....	73
8.3. Παραδείγματα Ενεργειακών Πιστοποιητικών.....	75
Κεφάλαιο 9: Μεθοδολογία.....	79
9.1. Σκοπός και επί μέρους στόχοι.....	79
9.2. Ερευνητικά Ερωτήματα.....	79
9.3. Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου .....	80
9.4. Συλλογή Δεδομένων .....	80
9.5. Δειγματοληψία.....	80
9.6. Ανάλυση Δεδομένων.....	80
9.7. Δείκτης Αξιοπιστίας.....	81
9.8. Περιορισμοί της Μεθοδολογίας .....	81
Κεφάλαιο 10: Αποτελέσματα Έρευνας.....	82
10.1. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά.....	82
10.2. Κόστος Κατασκευής.....	87
10.3. Τεχνικές Δυσκολίες.....	89
10.4. Νομοθεσία και Κανονισμοί .....	92
10.5. Εκπαίδευση και Ενημέρωση.....	94
10.6. Τεχνολογικά Θέματα .....	96
10.7. Σύγκριση Αποτελεσμάτων με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά .....	98
Κεφάλαιο 11: Συμπεράσματα – Προτάσεις .....	100
11.1 Γενικά Συμπεράσματα .....	100
11.2. Συμπεράσματα Ποσοτικής έρευνας.....	101
11.3 Προτάσεις .....	103
Βιβλιογραφία .....	106
Παράρτημα.....	112

## Κατάλογος διαγραμάτων

Διάγραμμα 10.1. Φύλο.....	833
Διάγραμμα 10.2. Ηλικία .....	84
Διάγραμμα 10.3. Επαγγελματική Κατάσταση .....	85
Διάγραμμα 10.4. Εμπειρία στον Κατασκευαστικό Κλάδο .....	86
Διάγραμμα 10.5. Περιοχή Δραστηριότητας .....	87
Διάγραμμα 10.6. Κόστος Κατασκευής .....	89
Διάγραμμα 10.7. Τεχνικές Δυσκολίες .....	91
Διάγραμμα 10.8. Νομοθεσία και Κανονισμοί .....	93
Διάγραμμα 10.9. Εκπαίδευση και Ενημέρωση .....	95
Διάγραμμα 10.10. Τεχνολογικά Θέματα .....	98
Διάγραμμα 10.11. Σύγκριση ηλικία με το κόστος κατασκευής .....	100
Διάγραμμα 10.12. Σύγκριση ηλικία με το κόστος κατασκευής .....	100

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 3.1. Οι πέντε βασικές αρχές που πρέπει να έχει ένα παθητικό κτίριο (ΥΠΕΚΑ 2011).....	31
Εικόνα 3.2. ασφαλτόπανα (Feist et al., 2005).....	32
Εικόνα 3.3. KELYFOS SYSTEM (Passive House Institute, 2020). ....	33
Εικόνα 5.1. Κόστος παθητικού κτηρίου alunet gr .....	47
Εικόνα 5.2. Διαφορές της Παθητικού με της Συμβατικού Κτηρίου (alunet.gr).....	53
Εικόνα 5.3. Παθητικό ηλιακό σύστημα (Feist et al., 2005).....	54
Εικόνα 5.4. ολοκληρωμένο σύστημα (Feist et al., 2005). ....	55
Εικόνα 5.5. Είδη των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Georgiou, 2021). ....	55
Εικόνα 5.6. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Γ. 8 <sup>ο</sup> ΕΠΑΛ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ 2009-2010) .	56
Εικόνα 5.7. Βασικό διάγραμμα διάταξης της κοινού ηλιακού υβριδικού συστήματος (συσσωρευμένη μπαταρία DC) (Passive House Institute, 2020). ....	57
Εικόνα 6.1. Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μετά από εφαρμογή μονωτικών μεθόδων (Georgiou, 2021). ....	63

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 10.1. Φύλο .....	82
Πίνακας 10.2. Ηλικία .....	83
Πίνακας 10.3. Επαγγελματική Κατάσταση .....	84
Πίνακας 10.4. Εμπειρία στον Κατασκευαστικό Κλάδο .....	85
Πίνακας 10.5. Περιοχή Δραστηριότητας .....	86
Πίνακας 10.6. Κόστος Κατασκευής .....	88
Πίνακας 10.7. Τεχνικές Δυσκολίες .....	90
Πίνακας 10.8. Νομοθεσία και Κανονισμοί .....	92
Πίνακας 10.9. Εκπαίδευση και Ενημέρωση .....	95
Πίνακας 10.10. Τεχνολογικά Θέματα .....	97

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Συντομογραφίες

**ΕΕ** – Ευρωπαϊκή Ένωση

**IEA** – International Energy Agency (Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας)

**IPCC** – Intergovernmental Panel on Climate Change (Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή)

**UNFCCC** – United Nations Framework Convention on Climate Change (Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή)

**REN21** – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (Δίκτυο Πολιτικής για της Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας για τον 21<sup>ο</sup> αιώνα)

**EPBD** – Energy Performance of Buildings Directive (Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων)

**EED** – Energy Efficiency Directive (Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση)

**ZEB** – Zero Energy Buildings (Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης)

**ZEBRA2020** – Zero Energy Building Strategy 2020 (Στρατηγική για τα Κτίρια Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης 2020)

**KfW** – Kreditanstalt für Wiederaufbau (Τράπεζα Ανασυγκρότησης Πιστώσεων, Γερμανία)

**BPIE** – Building Performance Institute Europe (Ινστιτούτο Επιδόσεων Κτιρίων Ευρώπης)

**EEA** – European Environment Agency (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

**EIB** – European Investment Bank (Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων)

**PHIUS** – Passive House Institute US (Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου ΗΠΑ)

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### 1.1. Ερευνητικό πρόβλημα

Μελετώντας την παγκόσμια οικονομική κρίση που έχει πλήξει τον κόσμο από το 2008 μέχρι σήμερα, θα λέγαμε ότι έχει επηρεάσει έντονα τον διεθνή ενεργειακό χώρο. Αυτό οφείλεται στην άνοδο της τιμής των ορυκτών καυσίμων και στην μέχρι τώρα απουσία της στρατηγικού ευρωπαϊκού ενεργειακού σχεδίου (EE, 2009). Η ενεργειακή ασφάλεια της Ευρώπης έχει τεθεί σε κίνδυνο λόγω των διεθνών ενεργειακών μονοπωλίων, με αποτέλεσμα εκατομμύρια νοικοκυριά στην Ευρώπη να χρησιμοποιούν τόνους πετρελαίου από τη Μέση Ανατολή και φυσικού αερίου από τη Ρωσία για της ανάγκες της θέρμανσής της (IEA, 2012).

Της, το φαινόμενο του θερμοκηπίου δημιουργεί μεγάλη άνοδο της εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), επειδή οι μορφές της ενέργειας που χρησιμοποιούνται δεν είναι καθόλου φιλικές της το περιβάλλον (IPCC, 2014). Αυτό έχει επιδεινώσει την κλιματική αλλαγή και έχει θέσει σε κίνδυνο την περιβαλλοντική ασφάλεια του πλανήτη (UNFCCC, 2015). Τα φαινόμενα αυτά οδήγησαν της Ευρωπαϊκούς Επιτρόπους να πάρουν μέτρα και να συμφωνήσουν στη δημιουργία της άμεσου σχεδίου δράσης για την αλλαγή της ενεργειακής πολιτικής (EE, 2016). Οι αποφάσεις που πήραν έδωσαν βαρύτητα στην ανάπτυξη νέων μορφών ενέργειας, οι οποίες θα είναι πιο ήπιες και φιλικές της το περιβάλλον, με χαμηλότερο κόστος (REN21, 2018). Αυτές οι αποφάσεις θα συμβάλλουν στην υλοποίηση μιας πολιτικής με στόχο την περιβαλλοντική αειφορία (EEA, 2017).

Της, ψηφίστηκαν νόμοι που επέβαλαν μια διαφορετική στρατηγική ως της την κατασκευή κτιρίων (European Parliament, 2010). Ο στόχος ήταν όλα τα νεόδμητα κτίρια να κατασκευάζονται έτσι ώστε να ενσωματώνουν της αρχές της βέλτιστου ενεργειακού σχεδιασμού (EPBD, 2010). Αποφασίστηκε της, με χρηματοδοτήσεις για τα υφιστάμενα κτίρια, να δοθούν κίνητρα για να γίνουν ενεργειακές αναβαθμίσεις με στόχο τη μείωση των ενεργειακών αναγκών των νοικοκυριών για θέρμανση και ψύξη (EIB, 2018).

Από μελέτες που έγιναν, διαπιστώθηκε ότι το κτιριακό απόθεμα στην Ευρώπη ήταν υπεύθυνο κατά ποσοστό 40% για τη συνολική κατανάλωση ενέργειας, με αποτέλεσμα να δοθεί μεγάλη βαρύτητα στην αλλαγή του τρόπου και των αρχών σχεδιασμού της κτιρίου (EC, 2019). Η αρχή έγινε με τη συστηματική προσπάθεια εξοικονόμησης

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

ενέργειας στον κτιριακό τομέα, κυρίως για θέρμανση (BPIE, 2011). Επιδοτούνται οι καταναλωτές για τη σταδιακή απεξάρτηση από τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (EC, 2012). Έτσι, άρχισε η προσπάθεια για την προώθηση των κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και, πιο συγκεκριμένα, των Zero Energy Buildings (ZEB), δηλαδή των κτιρίων μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου (ZEBRA2020, 2014).

## 1.2. Σκοπός και Στόχοι της Εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει της αρχές και της πρακτικές του παθητικού κτιρίου, με ιδιαίτερη έμφαση της τεχνικές και της μεθόδους που επιτρέπουν τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση και ψύξη. Τα παθητικά κτίρια είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να ελαχιστοποιούν την ενεργειακή της κατανάλωση και να μεγιστοποιούν την άνεση των κατοίκων της, χρησιμοποιώντας πρωτοποριακές τεχνολογίες και υλικά.

Οι κύριοι στόχοι της εργασίας είναι οι εξής:

- Να εξεταστούν οι διεθνείς και ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και προσπάθειες για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, ειδικά στον απόηχο της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.
- Να αναλυθούν οι επιπτώσεις της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης στον ενεργειακό τομέα, καθώς και οι πολιτικές και οι στρατηγικές που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση αυτών των επιπτώσεων.
- Να παρουσιαστούν και να εξηγηθούν οι βασικές αρχές που καθιστούν ένα κτίριο παθητικό, της η θερμομόνωση, η αεροστεγανότητα, η θερμική γέφυρα, η ανάκτηση θερμότητας από τον αέρα και η παθητική θέρμανση και ψύξη.
- Να αναλυθούν οι τεχνολογίες και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη αυτών των αρχών, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.
- Να παρουσιαστεί η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και πώς αυτή εφαρμόζεται στα παθητικά κτίρια, ενσωματώνοντας στοιχεία της η τοποθέτηση



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

και προσανατολισμός του κτιρίου, η χρήση φυσικού φωτός και η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

- Να δοθούν παραδείγματα επιτυχημένων παθητικών κτιρίων με βιοκλιματικό σχεδιασμό, υπογραμμίζοντας της στρατηγικές και της πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν.
- Να γίνει συγκριτική ανάλυση του κόστους κατασκευής παθητικών κτιρίων σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια, λαμβάνοντας υπόψη το αρχικό κόστος και τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη.
- Να εξεταστεί το κόστος συντήρησης και οι ενεργειακές εξοικονομήσεις που προσφέρουν τα παθητικά κτίρια, προκειμένου να αναδειχθεί η οικονομική βιωσιμότητα αυτών των επενδύσεων.
- Να πραγματοποιηθεί μια οικονομική ανάλυση της απόδοσης επενδύσεων σε παθητικά κτίρια, υπολογίζοντας την επιστροφή της επένδυσης (ROI) και τα οικονομικά οφέλη σε βάθος χρόνου.
- Να καταγραφεί και να αναλυθεί η τρέχουσα κατάσταση των παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα, προσδιορίζοντας της προκλήσεις και της ευκαιρίες που υπάρχουν στην αγορά.
- Να παρουσιαστούν παραδείγματα επιτυχημένων παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα, υπογραμμίζοντας της καινοτόμες πρακτικές και της στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της.
- Να αναλυθούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές και οι ιδιοκτήτες παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα, καθώς και οι προοπτικές ανάπτυξης αυτού του τομέα στη χώρα.
- Να συλλεχθούν και να αναλυθούν παραδείγματα παθητικών κτιρίων από διάφορες χώρες, υπογραμμίζοντας της διαφορετικές προσεγγίσεις και της επιτυχημένες πρακτικές που εφαρμόστηκαν.
- Να εξεταστούν οι προκλήσεις και οι επιτυχίες που αντιμετωπίζουν τα παθητικά κτίρια σε διεθνές επίπεδο, παρέχοντας μια συνολική εικόνα της παγκόσμιας τάσης της την ενεργειακή αποδοτικότητα.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- Να παρουσιαστούν οι διαδικασίες και οι απαιτήσεις για την απόκτηση ενεργειακών πιστοποιητικών, τα οποία επιβεβαιώνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων.
- Να δοθούν παραδείγματα πιστοποιημένων παθητικών κτιρίων και να αναλυθούν τα οφέλη και οι προκλήσεις που σχετίζονται με την απόκτηση αυτών των πιστοποιητικών.
- Να παρουσιαστεί και να αναλυθεί μια συγκεκριμένη περίπτωση παθητικού κτιρίου, παρέχοντας λεπτομέρειες σχετικά με τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.
- Να εντοπίσει και να αναλύσει τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές, οι μηχανικοί και οι ιδιοκτήτες κτιρίων στην κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα.

### **1.3. Μεθοδολογία**

Η μεθοδολογία της της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνει τρεις κύριες προσεγγίσεις: βιβλιογραφική ανασκόπηση, ανάλυση περίπτωσης και σύγκριση παθητικών κτιρίων με παραδοσιακά κτίρια. Κάθε προσέγγιση έχει σχεδιαστεί για να παρέχει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των παθητικών κτιρίων και να υποστηρίξει την ανάλυση των πλεονεκτημάτων της σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αποτελεί το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας και επικεντρώνεται στη συλλογή και ανάλυση δευτερογενών δεδομένων από έγκυρες και αξιόπιστες πηγές. Αυτή η ανασκόπηση περιλαμβάνει την εξέταση επιστημονικών άρθρων και δημοσιεύσεων, βιβλίων και εκθέσεων, επίσημων εγγράφων και κανονισμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και αναφορών και δεδομένων από διεθνείς οργανισμούς. Μέσω της της ανασκόπησης, θα παρέχεται το θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση των αρχών και πρακτικών των παθητικών κτιρίων, καθώς και των σχετικών ενεργειακών πολιτικών.

Το δεύτερο της στάδιο της μεθοδολογίας περιλαμβάνει την ανάλυση συγκεκριμένων περιπτώσεως παθητικών κτιρίων, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Οι περιπτώσεις αυτές θα επιλεγούν με βάση κριτήρια της η ενεργειακή απόδοση και πιστοποίηση, οι

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

καινοτόμες πρακτικές και τεχνολογίες, και η οικονομική αποδοτικότητα και βιωσιμότητα. Η ανάλυση περιπτώσεων θα περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων για το σχεδιασμό, την κατασκευή και την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αυτών, καθώς και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους. Αυτή η προσέγγιση θα επιτρέψει μια βαθύτερη κατανόηση των πρακτικών εφαρμογών και των αποτελεσμάτων της.

Το τρίτο στάδιο της μεθοδολογίας περιλαμβάνει τη σύγκριση παθητικών κτιρίων με παραδοσιακά κτίρια. Αυτή η σύγκριση θα επικεντρωθεί σε σημεία της το κόστος κατασκευής και συντήρησης, οι ενεργειακές εξοικονομήσεις και τα οικονομικά οφέλη, και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα δεδομένα για τη συγκριτική μελέτη θα συλλεχθούν από αξιόπιστες πηγές και θα αναλυθούν με τη χρήση στατιστικών εργαλείων για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η ανάλυση αυτή θα παρέχει σαφείς ενδείξεις για τα πλεονεκτήματα και της προκλήσεις των παθητικών κτιρίων σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κτίρια.

Τα δεδομένα θα συλλεχθούν μέσω δευτερογενών πηγών όπως η βιβλιογραφία, οι εκθέσεις και τα επίσημα έγγραφα.

Τα τελικά συμπεράσματα θα βασιστούν στα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, της ανάλυσης περιπτώσεων και της ποσοτικής έρευνας. Οι προτάσεις θα διατυπωθούν με στόχο την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων και τη βελτίωση των ενεργειακών πολιτικών. Μέσα από αυτή τη μεθοδολογία, η εργασία επιδιώκει να προσφέρει μια ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη ανάλυση των παθητικών κτιρίων, ενισχύοντας την κατανόηση και την προώθηση της κατασκευής της.

#### **1.4. Συμβολή της Εργασίας**

Η παρούσα εργασία προσφέρει σημαντική συμβολή στην κατανόηση και προώθηση των παθητικών κτιρίων, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε διεθνές επίπεδο. Η εργασία αυτή παρέχει εκτενή πληροφόρηση και ανάλυση των αρχών και των τεχνολογιών που καθιστούν ένα κτίριο παθητικό. Μέσω της λεπτομερούς παρουσίασης των βασικών αρχών του παθητικού σχεδιασμού, της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και των σχετικών τεχνολογιών, η εργασία συμβάλλει στην εκπαίδευση αρχιτεκτόνων, μηχανικών, φοιτητών και επαγγελματιών του κλάδου της κατασκευής.

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Με την ανάλυση των πλεονεκτημάτων των παθητικών κτιρίων σε επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας, θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα, η εργασία ενισχύει την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη σημασία των βιώσιμων κατασκευών. Η παρουσίαση παραδειγμάτων επιτυχημένων παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα και διεθνώς υπογραμμίζει την πρακτική εφαρμογή των αρχών αυτών και ενθαρρύνει την υιοθέτησή της.

Η εργασία προσφέρει χρήσιμες προτάσεις πολιτικής που στοχεύουν στην ενίσχυση της κατασκευής παθητικών κτιρίων. Μέσα από την ανάλυση των κανονισμών, των χρηματοδοτικών κινήτρων και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων, η εργασία συμβάλλει στη διαμόρφωση μιας στρατηγικής που μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα.

Η εργασία περιλαμβάνει ανάλυση κόστους-οφέλους και επιστροφή της επένδυσης (ROI) για την κατασκευή και λειτουργία παθητικών κτιρίων. Παρέχοντας συγκεκριμένα δεδομένα και παραδείγματα, η εργασία βοηθά της ιδιώτες και της επιχειρήσεις να κατανοήσουν τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη των παθητικών κτιρίων και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τις επενδύσεις της.

Μέσα από την ποσοτική έρευνα εντοπίζονται και αναλύονται τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές, οι μηχανικοί και οι ιδιοκτήτες κτιρίων στην κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα. Η κατανόηση αυτών των εμποδίων θα συμβάλει στην ανάπτυξη πρακτικών λύσεων και πολιτικών για την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων, τα οποία προσφέρουν σημαντικά οφέλη σε επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας, θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα.

Η εργασία αυτή αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων και την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα. Με την παροχή λεπτομερούς πληροφόρησης, πρακτικών λύσεων και προτάσεων πολιτικής, συμβάλλει ουσιαστικά στη δημιουργία της βιώσιμου και ενεργειακά αποδοτικού μέλλοντος.

### **1.5. Δομή της Εργασίας**

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια γενική παρουσίαση του θέματος της εργασίας, περιγράφονται οι στόχοι της έρευνας και η σημασία της μελέτης των παθητικών

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

κτιρίων. Παρέχεται της μια σύντομη αναφορά στο ιστορικό πλαίσιο και την εξέλιξη των ενεργειακών πολιτικών που οδήγησαν στην ανάγκη για παθητικά κτίρια.

Το δεύτερο κεφάλαιο, εξετάζει της διεθνείς και ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, ειδικά μετά την παγκόσμια οικονομική κρίση. Αναλύονται οι πολιτικές και οι στρατηγικές που έχουν εφαρμοστεί για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι βασικές αρχές που καθιστούν ένα κτίριο παθητικό, της η θερμομόνωση, η αεροστεγανότητα, οι θερμογέφυρες, η ανάκτηση θερμότητας από τον αέρα και η παθητική θέρμανση και ψύξη. Εξηγούνται οι τεχνολογίες και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη αυτών των αρχών.

Το τέταρτο κεφάλαιο, εξετάζει την έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και πώς εφαρμόζεται στα παθητικά κτίρια. Περιγράφονται οι στρατηγικές που χρησιμοποιούνται, της η τοποθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, η χρήση φυσικού φωτός και η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύεται το κόστος κατασκευής των παθητικών κτιρίων σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια, λαμβάνοντας υπόψη το αρχικό κόστος και τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη. Εξετάζεται της το κόστος συντήρησης και οι ενεργειακές εξοικονομήσεις που προσφέρουν τα παθητικά κτίρια.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η τρέχουσα κατάσταση των παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα. Αναλύονται οι προκλήσεις και οι ευκαιρίες που υπάρχουν στην αγορά και παρατίθενται παραδείγματα επιτυχημένων παθητικών κτιρίων στη χώρα.

Στο έβδομο κεφάλαιο, γίνεται μια συγκριτική ανάλυση της κατάστασης των παθητικών κτιρίων σε διεθνές επίπεδο. Παρουσιάζονται παραδείγματα από διάφορες χώρες, υπογραμμίζοντας της διαφορετικές προσεγγίσεις και της επιτυχημένες πρακτικές που εφαρμόστηκαν.

Το όγδοο κεφάλαιο, αναλύει της διαδικασίες και της απαιτήσεις για την απόκτηση ενεργειακών πιστοποιητικών, τα οποία επιβεβαιώνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων. Παρουσιάζονται παραδείγματα πιστοποιημένων παθητικών κτιρίων και αναλύονται τα οφέλη και οι προκλήσεις που σχετίζονται με την απόκτηση αυτών των πιστοποιητικών.

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Στο ένατο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μεθοδολογία της ποσοτικής έρευνας με αναφορά στο σκοπό και της επιμέρους στόχους, τα ερευνητικά ερωτήματα, τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου, τη συλλογή των δεδομένων, τη δειγματοληψία, την ανάλυση και της περιορισμούς της έρευνας.

Στο δέκατο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ποσοτικής έρευνας παρουσιάζοντας τα ποσοστά και της συχνότητες εμφάνισης των απαντήσεων καθώς και μέτρων της περιγραφικής στατιστικής.

Τέλος στο ενδέκατο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας και της ανάλυσης των παθητικών κτιρίων. Παρουσιάζονται προτάσεις για την ενίσχυση της κατασκευής παθητικών κτιρίων, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, και προτείνονται πολιτικές και πρακτικές λύσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κεφάλαιο 2: Η Τάση για Μια Πιο Αποδοτική Ενεργειακή Πολιτική

### 2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ενεργειακή πολιτική και οι κλιματικοί στόχοι έχουν εξελιχθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, ως απάντηση της αυξανόμενης ανησυχίας για την κλιματική αλλαγή και την ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη. Η ιστορική αναδρομή της εξέλιξης περιλαμβάνει σημαντικά ορόσημα και πρωτοβουλίες που διαμόρφωσαν την παγκόσμια ενεργειακή πολιτική (Αθανασίου, 2015).

Οι πρώτες ανησυχίες για την ενέργεια και το περιβάλλον εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1970, με την πετρελαϊκή κρίση του 1973 να φέρνει στο προσκήνιο την ανάγκη για ενεργειακή ασφάλεια και αυτονομία (IEA, 2019). Αυτή η κρίση οδήγησε της βιομηχανικές χώρες να αναζητήσουν εναλλακτικές πηγές ενέργειας και να ξεκινήσουν τις πρώτες συζητήσεις για την ενεργειακή απόδοση.

Τη δεκαετία του 1980, οι ανησυχίες για την περιβαλλοντική ρύπανση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου άρχισαν να αποκτούν διεθνή διάσταση. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) ιδρύθηκε το 1988 με στόχο να αξιολογεί την επιστημονική πληροφόρηση σχετικά με την κλιματική αλλαγή (IPCC, 2014).

Η δεκαετία του 1990 ήταν καθοριστική για την παγκόσμια ενεργειακή πολιτική, με την υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Κιότο το 1997. Το Πρωτόκολλο, το οποίο τέθηκε σε ισχύ το 2005, δεσμεύει της ανεπτυγμένες χώρες να μειώσουν της εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (UNFCCC, 1997).

Της αρχές της δεκαετίας του 2000, η Ευρωπαϊκή Ένωση ανέλαβε πρωτοβουλίες για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Το 2008, η ΕΕ θέσπισε της «στόχους 20-20-20», που προβλέπουν:

1. Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% έως το 2020.
2. Αύξηση της χρήσης ΑΠΕ στο 20% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.
3. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% (European Commission, 2020).

2010s: Συμφωνία των Παρισίων

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Το 2015, η Συμφωνία των Παρισίων σήμανε μια νέα εποχή για την παγκόσμια κλιματική πολιτική. Η συμφωνία, που υπογράφηκε από 196 χώρες, έχει ως στόχο να περιορίσει την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από της 2°C σε σχέση με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα και να συνεχίσει της προσπάθειες για να περιοριστεί η αύξηση της 1,5°C (UNFCCC, 2015).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεχίζει να ηγείται των παγκόσμιων προσπαθειών για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής με την Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), η οποία στοχεύει στην κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 (European Commission, 2019). Παράλληλα, οι νέες τεχνολογίες και οι επενδύσεις της ΑΠΕ και την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την επίτευξη αυτών των στόχων (Χατζηγεωργίου κ.α., 2014).

Η εξέλιξη της ενεργειακής πολιτικής και των κλιματικών στόχων παγκοσμίως αντικατοπτρίζει την αυξανόμενη συνειδητοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και την ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη. Από της πρώτες ανησυχίες της δεκαετίας του 1970 μέχρι της σύγχρονες πρωτοβουλίες της η Πράσινη Συμφωνία, η παγκόσμια κοινότητα έχει κάνει σημαντικά βήματα της τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας (Γιακουμή, 2012).

## **2.2 Κλιματική Αλλαγή και Ενεργειακή Αποδοτικότητα**

Οι αυξημένες καθημερινές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ενέτειναν της περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την κλιματική αλλαγή (IPCC, 2014). Η διαρκώς αυξανόμενη εξάρτηση των χωρών της Ευρώπης από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο που εμπορεύεται η Ρωσία οδήγησε την Ευρωπαϊκή Ένωση να θεσπίσει μια μακροπρόθεσμη ενεργειακή πολιτική, με κύριο στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας των κρατών-μελών της (European Commission, 2020).

Στα πλαίσια αυτά, θεσπίστηκε η περίφημη οδηγία για της «στόχους 20-20-20» της ΕΕ, η οποία προβλέπει πως έως το 2020 θα πρέπει να είχαν εφαρμοστεί τα εξής:



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

1. Μείωση των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.
2. Εισαγωγή των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο της ΕΕ σε ποσοστό συνολικά 20%.
3. Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων της ΕΕ κατά 20% (European Directive 2020).

Σύμφωνα με της Ευρωπαϊκές Επιτροπές, αρμόδιες για θέματα ενέργειας που συγκροτούν το αντίστοιχο όργανο Energy Union, καταρτίστηκε ένα σχέδιο για την ενεργειακή αναβάθμιση του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος. Με το σχέδιο αυτό δόθηκαν οδηγίες για τη δόμηση που θα βελτιώνει ενεργειακά τα νέα κτίρια. Αυτό το σχέδιο μπορεί να περιορίσει την κατανάλωση ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων κατά 54% έως το 2030 και να εξασφαλίσει τη μείωση της κατανάλωσης φυσικού αερίου από τη Ρωσία κατά 61% (European Commission, 2021). Κατ' επέκταση, θα μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 44,9%. Οι προαναφερόμενες ενέργειες θα βοηθήσουν το ευρωπαϊκό ενεργειακό ισοζύγιο να γίνει βιώσιμο, προσφέροντας πολλά κοινωνικά, περιβαλλοντικά και αναπτυξιακά οφέλη.

Της αυτές οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων, των μεταφορών και της βιομηχανίας αναμένεται να δημιουργήσουν χιλιάδες θέσεις εργασίας για της μηχανικούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης που είναι εξειδικευμένοι σε θέματα ενέργειας (European Parliament, 2018). Η ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων ευρωπαϊκών κτιρίων αλλά και η κατασκευή νεόδμητων κτιρίων με αυστηρά κριτήρια ενεργειακής επάρκειας θα διαδραματίσουν σημαντικό στρατηγικό ρόλο. Οι ευρωπαϊκές οδηγίες είναι ιδιαίτερα αυστηρές για τον κτιριακό τομέα, δεδομένου ότι σε της χώρες παρουσιάζονται μεγάλες ενεργειακές απώλειες (Γενικό Λογιστήριο του Κράτους, 2012).

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε νόμο-οδηγία για όλα τα κράτη-μέλη, σύμφωνα με την οποία από το 2020 όλα τα νεόδομητα κτίρια θα πρέπει να είναι «μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου» ή σχεδόν μηδενικού ενεργειακού ισοζυγίου, ενώ ο νόμος της τέθηκε σε ισχύ από το 2018 για τα δημόσια κτίρια (Directive 2010/31/EU). Αυτά τα κτίρια, γνωστά ως Zero Energy Buildings (ZEB), έχουν ως βασική φιλοσοφία την κατανάλωση οποιασδήποτε μορφής ενέργειας,

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

οδηγώντας το ενεργειακό ισοζύγιο να είναι μηδενικό. Τα ZEB έχουν μεγάλη ζήτηση στην αγορά ακινήτων και αποτελούν την πιο σύγχρονη τάση κατασκευής.

