

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Διπλωματική Εργασία

**«Κανονισμοί, πολιτικές & τεχνικές για την εξοικονόμηση
ενέργειας στα κτιριακά έργα - Εφαρμογή και σύγκριση σε
κτιριακό έργο νησιωτικής περιοχής»**



Ζώτος Βασίλειος (Α. Μ.: 166110)

Επιβλέπων καθηγητής: Λιώλιος Άγγελος

Αμοργός, Φεβρουάριος 2025

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Ζώτου Βασιλείου του Στυλιανού που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, 'μεταφόρτωση' (downloading), 'ανάρτηση' (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, μηχανικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του δημιουργού. Ο δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών της δικαιωμάτων

**Κανονισμοί, πολιτικές & τεχνικές για την εξοικονόμηση
ενέργειας στα κτιριακά έργα - Εφαρμογή και σύγκριση σε
κτιριακό έργο νησιωτικής περιοχής**

Ζώτος Βασίλειος (Α. Μ.: 166110)

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Άγγελος Λιώλιος

Κωνσταντακοπούλου Φωτεινή

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης /

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Αμοργός, Φεβρουάριος 2026

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Λιώλιο Άγγελο, για την υποστήριξη, την συνεργασία και την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια της συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Κυκλάδες:

*«Τα νησιά με το μίνιο και με το φούμο,
τα νησιά με το σπόνδυλο κάποιανου Δία,
τα νησιά με τους έρημους ταρσανάδες,
τα νησιά με τα πόσιμα γαλάζια ηφαίστεια»*

Οδυσσέας Ελύτης

Εικόνα εξωφύλλου: **Η Χώρα της Αμοργού**

Περίληψη

Η συνεχής ανάγκη για στέγαση, αλλά και η περιορισμένη διαθεσιμότητα πόρων, καθιστά επιτακτική την ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο που διέπει την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, με έμφαση στους ευρωπαϊκούς και εθνικούς κανονισμούς (όπως η αναθεωρημένη **Ευρωπαϊκή Οδηγία 2024/1275 για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων - EPBD** και ο **Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ. Εν. Α. Κ. 2013 & 2017**) και αναλύει τις σύγχρονες τεχνικές επεμβάσεων που συμβάλλουν στη κατασκευή κτιρίων με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση (**Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης / Nearly Zero-Energy Buildings - nZEB**).

Οι σύγχρονες πολιτικές και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόζονται ευρέως και χωρίς ιδιαίτερες τεχνικές δυσκολίες στην ηπειρωτική περιοχή μιας χώρας, καθώς και σε περιοχές χωρίς πολεοδομικούς περιορισμούς. Η εφαρμογή όμως σε περιοχές με εντελώς διαφορετικά αρχιτεκτονικά, κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά, όπως τα νησιά, καθίσταται σημαντικά δυσκολότερη.

Για την αξιολόγηση των σύγχρονων τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας σε τέτοιες περιοχές, εξετάζεται η αποτελεσματικότητά τους σε αντιπροσωπευτικά κτιριακά έργα, τοποθετημένα σε δυσπρόσιτη νησιωτική περιοχή, όπου ισχύουν συγκεκριμένοι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί (παραδοσιακοί οικισμοί) και παράλληλα υπάρχουν αντικειμενικές γεωγραφικές δυσκολίες στην εύρεση και διάθεση των απαιτούμενων πόρων.

Τα αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης αναδεικνύουν τις πιο αποδοτικές τεχνικές σε επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας, μείωσης λειτουργικού κόστους και βελτίωσης θερμικής άνεσης. Παράλληλα, καταδεικνύεται, ποσοτικά & ποιοτικά, η σύγκρουση των απαιτήσεων του ισχύοντος κανονιστικού πλαισίου για την ενεργειακή αναβάθμιση, με τις διατάξεις που έχουν ως στόχο την προστασία της αρχιτεκτονικής φυσιογνωμίας των προστατευόμενων περιοχών.

Η εργασία προσπαθεί να συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο συνδυάζονται οι πολιτικές και οι τεχνικές λύσεις στην πράξη, επιχειρώντας μια σύγχρονη προσέγγιση στο σχεδιασμό, την αναβάθμιση και τη βιώσιμη λειτουργία κτιριακών έργων σε νησιωτικές περιοχές με ιδιαίτερες ενεργειακές & αρχιτεκτονικές ανάγκες. Συγχρόνως, διατυπώνονται προτάσεις αναθεώρησης του υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου που αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση στα κτιριακά έργα, ώστε αυτό να θέτει πιο ρεαλιστικούς στόχους, οι οποίοι θα συμβαδίζουν με τις αντίστοιχες διατάξεις για την προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς των προστατευόμενων περιοχών.

Τα συμπεράσματα μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο για μηχανικούς, φορείς και μελετητές που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας στον κτιριακό τομέα σε αυτές τις περιοχές.

Λέξεις – Κλειδιά

- Ενεργειακή απόδοση κτιρίων
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Εξοικονόμηση ενέργειας σε νησιωτικές περιοχές
- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.ΕΝ.Α.Κ.
- Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης

Regulations, Policies, and Techniques for Energy Efficiency in Building Projects: Application and Comparative Analysis in an Island Area Case Study

Zotos Vasileios

Abstract

The persistent demand for housing, coupled with the limited availability of resources, renders the development of comprehensive energy-saving strategies in the building sector imperative.

This thesis examines the current regulatory framework governing building energy performance, with particular emphasis on European and national regulations, notably the revised European Directive 2024/1275 on the Energy Performance of Buildings (EPBD) and the Greek Regulation on the Energy Performance of Buildings (KEEnAK 2013 & 2017) and analyses contemporary intervention techniques that contribute to the construction of buildings with nearly zero energy consumption (Nearly Zero-Energy Buildings – nZEB).

Modern energy-saving policies and techniques are widely and effectively implemented in mainland areas and in regions free of urban planning restrictions. However, their application in areas characterised by distinctly different architectural, social and economic conditions, such as islands, becomes considerably more challenging. To evaluate the effectiveness of contemporary energy-saving techniques in such contexts, this study examines their performance in representative building projects located in a remote island area, where specific architectural constraints apply (traditional settlements) and where objective geographical difficulties exist regarding the sourcing and availability of the required resources.

The results of the comparative analysis highlight the most efficient techniques in terms of energy savings, reduction of operational costs and improvement of thermal comfort.

At the same time, the study demonstrates, both quantitatively and qualitatively, the conflict between the requirements of the current regulatory framework for energy upgrading and the provisions aimed at preserving the architectural character of protected areas.

This thesis seeks to contribute to the understanding of how policies and technical solutions are combined in practice, proposing a contemporary approach to the design, upgrading and sustainable operation of building projects in island regions with particular energy and architectural needs. Concurrently, recommendations are put forward for the revision of the existing institutional framework pertaining to building energy upgrading, so that it may set more realistic targets aligned with the corresponding provisions for the protection of the architectural heritage of protected areas. The conclusions drawn may serve as a useful reference for engineers, public authorities and researchers active in the field of building energy efficiency in these regions.

Keywords

- Energy performance of buildings
- Energy saving
- Energy saving in island areas
- EPBD / Energy Performance of Buildings Directive
- Nearly Zero-Energy Buildings - nZEB

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vii
Περιεχόμενα	ix
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	xiii
Κατάλογος Πινάκων	xiv
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	xvi
1. Εισαγωγή.....	17
1.1 Αντικείμενο της εργασίας	17
1.2 Περιγραφή της μεθοδολογίας ανάλυσης	18
1.3 Δομή της εργασίας	19
2. Κεφάλαιο 3: Θεσμικό και Κανονιστικό Πλαίσιο Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων	20
2.1 Ιστορική αναδρομή της διαμόρφωσης του θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.....	20
2.1.1 Εξέλιξη των ευρωπαϊκών πολιτικών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	20
2.1.2 Οδηγία 2002/91/EK - Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD)	31
2.1.3 Οδηγία 2010/31/E.E. – Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (nearly Zero Energy Buildings – nZEB).....	34
2.1.4 Οδηγία (E.E.) 2024/1275 – Κτίρια Μηδενικών Εκπομπών (Zero Emission Building – ZEB)	38
2.1.5 Εθνικό πλαίσιο: Ιστορική Αναδρομή και Κριτική Ανάλυση των Ενεργειακών Πολιτικών στον Κτιριακό Τομέα στην Ελλάδα	46
2.1.5.1 Εισαγωγή	46
2.1.5.2 Ιστορικό Πλαίσιο: Η Περίοδος πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης	46
2.1.5.3 Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)	47
2.1.5.3.α Θεσμικό πλαίσιο και στόχοι.....	47
2.1.5.4 Η Μεταβατική Περίοδος (1979-2010)	49
2.1.5.5 Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK).....	49
2.1.5.5.α Θέσπιση και αρχική εφαρμογή (2010-2013).....	49
2.1.5.6. Συγκριτική Ανάλυση: Κανονισμός Θερμομόνωσης & KENAK	52
2.1.6 Σύγκριση ευρωπαϊκών απαιτήσεων – ελληνικής πρακτικής	55
3. Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό Υπόβαθρο Ενεργειακής Συμπεριφοράς Κτιρίων	58
3.1 Εισαγωγή - ορισμοί.....	58
3.2 Οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.)	62
3.2.1 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017: Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.....	62
3.2.2 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017: Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτιρίων.....	66

3.2.3 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών	69
3.2.4 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017: Οδηγίες και Έντυπα Εκθέσεων Ενεργειακών Επιθεωρήσεων	71
3.2.5 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2017: Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης	73
3.3 Μεθοδολογία Ενεργειακής Αξιολόγησης Κτιρίων.....	74
3.3.1 Γενικές Αρχές Υπολογισμού.....	74
3.3.2 Στοιχεία του Κτιριακού Κελύφους.....	76
3.3.2.1 Συντελεστής Θερμοπερατότητας U	76
3.3.2.2 Θερμογέφυρες.....	77
3.3.2.3 Ηλιακά Κέρδη και Σκίαση	78
3.3.2.4 Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m	78
3.3.3 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις και Ενεργειακά Συστήματα	79
3.3.3.1 Συστήματα Θέρμανσης.....	79
3.3.3.2 Συστήματα Ψύξης.....	80
3.3.3.3 Αερισμός.....	80
3.3.3.4 Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX).....	80
3.3.3.5 Φωτισμός.....	81
3.3.3.6 Λοιπά τεχνικά συστήματα.....	81
3.3.4 Βήματα υπολογισμού.....	82
3.3.4.1 Περίπτωση κτιρίου υπό ανέγερση.....	82
3.3.4.2 Περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου	84
3.4 Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων.....	88
Κεφάλαιο 4: Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακά Έργα.....	90
4.1 Εισαγωγή.....	90
4.2 Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κτιριακό Κέλυφος	90
4.2.1 Θερμομόνωση Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων	90
4.2.1.1 Εξωτερική Θερμομόνωση.....	93
4.2.1.2 Εσωτερική Θερμομόνωση	94
4.2.1.3 Θερμομόνωση Δωμάτων και Δαπέδων	94
4.2.2 Αντιμετώπιση Θερμογεφυρών	94
4.2.3 Κουφώματα και Υαλοπίνακες.....	95
4.2.4 Συστήματα Ηλιοπροστασίας.....	96
4.2.5 Αεροστεγανότητα Κτιριακού Κελύφους.....	96
4.3. Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα....	97
4.3.1 Συστήματα Θέρμανσης	97
4.3.2 Συστήματα Ψύξης.....	98
4.3.3 Μηχανικός Αερισμός και Ανάκτηση Θερμότητας	98
4.3.4 Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX).....	99
4.3.5 Τεχνητός Φωτισμός	100
4.3.6 Φωτοβολταϊκά Συστήματα	100

4.4 Παθητικά Συστήματα και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	102
Κεφάλαιο 5: Η εφαρμογή του κανονιστικού – θεσμικού πλαισίου	104
5.1 Ο βαθμός εφαρμογής του θεσμικού πλαισίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση και ειδικά σε περιοχές με γεωγραφικούς – αρχιτεκτονικούς περιορισμούς.....	105
5.1.1 Η εφαρμογή των προτύπων nZEB στα κράτη-μέλη (BPIE 2021)	105
5.1.2 Η ενεργειακή μετάβαση στα ευρωπαϊκά νησιά (CE4EUI 2020–2024)	106
5.1.3 Τεχνική αξιολόγηση και διαδρομές μετάβασης (JRC 2020–2022)	106
5.1.4 Η περίπτωση της Procida (Romano et al. 2024).....	107
5.2 Η περίπτωση των παραδοσιακών οικισμών στην Ελλάδα	107
5.3 Η περίπτωση των παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων	108
5.3.1 Γενικά αρχιτεκτονικά, μορφολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά.....	108
5.3.2 Το κανονιστικό πλαίσιο δόμησης στους παραδοσιακούς οικισμούς των Κυκλάδων	110
5.4 Η δυσκολία εφαρμογής της ενεργειακής νομοθεσίας σε κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων	113
5.4.1 Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους.....	114
5.4.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	114
5.4.3 Κουφώματα και υαλοπίνακες	115
5.4.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παθητικά συστήματα.....	115
5.4.5 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις	116
5.4.6 Νομοθετικές εξαιρέσεις και η ισχύουσα κατάσταση.....	116
6. Κεφάλαιο 6: Η περίπτωση κτιριακού έργου σε νησιωτική περιοχή	118
6.1 Αντικείμενο της ανάλυσης.....	118
6.2 Περιγραφή του κτιριακού έργου και της περιοχής.....	120
6.2.1 Η περιοχή της Χώρας Αμοργού	120
6.2.2 Χαρακτηριστικά των κτιριακών έργων	123
6.2.2.1 Νέο κτίριο	123
6.2.2.2 Υφιστάμενο κτίριο	124
6.3 Λογισμικά αξιολόγησης ενεργειακών παρεμβάσεων	126
6.3.1 TE.E.-KENAK.....	126
6.3.2 AutoKenak.....	127
6.4 Ενεργειακές παρεμβάσεις	128
6.4.1 Ενεργειακές παρεμβάσεις στο νέο κτίριο.....	128
6.4.1.1 Εξωτερική τοιχοποιία από μπατική οπτοπλινθοδομή	129
6.4.1.2 Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή (ασβεστωμένη ή εμφανής)	132
6.4.2 Ενεργειακές παρεμβάσεις σε υφιστάμενο κτίριο	137
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Προτάσεις	147
7.1 Σύνοψη της εργασίας	147
7.2 Κύρια συμπεράσματα	148
7.3 Προτάσεις	151
7.4 Κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα	152
7.5 Επίλογος	153

Βιβλιογραφία.....	154
Παράρτημα Α: «Παραδοσιακοί οικισμοί Κυκλάδων»	158
Παράρτημα Β: «Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμομονωτικού ελέγχου για νέο κτίριο»	171
Β1. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_{m} του κτιρίου (νέο κτίριο: συμβατική τοιχοποιία).....	171
Β2. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_{m} του κτιρίου (νέο κτίριο: τοιχοποιία από λιθοδομή).....	177
Παράρτημα Γ: «Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμομονωτικού ελέγχου για υφιστάμενο κτίριο»	183
Γ1. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_{m} του κτιρίου (υφιστάμενο κτίριο: τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση)	183
Γ2. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_{m} του κτιρίου (υφιστάμενο κτίριο: τοιχοποιία από λιθοδομή με θερμομόνωση)	190

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1: Οι οικισμοί "Έυλοκερατίδι" (αριστερά), "Ραχίδι" (στο κέντρο χαμηλά) & "Κατάπολα" (δεξιά) της Αμοργού. Στο κέντρο ψηλά διακρίνεται η "Χώρα".	109
Εικόνα 2: Αποψη της "Χώρας" της Αμοργού. Στο κέντρο της διακρίνεται ο υπερυψωμένος βράχος με το Κάστρο.....	121
Εικόνα 3: Αποψη της "Χώρας" της Αμοργού από ψηλά. Διακρίνεται η χαρακτηριστική ανάπτυξη των κτιρίων, γύρω από το Κάστρο της	122
Εικόνα 4: Θέση του νέου κτιρίου στον οικισμό της Χώρας	123
Εικόνα 5: Θέση του υφιστάμενου κτιρίου στον οικισμό της Χώρας Αμοργού	125
Σχήμα 1: Κάτοψη του νέου κτιρίου.....	124
Σχήμα 2: Κάτοψη του ισογείου του υφιστάμενου κτιρίου	125
Σχήμα 3: Κάτοψη του ορόφου του υφιστάμενου κτιρίου	126

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Εξέλιξη του ευρωπαϊκού κανονιστικού πλαισίου από τη δεκαετία του 1990 έως το 2024, με έμφαση στις βασικές διατάξεις για τον κτιριακό τομέα	44
Πίνακας 2: Σύγκριση Κανονισμού Θερμομόνωσης & KENAK.....	53
Πίνακας 3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – χωρίς περιορισμούς)	129
Πίνακας 4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – με περιορισμούς)	130
Πίνακας 5: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – με περιορισμούς & αύξηση πάχους θερμομόνωσης σε δάπεδο & οροφή)	131
Πίνακας 6: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – με περιορισμούς & βελτίωση ποιότητας κουφωμάτων)	132
Πίνακας 7: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή – χωρίς περιορισμούς)	134
Πίνακας 8: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή – με περιορισμούς).....	135
Πίνακας 9: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία)	136
Πίνακας 10: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή)	136
Πίνακας 11: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης)	139
Πίνακας 12: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις σημαντικής όχλησης).....	140
Πίνακας 13: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή με θερμομόνωση – επεμβάσεις σημαντικής όχλησης).....	141
Πίνακας 14: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή με θερμομόνωση – επεμβάσεις σημαντικής όχλησης).....	142
Πίνακας 15: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης: αύξηση πάχους θερμομόνωσης σε οροφές & δάπεδα). 143	
Πίνακας 16: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης: βελτίωση κουφωμάτων)	143
Πίνακας 17: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση –	

<i>επεμβάσεις χαμηλής όχλησης: αύξηση πάχους θερμομόνωσης σε οροφές – δάπεδα & βελτίωση κουφωμάτων)</i>	<i>144</i>
<i>Πίνακας 18: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση)</i>	<i>145</i>
<i>Πίνακας 19: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση)</i>	<i>145</i>

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Κ.Εν.Α.Κ.	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
Ε.Α.Π.	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Τ.Ε.Ε.	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων)
nZEB	Nearly Zero-Energy Buildings (Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης)
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση και αξιολόγηση του κανονιστικού πλαισίου και των τεχνικών που εφαρμόζονται για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτιριακά έργα, ιδιαίτερα σε περιοχές με αρχιτεκτονικούς και γεωγραφικούς περιορισμούς.

Ο κτιριακός τομέας αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους καταναλωτές ενέργειας σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο, συμβάλλοντας σημαντικά τόσο στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όσο και στη συνολική κατανάλωση φυσικών πόρων. Η συνεχής αύξηση των στεγαστικών αναγκών, σε συνδυασμό με την περιορισμένη διαθεσιμότητα ενεργειακών και οικονομικών πόρων, καθιστά επιτακτική την υιοθέτηση ολοκληρωμένων στρατηγικών εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων. Η πρόκληση αυτή εντείνεται σε γεωγραφικές περιοχές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως τα μικρά και απομονωμένα νησιά, όπου οι κλιματικές συνθήκες, η περιορισμένη προσβασιμότητα και οι ιδιαιτερότητες του δομημένου περιβάλλοντος, δημιουργούν πρόσθετους περιορισμούς στον σχεδιασμό και την εφαρμογή σύγχρονων ενεργειακών λύσεων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μέσω ενός πλαισίου προδιαγραφών που θα διέπουν την αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων και την ανέγερση των νέων. Κεντρικό ρόλο σε αυτή τη στρατηγική διαδραματίζει η αναθεωρημένη Οδηγία (Ε.Ε.) 2024/1275 για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD), καθώς και οι αντίστοιχες εθνικές κανονιστικές ρυθμίσεις, όπως ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.).

Παρά το σαφές θεσμικό πλαίσιο, η πρακτική εφαρμογή των απαιτήσεων αυτών παρουσιάζει σημαντικές προκλήσεις, ιδιαίτερα σε νησιωτικές περιοχές, όπου οι τεχνικές οδηγίες συχνά συγκρούονται με παραδοσιακούς αρχιτεκτονικούς

περιορισμούς, αυξημένα κόστη εύρεσης & μεταφοράς υλικών και περιορισμένη διαθεσιμότητα εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού.

Η ανάγκη διερεύνησης της δυνατότητας εφαρμογής και της αποτελεσματικότητας των σύγχρονων τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας σε τέτοια περιβάλλοντα, καθίσταται συνεπώς κρίσιμη, τόσο για την επίτευξη των ευρωπαϊκών και εθνικών ενεργειακών στόχων, όσο και για τη διαμόρφωση ρεαλιστικών, προσαρμοσμένων στις τοπικές συνθήκες, λύσεων.

1.2 Περιγραφή της μεθοδολογίας ανάλυσης

Η παρούσα διπλωματική εργασία υιοθετεί μια συνδυαστική ερευνητική προσέγγιση, η οποία ενσωματώνει τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές μεθόδους ανάλυσης.

Σε πρώτο στάδιο πραγματοποιείται ανασκόπηση της διεθνούς και ευρωπαϊκής βιβλιογραφίας, με στόχο τη χαρτογράφηση των ισχυόντων κανονισμών, πολιτικών και τεχνικών κατευθύνσεων που αφορούν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και τα Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (Nzeb). Η ανασκόπηση αυτή περιλαμβάνει θεσμικά κείμενα, τεχνικές οδηγίες, επιστημονικές δημοσιεύσεις και σύγχρονες μελέτες περίπτωσης.

Σε δεύτερο στάδιο και με σκοπό την αξιολόγηση της δυνατότητας εφαρμογής των παραπάνω, επιλέγονται και αναλύονται δύο τυπικά κτιριακά έργα (υφιστάμενο & νέο), τοποθετημένα σε δυσπρόσιτη νησιωτική περιοχή, στα οποία θα αναλυθούν τα αποτελέσματα των ενεργειακών παρεμβάσεων, τόσο στην περίπτωση συγκεκριμένων αρχιτεκτονικών περιορισμών (περιοχή εντός παραδοσιακού οικισμού), όσο και στην περίπτωση μη ύπαρξης των περιορισμών αυτών (περιοχή εκτός οικισμού ή εντός μη παραδοσιακών οικισμών).

Ακολούθως, σχεδιάζονται και αξιολογούνται εναλλακτικά σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης, τα οποία περιλαμβάνουν παρεμβάσεις στο θερμικό κέλυφος, την αντικατάσταση κουφωμάτων, την εγκατάσταση ή αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, καθώς και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών. Για την ενεργειακή αποτύπωση της υφιστάμενης

ενεργειακής κατάστασης και την εφαρμογή των παρεμβάσεων, θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλο λογισμικό (T.E.E. K.EN.A.K. & AutoK.EN.A.K.).

Με το σύγκριση των παραπάνω περιπτώσεων, θα αξιολογηθεί καλύτερα η διαφορά στην αποτελεσματικότητα των ενεργειακών παρεμβάσεων σε διαφορετικά αρχιτεκτονικά περιβάλλοντα. Τα αποτελέσματα των σεναρίων συγκρίνονται βάσει προκαθορισμένων δεικτών & στόχων, όπως η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, το λειτουργικό κόστος και οι συνθήκες θερμικής άνεσης, καθώς και η συμμόρφωση με το ισχύον κανονιστικό εθνικό πλαίσιο.

1.3 Δομή της εργασίας

Η διπλωματική εργασία ακολουθεί την παρακάτω δομή:

Στο Κεφ. 2 αναπτύσσεται και αξιολογείται το θεωρητικό και θεσμικό πλαίσιο, με αναφορά των ευρωπαϊκών και εθνικών κανονισμών, των πολιτικών ενεργειακής αποδοτικότητας και των απαιτήσεων για τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

Το Κεφ. 3 περιλαμβάνει την αξιολόγηση της δυνατότητας εφαρμογής του προαναφερθέντος θερμικού πλαισίου και των αντίστοιχων τεχνικών επεμβάσεων σε περιβάλλοντα με αρχιτεκτονικούς και γεωγραφικούς περιορισμούς, με αναφορά σε αντίστοιχες περιπτώσεις από την ευρωπαϊκή βιβλιογραφία.

Στο Κεφ. 4 παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες για την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων, ώστε η ανάγνωση της εργασίας να είναι ευκολότερη και για λιγότερο μυημένους στο αντικείμενο αναγνώστες

Στο Κεφ. 5 γίνεται αναφορά στις συνηθέστερες τεχνικές που εφαρμόζονται σήμερα για την ενεργειακή αναβάθμισή των κτιρίων

Το Κεφ. 6 περιλαμβάνει τη συγκριτική εφαρμογή και αξιολόγηση των ενεργειακών παρεμβάσεων σε αντιπροσωπευτική περιοχή με ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά

Τέλος, **στο Κεφ. 7** διατυπώνονται τα συμπεράσματα της εργασίας και προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα και περαιτέρω εφαρμογές.

2. Κεφάλαιο 3: Θεσμικό και Κανονιστικό Πλαίσιο Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

2.1 Ιστορική αναδρομή της διαμόρφωσης του θεσμικού και κανονιστικού πλαισίου για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα

2.1.1 Εξέλιξη των ευρωπαϊκών πολιτικών ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Η ευρωπαϊκή πολιτική για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έχει διανύσει μια μακρά πορεία εξέλιξης που εκτείνεται σε περισσότερες από τέσσερις δεκαετίες, αντανakλώντας τις μεταβαλλόμενες προτεραιότητες της Ένωσης σε θέματα ενέργειας, περιβάλλοντος και κλιματικής αλλαγής. Η κατανόηση αυτής της ιστορικής εξέλιξης είναι απαραίτητη για την ερμηνεία του σύγχρονου κανονιστικού πλαισίου.

Η αφετηρία εντοπίζεται στις πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 — την **Πετρελαϊκή κρίση του 1973** ως αποτέλεσμα του πολέμου του Γιομ Κιπούρ (Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια, 2026) και τη δεύτερη **Πετρελαϊκή κρίση του 1979** ως αποτέλεσμα της Ιρανικής Επανάστασης (Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια, 2026), οι οποίες ανέδειξαν την ενεργειακή εξάρτηση της Ευρώπης και οδήγησαν πολλά ευρωπαϊκά κράτη στη θέσπιση εθνικών κανονισμών θερμομόνωσης κτιρίων, χωρίς ωστόσο κοινοτικό συντονισμό. Η Δανία από τις αρχές του 1970 και η Γερμανία με την **Thermal Insulation Ordinance (Wärmeschutzverordnung)** του 1977 πρωτοπόρησαν, θέτοντας τις βάσεις για τις μετέπειτα ευρωπαϊκές πολιτικές.

Κατά τη δεκαετία του 1980, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα ανέπτυξε πιο συντονισμένη προσέγγιση. Το πρόγραμμα **SAVE (Specific Actions for Vigorous Energy Efficiency)**, μέσω της Οδηγίας 93/76/ΕΟΚ (Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας, 1993), αποτέλεσε την πρώτη ουσιαστική κοινοτική πρωτοβουλία για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, απαιτώντας από τα κράτη-μέλη τη θέσπιση προγραμμάτων ενεργειακής πιστοποίησης (άρθ. 2), αποτελεσματικότερης

θερμομόνωσης (άρθ. 5), τακτικής επιθεώρησης εγκαταστάσεων θέρμανσης (άρθ. 6) και περιοδικής επιθεώρησης ενεργοβόρων βιομηχανικών επιχειρήσεων (άρθ. 7).

Η δεκαετία του 1990 σηματοδότησε στροφή προς την περιβαλλοντική διάσταση της ενεργειακής πολιτικής. Η **Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC)** του 1992 (Ηνωμένα Έθνη, 1992) και το **Πρωτόκολλο του Κιότο του 1997** (Ηνωμένα Έθνη, 1997), έθεσαν διεθνείς δεσμεύσεις για τη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, αναδεικνύοντας τον κτιριακό τομέα ως κρίσιμο πεδίο δράσης. Η Σύμβαση-Πλαίσιο, σε ισχύ από την 21η Μαρτίου του 1994, επέβαλε σε όλα τα μέρη υποχρεώσεις θέσπισης εθνικών προγραμμάτων, ενώ απαιτούσε ειδικά από τις βιομηχανικές χώρες τη σταθεροποίηση εκπομπών στα επίπεδα του 1990 έως το 2000. Ο στόχος αυτός, ωστόσο, δεν ήταν δεσμευτικός.

Η αδυναμία αυτή οδήγησε στην υιοθέτηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο (11 Δεκεμβρίου 1997), το οποίο καθιέρωσε νομικά δεσμευτικούς στόχους μείωσης εκπομπών, εισάγοντας παράλληλα μηχανισμούς εφαρμογής βασισμένους στις αρχές της αγοράς.

Κατά την πρώτη περίοδο δεσμεύσεων (2008-2012), τα μέρη ανέλαβαν μείωση κατά μέσο όρο 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, ενώ η Ε.Ε. δεσμεύθηκε σε 8%. Με την τροποποίηση της Ντόχα (2012), θεσπίστηκε δεύτερη περίοδος δεσμεύσεων (2013-2020) με στόχο μείωση τουλάχιστον 18%, ενώ η Ε.Ε. υιοθέτησε κοινό στόχο μείωσης 20%. Η Ελλάδα υιοθέτησε τη Σύμβαση-Πλαίσιο με τον Ν. 2205/1994 (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 1994) και το Πρωτόκολλο με τον Ν. 3017/2002 (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 2002).

Παράλληλα, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η **Λευκή Βίβλος για την ενεργειακή πολιτική** του 1995 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1995) και η **Πράσινη Βίβλος για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού** του 2000 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2000), ανέδειξαν την ενεργειακή απόδοση ως τον οικονομικότερο και άμεσα διαθέσιμο τρόπο μείωσης ενεργειακής εξάρτησης και εκπομπών, θέτοντας τον κτιριακό τομέα στο επίκεντρο της στρατηγικής.

Η **Λευκή Βίβλος**, όρισε τρεις θεμελιώδεις στόχους, ανταγωνιστικότητα, ασφάλεια εφοδιασμού και περιβαλλοντική προστασία και πρότεινε δράσεις ενίσχυσης ενεργειακής αποδοτικότητας, προώθησης Α.Π.Ε. και ανάπτυξης διευρωπαϊκών δικτύων.

Η **Πράσινη Βίβλος**, επισήμανε ότι η Ε.Ε. κάλυπτε ήδη το 50% των ενεργειακών αναγκών μέσω εισαγωγών, ποσοστό που προβλεπόταν να φθάσει το 70% έως το 2020-2030, με το 45% των εισαγωγών πετρελαίου να προέρχεται από τη Μέση Ανατολή και το 40% του φυσικού αερίου από τη Ρωσία.

Κορυφαία τομή της περιόδου, υπήρξε η Οδηγία 2002/91/EK (EPBD) (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2002), που εισήγαγε για πρώτη φορά την ολοκληρωμένη ενεργειακή αξιολόγηση κτιρίων, τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης, τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και τους τακτικούς ελέγχους συστημάτων θέρμανσης-κλιματισμού, σηματοδοτώντας τη μετάβαση από μεμονωμένες τεχνικές απαιτήσεις σε ολοκληρωμένο κανονιστικό πλαίσιο. **Η οδηγία αυτή, λόγω της σπουδαιότητάς της, αναπτύσσεται πιο εκτενώς στην παρακάτω ενότητα 2.1.2 του κεφαλαίου.**

Μετά το 2005, οι πρωτοβουλίες εντατικοποιήθηκαν.

Η πρώτη από αυτές τις πρωτοβουλίες αποτυπώθηκε στα **Συμπεράσματα του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 11ης-12ης Δεκεμβρίου 2008** (Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2009), όπου η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε το ολοκληρωμένο **πακέτο πολιτικών για την ενέργεια και την κλιματική αλλαγή**, θέτοντας τους δεσμευτικούς στόχους 20-20-20 με ορίζοντα το 2020. Οι στόχοι αυτοί αφορούσαν:

- (α) μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990,
- (β) αύξηση μεριδίου Α.Π.Ε. στο 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και
- (γ) βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%.

Οι στόχοι αυτοί μεταφράστηκαν σε κτιριακές απαιτήσεις μέσω της αναθεωρημένης Οδηγίας 2010/31/Ε.Ε. (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2010), η οποία εισήγαγε τα **Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης**

(**Nearly Zero-Energy Buildings — NZEBs**) με σαφή χρονικά ορόσημα εφαρμογής. **Η οδηγία αυτή, αναπτύσσεται πιο εκτενώς στην παρακάτω ενότητα 2.1.3 του κεφαλαίου.**

Επόμενο βήμα, ήταν η Ανακοίνωση της Επιτροπής της 28ης Ιανουαρίου 2014, με τίτλο **«Πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια κατά την περίοδο 2020–2030»** (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014), η οποία έθεσε δεσμευτικό στόχο μείωσης εκπομπών κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030, κατανεμημένο μεταξύ τομέων ETS (Emissions Trading System / Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών – Σ.Ε.Δ.Ε.), (μείωση 43% σε σχέση με 2005) και εκτός ETS (μείωση 30%).

Προτάθηκε στόχος Α.Π.Ε. 27%, ο οποίος αναθεωρήθηκε σε 32% μέσω της δέσμης «Καθαρή Ενέργεια για Όλους τους Ευρωπαίους» (2018). Η εκτίμηση επιπτώσεων υπογράμμισε ότι τα σενάρια μείωσης εκπομπών κατά 40% προϋπέθεταν ουσιαστική πρόοδο στην ενεργειακή αποδοτικότητα, ιδίως στους τομείς εκτός ETS, **χαρακτηρίζοντας τα κτίρια ως βασικό πεδίο εξοικονόμησης ενέργειας. Η εκτίμηση επιπτώσεων υπογράμμισε ότι τα σενάρια μείωσης εκπομπών κατά 40 % προϋπέθεταν ουσιαστική πρόοδο στην ενεργειακή αποδοτικότητα, ιδίως στους τομείς εκτός ΣΕΔΕ, όπου τα κτίρια (μέσω θέρμανσης, ψύξης και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας) αντιπροσώπευαν σημαντικό μερίδιο εκπομπών.**

Το Πλαίσιο 2030 προέβλεψε επίσης τη θέσπιση νέου μηχανισμού διακυβέρνησης βάσει εθνικών σχεδίων για ανταγωνιστική, ασφαλή και βιώσιμη ενέργεια — προδρόμου των Εθνικών Σχεδίων για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) που θεσμοθετήθηκαν αργότερα με τον Κανονισμό Διακυβέρνησης (ΕΕ) 2018/1999 — μέσω των οποίων τα κράτη μέλη θα παρουσίαζαν τα μέτρα τους για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος. Κατ' αυτόν τον τρόπο, το **Πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια κατά την περίοδο 2020–2030**, αν και δεν περιείχε εξειδικευμένες κτιριακές διατάξεις, θεμελίωσε το πολιτικό πλαίσιο εντός του οποίου εντάχθηκε η μεταγενέστερη αναθεώρηση τόσο της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (EPBD 2018/844/ΕΕ) όσο και της Οδηγίας για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (EED

2018/2002/EE) στο πλαίσιο της δέσμης «Καθαρή Ενέργεια για Όλους τους Ευρωπαίους».

Η **Συμφωνία των Παρισίων (Paris Agreement)** (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2016) αποτέλεσε τη πρώτη καθολική, νομικά δεσμευτική διεθνή συμφωνία για την κλιματική αλλαγή.

Η **Συμφωνία των Παρισίων (Paris Agreement)**, που διαπραγματεύθηκε από 196 μέρη στο πλαίσιο της 21ης Διάσκεψης των Μερών (COP21) της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), υιοθετήθηκε στις 12 Δεκεμβρίου 2015 και τέθηκε σε ισχύ στις 4 Νοεμβρίου 2016. Αποτέλεσε την πρώτη καθολική, νομικά δεσμευτική διεθνή συμφωνία για το κλίμα, με κεντρικό στόχο τη συγκράτηση της θερμοκρασιακής αύξησης σαφώς κάτω των 2°C, με επιδίωξη περιορισμού στον 1,5°C, μέσω Εθνικά Καθορισμένων Συνεισφορών (NDCs) ανά πενταετία. Η **Συμφωνία των Παρισίων** δεν περιείχε ειδικές τομεακές διατάξεις για τα κτίρια ούτε ρητές αναφορές στην ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιριακού αποθέματος· αντιθέτως, υιοθέτησε μια οριζόντια, τεχνολογικά ουδέτερη προσέγγιση, αφήνοντας στα μέρη τον καθορισμό των τομεακών μέσων επίτευξης των στόχων μέσω των NDCs τους. **Ωστόσο, η υλοποίηση των δεσμεύσεων που απέρρεαν από τη Συμφωνία κατέστησε σαφές ότι ο κτιριακός τομέας — υπεύθυνος σε παγκόσμιο επίπεδο για περίπου 38 % των ενεργειακών εκπομπών CO₂ και στην ΕΕ για περίπου 40 % της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και 36 % των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου — αποτελούσε κρίσιμο πεδίο παρέμβασης.**

Η Συμφωνία λειτούργησε ως καταλύτης για τη θέσπιση και ενίσχυση ενωσιακών νομοθετικών εργαλείων που αφορούσαν άμεσα τα κτίρια, συμπεριλαμβανομένης της αναθεώρησης της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (EPBD), της Οδηγίας για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (EED) και του Κανονισμού Διακυβέρνησης (EE) 2018/1999, ο οποίος ενσωμάτωσε ρητά τον πενταετή κύκλο αναθεώρησης της Συμφωνίας και τις υποχρεώσεις παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα στα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ). Κατ' αυτόν τον τρόπο, η Συμφωνία των Παρισίων, αν και δεν ρύθμιζε άμεσα

τον κτιριακό τομέα, θεμελίωσε το διεθνές πολιτικό πλαίσιο εντός του οποίου αναπτύχθηκε η ευρωπαϊκή στρατηγική για την ενεργειακή αναβάθμιση και απανθρακοποίηση του κτιριακού αποθέματος.

Επόμενο σημαντικό βήμα στην ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αποτέλεσε η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal) του 2019.

Η **Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal)** (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019), υιοθετημένη στις 11 Δεκεμβρίου 2019, αποτέλεσε ορόσημο, θέτοντας στόχο τον μετασχηματισμό της Ε.Ε. σε κλιματικά ουδέτερη οικονομία έως το 2050. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον κτιριακό τομέα, υπεύθυνο για 40% της ενέργειας στην Ε.Ε., με ετήσιο ρυθμό ανακαίνισης μόλις 0,4 - 1,2%, ο οποίος θα έπρεπε να διπλασιαστεί.

Εισήχθη η έννοια του «κύματος ανακαινίσεων» (renovation wave), με στόχο την αντιμετώπιση τόσο της ενεργειακής αποδοτικότητας όσο και της ενεργειακής φτώχειας που πλήττει εκατομμύρια Ευρωπαίους. Η Επιτροπή δεσμεύτηκε για αυστηρή εφαρμογή νομοθεσίας ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, αναθεώρηση του Κανονισμού Δομικών Προϊόντων και δημιουργία καινοτόμων χρηματοδοτικών σχημάτων. Η στρατηγική πρωτοβουλία «Κύμα Ανακαινίσεων» (Οκτώβριος 2020) εξειδίκευσε τον στόχο ανακαίνισης 35 εκατομμυρίων κτιρίων έως το 2030, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην κοινωνική κατοικία, τα σχολεία και τα νοσοκομεία.

Η παραπάνω Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία του 2019, για να ήταν δεσμευτικά εφαρμόσιμη, απαιτούσε και την υιοθέτηση του αντίστοιχου θεσμικού πλαισίου.

Το απαιτούμενο αυτό θεσμικό πλαίσιο ήταν ο Κανονισμός (Ε.Ε.) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 30ής Ιουνίου 2021 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2021), γνωστός ως «**Ευρωπαϊκός Κλιματικός Νόμος (European Climate Law)**», ο οποίος θέσπισε το πλαίσιο για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο κανονισμός αυτός τέθηκε σε ισχύ στις 29 Ιουλίου 2021, τροποποιώντας τους Κανονισμούς (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999.

Ο Κανονισμός κατέστησε νομικά δεσμευτικό τον στόχο κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, με ενδιάμεσο στόχο μείωσης εκπομπών κατά 55% έως το 2030 (άρθ. 4). Καθιέρωσε μηχανισμό παρακολούθησης σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, αξιοποιώντας τον Κανονισμό Διακυβέρνησης 2018/1999 και τα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ). Επίσης, ο Κανονισμός ίδρυσε το Ευρωπαϊκό Επιστημονικό Συμβουλευτικό Όργανο για την Κλιματική Αλλαγή (*European Scientific Advisory Board on Climate Change*), με αρμοδιότητα παροχής ανεξάρτητης επιστημονικής τεκμηρίωσης.

Αν και ο Ευρωπαϊκός Κλιματικός Νόμος δεν περιείχε ειδικές τομεακές διατάξεις για τα κτίρια, αποτέλεσε τη νομική βάση και το κανονιστικό πλαίσιο αναφοράς για ολόκληρη τη δέσμη «Προσαρμογή στον στόχο 55» (*Fit for 55*), η οποία παρουσιάστηκε από την Επιτροπή τον Ιούλιο 2021 (βλ. παρακάτω). Στο πλαίσιο αυτό, ο κτιριακός τομέας αναγνωρίστηκε ως ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας στην ΕΕ, υπεύθυνος για περίπου 40 % της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και 36 % των ενεργειακών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου — και ως τομέας στον οποίο η ανεπαρκής ανακαίνιση απειλούσε τη βιωσιμότητα των κλιματικών στόχων. Ο Κανονισμός παρέπεμπε ρητά, μεταξύ άλλων, στην Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (EPBD) και στην Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή αποδοτικότητα (EED), οι οποίες αποτελούσαν κεντρικά νομοθετικά εργαλεία υλοποίησης των κλιματικών δεσμεύσεων.

Ειδικότερα, η αναθεώρηση της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων εντάχθηκε στο Πρόγραμμα Εργασίας της Επιτροπής του 2021 ως μέρος της δέσμης «Fit for 55» και παρουσιάστηκε τον Δεκέμβριο 2021. Η πρόταση αναθεώρησης αναφέρθηκε ρητά στον Κανονισμό (ΕΕ) 2021/1119, τονίζοντας ότι ο Κλιματικός Νόμος κατέστησε τον στόχο κλιματικής ουδετερότητας νομικά δεσμευτικό και ότι χωρίς ουσιαστική ενίσχυση της ενεργειακής ανακαίνισης του κτιριακού αποθέματος, ο στόχος μείωσης εκπομπών κατά 55 % δεν ήταν εφικτός. Η εκτίμηση επιπτώσεων που συνόδευσε την πρόταση κατέδειξε ότι, χωρίς τις οδηγίες μιας αναθεωρημένης EPBD, η προσπάθεια απανθρακοποίησης του κτιριακού τομέα δεν θα είχε το αναμενόμενο αποτέλεσμα.

Η αναθεωρημένη EPBD, σε συνδυασμό με τον Κλιματικό Νόμο, ανέπτυξε το όραμα ενός κτιριακού αποθέματος μηδενικών εκπομπών έως το 2050 και εισήγαγε νέα εργαλεία, όπως τα ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης (*Minimum Energy Performance Standards — MEPS*), τα εθνικά σχέδια ανακαίνισης κτιρίων και η υποχρέωση κτιρίων μηδενικών εκπομπών για νέες κατασκευές. Παράλληλα, η αναθεωρημένη Οδηγία για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (EED recast — Οδηγία (ΕΕ) 2023/1791) ενσωμάτωσε τον στόχο κλιματικής ουδετερότητας ως σημείο αναφοράς για την παρακολούθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε εθνικό επίπεδο. Τέλος, ο Κλιματικός Νόμος αποτέλεσε επίσης τη βάση για τη σύσταση του Κοινωνικού Ταμείου για το Κλίμα [Κανονισμός (ΕΕ) 2023/955], το οποίο προέβλεπε χρηματοδοτική στήριξη για ενεργειακές ανακαινίσεις κτιρίων ευάλωτων νοικοκυριών, αναγνωρίζοντας τη δίκαιη μετάβαση ως αναπόσπαστο στοιχείο της κλιματικής πολιτικής.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο Ευρωπαϊκός Κλιματικός Νόμος λειτούργησε ως η νομική ραχοκοκαλιά στην οποία αρθρώθηκε ολόκληρο το ρυθμιστικό οικοδόμημα για τη μετάβαση του κτιριακού τομέα, καθιστώντας τους στόχους ενεργειακής αποδοτικότητας και απανθρακοποίησης των κτιρίων νομικά αναγκαίες δεσμεύσεις και όχι απλές πολιτικές φιλοδοξίες.

Άμεση συνέπεια της Ευρωπαϊκού Κλιματικού Νόμου, ήταν η δέσμη νομοθεσίας **«Προσαρμογή στον στόχο του 55 %» (Fit for 55)**.

Η δέσμη μέτρων **«Fit for 55»** (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2021), που παρουσιάστηκε τον Ιούλιο και Δεκέμβριο 2021, αποτέλεσε το πλέον ολοκληρωμένο νομοθετικό πακέτο, περιλαμβάνοντας 13 αναθεωρήσεις υφιστάμενων νόμων και 6 νέες προτάσεις.

Ο κτιριακός τομέας κατείχε κεντρική θέση στην αρχιτεκτονική της δέσμης **«Fit for 55»**, καθώς αναγνωριζόταν ως ένας από τους τομείς με το μεγαλύτερο δυναμικό μείωσης εκπομπών. Η αναθεώρηση της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD) αποτελούσε μέρος του προγράμματος εργασίας της Επιτροπής για το 2021 **«Fit for 55»** και συμπλήρωνε τα άλλα στοιχεία της δέσμης που προτάθηκαν τον Ιούλιο του 2021, θέτοντας το όραμα για την επίτευξη ενός κτιριακού αποθέματος μηδενικών εκπομπών έως το 2050. Επρόκειτο για βασικό νομοθετικό μέσο για την

επίτευξη των στόχων απανθρακοποίησης του 2030 και του 2050, το οποίο αξιοποιούσε βασικά στοιχεία της Στρατηγικής Κύματος Ανακαινίσεων, συμπεριλαμβανομένης της πρόθεσης να προταθούν υποχρεωτικά ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης.

Στις 15 Δεκεμβρίου 2021, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια σημαντική αναθεώρηση (αναδιατύπωση) της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD), ως μέρος της δέσμης «Fit for 55». Η πρόταση στόχευε στην επιτάχυνση των ρυθμών ανακαίνισης κτιρίων, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και της ενεργειακής κατανάλωσης, και στην προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια. Σύμφωνα με την πρόταση της Επιτροπής για την αναδιατύπωση της EPBD 2021, όλα τα νέα κτίρια στην ΕΕ έπρεπε να είναι μηδενικών εκπομπών από το 2030, ενώ όλα τα νέα δημόσια κτίρια έπρεπε να είναι μηδενικών εκπομπών από το 2027. Η Επιτροπή πρότεινε την εισαγωγή ελάχιστων προτύπων αποδοτικότητας σε επίπεδο ΕΕ, προκαλώντας αύξηση του ρυθμού ανακαίνισης των κτιρίων με τις χειρότερες επιδόσεις. Τα μη κατοικημένα κτίρια με πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κατηγορίας G (χαμηλότερη) θα έπρεπε να ανακαινιστούν και να βελτιωθούν τουλάχιστον στην κατηγορία F έως το 2027 και στην κατηγορία E έως το 2030.

Η EPBD έθετε το συνολικό όραμα για νέα και υφιστάμενα κτίρια που εφαρμοζόταν σε όλες τις διατάξεις που σχετίζονταν με τα κτίρια των άλλων πρωτοβουλιών «Fit for 55». Με την κλιμάκωση των δράσεων για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα, η EPBD θα συνέβαλλε επίσης στην επίτευξη των συνολικών στόχων ενεργειακής αποδοτικότητας που ορίζονταν στην Οδηγία Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EED). Ο υψηλότερος αριθμός ανακαινίσεων που θα προκαλούσε η πρόταση EPBD και η απαίτηση για τα νέα κτίρια να εγκαθιστούν συστήματα θέρμανσης χωρίς άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να ενσωματώνουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ώστε να γίνουν κτίρια μηδενικών εκπομπών, θα επέτρεπε την επίτευξη του ενδεικτικού στόχου του 2030 για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στην τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, σύμφωνα με την Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (RED).

Η αναθεώρηση της Οδηγίας Ενεργειακής Αποδοτικότητας (EED) αποτέλεσε επίσης κρίσιμο στοιχείο της δέσμης με άμεσες επιπτώσεις στον κτιριακό τομέα. Η αναδιατύπωση της EED όπως προτάθηκε από την Επιτροπή απαιτούσε από τα κράτη μέλη σχεδόν να διπλασιάσουν τις ετήσιες υποχρεώσεις εξοικονόμησης ενέργειας, να καταβάλουν υποδειγματικές προσπάθειες στον δημόσιο τομέα, να αντιμετωπίσουν την ενεργειακή φτώχεια και να λάβουν άλλα μέτρα για την επίτευξη 9% περισσότερης εξοικονόμησης ενέργειας από ό,τι προβλεπόταν στην υφιστάμενη ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η EED έθετε αυξημένο στόχο 39% και 36% εξοικονόμησης ενεργειακής αποδοτικότητας στην κατανάλωση πρωτογενούς και τελικής ενέργειας αντίστοιχα. Επιπλέον, τα κράτη μέλη θα έπρεπε να επιτύχουν νέες εξοικονομήσεις τελικής ενεργειακής κατανάλωσης τουλάχιστον 1,5% ετησίως από το 2024 έως το 2030, αυξημένο από 0,8% για την περίοδο 2021-2023, και 1,7% στον δημόσιο τομέα. Η πρόταση περιελάμβανε ξεχωριστό στόχο για τον δημόσιο τομέα να επιτύχει ετήσια μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 1,7%.

Ιδιαίτερα καινοτόμο στοιχείο της δέσμης «Fit for 55» αποτέλεσε η επέκταση του συστήματος εμπορίας εκπομπών στον κτιριακό τομέα μέσω της δημιουργίας ενός νέου συστήματος (ETS 2). Ως μέρος της δέσμης «Fit for 55», η Επιτροπή πρότεινε αναθεώρηση της οδηγίας ETS που θα επεξέτεινε το σύστημα εμπορίας εκπομπών στους τομείς των κτιρίων και των οδικών μεταφορών, όπου ο ρυθμός απανθρακοποίησης είχε υπάρξει μέχρι τότε ανεπαρκής για την επίτευξη των στόχων κλιματικής δράσης της ΕΕ. Ένα νέο, ξεχωριστό σύστημα εμπορίας εκπομπών (ETS 2) θα δημιουργούνταν για τις εκπομπές από καύσιμα που χρησιμοποιούνταν για καύση σε κτίρια, οδικές μεταφορές και πρόσθετους τομείς. Το ETS 2 θα συμπλήρωνε άλλες πολιτικές της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας στους καλυπτόμενους τομείς, βοηθώντας τα κράτη μέλη να επιτύχουν τους στόχους μείωσης εκπομπών τους.

Για την αντιμετώπιση των κοινωνικών επιπτώσεων της μετάβασης, η δέσμη περιελάμβανε τη δημιουργία ενός νέου Κοινωνικού Κλιματικού Ταμείου. Στόχος του Κοινωνικού Κλιματικού Ταμείου (SCF) ήταν να βοηθήσει τα ευάλωτα νοικοκυριά, τις πολύ μικρές επιχειρήσεις και τους χρήστες μεταφορών να αντιμετωπίσουν τα πρόσθετα κόστη που ενδεχομένως θα αντιμετώπιζαν όταν η Οδηγία για το Σύστημα Εμπορίας

Εκπομπών (ETS) της ΕΕ θα αναθεωρούνταν για να καλύψει αυτούς τους δύο τομείς. Το SCF θα παρείχε έως και 65 δισεκατομμύρια ευρώ σε χρηματοδότηση της ΕΕ κατά την περίοδο 2026-2032. Τα κράτη μέλη θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα έσοδα που διατίθονταν στο Κοινωνικό Κλιματικό Ταμείο για να βοηθήσουν τους πλέον αναξιοπαθούντες μέσω μέτρων και επενδύσεων για την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, την ανακαίνιση κτιρίων, την απανθρακοποίηση της θέρμανσης και ψύξης στα κτίρια, και την υιοθέτηση κινητικότητας και μεταφορών μηδενικών και χαμηλών εκπομπών.

Η δέσμη «Fit for 55» αποτελούνταν από ένα σύνολο διασυνδεδεμένων προτάσεων που υποστηρίζονταν από ανάλυση εκτίμησης επιπτώσεων. Η ανάλυση έδειξε ότι μια υπερβολική εξάρτηση από ενισχυμένες ρυθμιστικές πολιτικές θα οδηγούσε σε αδικαιολόγητα υψηλά οικονομικά βάρη, ενώ η τιμολόγηση άνθρακα από μόνη της δεν θα ξεπερνούσε τις επίμονες αστοχίες της αγοράς και τα μη οικονομικά εμπόδια. Το επιλεγμένο μείγμα πολιτικής επομένως εξισορροπούσε προσεκτικά τιμολόγηση, στόχους, πρότυπα και μέτρα υποστήριξης.

Η χρήση ενέργειας στα κτίρια αντιμετωπιζόταν από τη νομοθεσία για το ETS, τον επιμερισμό προσπαθειών, την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την ενεργειακή αποδοτικότητα και το Κοινωνικό Κλιματικό Ταμείο. Η προσέγγιση αυτή αντικατόπτριζε την αναγνώριση ότι ο κτιριακός τομέας, ο οποίος ευθυνόταν για περίπου το 40% της ενεργειακής κατανάλωσης και το 36% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ, απαιτούσε μια πολυδιάστατη παρέμβαση που συνδύαζε κανονιστικά μέτρα, μηχανισμούς αγοράς και κοινωνικά μέτρα στήριξης.

Συμπερασματικά, η δέσμη «Fit for 55» του 2021 αποτέλεσε τη νομοθετική αποτύπωση της φιλοδοξίας της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για τον κτιριακό τομέα. Μέσω της αναθεώρησης της EPBD, της EED και της επέκτασης του συστήματος εμπορίας εκπομπών, η ΕΕ επεδίωξε τη ριζική μεταμόρφωση του κτιριακού αποθέματος, με στόχο όλα τα κτίρια να καταστούν μηδενικών εκπομπών έως το 2050. Η εισαγωγή υποχρεωτικών ελάχιστων προτύπων ενεργειακής απόδοσης, η απαίτηση για κτίρια μηδενικών εκπομπών στις νέες κατασκευές και η σύνδεση του κτιριακού τομέα με

μηχανισμούς τιμολόγησης άνθρακα σηματοδότησαν μια θεμελιώδη αλλαγή στην ευρωπαϊκή πολιτική για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, με άμεσες επιπτώσεις στις εθνικές στρατηγικές ανακαίνισης και στο θεσμικό πλαίσιο που διέπει τον ελληνικό κτιριακό τομέα.

Η τελευταία πενταετία σηματοδοτεί μια νέα φάση στην εξέλιξη των πολιτικών για τον κτιριακό τομέα. Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050 κατέστησαν σαφές ότι οι σταδιακές βελτιώσεις δεν επαρκούν. Η αναθεωρημένη **Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275** (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2024), εισάγει την έννοια των Κτιρίων Μηδενικών Εκπομπών (ZEB), μετατοπίζοντας το επίκεντρο από την απλή εξοικονόμηση ενέργειας στην πλήρη απανθρακοποίηση.

Η νέα Οδηγία ενσωματώνει κοινωνικές, οικονομικές και τεχνικές διαστάσεις, δίνοντας έμφαση στην ανακαίνιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας και στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. **Η οδηγία (ΕΕ) 2024/1275, αναπτύσσεται πιο εκτενώς στην παρακάτω ενότητα 2.1.4 του κεφαλαίου.**

Σήμερα πλέον, η πραγματική πρόκληση είναι η όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη εφαρμογή των παραπάνω νομοθετημάτων, ιδιαίτερα σε περιοχές με ιδιαίτερα γεωγραφικά και αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά.

2.1.2 Οδηγία 2002/91/EK - Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD)

Η Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου Ένωσης (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2002), η οποία εκδόθηκε στις 16 Δεκεμβρίου 2002 και τέθηκε σε ισχύ στις 4 Ιανουαρίου 2003 με προθεσμία ενσωμάτωσης την 4η Ιανουαρίου 2006, αποτέλεσε ορόσημο στην

ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική, θεσπίζοντας για πρώτη φορά ένα ολοκληρωμένο κοινοτικό πλαίσιο για τη ρύθμιση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα.

Η οδηγία αυτή, γνωστή διεθνώς ως **Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)**, θεσπίστηκε στο πλαίσιο των δεσμεύσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης που απέρρεαν από το Πρωτόκολλο του Κιότο, με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος. Η σημασία της οδηγίας είναι θεμελιώδης, καθώς εισήγαγε μια ολοκληρωμένη, ενιαία ευρωπαϊκή προσέγγιση στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων, μεταβαίνοντας από τη λογική των μεμονωμένων τεχνικών προδιαγραφών σε μια ολιστική αξιολόγηση της ενεργειακής επίδοσης.

Κατά τη χρονική περίοδο θέσπισής της, ο κτιριακός τομέας ευθυνόταν για περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σελ. 1, εκτίμηση 6). Οι προϋπάρχοντες εθνικοί κανονισμοί ήταν σε μεγάλο βαθμό αποσπασματικοί, βασισμένοι κυρίως σε επιμέρους απαιτήσεις για μεμονωμένα δομικά στοιχεία, όπως ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχοποιιών, υαλοπινάκων ή στεγών, χωρίς να εξετάζουν το κτίριο ως ενιαίο ενεργειακό σύστημα. Η «προσέγγιση βάσει στοιχείου» (component-based ή prescriptive approach) αδυνατούσε να αποτυπώσει τη σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ κτιριακού κελύφους, ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, κλιματικών συνθηκών και συνθηκών χρήσης, με αποτέλεσμα να μην παρέχει ρεαλιστική εικόνα της πραγματικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η Οδηγία εισήγαγε ένα ριζικά διαφορετικό παράδειγμα: την «προσέγγιση βάσει επίδοσης» (performance-based approach), σύμφωνα με την οποία η ενεργειακή αξιολόγηση αφορά τη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, αποτελώντας τον ακρογωνιαίο λίθο όλων των μεταγενέστερων κανονιστικών πλαισίων.

Η Οδηγία αρθρώνεται γύρω από τέσσερις βασικούς πυλώνες.

- Ο πρώτος πυλώνας (άρθ. 3) αφορά τη θέσπιση κοινής μεθοδολογίας υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης, η οποία λαμβάνει υπόψη, τουλάχιστον, τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικά χωρίσματα κ.λπ.), τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και παροχής θερμού νερού, τις

εγκαταστάσεις κλιματισμού και αερισμού, τις ενσωματωμένες εγκαταστάσεις φωτισμού (ιδίως στα μη κατοικημένα κτίρια), τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τις ηλιακές προστασίες, τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών, τις συνθήκες εσωτερικού κλίματος, καθώς και τα εσωτερικά φορτία. Η σημασία αυτού του πυλώνα είναι καθοριστική, διότι μετατόπισε τη βάση αξιολόγησης από τις ιδιότητες μεμονωμένων υλικών στη συνολική ενεργειακή απόδοση, ενσωματώνοντας ρητά τις κλιματικές και τοπικές συνθήκες. Η μεθοδολογία μπορεί να διαφοροποιείται σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, αναγνωρίζοντας την ποικιλομορφία κλιματικών ζωνών και κατασκευαστικών παραδόσεων εντός της Ένωσης.

- Ο δεύτερος πυλώνας (άρθ. 4-5) αφορά τον καθορισμό ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια αλλά και για τα υφιστάμενα κτίρια μεγάλης κλίμακας (ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1.000 m²) που υποβάλλονται σε ριζική ανακαίνιση. Οι απαιτήσεις αυτές πρέπει να αναθεωρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Ειδικά για τα νέα μεγάλα κτίρια, επιβάλλεται η μελέτη τεχνικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής σκοπιμότητας εναλλακτικών ενεργειακών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων αποκεντρωμένων συστημάτων βασισμένων σε Α.Π.Ε., συστημάτων συμπαραγωγής (CHP), τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης και αντλιών θερμότητας.
- Ο τρίτος και ίσως ο πλέον καινοτόμος πυλώνας (άρθ. 7) αφορά τη θέσπιση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ – Energy Performance Certificate), το οποίο τίθεται στη διάθεση ιδιοκτητών, αγοραστών ή μισθωτών κατά την κατασκευή, πώληση ή εκμίσθωση κτιρίων. Το ΠΕΑ, ισχύος δέκα ετών κατ' ανώτατο όριο, περιλαμβάνει αναφορές τιμές και συστάσεις βελτίωσης βάσει κόστους-οφέλους, μετατρέποντας την ενεργειακή απόδοση σε ορατή και συγκρίσιμη ιδιότητα στην αγορά ακινήτων. Σε κτίρια δημόσιας χρήσης ωφέλιμης επιφάνειας άνω των 1.000 m², το ΠΕΑ πρέπει να αναρτάται σε εμφανές σημείο.
- Ο τέταρτος πυλώνας (άρθ. 8-9) αφορά την τακτική επιθεώρηση λεβήτων (20-100 kW) και συστημάτων κλιματισμού (άνω των 12 kW), διασφαλίζοντας τη συνεχή

παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης κατά τη φάση λειτουργίας. Το άρθρ. 10 προβλέπει τη διασφάλιση ανεξάρτητων ειδικευμένων επαγγελματιών για τη διενέργεια πιστοποίησης και επιθεωρήσεων.

Αξίζει να αναφερθεί ότι, το άρθρο 10 προβλέπει τη διασφάλιση ανεξάρτητων ειδικευμένων επαγγελματιών ή φορέων για τη διενέργεια της ενεργειακής πιστοποίησης και των επιθεωρήσεων. Η πρόβλεψη αυτή υπογραμμίζει τη βούληση του ευρωπαϊού νομοθέτη να εξασφαλίσει την αξιοπιστία και την αντικειμενικότητα της διαδικασίας αξιολόγησης.

Η σημασία της Οδηγίας γίνεται πλήρως κατανοητή μόνο εάν εξεταστεί συγκριτικά με τους κανονισμούς που ίσχυαν πριν. Η Οδηγία υπερέβη τη λογική των μεμονωμένων τεχνικών προδιαγραφών, καθιερώνοντας την ολοκληρωμένη ενεργειακή αξιολόγηση, εισάγοντας τον θεσμό της ενεργειακής πιστοποίησης, ενσωματώνοντας τη διάσταση του κύκλου ζωής μέσω υποχρεωτικών επιθεωρήσεων και προωθώντας τη χρήση εναλλακτικών ενεργειακών συστημάτων και Α.Π.Ε.. Η Οδηγία αποτέλεσε θεσμικό θεμέλιο για τη μετέπειτα εξέλιξη της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής. Η κληρονομιά της παραμένει ζωντανή σε κάθε σύγχρονο εθνικό κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, συμπεριλαμβανομένου του ελληνικού ΚΕΝΑΚ, ενώ η αναδιατύπωσή της μέσω της Οδηγίας 2010/31/Ε.Ε. και οι μεταγενέστερες αναθεωρήσεις επέκτειναν τις βασικές αρχές που τέθηκαν το 2002, οδηγώντας από τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) στις σημερινές απαιτήσεις για κτίρια μηδενικών εκπομπών (ZEB).

2.1.3 Οδηγία 2010/31/Ε.Ε. – Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (nearly Zero Energy Buildings – nZEB)

Η αναδιατύπωση της **Οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Οδηγία 2010/31/ΕΕ)**, η οποία εκδόθηκε στις 19 Μαΐου 2010 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2010), αποτέλεσε σημαντικό βήμα προς τα εμπρός, εισάγοντας για πρώτη φορά την έννοια των **κτιρίων σχεδόν μηδενικής**

ενεργειακής κατανάλωσης (nearly Zero Energy Buildings – nZEB) ως στρατηγικό στόχο της ευρωπαϊκής πολιτικής. Η αναδιατύπωση κρίθηκε αναγκαία δεδομένου ότι ο κτιριακός τομέας εξακολουθούσε να ευθύνεται για περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης (σελ. 1, εκτίμηση 3), ενώ η ανάγκη ριζικής μεταστροφής στον σχεδιασμό, κατασκευή και λειτουργία κτιρίων κατέστη επιτακτική στο πλαίσιο των κλιματικών δεσμεύσεων της Ε.Ε..

Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ διαρθρώνεται σε 31 άρθρα και πέντε παραρτήματα, τα οποία καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεματικών σχετικών με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Ακολουθεί ανάλυση των σημαντικότερων διατάξεών της.

Το **άρθρο 2** παρέχει τους ορισμούς-κλειδιά της οδηγίας. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο ορισμός του «κτιρίου σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης» (nearly Zero Energy Building – nZEB), το οποίο ορίζεται **ως κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, στο οποίο η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα απαιτούμενης ενέργειας θα πρέπει να καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ενέργεια παραγόμενη από ανανεώσιμες πηγές, συμπεριλαμβανομένης εκείνης που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.** Ο ορισμός αυτός αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της οδηγίας και σηματοδοτεί μια παραδειγματική μετατόπιση στην αντίληψη περί ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Το **άρθρο 3** υποχρεώνει τα κράτη-μέλη να υιοθετήσουν ολιστική μεθοδολογία υπολογισμού που λαμβάνει υπόψη θερμικά χαρακτηριστικά, εγκαταστάσεις θέρμανσης-κλιματισμού-φωτισμού, παθητικά ηλιακά συστήματα, σχεδιασμό, προσανατολισμό και τοπικές κλιματικές συνθήκες.

Τα **άρθρα 4 & 5** θεσπίζουν ελάχιστες απαιτήσεις σε επίπεδα βέλτιστου κόστους (cost-optimal levels), συνδέοντας για πρώτη φορά ρητώς την ενεργειακή απόδοση με την οικονομική βιωσιμότητα σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του κτιρίου.

Το **άρθρο 7** εισάγει τα χρονοδιαγράμματα για τα κτίρια μηδενικών εκπομπών, αποτελώντας ένα από τα πλέον καινοτόμα στοιχεία της Οδηγίας. Συγκεκριμένα, ορίζεται ότι τα νέα δημόσια κτίρια πρέπει να είναι κτίρια μηδενικών εκπομπών από την 1η Ιανουαρίου 2028, ενώ όλα τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν το πρότυπο ZEB από

την 1η Ιανουαρίου 2030. Επιπλέον, για τα νέα κτίρια με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m², ο υπολογισμός του Δυναμικού Θέρμανσης του Πλανήτη κύκλου ζωής (life-cycle Global Warming Potential / GWP) καθίσταται υποχρεωτικός από το 2028, ενώ για όλα τα νέα κτίρια από το 2030. Αυτή η απαίτηση υπολογισμού του GWP κύκλου ζωής αποτελεί μια ριζική στροφή, καθώς για πρώτη φορά η ευρωπαϊκή νομοθεσία δεν εστιάζει αποκλειστικά στη λειτουργική ενέργεια (operational energy) αλλά λαμβάνει υπόψη και τις ενσωματωμένες εκπομπές (embodied carbon) που σχετίζονται με τα υλικά κατασκευής, κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Κεντρική διάταξη αποτελεί το **άρθρο 9**, το οποίο εισάγει την υποχρέωση μετατροπής όλων των νέων κτιρίων σε nZEB: έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 για όλα τα νέα κτίρια και έως τις 31 Δεκεμβρίου 2018 για τα νέα δημόσια κτίρια, με υποχρέωση κατάρτισης εθνικών σχεδίων και ενδιάμεσων στόχων.

Τα **άρθρα 11-13** ενισχύουν σημαντικά τον ρόλο των ΠΕΑ, με υποχρεωτική έκδοσή τους κατά κατασκευή, πώληση ή εκμίσθωση, συστάσεις βέλτιστου κόστους και υποχρεωτική αναγραφή του δείκτη ενεργειακής απόδοσης στις εμπορικές αγγελίες. Τα δημόσια κτίρια υποχρεούνται σε ανάρτηση ΠΕΑ σε εμφανές σημείο.

Τα **άρθρα 14-16** θεσπίζουν τακτικές επιθεωρήσεις συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η Οδηγία 2010/31/Ε.Ε. εισήγαγε πέντε πρωτοποριακά στοιχεία σε σχέση με την προγενέστερη Οδηγία 2002/91/ΕΚ:

- **μετάβαση από την αρχή της «βελτίωσης» στην αρχή της «σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης»:** οι προγενέστεροι κανονισμοί επικεντρώνονταν στον καθορισμό μέγιστων τιμών θερμοπερατότητας (U) για μεμονωμένα δομικά στοιχεία, ενώ η νέα Οδηγία υιοθέτησε ολιστική προσέγγιση βασισμένη στη συνολική ενεργειακή επίδοση. Κανένα προηγούμενο ευρωπαϊκό νομοθετικό κείμενο δεν είχε θέσει τόσο φιλόδοξους ποσοτικούς και χρονικούς στόχους.
- **ενσωμάτωση της μεθοδολογίας βέλτιστου κόστους (cost-optimal methodology):** αναγνωρίστηκε ρητά ότι οι ελάχιστες απαιτήσεις δεν πρέπει να καθορίζονται αποκλειστικά βάσει τεχνικών κριτηρίων αλλά πρέπει να λαμβάνουν

υπόψη και την οικονομική διάσταση σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής, εξισορροπώντας περιβαλλοντική φιλοδοξία και οικονομική πραγματικότητα.

- **υποχρέωση κάλυψης σημαντικού μέρους της ενεργειακής ζήτησης από Α.Π.Ε.:** η υποχρέωση αυτή σε επίπεδο κτιρίου ήταν πρωτοφανής, δεδομένου ότι η προηγούμενη Οδηγία 2002/91/EK αντιμετώπιζε τις Α.Π.Ε. ως συμπληρωματικό και όχι αναπόσπαστο στοιχείο.
- **ενίσχυση του υποδειγματικού ρόλου του δημόσιου τομέα μέσω πρόωμης εφαρμογής nZEB στα δημόσια κτίρια**
- **βελτίωση της διαφάνειας στην αγορά ακινήτων:** η υποχρεωτική αναγραφή ενεργειακών δεικτών στις αγγελίες δημιούργησε κίνητρα αγοράς υπέρ ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων.

Η εφαρμογή της Οδηγίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τις νησιωτικές περιοχές, όπου η ενεργειακή αυτάρκεια αποτελεί στρατηγικό ζήτημα.

Τα νησιά αντιμετωπίζουν αυξημένο ενεργειακό κόστος λόγω εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και περιορισμένης διασύνδεσης με ηπειρωτικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, διαθέτουν εξαιρετικό δυναμικό Α.Π.Ε., κυρίως ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Η έννοια nZEB ανοίγει σημαντικές δυνατότητες αξιοποίησης τοπικών Α.Π.Ε. σε επίπεδο κτιρίου, γεγονός ιδιαίτερα κρίσιμο για νησιωτικές κοινότητες. Ωστόσο, η εφαρμογή αντιμετωπίζει προκλήσεις λόγω ειδικών τοπικών συνθηκών, όπως το θαλάσσιο μικροκλίμα, η έκθεση σε ισχυρούς ανέμους και οι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί παραδοσιακών οικισμών, ζητήματα που αναλύονται διεξοδικά στη συνέχεια της παρούσας εργασίας.

Συμπερασματικά, η Οδηγία 2010/31/E.E. αποτέλεσε σταθμό στην ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική, εισάγοντας την αρχή ότι τα νέα κτίρια πρέπει να τείνουν προς τη μηδενική ενεργειακή κατανάλωση, με κληρονομιά εμφανή στις μεταγενέστερες αναθεωρήσεις (Οδηγία 2018/844/EE και Οδηγία 2024/1275/EE).

2.1.4 Οδηγία (Ε.Ε.) 2024/1275 – Κτίρια Μηδενικών Εκπομπών (Zero Emission Building – ZEB)

Η **Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 24ης Απριλίου 2024 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, 2024), για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αποτελεί την πλέον πρόσφατη και φιλόδοξη αναθεώρηση (recast) της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive — EPBD). Δημοσιεύθηκε στις 8 Μαΐου 2024, τέθηκε σε ισχύ στις 28 Μαΐου 2024, με προθεσμία ενσωμάτωσης έως τις 29 Μαΐου 2026. Αντικαθιστά πλήρως την Οδηγία 2010/31/Ε.Ε. (όπως τροποποιήθηκε από την 2018/844/Ε.Ε.) και εντάσσεται στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal) και του πακέτου «Fit for 55», θέτοντας ως κεντρικό στόχο τον μετασχηματισμό ολόκληρου του ευρωπαϊκού κτιριακού αποθέματος σε κτιριακό απόθεμα μηδενικών εκπομπών έως το 2050. Η σημασία της είναι καθοριστική, δεδομένου ότι ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για περίπου το 40% της κατανάλωσης ενέργειας, πάνω από 50% της κατανάλωσης φυσικού αερίου και το 36% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σημαντικότερα σημεία της οδηγίας:

Στο **άρθρο 2** εισάγονται κρίσιμοι νέοι ορισμοί: το «κτίριο μηδενικών εκπομπών» (ZEB), ως κτίριο πολύ υψηλής ενεργειακής απόδοσης του οποίου η πολύ χαμηλή ενεργειακή ζήτηση καλύπτεται πλήρως από Α.Π.Ε. χωρίς επιτόπιες εκπομπές καυσίμων, καθώς και το «διαβατήριο ανακαίνισης» (renovation passport), το «ψηφιακό ημερολόγιο κτιρίου» (digital building logbook) και η «ενεργειακή φτώχεια» (energy poverty).

Το **άρθρο 3** καθιερώνει τα Εθνικά Σχέδια Ανακαίνισης Κτιρίων (National Building Renovation Plan – NBRP), ως κύριο στρατηγικό οδικό χάρτη κάθε κράτους μέλους, με εθνικούς στόχους για τα έτη 2030, 2040 και 2050, μετρήσιμους δείκτες προόδου, εκτίμηση επενδυτικών αναγκών και υποχρέωση δημόσιας διαβούλευσης.

Το **άρθρο 4** θεσπίζει κοινό μεθοδολογικό πλαίσιο υπολογισμού που λαμβάνει υπόψη κλιματικά δεδομένα, απαιτήσεις εσωτερικού περιβάλλοντος (indoor environmental quality / IEQ) και σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας.

Στο **άρθρο 5** ορίζεται η υποχρέωση των κρατών μελών να θεσπίσουν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα κτίρια, ώστε να επιτυγχάνονται τουλάχιστον τα βέλτιστα από πλευράς κόστους επίπεδα (cost-optimal levels). **Σημαντική καινοτομία αποτελεί η δυνατότητα προσαρμογής των απαιτήσεων για κτίρια που προστατεύονται επισήμως σε εθνικό, περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο, ως μέρος προστατευόμενου περιβάλλοντος ή λόγω του ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού ή ιστορικού χαρακτήρα τους. Η ρύθμιση αυτή είναι εξαιρετικά κρίσιμη για τον ελληνικό νησιωτικό χώρο και ιδιαίτερα τους παραδοσιακούς οικισμούς, όπως αυτοί των Κυκλάδων, όπου η εφαρμογή αυστηρών ενεργειακών κριτηρίων θα πρέπει να εναρμονισθεί με τους υφιστάμενους κανονισμούς αρχιτεκτονικής προστασίας.**

Το **άρθρο 7** εισάγει τα χρονοδιαγράμματα για τα κτίρια μηδενικών εκπομπών, αποτελώντας ένα από τα πλέον καινοτόμα στοιχεία της Οδηγίας. Συγκεκριμένα, ορίζεται ότι τα νέα δημόσια κτίρια πρέπει να είναι κτίρια μηδενικών εκπομπών από την 1η Ιανουαρίου 2028, ενώ όλα τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν το πρότυπο ZEB από την 1η Ιανουαρίου 2030. Επιπλέον, για τα νέα κτίρια με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m², ο υπολογισμός του Δυναμικού Θέρμανσης του Πλανήτη κύκλου ζωής (life-cycle Global Warming Potential — GWP) καθίσταται υποχρεωτικός από το 2028, ενώ για όλα τα νέα κτίρια από το 2030. Αυτή η απαίτηση υπολογισμού του GWP κύκλου ζωής αποτελεί μια ριζική στροφή, καθώς για πρώτη φορά η ευρωπαϊκή νομοθεσία δεν εστιάζει αποκλειστικά στη λειτουργική ενέργεια (operational energy) αλλά λαμβάνει υπόψη και τις ενσωματωμένες εκπομπές (embodied carbon) που σχετίζονται με τα υλικά κατασκευής, κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Το **άρθρο 8** ορίζει ότι η ριζική ανακαίνιση κτιρίων πρέπει να οδηγεί σε αναβάθμιση ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις.

Ιδιαίτερα σημαντικό κρίνεται το **άρθρο 9**, που εισάγει τα Ελάχιστα Πρότυπα Ενεργειακής Απόδοσης (Minimum Energy Performance Standards – MEPS): για μη οικιστικά κτίρια, ανακαίνιση τουλάχιστον του 16% των χειρότερων έως το 2030 και του 26% έως το 2033· για τα οικιστικά, μείωση μέσης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κατά 16% έως το 2030 και 20-22% έως το 2035. Τα MEPS αποτελούν ουσιαστικά πρωτοφανή μηχανισμό σε ευρωπαϊκό επίπεδο, δεδομένου ότι μέχρι σήμερα δεν υπήρχαν δεσμευτικά ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για υφιστάμενα κτίρια.

Το **άρθρο 10** της Οδηγίας θεσπίζει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την ενσωμάτωση της ηλιακής ενέργειας στα κτίρια, υποχρεώνοντας τα κράτη μέλη να μεριμνούν ώστε όλα τα νέα κτίρια να σχεδιάζονται με γνώμονα τη βελτιστοποίηση του δυναμικού παραγωγής ηλιακής ενέργειας, με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της εκάστοτε τοποθεσίας.

Η Οδηγία θέτει σταδιακά χρονοδιαγράμματα εγκατάστασης κατάλληλων ηλιακών συστημάτων ανά κατηγορία κτιρίου:

- για τα νέα δημόσια και μη οικιστικά κτίρια άνω των 250 m² → έως 31/12/2026,
- για τα υφιστάμενα δημόσια κτίρια ανάλογα με το εμβαδόν τους → σταδιακά έως 31/12/2030,
- για τα υφιστάμενα μη οικιστικά κτίρια άνω των 500 m² κατά τη ριζική ανακαίνιση → έως 31/12/2027,
- για τα νέα οικιστικά κτίρια και τους στεγασμένους χώρους στάθμευσης → έως 31/12/2029.

Παράλληλα, προβλέπεται η απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησης σε εναρμόνιση με τις αντίστοιχες διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/2001 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ τα κράτη μέλη δύνανται να ορίσουν εξαιρέσεις βάσει κριτηρίων τεχνικής καταλληλότητας, οικονομικής σκοπιμότητας και δομικής

ακεραιότητας, λαμβάνοντας υπόψη την αρχή της τεχνολογικής ουδετερότητας και ζητήματα όπως οι πράσινες στέγες και η μόνωση οροφής.

Το **άρθρο 11** ορίζει ότι τα ZEB δεν πρέπει να παράγουν επιτόπιες εκπομπές CO₂ από ορυκτά καύσιμα, ενώ η πολύ χαμηλή ενεργειακή ζήτηση που παραμένει πρέπει να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές, κατά προτίμηση παραγόμενες επιτόπου ή από κοντινές πηγές. Η μετάβαση από το nZEB στο ZEB σηματοδοτεί ριζική αλλαγή παραδείγματος: ενώ το nZEB επέτρεπε μια ελάχιστη κατανάλωση συμβατικής ενέργειας, το ZEB στοχεύει στην πλήρη εξάλειψη εκπομπών από τη λειτουργία.

Σημαντική καινοτομία αποτελεί η εισαγωγή του Διαβατηρίου Ανακαίνισης (Renovation Passport) μέσω του **άρθρου 12**, ψηφιακό έγγραφο με εξατομικευμένο οδικό χάρτη σταδιακής ριζικής ανακαίνισης κάθε κτιρίου, που περιλαμβάνει εκτιμήσεις ενεργειακής εξοικονόμησης, πληροφορίες χρηματοδότησης και ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα υλοποίησης, αναγνωρίζοντας ότι η βαθιά ανακαίνιση μπορεί να υλοποιηθεί σταδιακά, με προθεσμία θέσπισης έως 29 Μαΐου 2026.

Το **άρθρο 13** ρυθμίζει τα τεχνικά συστήματα κτιρίων (θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού, κλιματισμού, ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού), με ιδιαίτερη έμφαση στα υποχρεωτικά πλέον συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου (Building Automation and Control Systems – BACS) σε μη οικιστικά κτίρια.

Το **άρθρο 14** ενσωματώνει ρυθμίσεις για υποδομή βιώσιμης κινητικότητας (σημεία επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων), συνδέοντας την ενεργειακή απόδοση κτιρίων με τον στόχο απανθρακοποίησης μεταφορών, ενώ το άρθ. 15 ενισχύει τον δείκτη ευφυΐας (Smart Readiness Indicator – SRI), αξιολογώντας τον βαθμό προσαρμογής της λειτουργίας κτιρίου στις ανάγκες χρηστών και στην αλληλεπίδραση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Το **άρθρο 15** αφορά τον δείκτη ευφυΐας (Smart Readiness Indicator — SRI) των κτιρίων, ο οποίος αξιολογεί τον βαθμό στον οποίο ένα κτίριο μπορεί να προσαρμόσει τη λειτουργία του στις ανάγκες των χρηστών, να βελτιστοποιήσει την ενεργειακή του κατανάλωση και να αλληλεπιδράσει αποτελεσματικά με το ηλεκτρικό δίκτυο. Ο δείκτης αυτός, ο οποίος εισήχθη αρχικά με την τροποποίηση 2018/844/EE ως προαιρετικός,

ενισχύεται πλέον σημαντικά, αντανακλώντας τη σημασία της ψηφιοποίησης στη διαχείριση ενέργειας κτιρίων.

Ξεχωριστή σημασία έχει το **άρθρο 17** περί χρηματοδότησης, κινήτρων και αντιμετώπισης εμποδίων αγοράς, με αξιοσημείωτη τη ρύθμιση που υποχρεώνει τα κράτη μέλη να παύσουν, το αργότερο από 1/1/2025, κάθε οικονομικό κίνητρο για εγκατάσταση νέων αυτόνομων λεβήτων ορυκτών καυσίμων, ρύθμιση που αποτελεί σαφές μήνυμα για τη σταδιακή κατάργηση ορυκτών καυσίμων στη θέρμανση.

Το **άρθρο 18** εισάγει την υποχρέωση δημιουργίας «υπηρεσιών μιας στάσης» (one-stop shops) για παροχή τεχνικής βοήθειας, πληροφόρησης και ολοκληρωμένης υποστήριξης στους ιδιοκτήτες σχετικά με ενεργειακές ανακαινίσεις, προσβάσιμες εντός 90 λεπτών μετακίνησης και με ιδιαίτερη εστίαση στα ευάλωτα νοικοκυριά — σημαντική θεσμική καινοτομία για την άρση πρακτικών εμποδίων.