Η οικονομική κρίση της τελευταίας πενταετίας οδήγησε σε μεγάλη άνοδο της τιμής του πετρελαίου θέρμανσης, αυξάνοντας το ενεργειακό κόστος για πολλά νοικοκυριά. Τα ελληνικά νοικοκυριά αναζήτησαν οικονομικές και φιλικές της το περιβάλλον επιλογές θέρμανσης. Αναπτύχθηκαν ηλεκτρομηχανολογικές εφαρμογές της οι αντλίες θερμότητας αέρος-αέρος και αέρος-νερού, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης (ZNX), καθώς και οι λέβητες καύσης με pellet ή συμβατικών ξύλων και οι λέβητες συμπύκνωσης (Hellenic Ministry of Environment, 2019). Της, εφαρμόστηκαν τεχνολογίες σημειακής θέρμανσης, της οι θερμοπομποί, οι επιτοίχιοι λέβητες αερίου και η εγκατάσταση οικιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων. Της αυτές οι τεχνολογίες έχουν ως στόχο την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων μέσω μιας αυτόνομης μονάδας ή την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ (ΚΑΠΕ, 2012).

Μια άλλη ενέργεια των νοικοκυριών είναι η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με νέα και οι επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου, της η θερμομόνωση, με σκοπό την αύξηση της θερμικής μονωτικής επάρκειας.

Συμπερασματικά, η Ελλάδα για να εξασφαλίσει τα ευρωπαϊκά περιβαλλοντικά, οικονομικά και ενεργειακά οφέλη, θα πρέπει να δημιουργήσει μια μακροχρόνια ενεργειακή πολιτική για το καλό των πολιτών της. Είναι εθνική υποχρέωση να ενσωματωθούν τα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης στο ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο. Με αυτόν τον τρόπο, η χώρα της θα αυξήσει τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή της αυτάρκεια (Hellenic Ministry of Environment, 2020). Στο επόμενο κεφάλαιο, θα παρουσιάσουμε τα κτίρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τα λεγόμενα Παθητικά Κτίρια (Passive Houses), τα οποία μπορούν να εξασφαλίσουν τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Passipedia, 2021).

### **2.3 Νομοθεσία και Κανονισμοί**

Η νομοθεσία και οι κανονισμοί που ενισχύουν την κατασκευή παθητικών κτιρίων έχουν αναπτυχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτοί οι κανονισμοί περιλαμβάνουν διεθνείς συμφωνίες, ευρωπαϊκές οδηγίες και εθνικές πολιτικές που

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

προωθούν την ενεργειακή απόδοση και την περιβαλλοντική αειφορία (Νόμοι, 2010, 2008, 2013).

Το Πρωτόκολλο του Κιότο, που υιοθετήθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005, αποτελεί την πρώτη διεθνή συμφωνία που δεσμεύει της ανεπτυγμένες χώρες να μειώσουν της εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η συμφωνία αυτή έθεσε τα θεμέλια για την ανάπτυξη εθνικών πολιτικών που προωθούν την ενεργειακή απόδοση και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (UNFCCC, 1997). Η Συμφωνία των Παρισίων του 2015 στοχεύει στον περιορισμό της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από της 2°C σε σχέση με τα προ-βιομηχανικά επίπεδα. Οι χώρες που υπογράφουν τη συμφωνία δεσμεύονται να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν εθνικά σχέδια δράσης για την μείωση των εκπομπών και την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, περιλαμβάνοντας την κατασκευή παθητικών κτιρίων (UNFCCC, 2015).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει σημαντικές οδηγίες για την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) αποτελεί τον βασικό νομοθετικό μηχανισμό της ΕΕ για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια. Η οδηγία αυτή απαιτεί από τα κράτη-μέλη να θεσπίσουν ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για τα νέα και υφιστάμενα κτίρια και να διασφαλίσουν ότι όλα τα νέα κτίρια από το 2020 θα είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (Directive 2010/31/EU). Η Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (EED) απαιτεί από τα κράτη-μέλη να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση κατά 20% έως το 2020. Η οδηγία αυτή προωθεί μέτρα για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, περιλαμβάνοντας κίνητρα και χρηματοδοτήσεις για την κατασκευή παθητικών κτιρίων (Directive 2012/27/EU).

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, που ανακοινώθηκε το 2019, στοχεύει στην κλιματική ουδετερότητα της Ευρώπης έως το 2050. Περιλαμβάνει φιλόδοξους στόχους για την ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, καθώς και για την προώθηση της κατασκευής παθητικών και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων (European Commission, 2019).

Σε εθνικό επίπεδο, χώρες της η Γερμανία και η Σουηδία έχουν πρωτοπορήσει στην κατασκευή παθητικών κτιρίων, θεσπίζοντας αυστηρά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και παρέχοντας χρηματοδοτήσεις και κίνητρα. Στη Γερμανία, το πρόγραμμα KfW παρέχει χρηματοδοτήσεις για την κατασκευή παθητικών κτιρίων (KfW, 2020), ενώ η

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Σουηδία έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια μέσω του προγράμματος Boverket (Boverket, 2018).

Στην Ελλάδα, ακολουθώντας της ευρωπαϊκές οδηγίες, έχουν θεσπιστεί νομοθετικά πλαίσια και κανονισμοί που προωθούν την ενεργειακή απόδοση στα κτίρια. Ο νόμος 4342/2015 για την ενεργειακή απόδοση και η εφαρμογή του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον» προωθούν την αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων και την κατασκευή νέων, ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων (Hellenic Ministry of Environment, 2019).

Συμπερασματικά, η νομοθεσία και οι κανονισμοί σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο έχουν δημιουργήσει ένα ισχυρό πλαίσιο για την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων. Αυτές οι πολιτικές ενισχύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και την ενεργειακή αποδοτικότητα, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην επίτευξη των κλιματικών στόχων (Οδηγίες, 2010, 2012, 2002, 2006).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κεφάλαιο 3: Παθητικό Σπίτι και οι Βασικές Αρχές του

### 3.1 Ορισμός του Παθητικού Σπιτιού

Με τον όρο «παθητικό σπίτι» εννοούμε το σπίτι το οποίο έχει σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση. Πρόκειται για ένα κτίριο που προσφέρει υψηλή θερμική άνεση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, διατηρώντας σταθερή θερμοκρασία σε όλους της χώρους του χωρίς παρουσία υγρασίας (Passive House Institute, 2020). Αυτό επιτυγχάνεται με χαμηλή και της φορές μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Τα παθητικά κτίρια είναι εκείνα τα κτίρια που διασφαλίζουν τη θερμική άνεση των χώρων της σε της της κλιματικές συνθήκες, χωρίς να είναι απολύτως αναγκαία η ύπαρξη ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων για την κάλυψη των φορτίων ψύξης και θέρμανσης (Feist et al., 2005). Της της ορισμός που θα μπορούσε να δοθεί στο παθητικό κτίριο είναι της που το χαρακτηρίζει ως «κτίριο στο οποίο η θερμική άνεση επιτυγχάνεται με την πρόψυξη ή την προθέρμανση του νωπού αέρα, η οποία απαιτείται για την εσωτερική ατμόσφαιρα χωρίς την ύπαρξη επιπλέον ανακυκλοφορίας αέρα» (Passive House Institute, 2020).

Αυτό επιτυγχάνεται με παρεμβάσεις της οριζόντιους και κατακόρυφους τοίχους του, καθώς και στα κουφώματά του, που το διατηρούν ζεστό τον χειμώνα και δροσερό το καλοκαίρι (Feist et al., 2005). Οι παρεμβάσεις αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση υψηλής ποιότητας θερμομόνωσης, αεροστεγανών κατασκευών και κουφωμάτων με θερμοδιακοπή (Feist et al., 2005). Επιπλέον, τα παθητικά κτίρια εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια και τη φυσική σκίαση για να διατηρούν τη θερμική ισορροπία της (Passive House Institute, 2020).

Η κατασκευή παθητικών κτιρίων προϋποθέτει λεπτομερή σχεδιασμό και προσεκτική επιλογή υλικών, με στόχο την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απωλειών (Feist et al., 2005). Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της τα ηλιακά πάνελ και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, συμβάλλει της στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης (Passive House Institute, 2020).

Τα παθητικά κτίρια αντιπροσωπεύουν »α κ'ινοτόμο προσέγγιση στον σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων, προσφέροντας υψηλή θερμική άνεση με ελάχιστη ενεργειακή

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

κατανάλωση, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και στην εξοικονόμηση πόρων (Feist et al., 2005).

Τα παθητικά κτίρια διαφέρουν από τα συμβατικά κτίρια σε πολλούς τομείς. Τα συμβατικά κτίρια συνήθως καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη, βασιζόμενα σε συστήματα που χρησιμοποιούν καύσιμα και ηλεκτρισμό (Παπαστεφανάκης, 2014). Αντίθετα, τα παθητικά κτίρια είναι σχεδιασμένα να εκμεταλλεύονται της φυσικές πηγές ενέργειας και να διατηρούν τη θερμική άνεση με ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση (Feist et al., 2005).

Τα συμβατικά κτίρια έχουν συχνά ανεπαρκή θερμομόνωση και αεροστεγανότητα, με αποτέλεσμα της ενεργειακές απώλειες και την ανάγκη για συνεχή λειτουργία συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Από την άλλη πλευρά, τα παθητικά κτίρια χρησιμοποιούν υψηλής ποιότητας θερμομονωτικά υλικά και τεχνολογίες αεροστεγανότητας που ελαχιστοποιούν της ενεργειακές απώλειες (Passive House Institute, 2020).

Επιπλέον, τα παθητικά κτίρια συχνά ενσωματώνουν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ηλιακά πάνελ και αντλίες θερμότητας, για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών, ενώ τα συμβατικά κτίρια βασίζονται περισσότερο σε συμβατικές πηγές ενέργειας που έχουν υψηλότερο κόστος και περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Feist et al., 2005).

Συνοψίζοντας, τα παθητικά κτίρια αντιπροσωπεύουν μια καινοτόμο προσέγγιση στον σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων, προσφέροντας υψηλή θερμική άνεση με ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και στην εξοικονόμηση πόρων (Feist et al., 2005).

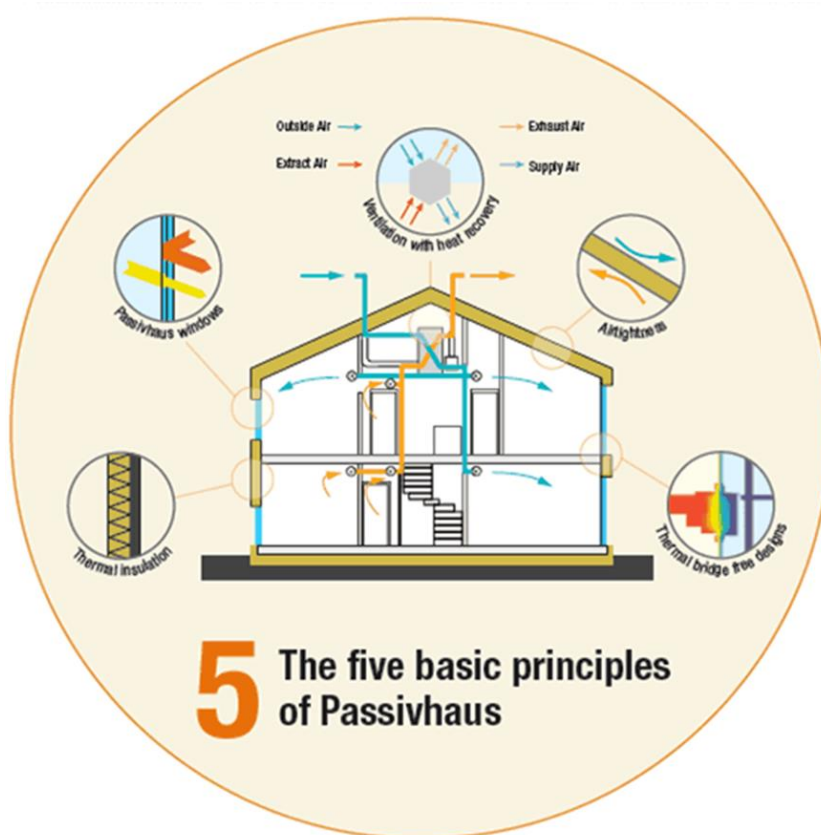
### **3.2 Βασικές Αρχές**

Οι πέντε βασικές αρχές που πρέπει να έχει ένα παθητικό κτίριο είναι:

1. Θερμομόνωση
2. Κουφώματα
3. Θερμογέφυρες

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

4. Αεροστεγανότητα
5. Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας



**Εικόνα 3.1. Οι πέντε βασικές αρχές που πρέπει να έχει ένα παθητικό κτίριο (ΥΠΕΚΑ 2011).**

### **Θερμομόνωση**

Η σωστή και καλά σχεδιασμένη μόνωση είναι βασικό στοιχείο των παθητικών κτιρίων. Το βασικό της χαρακτηριστικό είναι η καθυστέρηση και η ελαχιστοποίηση της ροής θερμότητας από τα αδιαφανή δομικά στοιχεία (εδαφόπλακα, στέγη, τοίχοι). Όσον αφορά την εδαφόπλακα, είναι η θερμομόνωση του δαπέδου πάνω στο έδαφος. Για παράδειγμα, αν έχουμε ένα ισόγειο που πατάει πάνω στο έδαφος, πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την προστασία των υλικών έναντι της υγρασίας εδάφους με την κατάλληλη τοποθέτηση της στεγανοποιητικής στρώσης (Πατενιώτης, 2015). Επάνω στο έδαφος διαστρώνεται αμμοχάλικο και λιθορριπή πάχους περίπου 20cm, που διακόπτει τη συνέχεια των τριχοειδών αγγείων του χώματος. Στην περίπτωση διάστρωσης λιθορριπής, ένα φύλλο πολυαιθυλενίου θα αποτρέψει τη διείσδυση του σκυροδέματος

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

στα διάκενα της λιθορριπής. Κατόπιν διαστρώνεται πλάκα σκυροδέματος καθαριότητας. Επάνω στην εξομαλυντική στρώση τοποθετείται υγρομόνωση αποτελούμενη από δύο ή περισσότερες στρώσεις ασφαλικών μεμβρανών. Μια στρώση γεωφάσματος προστατεύει τη στεγανοποιητική στρώση από της υπερκείμενές της. Στη συνέχεια τοποθετείται η θερμομονωτική στρώση και επάνω σε αυτήν, η φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. Επάνω στην πλάκα προστίθεται εξισωτική στρώση γεμίματος που επικαλύπτει δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης κ.α., με ελαφροσκυρόδεμα παρασκευασμένο με ειδικούς κόκκους διογκωμένης πολυστερίνης στην πυκνότητα των  $800\text{kg/m}^3$  για τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση της κατασκευής και για πρόσθετη θερμομονώση. Τέλος, εφαρμόζεται η τελική επικάλυψη (π.χ. πλακίδια με συγκόλληση πατητής τσιμεντοκονίας ή κόλλας). Για τη θερμομονωτική στρώση χρησιμοποιείται γραφιτούχος διογκωμένος πολυστερένιος (Feist et al., 2005).

Όσον αφορά τη στέγη, η θερμομόνωση συναντάται στη μόνωση της ταράτσας ως γνωστή στεγανοποίηση. Τα είδη και οι τύποι των στεγανοποιήσεων αναφέρονται κυρίως σε επικολλούμενα με φλόγιστρο υλικά, με θερμό αέρα, με φύλλα εμποτισμού αλλά και επαλειφόμενα τσιμεντοειδή και πολυουρεθανικά υλικά. Η στεγανοποίηση ταράτσας προστατεύει την κατασκευή του κτιρίου και τον οπλισμό από την εισχώρηση υγρασίας. Τα ασφαλόπινα θεωρούνται μια αξιόπιστη λύση μόνωσης ταράτσας, οικονομική και με προσδόκιμο ζωής μεγαλύτερο από 10 έτη. Της συνθετικός πολυεστέρας με ίνες από γυαλί και θερμομονωτικές ιδιότητες επικολλάται με ειδική ασφαλική κόλλα και καλύπτεται με χυτό μείγμα λευκού καουτσούκ (Feist et al., 2005).

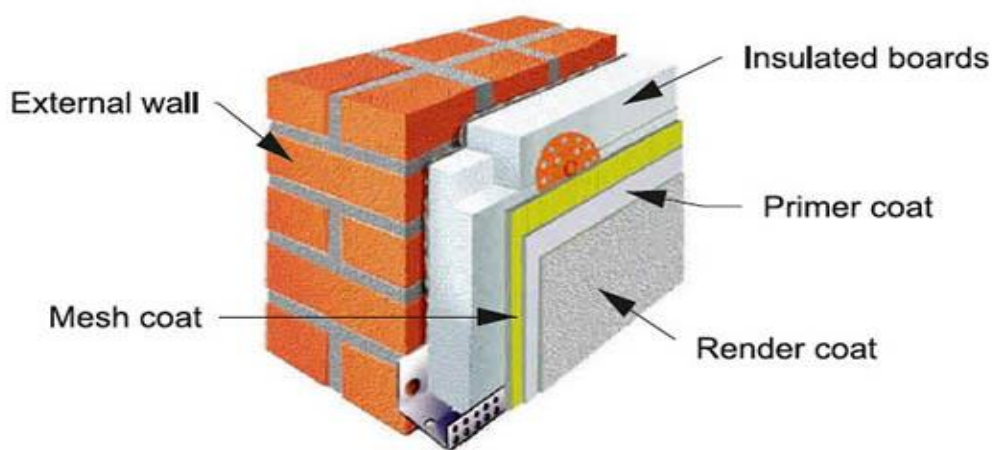


**Εικόνα 3.2. Ασφαλόπινα (Feist et al., 2005).**



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Για την θερμομόνωση των τοίχων έχουμε την επιλογή της εξωτερικής θερμομόνωσης, εσωτερικής και της θερμομόνωσης διπλής τοιχοποιίας. Η εξωτερική θερμομόνωση παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μεθόδων, με βασικότερο αυτών το καλύτερο θερμομονωτικό αποτέλεσμα, αφού δημιουργεί ένα κέλυφος στο κτίριο που εκμεταλλεύεται πλήρως όλα τα δομικά του στοιχεία (Passive House Institute, 2020).

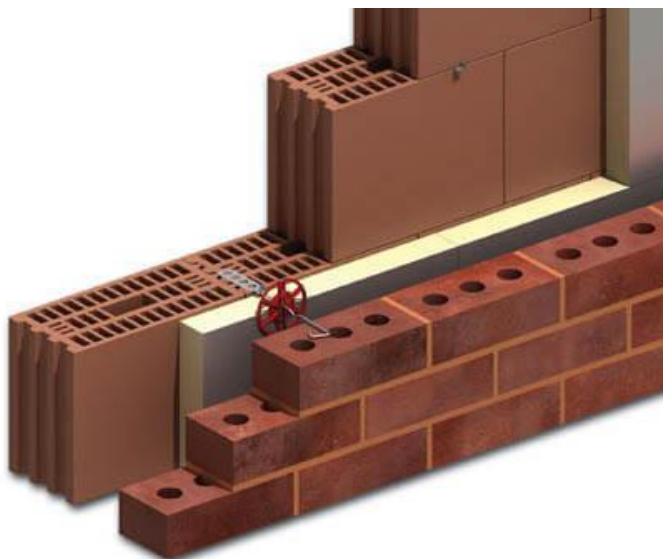


**Εικόνα 3.3. KELYFOS SYSTEM (Passive House Institute, 2020).**

### **Κουφώματα**

Τα κουφώματα σε όλα τα συμβατικά κτίρια θεωρούνται το αδύναμο σημείο του κελύφους. Για τον λόγο αυτό γίνεται η τοποθέτηση των θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ) δίπλα ή κάτω από τα κουφώματα στα συμβατικά κτίρια. Αυτό πλέον έχει αλλάξει, καθώς της οι βιομηχανίες κουφωμάτων (αλουμίνια, PVC, ξύλινα) διαθέτουν κορυφαία κουφώματα. Κουφώματα με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $1.0\text{W/m}^2\text{K}$ , την ώρα που ένα συμβατικό κούφωμα αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή έχει συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  περίπου  $4.5\text{W/m}^2\text{K}$  (Passive House Institute, 2020).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



**Εικόνα 3.4. KELYFOS SYSTEM (Passive House Institute, 2020).**

Επιπλέον, το κούφωμα με έναν σωστό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μπορεί να έχει θετικό ενεργειακό ισοζύγιο (κέρδη από τον ήλιο – απώλειες από μετάδοση). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της σωστά επιλεγμένου υαλοπίνακα, καθώς το κούφωμα είναι το στοιχείο του κτιρίου μέσω του οποίου εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία, η οποία τον χειμώνα μπορεί να καλύψει σχεδόν της της ανάγκες θέρμανσης. Όλα τα κουφώματα πρέπει να είναι πολύ καλά μονωμένα. Καλό θα είναι να έχουν ενεργειακούς υαλοπίνακες με τιμή  $U_g < 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  και συνολική τιμή  $U_w < 1.00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Συνήθως στα παθητικά κτίρια προτιμώνται συνθετικά κουφώματα λόγω της φύσης του υλικού. Ωστόσο, κυκλοφορούν αξιόλογα κουφώματα αλουμινίου με εξαιρετικούς δείκτες. Τα πιστοποιημένα κουφώματα διασφαλίζουν περαιτέρω την ποιότητα κατασκευής και την επίτευξη των κριτηρίων των παθητικών κτιρίων (Feist et al., 2005).

### **Θερμογέφυρες**

Οι θερμογέφυρες είναι τα αδύναμα σημεία του κελύφους που είτε μένουν χωρίς μόνωση αναγκαστικά είτε η κύρια μόνωση έχει μειωθεί αισθητά. Στα κτίρια συνήθως είναι τα μπαλκόνια, τα στηθαία ή οποιαδήποτε άλλη διακοπή του κελύφους. Το πιο σύνηθες σημείο στα κουφώματα είναι το μάρμαρο, πάνω στο οποίο το τοποθετούμε και το οποίο είναι το πιο συχνό σημείο εμφάνισης υγρασίας. Τα σημεία αυτά επιφέρουν απώλειες της οποίες πρέπει να μειώσουμε, αλλά ο κυριότερος λόγος που της εξαλείφουμε είναι η πιθανότητα δημιουργίας μούχλας και υγραποίησης εσωτερικά. Ο

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

κανόνας είναι απλός: όσο περισσότερο μονώνουμε, τόσο μεγαλύτερη ροή θερμότητας δημιουργούμε στα σημεία που δεν έχουν μόνωση. Η ελαχιστοποίηση θερμογεφυρών και ασθενών σημείων στο κτιριακό κέλυφος συντελεί στη δημιουργία μιας ευχάριστης και σταθερής θερμοκρασίας, την εξάλειψη των φθορών από την υγρασία και την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης (Passive House Institute, 2020).

### **Αεροστεγανότητα**

Αγοράζοντας το καλύτερο γάντι και το καλύτερο μπουφάν μειώνουμε αρκετά τη ροή θερμότητας από το σημείο των χεριών της και δεν κρυώνουμε. Αν στη «σύνδεση» μεταξύ της αφήσουμε κενό, τότε είναι φυσικό επακόλουθο ότι θα αρχίσουμε να κρυώνουμε και να ακυρώνουμε την αγορά της. Στα κτίρια αυτό λέγεται «ελλιπής αεροστεγανότητα». Συνήθως, οι χαραμάδες υπάρχουν περιμετρικά των κουφωμάτων, κάτω από της εξωτερικές πόρτες ή σε λοιπές διατρήσεις σωληνώσεων. Στα παθητικά σπίτια η αεροστεγανότητα είναι περίπου 10 φορές καλύτερη σε σχέση με τα συμβατικά. Το κόστος για ένα σπίτι 150τ.μ. θα είναι 300€ περισσότερα και η εξοικονόμηση ενέργειας 30% μεγαλύτερη (Feist et al., 2005).

### **Μηχανικός Αερισμός με Ανάκτηση Θερμότητας**

Αφού το σπίτι δεν χάνει καθόλου αέρα, έχει γίνει της κλωβός αεροσκάφους ή πιο απλά ένα «σκεύος τάπερ». Αν αφήσουμε το τάπερ με φαγητό και χωρίς αέρα για καιρό, η μούχλα θα κάνει πάρτι. Το ίδιο θα συμβεί και σε ένα κτίριο που έχει πολύ καλή αεροστεγανότητα αλλά όχι επαρκή αερισμό. Φυσικά, ο αερισμός μέσω των κουφωμάτων δεν φτάνει για να λύσει το πρόβλημα. Ανοίγοντας τα παράθυρα με 0 βαθμούς έξω δημιουργούμε συνθήκες ανάγκης κατανάλωσης ενέργειας και κρύου. Ο μύθος ότι τα κτίρια πρέπει να αναπνέουν πρέπει να ξεχαστεί. Της ο άνθρωπος, έτσι και τα κτίρια δεν αναπνέουν από το δέρμα, αναπνέουν από της πνεύμονες. Οι πνεύμονες λειτουργούν με μηχανισμό που φέρνει και βγάζει την κατάλληλη ποσότητα αέρα 24/7. Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί ο μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας στα κτίρια. Ο αέρας που βγαίνει (20 βαθμούς) ανταλλάσσει θερμότητα, χωρίς να αναμειγνύεται, με τον αέρα που εισέρχεται (0 βαθμούς), και έτσι ο εισερχόμενος αέρας προσάγεται στο κτίριο σε μια θερμοκρασία περίπου 17 βαθμών Κελσίου (Feist et al., 2005).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



**Εικόνα 3.5. Μηχανικός Αερισμός με Ανάκτηση Θερμότητας (Feist et al., 2005).**

Το παθητικό κτίριο είναι ένα κτίριο που προσφέρει βέλτιστη ενεργειακή απόδοση, θερμική άνεση, υψηλή ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου και αυξάνει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων που ζουν μέσα σε αυτό. Μειώνει κατακόρυφα τις λειτουργικές δαπάνες και το συνολικό κόστος του κύκλου ζωής της κτιρίου. Ταυτόχρονα, μπορεί να ενσωματώσει τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και να είναι φιλικό της το περιβάλλον, συντελώντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω της απουσίας χρήσης ορυκτών καυσίμων στα συμβατικά συστήματα θέρμανσης. Ένα παθητικό κτίριο πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια ευρύτερη σχεδιαστική φιλοσοφία κατασκευής και όχι ως ένα ενεργειακά πολύ αποδοτικό κτίριο (Feist et al., 2005).

Στο 8<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Συνέδριο Παθητικού Κτιρίου, ο Robert Hastings ανέφερε ότι «Τα παθητικά κτίρια πρέπει να βελτιστοποιούνται πάντα με κριτήριο την ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση και τη μέγιστη δυνατή ποιότητα υγιεινής διαβίωσης εντός του εσωτερικού της» (Passipedia, 2020). Για της Γερμανούς, ένα κτίριο για να χαρακτηριστεί ως παθητικό πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη δεν πρέπει να υπερβαίνουν της 15 KWh/m<sup>2</sup>.
2. Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (δηλαδή της ενέργειας που αφορά θέρμανση, ηλεκτρισμό και ζεστό νερό χρήσης) δεν μπορεί να υπερβαίνει της 120 KWh/m<sup>2</sup>.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

3. Οι εναλλαγές αέρα ανά ώρα δεν πρέπει να υπερβαίνουν της 0,6 ανά ώρα, με την αεροστεγανότητα του κτιρίου να μετριέται με τη χρήση blower-door test (θύρα υποπίεσης) σε πίεση 50 Pa.

Το παθητικό κτίριο πρέπει να υιοθετεί και να εκπληρώνει της πέντε βασικές αρχές του, που αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του και συνιστούν ολόκληρη τη φιλοσοφία του παθητικού σχεδιασμού, ο οποίος επιδιώκει να διατηρεί τη θερμοκρασία των χώρων σε σταθερές τιμές, χωρίς τη βοήθεια ενεργητικών συστημάτων ψύξης-θέρμανσης (Feist et al., 2005).

### **3.3 Τεχνολογίες και Υλικά**

Τα παθητικά κτίρια χρησιμοποιούν μια σειρά από καινοτόμες τεχνολογίες και υλικά για να επιτύχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και θερμική άνεση. Η επιλογή των υλικών και η εφαρμογή των κατάλληλων τεχνολογιών είναι κρίσιμη για την επίτευξη των στόχων αυτών.

#### **Τεχνολογίες**

##### **11. Θερμομόνωση Υψηλής Απόδοσης**

Η θερμομόνωση είναι της από της πιο σημαντικούς παράγοντες για τη διατήρηση της θερμικής άνεσης και την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης (Οδηγός Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίων, 2022). Τα παθητικά κτίρια χρησιμοποιούν υλικά υψηλής απόδοσης της διογκωμένη πολυστερίνη (EPS), εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS), και πετροβάμβακα. Η θερμομόνωση εφαρμόζεται σε όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων των τοίχων, της στέγης, και της εδαφόπλακας (Feist et al., 2005).

##### **2. Υψηλής Απόδοσης Κουφώματα**

Τα κουφώματα στα παθητικά κτίρια είναι σχεδιασμένα για να ελαχιστοποιούν της απώλειες θερμότητας και να εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια. Χρησιμοποιούνται κουφώματα με θερμοδιακοπή και τριπλούς υαλοπίνακες με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (U-value). Τα σύγχρονα κουφώματα έχουν συντελεστή

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

θερμοπερατότητας μικρότερο από  $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ενώ οι υαλοπίνακες έχουν τιμή  $U_g < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Passive House Institute, 2020).

## **11.Μηχανικός Αερισμός με Ανάκτηση Θερμότητας**

Ο μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας είναι μια από τις βασικές τεχνολογίες των παθητικών κτιρίων. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει την παροχή φρέσκου αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ ταυτόχρονα ανακτά τη θερμότητα από τον εξερχόμενο αέρα. Αυτό επιτυγχάνει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιώνει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα (Feist et al., 2005).