Τα **άρθρα 19 και 20** αναμορφώνουν ουσιαστικά το θεσμικό πλαίσιο των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (Energy Performance Certificates — EPCs). Η Οδηγία απαιτεί ενιαία οπτική ταυτότητα για τα ΠΕΑ σε κάθε κράτος μέλος, ενισχυμένη ποιότητα και αξιοπιστία, καθώς και νέα κλίμακα ενεργειακής κατάταξης, όπου η κατηγορία Α αντιστοιχεί πλέον στα κτίρια μηδενικών εκπομπών (ZEB). Για τα κτίρια που ανακαινίζονται στην κατηγορία Α+, υπάρχει πρόσθετη υποχρέωση υπολογισμού και γνωστοποίησης του GWP κύκλου ζωής μέσω του ΠΕΑ. Η ισχύς των ΠΕΑ δεν υπερβαίνει τα δέκα έτη, ενώ ενισχύεται η υποχρέωση ανάρτησης της ενεργειακής κατάταξης σε αγγελίες πώλησης ή ενοικίασης.

Το **άρθρο 22** θεσπίζει εθνικές βάσεις δεδομένων ενεργειακής απόδοσης με δημοσίως προσβάσιμα, αναγνώσιμα από μηχανές (machine-readable) δεδομένα, ενισχύοντας τη διαφάνεια και τη δυνατότητα τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων.

Η Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275 αποτελεί αναμφισβήτητο το πλέον φιλόδοξο και ολοκληρωμένο νομοθετικό κείμενο που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων. Σε σύγκριση με τις προγενέστερες Οδηγίες 2002/91/ΕΚ, 2010/31/ΕΕ και 2018/844/ΕΕ, εισάγει μια σειρά πρωτοποριακών στοιχείων.

- η μετάβαση από το πρότυπο nZEB στο ZEB αντανakλά μια θεμελιώδη αλλαγή παραδείγματος, θέτοντας ως στόχο τον πλήρη μηδενισμό των λειτουργικών εκπομπών και όχι απλώς τη μείωσή τους.
- η υποχρεωτική αξιολόγηση του GWP κύκλου ζωής κτιρίων αποτελεί ριζοτομία σε σχέση με το παρελθόν, καθώς για πρώτη φορά η ενσωματωμένη ενέργεια και οι εκπομπές που σχετίζονται με τα δομικά υλικά εντάσσονται στο κανονιστικό πλαίσιο.
- τα MEPS για υφιστάμενα κτίρια αποτελούν πρωτοφανή μηχανισμό, ο οποίος μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν πολιτικά ανέφικτος σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Επιπλέον, η Οδηγία 2024/1275 υιοθετεί μια ολιστική προσέγγιση, ενσωματώνοντας στο πεδίο εφαρμογής της ζητήματα που προηγουμένως αντιμετωπίζονταν αποσπασματικά, όπως η ενεργειακή φτώχεια, η ψηφιοποίηση κτιρίων μέσω του δείκτη ευφυΐας (SRI) και του ψηφιακού ημερολογίου κτιρίου, η βιώσιμη κινητικότητα, η ηλιακή ενέργεια στα κτίρια, καθώς και η σταδιακή κατάργηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων για θέρμανση. Η δημιουργία του Διαβατηρίου Ανακαίνισης παρέχει ένα πρακτικό εργαλείο σταδιακής αναβάθμισης, αναγνωρίζοντας ότι η βαθιά ανακαίνιση δεν μπορεί πάντα να επιτευχθεί σε ένα μόνο στάδιο.

Για τον ελληνικό νησιωτικό χώρο, και ιδιαίτερα τις Κυκλάδες, η Οδηγία 2024/1275 θέτει σημαντικές προκλήσεις αλλά και ευκαιρίες. Η ευελιξία που παρέχεται στο άρθρ. 5 για τα διατηρητέα και παραδοσιακά κτίρια αποτελεί ζωτική πρόβλεψη, δεδομένης της ανάγκης συμβατότητας μεταξύ ενεργειακής αναβάθμισης και αρχιτεκτονικής προστασίας. Παράλληλα, τα νησιωτικά κτίρια αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες ενεργειακές προκλήσεις — υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, έντονοι άνεμοι, περιορισμένη πρόσβαση σε δίκτυα φυσικού αερίου — που καθιστούν αναγκαία την ανάπτυξη εξειδικευμένων λύσεων για την επίτευξη του στόχου ZEB. Η ενσωμάτωση της Οδηγίας στο ελληνικό δίκαιο αναμένεται να οδηγήσει σε σημαντική αναμόρφωση του ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) και των σχετικών ΤΟΤΕΕ, προκειμένου να ανταποκριθούν στις νέες απαιτήσεις που τίθενται από το ευρωπαϊκό κανονιστικό πλαίσιο.

Ανακεφαλαιώνοντας όλα τα παραπάνω και για την καλύτερη εποπτεία της πορείας των ενεργειακών πολιτικών, δίνεται ο παρακάτω πίνακας **Πίνακας 1**, στον οποίο παρουσιάζονται χρονολογικά τα θεσμικά βήματα που υιοθετήθηκαν:

Πίνακας 1: Εξέλιξη του ευρωπαϊκού κανονιστικού πλαισίου από τη δεκαετία του 1990 έως το 2024, με έμφαση στις βασικές διατάξεις για τον κτιριακό τομέα

Έτος	Νομοθέτημα / Κείμενο πολιτικής	Βασικά σημεία
1993	Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (Πρόγραμμα SAVE)	• Πρώτη κοινοτική πρωτοβουλία για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων. • Εισαγωγή ενεργειακής πιστοποίησης κτιρίων, επιθεωρήσεων θέρμανσης και βελτίωσης θερμομόνωσης. • Υποχρέωση κρατών μελών να αναπτύξουν εθνικά προγράμματα ενεργειακής απόδοσης.
1992 / 1997	UNFCCC (1992) Πρωτόκολλο του Κιότο (1997)	• Σύμβαση-Πλαίσιο ΟΗΕ: μη δεσμευτικός στόχος σταθεροποίησης εκπομπών στα επίπεδα 1990 έως το 2000. • Πρωτόκολλο Κιότο: δεσμευτική μείωση εκπομπών 8 % για την Ε.Ε. (2008–2012) και 20 % στη 2η περίοδο (2013–2020). • Ανάδειξη του κτιριακού τομέα ως κρίσιμου πεδίου δράσης για τη μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.
1995 / 2000	Λευκή Βίβλος (1995) Πράσινη Βίβλος (2000)	• Λευκή Βίβλος: θεμελίωσε τρεις στόχους — ανταγωνιστικότητα, ασφάλεια εφοδιασμού, προστασία περιβάλλοντος. • Πράσινη Βίβλος: ανέδειξε την ενεργειακή εξάρτηση της Ε.Ε. (50 % εισαγωγές, πρόβλεψη 70 % έως 2030). • Ενεργειακή απόδοση: αναγνωρίστηκε ως ο πιο οικονομικός τρόπος μείωσης εξάρτησης και εκπομπών.
2002	Οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD)	• Πρώτο ολοκληρωμένο πλαίσιο ρύθμισης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων σε ευρωπαϊκό επίπεδο. • Εισαγωγή Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ/EPG) με κλίμακα Α–G. • Ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και μεγάλες ανακαινίσεις, επιθεωρήσεις λεβήτων/κλιματισμού.

Έτος	Νομοθέτημα / Κείμενο πολιτικής	Βασικά σημεία
2008	Πακέτο 20-20-20 (Συμπερ. Ευρ. Συμβουλίου 12/2008)	• Τριπλός δεσμευτικός στόχος: −20 % εκπομπές, 20 % Α.Π.Ε., 20 % ενεργειακή αποδοτικότητα έως το 2020. • Μεταφορά στόχων σε συγκεκριμένες κτιριακές απαιτήσεις μέσω της αναθεώρησης EPBD. • Ετοιμότητα αύξησης στόχου εκπομπών σε 30 % υπό διεθνή συμφωνία.
2010	Οδηγία 2010/31/Ε.Ε. (EPBD recast – nZEB)	• Εισαγωγή Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης (nZEB) με χρονοδιαγράμματα: δημόσια κτίρια έως 2018, όλα τα νέα έως 2020. • Έννοια βέλτιστου κόστους (cost-optimal) για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. • Υποχρέωση εθνικών σχεδίων αύξησης αριθμού nZEB και αναβάθμιση ΠΕΑ.
2014	Πλαίσιο 2030 COM(2014) 15 final/2	• Στόχος μείωσης εκπομπών 40 % έως 2030 (ETS: −43 %, non-ETS: −30 % vs 2005). • Στόχος Α.Π.Ε. 27 % (αναθεωρήθηκε σε 32 % το 2018) — χωρίς εθνικούς υποστόχους. • Πρόδρομος Εθνικών Σχεδίων (ΕΣΕΚ) και αναθεώρησης EED/EPBD στη δέσμη «Καθαρή Ενέργεια».
2015 / 2016	Συμφωνία Παρισίων Απόφαση (Ε.Ε.) 2016/1841	• Δεσμευτικός στόχος: αύξηση θερμοκρασίας <2 °C (επιδίωξη 1,5 °C) — NDCs ανά πενταετία. • Οριζόντια προσέγγιση: χωρίς τομεακές κτιριακές διατάξεις, αλλά καταλύτης ευρωπαϊκής νομοθεσίας κτιρίων. • Κανονισμός Διακυβέρνησης (Ε.Ε.) 2018/1999 ενσωμάτωσε τον κύκλο αναθεώρησης στα ΕΣΕΚ.
2019	Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία COM(2019) 640 final	• Στόχος κλιματικής ουδετερότητας 2050 — κτίρια ευθύνονται για 40 % ενεργειακής κατανάλωσης Ε.Ε.. • Εισαγωγή «Κόματος Ανακαινίσεων»: διπλασιασμός ρυθμού ανακαίνισης, 35 εκατ. κτίρια έως 2030. • Κοινωνική διάσταση: αντιμετώπιση ενεργειακής φτώχειας (50 εκατ. ευάλωτοι καταναλωτές).
2021	Ευρωπαϊκός Κλιματικός Νόμος Καν. (Ε.Ε.) 2021/1119	• Νομικά δεσμευτική κλιματική ουδετερότητα 2050 και ενδιάμεσος στόχος −55 % εκπομπών έως 2030. • Μηχανισμός παρακολούθησης προόδου (άρθρα 6–7) και σύσταση Ευρωπαϊκού Επιστημονικού Συμβουλευτικού Οργάνου.

Έτος	Νομοθέτημα / Κείμενο πολιτικής	Βασικά σημεία
		• Νομική βάση για τη δέσμη «Fit for 55» και αναθεώρηση EPBD/EED.
2021	Δέσμη «Fit for 55» COM(2021) 550 final	• Αναθεώρηση EPBD: κτίρια μηδενικών εκπομπών για νέα κτίρια (δημόσια 2027, όλα 2030), MEPS. • Αναθεώρηση EED: στόχος 39 %/36 % εξοικονόμηση πρωτογενούς/τελικής ενέργειας, 1,5 % ετησίως. • ETS 2 & Κοινωνικό Κλιματικό Ταμείο: τιμολόγηση άνθρακα στα κτίρια, 65 δισ. € στήριξη ευάλωτων νοικοκυριών.
2024	Οδηγία (E.E.) 2024/1275 (EPBD recast – ZEB)	• Κτίρια Μηδενικών Εκπομπών (ZEB): δημόσια νέα κτίρια από 2028, όλα τα νέα από 2030. • MEPS υφιστάμενων κτιρίων: 16 % χειρότερα μη κατοικίες έως 2030, μείωση –16 % πρωτογενούς ενέργειας κατοικιών. • GWP κύκλου ζωής & σταδιακή κατάργηση λεβήτων ορυκτών καυσίμων (κίνητρα από 2025, απαγόρευση 2030).

2.1.5 Εθνικό πλαίσιο: Ιστορική Αναδρομή και Κριτική Ανάλυση των Ενεργειακών Πολιτικών στον Κτιριακό Τομέα στην Ελλάδα

2.1.5.1 Εισαγωγή

Η εξέλιξη των ενεργειακών πολιτικών για τον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα αντικατοπτρίζει τις ευρύτερες μεταβολές στο διεθνές και ευρωπαϊκό περιβάλλον, καθώς και τις εγχώριες οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Από τον πρώτο Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979 έως τον σύγχρονο Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK), η ελληνική νομοθεσία μετασχηματίστηκε από ένα απλό σύστημα ελάχιστων απαιτήσεων θερμομόνωσης σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο αξιολόγησης της συνολικής ενεργειακής απόδοσης.

2.1.5.2 Ιστορικό Πλαίσιο: Η Περίοδος πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης

Κατά τις δεκαετίες του 1950 και 1960, η Ελλάδα βίωνε ραγδαία αστικοποίηση και οικοδομική ανάπτυξη, με την ανέγερση χιλιάδων πολυκατοικιών στα μεγάλα αστικά

κέντρα. Η κατασκευαστική πρακτική της εποχής δεν λάμβανε υπόψη ενεργειακά κριτήρια, καθώς το κόστος ενέργειας ήταν χαμηλό και η περιβαλλοντική συνείδηση περιορισμένη. Τα κτίρια κατασκευάζονταν με μονές τοιχοποιίες από οπτόπλινθους χωρίς θερμομόνωση, μονούς υαλοπίνακες και ελάχιστη αεροστεγανότητα, με αποτέλεσμα υψηλές θερμικές απώλειες, χαμηλή θερμική άνεση και υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Η πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973 αποτέλεσε σημείο καμπής, αναδεικνύοντας την ενεργειακή ευπάθεια των δυτικών οικονομιών. Η Ελλάδα, ως χώρα εξαρτημένη από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, επηρεάστηκε σημαντικά, ενώ η δεύτερη πετρελαϊκή κρίση του 1979 ενίσχυσε περαιτέρω την ανάγκη για λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, οδηγώντας στη θέσπιση του πρώτου Κανονισμού Θερμομόνωσης.

2.1.5.3 Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (1979)

2.1.5.3.α Θεσμικό πλαίσιο και στόχοι

Ο **Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων** θεσπίστηκε με το Προεδρικό Διάταγμα της 1ης Νοεμβρίου 1979 (ΦΕΚ 362/Δ/1979) (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 1979) και τέθηκε σε υποχρεωτική εφαρμογή το 1981. Αποτελούσε την πρώτη συστηματική προσπάθεια ρύθμισης της θερμικής συμπεριφοράς των κτιρίων, με πρωταρχικό στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και δευτερεύοντες τη βελτίωση της θερμικής άνεσης και τη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα. Ο κανονισμός εστίαζε αποκλειστικά στη θέρμανση, χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες ψύξης ή άλλες ενεργειακές χρήσεις.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης βασιζόταν σε μια σχετικά απλή μεθοδολογία που εστίαζε στον έλεγχο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους (Km). Η χώρα διαιρέθηκε σε τρεις κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ) με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης, και καθορίστηκαν μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του Km για κάθε ζώνη. Ο μέσος συντελεστής υπολογιζόταν ως ο σταθμισμένος μέσος όρος των συντελεστών θερμοπερατότητας όλων των δομικών στοιχείων του κελύφους, με συντελεστές στάθμισης που προέκυπταν από τη θέση και τον προσανατολισμό κάθε στοιχείου.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας K_m καθορίζονταν συναρτήσει του λόγου της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου F , προς τον όγκο αυτού V (F/V) και κυμαίνονταν (Αρθ. 7.3.4: Πίνακας 6):

- από **1,07 W/(m²·K)** έως **1,553 W/(m²·K)**, για τη Ζώνη Α (νότια Ελλάδα, νησιά),
- από **0,791 W/(m²·K)** έως **1,180 W/(m²·K)**, για τη Ζώνη Β (κεντρική Ελλάδα) και
- από **0,616 W/(m²·K)** έως **0,938 W/(m²·K)**, για τη Ζώνη Γ (βόρεια Ελλάδα).

Ο κανονισμός καθόριζε επίσης ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης για επιμέρους δομικά στοιχεία (τοιχούς, οροφές, δάπεδα), αλλά η κύρια απαίτηση ήταν ο έλεγχος του συνολικού K_m . Αυτό επέτρεπε κάποια ευελιξία στον σχεδιασμό, καθώς η υστέρηση σε ένα στοιχείο μπορούσε να αντισταθμιστεί από υπέρβαση σε άλλο.

Η μεθοδολογία υπολογισμού των συντελεστών θερμοπερατότητας βασιζόταν στις θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών, όπως αυτές καθορίζονταν σε πίνακες του κανονισμού. Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός σύνθετου δομικού στοιχείου, αθροίζονταν οι θερμικές αντιστάσεις των επιμέρους στρωμάτων (συμπεριλαμβανομένων των επιφανειακών αντιστάσεων), και ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογιζόταν ως το αντίστροφο της συνολικής θερμικής αντίστασης. Η μέθοδος αυτή, αν και απλοποιημένη, παρείχε επαρκή ακρίβεια για τις ανάγκες της εποχής.

Ο Κανονισμός αποτέλεσε σημαντικό βήμα, αλλά παρουσίαζε σημαντικούς περιορισμούς:

- εστίαζε αποκλειστικά στη θέρμανση, παραβλέποντας τις κρίσιμες για το ελληνικό κλίμα ανάγκες ψύξης, χωρίς απαιτήσεις ηλιοπροστασίας, αερισμού, φωτισμού ή αξιολόγηση τεχνικών συστημάτων.

- απουσίαζε σύστημα ενεργειακής πιστοποίησης και ελέγχου — ο κανονισμός εφαρμοζόταν μόνο κατά την αδειοδότηση, χωρίς μηχανισμό επαλήθευσης κατασκευής ή κίνητρα υπέρβασης των ελαχίστων
- οι απαιτήσεις ήταν σχετικά χαλαρές σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, ενώ δεν αντιμετωπίζονταν οι θερμογέφυρες.

2.1.5.4 Η Μεταβατική Περίοδος (1979-2010)

Η Οδηγία 2002/91/EK (EPBD) αποτέλεσε ορόσημο, εισάγοντας την ολοκληρωμένη ενεργειακή απόδοση και υποχρεώσεις για ενεργειακή πιστοποίηση. Η Ελλάδα αντιμετώπισε σημαντικές καθυστερήσεις στην ενσωμάτωσή της.

Ο Νόμος 3661/2008 (‘Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων’) (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 2008) αποτέλεσε το πρώτο βήμα, αλλά η πλήρης εφαρμογή καθυστέρησε λόγω ανάγκης ανάπτυξης τεχνικού και θεσμικού υποβάθρου. Κατά τη μεταβατική περίοδο, ο Κανονισμός Θερμομόνωσης παρέμεινε σε ισχύ, με αποτέλεσμα τη συνέχιση κατασκευής κτιρίων με ανεπαρκή ενεργειακά χαρακτηριστικά.

2.1.5.5 Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK)

2.1.5.5.α Θέσπιση και αρχική εφαρμογή (2010-2013)

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) θεσπίστηκε με την Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010 (ΦΕΚ 407/Β/2010) και τέθηκε σε εφαρμογή τον Οκτώβριο του 2010 (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 2010), αντικαθιστώντας τον Κανονισμό Θερμομόνωσης και ενσωματώνοντας τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2002/91/EK. Αποτέλεσε ποιοτικό άλμα, εισάγοντας τον υπολογισμό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), την ενεργειακή πιστοποίηση (ΠΕΑ) με κλίμακα Α+ έως Η, και την αξιολόγηση τεχνικών συστημάτων και Α.Π.Ε.. Η μεθοδολογία βασίστηκε στα ευρωπαϊκά πρότυπα EN ISO 13790, επιτρέποντας την αξιολόγηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης σε πρωτογενή ενέργεια. Η χώρα διαιρέθηκε σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ, Δ),

αντανακλώντας καλύτερα την κλιματική ποικιλομορφία της Ελλάδας. Οι Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕ.Ε. (ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1 για τις εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων υπολογισμού, 20701-2 για τις θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών, 20701-3 για τα κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών και 20701-4 για τις οδηγίες ενεργειακών επιθεωρήσεων) παρείχαν το αναλυτικό τεχνικό υπόβαθρο.

Βασικό στοιχείο του KENAK ήταν η εισαγωγή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), το οποίο κατατάσσει τα κτίρια σε ενεργειακές κατηγορίες από A+ (υψηλότερη απόδοση ενεργειακά / πολύ μικρή κατανάλωση ενέργειας) έως H (χαμηλότερη απόδοση ενεργειακά / υψηλή κατανάλωση ενέργειας), με την κατηγορία B να αντιστοιχεί στο κτίριο αναφοράς. Το ΠΕΑ καθίσταται υποχρεωτικό κατά πώληση ή μίσθωση ακινήτων, παρέχοντας πληροφορίες στους καταναλωτές και δημιουργώντας κίνητρα ενεργειακής αναβάθμισης. **Σημαντικό ποσοστό του ελληνικού κτιριακού αποθέματος κατατάσσεται στις χαμηλές κατηγορίες, αντανακλώντας την παλαιότητα και την έλλειψη θερμομόνωσης.** Οι ενεργειακοί επιθεωρητές είναι πτυχιούχοι και διπλωματούχοι μηχανικοί, ενώ τα πιστοποιητικά εκδίδονται ηλεκτρονικά μέσω του πληροφοριακού συστήματος του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Στη συνέχεια, η εναρμόνιση με την ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/ΕΕ οδήγησε στη θεσμοθέτηση του αναθεωρημένου Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.) το 2013 (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 2013), καθώς και στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μηχανισμού ενεργειακής επιθεώρησης.

Η αναθεώρηση του 2013 εισήγαγε τον ορισμό του κτιρίου σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) (άρθ. 2, παρ. 5) και τα χρονοδιαγράμματα εφαρμογής. Σύμφωνα με τον ελληνικό ορισμό, κτίριο nZEB είναι το κτίριο που πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK και επιπλέον καλύπτει σημαντικό μέρος των ενεργειακών του αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η **αναθεώρηση του KENAK το 2017** (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 2017) αποτέλεσε σημαντική ενίσχυση των απαιτήσεων και έθεσε τις βάσεις για τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB). Η αναθεώρηση περιελάμβανε

αυστηροποίηση των ελάχιστων απαιτήσεων για τα δομικά στοιχεία του κελύφους, ενίσχυση των απαιτήσεων για τα τεχνικά συστήματα, εισαγωγή υποχρεωτικής κάλυψης μέρους των ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ορισμό των απαιτήσεων για τα κτίρια nZEB.

Οι μέγιστοι επιτρεπόμενοι συντελεστές θερμοπερατότητας (U-values) μειώθηκαν σημαντικά σε σύγκριση με την αρχική έκδοση του KENAK. Για παράδειγμα, για εξωτερικούς τοίχους κατοικιών, οι μέγιστες τιμές μειώθηκαν σε 0,50 W/(m²·K) στη Ζώνη Α, 0,45 W/(m²·K) στη Ζώνη Β, 0,40 W/(m²·K) στη Ζώνη Γ και 0,35 W/(m²·K) στη Ζώνη Δ. Αντίστοιχες μειώσεις εφαρμόστηκαν σε όλα τα δομικά στοιχεία, προσεγγίζοντας τα επίπεδα που ισχύουν σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες.

Ο ορισμός του κτιρίου nZEB στην Ελλάδα περιλαμβάνει την υποχρέωση συμμόρφωσης με τις αυστηρότερες απαιτήσεις του αναθεωρημένου KENAK και την κάλυψη σημαντικού μέρους των ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές, κυρίως επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου. Από την 1η Ιανουαρίου 2021, όλα τα νέα κτίρια πρέπει να είναι nZEB, ενώ για τα δημόσια κτίρια η υποχρέωση ίσχυε από την 1η Ιανουαρίου 2019.

Για την υλοποίηση των όρων το KENAK, το ελληνικό κράτος έχει θεσπίσει μια σειρά χρηματοδοτικών εργαλείων, με σημαντικότερο το πρόγραμμα «Εξοικονομώ» το οποίο στοχεύει στην ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών στην Ελλάδα.

Από το 2011 έχουν υλοποιηθεί διάφορες φάσεις του προγράμματος («Εξοικονόμηση κατ' οίκον», «Εξοικονόμηση κατ' οίκον II», «Εξοικονομώ-Αυτονομώ», «Εξοικονομώ 2021», «Εξοικονομώ 2023», «Εξοικονομώ 2025»), με συνεχώς αυξανόμενους πόρους και ευρύτερες ομάδες δικαιούχων. Τα προγράμματα παρέχουν επιδοτήσεις και δάνεια με ευνοϊκούς όρους για παρεμβάσεις όπως η θερμομόνωση κελύφους, η αντικατάσταση κουφωμάτων, η αναβάθμιση συστημάτων θέρμανσης-ψύξης και η εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η εφαρμογή του εθνικού πλαισίου αντιμετωπίζει ωστόσο ορισμένες διαρθρωτικές προκλήσεις. Η γραφειοκρατία και οι καθυστερήσεις στην έκδοση αδειών, η περιορισμένη επιβολή κυρώσεων για τη μη συμμόρφωση, η ανεπάρκεια του

μηχανισμού ελέγχου των ενεργειακών επιθεωρήσεων και η περιορισμένη ευαισθητοποίηση του κοινού αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Επιπλέον, η οικονομική κρίση της περιόδου 2010-2018 επέδρασε αρνητικά στην κατασκευαστική δραστηριότητα και στη δυνατότητα των νοικοκυριών να επενδύσουν σε ενεργειακές αναβαθμίσεις.

2.1.5.6. Συγκριτική Ανάλυση: Κανονισμός Θερμομόνωσης & KENAK

Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ των δύο κανονισμών έγκειται στην προσέγγιση της ενεργειακής απόδοσης. Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης υιοθετούσε μερική προσέγγιση, εστιάζοντας αποκλειστικά στο κέλυφος και τη θέρμανση. Αντίθετα, ο KENAK υιοθετεί ολιστική αξιολόγηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένων όλων των ενεργειακών χρήσεων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ κελύφους και συστημάτων. Ενώ ο παλαιός κανονισμός καθόριζε μέσο Km που επέτρεπε σημαντική ευελιξία (και συχνά χαμηλά επίπεδα θερμομόνωσης σε επιμέρους στοιχεία), ο KENAK θέτει αυστηρά μέγιστα όρια για κάθε δομικό στοιχείο χωριστά, εξασφαλίζοντας ελάχιστο επίπεδο ποιότητας. Επιπλέον, εισάγει απαιτήσεις ηλιοπροστασίας ανοιγμάτων, ελέγχου θερμογεφυρών, ελάχιστων αποδόσεων τεχνικών συστημάτων και υποχρεωτικής συνεισφοράς Α.Π.Ε.. Η εισαγωγή τέταρτης κλιματικής ζώνης (Δ) αντανακλά πιο λεπτομερή κλιματική διαφοροποίηση.

Στον παρακάτω **Πίνακα 2**, παρουσιάζονται οι βασικές διαφορές μεταξύ Κανονισμού Θερμομόνωσης και KENAK:

Πίνακας 2: Σύγκριση Κανονισμού Θερμομόνωσης & KENAK

Χαρακτηριστικό	Κανονισμός Θερμομόνωσης (1979)	KENAK (2017)
Κλιματικές ζώνες	3 ζώνες (Α, Β, Γ)	4 ζώνες (Α, Β, Γ, Δ)
Ενεργειακές χρήσεις	Μόνο θέρμανση	Θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, αερισμός, φωτισμός
Δείκτης αξιολόγησης	Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας Km [W/(m ² ·K)]	Πρωτογενής ενέργεια [kWh/(m ² ·έτος)]
Ενεργειακή πιστοποίηση	Όχι	Ναι (ΠΕΑ, κλίμακα Α+ έως Η)
Τεχνικά συστήματα	Δεν αξιολογούνται	Ελάχιστες απαιτήσεις απόδοσης
Α.Π.Ε.	Δεν προβλέπονται	Υποχρεωτική συνεισφορά για ΖΝΧ
Θερμογέφυρες	Δεν αντιμετωπίζονται	Αναλυτικός ή προσεγγιστικός υπολογισμός

Η πλέον σημαντική διαφορά αφορά τους μηχανισμούς εφαρμογής.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης εφαρμοζόταν αποκλειστικά κατά τη φάση αδειοδότησης, χωρίς μηχανισμό επαλήθευσης κατασκευής. Ο KENAK εισάγει ολοκληρωμένο σύστημα: μελέτη ενεργειακής απόδοσης κατά την αδειοδότηση, ΠΕΑ κατά ολοκλήρωση κατασκευής και πώληση/μίσθωση, και περιοδικές επιθεωρήσεις συστημάτων θέρμανσης-κλιματισμού. Το ΠΕΑ δημιουργεί διαφάνεια στην αγορά ακινήτων και κίνητρα ενεργειακής αναβάθμισης, ενώ η σύνδεση χρηματοδότησης με αναβάθμιση κατά τουλάχιστον τρεις ενεργειακές κατηγορίες ενισχύει τα κίνητρα. Ωστόσο, η εφαρμογή αντιμετωπίζει διαρθρωτικές προκλήσεις: ανομοιογενή ποιότητα επιθεωρήσεων, περιορισμένο μηχανισμό ελέγχου, σπάνιες κυρώσεις για παραβάσεις, απόκλιση μεταξύ υπολογιζόμενης και πραγματικής κατανάλωσης. Η ημι-στατική μηνιαία μεθοδολογία υπολογισμού παρουσιάζει απλοποιήσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε ανακρίβειες, ενώ η αντιμετώπιση του υφιστάμενου αποθέματος

παραμένει πρόκληση λόγω υψηλών κοστών ανακαίνισης και θεσμικών εμποδίων (π.χ. πολυκατοικίες πολλαπλών ιδιοκτητών).

Μια έλλειψη του KENAK, έχει να κάνει με την κατηγοριοποίηση των χρήσεων των κτιρίων. Συγκεκριμένα, στον **πίνακα 1.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017** (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2017), έχουν ταξινομηθεί οι κύριες χρήσεις των κτιρίων. Από την ταξινόμηση αυτή, είναι προφανής η απουσία της κατηγορίας “Εξοχική κατοικία”. Ένα σημαντικό ποσοστό των κτιρίων στις νησιωτικές, αλλά και γενικά στις περιοχές με τουριστική ζήτηση, έχουν ως χρήση την εξοχική κατοικία, είτε από ημεδαπούς που η κύρια κατοικία είναι αλλού, είτε από αλλοδαπούς (κυρίως συνταξιούχους) που έχουν επιλέξει ως διαμονή την συγκεκριμένη περιοχή. Οι παραπάνω χρήστες διαμένουν στην εξοχική κατοικία για αρκετούς μήνες κάθε χρόνο, συνήθως από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο. Η χρήση ενός τέτοιου κτιρίου σήμερα, είτε στην φάση της κατασκευής (Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης), είτε στην φάση του ελέγχου (Ενεργειακή Επιθεώρηση), δηλώνεται υποχρεωτικά ως κατοικία (με περίοδο λειτουργίας 12 μήνες), δεδομένου ότι αν δηλωθεί ως “ξενώνας θερινής λειτουργίας”, αυτό σημαίνει την αναγκαιότητα ειδικής άδειας λειτουργίας τουριστικού καταλύματος. Επομένως, για την ακριβέστερη περιγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς αυτών των κτιρίων, καλό θα ήταν στην επόμενη αναθεώρηση του KENAK να εισαχθεί και η κατηγορία της “εξοχικής κατοικίας, δεδομένου του σημαντικού ποσοστού των κτιρίων αυτών [Σύμφωνα με στοιχεία από την απογραφή και ανάλυση κατοικιών του 2021 της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΛ. ΣΤΑΤ.) που έχουν αξιολογηθεί μαζί με δεδομένα ιδιοκτησίας, περίπου **857.014 κατοικίες είχαν καταγραφεί ως “εξοχικές / δευτερεύουσες κατοικίες”** στην Ελλάδα, στο σύνολο περίπου **6,5–6,6 εκατ. κατοικιών**. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου **13% του συνολικού αποθέματος κατοικιών** που είχαν χαρακτηριστεί ως **δεύτερες/εξοχικές κατοικίες**. **Για το σύνολο του Ευρωπαϊκού χώρου, το ποσοστό είναι αντίστοιχο** (FEANTSA, 2021)].

Η εξέλιξη των ενεργειακών πολιτικών για τον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα αντικατοπτρίζει τη σταδιακή ωρίμανση της κοινωνίας και της πολιτείας σε θέματα

ενεργειακής απόδοσης και περιβαλλοντικής προστασίας. Από τον πρώτο Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979, ο οποίος αποτέλεσε μια πρώτη αντίδραση στις πετρελαϊκές κρίσεις, έως τον σύγχρονο KENAK με τις απαιτήσεις για κτίρια nZEB, η πορεία είναι μακρά και σημαντική.

Ο KENAK, παρ'όλες τις όποιες ελλείψεις του, αποτελεί ένα σύγχρονο κανονιστικό πλαίσιο που εναρμονίζεται με τις ευρωπαϊκές απαιτήσεις και παρέχει τα εργαλεία για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται από τη συνεχή βελτίωση των μηχανισμών εφαρμογής, την αντιμετώπιση του υφιστάμενου αποθέματος και την προσαρμογή στις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής. Η επικείμενη ενσωμάτωση της νέας Οδηγίας (E.E.) 2024/1275, με τις απαιτήσεις για κτίρια μηδενικών εκπομπών, θα αποτελέσει νέα πρόκληση αλλά και ευκαιρία για περαιτέρω βελτίωση του εθνικού πλαισίου.

Η παραπάνω κριτική αξιολόγηση της ιστορικής εξέλιξης, αναδεικνύει τόσο τα επιτεύγματα όσο και τα περιθώρια βελτίωσης. Η συνεχής παρακολούθηση της εφαρμογής, η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και η προσαρμογή στις νέες τεχνολογικές και κοινωνικές συνθήκες είναι απαραίτητες για την επίτευξη των φιλόδοξων στόχων της κλιματικής ουδετερότητας.

2.1.6 Σύγκριση ευρωπαϊκών απαιτήσεων – ελληνικής πρακτικής

Η συγκριτική ανάλυση μεταξύ των ευρωπαϊκών απαιτήσεων και της ελληνικής πρακτικής αναδεικνύει σημαντικά ζητήματα εναρμόνισης και εφαρμογής που αξίζουν ιδιαίτερης προσοχής. Η σύγκριση αυτή είναι απαραίτητη τόσο για την κατανόηση της θέσης της Ελλάδας στο ευρωπαϊκό περιβάλλον όσο και για τον εντοπισμό περιθωρίων βελτίωσης.

Σε επίπεδο ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης, η Ελλάδα έχει θεσπίσει τιμές που γενικά ευθυγραμμίζονται με τις ευρωπαϊκές κατευθύνσεις, αν και με ορισμένες αποκλίσεις. Η διαίρεση της χώρας σε τέσσερις κλιματικές ζώνες αντανακλά την ευρωπαϊκή πρακτική της προσαρμογής των απαιτήσεων στις τοπικές κλιματικές

συνθήκες. Ωστόσο, σύγκριση με χώρες παρόμοιου κλίματος, όπως η Ιταλία, η Ισπανία και η Πορτογαλία, δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα επίπεδα απαιτήσεων, ιδιαίτερα όσον αφορά τη θερμομόνωση του κελύφους και τις απαιτήσεις για τα τεχνικά συστήματα.

Ο ελληνικός ορισμός του κτιρίου nZEB έχει δεχθεί κριτική για τη σχετικά χαμηλή φιλοδοξία του σε σύγκριση με ορισμένες βόρειες και κεντρικές ευρωπαϊκές χώρες. Ενώ χώρες όπως η Δανία, η Γερμανία και η Αυστρία έχουν υιοθετήσει αυστηρά όρια κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για τα nZEB, η Ελλάδα έχει επιλέξει μια πιο ευέλικτη προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες του κλίματος και του κτιριακού αποθέματος. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στις εκθέσεις αξιολόγησης των εθνικών σχεδίων για τα nZEB, έχει επισημάνει την ανάγκη για σαφέστερο ορισμό και αυστηρότερες απαιτήσεις.

Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης στην Ελλάδα βασίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα της σειράς EN ISO 52000, αλλά με εθνικές προσαρμογές που καθορίζονται στις TOTEE. Η προσέγγιση αυτή, αν και εναρμονισμένη με το ευρωπαϊκό πλαίσιο, δημιουργεί δυσκολίες στη σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων μεταξύ διαφορετικών χωρών. Η ανάπτυξη κοινών ευρωπαϊκών δεικτών και μεθοδολογιών, η οποία προωθείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αναμένεται να διευκολύνει τη συγκρισιμότητα στο μέλλον.

Η εφαρμογή του συστήματος ενεργειακής πιστοποίησης στην Ελλάδα παρουσιάζει τόσο επιτυχίες όσο και αδυναμίες σε σύγκριση με άλλα κράτη-μέλη. Θετικά στοιχεία αποτελούν η ηλεκτρονική έκδοση των πιστοποιητικών, η δημιουργία δημόσιας βάσης δεδομένων και η σύνδεση του ΠΕΑ με τις μεταβιβάσεις ακινήτων και τη μίσθωση. Ωστόσο, ζητήματα ποιότητας των επιθεωρήσεων, περιορισμένων ελέγχων και χαμηλής επιβολής κυρώσεων έχουν επισημανθεί σε διάφορες αξιολογήσεις. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει τονίσει την ανάγκη για ενίσχυση του μηχανισμού διασφάλισης ποιότητας.

Ο ρυθμός ενεργειακής ανακαίνισης του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα υπολείπεται του ευρωπαϊκού μέσου όρου. Ενώ η ΕΕ έχει θέσει στόχο την

επίτευξη ετήσιου ρυθμού ανακαίνισης τουλάχιστον 3%, η Ελλάδα κινείται σε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα. Τα προγράμματα «Εξοικονομώ» έχουν συμβάλει στην αύξηση του ρυθμού, αλλά η κλίμακα παραμένει ανεπαρκής για την επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων. Η νέα Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275, με τις υποχρεωτικές MEPS, θα απαιτήσει σημαντική επιτάχυνση των ανακαινίσεων.

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κτιριακό τομέα αποτελεί τομέα στον οποίο η Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες λόγω του υψηλού ηλιακού δυναμικού. Η χρήση ηλιακών θερμοσιφώνων για τη θέρμανση νερού χρήσης είναι ευρέως διαδεδομένη, με την Ελλάδα να κατατάσσεται μεταξύ των πρώτων χωρών της ΕΕ σε εγκατεστημένη ισχύ ανά κάτοικο. Ωστόσο, η διείσδυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακό επίπεδο παραμένει χαμηλότερη σε σύγκριση με χώρες όπως η Γερμανία, η Ιταλία και η Ολλανδία, παρά το ευνοϊκότερο κλίμα.

Η ενσωμάτωση της νέας Οδηγίας (ΕΕ) 2024/1275 αποτελεί μια σημαντική πρόκληση για την Ελλάδα. Οι νέες απαιτήσεις για κτίρια μηδενικών εκπομπών, τα ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης (*Minimum Energy Performance Standards* MEPS) για τα υφιστάμενα κτίρια, οι υποχρεώσεις για ηλιακές εγκαταστάσεις και η σταδιακή κατάργηση των λεβήτων ορυκτών καυσίμων θα απαιτήσουν σημαντικές νομοθετικές και διοικητικές προσαρμογές. Η εμπειρία από την καθυστερημένη ενσωμάτωση προηγούμενων οδηγιών υπογραμμίζει την ανάγκη για έγκαιρη και ολοκληρωμένη προετοιμασία.

3. Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό Υπόβαθρο Ενεργειακής Συμπεριφοράς Κτιρίων

3.1 Εισαγωγή - ορισμοί

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ) και οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕ.Ε.) αποτελούν τα θεμελιώδη κανονιστικά εργαλεία για την αξιολόγηση και βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων στην Ελλάδα. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι βασικές έννοιες, ορισμοί και μεθοδολογίες που θεσπίζονται από τον ΚΕνΑΚ στις τρεις εκδόσεις του (2010, 2013, 2017) και τις αντίστοιχες ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017, 20701-2/2017, 20701-3/2010, ΤΟΤΕ.Ε. 20701-4/2017 & ΤΟΤΕ.Ε. 20701-5/2017, με στόχο την πληρέστερη κατανόηση του θεωρητικού πλαισίου που διέπει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ) του 2010 αποτέλεσε το πρώτο ολοκληρωμένο κανονιστικό πλαίσιο για την ενεργειακή αξιολόγηση των κτιρίων στην Ελλάδα, θέτοντας ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης τόσο για νέα κτίρια όσο και για ριζικά ανακαινιζόμενα υφιστάμενα κτίρια.

Σύμφωνα με το άρθρ. 1 του ΚΕνΑΚ 2010, ο κανονισμός αποσκοπεί στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, στη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης και στην προστασία του περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει κατάλληλες συνθήκες εσωτερικής θερμικής άνεσης στους χρήστες. Το πεδίο εφαρμογής του κανονισμού (άρθρο περιλαμβάνει όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, εξαιρουμένων κτιρίων όπως βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εργαστήρια, αγροτικά κτίσματα μη κατοικήσιμα, κτίρια με ολική ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50 m², προσωρινά κτίρια με προβλεπόμενη χρήση μικρότερη των δύο ετών, καθώς και κτίρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας).

Με τον Ν. 4122/2013 (ΦΕΚ 42/Α/19-2-2013) πραγματοποιήθηκε η ενσωμάτωση της αναθεωρημένης Οδηγίας 2010/31/Ε.Ε. στο εθνικό δίκαιο, θεσπίζοντας τον ΚΕνΑΚ 2013. Η αναθεώρηση αυτή εισήγαγε σημαντικές καινοτομίες, μεταξύ των οποίων η

υποχρέωση καθορισμού πλαισίου για τα Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (ΚΣΜΕΚ). Σύμφωνα με το άρθ. 9 του ΚΕνΑΚ 2013, τα νέα κτίρια που κατασκευάζονται μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2020 υποχρεούνται να πληρούν τα κριτήρια ΚΣΜΕΚ, ενώ η ίδια υποχρέωση ίσχυε ήδη από 31 Δεκεμβρίου 2018 για τα νέα κτίρια που χρησιμοποιούνται ή ανήκουν σε φορείς του δημοσίου τομέα.