### **11.Εξάλειψη Θερμογεφυρών**

Οι θερμογέφυρες είναι περιοχές όπου η θερμότητα διαφεύγει πιο εύκολα λόγω της κατασκευαστικής διαμόρφωσης. Στα παθητικά κτίρια, χρησιμοποιούνται τεχνικές για την εξάλειψη ή τη μείωση των θερμογεφυρών, της η συνεχής θερμομόνωση και η χρήση ειδικών υλικών της κρίσιμες περιοχές (Feist et al., 2005).

## **Υλικά**

### **11.Διογκωμένη και Εξηλασμένη Πολυστερίνη (EPS και XPS)**

Η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) και η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) είναι υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως για τη θερμομόνωση των τοίχων, της στέγης και των δαπέδων. Προσφέρουν υψηλή θερμομονωτική ικανότητα, αντοχή στην υγρασία και μεγάλη διάρκεια ζωής (Feist et al., 2005).

## **2. Πετροβάμβακας**

Ο πετροβάμβακας είναι ένα άλλο υλικό που χρησιμοποιείται συχνά για τη θερμομόνωση, κυρίως λόγω της αντοχής του στη φωτιά και της ικανότητάς του να προσφέρει ηχομόνωση εκτός από θερμομόνωση. Είναι ένα φυσικό υλικό που προέρχεται από ηφαιστειακά πετρώματα και είναι φιλικό της το περιβάλλον (Passive House Institute, 2020).

### **11.Τριπλοί Υαλοπίνακες**

Οι τριπλοί υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται στα κουφώματα των παθητικών κτιρίων για να μειώσουν της θερμικές απώλειες και να βελτιώσουν τη θερμική άνεση. Αυτοί οι

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

υαλοπίνακες έχουν μια ενδιάμεση στρώση αερίου (της αργό ή κρυπτό) που βελτιώνει την θερμομονωτική της ικανότητα (Feist et al., 2005).

### **11.Υλικά Στεγανοποίησης και Αεροστεγανότητας**

Η αεροστεγανότητα είναι κρίσιμη για την απόδοση της παθητικού κτιρίου. Χρησιμοποιούνται ειδικές μεμβράνες και ταινίες αεροστεγανότητας για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν διαρροές αέρα από τις συνδέσεις των δομικών στοιχείων. Αυτά τα υλικά βοηθούν στη διατήρηση της θερμοκρασίας και στη μείωση των ενεργειακών απωλειών (Passive House Institute, 2020).

Τα παθητικά κτίρια ενσωματώνουν μια σειρά από προηγμένες τεχνολογίες και υλικά που συμβάλλουν στην επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης και θερμικής άνεσης. Η χρήση υλικών της η διογκωμένη πολυστερίνη, ο πετροβάμβακας, οι τριπλοί υαλοπίνακες και οι μεμβράνες αεροστεγανότητας, σε συνδυασμό με τεχνολογίες της ο μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας και η εξάλειψη των θερμογεφυρών, διασφαλίζουν την αποτελεσματικότητα των παθητικών κτιρίων.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κεφάλαιο 4: Παθητικό Σπίτι με Βιοκλιματικό Σχεδιασμό

### 4.1 Ορισμός του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο μηχανικός που θα σχεδιάσει ένα παθητικό κτίριο πρέπει να λάβει υπόψη του και να υλοποιήσει τις βασικές έννοιες του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ο οποίος αποσκοπεί στην εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών διαβίωσης στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων (Georgiou, 2021). Της τέτοιος σχεδιασμός στοχεύει στη βέλτιστη εκμετάλλευση των κλιματικών συνθηκών του περιβάλλοντός του, επιτυγχάνοντας της βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, κατατάσσοντας τα κτίρια της ανώτερες ενεργειακές κατηγορίες, της αυτές κάθε φορά ορίζονται (European Commission, 2020).

Για την εξασφάλιση χαμηλών απαιτήσεων θέρμανσης των κτιρίων κατά την ψυχρή περίοδο του έτους, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στην παθητική θέρμανση (ΥΠΕΚΑ, 2011). Αυτό υλοποιείται με την αξιοποίηση των ηλιακών κερδών, δηλαδή της ενέργειας που μπορεί να αξιοποιηθεί από την ηλιακή ακτινοβολία, την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών από το κέλυφος μέσω της θερμομόνωσης και της αεροστεγανότητας των δομικών στοιχείων, και την προστασία του κτιρίου από ψυχρούς, χειμερινούς ανέμους (Passive House Institute, 2020).

Για την εξασφάλιση χαμηλών απαιτήσεων ψύξης των κτιρίων κατά τη θερμή περίοδο του έτους, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στον φυσικό δροσισμό. Της υλοποιείται με την ελαχιστοποίηση των ηλιακών κερδών μέσω της προστασίας από την ηλιακή ακτινοβολία, την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών από το κέλυφος μέσω της θερμομόνωσης και της αεροστεγανότητας των δομικών στοιχείων, τη μείωση των εξωτερικών θερμοκρασιών μέσω της βελτίωσης του μικροκλίματος του περιβάλλοντα χώρου, και την ενίσχυση της αποβολής θερμότητας μέσω φυσικού αερισμού (Μανιάτης, 2011). Για τον δροσισμό μέσω φυσικού αερισμού, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αξιοποιεί της δροσερούς ανέμους τη θερινή περίοδο και τη θερμική μάζα των δομικών στοιχείων, σε συνδυασμό με την εφαρμογή νυχτερινού αερισμού όταν είναι εφικτό (Feist et al., 2005). Επιπλέον, επιδιώκεται η ενίσχυση της αποβολής θερμότητας μέσω ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της νύχτας με χρήση υλικών υψηλής



## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

ικανότητας εκπομπής σε θέσεις με θέαση της τον ουρανό και η ενίσχυση της αποβολής θερμότητας μέσω εξάτμισης είτε μέσω επιφανειακής φύτευσης είτε μέσω υδάτινων στοιχείων (Passive House Institute, 2020).

Για την εξασφάλιση οπτικής άνεσης της εσωτερικούς χώρους χρησιμοποιείται ο φυσικός φωτισμός, ο οποίος βασίζεται στον σωστό προσανατολισμό του κτιρίου, στην επαρκή διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων, στην ορθή επιλογή υαλώσεων, της χρωματικές επιλογές του χώρου, στην πρόβλεψη κινητής εσωτερικής ηλιοπροστασίας για την αποφυγή θάμβωσης, και στην κατανομή των επιπέδων εργασίας ή άλλων επιφανειών ανάλογα με τη χρήση του χώρου (Georgiou, 2021).

Η βελτίωση του μικροκλίματος στο περιβάλλον του κτιρίου πρέπει να βασίζεται στη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου και αποσκοπεί στη ρύθμιση της εξωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας, στη διαχείριση της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας και της ροής του ανέμου, ώστε να μειώνει την ενεργειακή ζήτηση του κτιρίου τόσο τη χειμερινή όσο και τη θερινή περίοδο (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001). Κατά τη θερινή περίοδο, η διαμόρφωση εστιάζει στην ηλιοπροστασία εξωτερικών επιφανειών και την ενίσχυση ή διευθέτηση της ροής του ανέμου, με στόχο τη μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντα χώρου. Κατά τη χειμερινή περίοδο, η βελτίωση στοχεύει κυρίως στην ανεμοπροστασία των υπαίθριων χώρων και του κελύφους του κτιρίου (Feist et al., 2005).

Για να επιτευχθεί της ενεργειακός σχεδιασμός σε ένα κτίριο, χρειάζονται τέσσερα βασικά συστήματα που μπορούν να επηρεάσουν και να ελαχιστοποιήσουν της ενεργειακές απαιτήσεις της κτιρίου: τα μη ενεργειακά συστήματα του κτιρίου (το κέλυφος και το εσωτερικό του κτιρίου, της τοίχοι, δάπεδα, οροφές, χωρίσματα, παράθυρα, πόρτες), τα συστήματα του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου (της δεντροφύτευση, ένταξη υγρών στοιχείων, υπαίθρια σκίαστρα, εκμετάλλευση των καλοκαιρινών δροσερών ρευμάτων αέρα, προστασία από της ψυχρούς χειμερινούς ανέμους), τα ενεργειακά συστήματα του κτιρίου (συστήματα που απαιτούνται για τη θέρμανση, τον κλιματισμό, τον αερισμό, το φωτισμό, τη διακίνηση των ενοίκων, τη λειτουργία του μηχανικού εξοπλισμού των χώρων του κτιρίου), και τα ανθρώπινα συστήματα (το προσωπικό για τη διαχείριση, τη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου) (Passive House Institute, 2020).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Υπάρχουν της δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στο κέλυφος και στο εσωτερικό του κτιρίου, της η προσθήκη μόνωσης σε τοίχους, οροφές και δάπεδα, η τοποθέτηση θερμομονωτικών-αεροστεγών κουφωμάτων, ο σωστός προσδιορισμός πάχους τοίχων για την εξασφάλιση της κατάλληλης «θερμικής μάζας», η μελέτη σκιασμού-ηλιασμού του κτιρίου, η προσθήκη ηλιακών συστημάτων θέρμανσης-δροσισμού στη Ν, ΝΑ και ΝΔ πλευρά του κτιρίου, η μείωση της διείσδυσης του αέρα με την απομόνωση κατακόρυφων φρεάτων και κλιμακοστασίων, η μείωση της διείσδυσης του αέρα με την τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών και ανεμοθραυστών της κύριες εισόδους, η διαφοροποίηση της εσωτερικής διαρρύθμισης των χώρων και η πρόβλεψη κατάλληλων ανοιγμάτων για να επιτυγχάνεται ο διαμπερής αερισμός που είναι απαραίτητος το καλοκαίρι, η προσθήκη ηλιοπροστατευτικών πετασμάτων/σκιάστρων στα παράθυρα για την αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, ιδιαίτερα στη Ν, ΝΑ και στη ΝΔ πλευρά του κτιρίου, η χρήση «έξυπνων» συστημάτων αυτοματισμού σε επιλεγμένους χώρους του κτιρίου, η βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων με κατάλληλες διατάξεις στα παράθυρα και στα αίθρια αν υπάρχουν, η κάλυψη των αίθριων με στόχο την αξιοποίησή της στη θέρμανση, στον δροσισμό και στη βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων του κτιρίου, και η τοποθέτηση συστημάτων ηχοπροστασίας σε εκτεθειμένες στο θόρυβο πλευρές του κτιρίου (Feist et al., 2005).

## 4.2 Στρατηγικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει μια σειρά από στρατηγικές που αποσκοπούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και στην εξασφάλιση άνετων συνθηκών διαβίωσης. Βασικές στρατηγικές περιλαμβάνουν την τοποθέτηση και προσανατολισμό του κτιρίου, τη χρήση φυσικού φωτός και την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

- **Τοποθέτηση και Προσανατολισμός του Κτιρίου**

Η τοποθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι κρίσιμοι παράγοντες για τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης. Ο σωστός προσανατολισμός μπορεί να μειώσει σημαντικά της ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη. Κατά την ψυχρή περίοδο, ο νότιος προσανατολισμός επιτρέπει τη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για παθητική θέρμανση, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, η χρήση σκιάστρων

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

και η σωστή τοποθέτηση των ανοιγμάτων μπορεί να αποτρέψει την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων (Georgiou, 2021).

### **Χρήση Φυσικού Φωτός**

Η χρήση φυσικού φωτός είναι της της σημαντικός παράγοντας στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Η σωστή τοποθέτηση των παραθύρων και η επιλογή των κατάλληλων υαλοπινάκων μπορεί να μειώσει την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και να βελτιώσει την ποιότητα του εσωτερικού φωτισμού. Τα μεγάλα ανοίγματα της νότιες πλευρές του κτιρίου επιτρέπουν την είσοδο άφθονου φυσικού φωτός, ενώ η χρήση ηλιακών προστατευτικών και ανοιγμάτων της βόρειες πλευρές μπορεί να εξασφαλίσει τη διατήρηση της θερμότητας και την αποφυγή της υπερθέρμανσης (Passive House Institute, 2020).

- **Εκμετάλλευση της Ηλιακής Ενέργειας**

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι της από της βασικούς στόχους του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, της θερμοκηπιακά παράθυρα και θερμοηλιακοί συλλέκτες, μπορεί να συμβάλει στη θέρμανση των χώρων κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Barta, 2010). Της, η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην κατασκευή του κτιρίου επιτρέπει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ακτινοβολία, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας και συμβάλλοντας στη μείωση του ενεργειακού κόστους (Feist et al., 2005).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνδυάζει μια σειρά από στρατηγικές για την επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης και άνετων συνθηκών διαβίωσης στα κτίρια. Η σωστή τοποθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, η χρήση φυσικού φωτός και η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας αποτελούν βασικά στοιχεία της της προσέγγισης, που συντελούν στη δημιουργία κτιρίων φιλικών της το περιβάλλον και οικονομικά αποδοτικών.

### **4.3 Παραδείγματα**

Η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού στα παθητικά σπίτια έχει οδηγήσει στη δημιουργία κτιρίων που συνδυάζουν υψηλή ενεργειακή απόδοση με άνετες συνθήκες διαβίωσης. Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα τέτοιων σπιτιών που αξιοποιούν της αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

### **Παθητικό Σπίτι στο Ντάρμστατ της Γερμανίας**

Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα παθητικού σπιτιού με βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι το πρώτο παθητικό σπίτι που κατασκευάστηκε στο Ντάρμστατ της Γερμανίας το 1991 από τον Dr. Wolfgang Feist και τη συνεργάτιδά του Bo Adamson. Το σπίτι αυτό διαθέτει εξαιρετική θερμομόνωση, τριπλά υαλοστάσια, αεροστεγανότητα και σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας. Ο προσανατολισμός του κτιρίου και τα μεγάλα νότια ανοίγματα εξασφαλίζουν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων κατά τους χειμερινούς μήνες (Feist et al., 2005).

### **Παθητικό Σπίτι στην Αγγλία**

Το «Lancaster Cohousing» είναι ένα κοινοτικό πρότζεκτ στο Lancashire της Αγγλίας που αποτελείται από 41 κατοικίες κατασκευασμένες σύμφωνα με τα πρότυπα του παθητικού σπιτιού. Το κάθε σπίτι είναι σχεδιασμένο για να μεγιστοποιεί την ηλιακή ενέργεια και να ελαχιστοποιεί της θερμικές απώλειες. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν εξωτερική θερμομόνωση και υψηλής απόδοσης κουφώματα. Ο φυσικός φωτισμός και ο αερισμός είναι ενσωματωμένα στον σχεδιασμό για να μειώσουν την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και κλιματισμό (Passive House Institute, 2020).

### **Παθητικό Σπίτι στη Βαρκελώνη, Ισπανία**

Το «Casa Martina» είναι ένα άλλο παράδειγμα παθητικού σπιτιού με βιοκλιματικό σχεδιασμό, που βρίσκεται στη Βαρκελώνη. Το σπίτι αυτό χρησιμοποιεί ένα σύστημα γεωθερμίας για τη θέρμανση και ψύξη, σε συνδυασμό με φωτοβολταϊκά πάνελ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο σχεδιασμός του κτιρίου περιλαμβάνει μεγάλα νότια ανοίγματα για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και της ηλιακής ενέργειας, καθώς και συστήματα σκίασης για την αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά της καλοκαιρινούς μήνες (Georgiou, 2021).

### **Παθητικό Σπίτι στη Νέα Υόρκη, ΗΠΑ**

Το «Tighthouse» στο Brooklyn της Της Υόρκης είναι ένα παθητικό σπίτι που έχει βραβευτεί για τον βιοκλιματικό του σχεδιασμό. Το σπίτι διαθέτει εξαιρετική θερμομόνωση, τριπλά υαλοστάσια, και σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

θερμότητας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και η χρήση φυσικού φωτός είναι κεντρικά στοιχεία του σχεδιασμού, ενώ η ενεργειακή απόδοση ενισχύεται μέσω της χρήσης φωτοβολταϊκών συστημάτων (Passive House Institute, 2020).

### **Παθητικό Σπίτι στην Αθήνα, Ελλάδα**

Το «Green Building» στην Αθήνα είναι ένα σύγχρονο παράδειγμα παθητικού σπιτιού στην Ελλάδα. Το κτίριο αυτό χρησιμοποιεί φυσικό αερισμό και γεωθερμία για τη θέρμανση και ψύξη, καθώς και φωτοβολταϊκά συστήματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η θερμομόνωση και η αεροστεγανότητα είναι άριστα, ενώ ο βιοκλιματικός σχεδιασμός περιλαμβάνει τη χρήση φυσικού φωτός και την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας μέσω νότιων ανοιγμάτων και σκιάστρων για την αποφυγή της υπερθέρμανσης (Georgiou, 2021).

Τα παραδείγματα αυτά δείχνουν πώς ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μπορεί να ενσωματωθεί στα παθητικά σπίτια για να προσφέρει υψηλή ενεργειακή απόδοση και άνετες συνθήκες διαβίωσης. Ο σωστός προσανατολισμός, η χρήση φυσικού φωτός και η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας αποτελούν κεντρικά στοιχεία του σχεδιασμού, ενώ η θερμομόνωση, η αεροστεγανότητα και τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμπληρώνουν τη συνολική προσέγγιση.

## Κεφάλαιο 5: Κόστος των Παθητικών Κτιρίων

### 5.1 Κατασκευαστικό Κόστος

Πολλοί άνθρωποι υποστηρίζουν ότι η κατασκευή της παθητικού κτιρίου, επειδή απαιτεί υλικά υψηλής ποιότητας και άριστη μόνωση στο κέλυφος του, είναι μια κατασκευή με υψηλό κόστος σε σχέση με τον συμβατικό τρόπο κατασκευής (Feist et al., 2005). Επειδή χρησιμοποιούνται τα πιο ενεργειακά αποδοτικά θερμομονωτικά υλικά, το κόστος είναι μεγαλύτερο. Η απλότητα της με την οποία επιτυγχάνεται η δημιουργία της κτιριακού κελύφους με πολύ μικρή θερμική διαπερατότητα και ελαχιστοποίηση θερμογεφυρών έχει ως αποτέλεσμα το λειτουργικό κόστος μιας παθητικής κατασκευής να είναι σχεδόν μηδαμινό ή ελάχιστο (Passive House Institute, 2020).

Το συνολικό κόστος του κύκλου ζωής της κτιρίου ενσωματώνει τόσο το κόστος κατασκευής όσο και το λειτουργικό κόστος ενεργειακών δαπανών, όχι το καθένα ξεχωριστά. Η ουσία σε ένα παθητικό κτίριο δεν είναι μόνο η ύπαρξη μηδενικού ή θετικού ενεργειακού ισοζυγίου. (BPIE, 2014). Για παράδειγμα, έχουμε ένα κτίριο με άριστη μόνωση και πολύ καλή αεροστεγανότητα στο οποίο χρησιμοποιείται ένα σύστημα μηχανικού αερισμού για ανάκτηση θερμότητας που επιτυγχάνει υψηλή ποιότητα εσωτερικού αέρα, χωρίς φθορά και μούχλα, και ικανοποιητική θερμική άνεση (Passipedia, 2015). Αντίθετα, ένα κτίριο ενεργειακής κλάσης B με μεγαλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας και χαμηλότερη ποιότητα αέρα στον εσωτερικό χώρο μπορεί να χρησιμοποιεί μια αντλία θερμότητας για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και ψύξης. Σε αυτό το δεύτερο κτίριο, η εγκατάσταση της οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 10 kW μπορεί να το αναβαθμίσει σε κλάση A+ και να το καταστήσει με θετικό ενεργειακό ισοζύγιο (Georgiou, 2021).

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



**Εικόνα 5.1. Κόστος παθητικού κτηρίου alunet gr**

Από την ανάλυση αυτή προκύπτουν οι διαφορές της παθητικού κτιρίου σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια. Το παθητικό κτίριο έχει ως πρωταρχικό στόχο τη θερμική άνεση και την ποιότητα αέρα σε όλους της εσωτερικούς χώρους (Lang, 2010). Η υψηλή ενεργειακή του αποδοτικότητα προϋποθέτει την ικανοποίηση αυτών των συνθηκών. Οι μηχανικοί και αρχιτέκτονες που κατασκευάζουν παθητικά κτίρια δεν στοχεύουν μόνο στην επίτευξη θετικού ενεργειακού ισοζυγίου (Positive Energy Building) αλλά στην κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων που παρέχουν άνετη διαμονή και είναι φιλικά της τον χρήστη (Passive House Institute, 2020).

Επιπλέον, τα παθητικά κτίρια σχεδιάζονται αξιοποιώντας την ηλιακή θερμότητα και της εσωτερικές πηγές θερμότητας για να μειώσουν τα θερμικά φορτία της χειμερινούς μήνες. Τα κτίρια έχουν προσανατολισμό της τον νότο, εκμεταλλευόμενα την ηλιακή θερμότητα για τη μεγιστοποίηση της άνεσης κατά της χειμερινούς μήνες (Schneider, 2003). Της καλοκαιρινούς μήνες τοποθετούνται κατάλληλα συστήματα σκίασης και ηλιοπροστασίας για τη μείωση των ηλιακών φορτίων και την αύξηση των φορτίων ψύξης. Ο φυσικός αερισμός και η ύπαρξη δέντρων και εστιών πρασίνου, μέσω του

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

βιοκλιματικού σχεδιασμού, είναι οι προτεινόμενοι τρόποι για την αντιμετώπιση των θερμών μηνών (Georgiou, 2021).

Γίνεται, λοιπόν, φανερό πως οι παθητικές τεχνικές ψύξης και θέρμανσης που χρησιμοποιούνται ως βασικές μέθοδοι βέλτιστου ενεργειακού σχεδιασμού μπορούν να συνδυαστούν αρμονικά με της πέντε βασικές αρχές των παθητικών κτιρίων για να γίνουν τα κτίρια ενεργειακά αποδοτικά. Υλοποιώντας αυτές της αρχές, το παθητικό κτίριο κατορθώνει να προσφέρει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται γιατί στην παθητική κατασκευή κτιρίων απαιτείται λιγότερο από 1,5 λίτρο πετρελαίου ή 1,5 κυβικό μέτρο φυσικού αερίου τον χρόνο για τη θέρμανση της τετραγωνικού μέτρου σε ένα κατοικήσιμο χώρο, της μια οικία 150 τ.μ. Αντίθετα, σε μια συμβατική οικία των ίδιων τετραγωνικών, θα χρειάζονταν περίπου 15 λίτρα πετρελαίου ετησίως ανά τετραγωνικό μέτρο για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης ([www.eipak.org](http://www.eipak.org)).

Το παθητικό κτίριο μπορεί να τηστελέσει μια πραγματικά αειφόρο τηςσσκευή που συμβάλλει στην προστασία του κλίματος. Η μείωση της χρήσης τελικής και πρωτογενούς ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικό περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για αυτό τα παθητικά κτίρια μπορούν να εξασφαλίσουν εξοικονόμηση ενέργειας έως και 80-90% σε σχέση με τα όμοια συμβατικά, της αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα (Passive House Institute, 2020).

## 5.2 Κόστος Συντήρησης και Ενεργειακές Εξοικονομήσεις

Η κατασκευή παθητικών κτιρίων δεν προσφέρει μόνο ενεργειακή αποδοτικότητα, αλλά και σημαντικές εξοικονομήσεις σε μακροπρόθεσμο επίπεδο. Παρακάτω αναλύονται το κόστος συντήρησης και οι ενεργειακές εξοικονομήσεις που προσφέρουν τα παθητικά κτίρια σε σχέση με τα συμβατικά.

### Κόστος Συντήρησης

Τα παθητικά κτίρια, λόγω του ειδικού σχεδιασμού της και της χρήσης υψηλής ποιότητας υλικών, απαιτούν χαμηλότερο κόστος συντήρησης σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια. Ορισμένα βασικά σημεία που συμβάλλουν σε αυτό είναι:

1. **Μείωση της Φθοράς και της Μούχλας:** Λόγω της αεροστεγανότητας και της άριστης μόνωσης, οι κίνδυνοι υγρασίας και εμφάνισης μούχλας μειώνονται



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

σημαντικά. Αυτό σημαίνει λιγότερες ανάγκες για επισκευές και συντήρηση στο μέλλον (Passive House Institute, 2020).

2. **Υλικά Υψηλής Αντοχής:** Η χρήση υψηλής ποιότητας υλικών που έχουν μεγαλύτερη αντοχή στο χρόνο και της καιρικές συνθήκες σημαίνει ότι οι ανάγκες αντικατάστασης και επισκευών μειώνονται (Georgiou, 2021).
3. **Απλοποίηση των Συστημάτων Θέρμανσης και Ψύξης:** Τα παθητικά κτίρια συχνά χρησιμοποιούν απλούστερα συστήματα θέρμανσης και ψύξης που απαιτούν λιγότερη συντήρηση σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα (Feist et al., 2005).

### Ενεργειακές Εξοικονομήσεις

Οι ενεργειακές εξοικονομήσεις που προσφέρουν τα παθητικά κτίρια είναι σημαντικές και προκύπτουν από διάφορες παραμέτρους του σχεδιασμού και της κατασκευής της:

1. **Εξαιρετική Θερμομόνωση:** Η θερμομόνωση υψηλής απόδοσης στα τοιχώματα, την οροφή και τα δάπεδα μειώνει την ανάγκη για θέρμανση και ψύξη, μειώνοντας έτσι της ενεργειακές δαπάνες (Passive House Institute, 2020).
2. **Αεροστεγανότητα:** Η αεροστεγανότητα εξασφαλίζει ότι δεν υπάρχουν διαρροές αέρα που θα μπορούσαν να αυξήσουν της ενεργειακές ανάγκες. Η μείωση των διαρροών αέρα συμβάλλει της στη διατήρηση μιας σταθερής και άνετης θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου (Georgiou, 2021).
3. **Συστήματα Ανάκτησης Θερμότητας:** Η χρήση μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας εξασφαλίζει ότι η ενέργεια από τον αέρα που αποβάλλεται χρησιμοποιείται για να προθερμάνει ή να προψύξει τον εισερχόμενο αέρα, μειώνοντας έτσι της ανάγκες για επιπλέον θέρμανση ή ψύξη (Feist et al., 2005).
4. **Εκμετάλλευση Ηλιακής Ενέργειας:** Τα παθητικά κτίρια είναι σχεδιασμένα για να εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια, μεγιστοποιώντας τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και ελαχιστοποιώντας τα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι. Αυτό μειώνει της ανάγκες για τεχνητή θέρμανση και ψύξη (Passive House Institute, 2020).

### Συνολικές Εξοικονομήσεις

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Οι συνολικές εξοικονομήσεις από τη χρήση παθητικών κτιρίων μπορεί να φτάσουν έως και το 80-90% σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια, της καταδεικνύεται σε διάφορες μελέτες και έρευνες (Passive House Institute, 2020). Ενδεικτικά, μια κατοικία 150 τ.μ. σε παθητικό κτίριο μπορεί να χρειάζεται λιγότερο από 1,5 λίτρο πετρελαίου ή 1,5 κυβικό μέτρο φυσικού αερίου ετησίως για τη θέρμανση ανά τετραγωνικό μέτρο, ενώ μια αντίστοιχη συμβατική κατοικία θα χρειάζεται περίπου 15 λίτρα πετρελαίου ετησίως ανά τετραγωνικό μέτρο για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης ([www.eipak.org](http://www.eipak.org)).

Το παθητικό κτίριο μπορεί να αποτελέσει μια πραγματικά αειφόρο κατασκευή που συμβάλλει στην προστασία του κλίματος. Η μείωση της χρήσης τελικής και πρωτογενούς ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικό περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για αυτό τα παθητικά κτίρια μπορούν να εξασφαλίσουν εξοικονόμηση ενέργειας έως και 80-90% σε σχέση με τα όμοια συμβατικά (Passive House Institute, 2020).

### 5.3 Οικονομική Ανάλυση

Η οικονομική ανάλυση των παθητικών κτιρίων περιλαμβάνει την εκτίμηση του κόστους κατασκευής, των ενεργειακών εξοικονομήσεων και της επιστροφής της επένδυσης (ROI). Αυτά τα στοιχεία είναι κρίσιμα για την κατανόηση της οικονομικής βιωσιμότητας και των μακροπρόθεσμων οικονομικών οφελών από την υιοθέτηση παθητικών κτιρίων.

#### Ανάλυση Κόστους-Οφέλους

Η ανάλυση κόστους-οφέλους αφορά τη σύγκριση του αυξημένου κόστους κατασκευής της παθητικού κτιρίου με τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη από της μειωμένες ενεργειακές δαπάνες και τη χαμηλότερη συντήρηση. Σύμφωνα με το Passive House Institute (2020), το αρχικό κόστος κατασκευής της παθητικού κτιρίου μπορεί να είναι 10-15% υψηλότερο από αυτό της συμβατικού κτιρίου. Αυτό το πρόσθετο κόστος προκύπτει από τη χρήση υψηλής ποιότητας υλικών και τεχνολογιών, της η άριστη θερμομόνωση, τα τριπλά υαλοστάσια, η αεροστεγανότητα και τα συστήματα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας (Feist et al., 2005).

Παρά το υψηλότερο αρχικό κόστος, τα παθητικά κτίρια προσφέρουν σημαντικά οικονομικά οφέλη σε βάθος χρόνου. Οι ενεργειακές εξοικονομήσεις μπορούν να

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

φτάσουν έως και το 80-90% σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια, της αναφέρεται παραπάνω. Αυτό μεταφράζεται σε χαμηλότερες δαπάνες για θέρμανση και ψύξη, κάτι που μπορεί να μειώσει δραστικά το ετήσιο λειτουργικό κόστος (Georgiou, 2021).

### **Επιστροφή της Επένδυσης (ROI)**

Η επιστροφή της επένδυσης (ROI) είναι της σημαντικός δείκτης για την αξιολόγηση της οικονομικής αποδοτικότητας της παθητικού κτιρίου. Ο υπολογισμός του ROI γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το αρχικό κόστος κατασκευής και της ετήσιες εξοικονομήσεις ενέργειας.

Για παράδειγμα, εάν το αρχικό πρόσθετο κόστος κατασκευής της παθητικού κτιρίου είναι 30.000 ευρώ και οι ετήσιες εξοικονομήσεις ενέργειας ανέρχονται σε 3.000 ευρώ, η επιστροφή της επένδυσης θα ήταν 10 χρόνια. Ο τύπος για τον υπολογισμό του ROI είναι:

$$ROI = \frac{\text{Ετήσιες Εξοικονομήσεις}}{\text{Αρχικό Πρόσθετο Κόστος}}$$

Σε αυτό το παράδειγμα:

$$ROI = \frac{3.000 \text{ ευρώ}}{30.000 \text{ ευρώ}} = 0,10 \text{ ή } 10 \text{ χρόνια}$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι, μετά την απόσβεση του αρχικού πρόσθετου κόστους, οι εξοικονομήσεις ενέργειας συνεχίζονται, παρέχοντας οικονομικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.

### **Συνολική Οικονομική Αξία**

Εκτός από της άμεσες εξοικονομήσεις ενέργειας, τα παθητικά κτίρια προσφέρουν και της οικονομικές ωφέλειες, της η αύξηση της αξίας του ακινήτου. Τα κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης είναι πιο ελκυστικά της αγοραστές και μπορούν να πωληθούν σε υψηλότερες τιμές. Επιπλέον, τα παθητικά κτίρια επωφελούνται από διάφορα

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

κίνητρα και επιδοτήσεις που προσφέρονται από κυβερνήσεις και οργανισμούς για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας (Passive House Institute, 2020).

Η κατασκευή παθητικών κτιρίων, παρά το υψηλότερο αρχικό κόστος, αποδεικνύεται οικονομικά αποδοτική μακροπρόθεσμα (IENE Working Paper). Οι σημαντικές ενεργειακές εξοικονομήσεις, η χαμηλή συντήρηση και τα πρόσθετα οικονομικά οφέλη καθιστούν τα παθητικά κτίρια μια επένδυση που αποφέρει υψηλές αποδόσεις και συμβάλλει στη βιώσιμη ανάπτυξη.

## 5.4 Διαφορές της Παθητικού με της Συμβατικού Κτηρίου

Όταν γίνεται αναφορά στα παθητικά κτίρια, συνήθως εννοούμε τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας (Passive House Institute, 2020). Ωστόσο, το παθητικό κτίριο δεν είναι απλά για εξοικονόμηση ενέργειας. Όσον αφορά την εσωτερική ατμόσφαιρα, τα παθητικά κτίρια είναι ασυναγώνιστα σε σύγκριση με τα αντίστοιχα συμβατικά. Για να γίνει αυτό κατανοητό, παρουσιάζουμε της διαφορές που έχουν μεταξύ της σε πραγματικές συνθήκες, δίνοντας το παρακάτω παράδειγμα για το οποίο έγιναν μετρήσεις σε ένα παθητικό κτίριο στην περιοχή του Παπάγου και σε ένα συμβατικό κτίριο στην Πάρο.

Στην Πάρο, όταν η εξωτερική θερμοκρασία ήταν 9°C και η υγρασία ήταν 58%, η εσωτερική θερμοκρασία μέσα στο σπίτι ήταν 16,9°C, δηλαδή τρεις βαθμούς κάτω από το ελάχιστο όριο θερμικής άνεσης, με 71% υγρασία παρά τη λειτουργία του αφυγραντήρα για οκτώ ώρες. Η δε συγκέντρωση CO<sub>2</sub> κυμαινόταν σε υψηλά επίπεδα και τα συστήματα θέρμανσης (ηλεκτρικό καλοριφέρ και σόμπα αερίου) λειτουργούσαν ασταμάτητα (Georgiou, 2021).

Αντίθετα, στο παθητικό κτίριο στην περιοχή του Παπάγου, την ίδια στιγμή, με χαμηλότερη εξωτερική θερμοκρασία (5,5°C) και πολύ υψηλότερη εξωτερική υγρασία (90%), οι συνθήκες ήταν ιδανικές. Η εσωτερική θερμοκρασία ήταν 21,9°C και η σχετική εσωτερική υγρασία 39%, με ελάχιστη έως καθόλου χρήση θέρμανσης (Feist et al., 2005).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Διαφορές μεταξύ συμβατικού και ΠΚ			
Πάρος		Παπάγου (ΠΚ)	
Εξωτερική Θερμοκρασία	8,9° C	Εξωτερική Θερμοκρασία	5,5° C
Εσωτερική Θερμοκρασία	<b>16,9° C</b>	Εσωτερική Θερμοκρασία	<b>21,9° C</b>
Εξωτερική Σχετική Υγρασία	58%	Εξωτερική Σχετική Υγρασία	90%
Εσωτερική Σχετική Υγρασία	<b>71%</b>	Εσωτερική Σχετική Υγρασία	<b>39%</b>

Εικόνα 5.2. Διαφορές της Παθητικού με της Συμβατικού Κτηρίου (alunet.gr)

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται μια ποικιλία μεθόδων όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων. Οι μέθοδοι αυτοί βασίζονται στην επινόηση συστημάτων συλλογής, αποθήκευσης, μετατροπής και διανομής της ηλιακής ενέργειας της της θέρμανση χώρους (Passive House Institute, 2020).

Κανείς δεν μπορεί να αγνοεί το πρόβλημα της ενέργειας ούτε να θεωρεί τον ηλιακό σχεδιασμό ως εφαρμογή μόνο σύγχρονου τεχνολογικού εξοπλισμού σε παλιές κατασκευαστικές αντιλήψεις. Θα πρέπει να προσαρμοστεί και η αρχιτεκτονική σχεδίαση στο σύγχρονο πρόβλημα της ενέργειας, της προσαρμόζονται οι οικονομικές δραστηριότητες στην οικονομική και πολιτική κατάσταση. Ο καθένας σήμερα προσπαθεί πλέον με ανεξάρτητα μέσα ή τεχνικές επεμβάσεις να αντιμετωπίσει το καινούργιο αυτό πρόβλημα (Georgiou, 2021).

Έγινε κατανοητό ότι η κρίση δεν είναι μόνο ενεργειακή αλλά και αρχιτεκτονική. Μια καινούργια εποχή έχει ξεκινήσει ως της τον σχεδιασμό των κτιρίων, αυτή του 21<sup>ου</sup> αιώνα, που ζητάει το ενεργειακό οικονομικό κτίριο (Passive House Institute, 2020).

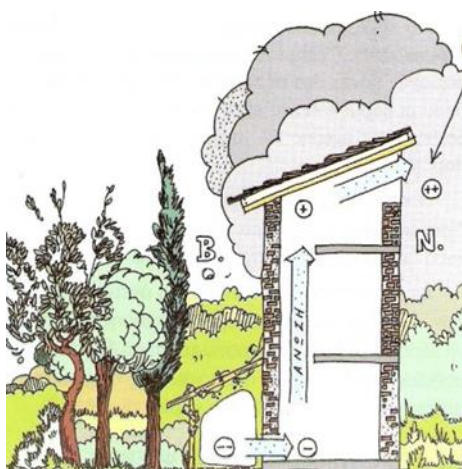
Με την ενεργειακή κρίση, λοιπόν, άρχισε να αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και ψύξη των χώρων. Τα επικρατέστερα συστήματα που υπάρχουν σήμερα στον τομέα αυτό μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

1. Τα παθητικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας
2. Τα υβριδικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

3. Τα ενεργητικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (Feist et al., 2005).

Στα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να βοηθούν στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοστούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων (Feist et al., 2005).



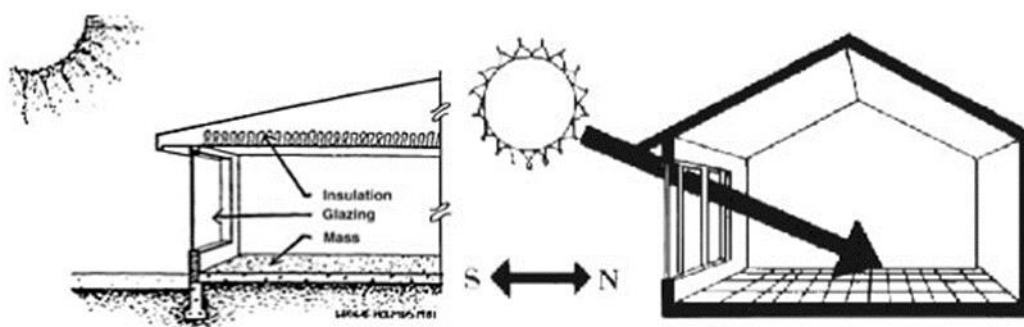
**Εικόνα 5.3. Παθητικό ηλιακό σύστημα (Feist et al., 2005).**

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούνται κυρίως για ενεργειακό όφελος κατά της χειμερινούς μήνες, ενώ για της καλοκαιρινούς μήνες χρησιμοποιούνται πιο απλές τεχνικές δροσισμού, της η ηλιοπροστασία και ο φυσικός φωτισμός (Passive House Institute, 2020). Από τη μελέτη και την εφαρμογή των προαναφερόμενων συστημάτων στην Ελλάδα, προέκυψε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση που παρουσιάζουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική, με την προϋπόθεση να συνδυαστούν με αντίστοιχες μεθόδους ηλιοπροστασίας και σκίασης ώστε να ελαχιστοποιούν τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι (Georgiou, 2021).

Η σωστή λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων, ώστε να αξιοποιηθεί καλύτερα η ηλιακή ενέργεια, προϋποθέτει έναν κατάλληλο σχεδιασμό στο κτίριο. Το εξωτερικό μέρος του κτίσματος («κέλυφος») θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί με τρόπο που να δέχεται τη μέγιστη ηλιακή συλλογή, τη μέγιστη θερμοχωρητικότητα και να έχει της ελάχιστες θερμικές απώλειες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με της εξής μηχανισμούς:

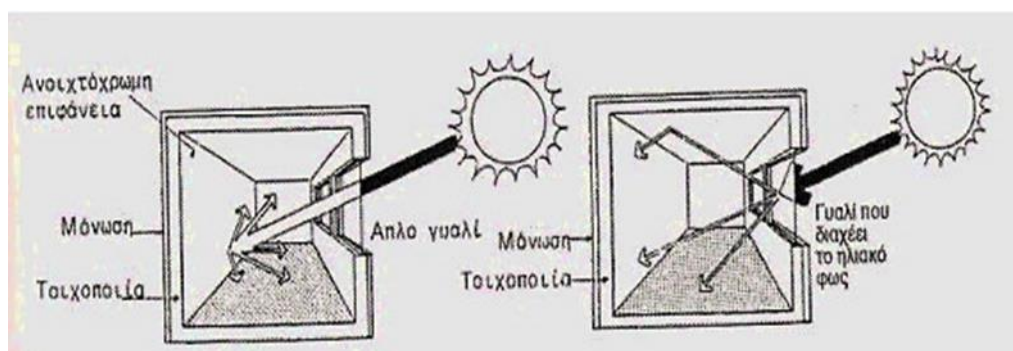
Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

α) το φαινόμενο του θερμοκηπίου (όπου γίνεται η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρησή της στο εσωτερικό του κτιρίου για τη θέρμανση των χώρων), β) τη θερμική υστέρηση των υλικών (θερμοχωρητικότητα) και γ) της αρχές της μετάδοσης της θερμότητας, η οποία μεταφέρεται από τα θερμά στα κρύα αντικείμενα (Feist et al., 2005).



Εικόνα 5.4. ολοκληρωμένο σύστημα (Feist et al., 2005).

Τα είδη των παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση είναι το άμεσο, το έμμεσο και το απομονωμένο κέρδος. Το άμεσο κέρδος είναι το πιο απλό σύστημα που μπορεί να αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για να θερμάνει το κτίριο. Σημαντικό ρόλο σε αυτό το σύστημα έχει ο προσανατολισμός, η θέση των ανοιγμάτων και το μέγεθος αυτών (Georgiou, 2021).



Εικόνα 5.5. Είδη των παθητικών ηλιακών συστημάτων (Georgiou, 2021).

Για να έχουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα, σημαντικό ρόλο θα έχουν η επιλογή των τύπων των υαλοπινάκων και των δομικών στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν για της τοίχους, τα δάπεδα και την οροφή. Η επιφάνειά της θα πρέπει να είναι τουλάχιστον εννέα φορές μεγαλύτερη από τα ανοίγματα. Τα δε υλικά κατασκευής πρέπει να έχουν



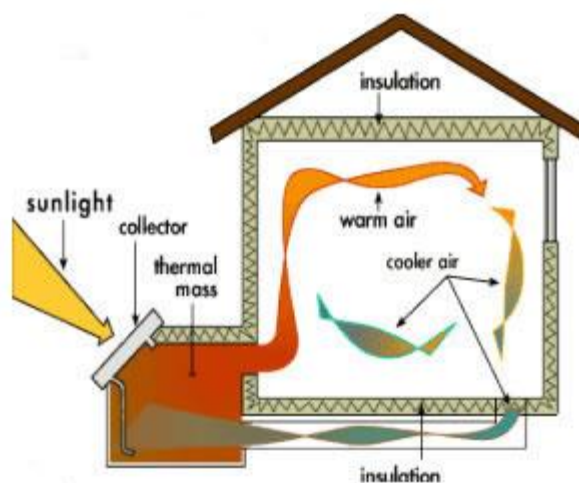
Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

μεγάλη θερμοχωρητικότητα για να μπορούν να αποθηκεύουν το ηλιακό θερμικό κέρδος (Passive House Institute, 2020).

Στο έμμεσο κέρδος, τα συστήματα εκμεταλλεύονται έμμεσα όλα τα ηλιακά οφέλη για τη θέρμανση του κτιρίου. Τα συστήματα καταφέρνουν να απορροφήσουν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και μετά να αφήνουν τη θερμότητα να διεισδύσει της εσωτερικούς χώρους του κτιρίου (Feist et al., 2005).

Στο απομονωμένο κέρδος, τα συστήματα τοποθετούνται με τέτοιον τρόπο ώστε η επιφάνεια ηλιοσυλλογής να μην βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που επιθυμούμε να θερμάνουμε. Μεταξύ της της επιφάνειας και του χώρου διαβίωσης υπάρχει της μηχανισμός που μεταδίδει τη θερμότητα, π.χ. τοποθέτηση της ανεμιστήρα (Passive House Institute, 2020).

Στα παθητικά ηλιακά συστήματα η θερμότητα μεταδίδεται με μη μηχανικά μέσα και στηρίζεται στην άνοση, στη μεταγωγή και στην ακτινοβολία θερμότητας, της το θερμοσίφωνο (Georgiou, 2021).



**Εικόνα 5.6. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Γ. 8<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ 2009-2010)**

Τα υβριδικά ηλιακά συστήματα παράγουν ενέργεια με τον ίδιο τρόπο της ένα κοινό ηλιακό σύστημα, αλλά χρησιμοποιούν ειδικούς υβριδικούς μετατροπείς και μπαταρίες για την αποθήκευση ενέργειας για μεταγενέστερη χρήση. Αυτή η δυνατότητα αποθήκευσης ενέργειας επιτρέπει στα περισσότερα υβριδικά συστήματα να



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

λειτουργούν ως γεννήτριες, δηλαδή για εφεδρική τροφοδοσία ρεύματος κατά τη διάρκεια μιας διακοπής ρεύματος, παρόμοια με ένα σύστημα UPS (Feist et al., 2005).



**Εικόνα 5.7. Βασικό διάγραμμα διάταξης της κοινού ηλιακού υβριδικού συστήματος (συσσωρευμένη μπαταρία DC) (Passive House Institute, 2020).**

Τι είναι το σύστημα που είναι έτοιμο για μπαταρίες; Ένα σύστημα έτοιμο για μπαταρία χρησιμοποιεί έναν υβριδικό μετατροπέα και όχι έναν τυπικό ηλιακό μετατροπέα. Οι περισσότεροι σύγχρονοι υβριδικοί μετατροπείς έχουν ενσωματωμένο το φορτιστή μπαταρίας και τη σύνδεση, γεγονός που καθιστά πολύ πιο εύκολη την προσθήκη μπαταρίας στο μέλλον. Ωστόσο, οι υβριδικοί μετατροπείς είναι ακριβότεροι και αν δεν προσθέσουμε μπαταρίες κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης, η εύρεση συμβατών μπαταριών μετά από μερικά χρόνια μπορεί να γίνει δύσκολη (Passive House Institute, 2020).

Για να γίνει κατανοητό, δεν χρειάζεται της υβριδικός μετατροπέας για να προσθέσουμε μπαταρίες. Μια μπαταρία μπορεί να προστεθεί σε οποιοδήποτε υπάρχον ηλιακό σύστημα οποιαδήποτε στιγμή χρησιμοποιώντας ένα σύστημα μπαταρίας εναλλασσόμενου ρεύματος. Οι μπαταρίες AC, της το Tesla Powerwall 2, είναι αρκετά δημοφιλείς και διατίθενται σε περισσότερες επιλογές. Καθώς η τεχνολογία αναστροφέα και οι μπαταρίες εξελίσσονται γρήγορα, δεν αξίζει πάντα να ξοδεύουμε επιπλέον χρήματα σε ένα σύστημα «έτοιμο για μπαταρία», εκτός αν σκοπεύουμε να προσθέσουμε μία μπαταρία μέσα σε 2 χρόνια (Georgiou, 2021).

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Της κυβερνήσεις και φορείς εκμετάλλευσης δικτύων έχουν μειώσει το τιμολόγιο ηλιακής τροφοδοσίας ή το FiT (χρήματα ή πίστωση που εισπράττει κάποιος για την τροφοδοσία ηλιακής ενέργειας στο δίκτυο). Αυτό σημαίνει ότι τα παραδοσιακά ηλιακά συστήματα τροφοδοσίας με πλέγμα έχουν γίνει λιγότερο ελκυστικά, καθώς οι περισσότεροι άνθρωποι εργάζονται κατά τη διάρκεια της ημέρας και δεν είναι στο σπίτι για να χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια της παράγεται. Έτσι, η ενέργεια τροφοδοτείται στο δίκτυο για πολύ μικρή επιστροφή (Passive House Institute, 2020).

Ένα ηλιακό υβριδικό σύστημα αποθηκεύει την υπέρμετρη ηλιακή ενέργεια και μπορεί της να παρέχει εφεδρική ισχύ κατά τη διάρκεια μιας διακοπής ρεύματος. Αυτό είναι ιδανικό για της ιδιοκτήτες σπιτιού, αν και για την πλειοψηφία των επιχειρήσεων που λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας, ένα κοινό ηλιακό σύστημα με πλέγμα είναι η οικονομική επιλογή (Feist et al., 2005).

Τα υβριδικά ηλιακά συστήματα σας επιτρέπουν να αποθηκεύετε την ηλιακή ενέργεια και να την χρησιμοποιείτε όταν βρίσκεστε στο σπίτι το βράδυ, όταν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι συνήθως στο μέγιστο επιτόκιο. Η δυνατότητα αποθήκευσης και χρήσης της ηλιακής της ενέργειας όταν το επιθυμείτε αναφέρεται ως αυτοχρησιμοποίηση ή αυτοκατανάλωση. Λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο της ένα σύστημα εκτός δικτύου, αλλά η απαιτούμενη χωρητικότητα της μπαταρίας είναι πολύ μικρότερη, συνήθως αρκετή για να καλύψει την κατανάλωση αιχμής (8 ώρες ή λιγότερο) σε αντίθεση με 3-5 ημέρες με ένα τυπικό σύστημα off-grid (Georgiou, 2021).

### **Πλεονεκτήματα του υβριδικού συστήματος:**

- Της επιτρέπει να αποθηκεύετε υπερβολική ηλιακή ή χαμηλού κόστους (εκτός αιχμής) ηλεκτρική ενέργεια.
- Επιτρέπει τη χρήση της αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας κατά της ώρες αιχμής του βράδυ (γνωστή ως αυτοχρησιμοποίηση ή μετατόπιση φορτίου).
- Οι περισσότεροι υβριδικοί μετατροπείς έχουν δυνατότητα δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας.
- Μειώνει την κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο (μειωμένη ζήτηση).
- Ενεργοποιεί την προηγμένη διαχείριση ενέργειας (π.χ. μέσω smart grid εφαρμογών).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

### **Μειονεκτήματα του υβριδικού συστήματος:**

- Υψηλότερο κόστος, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους των μπαταριών.
- Μεγαλύτερος χρόνος αποπληρωμής – Χαμηλότερη απόδοση επένδυσης.
- Πιο πολύπλοκη εγκατάσταση, απαιτεί περισσότερο χώρο και υψηλότερο κόστος εγκατάστασης.
- Διάρκεια ζωής μπαταρίας 7-15 ετών.
- Η εφεδρική ισχύς μπορεί να περιορίσει πόσες συσκευές μπορείτε να εκτελέσετε ταυτόχρονα (ανάλογα με τον τύπο του υβριδικού μετατροπέα και την ικανότητά του).

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική, ψυκτική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα της και να τη διανέμουν της χρήση (Feist et al., 2005). Τα πλέον διαδεδομένα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες για παραγωγή θερμού νερού χρήσης και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μικρής ισχύος.

Η “καρδιά” ενός ενεργητικού ηλιοθερμικού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης, ο οποίος μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμότητα και τη μεταφέρει σε κάποιο ρευστό (νερό, ηλιακό ρευστό, αέρα). Οι διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών είναι:

- **Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα:** Είναι απλοί και οικονομικοί. Αποτελούνται από μαύρους πλαστικούς ή μεταλλικούς σωλήνες χωρίς μόνωση μέσα της οποίους κυκλοφορεί το υγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται είναι 20°C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- **Επίπεδοι συλλέκτες:** Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ηλιακού συλλέκτη. Αποτελείται από επίπεδο μονωμένο πλαίσιο, το οποίο καλύπτεται από τη μια πλευρά με διαφανές κάλυμμα από τζάμι ή πλαστικό. Το πλαίσιο περιέχει μια μαύρη/σκουρόχρωμη πλάκα που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Το ρευστό μεταφοράς θερμότητας κυκλοφορεί μέσα ή πάνω από την απορροφητική πλάκα μεταφέροντας τη θερμότητα. Η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει ως 70°C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- **Σωλήνες κενού:** Αποτελούνται από σειρά γυάλινων σωλήνων κενού. Ο κάθε σωλήνας περιέχει έναν απορροφητή (π.χ. μια μαύρη μεταλλική πλάκα) που απορροφά την ηλιακή ενέργεια.

Η τοποθέτηση της ηλιακού συλλέκτη μπορεί να είναι οριζόντια όταν τοποθετείται σε οροφές ή έδαφος (εκτός από της συλλέκτες κενού με σωλήνα θερμότητας ξηρής ή υγρής σύνδεσης) ή επικλινής για τοποθέτηση σε στέγες, έδαφος, προσόψεις κτιρίων. Οι συλλέκτες κενού τοποθετούνται με ελάχιστη κλίση  $25^\circ$  (Feist et al., 2005).

Η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών ανάλογα με τη χρήση της ενδεικτικά είναι:

- Για χρήση όλο το χρόνο, η κλίση συλλεκτών πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.
- Για χρήση της χειμερινούς μήνες, η κλίση συλλεκτών πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής  $+ 15^\circ$ .
- Για χρήση της καλοκαιρινούς μήνες, η κλίση συλλεκτών πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής  $- 15^\circ$  (Georgiou, 2021).

Για την εγκατάσταση της ενεργητικού ηλιακού θερμικού συστήματος, πρέπει να προβλεφθούν:

- **Ωφέλιμος χώρος για της συλλέκτες:** Το κτίριο πρέπει να έχει ικανοποιητικό χώρο για την εγκατάσταση της απαιτούμενης επιφάνειας συλλεκτών. Ενδεικτικά, αρκούν  $2 \text{ m}^2$  επίπεδων ηλιακών συλλεκτών για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ζεστό νερό μιας οικογένειας 2 ατόμων. Για κάθε επιπλέον άτομο απαιτούνται περίπου  $0,75 \text{ m}^2$  πρόσθετης συλλεκτικής επιφάνειας. Ο συλλέκτης πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό και να μη σκιάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- **Ωφέλιμος χώρος για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας και δεξαμενές αποθήκευσης):** Πρέπει να είναι προστατευμένος από της καιρικές συνθήκες, π.χ., μπορεί να τοποθετηθεί είτε στο υπάρχον λεβητοστάσιο ή σε κάποιον άλλο κλειστό χώρο (στην περίπτωση των θερμοσιφωνικών συστημάτων δεν απαιτείται επιπλέον χώρος).

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- Υδραυλικές συνδέσεις: Οι συλλέκτες, οι δεξαμενές αποθήκευσης, η παροχή κρύου νερού και το δίκτυο ζεστού νερού πρέπει να συνδεθούν υδραυλικά. Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι επισκέψιμες για επισκευή πιθανών βλαβών.
- Ηλεκτρικές συνδέσεις: Ο γενικός πίνακας του κτιρίου πρέπει να αντέχει πρόσθετα φορτία, τα οποία της για την περίπτωση των ηλιακών είναι μικρά. Η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει έως 100°C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (Georgiou, 2021).

Όλα τα προαναφερθέντα συστήματα συναντώνται στα παθητικά κτίρια, τα οποία αποτελούν προηγμένες κατασκευές και συνιστούν την καινοτομία στον ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων. Τα παθητικά κτίρια είναι αυτά που μπορούν τελικά να περιορίσουν το ενεργειακό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η χώρα της αλλά και όλη η Ευρώπη, εξασφαλίζοντας της κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων που κατοικούν σε αυτά (Passive House Institute, 2020).

## Κεφάλαιο 6: Παθητικά Κτίρια στην Ελλάδα

### 6.1 Υφιστάμενη Κατάσταση

Από έρευνες που έχουν διεξαχθεί στον χώρο των κατασκευών, η κατασκευή παθητικών κτιρίων, εκτός από τη διεθνή αγορά, έχει αρχίσει τα τελευταία δύο χρόνια να υλοποιείται και στη χώρα της. Σε αυτό το κεφάλαιο καταγράφεται η διάδοση της ιδέας του παθητικού κτιρίου στην Ελλάδα, μέσα από την καταγραφή της ενεργειακής απόδοσης στα υφιστάμενα κτίρια που σχεδιάστηκαν ως παθητικά. Αυτά είτε έγιναν με αρχικό σχεδιασμό ως παθητικά κτίρια είτε αναβαθμίστηκαν σε παθητικά μέσω συγκεκριμένων ενεργειών (Passive House Institute, 2020).

Η ανάλυση της ενεργειακής της «ανάγκης» έδειξε ότι ένα μεγάλο τμήμα της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως αφορά την κάλυψη των φορτίων ψύξης, λόγω των κλιματικών συνθηκών και της υψηλής έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που επικρατούν στην Ελλάδα (Georgiou, 2021). Επομένως, κρίνεται αναγκαίο να διερευνηθούν οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική η μείωση των ψυκτικών φορτίων, υλοποιώντας τις αρχές της παθητικής και βιοκλιματικής κατασκευής.

Το ερώτημα που γεννάται είναι εάν και κατά πόσο η θερμική ημερήσια σε μια οικία μπορεί να διατηρηθεί στα ίδια επίπεδα, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα και, κατ' επέκταση, στη Μεσόγειο. Με αυτά τα δεδομένα, μπορεί να προταθεί η δημιουργία της αντίστοιχου μεσογειακού προτύπου που να έχει τις απαιτήσεις και της προδιαγραφές όσον αφορά τα φορτία ψύξης, έτσι ώστε ένα κτίριο να μπορεί να πιστοποιηθεί ως παθητικό της χώρας της Μεσογείου (Feist et al., 2005).

Συμπερασματικά, τα παθητικά κτίρια μπορούν να θεωρηθούν μία από τις πιο προηγμένες κατασκευές, αποτελώντας την καινοτομία στον ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων. Τα παθητικά κτίρια έχουν τη δυνατότητα να περιορίσουν το ενεργειακό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Ελλάδα, αλλά και όλη η Ευρώπη, εξασφαλίζοντας της κατάλληλες συνθήκες διαβίωσης των κατοίκων της (Passive House Institute, 2020).

Αυτό παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί, όπου φαίνεται πώς με την πάροδο του χρόνου τα ελληνικά κτίρια έχουν βελτιώσει της θερμομονωτικές της ιδιότητες και

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

την ενεργειακή της κατανάλωση. Αυτό το πέτυχαν εφαρμόζοντας τον εκάστοτε κανονισμό περί θερμομόνωσης και ενεργειακής κατανάλωσης, μέχρι να φτάσουν στην εφαρμογή βασικών αρχών που διέπουν τα παθητικά κτίρια, βελτιστοποιώντας της αναφερθείσες παραμέτρους (Georgiou, 2021).

ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΗΡΙΩΝ					
	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΠΟΛΥ/ΤΟΙΚΙΑ	ΝΟΣ/ΜΕΙΑ	ΞΕΝ/ΧΕΙΑ	ΣΧΟΛΕΙΑ	ΓΡΑΦΕΙΑ
ΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ	50%	42%	30%	20%	20%	32%
ΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ	12%	8%	6%	6%	10%	5%
ΔΙΠΛΑ ΤΖΑΜΙΑ	2%	6%	2%	4%	2%	4%
ΑΕΡΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗ	10%	8%	10%	10%	5%	10%

**Εικόνα 6.1. Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μετά από εφαρμογή μονωτικών μεθόδων (Georgiou, 2021).**

## 6.2 Παραδείγματα Παθητικών Κτιρίων στην Ελλάδα

Τα τελευταία χρόνια, η ιδέα των παθητικών κτιρίων έχει αρχίσει να διαδίδεται στην Ελλάδα, με αρκετές επιτυχημένες περιπτώσεις εφαρμογής. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα παθητικών κτιρίων στη χώρα της:

### Παθητικό Κτίριο στην Κηφισιά

Ένα από τα πρώτα παθητικά κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα βρίσκεται στην Κηφισιά. Το κτίριο αυτό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με βάση της αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και τα πρότυπα του Passive House Institute. Διαθέτει άριστη θερμομόνωση, τριπλά υαλοστάσια και σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας. Καταναλώνει πολύ λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη σε σύγκριση με τα συμβατικά κτίρια της περιοχής, παρέχοντας ταυτόχρονα υψηλό επίπεδο θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα (Passive House Institute, 2020).