Η τρίτη και πλέον πρόσφατη αναθεώρηση ήρθε με την Υπουργική Απόφαση ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30-6-2017 (ΦΕΚ 2367/Β/12-7-2017), η οποία αναμόρφωσε ουσιαστικά τον ΚΕνΑΚ με στόχο την αυστηροποίηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης και τη βελτίωση της μεθοδολογίας υπολογισμού. Ο ΚΕνΑΚ 2017 αντικατέστησε τον αρχικό κανονισμό του 2010, διατηρώντας ωστόσο τη βασική δομή και φιλοσοφία του νομοθετικού πλαισίου που ορίζεται στον Ν. 4122/2013. Μεταξύ των βασικών αλλαγών περιλαμβάνονται η αναθεώρηση των μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών του συντελεστή θερμοπερατότητας U, η εισαγωγή αυστηρότερων κριτηρίων ενεργειακής κατάταξης και η ενημέρωση των μεθόδων υπολογισμού σε εναρμόνιση με τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

Παρακάτω δίνονται κάποιοι βασικοί ορισμοί, για την καλύτερη κατανόηση του κεφαλαίου:

- **Αεροστεγανότητα κτιρίου**

Ο βαθμός περιορισμού της ανεξέλεγκτης διείσδυσης ή διαφυγής αέρα μέσω του κελύφους του κτιρίου

- **Ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας (ριζική ανακαίνιση)**

Εκτεταμένη επέμβαση στο κτίριο κατά την οποία αναβαθμίζεται σημαντικό ποσοστό του κελύφους ή/και των τεχνικών συστημάτων του, όπως ορίζεται ποσοτικά από τη νομοθεσία.

- **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)**

Μη ορυκτές ενεργειακές πηγές που ανανεώνονται φυσικά (π.χ. ηλιακή, αιολική, γεωθερμική, βιομάζα).

- **Βιοκλιματικός σχεδιασμός**

Ο αρχιτεκτονικός και τεχνικός σχεδιασμός που αξιοποιεί τις τοπικές κλιματικές συνθήκες για μείωση των ενεργειακών αναγκών.

- **Γεωθερμική ενέργεια**

Ενέργεια που αξιοποιείται από τη θερμότητα του υπεδάφους για κάλυψη θερμικών αναγκών.

- **Δείκτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου**

Ποσοτικός δείκτης που εκφράζει την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας του κτιρίου.

- **Δομικό στοιχείο**

Μέγεθος του κελύφους (τοίχος, οροφή, δάπεδο, άνοιγμα κ.λπ.) που επηρεάζει τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

- **Ενεργειακή απόδοση κτιρίου**

Η συνολική υπολογιζόμενη ή μετρούμενη κατανάλωση ενέργειας για τη συνήθη χρήση του κτιρίου (θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ZNX, φωτισμό).

- **Ενεργειακή επιθεώρηση**

Η διαδικασία αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου ή τεχνικού συστήματος από πιστοποιημένο ενεργειακό επιθεωρητή.

- **Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)**

Το επίσημο έγγραφο που κατατάσσει το κτίριο σε ενεργειακή κατηγορία και περιλαμβάνει συστάσεις βελτίωσης.

- **Ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας**

Το άθροισμα της απαιτούμενης ενέργειας, μετατρεπόμενης σε πρωτογενή μορφή, για όλες τις χρήσεις.

- **Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)**

Το θερμαινόμενο νερό που προορίζεται για χρήση.

- **Ηλιακά κέρδη**

Η θερμική ενέργεια που εισέρχεται στο κτίριο μέσω ηλιακής ακτινοβολίας.

- **Ηλιακό θερμικό σύστημα**

Σύστημα αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή θερμότητας.

- **Θερμική ζώνη**
Μήμα κτιρίου με ομοιόμορφα χαρακτηριστικά χρήσης και εσωτερικών συνθηκών.
- **Θερμογέφυρα**
Σημείο του κελύφους όπου η θερμική αντίσταση μειώνεται τοπικά (λόγω αλλαγής υλικού, διακοπή θερμομόνωσης κτλ.), αυξάνοντας τις ενεργειακές απώλειες.
- **Κατηγορία ενεργειακής απόδοσης**
Η ταξινόμηση κτιρίου βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.
- **Κέλυφος κτιρίου**
Το σύνολο των δομικών στοιχείων που διαχωρίζουν τον εσωτερικό από τον εξωτερικό χώρο.
- **Κτίριο αναφοράς**
Θεωρητικό πρότυπο κτίριο με καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά, το οποίο χρησιμοποιείται για σύγκριση ενεργειακής απόδοσης.
- **Κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB)**
Κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση και πολύ χαμηλές ενεργειακές ανάγκες, οι οποίες καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- **Μηχανικός αερισμός**
Αερισμός που επιτυγχάνεται με τεχνικά μέσα (ανεμιστήρες, συστήματα κλιματισμού).
- **Μονάδα συμπαραγωγής**
Σύστημα ταυτόχρονης παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.
- **Πρωτογενής ενέργεια**
Η ενέργεια σε φυσική μορφή πριν από οποιαδήποτε μετατροπή ή μεταφορά.
- **Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)**
Πρόκειται για τεχνολογία κατά την οποία παράγονται ταυτόχρονα ηλεκτρική και ωφέλιμη θερμική ενέργεια από την ίδια πηγή καυσίμου ή ενέργειας.
- **Συντελεστής θερμοπερατότητας U ($W/m^2 \cdot K$)**
Ο συντελεστής που εκφράζει τη ροή θερμότητας μέσω δομικού στοιχείου και αποτελεί τον βασικότερο δείκτη θερμικής ποιότητας ενός δομικού στοιχείου.

- **Σύστημα θέρμανσης / ψύξης**

Ο εξοπλισμός και τα επιμέρους στοιχεία που καλύπτουν τις ανάγκες θέρμανσης & ψύξης.

- **Σύστημα κλιματισμού**

Συνδυασμός εξοπλισμού για ρύθμιση θερμοκρασίας, υγρασίας και ποιότητας αέρα.

- **Τεχνικό σύστημα κτιρίου**

Κάθε εγκατάσταση που εξυπηρετεί θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ZNX, φωτισμό ή αυτοματισμούς.

- **Υπολογιστική μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης**

Η καθορισμένη εθνική μέθοδος υπολογισμού της κατανάλωσης ενέργειας, βάσει τυποποιημένων παραδοχών.

- **Φωτιστική εγκατάσταση**

Το σύνολο εξοπλισμού τεχνητού φωτισμού ενός κτιρίου.

3.2 Οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.)

Οι ΤΟΤΕ.Ε. περιέχουν όλο απαραίτητο τεχνικό υπόβαθρο και τις αντίστοιχες οδηγίες υπολογισμού, για τον καθορισμό της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων. Παρακάτω, γίνεται μια συνοπτική αναφορά των βασικότερων στοιχείων των Τεχνικών Οδηγιών.

3.2.1 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017: Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων

Η Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2017), εκδόθηκε τον Σεπτέμβριο του 2017 από κοινού από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Υ.Π.ΕΝ.) και το Τεχνικό

Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.), σε εναρμόνιση με τον αναθεωρημένο Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ. 2017). Η οδηγία καθορίζει τις εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται τόσο για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης νέων κτηρίων, όσο και για την ενεργειακή επιθεώρηση υφιστάμενων κτηρίων.

Η μεθοδολογία υπολογισμού βασίζεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009), ήτοι στη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος, η οποία προσδιορίζει τις ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης ενός κτηρίου (κεφ. 2). Παράλληλα, αξιοποιούνται πλήθος συμπληρωματικών ευρωπαϊκών προτύπων (πίν. 1.1), που καλύπτουν τον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας μέσω μετάδοσης και αερισμού (ΕΛΟΤ EN ISO 13789), τη θερμοπερατότητα δομικών στοιχείων (ΕΛΟΤ EN ISO 6946), τη μετάδοση θερμότητας μέσω εδάφους (ΕΛΟΤ EN ISO 13370), τις θερμογέφυρες (ΕΛΟΤ EN ISO 14683), καθώς και τις αποδόσεις τεχνικών συστημάτων θέρμανσης (ΕΛΟΤ EN 15316), ψύξης (ΕΛΟΤ EN 15243) και φωτισμού (ΕΛΟΤ EN 15193). Η οδηγία προσδιορίζει επίσης τη διαδικασία ενεργειακής κατάταξης κτηρίων μέσω του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) και τη διάκριση της χώρας σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ, Δ), σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής (κεφ. 2.2).

Στο Κεφάλαιο 3 της οδηγίας ορίζονται αναλυτικά οι συνθήκες λειτουργίας κτηρίου, οι οποίες αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για τον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης. Αρχικά, καθορίζεται η έννοια του κτηρίου αναφοράς, σύμφωνα με το άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ., το οποίο χρησιμοποιείται ως βάση σύγκρισης για τον προσδιορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης (κεφ. 3.1). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον καθορισμό των θερμικών ζωνών (κεφ. 3.2), με κατευθυντήριες αρχές που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση του αριθμού τους, ώστε να περιοριστεί η πολυπλοκότητα των υπολογισμών χωρίς απώλεια ακρίβειας. Η οδηγία ορίζει τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες ανά κατηγορία χρήσης κτηρίου, περιλαμβάνοντας τη θερμοκρασία (κεφ. 3.4.1), τη σχετική υγρασία (κεφ. 3.4.2), τις απαιτήσεις νωπού αέρα (κεφ. 3.4.3) και τα απαιτούμενα επίπεδα φωτισμού (κεφ. 3.4.4). Επιπλέον, παρέχονται

αναλυτικές τιμές κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) ανά τύπο κτηρίου (κεφ. 3.5) και εσωτερικών θερμικών κερδών από χρήστες και συσκευές (κεφ. 3.6).

Το Κεφάλαιο 4 αφιερώνεται στις προδιαγραφές του κτηριακού κελύφους. Παρέχονται αναλυτικά δεδομένα για τις θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών, τυπολογίες τοιχοποιίας και τιμές συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας (κεφ. 4.1). Ιδιαίτερη ανάλυση γίνεται στα αδιαφανή δομικά στοιχεία (κεφ. 4.2.1) και στις θερμογέφυρες (κεφ. 4.2.2), οι οποίες συνιστούν σημαντική πηγή θερμικών απωλειών στα κτήρια. Για τα διαφανή δομικά στοιχεία (κουφώματα), η οδηγία παρέχει μεθοδολογία υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας (κεφ. 4.2.3), τυπικές τιμές (κεφ. 4.2.3.6), καθώς και τον συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων (κεφ. 4.2.7). Αναλυτικές προδιαγραφές δίνονται επίσης για τους συντελεστές σκίασης, συμπεριλαμβανομένης της σκίασης ορίζοντα (κεφ. 4.3.2), των προβόλων (κεφ. 4.3.3), των πλευρικών προεξοχών (κεφ. 4.3.4), των τεντών (κεφ. 4.3.5) και των εξωτερικών περσίδων (κεφ. 4.3.6). Τέλος, το κεφάλαιο καλύπτει τον αερισμό του κτηρίου (κεφ. 4.4), διακρίνοντας μεταξύ αερισμού λόγω αεροστεγανότητας (κεφ. 4.4.2), φυσικού αερισμού (κεφ. 4.4.3) και μηχανικού αερισμού.

Στο Κεφάλαιο 5 αναλύονται οι προδιαγραφές για τα τεχνικά συστήματα του κτηρίου. Η οδηγία καλύπτει εκτενώς τις μονάδες παραγωγής θέρμανσης και ψύξης (κεφ. 5.2), με αναλυτικούς πίνακες βαθμών απόδοσης για λέβητες διαφόρων τύπων (συνήθεις, χαμηλών θερμοκρασιών, συμπύκνωσης), αντλίες θερμότητας και ψύκτες. Ειδική αναφορά γίνεται στις τερματικές μονάδες εκπομπής θερμότητας (κεφ. 5.4.2) και ψύξης (κεφ. 5.4.3), τα δίκτυα διανομής (κεφ. 5.3), τα βοηθητικά συστήματα (κεφ. 5.5), τα συστήματα μηχανικού αερισμού και διαχείρισης κλιματιζόμενου αέρα (κεφ. 5.6), καθώς και στο σύστημα ζεστού νερού χρήσης (κεφ. 5.8). **Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, οι ανάγκες σε Ζ.Ν.Χ. πρέπει να καλύπτονται κατ' ελάχιστον σε ποσοστό 60% σε ετήσια βάση από ηλιοθερμικά συστήματα ή εναλλακτικά από συστήματα βασιζόμενα σε Α.Π.Ε. (κεφ. 7.3).**

Το Κεφάλαιο 6 καλύπτει τις προδιαγραφές για τον τεχνητό φωτισμό, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.), τα συστήματα αυτοματισμού και τη

συμπαγωγή ηλεκτρισμού-θερμότητας (Σ.Η.Θ.). Ο φωτισμός αξιολογείται μόνο για κτήρια του τριτογενούς τομέα, ενώ για τις κατοικίες λαμβάνεται υπόψη αποκλειστικά ως εσωτερικό θερμικό κέρδος (κεφ. 6.1). Η ελάχιστη φωτεινή απόδοση για νέα κτήρια του τριτογενούς τομέα ορίζεται σε 60 lm/W (κεφ. 6.1.1). Ως προς τα ηλιοθερμικά συστήματα, παρέχονται αναλυτικοί συντελεστές αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας ανά τύπο συλλέκτη (απλός επίπεδος, επιλεκτικός, κενού) και ανά γωνία κλίσης (κεφ. 6.3.1). Αντίστοιχα, για τα φωτοβολταϊκά συστήματα δίνονται παράμετροι αξιοποίησης και εγκατάστασης (κεφ. 6.3.2).

Στο Κεφάλαιο 7 συγκεντρώνονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, κατηγοριοποιημένες σε τρεις ενότητες: σχεδιασμός (κεφ. 7.1), κτηριακό κέλυφος (κεφ. 7.2) και τεχνικά συστήματα (κεφ. 7.3). Στον σχεδιασμό, μεταξύ άλλων, απαιτείται κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός, ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος (ΠΗΣ), ηλιοπροστασία, ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού και εξασφάλιση φυσικού φωτισμού. Για το κτηριακό κέλυφος, τίθενται μέγιστοι επιτρεπόμενοι συντελεστές θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τους Πίνακες Γ.1 έως Γ.4 του Άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ., και προβλέπεται υποχρεωτική σήμανση CE για υλικά με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Τα Κεφάλαια 8 και 9 της οδηγίας παρέχουν τα κλιματικά δεδομένα και τα χαρακτηριστικά καυσίμων, αντίστοιχα, που απαιτούνται για τους ενεργειακούς υπολογισμούς. Τα κλιματικά δεδομένα περιλαμβάνουν μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας ανέμου και ηλιακής ακτινοβολίας ανά περιοχή (κεφ. 8). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η διάκριση στους συντελεστές εκπομπής αέριων ρύπων μεταξύ νησιών μη διασυνδεδεμένων με το ηπειρωτικό ηλεκτρικό δίκτυο και της υπόλοιπης χώρας (Πίν. 7.1), δεδομένης της υψηλότερης ρύπανσης ανά kWh ηλεκτρικής ενέργειας στα αυτόνομα νησιωτικά δίκτυα. Τέλος, στο Κεφάλαιο 10 καθορίζονται οι προδιαγραφές αποτελεσμάτων, που περιλαμβάνουν τον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων (κεφ. 10.1), την οικονομοτεχνική ανάλυση (κεφ. 10.2) και τις προτάσεις επεμβάσεων βελτίωσης (κεφ. 10.3).

3.2.2 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017: Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτηρίων

Η Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2017), με τίτλο «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», εκδόθηκε στο πλαίσιο της αναθεώρησης του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕνΑΚ 2017) και εγκρίθηκε με την Υπουργική Απόφαση ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365 (ΦΕΚ 4003Β – 17/11/2017). Αποτελεί μία εκ των βασικών τεχνικών οδηγιών που συνέταξε το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕ.Ε.) σε συνεργασία με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, σε εφαρμογή του Ν. 4122/2013 για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων, ο οποίος εναρμονίζει την ελληνική νομοθεσία με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31/Ε.Ε.. Η εν λόγω ΤΟΤΕ.Ε. αντικατέστησε την προγενέστερη ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2010 (Β' Έκδοση) και αποτελεί αναπόσπαστο εργαλείο τόσο για τη σύνταξη μελετών ενεργειακής απόδοσης όσο και για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Ο βασικός σκοπός της Οδηγίας είναι η παροχή ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών του κτηριακού κελύφους και τον έλεγχο της θερμομονωτικής του επάρκειας. Η Οδηγία βασίζεται στην αρχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας σε στάσιμη κατάσταση (μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος), σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ΕΛΟΤ EN ISO 6946 για τη θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα δομικών στοιχείων, ΕΛΟΤ EN ISO 13370 για τη μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους και ΕΛΟΤ EN ISO 14683 για τις θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές.

Στο Κεφάλαιο 1 (Βασικές Έννοιες) παρουσιάζονται τα θεμελιώδη μεγέθη και οι βασικές σχέσεις που διέπουν τη θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων. Αναλύονται τα στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας, τα οποία περιλαμβάνουν αφενός τον έλεγχο κάθε μεμονωμένου δομικού στοιχείου ως προς τον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας (U) και αφετέρου τον έλεγχο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ολόκληρου του κτηριακού κελύφους

(Ενότητα 1.1). Οι βασικές σχέσεις υπολογισμού, όπως ο συντελεστής θερμοπερατότητας U , η θερμική αντίσταση R και η σύνδεσή τους με τους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λ των επιμέρους υλικών, παρατίθενται στην Ενότητα 1.2.

Το Κεφάλαιο 2 (Μεθοδολογία Υπολογισμού) αποτελεί τον πυρήνα της Οδηγίας και αναπτύσσει διεξοδικά τις μεθόδους υπολογισμού. Η Ενότητα 2.1 αφορά τον υπολογισμό των συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα περιπτώσεων: δομικά στοιχεία με κλειστά ή αεριζόμενα διάκενα αέρα (Ενότητες 2.1.1–2.1.3), δομικά στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους (Ενότητα 2.1.4), οριζόντιες οροφές κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη (Ενότητα 2.1.5), δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος (Ενότητα 2.1.6), δομικά στοιχεία σε επαφή με όμορο κτήριο (Ενότητα 2.1.7), σύνθετα δομικά στοιχεία (Ενότητα 2.1.8), δομικά στοιχεία με μη ομογενείς στρώσεις (Ενότητα 2.1.9), καθώς και παθητικά ηλιακά συστήματα (Ενότητα 2.1.10). Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στον υπολογισμό του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας (U') για δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, ο οποίος εξαρτάται από τη χαρακτηριστική διάσταση B' της πλάκας, το βάθος ζ και τον ονομαστικό συντελεστή θερμοπερατότητας.

Η Ενότητα 2.2 πραγματεύεται τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_w) των διαφανών δομικών στοιχείων (κουφωμάτων), λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα (U_g), του πλαισίου (U_f) και τη γραμμική θερμοπερατότητα στη διεπιφάνεια υαλοπίνακα-πλαισίου (Ψ_g). Παρέχεται αναλυτική μεθοδολογία για μονά κουφώματα (Ενότητα 2.2.1), κουφώματα με πέτασμα (Ενότητα 2.2.2), κουφώματα με επικαθήμενο ρολό (Ενότητα 2.2.3), κουφώματα με εξωτερικά προστατευτικά φύλλα (Ενότητα 2.2.4) και διπλά κουφώματα (Ενότητα 2.2.5). Επιπρόσθετα, η Ενότητα 2.3 αφορά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοπετασμάτων (curtain walls), τα οποία αντιμετωπίζονται ως ιδιαίτερη κατηγορία δομικών στοιχείων λόγω της σύνθετης σύστασής τους.

Η Ενότητα 2.4 αφιερώνεται στον υπολογισμό των θερμογεφυρών, οι οποίες αποτελούν κρίσιμο παράγοντα για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου. Οι γραμμικές θερμογέφυρες χαρακτηρίζονται από τον συντελεστή γραμμικής

θερμοπερατότητας ψ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$], ενώ οι σημειακές θερμογέφυρες, που εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών, θεωρούνται αμελητέες. Η Οδηγία παρέχει αναλυτικούς πίνακες τιμών ψ για τυπικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες, διακρίνοντας τις θερμογέφυρες σε κατακόρυφες και οριζόντιες. Παράλληλα, για λόγους απλοποίησης, προβλέπεται η δυνατότητα προσαυξητικής μεθόδου, κατά την οποία ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε θερμομονωμένου δομικού στοιχείου προσ αυξάνεται κατά $\Delta u = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

Η Ενότητα 2.5 καθορίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού των εμβαδών των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και του λόγου A/V (συνολική επιφάνεια κελύφους προς θερμαινόμενο όγκο), ο οποίος αποτελεί βασική παράμετρο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας. Η ενότητα αυτή αναπτύσσει τους κανόνες ορισμού γραμμικών διαστάσεων (Ενότητα 2.5.1) και ογκομέτρησης του κτηρίου (Ενότητα 2.5.2). Στη συνέχεια, η Ενότητα 2.6 αφορά τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m) ολόκληρου του κτηρίου, ο οποίος λαμβάνει υπόψη όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους, τον μειωτικό συντελεστή (b) για στοιχεία προς μη θερμαινόμενους χώρους (Ενότητα 2.6.1), καθώς και τη συμβολή των θερμογεφυρών. Ο υπολογιζόμενος U_m συγκρίνεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή $U_{m,max}$, η οποία εξαρτάται από τον λόγο A/V , τη χρήση του κτηρίου και τη διάκριση μεταξύ νέου κτηρίου και ριζικής ανακαίνισης.

Πέραν του μεθοδολογικού πλαισίου, η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 περιλαμβάνει εκτεταμένα παραρτήματα με πίνακες θερμοφυσικών ιδιοτήτων δομικών υλικών (συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λ , πυκνότητες, ειδικές θερμοχωρητικότητες) για την πλειονότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται στην ελληνική οικοδομική πρακτική. Επιπλέον, παρέχονται πίνακες τυπικών τιμών συντελεστών θερμοπερατότητας κουφωμάτων, πίνακες ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας για δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, καθώς και πίνακες συντελεστών γραμμικής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών. Τα δεδομένα αυτά καθιστούν δυνατό τον υπολογισμό ακόμη και σε περιπτώσεις όπου δεν είναι διαθέσιμα πλήρη τεχνικά στοιχεία

για τα υλικά κατασκευής, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο κατά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης υφισταμένων κτηρίων.

3.2.3 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών

Η Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2014), με τίτλο «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών», εκδόθηκε στο πλαίσιο εφαρμογής του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ) και αποτελεί αναπόσπαστο εργαλείο για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων και την έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) στην Ελλάδα. Η οδηγία παρέχει τα απαραίτητα κλιματικά δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καλύπτοντας το σύνολο των ελληνικών περιοχών.

Σύμφωνα με το Άρθρο 2 της οδηγίας, η ελληνική επικράτεια κατατάσσεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ και Δ), οι οποίες αντικατοπτρίζουν τη διαβάθμιση των κλιματικών συνθηκών από τις θερμότερες περιοχές (Ζώνη Α) έως τις ψυχρότερες (Ζώνη Δ). Η κατάταξη αυτή βασίζεται κυρίως στις Βαθμομημέρες Θέρμανσης (HDD – Heating Degree Days) κάθε περιοχής. Ειδικότερα, η Ζώνη Α περιλαμβάνει τις θερμότερες περιοχές της χώρας, όπως την Κρήτη και τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου και των Δωδεκανήσων, ενώ η Ζώνη Δ καλύπτει τις ορεινές περιοχές της βόρειας Ελλάδας με τις υψηλότερες θερμαντικές ανάγκες. Τα νησιά των Κυκλάδων κατατάσσονται κυρίως στη Ζώνη Α, γεγονός που συνεπάγεται χαμηλότερες απαιτήσεις θερμομόνωσης αλλά σημαντικές ανάγκες ψύξης κατά τη θερινή περίοδο.

Στο Άρθρο 3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα θερμοκρασίας για κάθε νομό και κλιματική ζώνη της χώρας. Περιλαμβάνονται μηνιαίες μέσες τιμές θερμοκρασίας ξηρού βολβού και υγρού βολβού, οι οποίες είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών και κερδών του κτιριακού κελύφους. Επιπλέον, παρέχονται οι Βαθμομημέρες Θέρμανσης (HDD) και Ψύξης (CDD) με βάση τη θερμοκρασία βάσης

των 18°C, οι οποίες αποτελούν βασικό δείκτη για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων.

Το Άρθρο 4 αφιερώνεται στα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας, τα οποία είναι κρίσιμα τόσο για τον υπολογισμό των ηλιακών κερδών μέσω των διαφανών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, όσο και για τον σχεδιασμό φωτοβολταϊκών και ηλιοθερμικών συστημάτων. Παρέχονται μηνιαίες τιμές ολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο, καθώς και σε κεκλιμένες επιφάνειες διαφόρων προσανατολισμών (N, NA, A, NΔ, Δ κ.λπ.), επιτρέποντας τον ακριβή υπολογισμό των ηλιακών κερδών ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση κάθε δομικού στοιχείου. Για τις νησιωτικές περιοχές, τα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερος σημαντικός, καθώς οι υψηλές τιμές προσπίπτουσας ακτινοβολίας επηρεάζουν άμεσα τα ψυκτικά φορτία και τη δυνατότητα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το Άρθρο 5 περιλαμβάνει τα δεδομένα σχετικής υγρασίας, τα οποία είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των λανθανόντων θερμικών φορτίων και της ενεργειακής κατανάλωσης των συστημάτων κλιματισμού. Παράλληλα, στο Άρθρο 6 παρουσιάζονται τα δεδομένα ανέμου, συμπεριλαμβανομένων των μέσων ταχυτήτων ανέμου και των επικρατούντων διευθύνσεων ανά περιοχή. Τα δεδομένα ανέμου είναι ιδιαίτερα κρίσιμα για τον υπολογισμό των απωλειών αερισμού και διεύθυνσης μέσω του κτιριακού κελύφους, ενώ για τις νησιωτικές περιοχές, όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι (όπως τα μελέμια στις Κυκλάδες), οι απώλειες αερισμού μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα ενεργειακής κατανάλωσης.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι το Άρθρο 7 της οδηγίας, το οποίο καθορίζει τα Τυπικά Μετεωρολογικά Έτη (TMY – Typical Meteorological Year) για κάθε κλιματική ζώνη. Τα TMY αποτελούν σύνθετα σύνολα ωριαίων μετεωρολογικών δεδομένων που αντιπροσωπεύουν τις τυπικές κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής και χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου στα λογισμικά ενεργειακής προσομοίωσης κτιρίων. Η χρήση τυποποιημένων κλιματικών δεδομένων εξασφαλίζει τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών μελετών και ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Τέλος, στο Άρθρο 8 καθορίζονται οι συνθήκες σχεδιασμού (ακραίες θερμοκρασίες σχεδιασμού) που χρησιμοποιούνται για τη διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού (HVAC). Οι ακραίες συνθήκες σχεδιασμού, που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα ποσοστιαία υπέρβασης, επιτρέπουν τη σωστή επιλογή και διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με το Άρθρο 9 της οδηγίας, τα κλιματικά δεδομένα προέρχονται από συστηματική επεξεργασία μετρήσεων μετεωρολογικών σταθμών που λειτουργούν σε όλη την ελληνική επικράτεια, με περίοδο αναφοράς τουλάχιστον 20-30 ετών. Η μεθοδολογία επεξεργασίας ακολουθεί διεθνή πρότυπα και εναρμονίζεται με τα ευρωπαϊκά πρότυπα EN ISO 15927, εξασφαλίζοντας τη συμβατότητα των ελληνικών δεδομένων με τις ευρωπαϊκές μεθόδους ενεργειακής αξιολόγησης κτιρίων.

3.2.4 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017: Οδηγίες και Έντυπα Εκθέσεων Ενεργειακών Επιθεωρήσεων

Η Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017 (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2017), με τίτλο «Οδηγίες και Έντυπα Εκθέσεων Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτηρίων, Συστημάτων Θέρμανσης και Συστημάτων Κλιματισμού», εγκρίθηκε με την υπουργική απόφαση ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365-17/10/2017 (ΦΕΚ Β' 4003-17/11/2017) και αποτελεί την Α' Έκδοση της αναθεωρημένης οδηγίας, αντικαθιστώντας την προγενέστερη Γ' Έκδοση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010. Η συγκεκριμένη οδηγία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της αναθεώρησης του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) του 2017, σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 4122/2013, και αποσκοπεί στον καθορισμό των διαδικασιών, των προτύπων εντύπων και των οδηγιών που ακολουθούν οι Ενεργειακοί Επιθεωρητές κατά τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Ειδικότερα, η οδηγία περιγράφει αναλυτικά τη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου (Κεφάλαιο 2), η οποία περιλαμβάνει τη συλλογή και τον έλεγχο των απαραίτητων δεδομένων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.). Ο επιθεωρητής

υποχρεούται να ελέγχει την ισχύ των πληροφοριών που συλλέγει από τις διαθέσιμες μελέτες του κτηρίου και τις τεχνικές προδιαγραφές των τεχνικών συστημάτων του, προκειμένου να επιβεβαιώσει την ακρίβεια των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει στους υπολογισμούς.

Η έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου δομείται σε σειρά τυποποιημένων πινάκων. Ο Πίνακας 1α περιλαμβάνει τα γενικά στοιχεία του κτηρίου (χρήση, θέση, έτος κατασκευής, επιφάνεια κ.ά.), ενώ ο Πίνακας 1β καταγράφει τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής και ο Πίνακας 1γ τις πηγές των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Ο Πίνακας 2 περιλαμβάνει τοπογραφικό διάγραμμα, σκαρίφημα και φωτογραφία του κτηρίου, ενώ οι Πίνακες 3α και 3β καταγράφουν τα γενικά κατασκευαστικά στοιχεία και την κατανάλωση ενέργειας σε συνδυασμό με την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος αντίστοιχα.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην καταγραφή των συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και συμπαραγωγής. Οι Πίνακες 4, 4.1 και 4.2 αφορούν στα συστήματα Α.Π.Ε. για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, περιλαμβάνοντας φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) και ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος, ενώ ο Πίνακας 5 καταγράφει τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.). Επιπλέον, οι Πίνακες 6 και 7 καλύπτουν τα συστήματα ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης καθώς και τους ανελκυστήρες και τις κυλιόμενες σκάλες του κτηρίου.

Όσον αφορά το κτιριακό κέλυφος, ο Πίνακας 8 καταγράφει τα γενικά χαρακτηριστικά των θερμικών ζωνών του κτηρίου, ενώ ο Πίνακας 9 περιλαμβάνει αναλυτικά στοιχεία για το κτιριακό κέλυφος (αδιαφανή δομικά στοιχεία, κουφώματα, σκίαση κ.ά.) και ο Πίνακας 10 καταγράφει τα παθητικά ηλιακά συστήματα. Ο Πίνακας 11 αφορά στα συστήματα παραγωγής, διανομής και εκπομπής για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης (ZNX), ενώ ο Πίνακας 12 καλύπτει τα συστήματα φωτισμού του κτηρίου.

Πέραν της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017 περιλαμβάνει επίσης οδηγίες και έντυπα για την ενεργειακή επιθεώρηση συστημάτων

θέρμανσης (Κεφάλαιο 3) και συστημάτων κλιματισμού (Κεφάλαιο 4). Για τα συστήματα θέρμανσης, οι Πίνακες 13 έως 17 καταγράφουν τα γενικά στοιχεία της εγκατάστασης, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τερματικών μονάδων, τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ελέγχου, την τελική διάγνωση και τις διαπιστώσεις/υποδείξεις του επιθεωρητή. Αντίστοιχα έντυπα προβλέπονται και για τα συστήματα κλιματισμού. Η οδηγία περιλαμβάνει επίσης αναλυτικές οδηγίες ηλεκτρονικής καταχώρησης των εκθέσεων επιθεώρησης, διευκολύνοντας την ψηφιακή υποβολή των αποτελεσμάτων.

3.2.5 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2017: Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης

Η Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2017 (ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, 2017), με τίτλο «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια», εγκρίθηκε ομοίως με την ίδια υπουργική απόφαση (ΦΕΚ Β' 4003/17.11.2017), ως Παράρτημα 4 της απόφασης, αντικαθιστώντας την προγενέστερη Β' Έκδοση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2012. Η συγκεκριμένη οδηγία εστιάζει στην τεχνολογία της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.) και τη Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης (Σ.Η.Θ.Ψ.) σε επίπεδο κτηρίου, παρέχοντας το τεχνικό πλαίσιο για την ενσωμάτωση της συμπαραγωγής στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης.

Η συμπαραγωγή αποτελεί τεχνολογία ταυτόχρονης παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από μία ενιαία πηγή καυσίμου, επιτυγχάνοντας σημαντικά υψηλότερο συνολικό βαθμό απόδοσης σε σύγκριση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Η οδηγία παρουσιάζει τις βασικές αρχές λειτουργίας των συστημάτων Σ.Η.Θ., τους διαθέσιμους τύπους κινητήρων (π.χ. κινητήρες εσωτερικής καύσης, μικροστρόβιλοι, κυψέλες καυσίμου), τα διαθέσιμα καύσιμα και τους δείκτες απόδοσης τους. Επιπλέον, περιγράφει την έννοια της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης (Σ.Η.Θ.Ψ.), όπου μέρος της παραγόμενης θερμότητας χρησιμοποιείται σε ψύκτες απορρόφησης για την παραγωγή ψύξης.

Η οδηγία καθορίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής συμβολής των συστημάτων Σ.Η.Θ. και Σ.Η.Θ.Ψ. στην ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Συγκεκριμένα, προσδιορίζει τους ονομαστικούς και εποχιακούς συντελεστές απόδοσης των μονάδων συμπαραγωγής, τον τρόπο υπολογισμού της ωφέλιμης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται, καθώς και τη μέθοδο συνυπολογισμού της συμπαραγωγής στη συνολική ενεργειακή ισορροπία του κτηρίου. Η συμβολή της συμπαραγωγής λαμβάνεται υπόψη τόσο στον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας όσο και στην ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.

Η συνδυασμένη εφαρμογή όλων των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. διασφαλίζει την ολοκληρωμένη εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. και την αξιόπιστη αποτίμηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του ελληνικού κτηριακού αποθέματος, συμβάλλοντας στην επίτευξη των εθνικών και ευρωπαϊκών στόχων ενεργειακής εξοικονόμησης.

3.3 Μεθοδολογία Ενεργειακής Αξιολόγησης Κτιρίων

3.3.1 Γενικές Αρχές Υπολογισμού

Η μεθοδολογία ενεργειακής αξιολόγησης των κτιρίων βασίζεται στο ημι-στατικό μηνιαίο μοντέλο υπολογισμού, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα EN ISO 13790 (και μεταγενέστερα EN ISO 52016). Ο ΚΕνΑΚ 2010 (άρθ. 7) όρισε ότι ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης πρέπει να βασίζεται στη μεθοδολογία υπολογισμού που καθορίζεται στις αντίστοιχες ΤΟΤΕ.Ε., ενώ ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 7) επιβεβαίωσε τη χρήση του μηνιαίου ημι-στατικού μοντέλου ως βάση υπολογισμού. Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (Κεφ. 2) αναπτύσσει αναλυτικά τη μεθοδολογία υπολογισμού, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

Αρχικά, πραγματοποιείται ο υπολογισμός των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου (θέρμανσης και ψύξης) με βάση τις θερμικές απώλειες (μετάδοση μέσω κελύφους και αερισμός) και τα θερμικά κέρδη (ηλιακά κέρδη και εσωτερικά κέρδη).

Ακολουθεί ο υπολογισμός της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης, λαμβάνοντας υπόψη τους βαθμούς απόδοσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, παραγωγής ΖΝΧ και φωτισμού), τις απώλειες διανομής και εκπομπής, καθώς και τη συμβολή των Α.Π.Ε..

Τέλος, η τελική ενέργεια μετατρέπεται σε πρωτογενή ενέργεια μέσω των καθορισμένων συντελεστών μετατροπής.

Κεντρικό ρόλο στην αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης διαδραματίζει ο δείκτης ειδικής πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{έτος}$), ο οποίος εκφράζει την πρωτογενή ενέργεια ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας του κτιρίου σε ετήσια βάση. Σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ 2010 (άρθ. 3), η πρωτογενής ενέργεια υπολογίζεται με τη χρήση συντελεστών μετατροπής τελικής σε πρωτογενή ενέργεια, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τις απώλειες του ενεργειακού συστήματος από την παραγωγή έως την τελική χρήση. Οι συντελεστές αυτοί αναθεωρήθηκαν στον ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 5, παρ. 7), ώστε να αντικατοπτρίζουν πληρέστερα το ενεργειακό μείγμα της χώρας και τα δεδομένα του ηλεκτρικού δικτύου. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής μετατροπής για το φυσικό αέριο σε **1,05** , για το πετρέλαιο θέρμανσης σε **1,10** , για την ηλεκτρική ενέργεια σε **2,90** , για το υγραέριο σε **1,05** , για τη βιομάζα σε **1,00** , για την ηλεκθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής σε **0,70** και για την τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε. σε **0,50**.

Ο ΚΕνΑΚ 2013 (άρθ. 2, παρ. 5) εισήγαγε τον κρίσιμο ορισμό του **Κτιρίου Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης (ΚΣΜΕΚ)**, ως κτιρίου με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, στο οποίο η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται καλύπτεται σε πολύ σημαντικό βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.), συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας από Α.Π.Ε. που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου.

Επιπρόσθετα, σημαντική έννοια αποτελεί το **Κτίριο Αναφοράς**, το οποίο ορίζεται στο άρθρο 3 του ΚΕνΑΚ 2010 και αναλυτικότερα στο άρθρο 9 (παρ.1) του ΚΕνΑΚ 2017, ως εικονικό κτίριο ίδιας γεωμετρίας, θέσης, προσανατολισμού, χρήσης και λειτουργικών χαρακτηριστικών με το εξεταζόμενο κτίριο, αλλά με

προκαθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά που πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του κανονισμού. Η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς αποτελεί τη βάση σύγκρισης για την ενεργειακή κατάταξη του εξεταζόμενου κτιρίου.

Η έννοια του κτιρίου αναφοράς αποτελεί τον μηχανισμό μέσω του οποίου ο ΚΕνΑΚ θέτει τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Ο ΚΕνΑΚ 2010 (άρθ. 9) καθόρισε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς, τα οποία αντιστοιχούν στις ελάχιστες αποδεκτές ενεργειακές προδιαγραφές. Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 9) αναθεώρησε ουσιαστικά τα χαρακτηριστικά αυτά, αυστηροποιώντας τόσο τις θερμοφυσικές ιδιότητες του κελύφους (χαμηλότερες τιμές U) όσο και τους βαθμούς απόδοσης των Η/Μ συστημάτων.

3.3.2 Στοιχεία του Κτιριακού Κελύφους

3.3.2.1 Συντελεστής Θερμοπερατότητας U

Ο **συντελεστής θερμοπερατότητας U ($W/m^2 \cdot K$)** αποτελεί τον βασικότερο δείκτη θερμικής ποιότητας ενός δομικού στοιχείου, ως **το μέτρο της ποσότητας θερμότητας που διέρχεται μέσω ενός τετραγωνικού μέτρου ενός δομικού στοιχείου, ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των δύο πλευρών του.**

Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (Κεφάλαιο 3, Παράγραφος 3.3) αναφέρεται εκτενώς στον υπολογισμό του συντελεστή U , λαμβάνοντας υπόψη τόσο την αγωγιμότητα (λ) των δομικών υλικών όσο και τις συνθήκες θερμικής μετάβασης στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες. Ο γενικός τύπος υπολογισμού που παρουσιάζεται είναι: $U = 1 / (R_{si} + \Sigma R_j + R_{se})$, όπου R_{si} η εσωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης, R_{se} η εξωτερική αντίσταση θερμικής μετάβασης και ΣR_j το άθροισμα των θερμικών αντιστάσεων των επιμέρους στρώσεων ($R_j = d_j / \lambda_j$, με d_j το πάχος και λ_j τη θερμική αγωγιμότητα κάθε στρώσης).

Ο ΚΕνΑΚ 2010 (άρθ. 8, πίν. Γ1) καθόρισε για πρώτη φορά ανώτατα επιτρεπόμενα όρια για τον συντελεστή θερμοπερατότητας U δομικών στοιχείων, διαφοροποιημένα

ανά κλιματική ζώνη. Η Ελλάδα χωρίστηκε σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α, Β, Γ, Δ), με τη ζώνη Α να αντιστοιχεί στις θερμότερες περιοχές (νησιωτικό χώρο, Κρήτη, Δωδεκάνησα) και τη ζώνη Δ στις ψυχρότερες ηπειρωτικές περιοχές.

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ1) αυστηροποίησε σημαντικά τα όρια αυτά, κάνοντας και διαχωρισμό νέων & υφιστάμενων κτιρίων.

Ενδεικτικά, για εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα στη Ζώνη Α, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής U μειώθηκε από $0,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (ΚΕνΑΚ 2010, κοινή τιμή για νέα & υφιστάμενα κτίρια) σε $0,55 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ για τα νέα κτίρια (ΚΕνΑΚ 2017), ενώ για οροφές σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα η αντίστοιχη τιμή μειώθηκε από $0,50$ (κοινή τιμή για νέα & υφιστάμενα κτίρια) σε $0,45 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ για τα νέα κτίρια. Οι μέγιστοι συντελεστές θερμοπερατότητας για κουφώματα και υαλοπίνακες υπέστησαν αντίστοιχη αυστηροποίηση.

Κατά το πρώτο στάδιο του ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U του κάθε δομικού στοιχείου (εξωτερική τοιχοποιία, δάπεδα, δώματα, κουφώματα), να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{\max}$ που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων (ΚΕΝΑΚ 2017, άρθ. 8).