### Παθητικό Κτίριο στην Πάτρα

Στην Πάτρα, ένα παθητικό κτίριο που κατασκευάστηκε πρόσφατα αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα επιτυχημένης εφαρμογής των αρχών του παθητικού σχεδιασμού. Το κτίριο χρησιμοποιεί φυσικό αερισμό, ηλιοπροστασία και συστήματα

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

ανανεώσιμης ενέργειας για να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας. Της, εφαρμόζονται τεχνικές θερμομόνωσης και αεροστεγανότητας, που εξασφαλίζουν τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε άνετα επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Georgiou, 2021).

### **Παθητικό Σχολικό Κτίριο στη Θεσσαλονίκη**

Ένα ακόμη εντυπωσιακό παράδειγμα παθητικού κτιρίου είναι το σχολικό κτίριο στη Θεσσαλονίκη, το οποίο ανακαινίστηκε για να πληροί τα πρότυπα των παθητικών κτιρίων. Η ανακαίνιση περιλάμβανε την τοποθέτηση θερμομονωτικών υλικών, την αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με ενεργειακά αποδοτικά και την εγκατάσταση συστημάτων αερισμού με ανάκτηση θερμότητας. Το κτίριο πλέον παρέχει ένα υγιεινό και άνετο περιβάλλον για της μαθητές και το προσωπικό, μειώνοντας ταυτόχρονα το λειτουργικό κόστος (Feist et al., 2005).

### **Παθητική Κατοικία στο Ηράκλειο Κρήτης**

Στο Ηράκλειο Κρήτης, μια παθητική κατοικία που κατασκευάστηκε πρόσφατα αποδεικνύει τη δυνατότητα εφαρμογής των αρχών του παθητικού σχεδιασμού σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι. Η κατοικία αυτή διαθέτει σύστημα φυσικού αερισμού, ηλιακές σκιές και υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας, που βοηθούν στη διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών εσωτερικά κατά της θερινούς μήνες. Της, τοποθετήθηκαν φωτοβολταϊκά πάνελ για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας (Passive House Institute, 2020).

### **Παθητικό Κτίριο στο Παλιό Φάληρο**

Τέλος, στο Παλιό Φάληρο, ένα άλλο παράδειγμα παθητικού κτιρίου είναι μια πολυκατοικία που κατασκευάστηκε πρόσφατα. Η πολυκατοικία αυτή σχεδιάστηκε με στόχο τη μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα, χρησιμοποιώντας υλικά υψηλής θερμομονωτικής ικανότητας, ενεργειακά αποδοτικά κουφώματα και συστήματα μηχανικού αερισμού. Η κατασκευή αυτή αποδεικνύει ότι οι αρχές του παθητικού σχεδιασμού μπορούν να εφαρμοστούν επιτυχώς και σε πολυκατοικίες, προσφέροντας υψηλό επίπεδο άνεσης και σημαντικές ενεργειακές εξοικονομήσεις (Georgiou, 2021).

Τα παραδείγματα αυτά δείχνουν ότι τα παθητικά κτίρια μπορούν να εφαρμοστούν επιτυχώς στην Ελλάδα, παρέχοντας σημαντικά οφέλη όσον αφορά την ενεργειακή



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

αποδοτικότητα και τη θερμική άνεση. Οι κατασκευές αυτές δεν αποτελούν μόνο μια βιώσιμη λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, αλλά συμβάλλουν και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

### 6.3 Προκλήσεις και Προοπτικές

Η κατασκευή και η διάδοση των παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα παρουσιάζει διάφορες προκλήσεις, αλλά και σημαντικές προοπτικές. Παρακάτω εξετάζονται οι κυριότερες από αυτές.

#### Προκλήσεις

1. **Κόστος Κατασκευής και Αρχική Επένδυση:** Η κατασκευή παθητικών κτιρίων απαιτεί τη χρήση υψηλής ποιότητας υλικών και εξειδικευμένων τεχνολογιών, γεγονός που αυξάνει το αρχικό κόστος κατασκευής σε σύγκριση με τα συμβατικά κτίρια. Αν και η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να αντισταθμίσει αυτό το αρχικό κόστος, η αρχική επένδυση παραμένει υψηλή (Georgiou, 2021).
2. **Γνώση και Εκπαίδευση:** Η έλλειψη ενημέρωσης και εκπαίδευσης για της αρχές και τα οφέλη των παθητικών κτιρίων αποτελεί σημαντική πρόκληση. Οι επαγγελματίες του κλάδου των κατασκευών, της αρχιτέκτονες και μηχανικοί, συχνά δεν έχουν επαρκή εκπαίδευση και εμπειρία της τεχνικές αυτές, με αποτέλεσμα να υπάρχει δυσκολία στην εφαρμογή της (Passive House Institute, 2020).
3. **Κανονιστικό Πλαίσιο:** Το υπάρχον κανονιστικό πλαίσιο στην Ελλάδα δεν ευνοεί πάντα την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Αν και έχουν γίνει προσπάθειες για την ενσωμάτωση των αρχών αυτών της εθνικούς κανονισμούς, η διαδικασία είναι ακόμα σε εξέλιξη και δεν υπάρχουν ακόμα αρκετά κίνητρα για την προώθηση των παθητικών κτιρίων (Georgiou, 2021).
4. **Κλιματικές Συνθήκες:** Οι κλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα, με της υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, αποτελούν της πρόκληση για την εφαρμογή των αρχών του παθητικού σχεδιασμού, που αρχικά αναπτύχθηκε για πιο ψυχρά κλίματα. Η ανάγκη για ψύξη είναι έντονη και απαιτεί την προσαρμογή των σχεδίων και των τεχνικών που χρησιμοποιούνται (Feist et al., 2005).

## Προοπτικές

1. **Ενεργειακή Αποδοτικότητα και Βιωσιμότητα:** Τα παθητικά κτίρια προσφέρουν σημαντικά οφέλη όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτά τα κτίρια μπορούν να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και στην επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων για την κλιματική αλλαγή και την ενεργειακή ασφάλεια (Passive House Institute, 2020).
2. **Βελτίωση Ποιότητας Ζωής:** Τα παθητικά κτίρια παρέχουν υψηλό επίπεδο θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα εσωτερικού χώρου, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Η σταθερή θερμοκρασία και η καθαρή ατμόσφαιρα μειώνουν τα προβλήματα υγείας που σχετίζονται με το περιβάλλον διαβίωσης (Georgiou, 2021).
3. **Οικονομικά Οφέλη:** Παρά το υψηλότερο αρχικό κόστος, τα παθητικά κτίρια προσφέρουν μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη λόγω της σημαντικής μείωσης των λειτουργικών εξόδων για θέρμανση και ψύξη. Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να αντισταθμίσει το αρχικό κόστος κατασκευής και να προσφέρει οικονομικά οφέλη της ιδιοκτήτες (Feist et al., 2005).
4. **Τεχνολογική Καινοτομία:** Η ανάπτυξη και εφαρμογή των παθητικών κτιρίων προάγει την τεχνολογική καινοτομία στον τομέα των κατασκευών. Η χρήση νέων υλικών και τεχνολογιών ενισχύει την έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα της βιώσιμης αρχιτεκτονικής και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Georgiou, 2021).
5. **Διεθνείς Τάσεις και Προοπτικές:** Η αυξανόμενη διεθνής τάση της την κατασκευή παθητικών κτιρίων δημιουργεί προοπτικές για την ελληνική αγορά. Οι κατασκευαστικές εταιρείες και οι επαγγελματίες του χώρου μπορούν να επωφεληθούν από την εμπειρία και την τεχνογνωσία που αποκτούν, ενισχύοντας τη θέση της στη διεθνή αγορά (Passive House Institute, 2020).

Συμπερασματικά, παρά της προκλήσεις που αντιμετωπίζει η κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα, οι προοπτικές είναι ιδιαίτερα ελπιδοφόρες. Η υιοθέτηση των αρχών του παθητικού σχεδιασμού μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## **Κεφάλαιο 7: Παθητικά Κτίρια στον Κόσμο**

### **7.1 Παθητικά Κτίρια στην Ευρώπη**

Η έννοια των παθητικών κτιρίων έχει διαδοθεί ευρέως στην Ευρώπη, αποτελώντας μια σημαντική καινοτομία στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης και βιωσιμότητας. Ακολουθούν παραδείγματα και εξελίξεις από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες:

#### **Γερμανία**

Η Γερμανία είναι η χώρα όπου αναπτύχθηκε η έννοια του παθητικού κτιρίου και συνεχίζει να ηγείται στον τομέα αυτό. Το Passive House Institute, που ιδρύθηκε από τον Dr. Wolfgang Feist το 1996, είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη και προώθηση του προτύπου των παθητικών κτιρίων. Ένα από τα πιο διάσημα παραδείγματα είναι το Passivhaus Kranichstein, που χτίστηκε στο Ντάρμστατ το 1991 και αποτέλεσε το πρώτο παθητικό κτίριο στον κόσμο. Από τότε, η Γερμανία έχει προχωρήσει σε της τέτοιες κατασκευές, συμπεριλαμβανομένων σχολείων, γραφείων και πολυκατοικιών (Feist et al., 2005).

#### **Αυστρία**

Η Αυστρία είναι της πρωτοπόρος στα παθητικά κτίρια. Η Βιέννη έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την κατασκευή παθητικών κτιρίων, με πολλά δημόσια κτίρια και σχολεία να πληρούν τα πρότυπα του Passivhaus. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα είναι το σχολείο Europahaus στο Velden, το οποίο έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τα αυστηρά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και προσφέρει εξαιρετικές συνθήκες διαβίωσης και μάθησης (Passive House Institute, 2020).

#### **Σουηδία**

Η Σουηδία, με το ψυχρό κλίμα της, έχει ενσωματώσει τις αρχές των παθητικών κτιρίων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι το παθητικό συγκρότημα κατοικιών Lindås κοντά στο Γκέτεμποργκ, το οποίο προσφέρει υψηλή θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας. Οι σχεδιαστές αξιοποίησαν την

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

ηλιακή ενέργεια και τα υψηλής απόδοσης μονωτικά υλικά για να πετύχουν εξαιρετικά χαμηλές ενεργειακές καταναλώσεις (Georgiou, 2021).

## **Ελβετία**

Η Ελβετία έχει της αγκαλιάσει την ιδέα των παθητικών κτιρίων, με της πόλεις να προωθούν την κατασκευή κτιρίων που πληρούν τα πρότυπα του Passivhaus. Στη Βασιλεία, το ερευνητικό κέντρο NEST (Next Evolution in Sustainable Building Technologies) αποτελεί ένα ζωντανό εργαστήριο για την ανάπτυξη και δοκιμή καινοτόμων τεχνολογιών στον τομέα των παθητικών κτιρίων και της βιώσιμης αρχιτεκτονικής (Passive House Institute, 2020).

## **Γαλλία**

Στη Γαλλία, η πόλη του Στρασβούργου έχει αναλάβει την πρωτοβουλία να μετατρέψει πολλά από τα κτίρια της σε παθητικά, σε μια προσπάθεια να μειώσει της εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση. Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα είναι το σχολικό συγκρότημα Jean Jaurès, το οποίο ανακαινίστηκε για να πληροί τα πρότυπα του Passivhaus, προσφέροντας βελτιωμένες συνθήκες μάθησης για της μαθητές (Feist et al., 2005).

Η διάδοση των παθητικών κτιρίων στην Ευρώπη αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα και την βιωσιμότητα της της προσέγγισης στην κατασκευή κτιρίων. Οι χώρες που έχουν υιοθετήσει τα πρότυπα του Passivhaus καταγράφουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και βελτιωμένες συνθήκες διαβίωσης για της κατοίκους της. Η συνεχής ανάπτυξη και βελτίωση των τεχνολογιών και των υλικών που χρησιμοποιούνται στα παθητικά κτίρια υπόσχεται ακόμα μεγαλύτερα οφέλη στο μέλλον.

## **7.2 Παθητικά Κτίρια στον υπόλοιπο Κόσμο**

Της Ηνωμένες Πολιτείες, η έννοια των παθητικών κτιρίων έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με πολλά έργα να υλοποιούνται σε διάφορες πολιτείες. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα είναι το *Passive House Bungalow* στη Νέα Υόρκη, το οποίο κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα πρότυπα του Passive House Institute US (PHIUS). Το

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

κτίριο αυτό διαθέτει εξαιρετική θερμομόνωση, αεροστεγανότητα και σύστημα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας, επιτυγχάνοντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας (PHIUS, 2021).

Ωστόσο, οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα παθητικά κτίρια της Ηνωμένες Πολιτείες περιλαμβάνουν το υψηλό αρχικό κόστος κατασκευής και την έλλειψη ευρείας αποδοχής από το κοινό. Παρά την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα, πολλοί ιδιοκτήτες σπιτιών και κατασκευαστές διστάζουν να επενδύσουν σε παθητικά κτίρια λόγω του υψηλού κόστους (Georgiou, 2021).

### **Καναδάς**

Στον Καναδά, τα παθητικά κτίρια έχουν αρχίσει να υιοθετούνται ευρέως, ειδικά σε περιοχές με ψυχρό κλίμα. Ένα παράδειγμα είναι το *The Heights* στο Βανκούβερ, ένα πολυώροφο κτίριο κατοικιών που κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα πρότυπα του Passivhaus. Το κτίριο αυτό διαθέτει εξαιρετική θερμομόνωση, τριπλά τζάμια και συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας, επιτυγχάνοντας σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση (Passive House Canada, 2020).

Οι προκλήσεις στον Καναδά περιλαμβάνουν την ανάγκη για προσαρμογή των τεχνικών του παθητικού σχεδιασμού της ιδιαίτερα ψυχρές κλιματικές συνθήκες. Η διατήρηση της θερμοκρασίας σε άνετα επίπεδα κατά τη διάρκεια του χειμώνα απαιτεί εξειδικευμένα υλικά και τεχνολογίες, που αυξάνουν το κόστος κατασκευής (Feist et al., 2005).

### **Αυστραλία**

Στην Αυστραλία, η κατασκευή παθητικών κτιρίων αποτελεί μια αναδυόμενη τάση, με έμφαση στη βιωσιμότητα και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Ένα παράδειγμα είναι το *10 Star Home* στη Μελβούρνη, το οποίο σχεδιάστηκε για να πληροί τα υψηλότερα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης. Το σπίτι αυτό χρησιμοποιεί παθητικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ηλιακή ενέργεια και εξαιρετική θερμομόνωση για να μειώσει της ενεργειακές ανάγκες του (Australian Passive House Association, 2021).

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα παθητικά κτίρια στην Αυστραλία περιλαμβάνουν την ανάγκη για προσαρμογή της υψηλής θερμοκρασίας του καλοκαιριού και την έλλειψη εξειδικευμένων επαγγελματιών με γνώση των τεχνικών του παθητικού σχεδιασμού. Η ενσωμάτωση συστημάτων παθητικής ψύξης και σκίασης είναι κρίσιμη για την επιτυχία των έργων αυτών (Georgiou, 2021).

### **Κίνα**

Η Κίνα έχει της αρχίσει να ενσωματώνει της αρχές του παθητικού σχεδιασμού σε νέες κατασκευές, ειδικά σε αστικές περιοχές με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού. Ένα παράδειγμα είναι το *Shougang Park Passive House* στο Πεκίνο, ένα κτίριο γραφείων που σχεδιάστηκε για να επιτύχει εξαιρετική ενεργειακή αποδοτικότητα και άνεση. Το κτίριο αυτό διαθέτει προηγμένα συστήματα θερμομόνωσης, αεροστεγανότητας και ανανεώσιμης ενέργειας (Passive House Institute, 2020).

Οι προκλήσεις στην Κίνα περιλαμβάνουν τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, που μπορεί να επηρεάσει την απόδοση των συστημάτων αερισμού και την ανάγκη για εκπαίδευση των επαγγελματιών στον τομέα της κατασκευής σχετικά με της αρχές και της τεχνικές του παθητικού σχεδιασμού. Επιπλέον, η υψηλή υγρασία σε ορισμένες περιοχές μπορεί να απαιτεί επιπλέον μέτρα για τη διασφάλιση της αεροστεγανότητας και της θερμομόνωσης των κτιρίων (Feist et al., 2005).

Η υιοθέτηση των παθητικών κτιρίων εκτός Ευρώπης παρουσιάζει πολλές προοπτικές, αλλά και προκλήσεις. Η ανάγκη για εξειδικευμένα υλικά και τεχνολογίες, το υψηλό αρχικό κόστος και οι ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες είναι μερικά από τα εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν. Παρά της δυσκολίας, η παγκόσμια τάση της την ενεργειακή αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα καθιστά τα παθητικά κτίρια μια ελπιδοφόρα λύση για το μέλλον της κατασκευής.

## Κεφάλαιο 8: Ενεργειακά Πιστοποιητικά

### 8.1 Ορισμός και Σημασία

Τα ενεργειακά πιστοποιητικά κτιρίων είναι αντίστοιχα των ενεργειακών σημάνσεων της ηλεκτρικές συσκευές που όλοι γνωρίζουμε. Ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ) παρέχει της της πληροφορίες που αφορούν στην ενεργειακή δομή και συμπεριφορά της κτιρίου (European Directive, 2010).

Το κτίριο κατατάσσεται σε διάφορες κλίμακες ανάλογα με την ετήσια εκτιμώμενη συνολική κατανάλωση ενέργειας που έχει. Έτσι, υπάρχουν κτίρια στην ενεργειακή κατηγορία με κλίμακα από το A+, που σημαίνει εξαιρετικά αποδοτικό ενεργειακά κτίριο, επομένως με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (για θέρμανση και ψύξη), έως το H που σημαίνει ότι το συγκεκριμένο κτίριο απαιτεί πολύ υψηλή ενεργειακή κατανάλωση (Directive 2010/31/EU).

Με βάση την οδηγία 2010/31/EU της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μέχρι το έτος 2020 όλα τα νέα ακίνητα θα πρέπει να έχουν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (Zero Emission Building, ZEB) (European Directive, 2010). Από τα ενεργειακά πιστοποιητικά που έχουν κατατεθεί, κατά πλειοψηφία, τα πιο παλιά κτίρια με οικοδομική άδεια πριν το 1980, δηλαδή πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης των Κτιρίων, κατατάσσονται κυρίως της δύο τελευταίες κατηγορίες, Z και H. Αυτά τα κτίρια είναι τα πιο ενεργοβόρα, λόγω της ανυπαρξίας απαιτήσεων σε θερμομόνωση των κτιρίων (Georgiou, 2021).

Κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης, δηλαδή πριν το 1979, κατατάσσονται ενεργειακά της τελευταίες κατηγορίες Z και H (Directive 2010/31/EU). Από την περίοδο που άρχισε να ισχύει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης (1981-2010), τα κτίρια βελτιώθηκαν ενεργειακά και κατατάσσονται της ενεργειακές κλάσεις από Z έως και Γ, εφόσον έχουν τηρηθεί στο ακέραιο οι κανονισμοί (European Directive, 2010).

Κτίρια που κατασκευάστηκαν μετά το 2011 κατατάσσονται κυρίως της ενεργειακές κατηγορίες B και άνω. Οι καλύτερες ενεργειακά βαθμίδες είναι οι A+, A, B+, και B (Georgiou, 2021). Οι βαθμίδες Γ, Δ και E συνήθως αφορούν σπίτια που έχουν κατασκευαστεί με τον κανονισμό θερμομόνωσης μετά το 1979 ή, αν είναι πιο παλιά,



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

μπορεί να έχουν καλύτερα ενεργειακά χαρακτηριστικά λόγω απαίτησης του κατασκευαστή.

Από έρευνες που έγιναν βρέθηκε ότι έχουν κατασκευαστεί κτίρια πιο παλιά με πολύ υψηλότερες προδιαγραφές από αυτές που οι κανονισμοί απαιτούσαν, ανεξάρτητα της περιόδου ισχύος των κανονισμών (Passive House Institute, 2020). Έτσι, πέραν της υποχρέωσης που υπάρχει σήμερα για την έκδοση του ενεργειακού πιστοποιητικού, το οποίο αποτελεί αδιαμφισβήτητο κριτήριο της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, κάθε αγοραστής πρέπει να ενημερώνεται για την ενεργειακή του κλάση πριν προβεί στην αγορά του (European Directive, 2010).

## 8.2 Διαδικασία Πιστοποίησης

Η διαδικασία απόκτησης της ενεργειακού πιστοποιητικού για παθητικά κτίρια περιλαμβάνει μια σειρά από βήματα που διασφαλίζουν την αξιολόγηση και την τεκμηρίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας:

### 11. Προετοιμασία και Συλλογή Δεδομένων

Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την προετοιμασία και τη συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων και εγγράφων που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Αυτά περιλαμβάνουν:

- **Αρχιτεκτονικά Σχέδια:** Κάτοψη, τομές και σκαριφήματα του ακινήτου.
- **Τοπογραφικό Διάγραμμα:** Αναλυτική περιγραφή της τοποθεσίας και του προσανατολισμού του κτιρίου.
- **Άδεια Οικοδομής:** Νομικά έγγραφα που αποδεικνύουν την άδεια κατασκευής του κτιρίου.
- **Δήλωση στο Κτηματολόγιο:** Προαιρετικό αλλά χρήσιμο έγγραφο για τη διαδικασία.

## 2. Ενεργειακή Επιθεώρηση

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Μετά τη συλλογή των δεδομένων, της πιστοποιημένος ενεργειακός επιθεωρητής επισκέπτεται το κτίριο για να πραγματοποιήσει μια λεπτομερή επιθεώρηση. Κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής αξιολογεί:

- **Θερμομόνωση:** Ελέγχει την ποιότητα και την επάρκεια της θερμομόνωσης της τοίχους, την οροφή και τα δάπεδα.
- **Αεροστεγανότητα:** Δοκιμάζει την αεροστεγανότητα του κτιρίου για να εντοπίσει τυχόν διαρροές αέρα.
- **Συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης:** Εξετάζει τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης για την απόδοσή της.
- **Υαλοπίνακες και Κουφώματα:** Ελέγχει τα παράθυρα και της πόρτες για την ενεργειακή της απόδοση.
- **Συστήματα Ανανεώσιμης Ενέργειας:** Αξιολογεί την εγκατάσταση και τη λειτουργία συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας, της ηλιακούς συλλέκτες και φωτοβολταϊκά.

## 11.Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης

Μετά την επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής χρησιμοποιεί εξειδικευμένο λογισμικό για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Ο υπολογισμός της λαμβάνει υπόψη:

- **Θερμικές Απώλειες και Κέρδη:** Μέσω τοίχων, παραθύρων και οροφών.
- **Κατανάλωση Ενέργειας:** Για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης.
- **Απόδοση Συστημάτων:** Θέρμανσης, ψύξης και αερισμού.

## 11.Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Μετά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης, ο επιθεωρητής εκδίδει το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Το πιστοποιητικό περιλαμβάνει:

- **Ενεργειακή Κατάταξη:** Το κτίριο κατατάσσεται σε μια ενεργειακή κατηγορία από A+ έως H, ανάλογα με την ενεργειακή του απόδοση (Directive 2010/31/EU).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- **Συστάσεις Βελτίωσης:** Προτάσεις για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- **Πληροφορίες Κατανάλωσης:** Αναλυτικά στοιχεία για την ετήσια κατανάλωση ενέργειας και της εκπομπές CO<sub>2</sub>.

## 11.Υποβολή και Έγκριση

Το πιστοποιητικό υποβάλλεται της αρμόδιες αρχές για έγκριση. Στην Ελλάδα, η υποβολή γίνεται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, όπου καταχωρείται στο Ειδικό Μητρώο Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (Building Certification).

## 11.Έλεγχος και Αναθεώρηση

Το ΠΕΑ έχει ισχύ για δέκα χρόνια, μετά τα οποία πρέπει να αναθεωρηθεί. Αν κατά τη διάρκεια της ισχύος του γίνουν σημαντικές αλλαγές ή αναβαθμίσεις στο κτίριο, μπορεί να απαιτηθεί νέα επιθεώρηση και έκδοση νέου πιστοποιητικού (Passive House Institute, 2020).

## 8.3 Παραδείγματα Ενεργειακών Πιστοποιητικών

Τα ενεργειακά πιστοποιητικά παρέχουν μια αναλυτική εικόνα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση και βελτίωση των ενεργειακών χαρακτηριστικών της. Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα ενεργειακών πιστοποιητικών που έχουν απονεμηθεί σε παθητικά κτίρια, αναδεικνύοντας της επιδόσεις της και της συστάσεις για περαιτέρω βελτίωση.

### Παράδειγμα 1: Παθητικό Κτίριο στο Βερολίνο, Γερμανία

**Κτίριο:** Κατοικία 150 τ.μ.

**Ενεργειακή Κατάταξη:** A+

**Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας:** 12 kWh/m<sup>2</sup>

**Σύστημα Θέρμανσης:** Αντλία θερμότητας

**Σύστημα Ψύξης:** Φυσικός αερισμός και ηλιοπροστασία

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

**Συστήματα Ανανεώσιμης Ενέργειας:** Φωτοβολταϊκά πάνελ με ισχύ 5 kW

**Συστάσεις Βελτίωσης:**

1. Ενίσχυση της θερμομόνωσης της οροφής.
2. Εγκατάσταση επιπλέον συστημάτων ανάκτησης θερμότητας.
3. Βελτιστοποίηση των υαλοπινάκων με ενεργειακά αποδοτικότερους υαλοπίνακες.

(Passive House Institute, 2020).

### **Παράδειγμα 2: Παθητικό Κτίριο στο Βανκούβερ, Καναδάς**

**Κτίριο:** Πολυκατοικία 10 ορόφων

**Ενεργειακή Κατάταξη:** A

**Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας:** 15 kWh/m<sup>2</sup>

**Σύστημα Θέρμανσης:** Κεντρικό σύστημα με αντλία θερμότητας

**Σύστημα Ψύξης:** Παθητικός δροσισμός και μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας

**Συστήματα Ανανεώσιμης Ενέργειας:** Ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού

**Συστάσεις Βελτίωσης:**

1. Αύξηση της αεροστεγανότητας των παραθύρων.
2. Εγκατάσταση συστημάτων σκίασης για βελτιωμένο έλεγχο της θερμοκρασίας.
3. Αναβάθμιση των υλικών θερμομόνωσης της εξωτερικές τοιχοποιίες.

(Passive House Canada, 2020).

### **Παράδειγμα 3: Παθητικό Κτίριο στη Μελβούρνη, Αυστραλία**

**Κτίριο:** Κατοικία 200 τ.μ.

**Ενεργειακή Κατάταξη:** A+

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

**Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας:** 10 kWh/m<sup>2</sup>

**Σύστημα Θέρμανσης:** Ενδοδαπέδια θέρμανση με αντλία θερμότητας

**Σύστημα Ψύξης:** Φυσικός δροσισμός και μηχανικός αερισμός

**Συστήματα Ανανεώσιμης Ενέργειας:** Φωτοβολταϊκά πάνελ με ισχύ 7 kW και ηλιακοί θερμοσίφωνες

**Συστάσεις Βελτίωσης:**

1. Ενίσχυση της θερμομόνωσης των εξωτερικών τοιχοποιιών.
2. Βελτίωση του συστήματος ανάκτησης θερμότητας.
3. Εγκατάσταση συστημάτων σκίασης σε όλους της υαλοπίνακες.

(Australian Passive House Association, 2021).

#### **Παράδειγμα 4: Παθητικό Κτίριο στο Πεκίνο, Κίνα**

**Κτίριο:** Γραφείο 500 τ.μ.

**Ενεργειακή Κατάταξη:** A

**Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας:** 14 kWh/m<sup>2</sup>

**Σύστημα Θέρμανσης:** Αντλία θερμότητας με γεωθερμική ενέργεια

**Σύστημα Ψύξης:** Μηχανικός αερισμός και παθητικός δροσισμός

**Συστήματα Ανανεώσιμης Ενέργειας:** Ηλιακοί συλλέκτες για θέρμανση νερού και φωτοβολταϊκά πάνελ

**Συστάσεις Βελτίωσης:**

1. Αναβάθμιση του συστήματος αεροστεγανότητας.
2. Ενίσχυση της θερμομόνωσης στα παράθυρα.
3. Εγκατάσταση συστημάτων σκίασης για μείωση των θερμικών φορτίων.

(Passive House Institute, 2020).

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Τα ενεργειακά πιστοποιητικά για παθητικά κτίρια αναδεικνύουν της υψηλές επιδόσεις αυτών των κτιρίων σε όρους ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι συστάσεις που συνοδεύουν τα πιστοποιητικά υποδεικνύουν της τομείς όπου μπορούν να γίνουν βελτιώσεις για ακόμα καλύτερη ενεργειακή απόδοση. Η διάδοση των παθητικών κτιρίων σε παγκόσμιο επίπεδο και η εφαρμογή των αρχών της αποτελούν κρίσιμα βήματα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Κεφάλαιο 9: Μεθοδολογία

### 9.1 Σκοπός και επί μέρους στόχοι

Ο κύριος σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να εντοπίσει και να αναλύσει τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές, οι μηχανικοί και οι ιδιοκτήτες κτιρίων στην κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα. Η κατανόηση αυτών των εμποδίων θα συμβάλει στην ανάπτυξη πρακτικών λύσεων και πολιτικών για την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων, τα οποία προσφέρουν σημαντικά οφέλη σε επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας, θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα.