3.3.2.2 Θερμογέφυρες

Οι θερμογέφυρες αποτελούν σημεία ή περιοχές του κτιριακού κελύφους όπου παρατηρείται αυξημένη ροή θερμότητας λόγω μεταβολής της γεωμετρίας, αλλαγής υλικών ή σύνδεσης διαφορετικών δομικών στοιχείων. Ο ΚΕνΑΚ 2010 (άρθ. 8) αναγνώρισε τη σημασία των θερμογεφυρών, ενώ η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 (κεφ. 2.4) παρέχει λεπτομερή μεθοδολογία για τον υπολογισμό τους. Ο γραμμικός συντελεστής θερμοπερατότητας ψ ($\text{W/m}\cdot\text{K}$) χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της θερμικής απώλειας μέσω θερμογεφυρών, ενώ παρέχονται τυπικές τιμές για τις πιο συνήθεις κατασκευαστικές λεπτομέρειες (γωνίες τοίχων, πλαίσια ανοιγμάτων, σύνδεση δαπέδου με εξωτερικό τοίχο, πρόβολοι κ.ά.).

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 12, παρ. 1.6β) επέτεινε τις απαιτήσεις αντιμετώπισης των θερμογεφυρών, υποχρεώνοντας τον μελετητή να τις λαμβάνει υπόψη αναλυτικά στον ενεργειακό σχεδιασμό. Η TOTE.E. 20701-1/2017 προτείνει δύο μεθόδους υπολογισμού: την αναλυτική μέθοδο (αριθμητική ανάλυση σύμφωνα με το EN ISO 10211) και την απλοποιημένη μέθοδο με χρήση τυπικών τιμών από πίνακες αναφοράς. Σε κάθε περίπτωση, οι θερμικές απώλειες λόγω θερμογεφυρών προστίθενται στις συνολικές απώλειες μετάδοσης του κτιρίου.

3.3.2.3 Ηλιακά Κέρδη και Σκίαση

Η ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τα ηλιακά κέρδη μέσω των υαλοπινάκων και των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους. Η TOTE.E. 20701-1/2017 (κεφ. 4.3) παρέχει αναλυτική μεθοδολογία υπολογισμού των ηλιακών κερδών, λαμβάνοντας υπόψη τον ηλιακό συντελεστή κέρδους g (ή g -value ή SHGC) των υαλοπινάκων, την ηλιακή ακτινοβολία ανά προσανατολισμό και κλιματική ζώνη, τους συντελεστές σκίασης (σταθερά εξωτερικά στοιχεία σκίασης, γειτονικά κτίρια, βλάστηση) και τα κινητά σκίαστρα.

Η TOTE.E. 20701-2/2017 περιλαμβάνει πίνακες τυπικών τιμών g για διάφορους τύπους υαλοπινάκων (μονοί, διπλοί, τριπλοί, με επίστρωση χαμηλής εκπομπής κ.λπ.) και παρέχει τη μέθοδο υπολογισμού του ισοδύναμου συντελεστή σκίασης που εφαρμόζεται στον ενεργειακό σχεδιασμό.

3.3.2.4 Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m

Σύμφωνα με την TOTE.E. 20701-2/2017 (κεφ. 2.6), ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών θερμοπερατότητας U όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτηρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους.

Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου U_m , πρέπει να είναι μικρότερος από τον μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ που ορίζεται από το λόγο A/V (περιβάλλουσα επιφάνεια του κτηρίου προς τον όγκο του) για κάθε κλιματική ζώνη ως μέγιστο (ΚΕΝΑΚ 2017, άρθ. 8, πίν. Γ3-Γ4)

3.3.3 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις και Ενεργειακά Συστήματα

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3) και η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (κεφ. 7.3) θέτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις για τα τεχνικά συστήματα των κτιρίων.

3.3.3.1 Συστήματα Θέρμανσης

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3) θέτει τις ελάχιστες απαιτήσεις για τα συστήματα θέρμανσης, περιλαμβάνοντας ελάχιστους βαθμούς απόδοσης λεβήτων και απαιτήσεις για μόνωση σωληνώσεων διανομής. Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (κεφ. 5.1) αναπτύσσει τη μεθοδολογία υπολογισμού της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, λαμβάνοντας υπόψη τον βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής (λέβητας, αντλία θερμότητας, ηλεκτρική θέρμανση κ.ά.), τις απώλειες του δικτύου διανομής (σωληνώσεις, αντλίες κυκλοφορίας), τις απώλειες του συστήματος εκπομπής (σώματα, ενδοδαπέδια θέρμανση, fan coils) και τις απώλειες ρύθμισης και ελέγχου.

Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 παρέχει συμπληρωματικά τεχνικά δεδομένα για τα συστήματα θέρμανσης, συμπεριλαμβανομένων πινάκων βαθμών απόδοσης ανά τύπο λέβητα (συμβατικός, χαμηλής θερμοκρασίας, συμπύκνωσης), ανά ηλικία εξοπλισμού και ανά καύσιμο. Επίσης, περιλαμβάνει τιμές COP για αντλίες θερμότητας διαφόρων τύπων (αέρα-νερού, εδάφους-νερού, αέρα-αέρα) καθώς και μεθοδολογίες υπολογισμού της εποχιακής απόδοσης (SCOP) σε συνάρτηση με τις κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής.

3.3.3.2 Συστήματα Ψύξης

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3) καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις για τα συστήματα ψύξης, συμπεριλαμβανομένων ελάχιστων τιμών E.E.R (Energy Efficiency Ratio) και SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) για κλιματιστικά συστήματα. Η TOTE.E. 20701-1/2017 (κεφ. 5.2) αναπτύσσει την αντίστοιχη μεθοδολογία υπολογισμού της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης για ψύξη, η οποία είναι ανάλογη με αυτή της θέρμανσης αλλά χρησιμοποιεί τους αντίστοιχους δείκτες απόδοσης ψύξης. Η TOTE.E. 20701-2/2017 συμπληρώνει τα τεχνικά δεδομένα με πίνακες δεικτών EER και SEER για διάφορους τύπους ψυκτικών μονάδων.

Ιδιαίτερη σημασία για τον νησιωτικό χώρο έχει η ορθή διαστασιολόγηση και επιλογή των ψυκτικών συστημάτων, δεδομένης της υψηλής ζήτησης ψύξης κατά τους θερινούς μήνες. Η TOTE.E. 20701-1/2017 υπογραμμίζει ότι στις κλιματικές ζώνες Α και Β η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη μπορεί να υπερβαίνει σημαντικά αυτήν για θέρμανση, καθιστώντας απαραίτητη την εφαρμογή μέτρων ηλιοπροστασίας, φυσικού δροσισμού και χρήσης αποδοτικών ψυκτικών συστημάτων.

3.3.3.3 Αερισμός

Η TOTE.E. 20701-1/2017 (κεφ. 3.4.3) καθορίζει τις ελάχιστες παροχές νωπού αέρα ανά κατηγορία χρήσης χώρου, βασιζόμενη στα ευρωπαϊκά πρότυπα EN 15251 και EN 13779.

Η ενεργειακή επίπτωση του αερισμού είναι σημαντική, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μηχανικό αερισμό. Η TOTE.E. 20701-1/2017 αξιολογεί τη συμβολή συστημάτων ανάκτησης θερμότητας στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ ο ΚΕνΑΚ 2017 (Άρθ. 12, παρ. 4.2) ενθαρρύνει τη χρήση τέτοιων συστημάτων, ιδίως σε κτίρια τριτογενούς τομέα με υψηλές απαιτήσεις αερισμού.

3.3.3.4 Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Ο ΚΕνΑΚ 2010 (άρθ. 8, παρ. 3.1στ) εισήγαγε την υποχρεωτική κάλυψη μέρους των αναγκών ZNX μέσω ηλιοθερμικών συστημάτων, θέτοντας ελάχιστα ποσοστά ηλιακής

κάλυψης ανά κλιματική ζώνη. Ο ΚΕνΑΚ 2013 (άρθ. 6, παρ. 4) επιβεβαίωσε και ενίσχυσε αυτή την υποχρέωση. Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3.1.3) αυστηροποίησε περαιτέρω τις απαιτήσεις, ορίζοντας ελάχιστο ποσοστό κάλυψης 60% των αναγκών ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα για νέα κτίρια. Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (κεφ. 5.8) αναπτύσσει τη μεθοδολογία υπολογισμού των ενεργειακών αναγκών για ΖΝΧ και αξιολόγησης της απόδοσης των ηλιοθερμικών συστημάτων, σε συνδυασμό με τις τεχνικές προδιαγραφές που παρέχονται στην ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017.

3.3.3.5 Φωτισμός

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3.1.5) θέτει απαιτήσεις για τον τεχνητό φωτισμό, κυρίως σε κτίρια τριτογενούς τομέα, περιλαμβανομένων ανώτατων τιμών εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας (W/m^2) και ελάχιστων απαιτήσεων για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού. Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (κεφ. 6.1) παρέχει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης φωτισμού, λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο φωτιστικών σωμάτων, τις ώρες λειτουργίας ανά κατηγορία χρήσης, τη συμβολή του φυσικού φωτισμού (μέσω του παράγοντα φυσικού φωτισμού) και τα συστήματα αυτόματης ρύθμισης. **Σημειώνεται ότι στις κατοικίες η κατανάλωση φωτισμού δεν περιλαμβάνεται στον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ.**

3.3.3.6 Λοιπά τεχνικά συστήματα

Πέρα από τα συνήθη τεχνικά συστήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, για την αξιολόγηση της ενεργειακής κατάστασης ενός κτιρίου λαμβάνονται και τα παρακάτω συστήματα:

- φωτοβολταϊκά,
- γεωθερμικές αντλίες θέρμανσης/ψύξης,
- συστήματα Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)
- κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- διατάξεις αυτοματισμού των παραπάνω συστημάτων

3.3.4 Βήματα υπολογισμού

Με βάση τις παραπάνω οδηγίες των ΤΟΤΕ.Ε., η διαδικασία αξιολόγησης της ενεργειακής κατάστασης ενός κτιρίου διενεργείται:

- για κτίρια που πρόκειται να ανεγερθούν
- για υφιστάμενα κτίρια

3.3.4.1 Περίπτωση κτιρίου υπό ανέγερση

Η ενεργειακή αξιολόγηση στην περίπτωση αυτή λαμβάνει χώρα κατά την φάση αδειοδότησης της κατασκευής του νέου κτιρίου, με την σύνταξη της **Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ)**.

Στην περίπτωση της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, η διαδικασία αξιολόγησης της ενεργειακής κατάστασης του μελλοντικού κτιρίου, διενεργείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στον ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 11 & 12) και περιλαμβάνει την εισαγωγή σε πιστοποιημένο λογισμικό όλων των απαραίτητων στοιχείων της γεωγραφικής περιοχής, του κελύφους και των τεχνικών συστημάτων του μελλοντικού κτιρίου. Τα απαιτούμενα στοιχεία είναι τα παρακάτω:

1. Γενικά στοιχεία κτιρίου και νομοθετικό πλαίσιο

- Στοιχεία ταυτότητας έργου (θέση, χρήση, ιδιοκτήτης, μελετητές) και αναφορά στο ότι η ΜΕΑ εκπονείται για νέο κτίριο σύμφωνα με ν. 4122/2013 και ΚΕΝΑΚ 2017
- Αναφορά στις ισχύουσες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που εφαρμόζονται (20701-1, -2, -3, -4)

2. Περιγραφή αρχιτεκτονικού και λειτουργικού σχεδιασμού

- Αναλυτική περιγραφή χρήσεων χώρων, ωραρίων λειτουργίας, τυχόν ειδικών χώρων (υγροί χώροι, βοηθητικοί, κοινόχρηστοι)
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά: κάτοψη, τομές, όψεις, συνολική/ωφέλιμη επιφάνεια, όγκος, λόγος A/V, επιφάνειες ανά προσανατολισμό
- Ζωνοποίηση σε θερμικές/λειτουργικές ζώνες

3. Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά κελύφους

- Περιγραφή όλων των δομικών στοιχείων (τοίχοι, οροφές, δάπεδα, ανοίγματα, στοιχεία σε επαφή με έδαφος ή μη θερμαινόμενους χώρους)
- Συντελεστές θερμοπερατότητας U , μέσος συντελεστής U_m και έλεγχος συμμόρφωσης με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 7)
- Στοιχεία σκίασης και ηλιακών κερδών (τύπος υαλοστασίων, σκίαστρα, συντελεστές g και σκίασης)

4. Κλιματικά δεδομένα και συνθήκες αναφοράς

- Επιλογή κλιματικής ζώνης και κλιματικού σταθμού, με αναφορά στα κλιματικά δεδομένα Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3
- Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, υγρασία ανά χρήση χώρου, σύμφωνα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε

5. Περιγραφή Η/Μ συστημάτων

- Για κάθε υποσύστημα:
- Θέρμανση: τύπος παραγωγής, καύσιμο, ονομαστική ισχύς, εποχιακός βαθμός απόδοσης, δίκτυα διανομής, τερματικές μονάδες και αυτοματισμοί.
- Ψύξη/κλιματισμός: ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, EER/COP, δίκτυα, τερματικές μονάδες, έλεγχοι.
- Αερισμός – ανάκτηση θερμότητας: παροχές αέρα, ΚΚΜ, ανάκτηση, ισχύς ανεμιστήρων.
- Ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ): τρόπος παραγωγής, αποθήκευση, δίκτυα, ηλιακά θερμικά, επικουρικά συστήματα.
- Φωτισμός (για τριτογενή): είδος φωτιστικών, πυκνότητα ισχύος, συστήματα ελέγχου.

6. Συστήματα Α.Π.Ε. και συμπαραγωγής

- Περιγραφή εγκατεστημένων ή προβλεπόμενων συστημάτων Α.Π.Ε. (φωτοβολταϊκά, ηλιακοί συλλέκτες κ.λπ.)
- Περιγραφή τυχόν μονάδων ΣΗΘ και ένταξή τους στο ενεργειακό ισοζύγιο

7. Υπολογιστική μεθοδολογία και αποτελέσματα

- Περιγραφή της μεθοδολογίας υπολογισμού (EN ISO 13790 μέσω T.O.T.E.E. 20701-1, μηνιαία μέθοδος κ.λπ.)
- Πίνακες με ετήσιες ανάγκες και καταναλώσεις τελικής και πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ZNX, φωτισμός)
- Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂

8. Σύγκριση με κτίριο αναφοράς και ενεργειακή κατάταξη

- Περιγραφή παραμέτρων κτιρίου αναφοράς (δομικά στοιχεία και Η/Μ συστήματα) σύμφωνα με KENAK
- Σύγκριση ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών του εξεταζόμενου κτιρίου με το κτίριο αναφοράς
- Τελική ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου βάσει ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας

9. Έλεγχος ελάχιστων απαιτήσεων και προτάσεις

- Έλεγχος συμμόρφωσης με τις ελάχιστες απαιτήσεις κελύφους και συστημάτων (άρθρο 7)
- Τεκμηριωμένες προτάσεις βελτίωσης, εφόσον απαιτείται, ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη ενεργειακή κατηγορία

3.3.4.2 Περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου

Η ενεργειακή αξιολόγηση ενός υφιστάμενου κτιρίου λαμβάνει χώρα με την **Ενεργειακή Επιθεώρηση** του κτιρίου και την έκδοση του αντίστοιχου **Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)**, στις εξής περιπτώσεις (KENAK 2017, άρθ. 13):

- μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής ή των εργασιών ανακαίνισης μεγάλης κλίμακας (ριζική ανακαίνιση) νέου κτιρίου ή κτιριακής μονάδας και πριν από τη χρήση, με προσκόμιση του ΠΕΑ του κτιρίου στην αντίστοιχη Υπηρεσία

Δόμησης για τον έλεγχο της ικανοποίησης των ελάχιστων ενεργειακών απαιτήσεων (άρθ. 13, παρ. 2)

- κατά τη μεταβίβαση (αγοραπωλησία) κτιρίου ή κτιριακής μονάδας, με την επισύναψη του ΠΕΑ στο συμβόλαιο (άρθ. 13, παρ. 3)
- κατά τη μίσθωση κτιρίου ή κτιριακής μονάδας, με την καταχώρηση του ΠΕΑ στην ηλεκτρονική πλατφόρμα μίσθωσης κτιρίων της Γενικής Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων (www.gsis.gr). (άρθ. 13, παρ. 4)
- σε κτίρια που στεγάζουν δημόσιες υπηρεσίες και έχουν συνολική ωφέλιμη επιφάνεια άνω του ορίου που ορίζει η νομοθεσία

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) αποτελεί το επίσημο έγγραφο αποτύπωσης της ενεργειακής κατάταξης ενός κτιρίου. Σύμφωνα με το άρθρο 12 του Ν. 4122/2013 (ΚΕνΑΚ 2013), το ΠΕΑ εκδίδεται από Ενεργειακούς Επιθεωρητές εγγεγραμμένους στα αντίστοιχα μητρώα του ΥΠΕΝ, έχει ισχύ δέκα ετών και απαιτείται υποχρεωτικά κατά τη μεταβίβαση ή μίσθωση ακινήτου. Το ΠΕΑ περιλαμβάνει, εκτός από την ενεργειακή κατηγορία, και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες αξιολογούνται ως προς την τεχνοοικονομική τους αποδοτικότητα.

Στην περίπτωση της Ενεργειακής Επιθεώρησης, η διαδικασία αξιολόγησης της ενεργειακής κατάστασης του κτιρίου, διενεργείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στον ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 4) και περιλαμβάνει την εισαγωγή σε πιστοποιημένο λογισμικό όλων των απαραίτητων στοιχείων της γεωγραφικής περιοχής, του κελύφους και των τεχνικών συστημάτων του κτιρίου. Τα απαιτούμενα στοιχεία είναι τα παρακάτω:

1. Κλιματικά δεδομένα και εσωτερικές συνθήκες αναφοράς

- Εξωτερικά κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασίες, ακτινοβολία κ.λπ.) από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3, ανά κλιματική ζώνη και πόλη
- Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασίες άνεσης για θέρμανση/ψύξη, επιθυμητή ποιότητα αέρα) ανά χρήση και ζώνη
- Χρήση κτιρίου και καθορισμός θερμικών/λειτουργικών ζωνών (ωράρια, πυκνότητα χρήστη, εσωτερικά κέρδη)

- Τυποποιημένα ωράρια λειτουργίας, σενάρια κατοίκησης/χρήσης και εσωτερικά κέρδη (άτομα, συσκευές, φωτισμός)

2. Γεωμετρία, χρήση και ζωνοποίηση κτιρίου

- Θέση/κλιματική ζώνη, συντεταγμένες και προσανατολισμός
- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά: συνολική και ωφέλιμη επιφάνεια, όγκος, αναλογίες κελύφους (A/V), επιφάνειες τοίχων, οροφών, δαπέδων, ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό.

3. Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά κελύφους

- Τύποι δομικών στοιχείων: εξωτερικές τοιχοποιίες, οροφές/δώματα, στέγες, δάπεδα επί εδάφους ή υπόγειων χώρων, χωρίσματα προς μη θερμαινόμενους χώρους.
- Συντελεστές θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και μέσος συντελεστής U_m , σύμφωνα με Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2
- Συντελεστές ηλιακού θερμικού κέρδους, σκίασης και οπτικής δι.Α.Π.Ε.ρατότητας για τα ανοίγματα.

4. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και ΖΝΧ

Για κάθε σύστημα τεχνικών εγκαταστάσεων:

- Τύπος παραγωγής: λέβητας, καυστήρας, αντλία θερμότητας, τηλεθέρμανση, ηλεκτρικά συστήματα, λέβητες συμπύκνωσης, ΣΗΘ κ.ά.
- Καύσιμο ή πηγή ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια, βιομάζα, τηλεθέρμανση κ.λπ.).
- Ονομαστική ισχύς, εποχιακός βαθμός απόδοσης / COP / EER / SPF κατά EN και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- Δίκτυα διανομής: μήκη, θερμομόνωση, θερμοκρασίες προσαγωγής/επιστροφής, απώλειες, συντελεστές απόδοσης διανομής.

- Συστήματα εκπομπής (σώματα, ενδοδαπέδια, fancoils, KKM), απόδοση εκπομπής και ελέγχου.
- Συστήματα αερισμού – μηχανικού αερισμού: παροχές αέρα, ανάκτηση θερμότητας, ανεμιστήρες, ισχύς και απόδοση.
- Συστήματα ZNX: τύπος παραγωγής (κεντρικός/τοπικός), αποθήκευση σε δοχεία, απώλειες, ηλιακά θερμικά, εφεδρικά συστήματα.

5.Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων φωτισμού (κυρίως τριτογενής τομέας)

- Είδος φωτιστικών (τεχνολογία λαμπτήρα, φωτεινή απόδοση), ισχύς εγκατεστημένου φωτισμού ανά m²
- Συντελεστές χρησιμοποίησης, ωράρια φωτισμού, συστήματα ελέγχου (αισθητήρες παρουσίας/ημέρας, σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), για τον κεντρικό έλεγχο της λειτουργίας των τεχνικών συστημάτων

6. Τεχνικά χαρακτηριστικά συστημάτων Α.Π.Ε. και συμπαραγωγής

- Φωτοβολταϊκά: εγκατεστημένη ισχύς, προσανατολισμός/κλίση, απόδοση, τρόπος σύνδεσης (ιδιοκατανάλωση/έγχυση)
- Ηλιακά θερμικά για ZNX ή υποβοήθηση θέρμανσης: επιφάνειες συλλεκτών, αποδόσεις, κάλυψη φορτίου
- Μονάδες ΣΗΘ: ηλεκτρική/θερμική ισχύς, αποδόσεις, ώρες λειτουργίας, κάλυψη φορτίου κτιρίου

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα και με βάση (KENAK 2017, άρθ. 5, πίν. Β1):

- **τους συντελεστές μετατροπής από τελική σε πρωτογενή ενέργεια ανά πηγή ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο, αέριο, βιομάζα, τηλεθέρμανση κ.λπ.)**
 - **τους συντελεστές εκπομπών CO₂ ανά φορέα ενέργειας, για υπολογισμό ετήσιων εκπομπών βάσει της συνολικής πρωτογενούς κατανάλωσης**
- προκύπτουν τα παρακάτω για το εξεταζόμενο κτίριο:

- **Ετήσια κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά χρήση: θέρμανση, ψύξη, ZNX, φωτισμός (τριτογενής).**
- **Μετατροπή σε ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση και συνολικά [kWh/m²], μέσω των συντελεστών μετατροπής.**
- **Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂ [kg/m²], βάσει της συνολικής πρωτογενούς κατανάλωσης.**

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία, τόσο στο υπό εξέταση κτίριο, όσο και στο αντίστοιχο κτίριο αναφοράς (KENAK 2017, άρθ. 9)

3.4 Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων

Η ενεργειακή κατάταξη αποτελεί κομβικό στοιχείο του ΚΕνΑΚ, καθώς μεταφράζει τα αριθμητικά αποτελέσματα της ενεργειακής αξιολόγησης σε μια εύληπτη κλίμακα αξιολόγησης. Ο ΚΕνΑΚ 2010 (Άρθ. 6) εισήγαγε κλίμακα εννέα ενεργειακών κατηγοριών (A+, A, B+, B, Γ, Δ, E, Z, H), με βάση σύγκρισης την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Ο ΚΕνΑΚ 2017 (Άρθ. 6) διατήρησε τη γενική δομή της κατάταξης, αλλά αναθεώρησε τα ποσοστά των ορίων κάθε κατηγορίας σε σχέση με το κτίριο αναφοράς, αντικατοπτρίζοντας τις αυστηρότερες απαιτήσεις.

Η ενεργειακή κατάταξη πραγματοποιείται βάσει του λόγου $T = EP / R_R$, όπου EP η κατανάλωση πρωτογενούς του εξεταζόμενου κτιρίου και R_R η αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς (KENAK 2017, άρθ. 10, πίν. E1). Η κατηγορία B αντιστοιχεί σε $T = 1,0$ (δηλαδή ίση κατανάλωση με το κτίριο αναφοράς), ενώ χαμηλότερες τιμές T αντιστοιχούν σε υψηλότερες ενεργειακές κατηγορίες. Ένα νέο κτίριο υποχρεούται να κατατάσσεται τουλάχιστον στην κατηγορία B, ενώ ένα Κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης πρέπει να κατατάσσεται τουλάχιστον στην κατηγορία A.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό το εξής:

Η μεθοδολογία αξιολόγησης της ενεργειακής κατάστασης ενός κτιρίου (υφιστάμενου ή υπό ανέγερση) ακολουθεί τα ίδια βήματα, δηλ. την συγκέντρωση και την εισαγωγή σε ειδικό πιστοποιημένο λογισμικό, όλων των απαραίτητων γεωγραφικών, αρχιτεκτονικών & λοιπών τεχνικών στοιχείων που χαρακτηρίζουν το εν λόγω κτίριο.

Η ουσιώδης διαφορά είναι ότι:

- στη μεν **Ενεργειακή Επιθεώρηση** του υφιστάμενου κτιρίου, ο ενεργειακός επιθεωρητής αξιολογεί μια υπάρχουσα ενεργειακή κατάσταση, κάνοντας παράλληλα συστάσεις για την αναβάθμιση αυτής της υφιστάμενης κατάστασης κατά μία τουλάχιστον ενεργειακή κατηγορία
- στη δε **Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης** του υπό ανέγερση κτιρίου, ο μελετητής οφείλει να ενσωματώσει στο νέο κτίριο τέτοια χαρακτηριστικά κελύφους και τεχνικών συστημάτων, τα οποία θα καλύπτουν τόσο μεμονωμένα, αλλά και ως σύνολο κτιρίου, τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ (έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας, σύμφωνα με τις παρ. 1.1 & 2.6 της ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017).

Η εξέλιξη του ΚΕΝΑΚ από την πρώτη του έκδοση (2010) έως τη σημερινή (2017) αντικατοπτρίζει μια συνεχή αυστηροποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων, σε εναρμόνιση με τους ευρωπαϊκούς στόχους για κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Οι ΤΟΤΕ.Ε., ως τεχνικοί οδηγοί εφαρμογής, παρέχουν το αναγκαίο μεθοδολογικό και υπολογιστικό εργαλείο για την πρακτική εφαρμογή των κανονιστικών απαιτήσεων, αποτελώντας αναπόσπαστο μ²ήμα του ελληνικού πλαισίου ενεργειακής αξιολόγησης κτιρίων. Το θεωρητικό αυτό πλαίσιο θα χρησιμοποιηθεί ως βάση για την εφαρμογή και σύγκριση που παρουσιάζεται στο Κεφ. 6 της παρούσας εργασίας.

Κεφάλαιο 4: Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτιριακά Έργα

4.1 Εισαγωγή

Η εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα αποτελεί κεντρικό πυλώνα της ευρωπαϊκής και εθνικής ενεργειακής πολιτικής, δεδομένου ότι τα κτίρια ευθύνονται για περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Στην Ελλάδα, ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ), σε συνδυασμό με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕ.Ε.), συγκροτεί το θεσμικό πλαίσιο που καθορίζει τις τεχνικές και τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στα κτιριακά έργα.

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει περιληπτικά τις συνήθεις τεχνικές που εφαρμόζονται στο κτιριακό κέλυφος και στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα, για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτιριακά έργα.

4.2 Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κτιριακό Κέλυφος

Το κτιριακό κέλυφος αποτελεί τη βασική διεπαφή μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και, κατά συνέπεια, τον πρωταρχικό παράγοντα ελέγχου των θερμικών ανταλλαγών. Σύμφωνα με το Άρθ. 8 του ΚΕνΑΚ 2017 και τις αναλυτικές προδιαγραφές της ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017, η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους πρέπει να πληροί ελάχιστες απαιτήσεις που εκφράζονται μέσω μέγιστων επιτρεπόμενων τιμών του συντελεστή θερμοπερατότητας U (W/m^2K) για κάθε δομικό στοιχείο, κλιματική ζώνη και κατηγορία χρήσης.

4.2.1 Θερμομόνωση Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων

Η θερμομόνωση των αδιαφανών δομικών στοιχείων (τοιχοποιίες, δώματα, δάπεδα, υπόγεια) αποτελεί τη θεμελιώδη τεχνική μείωσης θερμικών απωλειών. Ο ΚΕνΑΚ 2010, στο Άρθ. 8, καθόρισε για πρώτη φορά μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U ανά κλιματική ζώνη, ενώ ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ1-4)

αυστηροποίησε σημαντικά τα όρια, απαιτώντας τιμές U που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι κατά 30-50% χαμηλότερες σε σύγκριση με τον ΚΕνΑΚ 2010.

Ειδικότερα, η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 (κεφ. 4) παρέχει αναλυτικούς πίνακες θερμοφυσικών ιδιοτήτων δομικών υλικών, συμπεριλαμβανομένων των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας (λ) και ειδικής θερμοχωρητικότητας (cp) για κάθε υλικό, επιτρέποντας τον ακριβή υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U , μέσω της μεθόδου στρωματικής ανάλυσης, σύμφωνα με τις οδηγίες της ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 (κεφ. 2). Ο υπολογισμός του συντελεστή U λαμβάνει υπόψη τις εσωτερικές και εξωτερικές αντιστάσεις επιφανειακής μεταφοράς θερμότητας (R_{si} , R_{se}), τη θερμική αντίσταση κάθε στρώσης πάχους d υλικού ($R=d/\lambda$), καθώς και τις θερμογέφυρες.

Οι κυριότεροι τύποι θερμομονωτικών υλικών που αναφέρονται στην ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 περιλαμβάνουν:

- τη διογκωμένη πολυστερίνη (EPS), με τιμές λ μεταξύ 0,031-0,045 W/mK,
- την εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS), με λ μεταξύ 0,030-0,038 W/mK,
- τον πετροβάμβακα, με λ μεταξύ 0,033-0,041 W/mK,
- την πολουρεθάνη, με λ μεταξύ 0,023-0,030 W/mK, και
- τον φαινολικό αφρό, με λ έως 0,026 – 0,038 W/mK

Τα θερμομονωτικά υλικά με την ευρύτερη χρήση σήμερα στην Ελλάδα, είναι η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) & εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS).

Η διογκωμένη πολυστερίνη **EPS (Expanded PolyStyrene)**, παράγεται με διόγκωση σφαιριδίων πολυστερίνης μέσω αμ²ού, δημιουργώντας ένα ελαφρύ υλικό με ανοιχτή κυψελοειδή δομή (τα γνωστά φύλλα "φελιζόλ").

Η εξηλασμένη πολυστερίνη **XPS (eXtruded PolyStyrene)**, παράγεται με εξώθηση (extrusion) τηγμένης πολυστερίνης μέσα από μήτρα, δημιουργώντας ένα πιο συμπαγές υλικό με κλειστή κυψελοειδή δομή (συνήθως σε χρωματιστά φύλλα — μπλε, ροζ ή πράσινα, ανάλογα τον κατασκευαστή).

Ουσιαστικά πρόκειται για το ίδιο πολυμερές (πολυστερίνη), αλλά η διαφορετική μέθοδος παραγωγής τους προσδίδει διαφορετικές φυσικές ιδιότητες — κυρίως ως προς την υδατοαπορρόφηση, τη μηχανική αντοχή και τη θερμική αγωγιμότητα.

Η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) σε πλάκες, αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα θερμομονωτικά υλικά στην ελληνική οικοδομική πρακτική, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους προμήθειας και της ευκολίας εφαρμογής της. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της λ κυμαίνεται μεταξύ 0,031 και 0,041 W/(m·K), ανάλογα με την πυκνότητά της, γεγονός που την καθιστά αποδοτική λύση για την εξωτερική θερμομόνωση κτιρίων (σύστημα ETICS) και τη θερμομόνωση δωματίων. Επιπλέον, το χαμηλό ειδικό βάρος της διευκολύνει τη μεταφορά και την τοποθέτησή της, ενώ η δυνατότητα κοπής σε προσαρμοσμένες διαστάσεις επιτρέπει την ευέλικτη εφαρμογή σε ποικίλες γεωμετρίες κελύφους.

Ωστόσο, η EPS παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα που πρέπει να συνεκτιμώνται κατά τη μελέτη. Η μηχανική αντοχή της σε θλίψη είναι σχετικά περιορισμένη, ιδίως στις χαμηλότερες πυκνότητες, καθιστώντας την ακατάλληλη για εφαρμογές όπου ασκούνται σημαντικά φορτία, όπως σε δάπεδα ή σε βατά δώματα. Παράλληλα, η ανοιχτή κυψελοειδής δομή της την καθιστά ευάλωτη στην απορρόφηση υγρασίας, η οποία μπορεί να υποβαθμίσει τη θερμομονωτική της ικανότητα διαχρονικά, ζήτημα ιδιαίτερα κρίσιμο στις νησιωτικές και παράκτιες περιοχές της Ελλάδας, όπου η σχετική υγρασία παραμένει υψηλή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) σε πλάκες, αποτελεί εναλλακτική λύση με βελτιωμένα χαρακτηριστικά σε σύγκριση με την EPS, ιδίως σε εφαρμογές που απαιτούν αυξημένη μηχανική αντοχή και αντίσταση στην υγρασία. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της κυμαίνεται μεταξύ 0,030 και 0,038 W/(m·K), προσφέροντας ελαφρώς υψηλότερη θερμομονωτική απόδοση ανά μονάδα πάχους. Η κλειστή κυψελοειδής δομή της εξασφαλίζει σχεδόν μηδενική υδατοαπορρόφηση, γεγονός που την καθιστά ιδανική για εφαρμογές σε επαφή με το έδαφος, σε ανεστραμμένα δώματα και σε υπόγειες κατασκευές, όπου η παρουσία υγρασίας είναι αναπόφευκτη.

Επιπρόσθετα, η υψηλή θλιπτική αντοχή της επιτρέπει τη χρήση της σε δάπεδα και περιοχές με μεγάλα μηχανικά φορτία.

Εντούτοις, η XPS παρουσιάζει υψηλότερο κόστος αγοράς σε σύγκριση με την EPS, ενώ η χρήση φθοριούχων αερίων κατά τη διαδικασία παραγωγής της εγείρει περιβαλλοντικές ανησυχίες σχετικά με τη συμβολή της στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ένα ακόμη μειονέκτημα είναι η χαμηλότερη διΑ.Π.Ε.ρατότητα σε υδραμ²ούς, η οποία απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό του κελύφους ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση υγρασίας εντός της κατασκευής, ιδίως σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.

Η επιλογή μεταξύ EPS και XPS στο ελληνικό κατασκευαστικό πλαίσιο, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ειδικές συνθήκες εφαρμογής, τη θέση του δομικού στοιχείου στο κέλυφος και τις κλιματικές ιδιαιτερότητες της περιοχής.

Σε εφαρμογές εξωτερικής θερμομόνωσης κατακόρυφων επιφανειών και σε ηπειρωτικές περιοχές με μετρίους δείκτες υγρασίας, η EPS μπορεί να αποτελέσει οικονομικά αποδοτική επιλογή χωρίς ουσιαστικό συμβιβασμό στην ενεργειακή απόδοση.

Αντίθετα, σε νησιωτικές περιοχές, όπως οι Κυκλάδες, όπου η έκθεση στον αέρα θαλάσσης και η υψηλή υγρασία αποτελούν σταθερούς παράγοντες, η XPS ενδείκνυται ως πλέον αξιόπιστη λύση, παρά το αυξημένο αρχικό κόστος, καθώς η διαχρονική διατήρηση των θερμοφυσικών ιδιοτήτων της συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου.

4.2.1.1 Εξωτερική Θερμομόνωση

Η εξωτερική θερμομόνωση αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο, ιδιαίτερα κατά τη ριζική ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, καθώς εξαλείφει σημαντικό αριθμό θερμογεφυρών. Το σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης (ETICS – External Thermal Insulation Composite System), περιλαμβάνει τη στρώση θερμομονωτικού υλικού, το σύστημα στερέωσης, τη θωράκιση με υαλόπλεγμα και το εξωτερικό τελικό επίχρισμα (θερμοπρόσοψη). Σύμφωνα με την TOT.E. 20701-2/2017, η εξωτερική θερμομόνωση

επιτρέπει την αξιοποίηση της θερμικής μάζας της τοιχοποιίας για εσωτερική θερμική αποθήκευση, βελτιώνοντας τη θερμική άνεση, ιδιαίτερα σε κλιματικές συνθήκες όπως αυτές της νησιωτικής Ελλάδας.

4.2.1.2 Εσωτερική Θερμομόνωση

Η εσωτερική θερμομόνωση εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια όπου η εξωτερική παρέμβαση δεν είναι εφικτή, όπως σε παραδοσιακούς οικισμούς κηρυγμένων Κυκλαδικών νησιών, όπου ισχύουν αυστηροί αρχιτεκτονικοί περιορισμοί βάσει Προεδρικών Διαταγμάτων. Η εσωτερική θερμομόνωση, παρότι παρουσιάζει μειονεκτήματα (μη αντιμετώπιση θερμογεφυρών, μείωση ωφέλιμου χώρου, κίνδυνος υγραποίησης υδρατμών), δύναται να αποτελέσει αποδεκτή λύση εφόσον σχεδιαστεί κατάλληλα με φράγμα υδρατμών στη θερμή πλευρά του μονωτικού υλικού.

4.2.1.3 Θερμομόνωση Δωμάτων και Δαπέδων

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8) θέτει ξεχωριστές μέγιστες τιμές U για τα δώματα (επίπεδα και κεκλιμένα) και τα δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους. Η μόνωση δωμάτων μπορεί να εφαρμοστεί είτε εξωτερικά (ανεστραμμένο δώμα με XPS ή θερμομόνωση υπό τη στεγανοποίηση) είτε εσωτερικά (θερμομονωτική ψευδοροφή). Η θερμομόνωση δαπέδων, ιδιαίτερα σε κτίρια με pilotis ή υπόγειο, αποτελεί κρίσιμο σημείο παρέμβασης, καθώς οι απώλειες μέσω του δαπέδου μπορούν να αντιπροσωπεύουν σημαντικό ποσοστό του συνολικού θερμικού φορτίου.

4.2.2 Αντιμετώπιση Θερμογεφυρών

Οι θερμογέφυρες αποτελούν κρίσιμο ζήτημα στην ενεργειακή αξιολόγηση κτιρίων. Ο ΚΕνΑΚ 2010 αντιμετώπιζε τις θερμογέφυρες σχετικά γενικά, με ένα προσαύξηση στον υπολογισμό θερμικών απωλειών. Η αναθεώρηση του 2017, μέσω του άρθρου 8 του ΚΕνΑΚ 2017 και της ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 (κεφ. 2.4), εισήγαγε αναλυτικότερη μεθοδολογία υπολογισμού, βάσει γραμμικών συντελεστών θερμοπερατότητας (ψ , W/mK) για τυπικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-2/2017 παρέχει πίνακες αναφοράς με τιμές ψ για τις πλέον συνηθισμένες θερμογέφυρες (δοκοί,

υποστυλώματα, γωνίες, στηθαία, σύνδεση δαπέδου-τοίχου, περιμετρικές θερμογέφυρες ανοιγμάτων), διευκολύνοντας τον μελετητή στον ακριβή υπολογισμό.

Οι τεχνικές αντιμετώπισης θερμογεφυρών περιλαμβάνουν τη συνεχή εξωτερική θερμομόνωση (η πλέον αποτελεσματική μέθοδος), τη χρήση ειδικών θερμοδιακοπών σε δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, τη μόνωση πρεκιών και στηθαίων μπαλκονιών, καθώς και την τοποθέτηση θερμομονωτικών πλαισίων περιμετρικά των κουφωμάτων.

4.2.3 Κουφώματα και Υαλοπίνακες

Τα κουφώματα και οι υαλοπίνακες αποτελούν τα πλέον ενεργειακά ευαίσθητα στοιχεία του κτιριακού κελύφους, καθώς παρουσιάζουν πολύ υψηλότερες τιμές θερμοπερατότητας σε σύγκριση με τα αδιαφανή δομικά στοιχεία.

Οι σύγχρονες τεχνικές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κουφωμάτων, σύμφωνα με τις TOTE.E., περιλαμβάνουν:

- τη χρήση διπλών ή τριπλών υαλοπινάκων με κενό αέρα ή αδρανούς αερίου (αργό, κρυπτό) στο ενδιάμεσο διάκενο,
- την εφαρμογή επιστρωμάτων χαμηλής εκπομπής (Low-E) στις επιφάνειες υαλοπινάκων για μείωση θερμικών απωλειών ακτινοβολίας,
- τη χρήση κουφωμάτων από PVC ή αλουμίνιο με θερμοδιακοπή (thermal break), και
- τη βελτιστοποίηση του συστήματος στεγανοποίησης για μείωση ανεξέλεγκτων αερισμών (infiltration).

Ειδικά για τη νησιωτική Ελλάδα, η TOTE.E. 20701-1/2017 λαμβάνει υπόψη τον ηλιακό συντελεστή κέρδους g-value (ή SHGC – Solar Heat Gain Coefficient) των υαλοπινάκων, ο οποίος αποκτά ιδιαίτερη σημασία σε περιοχές υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας, όπου η υπερθέρμανση κατά τη θερινή περίοδο αποτελεί σημαντικό πρόβλημα. Η επιλογή υαλοπινάκων χαμηλού g-value σε συνδυασμό με χαμηλό U_g αποτελεί βέλτιστη πρακτική για τις κλιματικές ζώνες Α και Β στις οποίες κατατάσσονται τα περισσότερα ελληνικά νησιά (TOTE.E. 20701-3/2010).

4.2.4 Συστήματα Ηλιοπροστασίας

Η ηλιοπροστασία αποτελεί κρίσιμη τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας, ιδιαίτερα στο ελληνικό κλίμα, καθώς η θερινή υπερθέρμανση αυξάνει σημαντικά τις ανάγκες ψύξης.

Τα συστήματα ηλιοπροστασίας διακρίνονται σε σταθερά (μόνιμες αρχιτεκτονικές προεξοχές, brise-soleil, πέργκολες, ανακλαστικά στέγαστρα) και κινητά (εξωτερικά ρολά, περσίδες, τέντες). Σύμφωνα με την ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017, τα εξωτερικά σκίαστρα είναι σημαντικά αποτελεσματικότερα από τα εσωτερικά, καθώς αποτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας πριν αυτή διΑ.Π.Ε.ράσει τον υαλοπίνακα. Ο υπολογισμός του αποτελέσματος ηλιοπροστασίας γίνεται μέσω του συντελεστή σκίασης F , ο οποίος λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 (πλήρης σκίαση) και 1 (καμία σκίαση), και υπολογίζεται ανά προσανατολισμό και εποχή.

Ειδικότερα, για τα νησιωτικά κτίρια, η παραδοσιακή αρχιτεκτονική ήδη ενσωματώνει στοιχεία παθητικής ηλιοπροστασίας, όπως τα βαθιά ανοίγματα, τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα και η λευκή απόχρωση εξωτερικών επιφανειών που αυξάνει την ανακλαστικότητα (cool materials). Σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ 2017 (Άρθ. 8), η χρήση δροσερών υλικών (cool roofs, cool walls) μπορεί να συνυπολογιστεί στην ενεργειακή αξιολόγηση, βελτιώνοντας την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

4.2.5 Αεροστεγανότητα Κτιριακού Κελύφους

Η αεροστεγανότητα του κτιριακού κελύφους, δηλαδή η αποτροπή ανεξέλεγκτων εισροών και εκροών αέρα, αποτελεί παράγοντα που επηρεάζει σημαντικά τις ενεργειακές απώλειες. Ο ΚΕνΑΚ 2010 αναφερόταν γενικά στην αεροστεγανότητα, ενώ ο ΚΕνΑΚ 2017 (Άρθ. 8), σε σύνδεση με την ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017, ενσωματώνει αναλυτικότερους υπολογισμούς θερμικών απωλειών αερισμού, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψη τον βαθμό αεροστεγανότητας του κτιρίου.

Οι τεχνικές βελτίωσης της αεροστεγανότητας περιλαμβάνουν τη χρήση υψηλής ποιότητας κουφωμάτων με πολλαπλά σημεία σφράγισης, τη σωστή εφαρμογή υλικών στεγανοποίησης στις ενώσεις δομικών στοιχείων και την εγκατάσταση μονάδων ελεγχόμενου αερισμού με ανάκτηση θερμότητας.

4.3. Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα

Πέραν του κτιριακού κελύφους, ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8.3) και η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (καφ. 5) ρυθμίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) και φωτισμού. Η εξέλιξη από τον ΚΕνΑΚ 2010 στον ΚΕνΑΚ 2017 χαρακτηρίζεται από αυστηροποίηση των ελάχιστων βαθμών απόδοσης, ενσωμάτωση σύγχρονων τεχνολογιών και ενίσχυση του ρόλου των Α.Π.Ε..

4.3.1 Συστήματα Θέρμανσης

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (Άρθ. 10) απαιτεί ελάχιστους βαθμούς απόδοσης για τους λέβητες θέρμανσης, με αναφορά στις Κατηγορίες Ενεργειακής Σήμανσης. Η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 (Κεφ. 8) παρέχει αναλυτικές μεθοδολογίες υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης θέρμανσης, λαμβάνοντας υπόψη τον βαθμό απόδοσης παραγωγής, τις απώλειες δικτύου διανομής, τον βαθμό απόδοσης τερματικών μονάδων και τις στρατηγικές ρύθμισης. Ο ΚΕνΑΚ 2013 είχε ήδη εισαγάγει αυστηρότερους βαθμούς απόδοσης σε σύγκριση με τον ΚΕνΑΚ 2010, ενώ ο ΚΕνΑΚ 2017 ενίσχυσε περαιτέρω τις απαιτήσεις.

Οι κυριότερες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στη θέρμανση περιλαμβάνουν:

- τη χρήση λεβήτων συμπύκνωσης υψηλής απόδοσης (βαθμός απόδοσης >100% επί του κάτω θερμαντικού ικανού),
- την αντικατάσταση παλαιών λεβήτων χαμηλής απόδοσης,
- την εφαρμογή συστημάτων κεντρικής θέρμανσης με αντλίες θερμότητας,
- τη θερμομόνωση δικτύων διανομής,
- τη χρήση θερμοστατικών βαλβίδων σε κάθε τερματική μονάδα (σώμα), και
- την εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου θέρμανσης (BACS – Building Automation and Control Systems). Σύμφωνα με την ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017, η χρήση BACS μπορεί να αποφέρει εξοικονόμηση

ενέργειας θέρμανσης της τάξης του 10-30%, ανάλογα με την τάξη αυτοματισμού.

4.3.2 Συστήματα Ψύξης

Η ψύξη αποτελεί κρίσιμη ενεργειακή κατανάλωση στα ελληνικά κτίρια, ιδιαίτερα στη νησιωτική Ελλάδα με τις υψηλές θερμοκρασίες και τα εντατικά ηλιακά κέρδη κατά τη θερινή περίοδο.

Οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας ψύξης κατά τον ΚΕνΑΚ 2017 και τις ΤΟΤΕ.Ε. περιλαμβάνουν:

- τη χρήση αντλιών θερμότητας αναστρέψιμης λειτουργίας με υψηλούς συντελεστές EER/SEER (Βαθμού Ενεργειακής Απόδοσης / Εποχιακού Βαθμού Ενεργειακής Απόδοσης)
- την εφαρμογή τεχνολογίας inverter για τη ρύθμιση της ψυκτικής ισχύος,
- τη χρήση συστημάτων ελεύθερης ψύξης (free cooling) όπου οι κλιματικές συνθήκες το επιτρέπουν,
- τον νυχτερινό δροσισμό (night ventilation cooling) που αξιοποιεί τη θερμική μάζα του κτιρίου, και
- τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σε κτίρια με σημαντικά ψυκτικά φορτία.

Οι αντλίες θερμότητας αποτελούν τεχνολογία αιχμής στην ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων. Οι σύγχρονες αντλίες θερμότητας αέρα-νερού και αέρα-αέρα, με τεχνολογία inverter, επιτυγχάνουν COP >4 και SEER >6, καθιστώντας τις ιδιαίτερα αποδοτικές στο ήπιο κλίμα της νησιωτικής Ελλάδας (Κλιματικές ζώνες Α-Β, ΤΟΤΕ.Ε. 20701-3/2010).

4.3.3 Μηχανικός Αερισμός και Ανάκτηση Θερμότητας

Ο μηχανικός αερισμός αποτελεί αναπόσπαστο μ²ήμα του ενεργειακού ισοζυγίου ενός κτιρίου. Ο μηχανικός αερισμός αφορά τα κτίρια του τριτογενούς τομέα (ΚΕΝΑΚ

2017, άρθ. 8, παρ. 3.1.2), δεδομένου ότι οι ανάγκες για νωπό αέρα των κτιρίων κατοικίας, καλύπτονται με φυσικό αερισμό από τα ανοίγματα.

Οι σύγχρονες τεχνικές αερισμού περιλαμβάνουν:

- τη χρήση μονάδων ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτες αντιρροής ή περιστροφικούς εναλλάκτες,
- τον αερισμό ελεγχόμενης ζήτησης (DCV – Demand Controlled Ventilation) βάσει αισθητήρων CO₂,
- τη χρήση ανεμιστήρων EC (Electronically Commutated) υψηλής απόδοσης, και
- τα υβριδικά συστήματα αερισμού που συνδυάζουν φυσικό και μηχανικό αερισμό ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες.

4.3.4 Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης αποτελεί σημαντική ενεργειακή κατανάλωση, ιδιαίτερα στον οικιστικό τομέα.

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3.1.3) ενισχύει τον ρόλο των ηλιακών θερμικών συστημάτων στην παραγωγή ZNX, θεσπίζοντας ελάχιστη υποχρεωτική κάλυψη αναγκών ZNX μέσω ηλιοθερμικών συστημάτων κατά 60% για νέα κτίρια.

Η συχνότερη μέθοδος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, είναι η εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών θερμοσιφώνων υψηλής απόδοσης, διπλής (ηλεκτρισμός & ενέργεια από τον ήλιο) ή τριπλής (ηλεκτρισμός, σύνδεση με το σύστημα θέρμανσης & ενέργεια από τον ήλιο) ενέργειας.

Η νησιωτική Ελλάδα, λόγω υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας (τιμές ολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο που ξεπερνούν τις 1.700 kWh/m² ετησίως βάσει ΤΟΤΕ.Ε. 20701-3/2010), παρουσιάζει ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες για ηλιοθερμικά συστήματα.

4.3.5 Τεχνητός Φωτισμός

Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή ενεργειακής κατανάλωσης, ιδιαίτερα στα κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στον φωτισμό περιλαμβάνουν:

- τη χρήση λαμπτήρων LED υψηλής φωτεινής απόδοσης (lm/W),
- την εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας/κίνησης για αυτόματο έλεγχο φωτισμού,
- τη χρήση αισθητήρων φυσικού φωτός για τη ρύθμιση (dimming) του τεχνητού φωτισμού αναλόγως του διαθέσιμου φυσικού φωτός (daylight harvesting), και
- τον ζωνικό έλεγχο φωτισμού ανά χώρο.

Για τα κτίρια χρήσης κατοικίας, η συνεισφορά του φωτισμού, δεν υπολογίζεται στην διαδικασία της ενεργειακής αξιολόγησης το κτιρίου.

4.3.6 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων στα κτίρια για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών τους αναγκών, αποτελεί μία εκ των βασικών στρατηγικών επίτευξης κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτήριο, ανάλογα τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης. Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, καταγράφονται τα απαραίτητα δεδομένα από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, καθώς και από την επιθεώρηση της εγκατάστασης.

Στην ελληνική αγορά διατίθενται σήμερα φωτοβολταϊκά συστήματα που κατατάσσονται τόσο ως προς την τεχνολογία των πλαισίων όσο και ως προς τον τρόπο σύνδεσής τους με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Ως προς την τεχνολογία κατασκευής, οι κύριες κατηγορίες φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι τα κρυσταλλικού πυριτίου και τα λεπτού στρώματος (thin film).

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια πυριτίου (Mono-SI) παρουσιάζουν αποδόσεις της τάξεως του 20%, προσφέρουν την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα και μεγάλη διάρκεια ζωής, αλλά συνοδεύονται από υψηλότερο κόστος αγοράς. Στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες, τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια παρουσιάζουν πλεονέκτημα καθώς η μείωση απόδοσης λόγω υψηλών θερμοκρασιών είναι μικρότερη σε σύγκριση με τα πολυκρυσταλλικά.

Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια (p-Si) επιτυγχάνουν αποδόσεις 18-20%, με χαμηλότερο κόστος κτήσης, αλλά ελαφρώς μικρότερη απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας. Τα πλαίσια λεπτού στρώματος, όπως αυτά από άμορφο πυρίτιο (a-Si), τελουριούχο κάδμιο (CdTe) ή δισηληνοϊνδιούχο χαλκό (CIS/CIGS), αποτελούν την οικονομικότερη επιλογή, ωστόσο η απόδοσή τους περιορίζεται στο 5-10% και απαιτούν σημαντικά μεγαλύτερη επιφάνεια εγκατάστασης.

Ως προς τη σύνδεση με το δίκτυο, διακρίνονται δύο κύριες κατηγορίες: τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο (on-grid) και τα αυτόνομα (off-grid) συστήματα.

Τα διασυνδεδεμένα συστήματα, ιδιαίτερα αυτά με καθεστώς net metering και net billing, έχουν γνωρίσει ραγδαία αύξηση στην Ελλάδα, καθώς ιδιοκτήτες κατοικιών και επιχειρήσεις αναζητούν τρόπους μείωσης του ενεργειακού κόστους.

Τα αυτόνομα συστήματα λειτουργούν ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό δίκτυο και μπορούν να συνδυαστούν με αιολική ενέργεια ή γεννήτρια σε υβριδικές διατάξεις, αποτελώντας ιδανική λύση για απομακρυσμένες ή νησιωτικές περιοχές χωρίς πρόσβαση στο δίκτυο.

Παράλληλα, η προσθήκη συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες λιθίου αποτελεί πλέον αναπόσπαστο στοιχείο τόσο των αυτόνομων όσο και των

διασυνδεδεμένων συστημάτων, αυξάνοντας την ενεργειακή αυτονομία και βελτιώνοντας την οικονομική τους απόδοση.

Σημειώνεται ότι, η ύπαρξη Φ/Β σε ένα κτίριο, λαμβάνεται υπόψη στην ενεργειακή αξιολόγηση του κτιρίου, μόνο αν το εγκατεστημένο σύστημα καλύπτει, μερικώς ή στο σύνολο, τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου.

4.4 Παθητικά Συστήματα και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (Αρθ. 7) και η ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017 αναγνωρίζουν τη σημασία του βιοκλιματικού σχεδιασμού ως θεμελιώδους στρατηγικής εξοικονόμησης ενέργειας. Τα παθητικά συστήματα αξιοποιούν τις κλιματικές συνθήκες χωρίς μηχανικά μέσα, μειώνοντας τις ενεργειακές ανάγκες στην πηγή τους.

Οι βασικές στρατηγικές βιοκλιματικού σχεδιασμού, οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στη μεθοδολογία υπολογισμού του ΚΕνΑΚ 2017 και της ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1/2017, περιλαμβάνουν:

- τον προσανατολισμό του κτιρίου για βέλτιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τον χειμώνα και ελαχιστοποίηση κατά το θέρος,
- τη θερμική μάζα για εξομάλυνση θερμοκρασιακών μεταβολών,
- τον φυσικό αερισμό μέσω κατάλληλου σχεδιασμού ανοιγμάτων και χωροταξίας,
- τη χρήση φυτεμένων δωμάτων και τοίχων, και
- τη χρήση ηλιακών χώρων (θερμοκήπια, ηλιακοί τοίχοι Trombe).

Για τα νησιωτικά κτίρια, η παραδοσιακή Κυκλαδική αρχιτεκτονική ήδη ενσωματώνει πολλά στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού (συμπαγής μορφή, λευκοί χρωματισμοί, βαθιά ανοίγματα, αυλές), τα οποία αναγνωρίζονται στη σύγχρονη βιβλιογραφία ως βέλτιστες πρακτικές.

Οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στα κτιριακά έργα, όπως αυτές ρυθμίζονται από τον ΚΕνΑΚ (2010, 2013, 2017) και τις αντίστοιχες ΤΟΤΕ.Ε. (20701-1/2017, 20701-2/2017, 20701-3/2010), καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα παρεμβάσεων, από τη θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους έως την αποδοτική λειτουργία των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η εξέλιξη του κανονιστικού πλαισίου αντανακλά τη σταδιακή αυστηροποίηση των απαιτήσεων, με τον ΚΕνΑΚ 2017 να εισάγει ουσιαστικά αυστηρότερα όρια και αναλυτικότερες μεθοδολογίες υπολογισμού.

Για τα κτίρια νησιωτικών περιοχών, η εφαρμογή αυτών των τεχνικών παρουσιάζει ιδιαίτερες προκλήσεις, οι οποίες σχετίζονται αφενός με τους αρχιτεκτονικούς περιορισμούς σε παραδοσιακούς οικισμούς και αφετέρου με τις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες (υψηλή ηλιοφάνεια, έντονοι άνεμοι, θερμό κλίμα) που καθιστούν αναγκαία μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία θα συνδυάζει παθητικά και ενεργητικά μέτρα εξοικονόμησης με Α.Π.Ε., σεβόμενη παράλληλα τον παραδοσιακό χαρακτήρα του δομημένου περιβάλλοντος. Οι δυνατότητες εφαρμογής των παραπάνω τεχνικών & παρεμβάσεων σε κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών, εξετάζεται στο επόμενο Κεφ. 5.

Κεφάλαιο 5: Η εφαρμογή του κανονιστικού – θεσμικού πλαισίου

Η ενεργειακή μετάβαση του κτιριακού τομέα αποτελεί κεντρικό άξονα της ευρωπαϊκής στρατηγικής για την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Ωστόσο, η εφαρμογή του κανονιστικού πλαισίου παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των κρατών-μελών, ενώ ιδιαίτερες προκλήσεις ανακύπτουν σε περιοχές με γεωγραφικούς και αρχιτεκτονικούς περιορισμούς, όπως τα νησιά και οι παραδοσιακοί οικισμοί. Παράλληλα, η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού αποθέματος, όπως αυτή αποτυπώνεται στην Οδηγία 2024/1275/E.E. για τα Κτίρια Μηδενικών Εκπομπών (ZEB) και στον εθνικό Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕνΑΚ 2017), αντιμετωπίζει σημαντικές δυσκολίες στις περιοχές όπου ισχύουν αυστηροί αρχιτεκτονικοί περιορισμοί για τη διαφύλαξη του παραδοσιακού χαρακτήρα.

Το παρόν κεφάλαιο εξετάζει τον βαθμό εφαρμογής του θεσμικού πλαισίου, τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όσο και στην ελληνική πραγματικότητα, κάνοντας αναφορά και σε κάποιες εργασίες – εκθέσεις αξιολόγησης του εύρους εφαρμογής των ενεργειακών πολιτικών. Αναλύεται η σύγκρουση μεταξύ του θεσμικού πλαισίου ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και του πλαισίου προστασίας των παραδοσιακών οικισμών, ενώ αξιολογούνται οι δυνατότητες και οι περιορισμοί ενεργειακών επεμβάσεων εντός των χαρακτηρισμένων παραδοσιακών οικισμών του νησιωτικού χώρου, με ιδιαίτερη εστίαση στις Κυκλάδες, ως αντιπροσωπευτικό δείγμα περιοχής με γεωγραφικούς & αρχιτεκτονικούς περιορισμούς.

5.1 Ο βαθμός εφαρμογής του θεσμικού πλαισίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση και ειδικά σε περιοχές με γεωγραφικούς – αρχιτεκτονικούς περιορισμούς

5.1.1 Η εφαρμογή των προτύπων nZEB στα κράτη-μέλη (BPIE 2021)

Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/Ε.Ε. για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD), από την 1η Ιανουαρίου 2021 όλα τα νέα κτίρια εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης υποχρεούνται να κατασκευάζονται σύμφωνα με το εθνικό πρότυπο nZEB (κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας), ενώ τα νέα δημόσια κτίρια έπρεπε να είναι nZEB από τις 31 Δεκεμβρίου 2018.

Η έκθεση του Buildings Performance Institute Europe (BPIE) του 2021, με τίτλο «Nearly Zero: A review of EU Member State implementation of new build requirements» (Buildings Performance Institute Europe - BPIE, 2021), παρέχει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της εφαρμογής του άρθρου 9 της EPBD σε όλα τα κράτη-μέλη, αποκαλύπτοντας σημαντικές αποκλίσεις τόσο στους ορισμούς όσο και στο επίπεδο φιλοδοξίας των εθνικών προτύπων nZEB.

Αναφορικά με τη συμμόρφωση, μόνο οκτώ κράτη-μέλη (Κροατία, Δανία, Γαλλία, Ιρλανδία, Λιθουανία, Κάτω Χώρες, Ρουμανία, Σλοβενία) πληρούσαν πλήρως τις τέσσερις βασικές απαιτήσεις. Ειδικά για την Ελλάδα, η υποχρέωση θεσπίστηκε τον Φεβρουάριο 2013, αλλά τροποποίηση τον Μάιο 2020 μετέθεσε την ημερομηνία στην 1η Ιουνίου 2021. Οι τιμές nZEB για μονοκατοικίες παρουσιάζουν τεράστια διακύμανση: η Ρουμανία (157 kWh/m²/έτος) είναι σχεδόν εξαπλάσια σε σύγκριση με τις πιο απαιτητικές χώρες, ενώ για κτίρια γραφείων η Μάλτα (290 kWh/m²/έτος) είναι δεκαπλάσια της Κροατίας (30 kWh/m²/έτος). Η Ελλάδα κατατάσσεται μεταξύ των χωρών με λιγότερο απαιτητικά πρότυπα σε σχέση με τα ευρωπαϊκά benchmarks.

Κριτικά, η έκθεση επισημαίνει ότι τα τρέχοντα πρότυπα nZEB υπολογίστηκαν αρκετά χρόνια πριν τεθούν σε ισχύ, χωρίς να αντανακλούν τα πλέον πρόσφατα δεδομένα κόστους, ιδιαίτερα τις σημαντικές μειώσεις στο κόστος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό κατέστησε αναγκαία την αναθεώρηση της EPBD, η οποία

πράγματι πραγματοποιήθηκε το 2024, εισάγοντας τα κτίρια μηδενικών εκπομπών (ZEB) ως νέο στόχο από το 2030.

5.1.2 Η ενεργειακή μετάβαση στα ευρωπαϊκά νησιά (CE4EUI 2020–2024)

Η πρωτοβουλία Clean Energy for EU Islands (CE4EUI) (Clean energy for EU islands, 2025), ιδρυθείσα το 2018 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αποτελεί την κεντρική πλατφόρμα για την ενεργειακή μετάβαση των 2.400+ κατοικημένων ευρωπαϊκών νησιών, στηριζόμενη σε Μνημόνιο Κατανόησης (Ιούνιος 2020) μεταξύ Επιτροπής και 14 κρατών-μελών, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα.

Τα νησιά αντιμετωπίζουν μοναδικές προκλήσεις: παρά την πρόσβαση σε αιολική και κυματική ενέργεια, πολλά εξαρτώνται από ακριβές εισαγωγές ορυκτών καυσίμων, με κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού έως και δεκαπλάσιο σε σύγκριση με την ηπειρωτική χώρα.

Κατά την πρώτη φάση (2018–2020), αναπτύχθηκαν Clean Energy Transition Agendas (CETAs) σε 27 νησιά, στη δεύτερη παρασχέθηκε υποστήριξη σε 37 νησιά, ενώ η τρίτη φάση (2023–2027) εστιάζει στο πρόγραμμα «30 for 2030», με στόχο 100% Α.Π.Ε.. Οι εκθέσεις 2020–2024 αναδεικνύουν ως βασικά εμπόδια τους περιορισμούς δικτύου και την έλλειψη ασφάλειας εφοδιασμού στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

5.1.3 Τεχνική αξιολόγηση και διαδρομές μετάβασης (JRC 2020–2022)

Το Κοινό Κέντρο Ερευνών (JRC) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Joint Research Centre – JRC, 2025), αναγνωρίζει τα νησιά ως «εργαστήρια» δοκιμής καινοτόμων ενεργειακών λύσεων και ως «οριακούς χώρους» μετάβασης, όπου τα όρια εμφανίζονται νωρίτερα και εντονότερα.

Τα νησιά διακρίνονται από κάποια κοινά χαρακτηριστικά, όπως:

- χαμηλότερη ενεργειακή ζήτηση, γεγονός που επιτρέπει ταχύτερη διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας,
- ασθενέστερο δίκτυο και
- ανύπαρκτη ή περιορισμένη σύνδεση με την ηπειρωτική χώρα.

Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι, σε συνδυασμό με τεχνολογίες αποθήκευσης, ηλεκτροκίνησης και τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης, οι Α.Π.Ε. μπορούν να μετατρέψουν τα νησιά σε ισχυρούς μοχλούς ευρωπαϊκής απανθρακοποίησης.

5.1.4 Η περίπτωση της Procida (Romano et al. 2024)

Το άρθρο των Romano, Baiani & Mancini (2024) (MDPI) (Romano, Baiani, & Mancini, 2024), παρουσιάζει μια πολυδιάστατη μελέτη ενεργειακής και περιβαλλοντικής αναβάθμισης του οικιστικού αποθέματος, στην μικρή νησιωτική περιοχή της Procida (Ιταλία), στοχεύοντας στην επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης, περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και ενεργειακής αυτάρκειας.

Η μελέτη εστιάζει στο σύνολο των 2961 κατοικιών του νησιού Procida, αναλύοντας αρχικά το πολεοδομικό και ιστορικό πλαίσιο, καθώς και τις περιβαλλοντικές και κλιματικές συνθήκες.

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει ανάλυση χωρικού, ιστορικού-διατηρητέου, δομικού και γεωλογικού πλαισίου, με σύστημα αρχετυποποίησης των 2.961 κτιρίων και σενάρια επέμβασης. Η σημασία της μελέτης έγκειται στην αναγνώριση της διπλής πρόκλησης: συμμόρφωση με την EPBD «Case Green» και διατήρηση αρχιτεκτονικής κληρονομιάς. Η προσέγγιση μπορεί να αποτελέσει υπόδειγμα για τον ελληνικό νησιωτικό χώρο, μια και οι κλιματολογικές, πολεοδομικές και οικονομικές συνθήκες του νησιού της Ιταλίας, είναι σε μεγάλο βαθμό παραπλήσιες με αυτές των παραδοσιακών οικισμών στα ελληνικά νησιά.

5.2 Η περίπτωση των παραδοσιακών οικισμών στην Ελλάδα

Η προστασία των παραδοσιακών οικισμών αποτελεί συνταγματική επιταγή (άρθρ. 24, παρ. 6 ``Προστασία του περιβάλλοντος``).

Η πρώτη ουσιαστική πρωτοβουλία ήταν το Π.Δ. 19/10/1978 (ΦΕΚ 594/Δ) (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 1978), που χαρακτήρισε εκατοντάδες οικισμούς ως παραδοσιακούς, εισάγοντας τη διάκριση «αξιόλογων» και «μη αξιόλογων» οικισμών

με διαφορετικούς περιορισμούς δόμησης. Για τους αξιόλογους καθορίστηκαν αυστηρότεροι περιορισμοί ως προς τον αριθμό ορόφων, το ύψος, τα υλικά κατασκευής και τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά.

Βασική κριτική αποτελεί η απουσία διαβαθμισμένης προστασίας ανά τύπο οικισμού, που δημιούργησε προβλήματα στην πρακτική εφαρμογή, ιδίως στην ενεργειακή αναβάθμιση.

Το Π.Δ. του 1978, ακολούθησαν άλλα νομοθετήματα, που εξειδίκευαν τους όρους δόμησης για τους οικισμούς που είχαν χαρακτηριστεί ως παραδοσιακοί, για κάθε περιοχή της χώρας. Ειδικά για την περιοχή των Κυκλάδων, εκδόθηκε το Π.Δ. της 2/6/1989 (ΦΕΚ 345/Δ) (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 1989).

Οι επίσημα χαρακτηρισμένοι οικισμοί σήμερα ξεπερνούν τους 800, και συγκεκριμένα αναφέρονται περίπου 830 οικισμοί ([Αρχείο Παραδοσιακών Οικισμών Ελλάδας](#)).

5.3 Η περίπτωση των παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων

5.3.1 Γενικά αρχιτεκτονικά, μορφολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά

Η λαϊκή αρχιτεκτονική των Κυκλάδων αποτελεί διεθνώς αναγνωρίσιμο δείγμα νεότερης ελληνικής αρχιτεκτονικής, χαρακτηριζόμενη από αυστηρή γεωμετρικότητα, λειτουργικότητα, λιτότητα και «καθαρότητα» σχημάτων.

Οι οικισμοί αναπτύχθηκαν χωρίς προσχεδιασμό, ακολουθώντας τις κλίσεις του εδάφους για προστασία από τους ανέμους, ενώ η ανάγκη άμυνας από πειρατικές επιδρομές οδήγησε σε αμυντική αρχιτεκτονική με σπίτια εντός οχυρωμένων κάστρων και δαιδαλώδες οδικό δίκτυο. Τυπικό δείγμα της χωροθέτησης αυτής, αποτελούν οι οικισμοί της Αμοργού (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Οι οικισμοί “Ξυλοκερατίδι” (αριστερά), “Ραχίδι” (στο κέντρο χαμηλά) & “Κατάπολα” (δεξιά) της Αμοργού. Στο κέντρο ψηλά διακρίνεται η “Χώρα”.

Ο βασικός τύπος κατοικίας είναι το μονόχωρο σπίτι με δώμα σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου, με τοπικά ανεπεξέργαστα υλικά.

Ενώ αρχικά τα κτίρια διατηρούσαν το φυσικό χρώμα των υλικών κατασκευής, το 1938, στο πλαίσιο μέτρων δημόσιας υγείας του καθεστώτος της 4ης Αυγούστου του Ιωάννη Μεταξά (**Φ.Ε.Κ. 275B`- 10/12/1938**), εκδόθηκε υγειονομικός κανονισμός (“**Περί καθηκόντων των Υγειονομικών Επιτροπών Δήμων και Κοινοτήτων και λήψεως μέτρων προστασίας της δημόσιας υγείας**”), που επέβαλε την ασβέστωση (λευκόχρισμα) των εξωτερικών επιφανειών, με στόχο την απολύμανση και περιορισμό μεταδοτικών ασθενειών (λόγω των απολυμαντικών ιδιοτήτων του ασβέστη).

Η διάταξη δεν αφορούσε αποκλειστικά τις Κυκλάδες· ήταν γενικό μέτρο υγιεινής που εφαρμόστηκε ευρύτερα. Ωστόσο, στις Κυκλάδες η πρακτική εναρμονίστηκε με την

ήδη υπάρχουσα χρήση ασβέστη, καθιερώθηκε αισθητικά και αργότερα ενισχύθηκε με πολεοδομικές ρυθμίσεις περί παραδοσιακών οικισμών.

Κλιματικά, οι Κυκλάδες (ζώνη Α/Β κατά ΚΕνΑΚ) χαρακτηρίζονται από υψηλή ηλιοφάνεια (2.700–3.000 ώρες/έτος), ολική ηλιακή ακτινοβολία 1.600–1.800 kWh/m²/έτος, θερμοκρασία 8–12°C χειμώνα και 26–32°C καλοκαίρι, και ισχυρά μελτέμια (7–8 Beaufort). Η νησιωτικότητα συνεπάγεται δυσκολίες μεταφοράς υλικών, υψηλό κόστος κατασκευής, έλλειψη εξειδικευμένου δυναμικού, και περιορισμένη σύνδεση με ηπειρωτικά δίκτυα ενέργειας — πολλά νησιά τροφοδοτούνται από αυτόνομους σταθμούς παραγωγής.

Από βιοκλιματική άποψη, η παραδοσιακή αρχιτεκτονική αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα εμπειρικής βιοκλιματικής σχεδίασης: λευκοί τοίχοι ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία, μικρά ανοίγματα περιορίζουν τα θερμικά κέρδη/απώλειες, παχιές λιθόκτιστες τοιχοποιίες προσφέρουν σημαντική θερμική μάζα, η πυκνή δόμηση δημιουργεί σκίαση μεταξύ κτιρίων, και η εσωστρεφής οργάνωση με εσωτερικές αυλές παρέχει προστατευμένους χώρους. Χαρακτηριστικά είναι τα «υπόσκαφα» σπίτια της Σαντορίνης.

Ωστόσο, αυτά τα χαρακτηριστικά δεν πληρούν τις σύγχρονες απαιτήσεις: η λιθοδομή παρουσιάζει υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας U, τα μικρά ανοίγματα περιορίζουν φωτισμό και αερισμό και η απουσία θερμομόνωσης οδηγεί σε σημαντικές θερμικές απώλειες.

5.3.2 Το κανονιστικό πλαίσιο δόμησης στους παραδοσιακούς οικισμούς των Κυκλάδων

Σε συνέχεια του αρχικού Π.Δ. του 1978, εκδόθηκε το Π.Δ. της 17/6/1988 (ΦΕΚ 504/Δ) (ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ, 1988), το οποίο αποτελεί θεμελιώδες νομοθέτημα, δεδομένου ότι με αυτό χαρακτηρίζονται ως παραδοσιακοί επιπλέον **168** οικισμοί στις Κυκλάδες και καθορίζονται ειδικοί όροι δόμησης για αυτούς.

Στον Πίνακα του Παραρτήματος Α, παρουσιάζονται οι χαρακτηρισμένοι ως παραδοσιακοί οικισμοί των Κυκλάδων, το αντίστοιχο διάταγμα χαρακτηρισμού και ο πληθυσμός του κάθε οικισμού.

Από τον προηγούμενο πίνακα, προκύπτει το συμπέρασμα, ότι πάνω από τον μισούς κατοίκους των Κυκλάδων (68.895 σε σύνολο 116.349), διαμένει εντός παραδοσιακών οικισμών, δηλ. σε οικισμού με σαφείς πολεοδομικούς & αρχιτεκτονικούς περιορισμούς. Αν ισχύει κάτι αντίστοιχο για το σύνολο των παραδοσιακών οικισμών της Ελλάδας, γίνεται κατανοητή η δυσκολία εφαρμογής των ενεργειακών παρεμβάσεων που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ.

Με το Π.Δ. της 17/6/1988 (ΦΕΚ 504/Δ) καθορίστηκαν συγκεκριμένοι όροι δόμησης και μορφολογικοί κανόνες για τους οικισμούς των Κυκλάδων. Συγκεκριμένα το Π.Δ.:

- ως προς την αρτιότητα, καθορίζει ελάχιστο εμβαδόν αρτίου οικοπέδου, ανώτατο συντελεστή δόμησης και ποσοστό κάλυψης.
- ως προς τη μορφολογία, ο μέγιστος αριθμός ορόφων ορίζεται σε δύο, με ύψος έως 7,50 μ., στέγαση αποκλειστικά με επίπεδο δώμα, και εξωτερικούς τοίχους λιθόκτιστους ή ασβεστωμένους σε λευκό χρώμα.
- ως προς τα ανοίγματα, αυτά δεν πρέπει να υπερβαίνουν ορισμένο ποσοστό της επιφάνειας όψης, τα κουφώματα είναι υποχρεωτικά ξύλινα σε παραδοσιακές αποχρώσεις, και επιβάλλονται περιορισμοί σε κλίμακες, εξώστες, περιφράξεις και επιγραφές.

Τέλος, το Π.Δ. της 11/11/2003 (ΦΕΚ 1299/Δ) για την Αμοργό, εισήγαγε εξαιρετικά αναλυτικές και αυστηρές διατάξεις. Συνολικά, η εξέλιξη καταδεικνύει σαφή τάση προς αυστηρότερους περιορισμούς, με ολοένα λεπτομερέστερες τεχνικές προδιαγραφές, αφήνοντας ελάχιστα περιθώρια αρχιτεκτονικής παρέμβασης.

Το Π.Δ. της 11/11/2003 (ΦΕΚ 1299/Δ), αφορά ειδικά τους οικισμούς της Αμοργού και αποτελεί παράδειγμα εξαιρετικά αναλυτικής ρύθμισης, θέτοντας ένα σύνολο ρυθμίσεων, που δυσχεραίνουν ακόμα τις ενεργειακές παρεμβάσεις. Συγκεκριμένα:

- Η αρτιότητα και ο συντελεστής δόμησης (άρθ. 2, παρ. 1–2) ακολουθούν τα Π.Δ. 1988/1989, **αλλά εισάγεται σημαντική εξαίρεση: η εμφανής λιθοδομή (πάχους 0,40–0,70 μ.) δεν προσμετράται στη δόμηση, ενθαρρύνοντας τη χρήση παραδοσιακών υλικών αλλά δυσχεραίνοντας την εξωτερική θερμομόνωση (ETICS).**
- Η τοποθέτηση του κτιρίου (άρθ. 2, παρ. 3) υπόκειται σε αυστηρά κριτήρια, **που περιορίζουν τον βέλτιστο βιοκλιματικό προσανατολισμό.**
- Η αρχιτεκτονική σύνθεση (άρθ. 2, παρ. 4) απαιτεί «λιτή γεωμετρική μορφή κατά τα παραδοσιακά πρότυπα», **καθιστώντας δύσκολη την ένταξη σύγχρονων βιοκλιματικών στοιχείων.**
- Τα ύψη (άρθ. 2, παρ. 5–7) περιορίζονται σε 4,50 μ. (μονώροφο) και 7,50 μ. (διώροφο), με μόνη επιτρεπόμενη υπέρβαση καπνοδόχο 1,00 μ., **αποκλείοντας ηλιακές εγκαταστάσεις σε ύψος.**
- Το μέγιστο μήκος όψης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 8,00 μ. (άρθ. 2, παρ. 6) και ο μέγιστος ενιαίος κτιριακός όγκος ορίζεται σε 400/800 μ³ (μονώροφο/διώροφο), με υποχρεωτική διάσπαση των όγκων (άρθ. 2, παρ. 7) , **η οποία αυξάνει δραματικά τις θερμικές απώλειες λόγω μεγαλύτερου λόγου A/V.**
- Οι εξωτερικοί τοίχοι (άρθ. 2, παρ. 8) κατασκευάζονται από εμφανή λιθοδομή ή επιχρίονται λευκοί, με ρητή απαγόρευση κάθε επένδυσης, **αποκλείοντας ουσιαστικά την εξωτερική θερμομόνωση.**
- Η στέγαση γίνεται αποκλειστικά με επίπεδο δώμα (άρθ. 2, παρ. 9), **αφαιρώντας πιθανή επιφάνεια φωτοβολταϊκών σε βέλτιστη κλίση.**
- Τα ανοίγματα (άρθ. 2, παρ. 10-11) δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 20% της όψης, με μέγιστο πλάτος 1,00 μ. και υποχρεωτικά ξύλινα, ταμπλαδωτά κουφώματα σε τόνους μπλε, πράσινου, γκριζου ή καφεκόκκινου, **περιορίζοντας ηλιακά κέρδη, φυσικό φωτισμό και αερισμό.**
- Οι μαρκίζες απαγορεύονται (άρθ. 2, παρ. 14-15), τα σκίαστρα επιτρέπονται μόνο σε ισόγεια καταστήματα με φυσικό πράσινο ή καλαμωτή, και ο εξωτερικός χρωματισμός είναι υποχρεωτικά λευκός.

- Οι ηλιακοί συλλέκτες (άρθ. 4, παρ. 1), πρέπει να τοποθετούνται σε σημεία «μη ορατά από τους κοινόχρηστους χώρους», με τη θέση να προσδιορίζεται στη μελέτη, **μειώνοντας δραστικά την απόδοσή τους.**

Στην οικιστική ενότητα Στρούμπου (Άρθ. 3) επιτρέπεται μόνο επισκευή και αποκατάσταση με παραδοσιακά υλικά, αποκλείοντας κάθε νέα κατασκευή και ουσιαστικά κάθε ενεργειακή παρέμβαση, πέραν της τοποθέτησης θερμομόνωσης εσωτερικά.

5.4 Η δυσκολία εφαρμογής της ενεργειακής νομοθεσίας σε κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων

Ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 11, παρ. 1.3.2) περιλαμβάνει γενική πρόβλεψη για τα κτίρια σε παραδοσιακούς οικισμούς, αναγνωρίζοντας τη δυνητική σύγκρουση μεταξύ απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης και αρχιτεκτονικής προστασίας. Ωστόσο, η εξαίρεση κτιρίων που χαρακτηρίζονται ως διατηρητέα από τις υποχρεώσεις του ΚΕνΑΚ δεν είναι απόλυτη.

Ο ΚΕνΑΚ 2013 (άρθ. 4, παρ. 7β) ορίζει ότι μπορούν να εξαιρεθούν «κτίρια που προστατεύονται ως μέρος χαρακτηρισμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας, εφόσον η συμμόρφωση προς τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης θα αλλοίωνε κατά τρόπο μη αποδεκτό τον χαρακτήρα ή την εξωτερική εμφάνισή τους». Η διάταξη αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία στις Κυκλάδες, όπου ισχύουν αυστηρά Προεδρικά Διατάγματα αρχιτεκτονικής προστασίας.

Η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης, αλλαγής κουφωμάτων ή τοποθέτησης φωτοβολταϊκών στοιχείων σε κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών υπόκειται σε αυστηρούς περιορισμούς που προκύπτουν από τα Προεδρικά Διατάγματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η σύγκρουση αυτή μεταξύ ενεργειακής αναβάθμισης και αρχιτεκτονικής διατήρησης αναλύεται περισσότερα στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου.

5.4.1 Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους

Η Οδηγία 2024/1275/Ε.Ε. θέτει φιλόδοξους στόχους θερμικής απόδοσης κελύφους. Ο ΚΕνΑΚ 2017 ορίζει μέγιστους αποδεκτούς συντελεστές θερμοπερατότητας U_{max} 0,55 W/(m²·K) για νέα κτίρια & 0,60 W/(m²·K) για υφιστάμενα κτίρια για τοιχοποιίες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα στις Κυκλάδες (ζώνη Α).

Η παραδοσιακή λιθοδομή πάχους 0,50–0,70 μ. παρουσιάζει τιμές U 2,0–3,0 W/(m²·K), τετραπλάσιο έως εξαπλάσιο των απαιτήσεων.

Η εξωτερική θερμομόνωση (ETICS) δεν μπορεί να εφαρμοστεί τεχνικά επί λιθοδομής (θερμοπρόσοψη), για την περίπτωση όψεων μη εμφανούς λιθοδομής, μια και για την στερέωση των θερμομονωτικών πλακών απαιτείται μια όσο το δυνατόν λεία κατακόρυφη επιφάνεια.

Η εσωτερική θερμομόνωση (περίπτωση όψεων από εμφανή λιθοδομή), αν και θεωρητικά εφικτή, παρουσιάζει σημαντικά μειονεκτήματα, όπως μείωση ωφέλιμου χώρου, κίνδυνο συμπύκνωσης υδρατμών εντός τοιχοποιίας, μη αξιοποίηση θερμικής μάζας και θερμογέφυρες στα σημεία σύνδεσης.

5.4.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η Οδηγία 2024/1275/Ε.Ε. επιβάλλει σταδιακά ηλιακά ενεργειακά συστήματα σε κτίρια, ενώ ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 8, παρ. 3.1.3) απαιτεί κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα (τουλάχιστον του 60% μέσω ηλιακών συλλεκτών).

Το Π.Δ. της 11/11/2003 (ΦΕΚ 1299/Δ) (άρθ. 4, παρ. 1) δεν τους απαγορεύει ρητά, αλλά τους υποβάλλει στην αυστηρότατη προϋπόθεση «μη ορατού» σημείου, σχεδόν απαγορευτική στους πυκνοδομημένους αμφιθεατρικούς οικισμούς (π.χ. Χώρα Αμοργού), όπου δώματα και όψεις είναι ορατές τόσο από γειτονικά κτίρια όσο και από δημόσιους χώρους. Αυτό έχει σαν συνέπεια,

- είτε την τοποθέτηση των ηλιακών πάνελ εφαιπτόμενα με το επίπεδο δώμα και την τοποθέτηση του θερμοδοχείου σε άλλη μη ορατή θέση, με αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης και την αύξηση των απωλειών
- είτε την αυθαίρετη τοποθέτηση ολόκληρου του ηλιακού θερμοσίφωνα (ηλιακά πάνελ & θερμοδοχείο) στο δώμα, στη βέλτιστη κλίση των 45°, με καλύτερη απόδοση του συστήματος, αλλά με αποτέλεσμα την άμεση διατάραξη της αισθητικής του οικισμού.