Επιμέρους Στόχοι της έρευνας είναι:

- ✓ Να διερευνηθούν οι απόψεις των επαγγελματιών σχετικά με το αρχικό κόστος και της οικονομικές αποδόσεις των παθητικών κτιρίων.
- ✓ Να αναλυθούν οι τεχνικές δυσκολίες που προκύπτουν από την έλλειψη εξειδικευμένων υλικών και τη σύνθετη τοποθέτηση συστημάτων.
- ✓ Να αξιολογηθεί ο ρόλος της νομοθεσίας και των κανονισμών στην κατασκευή παθητικών κτιρίων, καθώς και οι διαδικασίες για την απόκτηση αδειών και τα φορολογικά κίνητρα.
- ✓ Να εξεταστεί ο βαθμός ενημέρωσης και εκπαίδευσης των επαγγελματιών και των πελατών σχετικά με τα παθητικά κτίρια και
- ✓ Να εξεταστεί η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια και οι προκλήσεις που σχετίζονται με το κόστος και την αξιοπιστία της.

### 9.2. Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας είναι τα εξής:

- ✓ Ποια είναι τα κυριότερα οικονομικά εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές και οι ιδιοκτήτες στην υλοποίηση παθητικών κτιρίων;
- ✓ Ποιες τεχνικές δυσκολίες καθιστούν περίπλοκη την κατασκευή και συντήρηση παθητικών κτιρίων;
- ✓ Σε ποιο βαθμό η υπάρχουσα νομοθεσία και οι κανονισμοί αποτελούν εμπόδιο για την κατασκευή παθητικών κτιρίων;

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- ✓ Ποιος είναι ο ρόλος της εκπαίδευσης και ενημέρωσης στην προώθηση των παθητικών κτιρίων και πώς μπορούν να βελτιωθούν οι υφιστάμενες πρακτικές;
- ✓ Πώς επηρεάζει το κόστος και η διαθεσιμότητα των νέων τεχνολογιών την ευρεία υιοθέτηση των παθητικών κτιρίων;

### **9.3. Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου**

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε για να είναι σύντομο, κατανοητό και εύκολο στη συμπλήρωση, ώστε να μεγιστοποιηθεί η ανταπόκριση των συμμετεχόντων (βλ. Παράρτημα). Περιλαμβάνει δημογραφικά στοιχεία, καθώς και δηλώσεις που αφορούν σε διάφορους παράγοντες της το κόστος κατασκευής, της τεχνικές δυσκολίες, τη νομοθεσία και κανονισμούς, την εκπαίδευση και ενημέρωση, και τα τεχνολογικά θέματα. Κάθε δήλωση αξιολογείται με βάση μια κλίμακα Likert 5 βαθμίδων, από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα).

### **9.4. Συλλογή Δεδομένων**

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω της ηλεκτρονικής διανομής του ερωτηματολογίου, αξιοποιώντας πλατφόρμες της το Google Forms. Η ηλεκτρονική διανομή επιλέχθηκε για τη διευκόλυνση της συμμετοχής και την αύξηση της γεωγραφικής εμβέλειας της έρευνας. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας, τη διασφάλιση της ανωνυμίας της και την αποκλειστική χρήση των δεδομένων για ερευνητικούς σκοπούς.

### **9.5. Δειγματοληψία**

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με στόχο την αντιπροσωπευτικότητα των κυριότερων επαγγελματικών κατηγοριών που εμπλέκονται στην κατασκευή παθητικών κτιρίων: κατασκευαστές, μηχανικοί και ιδιοκτήτες κτιρίων. Χρησιμοποιήθηκε μια μη-πιθανολογική μέθοδος δειγματοληψίας, συγκεκριμένα η δειγματοληψία ευκολίας, δεδομένης της ευκολίας πρόσβασης της επαγγελματικές ομάδες μέσω επαγγελματικών δικτύων και ενώσεων.

### **9.6. Ανάλυση Δεδομένων**

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από το ερωτηματολόγιο αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας στατιστικές μεθόδους. Οι συχνότητες και τα ποσοστά χρησιμοποιήθηκαν για την



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

περιγραφή των δημογραφικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την περιγραφή των αντιλήψεων των συμμετεχόντων σχετικά με της διάφορους παράγοντες που εμποδίζουν την κατασκευή παθητικών κτιρίων.

### **9.7. Δείκτης Αξιοπιστίας**

Η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου διασφαλίστηκε μέσω της αξιολόγησης της εσωτερικής συνοχής του ερωτηματολογίου με τη χρήση του δείκτη Cronbach's Alpha. Ο δείκτης της μετρά την ομοιογένεια των απαντήσεων της δηλώσεις που αξιολογούν το ίδιο κατασκευαστικό φαινόμενο ή έννοια. Τα αποτελέσματα του δείκτη Cronbach's Alpha έδειξαν δείκτης εσωτερικής συνοχής 0,707, ο οποίος θεωρείται αποδεκτός.

### **9.8. Περιορισμοί της Μεθοδολογίας**

Παρά την προσεκτική σχεδίαση και εφαρμογή της μεθοδολογίας, η έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς. Ο κύριος περιορισμός είναι η χρήση της δειγματοληψίας ευκολίας, η οποία ενδέχεται να μην παρέχει πλήρως αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού. Της, η αυτοαναφερόμενη φύση των δεδομένων μπορεί να επηρεαστεί από μεροληψίες των συμμετεχόντων.

Με την εφαρμογή των παραπάνω μεθοδολογικών διαδικασιών, επιδιώκεται η συλλογή αξιόπιστων και έγκυρων δεδομένων που θα συμβάλλουν στην κατανόηση των εμποδίων στην κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα και θα προτείνουν πρακτικές λύσεις για την αντιμετώπισή της.

## Κεφάλαιο 10: Αποτελέσματα Έρευνας

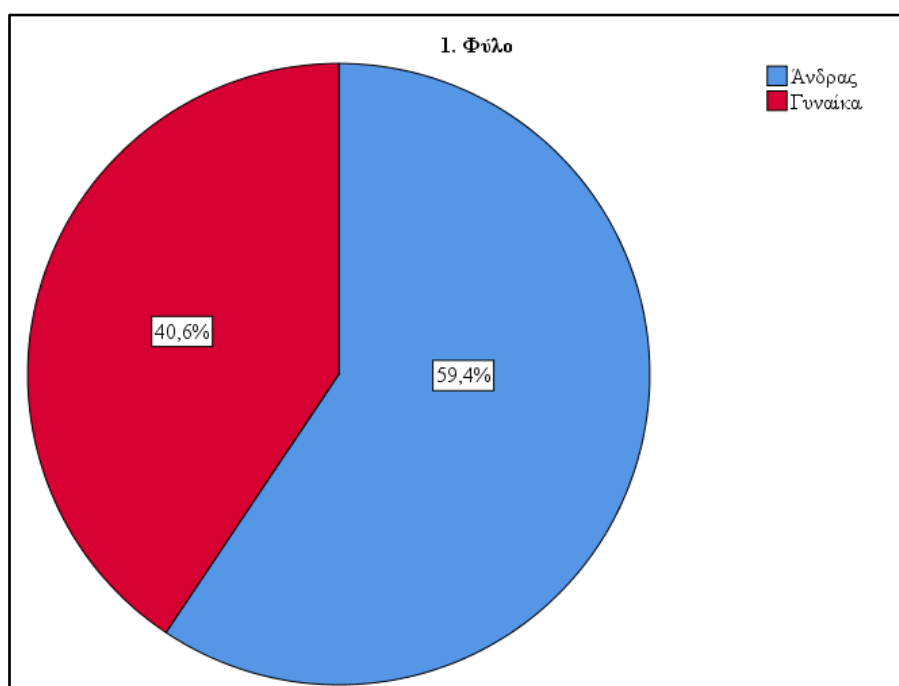
### 10.1. Δημογραφικά Χαρακτηριστικά

Η παρούσα έρευνα αποσκοπούσε στη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα. Μέρος της έρευνας αφορούσε τη συλλογή δημογραφικών δεδομένων των συμμετεχόντων, τα οποία παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την κατανόηση του προφίλ της και των απόψεων της σχετικά με τα παθητικά κτίρια.

Αρχικά, η κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το φύλο έδειξε μια μικρή υπεροχή των ανδρών. Συγκεκριμένα, από της 32 συμμετέχοντες, 19 ήταν άνδρες, που αντιστοιχεί στο 59.4% του συνολικού δείγματος, ενώ 13 ήταν γυναίκες, που αντιστοιχεί στο 40.6%. Αυτή η διαφορά ενδέχεται να αντανακλά της τάσεις στον κατασκευαστικό κλάδο, όπου παραδοσιακά κυριαρχούν οι άνδρες.

Πίνακας 10.1. Φύλο

	Συχνότητα	Ποσοστό	Σχετική συχνότητα	Αθροιστική σχετική συχνότητα
Άνδρας	19	59,4	59,4	59,4
Γυναίκα	13	40,6	40,6	100,0
Σύνολο	32	100,0	100,0	



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

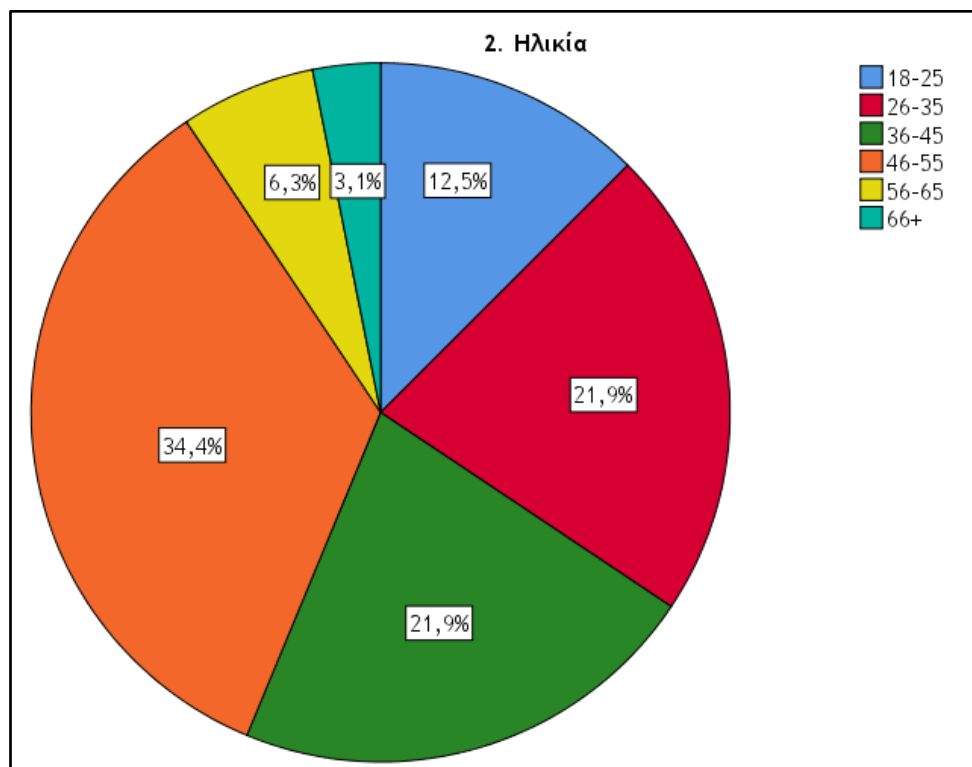
Διάγραμμα 10.1. Φύλο

Η ηλικιακή κατανομή των συμμετεχόντων παρουσίασε ποικιλία. Οι συμμετέχοντες κατανεμήθηκαν της εξής ηλικιακές ομάδες: 4 άτομα (12.5%) ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 18-25 ετών, 7 άτομα (21.9%) στην ομάδα 26-35 ετών, άλλα 7 άτομα (21.9%) στην ομάδα 36-45 ετών, 11 άτομα (34.4%) στην ομάδα 46-55 ετών, 2 άτομα (6.3%) στην ομάδα 56-65 ετών και 1 άτομο (3.1%) είναι άνω των 66 ετών. Η μεγαλύτερη συμμετοχή εντοπίζεται στην ηλικιακή ομάδα 46-55 ετών, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ότι οι επαγγελματίες της της ηλικιακής ομάδας έχουν μεγαλύτερη εμπειρία και πιθανώς μεγαλύτερη εμπλοκή σε θέματα κατασκευών.

Πίνακας 10.2. Ηλικία

	Συχνότητα	Ποσοστό	Σχετική συχνότητα	Αθροιστική σχετική συχνότητα
18-25	4	12,5	12,5	12,5
26-35	7	21,9	21,9	34,4
36-45	7	21,9	21,9	56,3
46-55	11	34,4	34,4	90,6
56-65	2	6,3	6,3	96,9
66+	1	3,1	3,1	100,0
Σύνολο	32	100,0	100,0	

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



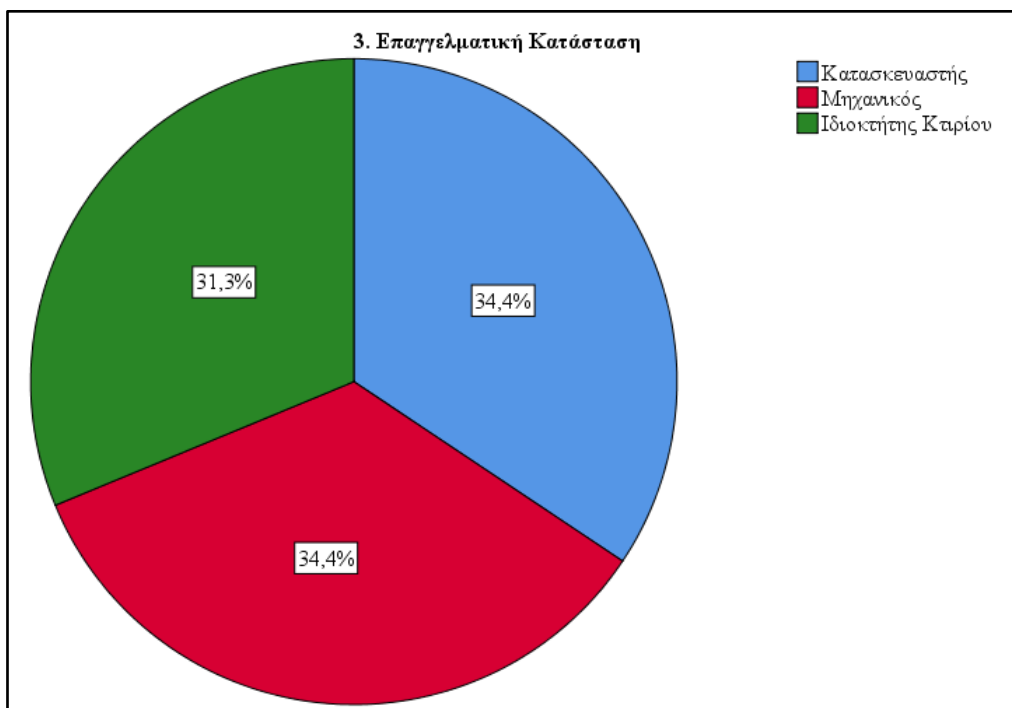
Διάγραμμα 10.2. Ηλικία

Όσον αφορά την επαγγελματική κατάσταση, η έρευνα έδειξε ότι οι κατασκευαστές και οι μηχανικοί εκπροσωπούνται εξίσου με 11 συμμετέχοντες (34.4%) σε κάθε κατηγορία. Οι ιδιοκτήτες κτιρίων αντιπροσωπεύουν το 31.3% του δείγματος με 10 συμμετέχοντες. Αυτή η ποικιλία επαγγελματικών ιδιοτήτων παρέχει μια σφαιρική εικόνα των απόψεων από διάφορους τομείς του κατασκευαστικού κλάδου.

Πίνακας 10.3. Επαγγελματική Κατάσταση

	Συχνότητα	Ποσοστό	Σχετική συχνότητα	Αθροιστική σχετική συχνότητα
Κατασκευαστής	11	34,4	34,4	34,4
Μηχανικός	11	34,4	34,4	68,8
Ιδιοκτήτης Κτιρίου	10	31,3	31,3	100,0
Σύνολο	32	100,0	100,0	

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



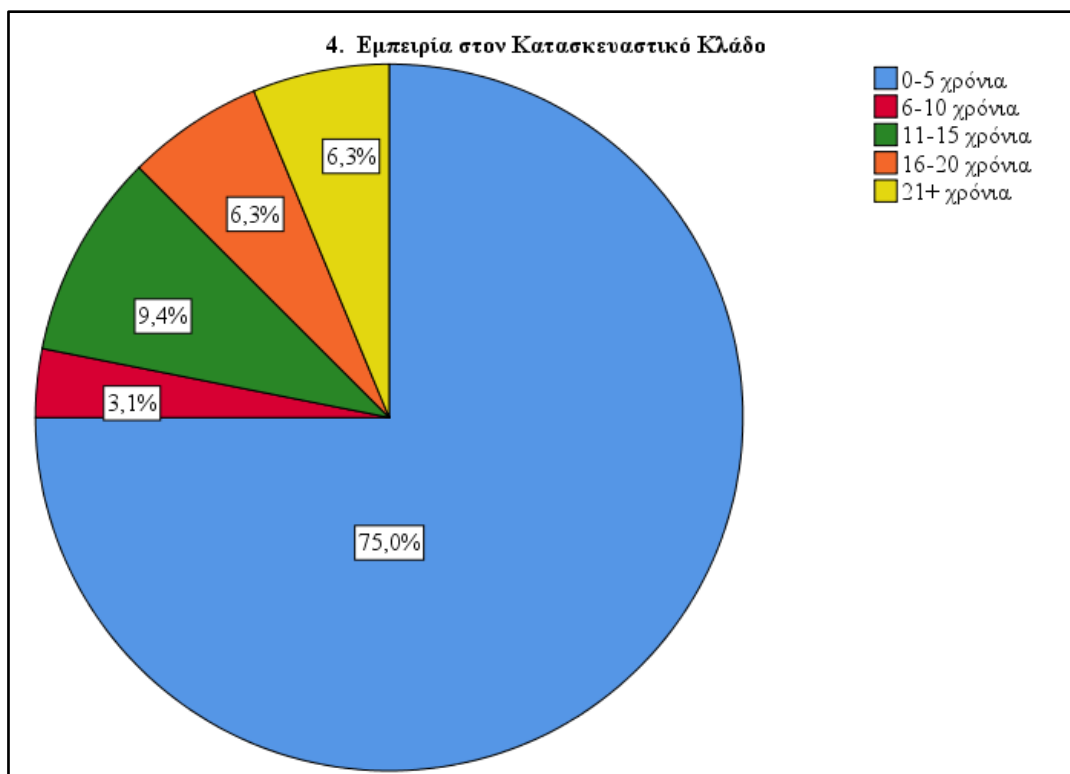
Διάγραμμα 10.3. Επαγγελματική Κατάσταση

Η εμπειρία στον κατασκευαστικό κλάδο παρουσιάζει ενδιαφέροντα ευρήματα. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων (24 άτομα ή 75%) έχει εμπειρία 0-5 χρόνια. Αυτή η υψηλή αναλογία νεοεισερχόμενων επαγγελματιών μπορεί να αντανακλά την αυξανόμενη ενασχόληση με τις νέες τεχνολογίες και της καινοτόμες πρακτικές στον τομέα της κατασκευής. Αντίθετα, μόνο ένα άτομο (3.1%) έχει εμπειρία 6-10 χρόνια, ενώ 3 άτομα (9.4%) έχουν εμπειρία 11-15 χρόνια. Η εμπειρία 16-20 ετών αντιπροσωπεύεται από 2 άτομα (6.3%), και άλλα 2 άτομα έχουν εμπειρία άνω των 21 ετών (6.3%).

Πίνακας 10.4. Εμπειρία στον Κατασκευαστικό Κλάδο

	Συχνότητα	Ποσοστό	Σχετική συχνότητα	Αθροιστική σχετική συχνότητα
0-5 χρόνια	24	75,0	75,0	75,0
6-10 χρόνια	1	3,1	3,1	78,1
11-15 χρόνια	3	9,4	9,4	87,5
16-20 χρόνια	2	6,3	6,3	93,8
21+ χρόνια	2	6,3	6,3	100,0
Σύνολο	32	100,0	100,0	

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



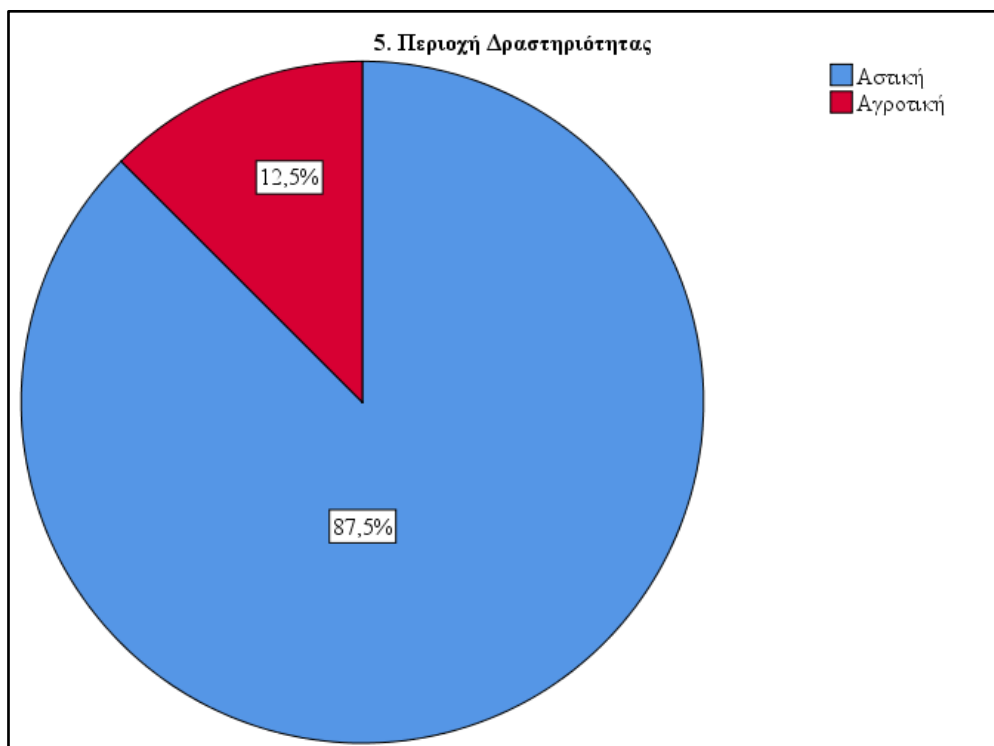
Διάγραμμα 10.4. Εμπειρία στον Κατασκευαστικό Κλάδο

Τέλος, η περιοχή δραστηριότητας των συμμετεχόντων δείχνει ότι η πλειονότητα δραστηριοποιείται σε αστικές περιοχές. Συγκεκριμένα, 28 άτομα (87,5%) εργάζονται σε αστικές περιοχές, ενώ μόνο 4 άτομα (12,5%) δραστηριοποιούνται σε αγροτικές περιοχές. Αυτή η κατανομή μπορεί να αποδίδεται της διαφορετικές ανάγκες και ευκαιρίες που προσφέρουν οι αστικές και οι αγροτικές περιοχές στον τομέα των κατασκευών.

Πίνακας 10.5. Περιοχή Δραστηριότητας

	Συχνότητα	Ποσοστό	Σχετική συχνότητα	Αθροιστική σχετική συχνότητα
Αστική	28	87,5	87,5	87,5
Αγροτική	4	12,5	12,5	100,0
Σύνολο	32	100,0	100,0	

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



Διάγραμμα 10.5. Περιοχή Δραστηριότητας

Συνοψίζοντας, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στην έρευνα παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για το προφίλ των επαγγελματιών του κατασκευαστικού κλάδου που ενδιαφέρονται για τα παθητικά κτίρια. Η ποικιλία σε φύλο, ηλικία, επαγγελματική κατάσταση, εμπειρία και περιοχή δραστηριότητας συμβάλλει στην κατανόηση των διαφορετικών προοπτικών και προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κλάδου.

### 10.2. Κόστος Κατασκευής

Στο πλαίσιο της έρευνας που διεξήχθη για την κατασκευή παθητικών κτιρίων, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν διάφορες δηλώσεις σχετικά με το κόστος κατασκευής αυτών των κτιρίων, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα Likert από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα). Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την κατανόηση των απόψεων και των αντιλήψεων των επαγγελματιών του κατασκευαστικού κλάδου.

Πρώτη δήλωση που αξιολογήθηκε ήταν ότι το αρχικό κόστος κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι απαγορευτικό. Από της συμμετέχοντες, 2 άτομα (6.3%) διαφώνησαν απόλυτα με αυτή τη δήλωση, ενώ 7 άτομα (21.9%) διαφώνησαν. Το μεγαλύτερο ποσοστό, δηλαδή 12 άτομα (37.5%), δεν εξέφρασε σαφή προτίμηση, απαντώντας

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

ουδέτερα. Ωστόσο, 9 άτομα (28.1%) συμφώνησαν με τη δήλωση και 2 άτομα (6.3%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.06 με τυπική απόκλιση 1.014, γεγονός που δείχνει ότι οι απόψεις για το αρχικό κόστος είναι αρκετά διχασμένες, με μια μικρή τάση της τη συμφωνία ότι είναι απαγορευτικό.

Η δεύτερη δήλωση αφορούσε τη διαθεσιμότητα χρηματοδότησης για την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Μόνο 1 άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα με αυτή τη δήλωση, και 3 άτομα (9.4%) διαφώνησαν. Οκτώ άτομα (25.0%) παρέμειναν ουδέτερα, ενώ η πλειονότητα, 15 άτομα (46.9%), συμφώνησε και 5 άτομα (15.6%) συμφώνησε απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.63 με τυπική απόκλιση 0.976, καταδεικνύοντας μια σαφή τάση της την αποδοχή της περιορισμένης διαθεσιμότητας χρηματοδότησης.

Η Τρίτη και τελευταία δήλωση αξιολόγησε της απόψεις σχετικά με την ασαφή οικονομική απόδοση από την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Δύο άτομα (6.3%) διαφώνησαν απόλυτα, 9 άτομα (28.1%) διαφώνησαν, 11 άτομα (34.4%) ήταν ουδέτερα, 8 άτομα (25.0%) συμφώνησαν, και 2 άτομα (6.3%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 2.97 με τυπική απόκλιση 1.031, υποδεικνύοντας ότι οι απόψεις για την οικονομική απόδοση είναι πιο διχασμένες, με μια ελαφριά τάση της τη διαφωνία και υποδηλώνοντας την αβεβαιότητα που επικρατεί γύρω από το ζήτημα.

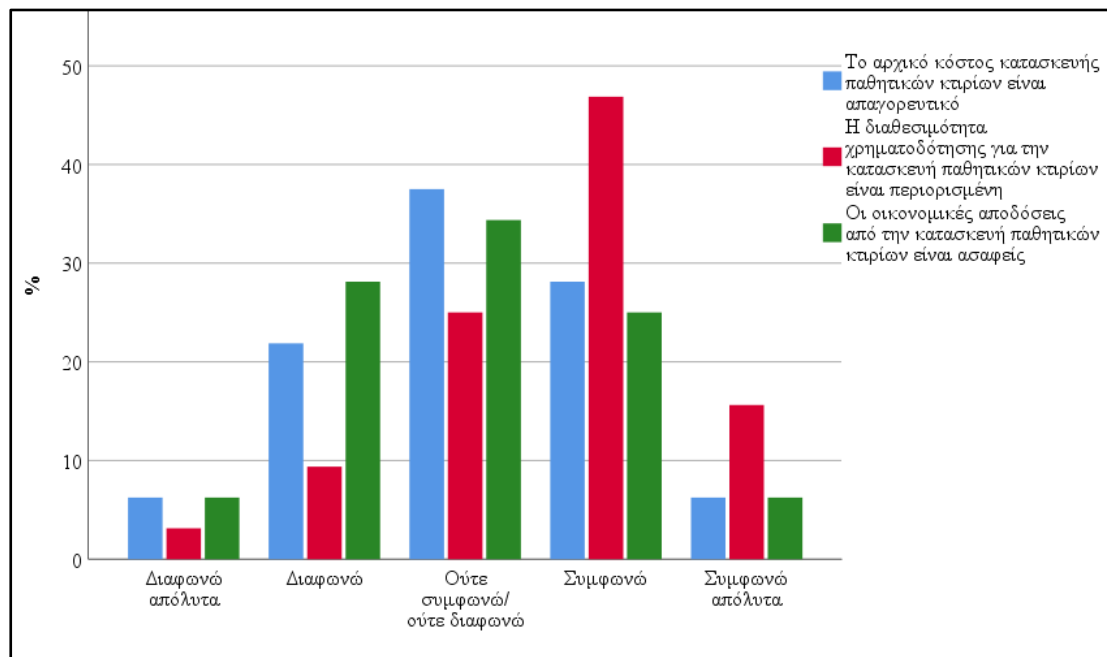
Πίνακας 10.6. Κόστος Κατασκευής

<b>Β. Κόστος Κατασκευής</b>		N	%	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Το αρχικό κόστος κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι απαγορευτικό	Διαφωνώ απόλυτα	2	6,3%	3.06	1.014
	Διαφωνώ	7	21,9%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	12	37,5%		
	Συμφωνώ	9	28,1%		
	Συμφωνώ απόλυτα	2	6,3%		
Η διαθεσιμότητα χρηματοδότησης για την κατασκευή παθητικών κτιρίων είναι περιορισμένη	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.63	0.976
	Διαφωνώ	3	9,4%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	8	25,0%		
	Συμφωνώ	15	46,9%		
	Συμφωνώ απόλυτα	5	15,6%		
	Διαφωνώ απόλυτα	2	6,3%	2.97	1.031



## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Οι οικονομικές αποδόσεις από την κατασκευή παθητικών κτιρίων είναι ασαφείς	Διαφωνώ	9	28,1%
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	11	34,4%
	Συμφωνώ	8	25,0%
	Συμφωνώ απόλυτα	2	6,3%



Διάγραμμα 10.6. Κόστος Κατασκευής

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν της ποικίλες απόψεις και αντιλήψεις που επικρατούν σχετικά με το κόστος κατασκευής των παθητικών κτιρίων. Ενώ το αρχικό κόστος και η διαθεσιμότητα χρηματοδότησης θεωρούνται γενικά προβληματικά, οι απόψεις για την οικονομική απόδοση είναι διχασμένες, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για περαιτέρω ενημέρωση και ανάλυση των οικονομικών πλεονεκτημάτων αυτών των κατασκευών. Αυτές οι πληροφορίες είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη στρατηγικών που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την ευρύτερη υιοθέτηση παθητικών κτιρίων, προωθώντας έτσι τη βιωσιμότητα και την ενεργειακή αποδοτικότητα στον κατασκευαστικό κλάδο.