Ομοίως, μικρές ανεμογεννήτριες, παρότι κλιματολογικά ιδανικές λόγω μελτεμιών, αποκλείονται λόγω περιορισμών ύψους και αισθητικής ένταξης.

5.4.3 Κουφώματα και υαλοπίνακες

Ο ΚΕνΑΚ 2017 ορίζει μέγιστους αποδεκτούς συντελεστές θερμοπερατότητας U_{max} 2,80 W/(m²·K) για νέα κτίρια & 3,20 W/(m²·K) για υφιστάμενα κτίρια για τα κουφώματα στις Κυκλάδες (ζώνη Α), προϋποθέτοντας χρήση διπλών ή τριπλών υαλοπινάκων με θερμοδιακοπτόμενα προφίλ.

Η υποχρέωση ξύλινων κουφωμάτων που ορίζει Π.Δ. της 11/11/2003 (ΦΕΚ 1299/Δ) (άρθ. 2, παρ. 11) δεν αποκλείει αυτομάτως κακή ενεργειακή απόδοση, αλλά η απαίτηση ταμπλαδωτών κουφωμάτων με τουλάχιστον δύο οριζόντια καΐτια, δυσχεραίνει τη χρήση σύγχρονων υαλοπινάκων μεγάλων διαστάσεων. Ο περιορισμός ανοιγμάτων στο 20% της όψης σημαίνει ότι η συμβολή τους στα παθητικά ηλιακά κέρδη παραμένει περιορισμένη.

5.4.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παθητικά συστήματα

Ο σύγχρονος βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται σε παθητικά ηλιακά συστήματα (τοίχοι Trombe, ηλιακά θερμοκήπια, νότιοι υαλοπίνακες), σύγχρονα σκίαστρα, συστήματα φυσικού αερισμού (ηλιακές καπνοδόχοι, διαμπερής αερισμός) και βέλτιστο προσανατολισμό.

Το Π.Δ. της 11/11/2003 (ΦΕΚ 1299/Δ) περιορίζει σχεδόν όλες αυτές τις δυνατότητες:

- η «λιτή γεωμετρική μορφή» αποκλείει τοίχους Trombe και θερμοκήπια,
- η απαγόρευση μαρκιζών και ο περιορισμός σκιάστρων αφαιρούν τα μέσα ηλιοπροστασίας,
- τα κριτήρια τοποθέτησης περιορίζουν τον βέλτιστο προσανατολισμό, και
- η υποχρεωτική κατάμ²ηση μεγάλων κτιρίων αυξάνει τις θερμικές απώλειες.

5.4.5 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Η εγκατάσταση σύγχρονων Η/Μ συστημάτων υψηλής ενεργειακής απόδοσης (αντλίες θερμότητας, μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας, VRV/VRF συστήματα) αντιμετωπίζει πρακτικά εμπόδια (Π.Δ. της 11/11/2003, άρθ. 4, παρ. 1):

- η εξωτερική μονάδα αντλίας θερμότητας πρέπει να είναι μη εμφανής
- τα αεραγωγά μηχανικού αερισμού δεν πρέπει να αλλοιώνουν τις εξωτερικές όψεις και
- η υπόγεια τοποθέτηση δικτύων (Άρθ. 4, παρ. 6β) απαιτεί εκσκαφές σε δύσβατο αστικό ιστό στενών οδών (‘‘γκαλντερίμια’’).

5.4.6 Νομοθετικές εξαιρέσεις και η ισχύουσα κατάσταση

Τόσο η Οδηγία 2004/1275/Ε.Ε. (άρθ. 5, παρ. 2) όσο και η 2010/31/Ε.Ε. (Άρθ. 4, παρ. 2γ) αναγνωρίζουν δυνατότητα εξαίρεσης για κτίρια αναγνωρισμένης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας, όταν η συμμόρφωση θα αλλοίωνε τον χαρακτήρα τους. Ομοίως, ο ΚΕνΑΚ 2017 (άρθ. 11, παρ. 1.3.2) προβλέπει ανάλογη εξαίρεση.

Ωστόσο, η εξαίρεση δεν αποτελεί λύση αλλά αποτύπωση του προβλήματος, αφού τα κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών παραμένουν ενεργοβόρα, με σημαντικό ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα, αλλά και άμεση οικονομική επιβάρυνσης στους χρήστες. Η πραγματική πρόκληση είναι η εξεύρεση τρόπων ενεργειακής αναβάθμισης που σέβονται τους αρχιτεκτονικούς περιορισμούς.

Η ανάλυση όλων των παραπάνω, αναδεικνύει μια θεμελιώδη σύγκρουση μεταξύ δύο εξίσου θεμιτών πολιτικών στόχων:

- αφενός, της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές και εθνικές απαιτήσεις, και
- αφετέρου, της διαφύλαξης της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς των παραδοσιακών οικισμών.

Τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο, διαπιστώνονται αποκλίσεις στην εφαρμογή, ανεπαρκής διαβάθμιση μέτρων προστασίας και έλλειψη εξειδικευμένης καθοδήγησης για τις νησιωτικές και παραδοσιακές περιοχές.

Οι περιορισμοί των Π.Δ. δεν είναι αυθαίρετοι, αντανακλούν σαφή βούληση διαφύλαξης μοναδικού αρχιτεκτονικού αποθέματος που αποτελεί μῆμα της ελληνικής πολιτισμικής ταυτότητας.

Ταυτόχρονα, οι απαιτήσεις των Οδηγιών 2024/1275/Ε.Ε. και 2010/31/Ε.Ε. και του ΚΕνΑΚ 2017 είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η παραδοσιακή κυκλαδική αρχιτεκτονική μοιάζει να βρίσκεται «παγιδευμένη» σε κανονιστικό πλαίσιο που επικεντρώνεται στη μορφολογική διατήρηση χωρίς να επιτρέπει την ενεργειακή προσαρμογή.

Στο επόμενο κεφάλαιο, μέσω της ανάλυσης ενός κτιριακού έργου στις Κυκλάδες, θα επιχειρηθεί να ποσοτικοποιηθεί η επίπτωση της μη εφαρμογής των ενεργειακών παρεμβάσεων στην συνολική απόδοση του κτιρίου, λόγω ακριβώς των αρχιτεκτονικών περιορισμών που ισχύουν στην περιοχή.

6. Κεφάλαιο 6: Η περίπτωση κτιριακού έργου σε νησιωτική περιοχή

6.1 Αντικείμενο της ανάλυσης

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκε το ευρωπαϊκό και εθνικό κανονιστικό-θεσμικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, καθώς και οι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί που ισχύουν στους παραδοσιακούς οικισμούς των Κυκλάδων, ως αντιπροσωπευτικό δείγμα περιοχής με σημαντικούς περιορισμούς στις ενεργειακές παρεμβάσεις.

Αναδείχθηκε μια θεμελιώδης σύγκρουση μεταξύ των στόχων ενεργειακής αναβάθμισης (Οδηγία 2024/1275/E.E., ΚΕνΑΚ 2017) και της αρχιτεκτονικής προστασίας (Π.Δ. του 1989, Π.Δ. του 2003).

Το παρόν κεφάλαιο μεταφέρει αυτή τη θεωρητική ανάλυση στο πεδίο της εφαρμογής, εξετάζοντας ένα συγκεκριμένο κτιριακό έργο στη Χώρα Αμοργού, ένας οικισμός χαρακτηρισμένος ως παραδοσιακός ήδη από το 1978 και χαρακτηριστικό παράδειγμα της κυκλαδίτικης παραδοσιακής αρχιτεκτονικής.

Αντικείμενο της ανάλυσης αποτελεί η αξιολόγηση της δυνατότητας επίτευξης των ενεργειακών στόχων του ΚΕνΑΚ (ενεργειακή κατηγορία Α) σε κτίρια εντός παραδοσιακού οικισμού, λαμβάνοντας υπόψη τους αυστηρούς αρχιτεκτονικούς περιορισμούς που τέθηκαν στο Κεφάλαιο 5.

Ειδικότερα, εξετάζονται οι παρακάτω περιπτώσεις, οι οποίες καλύπτουν την συντριπτική πλειοψηφία των κτιρίων που συναντώνται στην περιοχή των Κυκλάδων:

- Διαφορά απόδοσης της εφαρμογής των ενεργειακών παρεμβάσεων σε **νέο κτίριο**, με εξωτερική συμβατική **τοιχοποιία (μπατική οπτοπλινθοδομή)**, εκτός & εντός παραδοσιακού οικισμού,

- Διαφορά απόδοσης της εφαρμογής των ενεργειακών παρεμβάσεων σε **νέο κτίριο**, με εξωτερική τοιχοποιία από **μη εμφανή (ασβεστωμένη) ή εμφανή λιθοδομή**, εκτός & εντός παραδοσιακού οικισμού,
- Διαφορά απόδοσης της εφαρμογής των ενεργειακών παρεμβάσεων σε **υφιστάμενο κτίριο**, με εξωτερική συμβατική **τοιχοποιία (μπατική οπτοπλινθοδομή)**, εκτός & εντός παραδοσιακού οικισμού,
- Διαφορά απόδοσης της εφαρμογής των ενεργειακών παρεμβάσεων σε **υφιστάμενο κτίριο**, με εξωτερική τοιχοποιία από **μη εμφανή (ασβεστωμένη) ή εμφανή λιθοδομή**, εκτός & εντός παραδοσιακού οικισμού,

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (νέο & υφιστάμενο) θα παραμένουν τα ίδια σε κάθε περίπτωση κτιρίου, ανεξάρτητα των υλικών κατασκευής της εξωτερικής τοιχοποιίας, ώστε ο λόγος **A/V (περιβάλλουσα επιφάνεια του κτηρίου προς τον όγκο του)** να παραμένει ο ίδιος και να υπάρχει έτσι **κοινή βάση σύγκρισης των αποτελεσμάτων**. Η χρήση και στα δύο κτίρια θα είναι **''κατοικία''**.

Η μελέτη περιλαμβάνει την καταγραφή των ενεργειακών παρεμβάσεων, την εκτίμηση κόστους, και τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης μέσω εξειδικευμένων λογισμικών, ώστε να ποσοτικοποιηθούν οι «ενεργειακές απώλειες» λόγω των αρχιτεκτονικών περιορισμών.

6.2 Περιγραφή του κτιριακού έργου και της περιοχής

6.2.1 Η περιοχή της Χώρας Αμοργού

Η Αμοργός αποτελεί το ανατολικότερο νησί του συμπλέγματος των Κυκλάδων, στο Αιγαίο Πέλαγος και βρίσκεται σε απόσταση 136 ναυτικών μιλίων από τον Πειραιά. Πρόκειται για μακρόστενο νησί που εκτείνεται από τα νοτιοδυτικά προς τα βορειοανατολικά, με απότομη ορεινή μορφολογία εδάφους και συνολική επιφάνεια 121,464 τετρ. χλμ. Ο πληθυσμός του δήμου Αμοργού ανερχόταν σε 1.961 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2021.

Πρωτεύουσα και διοικητική έδρα του νησιού είναι η Χώρα της Αμοργού (ή απλώς «Χώρα»), η οποία βρίσκεται στο κέντρο του νησιού, σε ημιορεινό υψόμετρο περίπου 350 μέτρων σε απόσταση 5 χιλιομέτρων από το λιμάνι των Καταπόλων, με το οποίο συνδέεται οδικά. Σύμφωνα με την απογραφή του 2021, η Χώρα αριθμεί 441 κατοίκους και αποτελεί τον μεγαλύτερο οικισμό του νησιού. Διοικητικά υπάγεται στην περιφερειακή ενότητα Νάξου της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου.

Το κλίμα της Αμοργού χαρακτηρίζεται ως εύκρατο μεσογειακό, με ξηρό καλοκαίρι που διαρκεί έως και 8 μήνες, κατά τη διάρκεια του οποίου επικρατούν τα μελέμια, ενώ ο χειμώνας είναι ήπιος και συνοδεύεται από ισχυρούς ανέμους. Οι κλιματικές αυτές συνθήκες, σε συνδυασμό με το υψηλό επίπεδο ηλιοφάνειας που χαρακτηρίζει γενικότερα τις Κυκλάδες, παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς τη δυνατότητα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κτιριακό τομέα, αλλά και ως προς τις ενεργειακές ανάγκες ψύξης και θέρμανσης των κτιρίων.

Οι κάτοικοι του νησιού ασχολούνται παραδοσιακά με τη γεωργία, την κτηνοτροφία, την αλιεία και τα ναυτικά επαγγέλματα, ενώ τα τελευταία χρόνια σημαντική ανάπτυξη παρουσιάζει ο τομέας του τουρισμού. Η τουριστική ανάπτυξη, αν και συμβάλλει στην

τοπική οικονομία, ασκεί αυξανόμενη πίεση στις ενεργειακές υποδομές του νησιού, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες.



Εικόνα 2: Άποψη της "Χώρας" της Αμοργού. Στο κέντρο της διακρίνεται ο υπερυψωμένος βράχος με το Κάστρο

Η Χώρα αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα αιγαιοπελαγίτικης αρχιτεκτονικής και είναι χαρακτηρισμένη ως διατηρητέος παραδοσιακός οικισμός. Τα σπίτια διαθέτουν επίπεδες στέγες και τοξωτά ανώφλια θυρών και παραθύρων, ενώ ο οικιστικός ιστός αποτελείται από στενούς δρόμους, σκαλοπάτια και πλακόστρωτα σοκάκια. Ο οικισμός περιβάλλεται από λόφους και είναι αθέατος από τη θάλασσα γεγονός που αποτέλεσε ιστορικά αμυντική στρατηγική κατά τις επιδρομές πειρατών. Το κάστρο οχυρώθηκε

από τους Ιερεμία και Ανδρέα Γκύζη το 1207, κατά τα πρώτα χρόνια της Ενετοκρατίας, ενώ ο οικισμός επεκτάθηκε σταδιακά και νότια αυτού.



Εικόνα 3: Άποψη της "Χώρας" της Αμοργού από ψηλά. Διακρίνεται η χαρακτηριστική ανάπτυξη των κτιρίων, γύρω από το Κάστρο της

Ο χαρακτηρισμός της Χώρας ως παραδοσιακού οικισμού, σε συνδυασμό με τις ειδικές αρχιτεκτονικές κατευθύνσεις που ισχύουν για τις Κυκλάδες βάσει των σχετικών Προεδρικών Διαταγμάτων, δημιουργεί ένα πλαίσιο σημαντικών περιορισμών στις δυνατότητες ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων.

Η Αμοργός εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Α του ΚΕνΑΚ, με μεσογειακό κλίμα, υψηλή ηλιοφάνεια (περίπου 2.800 ώρες ετησίως), ηλιακή ακτινοβολία 1.700 kWh/m²/έτος, ήπιους χειμώνες (HDD $\approx$ 850 °C·ημέρες) και θερμά καλοκαίρια (CDD $\approx$ 180 °C·ημέρες). Οι ισχυροί βόρειοι άνεμοι (μελέτμια) αποτελούν χαρακτηριστικό

στοιχείο, επηρεάζοντας τόσο τις θερμικές απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα όσο και τις δυνατότητες εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας.

6.2.2 Χαρακτηριστικά των κτιριακών έργων

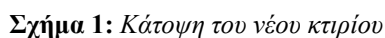
6.2.2.1 Νέο κτίριο

Το υπό εξέταση κτιριακό έργο είναι μια ισόγεια μονοκατοικία, στη θέση ‘‘Βορεινά’’ και εντός του οικισμού της Χώρας. Η μονοκατοικία είναι συνολικού εμβαδού 66,00 m² και περιλαμβάνει ενιαίο χώρο καθιστικού – κουζίνας με wc, υπνοδωμάτιο & λουτρό.

Στην Εικόνα 4 φαίνεται η θέση του νέου κτιρίου και στο Σχήμα 1 δίνεται η κάτοψή του.

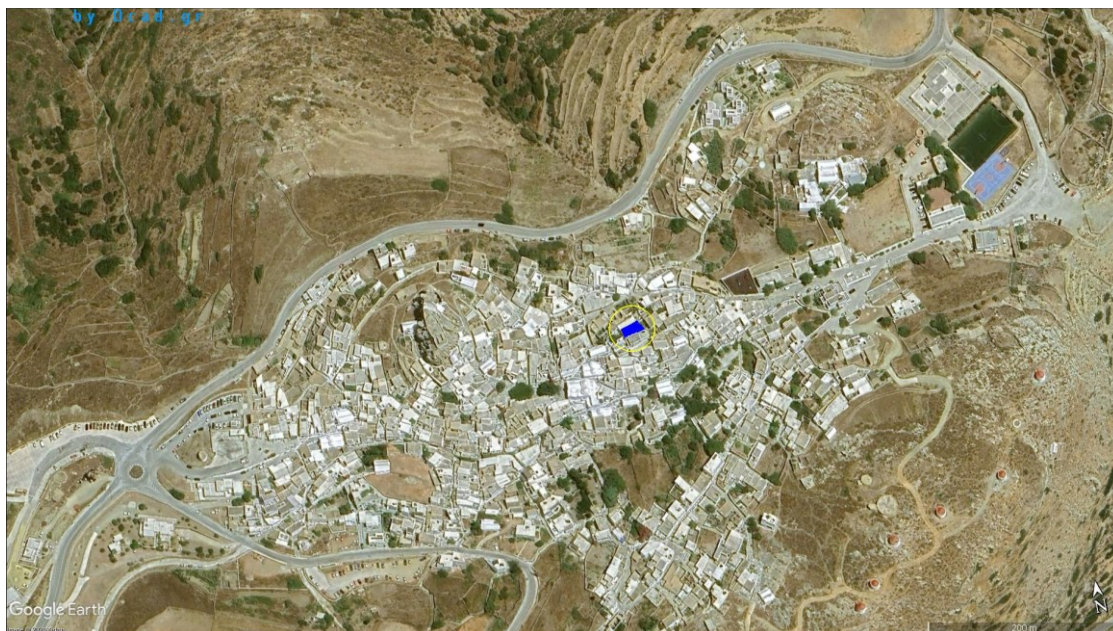


Εικόνα 4: Θέση του νέου κτιρίου στον οικισμό της Χώρας

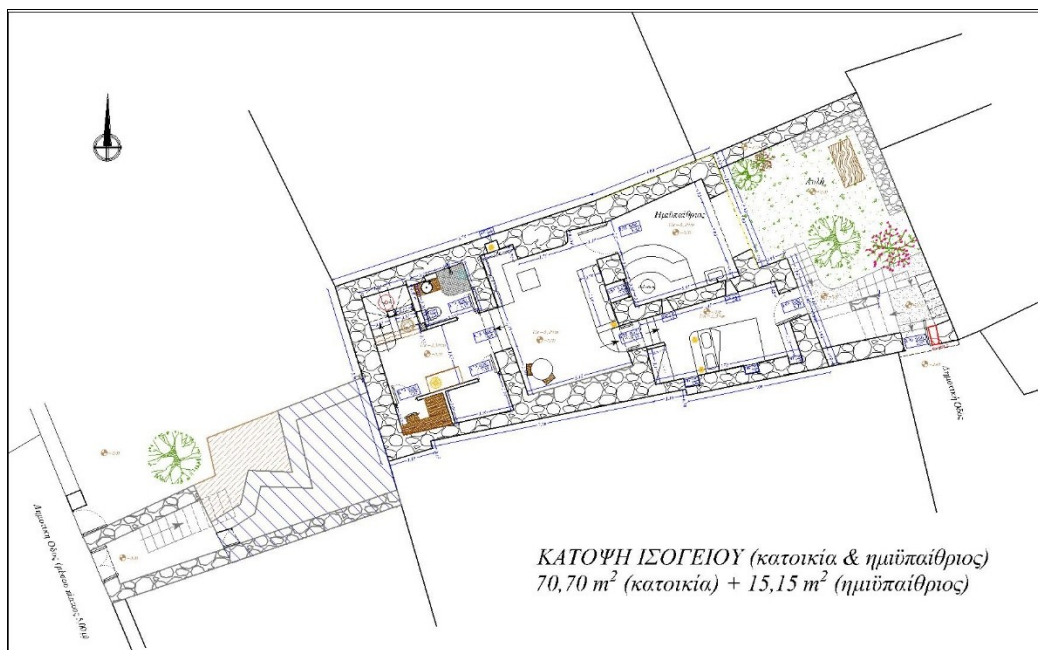


Το υπό εξέταση κτιριακό έργο είναι μια διώροφη μονοκατοικία, εντός του κεντρικού ιστού του οικισμού της Χώρας. Η μονοκατοικία αποτελείται από ισόγειο, με εμβαδό 70,70 m² και όροφο, με εμβαδό 86,00 m². Το ισόγειο καθιστικό, υπνοδωμάτιο, μικρό γραφείο και λουτρό. Στο ισόγειο υφίσταται επίσης ημιϋπαίθριος χώρος, εμβαδού 15,15 m². Ο όροφος περιλαμβάνει ενιαίο χώρο καθοστικού – τρΑ.Π.Ε.ζαρίας, κουζίνα και υπνοδωμάτιο με wc.

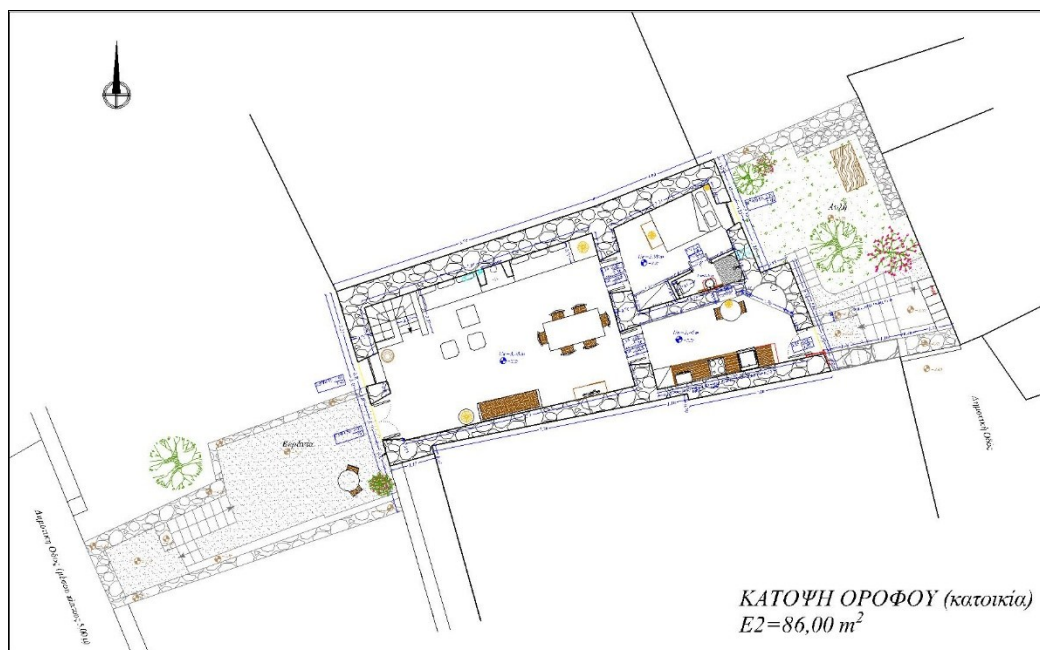
Διπλωματική Εργασία



Εικόνα 5: Θέση του υφιστάμενου κτιρίου στον οικισμό της Χώρας Αμοργού



Σχήμα 2: Κάτοψη του ισογείου του υφιστάμενου κτιρίου



Σχήμα 3: Κάτοψη του ορόφου του υφιστάμενου κτιρίου

6.3 Λογισμικά αξιολόγησης ενεργειακών παρεμβάσεων

6.3.1 ΤΕ.Ε.-KENAK

Το λογισμικό ΤΕ.Ε.-KENAK αποτελεί το επίσημο εργαλείο του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕ.Ε.) για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων και την έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) κτιρίων, σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ. Διατίθεται μέσω της ιστοσελίδας του ΤΕ.Ε. (<https://web.tee.gr/kenak/logismiko-tee-kenak/>) και αποτελεί υποχρεωτικό εργαλείο για κάθε ενεργειακό επιθεωρητή.

Το λογισμικό υλοποιεί τη μεθοδολογία υπολογισμού που ορίζεται στις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕ.Ε. (ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1 έως 20701-5), βασιζόμενο στα ευρωπαϊκά πρότυπα EN ISO 13790 (μηνιαία μέθοδος ημι-στατικού ισοζυγίου) και EN 15603.

Οι κύριες λειτουργίες του περιλαμβάνουν:

- εισαγωγή γεωμετρικών δεδομένων κτιρίου (θερμικές ζώνες, δομικά στοιχεία, ανοίγματα),

- υπολογισμό ενεργειακών αναγκών θέρμανσης, ψύξης, ZNX, φωτισμού και βοηθητικών,
- σύγκριση με κτίριο αναφοράς,
- κατάταξη σε ενεργειακή κατηγορία (A+ έως H),
- και υπολογισμό εκπομπών CO₂.

Η κατάταξη βασίζεται στον λόγο πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης του υπό εξέταση κτιρίου προς αυτή του κτιρίου αναφοράς.

6.3.2 AutoKenak

Το AutoKenak (<http://www.art-cad.gr/AutoKenak.htm>) αποτελεί εμπορικό λογισμικό ενεργειακής μελέτης κτιρίων, σχεδιασμένο ως εναλλακτική πλατφόρμα για τη σύνταξη μελετών σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ. Αναπτύχθηκε από ελληνικό τεχνικό γραφείο και εφαρμόζει την ίδια μεθοδολογία υπολογισμού (TOTE.E. 20701-1/2/3/4/5), παράγοντας αποτελέσματα συμβατά με αυτά του ΤΕ.Ε.-KENAK.

Τα πλεονεκτήματα του AutoKenak περιλαμβάνουν:

- γραφικό περιβάλλον εισαγωγής δεδομένων,
- δυνατότητα εισαγωγής αρχιτεκτονικών σχεδίων DXF/DWG,
- αυτόματο υπολογισμό θερμικών ζωνών,
- εκτενή βιβλιοθήκη δομικών υλικών και Η/Μ εξοπλισμού,
- παραγωγή ΠΕΑ σε μορφή εκτυπώσιμου εντύπου, και
- δυνατότητα σύγκρισης πολλαπλών σεναρίων παρεμβάσεων.

Η αυτοματοποιημένη εισαγωγή γεωμετρίας μειώνει τον χρόνο καταχώρησης και τα σφάλματα, ενώ η σύγκριση σεναρίων αποτελεί ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για τη βελτιστοποίηση παρεμβάσεων.

Και τα δύο λογισμικά εφαρμόζουν τη μέθοδο υπολογισμού του κτιρίου αναφοράς, σύμφωνα με την οποία η ενεργειακή κατηγορία προκύπτει συγκρίνοντας την πρωτογενή ενεργειακή κατανάλωση του εξεταζόμενου κτιρίου με αυτή ενός κτιρίου ίδιας

γεωμετρίας, χρήσης και κλιματικής ζώνης που πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕνΑΚ. Για την επίτευξη κατηγορίας Α, η πρωτογενής κατανάλωση πρέπει να είναι μικρότερη του 50% του κτιρίου αναφοράς.

6.4 Ενεργειακές παρεμβάσεις

Για κάθε περίπτωση, δίνονται παρακάτω:

- το είδος της ενεργειακής παρέμβασης σε κάθε δομικό στοιχείο
- τα χαρακτηριστικά των υλικών & συστημάτων που θα χρησιμοποιηθούν
- στοιχεία κόστους της ενεργειακής παρέμβασης

Με τη βοήθεια των λογισμικών, θα δίνεται κάθε φορά η ενεργειακή κατηγορία που προκύπτει για τις δεδομένες ενεργειακές παρεμβάσεις. Για τα κτίρια κατοικίας δεν λαμβάνεται υπόψη η φωτιστική εγκατάσταση, ενώ δεν προβλέπονται συστήματα ύγρανσης και μηχανικού αερισμού. Αναλυτικοί υπολογισμοί δίνονται στα παραρτήματα Β & Γ.

6.4.1 Ενεργειακές παρεμβάσεις στο νέο κτίριο

Η κατασκευή αμιγώς νέων κτιρίων εντός των παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων είναι σπάνια, δεδομένου ότι τα εναπομείναντα οικόπεδα είναι ελάχιστα. Επίσης, τα διώροφα κτίρια, αν και πολεοδομικά επιτρεπτά, δεν εγκρίνονται από την αρμόδια Αρχαιολογική Υπηρεσία Νοτίου Αιγαίου, λόγω της υποβάθμισης της θέας των υφιστάμενων παλαιών παρακείμενων κτιρίων.

Το νέο ισόγειο κτίριο, έχει επιλεγεί ως αντιπροσωπευτική περίπτωση αξιολόγησης, δεδομένου της προοπτικής τα επόμενα χρόνια επέκτασης των ορίων των οικισμών, με παράλληλη αυστηροποίηση των όρων δόμησης (μείωση επιτρεπόμενης δόμησης & απαγόρευση κατασκευής ορόφου).

Για το νέο κτίριο, δίνονται παρακάτω οι ενεργειακές παρεμβάσεις που θα εξεταστούν για κάθε περίπτωση. Όλες οι όψεις του κτιρίου θεωρείται ότι είναι σε επαφή μόνο με τον εξωτερικό αέρα.

6.4.1.1 Εξωτερική τοιχοποιία από μπατική οπτοπλινθοδομή

Οι ενεργειακές παρεμβάσεις που εφαρμόζονται είναι:

α) Εκτός παραδοσιακού οικισμού (απουσία περιορισμών)

- Εξωτερική τοιχοποιία → Θερμοπρόσοψη από διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 70 \text{ €/m}^2$)
- Δάπεδα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 40 \text{ €/m}^2$), κάτω από την πλάκα του δαπέδου
- Δώματα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 60 \text{ €/m}^2$), επάνω από τις πλάκες
- Κουφώματα → Μεταλλικό Πλαίσιο (αλουμίνιο) με θερμοδιακοπή 24mm, $\pi=075\text{mm}$, 1x1x0, τζάμι διπλό 4-8-4, αέριο κρυπτό στο διάκενο, επίστρωση (900 €/m²)
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 8,60 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 6,80 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες επιτοίχιες κλιματιστικές μονάδες (splits) (7500 €)
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφοντας, με συλλέκτες επιφάνειας 2,50 m² στη βέλτιστη κλίση και δοχείο αποθήκευσης 120 lit (2500 €)

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – χωρίς περιορισμούς)

Αποτελέσματα κατάταξης						
Κατηγορία χρήσης	Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]					
	Κτίριο		Σενάρια			
Κατοικίας	Αναφοράς	Νέο	1	2	3	
Θέρμανση	30.90	16.20	---	---	---	
Ψύξη	21.20	13.10	---	---	---	
ΖΗΧ	17.00	0.40	---	---	---	
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---	
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---	
Σύνολο	69.00	29.70	---	---	---	
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.43	---	---	---	
Κατάταξη	---	A	---	---	---	

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης			Κατάταξη
Κατηγορία	Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.	Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.	
A+	0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.		A
A	0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.		
B+	0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.		
B	1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.		
Γ	1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.		
Δ	1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.		0.43
Ε	2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.		
Ζ	2.73 Κ.Α. < Ε.Α.		
Η			

↑ Ενεργειακά μη αποδοτικό

β) Εντός παραδοσιακού οικισμού:

- Εξωτερική τοιχοποιία → Θερμοπρόσοψη από διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 70 \text{ €/m}^2$)
- Δάπεδα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 40 \text{ €/m}^2$), κάτω από την πλάκα του δαπέδου
- Δώματα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 60 \text{ €/m}^2$), επάνω από τις πλάκες
- Κουφώματα → Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Π075mm 1x2x0 AN02 Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση (1300 €/m²)
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 8,60 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 6,80 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες επιτοίχιες κλιματιστικές μονάδες (splits) (7500 €)
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφωνα, με συλλέκτες επιφάνειας 3,50 m² εφαιπτόμενα με το δώμα και δοχείο αποθήκευσης 120 lit (3000 €)

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – με περιορισμούς)

Αποτελέσματα κατάταξης					
Κατηγορία χρήσης	Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]				
	Κτίριο		Σενάρια		
Κατοικίας	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	30.90	19.30	---	---	---
Ψύξη	21.20	12.80	---	---	---
ΖΝΧ	17.00	1.00	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	69.00	33.10	---	---	---
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.48	---	---	---
Κατάταξη	---	A	---	---	---

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης	Κατάταξη
A+ $0.33 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 0.50 \text{ K.A.}$	A
A $0.50 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 0.75 \text{ K.A.}$	
B+ $0.75 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 1.00 \text{ K.A.}$	
B $1.00 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 1.41 \text{ K.A.}$	
Γ $1.41 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 1.82 \text{ K.A.}$	0.48
Δ $1.82 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 2.27 \text{ K.A.}$	
Ε $2.27 \text{ K.A.} < \text{E.A.} < 2.73 \text{ K.A.}$	
Ζ $2.73 \text{ K.A.} < \text{E.A.}$	
Η	

↑ Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης
↓ Ενεργειακά μη αποδοτικό

Παρατηρούμε ότι σε αυτή την περίπτωση, για να προκύψει η κατηγορία "Α", έπρεπε η επιφάνεια των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα να αυξηθεί από 2,50 m² σε 3,50 m², λόγω του ότι αυτά απαιτείται να τοποθετούνται χωρίς κλίση, ώστε να είναι μη εμφανή.

Το συνολικό πρόσθετο κόστος για αυτή την περίπτωση είναι:

PK1=Διαφορά κόστους κουφωμάτων + Διαφορά κόστους ηλ. Θερμοσίφωνα →

PK1=επιφάνεια κουφωμάτων x διαφορά τιμής κουφωμάτων αλουμινίου / ξύλου +
Διαφορά κόστους ηλ. Θερμοσίφωνα →

PK1=13,80 x (1.300 – 900) + (3.000 – 2.500) → **PK1= 6.020 €**

**Επιπλέον, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά: 33,10 – 29,70 =
3,40 KWh/m².**

Στην παραπάνω περίπτωση, οι παρεμβάσεις που διαφοροποιήθηκαν είναι το είδος των κουφωμάτων (από μεταλλικά σε ξύλινα – υποχρεωτική αλλαγή) και η αύξηση της επιφάνειας των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα.

Για την πληρότητα της διερεύνησης, παρακάτω δίνονται και δύο πρόσθετες εναλλακτικές λύσεις:

- αν επιχειρούσαμε να κρατήσουμε την ίδια επιφάνεια των συλλεκτών (2,50 m²), με ταυτόχρονη αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης (από 0,07 m σε 0,10 m) σε δάπεδο και οροφές, τα αποτελέσματα θα ήταν τα παρακάτω:

Πίνακας 5: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – με περιορισμούς & αύξηση πάχους θερμομόνωσης σε δάπεδο & οροφή)

Αποτελέσματα κατάταξης

Κατηγορία χρήσης

Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m²]

Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια		
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	28.60	18.00	---	---	---
Ψύξη	21.40	12.40	---	---	---
ZNX	17.00	3.30	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	67.10	33.70	---	---	---
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.50	---	---	---
Κατάταξη	---	B+	---	---	---

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+ E.A. < 0.33 K.A.

A 0.33 K.A. < E.A. < 0.50 K.A.

B+ 0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.

B 0.75 K.A. < E.A. < 1.00 K.A.

Γ 1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.

Δ 1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.

Ε 1.82 K.A. < E.A. < 2.27 K.A.

Ζ 2.27 K.A. < E.A. < 2.73 K.A.

Η 2.73 K.A. < E.A.

Κατάταξη

B+

0.50

♦ Ενεργειακά μη αποδοτικό

- αν επιχειρούσαμε να κρατήσουμε την ίδια επιφάνεια των συλλεκτών (2,50 m²), με ταυτόχρονη αύξηση των υαλοπινάκων (από δύο σε τρεις) & την

βελτίωσης της ποιότητας των κουφωμάτων, τα αποτελέσματα θα ήταν τα παρακάτω:

Πίνακας 6: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία – με περιορισμούς & βελτίωση ποιότητας κουφωμάτων)

Αποτελέσματα κατάταξης					
Κατηγορία χρήσης	Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]				
	Κτίριο		Σενάρια		
Κατοικίας	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	28.60	20.40	---	---	---
Ψύξη	21.40	10.30	---	---	---
ΖΝΧ	17.00	3.30	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	67.10	34.00	---	---	---
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.51	---	---	---
Κατάταξη	---	B+	---	---	---

★ Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης	
A+ E.A. < 0.33 K.A.	
A 0.33 K.A. < E.A. < 0.50 K.A.	
B+ 0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.	Κατάταξη
B 0.75 K.A. < E.A. < 1.00 K.A.	B+
Γ 1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.	0.51
Δ 1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.	
E 1.82 K.A. < E.A. < 2.27 K.A.	
Z 2.27 K.A. < E.A. < 2.73 K.A.	
H 2.73 K.A. < E.A.	
★ Ενεργειακά μη αποδοτικό	

Παρατηρούμε ότι το ενεργειακό αποτέλεσμα και στις δύο εναλλακτικές θα ήταν χειρότερο και φυσικά πιο κοστοβόρο, οπότε επιλέγεται η λύση της μικρής αύξησης της επιφάνειας των ηλιακών συλλέκτων.

6.4.1.2 Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή (ασβεστωμένη ή εμφανής)

Στην περίπτωση αυτή, δεδομένου ότι η θερμομόνωση θα τοποθετηθεί εσωτερικά, απαιτείται η κατασκευή δύο δρομικών οπτοπλινθοδομών, εντός των οποίων να στερεωθούν οι πλάκες θερμομόνωσης (για την κόλληση - στερέωση των θερμομονωτικών πλακών, απαιτείται μια όσο το δυνατόν λεία επιφάνεια, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στην περίπτωση της λιθοδομής – βλ. λεπτομέρεια εξωτερικής τοιχοποιίας στο παράρτημα Β. Επιπλέον, η εσωτερική δρομική, πέρα από την στερέωση των πλακών της θερμομόνωσης, είναι απαραίτητη για την όδευση της ηλεκτρικής εγκατάστασης και την στερέωση της οικοσκευής π.χ. εντοιχισμένα ντουλάπια). Παράλληλα, το πάχος της λιθοδομής, στην περίπτωση του παραδοσιακού οικισμού, απαιτείται να είναι τουλάχιστον 0,40 m, ώστε η επιφάνεια της εξωτερικής τοιχοποιίας να μην προσμετρείται στο συντελεστή δόμησης και το ποσοστό κάλυψης του οικοπέδου [Π.Δ. της 4/12/2003 (ΦΕΚ 1299), άρθ. 2, παρ.2].

Σημειώνεται ότι και στην περίπτωση που δεν υπάρχουν περιορισμοί (εκτός παραδοσιακού οικισμού), η θερμομόνωση θα τοποθετηθεί με τον ίδιο τρόπο

εσωτερικά, δεδομένου ότι σε ένα νέο κτίριο δεν έχει νόημα η απόφαση κατασκευής της εξωτερικής τοιχοποιίας από λιθοδομή (με κόστος κατασκευής τουλάχιστον το διπλάσιο αυτού της μπατικής οπτοπλινθοδομής) και η παράλληλη επένδυση με οπτοπλινθοδομή εξωτερικά, για την τοποθέτηση της θερμομόνωσης. Δηλ. σε ένα νέο κτίριο, η εξωτερική τοιχοποιία, είτε θα αποτελείται από συμβατική τοιχοποιία (μπατική οπτοπλινθοδομή), είτε από λιθοδομή (με το ευεργέτημα να μην προσμετρείται η επιφάνεια της λιθοδομής στην δόμηση – κάλυψη του οικοπέδου), με την λύση της τοποθέτησης της θερμομόνωσης εσωτερικά.

Οι ενεργειακές παρεμβάσεις που εφαρμόζονται είναι:

α) Εκτός παραδοσιακού οικισμού (απουσία περιορισμών)

- Εξωτερική τοιχοποιία → **Θερμομόνωση από διογκωμένη πολυστερίνη εσωτερικά, με προσθήκη δρομικών οπτοπλινθοδομών ($\pi.=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 200 \text{ €/m}^2$)**
- Δάπεδα → **Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi.=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 40 \text{ €/m}^2$), κάτω από την πλάκα του δαπέδου**
- Δώματα → **Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi.=0,07 \text{ m} / \lambda=0,030 / 60 \text{ €/m}^2$), επάνω από τις πλάκες**
- Κουφώματα → **Μεταλλικό Πλαίσιο (αλουμίνιο) με θερμοδιακοπή 24mm, $\pi.=075\text{mm}$, 1x1x0, τζάμι διπλό 4-8-4, αέριο κρυπτό στο διάκενο, επίστρωση (900 €/m²)**
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → **Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 8,60 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 6,80 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες επιτοιχίες κλιματιστικές μονάδες (splits) (7500 €)**
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → **Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφωνας, με ηλιακούς συλλέκτες επιφάνειας 2,50 m² στη βέλτιστη κλίση και δοχείο αποθήκευσης 120 lit (2500 €)**

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή – χωρίς περιορισμούς)

Αποτελέσματα κατάταξης							
Κατηγορία χρήσης		Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]					
Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια				
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3		
Θέρμανση	34.50	18.70	---	---	---	Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης A+ A B+ B Γ Δ E Z H Ε.Α. < 0.33 Κ.Α. 0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α. 0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α. 0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α. 1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α. 1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α. 1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α. 2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α. 2.73 Κ.Α. < Ε.Α. Κατάταξη 0.44	
Ψύξη	20.80	12.80	---	---	---		
ΖΝΧ	17.00	0.40	---	---	---		
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---		
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---		
Σύνολο	72.20	31.90	---	---	---		
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.44	---	---	---		
Κατάταξη	---	A	---	---	---		
↓ Ενεργειακά μη αποδοτικό							

β) Εντός παραδοσιακού οικισμού:

- Εξωτερική τοιχοποιία → Θερμομόνωση από διογκωμένη πολυστερίνη εσωτερικά, με προσθήκη δρομικών οπτοπλινθοδομών (π.=0,07 m / λ=0,030 / 200 €/m²)
- Δάπεδα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (π.=0,07 m / λ=0,030 / 40 €/m²), κάτω από την πλάκα του δαπέδου
- Δώματα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (π.=0,07 m / λ=0,030 / 60 €/m²), επάνω από τις πλάκες
- Κουφώματα → Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Π075mm 1x2x0 AN02 Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση (1300 €/m²)
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 8,60 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 6,80 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες επιτοίχιες κλιματιστικές μονάδες (splits) (7500 €)
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφωνας, με ηλιακούς συλλέκτες επιφάνειας 3,50 m² εφραπτόμενα με το δώμα και δοχείο αποθήκευσης 120 lit (3000 €)

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 8: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση νέου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή – με περιορισμούς)

Αποτελέσματα κατάταξης						
Κατηγορία χρήσης		Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]				
Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια			
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3	
Θέρμανση	34.50	21.90	---	---	---	Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης Α+ 0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α. Α 0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α. Β+ 0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α. Β 1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α. Γ 1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α. Δ 1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α. Ε 2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α. Ζ 2.73 Κ.Α. < Ε.Α. Η Ενεργειακά μη αποδοτικό Κατάταξη 0.49
Ψύξη	20.80	12.50	---	---	---	
ΖΝΧ	17.00	1.00	---	---	---	
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---	
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---	
Σύνολο	72.20	35.40	---	---	---	
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.49	---	---	---	
Κατάταξη	---	A	---	---	---	

Παρατηρούμε ότι και σε αυτή την περίπτωση, για να προκύψει η κατηγορία 'Α', έπρεπε πάλι η επιφάνεια των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα να αυξηθεί από 2,50 m² σε 3,50 m², λόγω του ότι αυτά απαιτείται να τοποθετούνται χωρίς κλίση, ώστε να είναι μη εμφανή.