### 10.3. Τεχνικές Δυσκολίες

Ακολούθως οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν διάφορες δηλώσεις που αφορούν της τεχνικές δυσκολίες αυτών των κτιρίων. Χρησιμοποιήθηκε και πάλι η κλίμακα Likert από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα) για να αποτυπωθούν οι απόψεις

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

της. Τα αποτελέσματα παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για της προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου.

Η πρώτη δήλωση που αξιολογήθηκε ήταν ότι η έλλειψη εξειδικευμένων υλικών αποτελεί πρόβλημα για την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 5 άτομα (15.6%) διαφώνησαν, 7 άτομα (21.9%) ήταν ουδέτερα, 13 άτομα (40.6%) συμφώνησαν και 6 άτομα (18.8%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.56 με τυπική απόκλιση 1.076, δείχνοντας μια γενική συμφωνία ότι η έλλειψη εξειδικευμένων υλικών είναι πρόβλημα.

Η δεύτερη δήλωση αφορούσε την περίπλοκη τοποθέτηση των απαραίτητων συστημάτων και υλικών. Δύο άτομα (6.3%) διαφώνησαν απόλυτα, 7 άτομα (21.9%) διαφώνησαν, 10 άτομα (31.3%) ήταν ουδέτερα, 12 άτομα (37.5%) συμφώνησαν και 1 άτομο (3.1%) συμφώνησε απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.09 με τυπική απόκλιση 0.995, υποδεικνύοντας ότι οι απόψεις για την περίπλοκη τοποθέτηση είναι σχετικά ισορροπημένες, με μια ελαφρά τάση της τη συμφωνία.

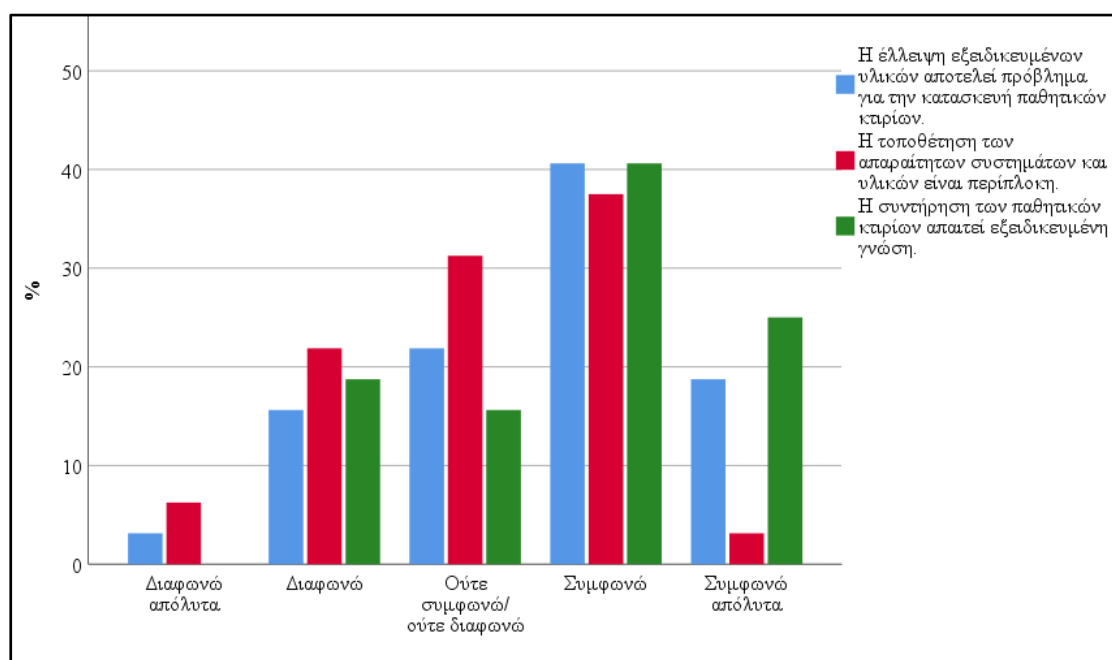
Η Τρίτη δήλωση αφορούσε την ανάγκη εξειδικευμένης γνώσης για τη συντήρηση των παθητικών κτιρίων. Κανένας από της συμμετέχοντες δεν διαφώνησε απόλυτα με αυτή τη δήλωση, 6 άτομα (18.8%) διαφώνησαν, 5 άτομα (15.6%) ήταν ουδέτερα, 13 άτομα (40.6%) συμφώνησαν και 8 άτομα (25.0%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.72 με τυπική απόκλιση 1.054, καταδεικνύοντας μια σαφή συμφωνία ότι η συντήρηση των παθητικών κτιρίων απαιτεί εξειδικευμένη γνώση.

Πίνακας 10.7. Τεχνικές Δυσκολίες

Γ. Τεχνικές Δυσκολίες		N	%	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Η έλλειψη εξειδικευμένων υλικών αποτελεί πρόβλημα για την κατασκευή παθητικών κτιρίων.	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.56	1.076
	Διαφωνώ	5	15,6%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	7	21,9%		
	Συμφωνώ	13	40,6%		
	Συμφωνώ απόλυτα	6	18,8%		
Η τοποθέτηση των απαραίτητων	Διαφωνώ απόλυτα	2	6,3%	3.09	0.995
	Διαφωνώ	7	21,9%		

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

συστημάτων και υλικών είναι περίπλοκη.	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	10	31,3%	3.72	1.054
	Συμφωνώ	12	37,5%		
	Συμφωνώ απόλυτα	1	3,1%		
Η συντήρηση των παθητικών κτιρίων απαιτεί εξειδικευμένη γνώση.	Διαφωνώ απόλυτα	0	0,0%		
	Διαφωνώ	6	18,8%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	5	15,6%		
	Συμφωνώ	13	40,6%		
	Συμφωνώ απόλυτα	8	25,0%		



Διάγραμμα 10.7. Τεχνικές Δυσκολίες

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν της ποικίλες απόψεις και αντιλήψεις σχετικά με της τεχνικές δυσκολίες στην κατασκευή και συντήρηση των παθητικών κτιρίων. Η έλλειψη εξειδικευμένων υλικών και η ανάγκη εξειδικευμένης γνώσης για τη συντήρηση των κτιρίων αναγνωρίζονται ως σημαντικά προβλήματα από της συμμετέχοντες, ενώ η περίπλοκη τοποθέτηση των συστημάτων και υλικών θεωρείται λιγότερο κρίσιμη. Αυτές οι πληροφορίες είναι κρίσιμες για την κατανόηση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες και για την ανάπτυξη στρατηγικών που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την υλοποίηση παθητικών κτιρίων, προωθώντας έτσι την καινοτομία και την αειφορία στον κατασκευαστικό κλάδο.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

#### 10.4. Νομοθεσία και Κανονισμοί

Ακολούθως οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν διάφορες δηλώσεις σχετικά με τη νομοθεσία και της κανονισμούς που διέπουν την κατασκευή αυτών των κτιρίων. Και πάλι χρησιμοποιήθηκε μια κλίμακα Likert από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα) για να αποτυπωθούν οι απόψεις της. Τα αποτελέσματα προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για τα θεσμικά εμπόδια και της προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου.

Η πρώτη δήλωση που αξιολογήθηκε ήταν ότι οι υπάρχοντες κανονισμοί δεν υποστηρίζουν επαρκώς την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 5 άτομα (15.6%) διαφώνησαν, 10 άτομα (31.3%) ήταν ουδέτερα, 15 άτομα (46.9%) συμφώνησαν και 1 άτομο (3.1%) συμφώνησε απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.31 με τυπική απόκλιση 0.896, καταδεικνύοντας μια τάση της τη συμφωνία ότι οι υπάρχοντες κανονισμοί είναι ανεπαρκείς για την υποστήριξη της κατασκευής παθητικών κτιρίων.

Η δεύτερη δήλωση αφορούσε τη διαδικασία για την απόκτηση αδειών κατασκευής παθητικών κτιρίων και πόσο χρονοβόρα είναι αυτή. Κανένας από της συμμετέχοντες δεν διαφώνησε απόλυτα, 4 άτομα (12.5%) διαφώνησαν, 11 άτομα (34.4%) ήταν ουδέτερα, 15 άτομα (46.9%) συμφώνησαν και 2 άτομα (6.3%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.47 με τυπική απόκλιση 0.803, δείχνοντας μια γενική συμφωνία ότι η διαδικασία αδειοδότησης είναι χρονοβόρα.

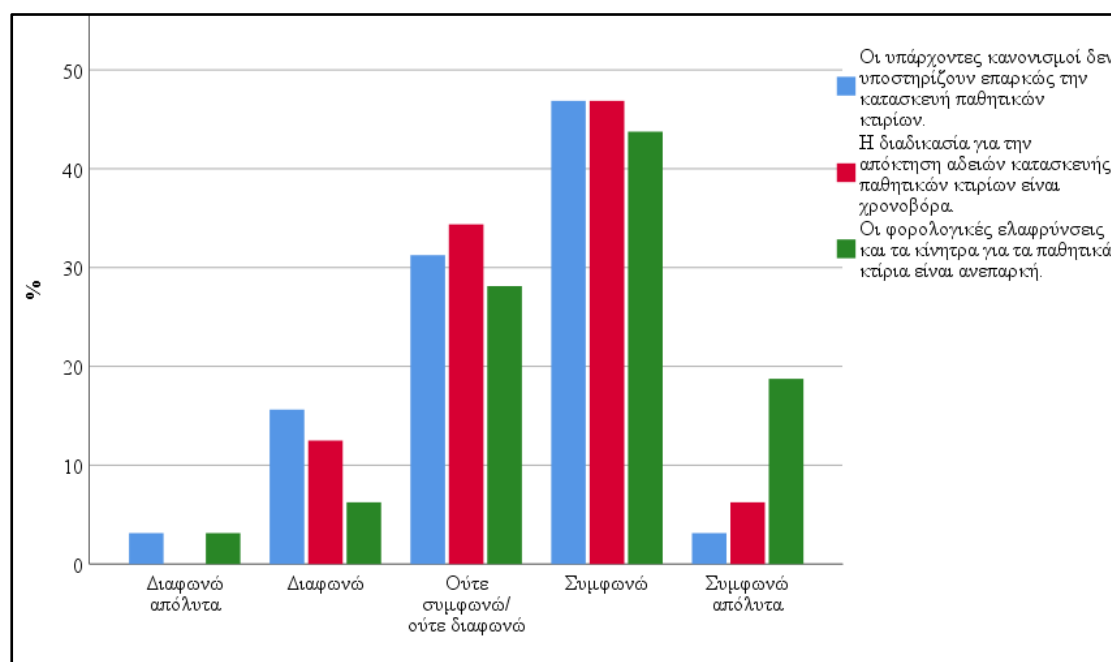
Η Τρίτη δήλωση αφορούσε της φορολογικές ελαφρύνσεις και τα κίνητρα για τα παθητικά κτίρια, τα οποία θεωρήθηκαν ανεπαρκή. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 2 άτομα (6.3%) διαφώνησαν, 9 άτομα (28.1%) ήταν ουδέτερα, 14 άτομα (43.8%) συμφώνησαν και 6 άτομα (18.8%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.69 με τυπική απόκλιση 0.965, καταδεικνύοντας μια ισχυρή τάση της τη συμφωνία ότι οι φορολογικές ελαφρύνσεις και τα κίνητρα είναι ανεπαρκή.

Πίνακας 10.8. Νομοθεσία και Κανονισμοί

Δ. Νομοθεσία και Κανονισμοί		N	%	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Οι υπάρχοντες κανονισμοί δεν	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.31	0.896
	Διαφωνώ	5	15,6%		

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

υποστηρίζουν επαρκώς την κατασκευή παθητικών κτιρίων.	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	10	31,3%		
	Συμφωνώ	15	46,9%		
	Συμφωνώ απόλυτα	1	3,1%		
Η διαδικασία για την απόκτηση αδειών κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι χρονοβόρα.	Διαφωνώ απόλυτα	0	0,0%	3.47	0.803
	Διαφωνώ	4	12,5%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	11	34,4%		
	Συμφωνώ	15	46,9%		
Οι φορολογικές ελαφρύνσεις και τα κίνητρα για τα παθητικά κτίρια είναι ανεπαρκή.	Συμφωνώ απόλυτα	2	6,3%	3.69	0.965
	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%		
	Διαφωνώ	2	6,3%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	9	28,1%		
	Συμφωνώ	14	43,8%		
	Συμφωνώ απόλυτα	6	18,8%		



Διάγραμμα 10.8. Νομοθεσία και Κανονισμοί

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν της προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου όσον αφορά τη νομοθεσία και της κανονισμούς για την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι οι υπάρχοντες κανονισμοί δεν υποστηρίζουν επαρκώς την κατασκευή αυτών των κτιρίων, η διαδικασία αδειοδότησης είναι χρονοβόρα, και οι

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

φορολογικές ελαφρύνσεις και τα κίνητρα είναι ανεπαρκή. Αυτές οι πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των θεσμικών εμποδίων και την ανάπτυξη στρατηγικών που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την κατασκευή παθητικών κτιρίων, προωθώντας την αειφορία και την ενεργειακή αποδοτικότητα στον κατασκευαστικό κλάδο.

### 10.5. Εκπαίδευση και Ενημέρωση

Εν συνεχεία οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν διάφορες δηλώσεις σχετικά με την εκπαίδευση και την ενημέρωση στον κατασκευαστικό κλάδο. Χρησιμοποιήθηκε και πάλι μια κλίμακα Likert από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα) για να αποτυπωθούν οι απόψεις της. Τα αποτελέσματα παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την ενημέρωση και την κατάρτιση των επαγγελματιών σε θέματα που αφορούν τα παθητικά κτίρια.

Η πρώτη δήλωση που αξιολογήθηκε ήταν ότι οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι για τα πλεονεκτήματα των παθητικών κτιρίων. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 4 άτομα (12.5%) διαφώνησαν, 6 άτομα (18.8%) ήταν ουδέτερα, 14 άτομα (43.8%) συμφώνησαν και 7 άτομα (21.9%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.69 με τυπική απόκλιση 1.061, δείχνοντας μια σαφή τάση της τη συμφωνία ότι οι επαγγελματίες δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι για τα πλεονεκτήματα των παθητικών κτιρίων.

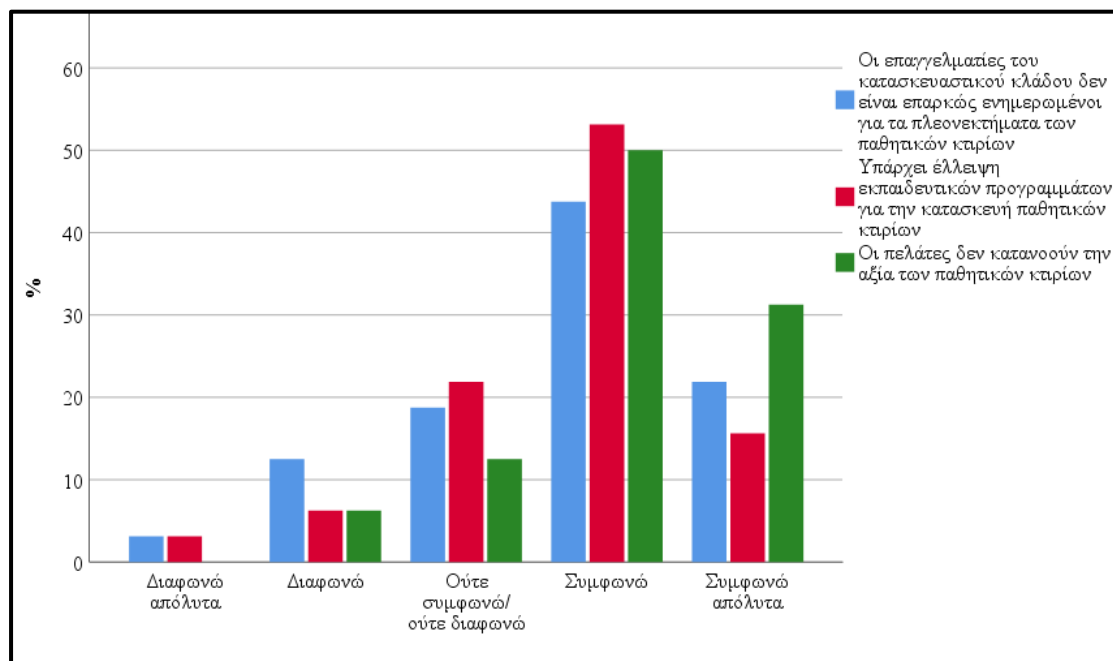
Η δεύτερη δήλωση αφορούσε την έλλειψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 2 άτομα (6.3%) διαφώνησαν, 7 άτομα (21.9%) ήταν ουδέτερα, 17 άτομα (53.1%) συμφώνησαν και 5 άτομα (15.6%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.72 με τυπική απόκλιση 0.924, υποδεικνύοντας μια ισχυρή συμφωνία ότι υπάρχει έλλειψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για την κατασκευή παθητικών κτιρίων.

Η Τρίτη δήλωση αφορούσε την κατανόηση της αξίας των παθητικών κτιρίων από της πελάτες. Κανένας από της συμμετέχοντες δεν διαφώνησε απόλυτα με αυτή τη δήλωση, 2 άτομα (6.3%) διαφώνησαν, 4 άτομα (12.5%) ήταν ουδέτερα, 16 άτομα (50.0%) συμφώνησαν και 10 άτομα (31.3%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 4.06 με τυπική απόκλιση 0.840, καταδεικνύοντας μια ισχυρή συμφωνία ότι οι πελάτες δεν κατανοούν πλήρως την αξία των παθητικών κτιρίων.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Πίνακας 10.9. Εκπαίδευση και Ενημέρωση

<b>Ε. Εκπαίδευση και Ενημέρωση</b>		N	%	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι για τα πλεονεκτήματα των παθητικών κτιρίων	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.69	1.061
	Διαφωνώ	4	12,5%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	6	18,8%		
	Συμφωνώ	14	43,8%		
	Συμφωνώ απόλυτα	7	21,9%		
Υπάρχει έλλειψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για την κατασκευή παθητικών κτιρίων	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.72	0.924
	Διαφωνώ	2	6,3%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	7	21,9%		
	Συμφωνώ	17	53,1%		
	Συμφωνώ απόλυτα	5	15,6%		
Οι πελάτες δεν κατανοούν την αξία των παθητικών κτιρίων	Διαφωνώ απόλυτα	0	0,0%	4.06	0.840
	Διαφωνώ	2	6,3%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	4	12,5%		
	Συμφωνώ	16	50,0%		
	Συμφωνώ απόλυτα	10	31,3%		



Διάγραμμα 10.9. Εκπαίδευση και Ενημέρωση

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν της προκλήσεις που σχετίζονται με την εκπαίδευση και την ενημέρωση στον κατασκευαστικό κλάδο όσον αφορά τα παθητικά κτίρια. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι οι επαγγελματίες δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι για τα πλεονεκτήματα των παθητικών κτιρίων και ότι υπάρχει σημαντική έλλειψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Της, πιστεύουν ότι οι πελάτες δεν κατανοούν πλήρως την αξία των παθητικών κτιρίων. Αυτές οι πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη στρατηγικών που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την ενημέρωση και την εκπαίδευση των επαγγελματιών και των πελατών, προωθώντας έτσι την κατασκευή παθητικών κτιρίων και συμβάλλοντας στην αειφορία και την ενεργειακή αποδοτικότητα στον κατασκευαστικό κλάδο.

### 10.6. Τεχνολογικά Θέματα

Τέλος οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν διάφορες δηλώσεις σχετικά με τα τεχνολογικά θέματα που αφορούν την κατασκευή αυτών των κτιρίων. Χρησιμοποιήθηκε και πάλι μια κλίμακα Likert από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα) για να αποτυπωθούν οι απόψεις της. Τα αποτελέσματα παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για της τεχνολογικές προκλήσεις και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου.

Η πρώτη δήλωση που αξιολογήθηκε ήταν ότι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια είναι δαπανηρή. Κανένας από της συμμετέχοντες δεν διαφώνησε απόλυτα με αυτή τη δήλωση, 4 άτομα (12.5%) διαφώνησαν, 10 άτομα (31.3%) ήταν ουδέτερα, 16 άτομα (50.0%) συμφώνησαν και 2 άτομα (6.3%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.50 με τυπική απόκλιση 0.803, καταδεικνύοντας μια γενική συμφωνία ότι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών είναι δαπανηρή.

Η δεύτερη δήλωση αφορούσε τη διάδοση των τεχνολογιών που απαιτούνται για τα παθητικά κτίρια. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 2 άτομα (6.3%) διαφώνησαν, 6 άτομα (18.8%) ήταν ουδέτερα, 20 άτομα (62.5%) συμφώνησαν και 3 άτομα (9.4%) συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.69 με τυπική απόκλιση 0.859, υποδεικνύοντας μια ισχυρή συμφωνία ότι οι τεχνολογίες που απαιτούνται για τα παθητικά κτίρια δεν είναι επαρκώς διαδεδομένες.

Η Τρίτη δήλωση αφορούσε την αξιοπιστία των νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια. Ένα άτομο (3.1%) διαφώνησε απόλυτα, 7 άτομα (21.9%) διαφώνησαν, 14 άτομα (43.8%) ήταν ουδέτερα, 8 άτομα (25.0%) συμφώνησαν και 2 άτομα (6.3%)



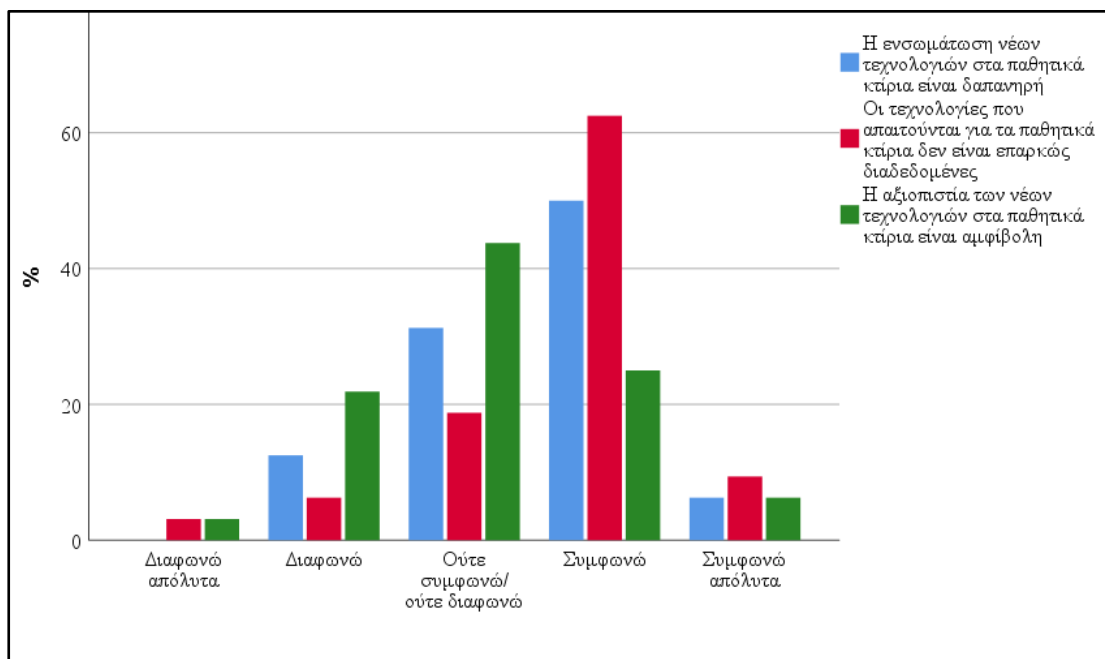
Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

συμφώνησαν απόλυτα. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.09 με τυπική απόκλιση 0.928, δείχνοντας ότι οι απόψεις για την αξιοπιστία των νέων τεχνολογιών είναι διχασμένες, με μια ελαφριά τάση της την ουδετερότητα.

Πίνακας 10.10. Τεχνολογικά Θέματα

ΣΤ. Τεχνολογικά Θέματα		N	%	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια είναι δαπανηρή	Διαφωνώ απόλυτα	0	0,0%	3.50	0.803
	Διαφωνώ	4	12,5%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	10	31,3%		
	Συμφωνώ	16	50,0%		
	Συμφωνώ απόλυτα	2	6,3%		
Οι τεχνολογίες που απαιτούνται για τα παθητικά κτίρια δεν είναι επαρκώς διαδεδομένες	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.69	0.859
	Διαφωνώ	2	6,3%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	6	18,8%		
	Συμφωνώ	20	62,5%		
	Συμφωνώ απόλυτα	3	9,4%		
Η αξιοπιστία των νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια είναι αμφίβολη	Διαφωνώ απόλυτα	1	3,1%	3.09	0.928
	Διαφωνώ	7	21,9%		
	Ούτε συμφωνώ/ ούτε διαφωνώ	14	43,8%		
	Συμφωνώ	8	25,0%		
	Συμφωνώ απόλυτα	2	6,3%		

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη



Διάγραμμα 10.10. Τεχνολογικά Θέματα

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν της τεχνολογικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου στην κατασκευή παθητικών κτιρίων. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών είναι δαπανηρή και ότι οι τεχνολογίες αυτές δεν είναι επαρκώς διαδεδομένες. Ωστόσο, οι απόψεις για την αξιοπιστία των νέων τεχνολογιών είναι διχασμένες, υποδηλώνοντας την ανάγκη για περισσότερη έρευνα και ενημέρωση σχετικά με την απόδοση και την αξιοπιστία αυτών των τεχνολογιών. Αυτές οι πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των τεχνολογικών εμποδίων και την ανάπτυξη στρατηγικών που θα μπορούσαν να διευκολύνουν την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών στην κατασκευή παθητικών κτιρίων, προωθώντας έτσι την καινοτομία και την αειφορία στον κατασκευαστικό κλάδο.

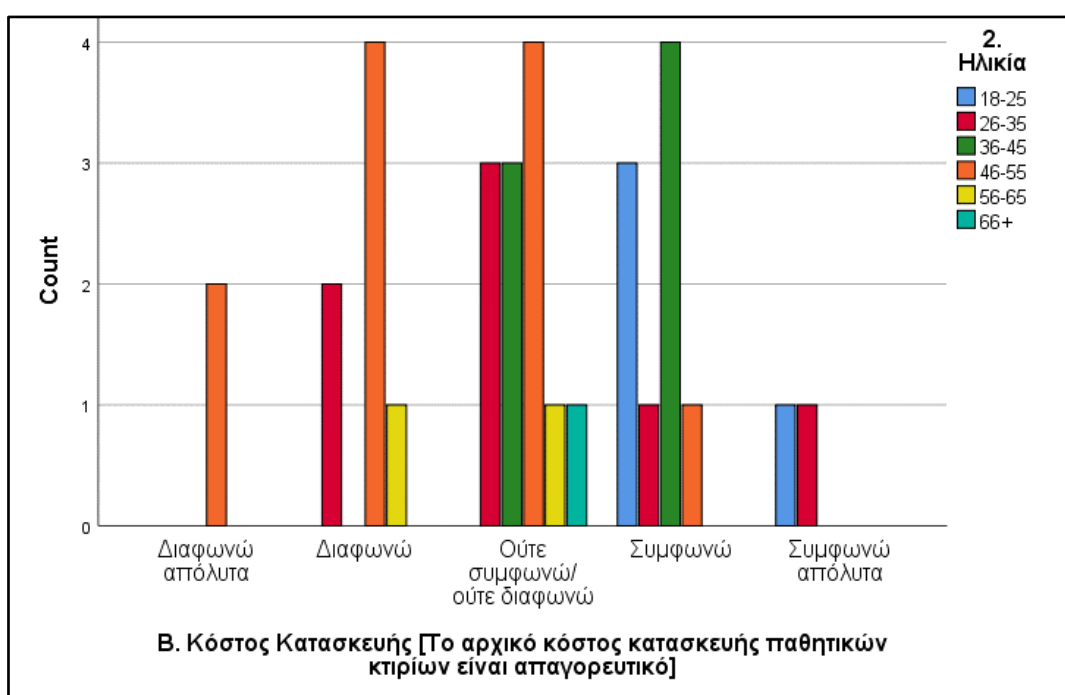
### 10.7. Σύγκριση Αποτελεσμάτων με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά

Πριν από την σύγκριση των απαντήσεων σε σχέση με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά προηγήθηκε έλεγχος κανονικότητας των μεταβλητών Kolmogorov-Smirnov. Τα αποτελέσματα του ελέγχου έδειξαν οι μεταβλητές δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή, συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά τεστ και ειδικότερα το μη παραμετρικό t-test.

Για τη σύγκριση των απαντήσεων χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό t-test. Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παραγόντων των

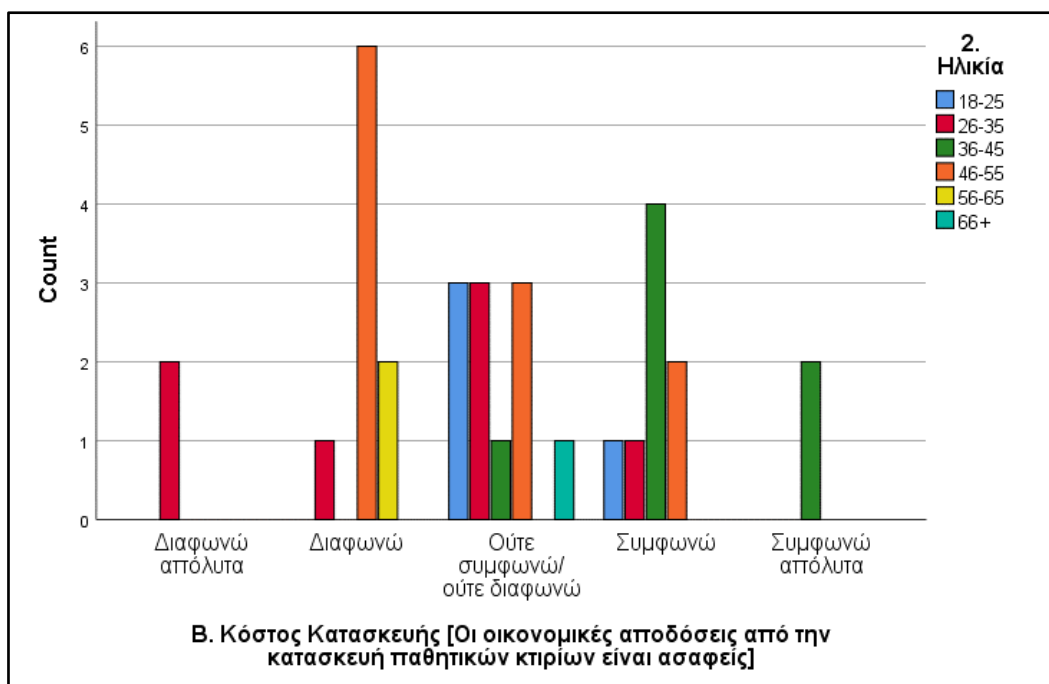
## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

μεταβλητών του φύλου, της επαγγελματικής κατάστασης, της εμπειρίας στον κατασκευαστικό κλάδο και της περιοχής δραστηριότητας ( $p\text{-value}>0.05$ ). Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε μόνο για την μεταβλητή της ηλικίας και των δηλώσεων «Το αρχικό κόστος κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι απαγορευτικό» ( $p\text{-value}=0,016<0,05$ ) και «Οι οικονομικές αποδόσεις από την κατασκευή παθητικών κτιρίων είναι ασαφείς» ( $p\text{-value}=0,015<0,05$ ). Ειδικότερα βρέθηκε ότι όσον αυξάνεται η ηλικία των συμμετεχόντων τόσο περισσότερο διαφωνούν ότι το αρχικό κόστος κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι απαγορευτικό και ότι οι οικονομικές αποδόσεις από την κατασκευή παθητικών κτιρίων είναι ασαφείς.



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Διάγραμμα 10.11. Σύγκριση ηλικία με το κόστος κατασκευής



Διάγραμμα 10.12. Σύγκριση ηλικία με το κόστος κατασκευής

## Κεφάλαιο 11: Συμπεράσματα – Προτάσεις

### 11.1 Γενικά Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστίασε στην ανάλυση και τη μελέτη των παθητικών κτιρίων, επισημαίνοντας τη σημασία της στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Από την έρευνα και την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, προκύπτουν τα ακόλουθα κύρια ευρήματα:

Τα παθητικά κτίρια διακρίνονται για την εξαιρετική ενεργειακή της αποδοτικότητα. Μέσω της εφαρμογής των βασικών αρχών του παθητικού σχεδιασμού – της η άριστη θερμομόνωση, η αεροστεγανότητα, η αποφυγή θερμογεφυρών και η χρήση μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας – επιτυγχάνουν σημαντική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Συγκεκριμένα, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη μπορεί να μειωθεί σε επίπεδα κάτω των 15 kWh/m<sup>2</sup>, τοποθετώντας τα κτίρια αυτά στην ενεργειακή κατηγορία A+ (Passive House Institute, 2020).

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Η μελέτη έδειξε ότι τα παθητικά κτίρια παρέχουν υψηλά επίπεδα θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η σταθερή εσωτερική θερμοκρασία και η απουσία υγρασίας επιτυγχάνονται με τη χρήση υλικών υψηλής απόδοσης και συστημάτων μηχανικού αερισμού, τα οποία διασφαλίζουν την υγιεινή και άνετη διαβίωση των κατοίκων (Directive 2010/31/EU).

Τα παθητικά κτίρια συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της τα φωτοβολταϊκά πάνελ και οι ηλιακοί συλλέκτες, μειώνει την εξάρτηση από συμβατικές πηγές ενέργειας και συνεπώς της εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι, τα παθητικά κτίρια αποτελούν μια βιώσιμη λύση για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (European Directive, 2010).

Παρά το υψηλότερο αρχικό κόστος κατασκευής, τα παθητικά κτίρια προσφέρουν σημαντικά οικονομικά οφέλη μακροπρόθεσμα. Το μειωμένο λειτουργικό κόστος, λόγω της χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, και η βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση οδηγούν σε ταχύτερη απόσβεση της επένδυσης. Επιπλέον, η αυξημένη αξία μεταπώλησης των παθητικών κτιρίων τα καθιστά ελκυστικά για της αγοραστές ακινήτων (Georgiou, 2021).

Η υιοθέτηση των αρχών του παθητικού σχεδιασμού αποτελεί μια ισχυρή στρατηγική για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων. Οι τεχνολογίες και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά κτίρια, καθώς και οι στρατηγικές βιοκλιματικού σχεδιασμού, μπορούν να οδηγήσουν σε βιώσιμες και αποδοτικές κατασκευές, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων και συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος.

### **11.2. Συμπεράσματα Ποσοτικής έρευνας**

Η παρούσα έρευνα αναδεικνύει τα κύρια εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές, οι μηχανικοί και οι ιδιοκτήτες κτιρίων στην κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τη βιβλιογραφία και παρόμοιες έρευνες, μπορούμε να εξάγουμε σημαντικά συμπεράσματα για της προκλήσεις και της προοπτικές στον τομέα αυτό.

Αρχικά, τα οικονομικά εμπόδια θεωρούνται από της συμμετέχοντες ως ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα. Η πλειονότητα των ερωτηθέντων συμφώνησε ότι το αρχικό κόστος κατασκευής είναι απαγορευτικό και η διαθεσιμότητα χρηματοδότησης

## Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

είναι περιορισμένη. Αυτά τα ευρήματα συμφωνούν με παρόμοιες μελέτες που υπογραμμίζουν το υψηλό αρχικό κόστος ως έναν από της κύριους αποτρεπτικούς παράγοντες για την κατασκευή παθητικών κτιρίων (Fokaides et al., 2016; Fernandez-Antolin et al., 2019).

Επιπλέον, οι τεχνικές δυσκολίες αποτέλεσαν σημαντικό εμπόδιο σύμφωνα με της συμμετέχοντες. Η έλλειψη εξειδικευμένων υλικών και η πολυπλοκότητα της τοποθέτησης των απαραίτητων συστημάτων αναφέρθηκαν ως κρίσιμα ζητήματα. Παρόμοιες μελέτες επιβεβαιώνουν αυτά τα ευρήματα, σημειώνοντας την ανάγκη για εξειδικευμένη γνώση και υλικά για την κατασκευή τέτοιων κτιρίων (Feist et al., 2015).

Όσον αφορά τη νομοθεσία και της κανονισμούς, οι συμμετέχοντες εξέφρασαν την άποψη ότι οι υπάρχοντες κανονισμοί δεν υποστηρίζουν επαρκώς την κατασκευή παθητικών κτιρίων και η διαδικασία αδειοδότησης είναι χρονοβόρα. Αυτό το συμπέρασμα συνάδει με της έρευνες που αναδεικνύουν τα θεσμικά εμπόδια ως έναν από της κύριους παράγοντες που δυσκολεύουν την προώθηση των παθητικών κτιρίων (Grove-Smith et al., 2018).

Η έλλειψη ενημέρωσης και εκπαίδευσης αναφέρθηκε της ως σημαντικό εμπόδιο. Οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι για τα πλεονεκτήματα των παθητικών κτιρίων και υπάρχει έλλειψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Αυτά τα ευρήματα είναι συνεπή με την υπάρχουσα βιβλιογραφία που τονίζει τη σημασία της εκπαίδευσης και της ενημέρωσης για την προώθηση βιώσιμων κατασκευαστικών πρακτικών (Figueiredo et al., 2016).

Τέλος, τα τεχνολογικά θέματα αναδείχθηκαν ως ένα ακόμα εμπόδιο. Οι συμμετέχοντες συμφώνησαν ότι η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών είναι δαπανηρή και οι απαραίτητες τεχνολογίες δεν είναι επαρκώς διαδεδομένες. Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζονται από μελέτες που δείχνουν ότι το υψηλό κόστος και η έλλειψη διαθεσιμότητας τεχνολογιών αποτελούν σημαντικά εμπόδια για την ευρεία υιοθέτηση των παθητικών κτιρίων (Grove-Smith et al., 2018).

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι οι οικονομικοί, τεχνικοί, νομοθετικοί και εκπαιδευτικοί παράγοντες αποτελούν τα κύρια εμπόδια για την κατασκευή παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα. Η σύγκριση με τη βιβλιογραφία επιβεβαιώνει την ύπαρξη αυτών των εμποδίων και αναδεικνύει την ανάγκη για στοχευμένες πολιτικές και στρατηγικές που θα αντιμετωπίσουν αυτά τα προβλήματα,

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

προωθώντας τη βιωσιμότητα και την ενεργειακή αποδοτικότητα στον κατασκευαστικό κλάδο.

### 11.3 Προτάσεις

Η ενίσχυση της κατασκευής παθητικών κτιρίων αποτελεί ζωτικής σημασίας στρατηγική για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ακολουθούν προτάσεις πολιτικής και πρακτικές λύσεις που μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα στον κτιριακό τομέα, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.

#### Προτάσεις Πολιτικής

##### 1. Κίνητρα και Χρηματοδότηση

- **Φορολογικές ελαφρύνσεις:** Παροχή φορολογικών ελαφρύνσεων για ιδιώτες και επιχειρήσεις που επενδύουν σε παθητικά κτίρια ή ανακαινίσεις με βάση της αρχές του παθητικού σχεδιασμού (European Directive, 2010).
- **Χρηματοδοτικά προγράμματα:** Δημιουργία ειδικών χρηματοδοτικών προγραμμάτων και δανείων χαμηλού επιτοκίου για την κατασκευή και ανακαίνιση παθητικών κτιρίων (Georgiou, 2021).

##### 2. Κανονισμοί και Πρότυπα

- **Υποχρεωτικά πρότυπα:** Καθιέρωση υποχρεωτικών προτύπων για την ενεργειακή απόδοση νέων κτιρίων, απαιτώντας την ενσωμάτωση των αρχών του παθητικού σχεδιασμού (Directive 2010/31/EU).
- **Εκσυγχρονισμός κανονισμών:** Συνεχής αναθεώρηση και εκσυγχρονισμός των κανονισμών δόμησης ώστε να ενσωματώνουν της τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις και βέλτιστες πρακτικές.

##### 3. Εκπαίδευση και Κατάρτιση

- **Εκπαιδευτικά προγράμματα:** Δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων για αρχιτέκτονες, μηχανικούς και εργολάβους σχετικά με της τεχνικές του παθητικού σχεδιασμού και της πρακτικές κατασκευής (Passive House Institute, 2020).

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- **Κατάρτιση τεχνιτών:** Προγράμματα κατάρτισης για τεχνίτες και εργάτες του κατασκευαστικού κλάδου σχετικά με την εφαρμογή των τεχνολογιών και υλικών των παθητικών κτιρίων.

#### 4. Δημόσια Ευαισθητοποίηση

- **Εκστρατείες ενημέρωσης:** Οργάνωση εκστρατειών ενημέρωσης του κοινού σχετικά με τα οφέλη των παθητικών κτιρίων και την ενεργειακή αποδοτικότητα.
- **Δημόσιες εκδηλώσεις:** Διοργάνωση δημόσιων εκδηλώσεων και εκθέσεων για την προώθηση των παθητικών κτιρίων και των βιοκλιματικών αρχών σχεδιασμού.

### Πρακτικές Λύσεις

#### 1. Βελτιστοποίηση Σχεδιασμού

- **Προσανατολισμός κτιρίων:** Σχεδιασμός κτιρίων με κύριο προσανατολισμό της τον νότο για μεγιστοποίηση των ηλιακών κερδών κατά της χειμερινούς μήνες και ελαχιστοποίηση των ηλιακών φορτίων κατά της καλοκαιρινούς μήνες (Georgiou, 2021).
- **Ενσωμάτωση βιοκλιματικών στοιχείων:** Εφαρμογή βιοκλιματικών αρχών, της η χρήση φυσικού φωτός, ο φυσικός αερισμός και η σκίαση.

#### 2. Υψηλής Απόδοσης Υλικά

- **Θερμομόνωση:** Χρήση υψηλής απόδοσης θερμομονωτικών υλικών για το κέλυφος των κτιρίων, συμπεριλαμβανομένων των τοίχων, της οροφής και του δαπέδου.
- **Υαλοπίνακες:** Εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών υαλοπινάκων με χαμηλή εκπομπή για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

#### 3. Τεχνολογικές Εφαρμογές

- **Συστήματα ανάκτησης θερμότητας:** Εγκατάσταση συστημάτων μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας για βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα και της ενεργειακής απόδοσης.
- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:** Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών πάνελ και ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή καθαρής ενέργειας και τη μείωση της εξάρτησης από συμβατικές πηγές ενέργειας (Passive House Institute, 2020).



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

#### 4. Συντήρηση και Παρακολούθηση

- **Συνεχής παρακολούθηση:** Εγκατάσταση συστημάτων παρακολούθησης της ενεργειακής απόδοσης για τη συνεχή αξιολόγηση και βελτίωση της λειτουργίας των κτιρίων.
- **Συντήρηση:** Κανονική και τακτική συντήρηση των μηχανολογικών συστημάτων και των δομικών στοιχείων για την εξασφάλιση της μακροχρόνιας ενεργειακής απόδοσης.

Η ενίσχυση της κατασκευής παθητικών κτιρίων απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες σε επίπεδο πολιτικής και πρακτικών εφαρμογών. Μέσω της παροχής οικονομικών κινήτρων, της θεσμοθέτησης αυστηρών κανονισμών, της εκπαίδευσης και της ενημέρωσης του κοινού, είναι εφικτή η προώθηση των παθητικών κτιρίων και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική

Αθανασίου, Δ. (2015, 26 Φεβρουαρίου). Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων. Θεσμικό Πλαίσιο και Προοπτικές. Τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης ως εργαλείο εξοικονόμησης της κατοικίας. Αθήνα.

Διαμαντόπουλος, Θ. (2022, 14 Ιανουαρίου). Παθητικό κτίριο: η λύση για το περιβάλλον και γιατί η ενεργειακή αναβάθμιση αποτελεί μονόδρομο. Ο Στέφανος Παλλαντζάς, πολιτικός μηχανικός του ΕΜΠ και πιστοποιητής παθητικών κτιρίων, φαντάζει ως εγχώριος θεματοφύλακας της αξίας της ιδιαίτερης κατηγορίας κτιρίων.

Ε. Χατζηγεωργίου, Π. Μπότσαρης, Σ. Τσόγκας, & Σ. Λαρίσης. (2014, 21 Νοεμβρίου). Πιλοτική εφαρμογή ELIH-MED στην Ελλάδα: Ενεργειακή Αναβάθμιση των Φοιτητικών Εστιών του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης στην Κομοτηνή. Δράσεις και αποτελέσματα. Ημερίδα «Ενεργειακή Αποδοτικότητα και Αειφορία σε κτίρια και κοινότητες στη Μεσόγειο-Προκλήσεις και Προοπτικές».

Γιακουμή, Α. (2012, 30 Νοεμβρίου). Το έργο AIDA. Ορισμός και θεσμικό πλαίσιο Κτιρίων με Σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας. Αθήνα.

Γενικό Λογιστήριο του Κράτους. (2012, 6 Δεκεμβρίου). Έκθεση Γενικού Λογιστηρίου του Κράτους (άρθρο 75 παρ.1 του Συντάγματος) στο Σχέδιο Νόμου του ΥΠΕΚΑ Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων- Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις. Αθήνα.

ΚΑΠΕ. (2012, 30 Νοεμβρίου). Το έργο AIDA. Ορισμός και θεσμικό πλαίσιο Κτιρίων με Σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας. Αθήνα.

Νόμοι: 3855/2010, 3661/2008, 4122/2013.

Οδηγίες: 2010/31/EU, 2012/27/EU, 2002/36/EU, 2002/91/EU, 2006/32/EU.

Παπαστεφανάκης, Δ. (2014, 21 Νοεμβρίου). Δυνατότητες για την ενεργειακή αναβάθμιση κοινωνικών κατοικιών. Ο ρόλος του ΚΑΠΕ. Ημερίδα «Ενεργειακή Αποδοτικότητα και Αειφορία σε κτίρια και κοινότητες στη Μεσόγειο-Προκλήσεις και προοπτικές». Αθήνα.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Πατενιώτης, Π. (2015, 26 Φεβρουαρίου). Θερμομονωτικά υλικά και Ενεργειακή Αναβάθμιση Κτιρίων. Ημερίδα «Τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης ως εργαλείο εξοικονόμησης της κατοικίας». Αθήνα.

ΥΠΕΚΑ. (2011, Σεπτέμβριος). 2<sup>ο</sup> Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης 2008-2016 στο πλαίσιο της Οδηγίας 2006/32/ΕΚ. Αθήνα.

ΥΠΕΚΑ, Γ. Μανιάτης. (2011, Φεβρουάριος). Πρόγραμμα Έξοικονόμηση Κατ' Οίκον'. Αθήνα.

ΥΠΕΧΩΔΕ. Πρόγραμμα «Ενέργεια 2001».

IENE Working Paper. Greece's Experience in Using EU Structural Funds for Improving The Energy Performance of Buildings.

Οδηγός Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίων. (2022). Σχεδιασμός Βιοκλιματικής και Εξοικονόμησης Ενέργειας Κτίριο.

## Ξένη

Australian Passive House Association. (2021). 10 Star Home in Melbourne. Retrieved from <https://passivehouseaustralia.org>.

Barta, J. (2010, October). WP4-Communication towards Public Authorities. Final report- development in partner countries. Centrum pasivniho domu.

Boverket. (2018). Energy Performance of Buildings Regulations. Retrieved from <https://www.boverket.se>

Building Performance Institute Europe (BPIE). (2011). Europe's Buildings Under the Microscope. Retrieved from <https://bpie.eu>

Buildings Performance Institute Europe (BPIE). (2014, October). ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATES ACROSS THE EU.

Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings. (2010). Official Journal of the European Union. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu>

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on energy efficiency. (2012). Official Journal of the European Union. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu>

European Commission (EC). (2012). Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu>

European Commission (EC). (2019). The European Green Deal. Retrieved from <https://ec.europa.eu>

European Commission (EC). (2020). 20-20-20 Targets: Achievements and Perspectives. Retrieved from <https://ec.europa.eu>

European Commission (EC). (2021). Energy Efficiency in Buildings: Key Actions and Progress. Retrieved from <https://ec.europa.eu>

European Environment Agency (EEA). (2017). Renewable energy in Europe 2017. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu>

European Investment Bank (EIB). (2018). Energy efficiency: financing energy renovation in buildings. Retrieved from <https://www.eib.org>

European Parliament and Council. (2010). Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast). Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu>

European Parliament. (2018). Legislation for Energy Efficiency in Buildings. Retrieved from <https://www.europarl.europa.eu>

Feist, W., et al. (2015). Passive house planning package (PHPP), version 9, user handbook. Darmstadt: Passive House Institute.

Feist, W., Schnieders, J., Dorer, V., & Haas, A. (2005). Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept. *Energy and Buildings*, 37(11), 1186-1203. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com>

Fernandez-Antolin, M.-M., del Río, J., Costanzo, V., Nocera, F., & Gonzalez-Lezcano, R.-A. (2019). Passive design strategies for residential buildings in different Spanish climate zones. *Sustainability*, 11(18), 4816. <https://doi.org/10.3390/su11184816>

Figueiredo, A., Figueira, J., Vicente, R., & Maio, R. (2016). Thermal comfort and energy performance: Sensitivity Analysis to apply the passive house concept to the

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Portuguese climate. *Building and Environment*, 103, 276–288.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.031>

Fokaides, P. A., Christoforou, E., Ilic, M., & Papadopoulos, A. (2016). Performance of a passive house under subtropical climatic conditions. *Energy and Buildings*, 133, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.060>

Georgiou, P. (2021). Bioclimatic Design and Passive House Standards. *Journal of Sustainable Architecture*, 15(3), 223-240. Retrieved from <https://www.journals.elsevier.com>

Grove-Smith, J., Aydin, V., Feist, W., Schnieders, J., & Thomas, S. (2018). Standards and policies for very high energy efficiency in the urban building sector towards reaching the 1.5°C target. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 30, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.04.006>

Hellenic Ministry of Environment. (2019). Energy Efficiency Measures in Greek Households. Retrieved from <https://ypen.gov.gr>

Hellenic Ministry of Environment. (2020). Long-term Strategy for Energy Efficiency. Retrieved from <https://ypen.gov.gr>

Institute, P. H. (n.d.). *Passive House Institute*. Passivhaus Institut. [https://passivehouse.com/04\\_phpp/04\\_phpp.htm](https://passivehouse.com/04_phpp/04_phpp.htm)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Retrieved from <https://www.ipcc.ch>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Fifth Assessment Report (AR5). Retrieved from <https://www.ipcc.ch>

International Energy Agency (IEA). (2012). World Energy Outlook 2012. Retrieved from <https://www.iea.org>

International Energy Agency (IEA). (2019). World Energy Outlook 2019. Retrieved from <https://www.iea.org>

KfW. (2020). Energy-efficient Construction and Renovation. Retrieved from <https://www.kfw.de>

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

Lang, I. G. (2010, November). Establishment of a Co-operation Network of Passive House promoters (PASS-NET): Period of documentation 2007-2009, 25.000 Passive House projects in Europe. Vienna.

Passipedia. (2015, April 9). The New Passive House Classes.

Passipedia. (2020). Are Passive Houses cost-effective? Retrieved from <https://passipedia.org>

Passive House Canada. (2020). What is a Passive House? Retrieved from <https://passivehousecanada.com>

Passive House Institute, J. Schnleders. (2003). CEPHEUS-measurement results from more than 100 dwelling units in passive houses. ECEE 2003 Summer Study-Time to Turn Down the Energy Demand.

Passive House Institute. (2020). What is a Passive House? Retrieved from <https://passivehouse.com>

PHIUS. (2021). Passive House Bungalow in New York. Retrieved from <https://phius.org>

Renewable Energy Policy Network for the 21<sup>st</sup> Century (REN21). (2018). Renewables 2018 Global Status Report. Retrieved from <https://www.ren21.net>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (1997). Kyoto Protocol. Retrieved from <https://unfccc.int>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). Paris Agreement. Retrieved from <https://unfccc.int>

ZEBRA2020. (2014). Nearly Zero-Energy Building Strategy 2020. Retrieved from <https://zebra2020.eu>

## Ιστοσελίδες

- [www.aidaproject.eu](http://www.aidaproject.eu)
- [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org)
- [www.langconsulting.at](http://www.langconsulting.at)
- [www.eipak.org](http://www.eipak.org)

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- [www.cephus.de/eng](http://www.cephus.de/eng)
- [www.passivehouserevolution.org](http://www.passivehouserevolution.org)
- [www.ec.europa.eu/energy/intelligent](http://www.ec.europa.eu/energy/intelligent)
- [www.ecofiner.gr](http://www.ecofiner.gr)
- [www.oikenergeia.gr](http://www.oikenergeia.gr)
- [www.venman.gr](http://www.venman.gr)
- [el.wikipedia.org/wiki/](http://el.wikipedia.org/wiki/)
- [www.passipedia.org](http://www.passipedia.org)
- [www.langconsulting.at](http://www.langconsulting.at)

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Παράρτημα

### Ερωτηματολόγιο

Σας ευχαριστούμε που αφιερώνετε χρόνο για να συμμετάσχετε στην έρευνά μας σχετικά με τις δυσκολίες που εμποδίζουν την κατασκευή παθητικών κτιρίων. Η έρευνα αυτή είναι μέρος μιας πτυχιακής εργασίας του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Σκοπός της έρευνας είναι να εντοπίσει και να αναλύσει τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές, οι μηχανικοί και οι ιδιοκτήτες κτιρίων στην κατασκευή παθητικών κτιρίων. Τα παθητικά κτίρια αποτελούν μια καινοτόμο προσέγγιση στον τομέα της κατασκευής, η οποία προσφέρει σημαντικά οφέλη σε επίπεδο ενεργειακής αποδοτικότητας, θερμικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα. Παρόλα αυτά, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που δυσκολεύουν την ευρεία υιοθέτησή τους.

Με την συμπλήρωση αυτού του ερωτηματολογίου, θα μας βοηθήσετε να κατανοήσουμε καλύτερα τις προκλήσεις που αντιμετωπίζετε και να προτείνουμε πρακτικές λύσεις και πολιτικές που θα υποστηρίξουν την προώθηση της κατασκευής παθητικών κτιρίων στην Ελλάδα.

Η συμμετοχή σας είναι ανώνυμη και οι απαντήσεις σας θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Η ειλικρινής και λεπτομερής απάντησή σας θα συμβάλει σημαντικά στην επιτυχία της έρευνας.

Σας ευχαριστούμε εκ των προτέρων για τη συνεργασία σας και την πολύτιμη συμβολή σας.

Με εκτίμηση,

Γεωργιάδης Ιωάννης

Φοιτητής Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Χρήστος Δρόσος



Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

## Οδηγίες

Παρακαλούμε να αξιολογήσετε τις παρακάτω δηλώσεις με βάση το πόσο συμφωνείτε ή διαφωνείτε με αυτές. Χρησιμοποιήστε την κλίμακα από 1 (Διαφωνώ απόλυτα) έως 5 (Συμφωνώ απόλυτα).

## Δημογραφικά Στοιχεία

### 1. Φύλο:

- Άνδρας
- Γυναίκα

### 2. Ηλικία:

- 18-25
- 26-35
- 36-45
- 46-55
- 56-65
- 66+

### 3. Επαγγελματική Κατάσταση:

- Κατασκευαστής
- Μηχανικός
- Ιδιοκτήτης Κτιρίου
- Άλλο (παρακαλούμε διευκρινίστε) \_\_\_\_\_

### 4. Εμπειρία στον Κατασκευαστικό Κλάδο:

- 0-5 χρόνια
- 6-10 χρόνια
- 11-15 χρόνια
- 16-20 χρόνια

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- 21+ χρόνια

5. Περιοχή Δραστηριότητας:

- Αστική
- Αγροτική

## Ερωτήσεις

### 1. Κόστος Κατασκευής

- Το αρχικό κόστος κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι απαγορευτικό.
  - 1 2 3 4 5
- Η διαθεσιμότητα χρηματοδότησης για την κατασκευή παθητικών κτιρίων είναι περιορισμένη.
  - 1 2 3 4 5
- Οι οικονομικές αποδόσεις από την κατασκευή παθητικών κτιρίων είναι ασαφείς.
  - 1 2 3 4 5

### 2. Τεχνικές Δυσκολίες

- Η έλλειψη εξειδικευμένων υλικών αποτελεί πρόβλημα για την κατασκευή παθητικών κτιρίων.
  - 1 2 3 4 5
- Η τοποθέτηση των απαραίτητων συστημάτων και υλικών είναι περίπλοκη.
  - 1 2 3 4 5
- Η συντήρηση των παθητικών κτιρίων απαιτεί εξειδικευμένη γνώση.
  - 1 2 3 4 5

### 3. Νομοθεσία και Κανονισμοί

- Οι υπάρχοντες κανονισμοί δεν υποστηρίζουν επαρκώς την κατασκευή παθητικών κτιρίων.

Το παθητικό σπίτι και οι βασικές αρχές του που του εξασφαλίζουν λιγότερη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- 1 2 3 4 5
- Η διαδικασία για την απόκτηση αδειών κατασκευής παθητικών κτιρίων είναι χρονοβόρα.
  - 1 2 3 4 5
- Οι φορολογικές ελαφρύνσεις και τα κίνητρα για τα παθητικά κτίρια είναι ανεπαρκή.
  - 1 2 3 4 5

#### 4. Εκπαίδευση και Ενημέρωση

- Οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου δεν είναι επαρκώς ενημερωμένοι για τα πλεονεκτήματα των παθητικών κτιρίων.
  - 1 2 3 4 5
- Υπάρχει έλλειψη εκπαιδευτικών προγραμμάτων για την κατασκευή παθητικών κτιρίων.
  - 1 2 3 4 5
- Οι πελάτες δεν κατανοούν την αξία των παθητικών κτιρίων.
  - 1 2 3 4 5

#### 5. Τεχνολογικά Θέματα

- Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια είναι δαπανηρή.
  - 1 2 3 4 5
- Οι τεχνολογίες που απαιτούνται για τα παθητικά κτίρια δεν είναι επαρκώς διαδεδομένες.
  - 1 2 3 4 5
- Η αξιοπιστία των νέων τεχνολογιών στα παθητικά κτίρια είναι αμφίβολη.
  - 1 2 3 4 5

Ευχαριστώ πολύ για τη συμμετοχή σας!