Το συνολικό πρόσθετο κόστος για αυτή την περίπτωση είναι:

ΠΚ1=Διαφορά κόστους κουφωμάτων + Διαφορά κόστους ηλ. Θερμοσίφωνα →

ΠΚ1=επιφάνεια κουφωμάτων x διαφορά τιμής κουφωμάτων αλουμινίου / ξύλου + Διαφορά κόστους ηλ. Θερμοσίφωνα →

ΠΚ1=13,80 x (1.300 – 900) + (3.000 – 2.500) → **ΠΚ1= 6.020 €.**

Επιπλέον, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά: 35,40 – 31,90 = 3,50 KWh/m².

Ομοίως με την περίπτωση της συμβατικής τοιχοποιίας, η υιοθέτηση των εναλλακτικών λύσεων:

- διατήρηση της επιφάνειας των συλλεκτών (2,50 m²), με ταυτόχρονη αύξηση το πάχους της θερμομόνωσης (από 0,07 m σε 0,10 m) σε δάπεδο και οροφές, ή
- διατήρηση της επιφάνειας των συλλεκτών (2,50 m²), με ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων

θα οδηγούσε σε αποτελέσματα λιγότερο αποδοτικά ενεργειακά και επομένως,
επιλέγεται η λύση της μικρής αύξησης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω περιπτώσεων, δίνονται συγκεντρωτικά και
στους παρακάτω πίνακες:

**Πίνακας 9: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την
περίπτωση νέου κτιρίου (συμβατική τοιχοποιία)**

Συντελεστής θερμοπερατότητας U [$W/(m^2 \cdot K)$] ανά δομικό στοιχείο	Μέγιστος U για νέα κτίρια, για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ1)	Μέγιστος U_{lm} για νέα κτίρια, για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ3)	Ελάχιστη επιτρεπόμενη ενεργειακή κατηγορία	Εξωτερική τοιχοποιία από ματακή οπτοπλινθοδομή						Παρατηρήσεις - Αύξηση / μείωση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (%)
				Εκτός παραδοσιακού οικισμού	U_{lm} [$W/(m^2 \cdot K)$]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m^2]	Εντός παραδοσιακού οικισμού	U_{lm} [$W/(m^2 \cdot K)$]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m^2]	
Εξωτερική τοιχοποιία, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,550	0,77	Α	0,326	0,52	Α	0,326	0,50	Α	Πρόσθετο κόστος για τοποθέτηση ξύλινων κουφωμάτων & εγκατάσταση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών (2,50 → 3,50 m ²)
Επίπεδη οροφή, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,450			0,384			0,384			
Δάπεδο, σε επαφή με το έδαφος	1,100			0,365			0,365			
Κούφωμα με υαλοπίνακα, σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,800			2,370		29,70	1,880		33,10	11,45%

**Πίνακας 10: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την
περίπτωση νέου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή)**

Συντελεστής θερμοπερατότητας U [$W/(m^2 \cdot K)$] ανά δομικό στοιχείο	Μέγιστος U για νέα κτίρια, για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ1)	Μέγιστος U_{lm} για νέα κτίρια, για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ3)	Ελάχιστη επιτρεπόμενη ενεργειακή κατηγορία	Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή (ασβεστομένη ή εμφανής)						Παρατηρήσεις - Αύξηση / μείωση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (%)
				Εκτός παραδοσιακού οικισμού	U_{lm} [$W/(m^2 \cdot K)$]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m^2]	Εντός παραδοσιακού οικισμού	U_{lm} [$W/(m^2 \cdot K)$]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m^2]	
Εξωτερική τοιχοποιία, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,550	0,77	Α	0,330	0,57	Α	0,330	0,55	Α	Πρόσθετο κόστος για τοποθέτηση ξύλινων κουφωμάτων & εγκατάσταση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών (2,50 → 3,50 m ²)
Επίπεδη οροφή, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,450			0,384			0,384			
Δάπεδο, σε επαφή με το έδαφος	1,100			0,365			0,365			
Κούφωμα με υαλοπίνακα, σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,800			2,370		31,90	1,880		35,40	10,97%

Από τα αποτελέσματα της διερεύνησης στο νέο κτίριο, συμπεραίνουμε ότι στην
περίπτωση του περιοριστικού περιβάλλοντος του παραδοσιακού οικισμού και για την

επίτευξη της απαιτούμενης ενεργειακής κατηγορίας, έχουμε ένα πρόσθετο κόστος υλοποίησης, με παράλληλη αύξηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.

6.4.2 Ενεργειακές παρεμβάσεις σε υφιστάμενο κτίριο

Τα παλαιά κτίρια από λιθοδομή, ισόγεια & διώροφα, αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία των κτιρίων εντός των παραδοσιακών οικισμών της Αμοργού, όπως και όλων των παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων.

Τα κτίρια αυτά, κατασκευασμένα τα περισσότερα πριν το 1950, με απουσία θερμομόνωσης και σύγχρονων συστημάτων κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού, χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλή ενεργειακή βαθμολογία (ενεργειακή κατηγορία 'H') και συνεπώς αδυνατούν να εξυπηρετήσουν τις σύγχρονες ανάγκες των χρηστών τους.

Στα κτίρια αυτά, δεν επιτρέπεται η αλλοίωση των όψεων (εμφανής ή ασβεστωμένη λιθοδομή), άρα αποκλείεται αυτομάτως κάθε τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης.

[Σημειώνεται ότι, για την αδειοδότηση πραγματοποίησης οποιασδήποτε εργασίας ή επέμβασης εντός των παραδοσιακών οικισμών, απαιτείται κάθε φορά η σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας Αρχαιολογικής Υπηρεσίας & του αντίστοιχου Αρχαιολογικού Συμβουλίου (Εφορεία Αρχαιοτήτων Κυκλάδων). Το βασικό σκεπτικό της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας είναι η διατήρηση της αρχικής μορφής των κτιρίων, με την πραγματοποίηση όσο το δυνατόν λιγότερων επεμβάσεων σε αυτά].

Άρα, στη περίπτωση της ριζικής ανακαίνισης του υφιστάμενου κτιρίου, δεν έχει νόημα η σύγκριση με κάποιο άλλο υφιστάμενο κτίριο εκτός του παραδοσιακού οικισμού, αλλά η διερεύνηση των επεμβάσεων που απαιτούνται για την επίτευξη της απαιτούμενης ενεργειακής κατηγορίας 'A' εντός του περιοριστικού περιβάλλοντος.

Για τον λόγο αυτό και για την καλύτερη προσομοίωση της πραγματικότητας, θεωρείται ότι από τις τέσσερις όψεις του κτιρίου, μόνο οι δύο είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, καθώς οι υπόλοιπες είναι σε επαφή με παρακείμενα κτίρια.

Για το υφιστάμενο κτίριο (διώροφο), δίνονται παρακάτω οι ενεργειακές παρεμβάσεις που θα εξεταστούν:

α) Χωρίς τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία (επεμβάσεις χαμηλής όχλησης)

- Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή, συνήθως μέσου πάχους 0,50 m
- Δάπεδα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07$ m / $\lambda=0,030$ / 40 €/m²), επάνω από την υφιστάμενη πλάκα του δαπέδου του ισογείου
- Δώματα / βεράντες → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07$ m / $\lambda=0,030$ / 60 €/m²), επάνω από τις υφιστάμενες πλάκες του ορόφου / ισογείου (βεράντες) ή κάτω από την πλάκα του ισογείου (περίπτωση ημιΎπαιθριου στο ισόγειο, κάτω από τμήμα του ορόφου)
- Κουφώματα → Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Π075mm 1x2x0 AN02 Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση (1300 €/m²)
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 9,00 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 8,50 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες δαπέδου (fancoils) (7500 €)
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφωνας, με ηλιακά πάνελ επιφάνειας 2,50 m² εφραπτόμενα με το δώμα και δοχείο αποθήκευσης 200 lit (2500 €)

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 11: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης)

Αποτελέσματα κατάταξης						
Κατηγορία χρήσης		Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]				
Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια			Κατάταξη
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3	
Θέρμανση	10.50	24.30	---	---	---	Γ
Ψύξη	8.60	5.00	---	---	---	
ΖΝΧ	14.30	9.00	---	---	---	
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---	
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---	
Σύνολο	33.40	38.30	---	---	---	1.15
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	1.15	---	---	---	
Κατάταξη	---	Γ	---	---	---	

↑ Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+ Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.

A 0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.

B+ 0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.

B 0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.

Γ 1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.

Δ 1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.

Ε 1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.

Ζ 2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.

Η 2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

↓ Ενεργειακά μη αποδοτικό

β) Χωρίς τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία (επεμβάσεις σημαντικής όχλησης)

- Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή, συνήθως μέσου πάχους 0,50 m
- Δάπεδα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07$ m / $\lambda=0,030$ / 40 €/m²), επάνω από την υφιστάμενη πλάκα του δαπέδου του ισογείου
- Δώματα / βεράντες → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη ($\pi=0,07$ m / $\lambda=0,030$ / 60 €/m²), επάνω από τις υφιστάμενες πλάκες του ορόφου / ισογείου (βεράντες) ή κάτω από την πλάκα του ισογείου (περίπτωση ημιϋπαιθρίου στο ισόγειο, κάτω από τμήμα του ορόφου)
- Κουφώματα → Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Π075mm 1x2x0 AN02 Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση (1300 €/m²)
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 9,00 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 8,50 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες δαπέδου (fancoils) (7500 €)
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφωνας, με ηλιακά πάνελ επιφάνειας 6,50 m² επαπτόμενα με το δώμα και δοχείο αποθήκευσης 200 lit (4500 €)

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η όχληση είναι οπτική, εξαιτίας της σημαντικής επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, οι οποίοι λόγω της "αμφιθεατρικής" χωροθέτησης των οικισμών, είναι ορατοί από τα άνω τμήματα του οικισμού. Επίσης,

υπάρχει πρόσθετο κόστος 2.000€ περίπου, από την αύξηση της επιφάνειας των συλλεκτών.

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 12: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις σημαντικής όχλησης)

Αποτελέσματα κατάταξης

Κατηγορία χρήσης

Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m²]

Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια		
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	10.50	24.30	---	---	---
Ψύξη	8.60	5.00	---	---	---
ΖΝΧ	14.30	1.30	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	33.40	30.60	---	---	---
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.92	---	---	---
Κατάταξη	---	B	---	---	---

† Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+ E.A. < 0.33 K.A.

A 0.33 K.A. < E.A. < 0.50 K.A.

B+ 0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.

B 0.75 K.A. < E.A. < 1.00 K.A.

Γ 1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.

Δ 1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.

E 1.82 K.A. < E.A. < 2.27 K.A.

Z 2.27 K.A. < E.A. < 2.73 K.A.

H 2.73 K.A. < E.A.

‡ Ενεργειακά μη αποδοτικό

Κατάταξη

B

0.92

γ) Με τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία (επεμβάσεις σημαντικής όχλησης)

- Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή, συνήθως μέσου πάχους 0,50 m → **Θερμομόνωση από διογκωμένη πολυστερίνη εσωτερικά, με προσθήκη δρομικών οπτοπλινθοδομών (π.=0,07 m / λ=0,030 / 100 €/m²)**
- Δάπεδα → **Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (π.=0,07 m / λ=0,030 / 40 €/m²), επάνω από την υφιστάμενη πλάκα του δαπέδου του ισογείου**
- Δώματα / βεράντες → **Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (π.=0,07 m / λ=0,030 / 60 €/m²), επάνω από τις υφιστάμενες πλάκες του ορόφου / ισογείου (βεράντες) ή κάτω από την πλάκα του ισογείου (περίπτωση ημιΎπαιθριου στο ισόγειο, κάτω από τμήμα του ορόφου)**
- Κουφώματα → **Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Π075mm 1x2x0 AN02 Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση (1300 €/m²)**
- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → **Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 9,00 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 8,50 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες δαπέδου (fancoils) (7500 €)**

- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφοντας, με ηλιακά πάνελ επιφάνειας 2,50 m² επαπτόμενα με το δώμα και δοχείο αποθήκευσης 200 lit (3000 €)

Το πρόσθετο κόστος από της κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι περίπου 23.000 € (100 €/m² x 230 m² επιφάνειας της εξωτερικής τοιχοποιίας).

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 13: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή με θερμομόνωση – επεμβάσεις σημαντικής όχλησης)

Αποτελέσματα κατάταξης					
Κατηγορία χρήσης		Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m ²]			
Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια		
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	9.50	3.20	---	---	---
Ψύξη	8.70	5.50	---	---	---
ZNX	14.30	9.00	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	32.60	17.80	---	---	---
E.A. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	0.55	---	---	---
Κατάταξη	---	B+	---	---	---

† Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A+ 0.33 Κ.Α. < E.A. < 0.33 Κ.Α.

A 0.33 Κ.Α. < E.A. < 0.50 Κ.Α.

B+ 0.50 Κ.Α. < E.A. < 0.75 Κ.Α.

B 0.75 Κ.Α. < E.A. < 1.00 Κ.Α.

Γ 1.00 Κ.Α. < E.A. < 1.41 Κ.Α.

Δ 1.41 Κ.Α. < E.A. < 1.82 Κ.Α.

Ε 1.82 Κ.Α. < E.A. < 2.27 Κ.Α.

Ζ 2.27 Κ.Α. < E.A. < 2.73 Κ.Α.

Η 2.73 Κ.Α. < E.A.

† Ενεργειακά μη αποδοτικό

Κατάταξη
B+0.55

δ) Με τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία (επεμβάσεις σημαντικής όχλησης)

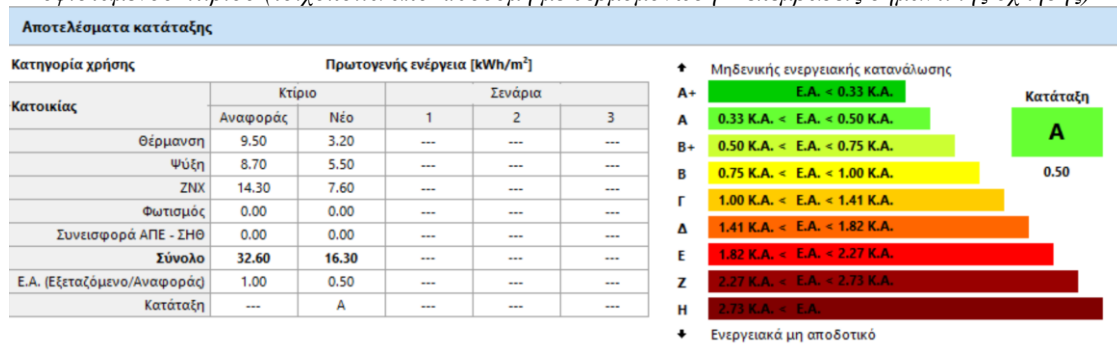
- Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή, συνήθως μέσου πάχους 0,50 m → Θερμομόνωση από διογκωμένη πολυστερίνη εσωτερικά, με προσθήκη δρομικών οπτοπλινθοδομών (π.=0,07 m / λ=0,030 / 100 €/m²)
- Δάπεδα → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (π.=0,07 m / λ=0,030 / 40 €/m²), επάνω από την υφιστάμενη πλάκα του δαπέδου του ισόγειου
- Δώματα / βεράντες → Θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη (π.=0,07 m / λ=0,030 / 60 €/m²), επάνω από τις υφιστάμενες πλάκες του ορόφου / ισόγειου (βεράντες) ή κάτω από την πλάκα του ισόγειου (περίπτωση ημιΎπαιθριου στο ισόγειο, κάτω από τμήμα του ορόφου)
- Κουφώματα → Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Π075mm 1x2x0 AN02 Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση (1300 €/m²)

- Σύστημα θέρμανσης – ψύξης → **Κεντρικό σύστημα Αντλίας Θερμότητας, ισχύος θέρμανσης 9,00 KW (COP 4,50), ισχύος ψύξης 8,50 (EER 5,50) και τερματικές μονάδες δαπέδου (fancoils) (7500 €)**
- Σύστημα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης → **Επιλεκτικός ηλιακός θερμοσίφωνα, με ηλιακά πάνελ επιφάνειας 2,90 m² επαπτόμενα με το δώμα και δοχείο αποθήκευσης 200 lit (2700 €)**

Και σε αυτή την περίπτωση υπάρχει το πρόσθετο κόστος από της κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης (23.000 €).

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 14: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή με θερμομόνωση – επεμβάσεις σημαντικής όχλησης)



Στην παραπάνω περίπτωση, ο όχληση είναι στην οι παρεμβάσεις που διαφοροποιήθηκαν είναι η τοποθέτηση θερμομόνωσης εσωτερικά και η αύξηση της επιφάνειας των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα.

Για την πληρότητα της διερεύνησης, παρακάτω δίνονται και δύο πρόσθετες εναλλακτικές λύσεις:

- αν επιχειρούσαμε να μην τοποθετήσουμε θερμομόνωση εσωτερικά, με ταυτόχρονη αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης (από 0,07 m σε 0,10 m) σε δάπεδο και οροφές & ηλιακά πάνελ επιφάνειας 2,50 m² επαπτόμενα με το δώμα, τα αποτελέσματα θα ήταν τα παρακάτω:

Πίνακας 15: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης: αύξηση πάχους θερμομόνωσης σε οροφές & δάπεδα)

Αποτελέσματα κατάταξης

Κατηγορία χρήσης

Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m²]

Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια		
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	10.50	23.50	---	---	---
Ψύξη	8.60	4.80	---	---	---
ΖΝΧ	14.30	9.00	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	33.40	37.40	---	---	---
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	1.12	---	---	---
Κατάταξη	---	Γ	---	---	---

↑

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

Α+

Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.

Α

0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.

Β+

0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.

Β

0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.

Γ

1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.

Δ

1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.

Ε

1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.

Ζ

2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.

Η

2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

↓

Ενεργειακά μη αποδοτικό

Κατάταξη

Γ

1.12

- αν επιχειρούσαμε να μην τοποθετήσουμε θερμομόνωση εσωτερικά, με ταυτόχρονη βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων & ηλιακά πάνελ επιφάνειας 2,50 m² εφαπτόμενα με το δώμα, τα αποτελέσματα θα ήταν τα παρακάτω:

Πίνακας 16: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης: βελτίωση κουφωμάτων)

Αποτελέσματα κατάταξης

Κατηγορία χρήσης

Πρωτογενής ενέργεια [kWh/m²]

Κατοικίας	Κτίριο		Σενάρια		
	Αναφοράς	Νέο	1	2	3
Θέρμανση	10.50	25.50	---	---	---
Ψύξη	8.60	4.70	---	---	---
ΖΝΧ	14.30	9.00	---	---	---
Φωτισμός	0.00	0.00	---	---	---
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.00	0.00	---	---	---
Σύνολο	33.40	39.20	---	---	---
Ε.Α. (Εξεταζόμενο/Αναφοράς)	1.00	1.17	---	---	---
Κατάταξη	---	Γ	---	---	---

↑

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

Α+

Ε.Α. < 0.33 Κ.Α.

Α

0.33 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.50 Κ.Α.

Β+

0.50 Κ.Α. < Ε.Α. < 0.75 Κ.Α.

Β

0.75 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.00 Κ.Α.

Γ

1.00 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.41 Κ.Α.

Δ

1.41 Κ.Α. < Ε.Α. < 1.82 Κ.Α.

Ε

1.82 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.27 Κ.Α.

Ζ

2.27 Κ.Α. < Ε.Α. < 2.73 Κ.Α.

Η

2.73 Κ.Α. < Ε.Α.

↓

Ενεργειακά μη αποδοτικό

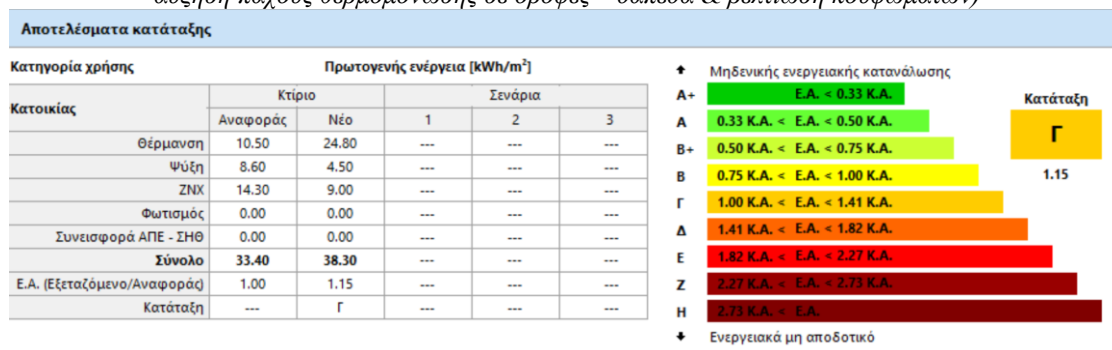
Κατάταξη

Γ

1.17

- αν επιχειρούσαμε να μην τοποθετήσουμε θερμομόνωση εσωτερικά, με ταυτόχρονη αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης (από 0,07 m σε 0,10 m) σε δάπεδο, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων & ηλιακά πάνελ επιφάνειας 2,50 m² εφαπτόμενα με το δώμα, τα αποτελέσματα θα ήταν τα παρακάτω:

Πίνακας 17: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας & ενεργειακή κατάταξη για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση – επεμβάσεις χαμηλής όχλησης: αύξηση πάχους θερμομόνωσης σε οροφές – δάπεδα & βελτίωση κουφωμάτων)



(Η επιδείνωση της ενεργειακής απόδοσης με την ταυτόχρονη αύξηση θερμομόνωσης σε δάπεδα / οροφές & βελτίωση των κουφωμάτων, σε σχέση με μόνο την αύξηση της θερμομόνωσης σε δάπεδα / οροφές, οφείλεται σε αύξηση του μήκους των θερμογεφυρών, λόγω της αύξησης του πάχους πλαισίου των κουφωμάτων, με την προσθήκη τριών υαλοπινάκων αντί των δύο).

Επομένως, η τοποθέτηση της θερμομόνωσης εσωτερικά, με ταυτόχρονη μικρή αύξηση της επιφάνειας των συλλεκτών, αποτελεί μονόδρομο για την επίτευξη της απαιτούμενης ενεργειακής κατηγορίας Α. Η λύση αυτή όμως απαιτεί πρόσθετο κόστος, έναντι της απλής θερμοπρόσοψης και κατάληψη εσωτερικού χώρου.

Για τις παραπάνω ενεργειακές παρεμβάσεις, τα αντίστοιχα αποτελέσματα δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 18: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση)

Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² *K)] ανά δομικό στοιχείο	Μέγιστος U για υφιστάμενα κτίρια, για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ2)	Μέγιστος U _m για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ4)	Ελάχιστη επιτρεπόμενη ενεργειακή κατηγορία	Εντός παραδοσιακού οικισμού						
				Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς Επεμβάσεις χαμηλής όχλησης	U _m [W/(m ² *K)]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m ²]	Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση - Επεμβάσεις σημαντικής όχλησης	U _m [W/(m ² *K)]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m ²]	Παρατηρήσεις - Αύξηση / μείωση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (%)
Εξωτερική τοιχοποιία, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,600	0,90	Α	2,316	1,48	Γ	2,316	1,48	Β	Πρόσθετο κόστος για εγκατάσταση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών (2,50 → 6,50 m ²)
Εξωτερική τοιχοποιία, σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,500			1,917			1,917			
Επίπεδη οροφή, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,500			0,384			0,384			
Δάπεδο, σε επαφή με το έδαφος	1,200			0,367		38,30	0,367	1,48	30,60	-20,10%
Δάπεδο, σε επαφή με αέρα (πιλοτή)	0,500			0,374			0,374			
Κούφωμα με υαλοπίνακα, σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,200			2,330			2,330			

Πίνακας 19: Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων & ενεργειακή κατάταξη κτιρίου για την περίπτωση υφιστάμενου κτιρίου (τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση)

Συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² *K)] ανά δομικό στοιχείο	Μέγιστος U για υφιστάμενα κτίρια, για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ2)	Μέγιστος U _m για ζώνη Α, βάσει ΚΕΝΑΚ 2017 (άρθ. 8, πίν. Γ4)	Ελάχιστη επιτρεπόμενη ενεργειακή κατηγορία	Εντός παραδοσιακού οικισμού						
				Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση - Επεμβάσεις σημαντικής όχλησης	U _m [W/(m ² *K)]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m ²]	Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση - Επεμβάσεις σημαντικής όχλησης	U _m [W/(m ² *K)]	Ενεργειακή κατηγορία / Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [KWh/m ²]	Παρατηρήσεις - Αύξηση / μείωση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (%)
Εξωτερική τοιχοποιία, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,600	0,90	Α	0,325	0,41	B+	0,325	0,41	Α	Πρόσθετο κόστος για εγκατάσταση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών (2,50 → 2,90 m ²) & κατάρνηση εσωτερικού χώρου από την θερμομόνωση
Εξωτερική τοιχοποιία, σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,500			0,316			0,316			
Επίπεδη οροφή, σε επαφή με εξωτερικό αέρα	0,500			0,384			0,384			
Δάπεδο, σε επαφή με το έδαφος	1,200			0,367		17,80	0,367	0,41	16,30	-8,43%
Δάπεδο, σε επαφή με αέρα (πιλοτή)	0,500			0,374			0,374			
Κούφωμα με υαλοπίνακα, σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,200			2,330			2,330			

Από την παραπάνω διερεύνηση, σε νέο & υφιστάμενο κτίριο, προκύπτουν συμπερασματικά τα εξής:

- η τοποθέτηση θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία, αποτελεί την πιο αποδοτική ενεργειακά λύση σε κάθε περίπτωση,
- για την περίπτωση των οικισμών με περιορισμούς, ανακύπτει πρόσθετο κόστος τοποθέτησης της εσωτερικής θερμομόνωσης, το οποίο σε συνδυασμό με το επιπλέον κόστος μεταφοράς των απαιτούμενων υλικών από περιοχές εκτός των νησιών, καταλήγει να είναι αποτρεπτικός παράγοντας για κάθε απόπειρα ριζικής ανακαίνισης & ενεργειακής αναβάθμισης των παλαιών υφιστάμενων κτιρίων των παραδοσιακών οικισμών,
- για την περίπτωση των οικισμών με περιορισμούς, για την τοποθέτηση της εσωτερικής θερμομόνωσης, απαιτείται επιπλέον κατάληψη τμήματος του, ούτως ή άλλως, περιορισμένου εσωτερικού χώρου.
- δεν είναι αισθητικά αποδεκτή η αλόγιστη αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (έστω και εφαπτόμενων με το δώμα) για την παραγωγή ζεστού, ως αντιστάθμιση μη πραγματοποίησης άλλων ενεργειακών παρεμβάσεων, δεδομένου ότι αλλοιώνεται η εικόνα του οικισμού από ψηλά (κανένας κάτοικος ή επισκέπτης των περιοχών αυτών, δεν επιθυμεί να αντικρύζει ηλιακούς συλλέκτες, αντί των ανοιχτόχρωμων παραδοσιακών δωματών)

Γίνεται επομένως σαφές, ότι η προσπάθεια για την διατήρηση της αρχιτεκτονικής φυσιογνωμίας των παραδοσιακών οικισμών των Κυκλάδων, είναι μεν προς την σωστή κατεύθυνση, αλλά έχει και τον αντίστοιχο οικονομικό αντίκτυπο, δεδομένου ότι οι ιδιοκτήτες κτιρίων εντός περιοχών με περιοριστικούς όρους, για να επιτύχουν το ίδιο ενεργειακό αποτέλεσμα, θα πρέπει να δαπανήσουν πρόσθετα χρήματα και να θυσιάσουν πολύτιμο εσωτερικό χώρο.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Προτάσεις

7.1 Σύνοψη της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία, επιχείρησε την όσο το δυνατόν πληρέστερη αξιολόγηση του κανονιστικού πλαισίου, των πολιτικών και των τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, εστιάζοντας στην εφαρμογή τους σε κτιριακά έργα νησιωτικών περιοχών με αρχιτεκτονικούς περιορισμούς.

Μέσω της ανάλυσης του ευρωπαϊκού και εθνικού θεσμικού πλαισίου, από την Οδηγία 2002/91/EK έως την αναθεωρημένη Οδηγία 2024/1275/E.E. και τον ΚΕνΑΚ 2017, της θεωρητικής τεκμηρίωσης των ενεργειακών παρεμβάσεων και της συγκριτικής εφαρμογής τους σε κτιριακό έργο στη Χώρα Αμοργού, αναδείχθηκαν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων σε περιοχές όπου οι στόχοι της ενεργειακής αποδοτικότητας συγκρούονται με τις απαιτήσεις προστασίας της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.

Η διερεύνηση διαρθρώθηκε σε δύο άξονες.

Ο πρώτος αφορούσε την κριτική ανάλυση του ευρωπαϊκού και ελληνικού κανονιστικού πλαισίου, από τον Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979 έως τον ΚΕνΑΚ 2017 και την Οδηγία 2024/1275/E.E., καθώς και των Προεδρικών Διαταγμάτων που διέπουν τους παραδοσιακούς οικισμούς των Κυκλάδων.

Ο δεύτερος άξονας αφορούσε τη συγκριτική ενεργειακή αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων παρεμβάσεων σε νέο και υφιστάμενο κτίριο στη Χώρα Αμοργού, με χρήση των λογισμικών TE.E.-ΚΕνΑΚ και AutoKEANAK, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που επιβάλλουν τα Προεδρικά Διατάγματα προστασίας των παραδοσιακών οικισμών.

7.2 Κύρια συμπεράσματα

7.2.1 Θεμελιώδης σύγκρουση δύο κανονιστικών πλαισίων

Από την ανάλυση του κανονιστικού πλαισίου προέκυψε μια θεμελιώδης σύγκρουση μεταξύ δύο εξίσου θεμιτών πολιτικών στόχων:

- αφενός, της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος, όπως αυτή επιβάλλεται από τις ευρωπαϊκές οδηγίες (Οδηγία 2024/1275/E.E.) και τον ΚΕνΑΚ 2017, και
- αφετέρου, της διαφύλαξης της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς των παραδοσιακών οικισμών, όπως αυτή προστατεύεται από τα Προεδρικά Διατάγματα του 1989 και του 2003.

Η σύγκρουση αυτή δεν είναι απλώς θεωρητική, όπως κατέδειξε η μελέτη αντιπροσωπευτικών κτιρίων στη Χώρα Αμοργού, αλλά μεταφράζεται σε συγκεκριμένο ενεργειακό κόστος και οικονομική επιβάρυνση για τους ιδιοκτήτες και τους χρήστες των κτιρίων.

7.2.2 Ποσοτικοποίηση των ενεργειακών απωλειών λόγω αρχιτεκτονικών περιορισμών

Η συγκριτική ενεργειακή ανάλυση ανέδειξε ότι οι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί των παραδοσιακών οικισμών επιφέρουν μετρήσιμες επιπτώσεις στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Στην περίπτωση του νέου κτιρίου με συμβατική τοιχοποιία, η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξήθηκε κατά 3,40 KWh/m² (από 29,70 σε 33,10 KWh/m², αύξηση 11,45%) όταν εφαρμόστηκαν οι περιορισμοί του παραδοσιακού οικισμού. Αντίστοιχα, για το νέο κτίριο με τοιχοποιία από λιθοδομή, η αύξηση ήταν 3,50 KWh/m² (από 31,90 σε 35,40 KWh/m², αύξηση 10,97%). Οι αυξήσεις αυτές, αν και φαινομενικά μετριοπαθείς σε απόλυτους αριθμούς, αντιπροσωπεύουν σημαντική σωρευτική επίπτωση όταν αναχθούν στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος των παραδοσιακών οικισμών.

Ιδιαίτερα κρίσιμη είναι η περίπτωση του υφιστάμενου κτιρίου από λιθοδομή. Όταν εφαρμόστηκαν μόνο επεμβάσεις χαμηλής όχλησης (χωρίς θερμομόνωση στην εξωτερική τοιχοποιία), το κτίριο κατατάχθηκε στην ενεργειακή κατηγορία Γ, πολύ κατώτερη από την απαιτούμενη κατηγορία Α, με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 38,30 KWh/m² και μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m=1,48 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, υπερβαίνοντας κατά πολύ το όριο των 0,90 W/(m²·K) του ΚΕνΑΚ 2017. Ακόμη και με την σημαντική αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (από 2,50 σε 6,50 m²), το κτίριο αναβαθμίστηκε μόνο στην κατηγορία Β, χωρίς να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη κατηγορία Α. Η επίτευξη της κατηγορίας Α κατέστη εφικτή μόνο με την τοποθέτηση εσωτερικής θερμομόνωσης, η οποία όμως συνεπάγεται κατάληψη του ήδη περιορισμένου εσωτερικού χώρου και σημαντικό πρόσθετο κόστος.

7.2.3 Ο κρίσιμος ρόλος της θερμομόνωσης και των ηλιακών συστημάτων

Από τη διερεύνηση των εναλλακτικών σεναρίων, αναδείχθηκε ότι η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας αποτελεί την πιο αποδοτική ενεργειακά παρέμβαση σε κάθε περίπτωση κτιρίου. Η αποτελεσματικότητα των εναλλακτικών λύσεων, όπως η αύξηση του πάχους θερμομόνωσης σε δάπεδα και οροφές (από 0,07 m σε 0,10 m) ή η βελτίωση της ποιότητας κουφωμάτων με τριπλούς υαλοπίνακες, αποδείχθηκε υποδεέστερη, τόσο ενεργειακά όσο και οικονομικά. Αξιοσημείωτο είναι ότι η χρήση τριπλών υαλοπινάκων σε κάποιες περιπτώσεις οδήγησε σε επιδείνωση της ενεργειακής απόδοσης, λόγω της αύξησης του μήκους των θερμογεφυρών που προκαλεί το μεγαλύτερο πάχος πλαισίου.

Παράλληλα, οι ηλιακοί συλλέκτες αναδείχθηκαν ως κρίσιμος παράγοντας για την επίτευξη της απαιτούμενης ενεργειακής κατηγορίας. Η υποχρέωση τοποθέτησής τους εφαπτόμενα με το δώμα (χωρίς κλίση), ώστε να είναι μη εμφανείς σύμφωνα με τα Π.Δ., μειώνει την απόδοσή τους και απαιτεί μεγαλύτερες επιφάνειες συλλεκτών για την ίδια ενεργειακή επίδοση. Συγκεκριμένα, στα νέα κτίρια απαιτήθηκε αύξηση της επιφάνειας από 2,50 σε 3,50 m², ενώ στο υφιστάμενο κτίριο η αντίστοιχη αύξηση έφθασε τα 2,90 m² (με εσωτερική θερμομόνωση) ή τα 6,50 m² (χωρίς εσωτερική θερμομόνωση), δημιουργώντας παράλληλα πρόβλημα οπτικής όχλησης στο αμφιθεατρικό τοπίο του οικισμού.

Επομένως, τόσο στα νέα όσο και στα υφιστάμενα κτίρια εντός παραδοσιακού οικισμού, η επίτευξη ενεργειακής κατηγορίας 'Α', στόχου του ΚΕνΑΚ για νέα κτίρια, αποδεικνύεται εξαιρετικά δύσκολη, εάν όχι αδύνατη, με τις διαθέσιμες τεχνολογίες εντός του ισχύοντος κανονιστικού πλαισίου. **Η κατηγορία 'Γ' αποτελεί ρεαλιστικό ανώτατο όριο.**

Ο κυριότερος παράγοντας απόκλισης είναι η τοιχοποιία. Η αδυναμία εφαρμογής εξωτερικής θερμομόνωσης, σε συνδυασμό με τον υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας της λιθοδομής χωρίς θερμομόνωση [$U=1,90 - 2,30 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$], δημιουργεί ένα μόνιμο ενεργειακό «έλλειμμα», το οποίο δεν μπορεί να αντισταθμιστεί πλήρως από τις λοιπές παρεμβάσεις. Η εσωτερική μόνωση, αν και βελτιώνει σημαντικά την κατάσταση, δεν φθάνει στην απόδοση της εξωτερικής, λόγω θερμογεφυρών και μη αξιοποίησης θερμικής μάζας.

Δεύτερος σημαντικός παράγοντας είναι τα κουφώματα: η υποχρέωση ξύλινων κουφωμάτων, αν και δεν αποτελεί εξ αρχής ενεργειακό μειονέκτημα, συνδυαζόμενη με τον περιορισμό ανοιγμάτων στο 20%, μειώνει τα ηλιακά κέρδη.

Τρίτος παράγοντας είναι ο περιορισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: η δυσκολία εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, ηλιακών θερμοσιφώνων και ανεμογεννητριών σε ορατές θέσεις περιορίζει την κάλυψη ενεργειακών αναγκών μέσω ανανεώσιμων πηγών.

7.2.4 Οικονομικό κόστος των περιορισμών

Οι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί συνεπάγονται μετρήσιμο πρόσθετο κόστος.

Στην περίπτωση του νέου κτιρίου, το πρόσθετο κόστος ανέρχεται σε 6.020 €, προερχόμενο κυρίως από την υποχρεωτική χρήση ξύλινων κουφωμάτων αντί μεταλλικών και από την αύξηση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών.

Στην περίπτωση του υφιστάμενου κτιρίου, το πρόσθετο κόστος ανέρχεται σε 23.000 €, προερχόμενο από την κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης.

Το επιπλέον κόστος (15–30%) από τις αντικειμενικές δυσκολίες του νησιωτικού περιβάλλοντος, (κόστη μεταφοράς υλικών, περιορισμένη διαθεσιμότητα εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού), επιβαρύνει περαιτέρω τα οικονομικά δεδομένα.

Αυτό σημαίνει ότι το συνολικό κατασκευαστικό κόστος αυξάνεται σημαντικά και η σχέση κόστους–οφέλους είναι σαφώς δυσμενέστερη, γεγονός που λειτουργεί αποτρεπτικά για τους ιδιοκτήτες κτιρίων εντός παραδοσιακών οικισμών.

7.3 Προτάσεις

Οι νομοθετικές εξαιρέσεις που προβλέπονται τόσο σε ευρωπαϊκό (Οδηγία 2024/1275/E.E., άρθ. 5, παρ. 2) όσο και σε εθνικό επίπεδο (ΚΕνΑΚ 2017, άρθ. 11, παρ. 1.3.2) για κτίρια αναγνωρισμένης αρχιτεκτονικής αξίας, δεν αποτελούν ουσιαστική λύση, αλλά αποτύπωση του προβλήματος.

Τα κτίρια εντός παραδοσιακών οικισμών παραμένουν ενεργοβόρα, με σημαντικό ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα, με άμεση οικονομική επιβάρυνση στους χρήστες, και χωρίς κίνητρο ή δυνατότητα ενεργειακής αναβάθμισης.

Με βάση τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, διατυπώνονται οι ακόλουθες προτάσεις:

- Κρίνεται αναγκαία η αναθεώρηση των Προεδρικών Διαταγμάτων προστασίας των παραδοσιακών οικισμών, ώστε να ενσωματώσουν ρητές διατάξεις για την ενεργειακή αναβάθμιση. Η αναθεώρηση αυτή θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη θέσπιση ειδικών κανόνων για την τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων σε προκαθορισμένες θέσεις και με συγκεκριμένες προδιαγραφές αισθητικής ένταξης, καθώς και την αποδοχή σύγχρονων υλικών κουφωμάτων που μιμούνται την παραδοσιακή αισθητική αλλά προσφέρουν υψηλότερη ενεργειακή απόδοση.
- Προτείνεται η δημιουργία ειδικού κανονιστικού πλαισίου για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων σε νησιωτικές περιοχές, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες των περιοχών αυτών: το αυξημένο κόστος μεταφοράς υλικών, την έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού, τους κλιματικούς περιορισμούς (π.χ. έντονα μελέμια, υψηλή ηλιοφάνεια) και την ανάγκη εξατομικευμένων λύσεων. Στο πλαίσιο

αυτό, θα μπορούσαν να καθοριστούν διαβαθμισμένες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, προσαρμοσμένες στον βαθμό προστασίας κάθε οικισμού. Η ενεργειακή κατηγορία 'Β' θα μπορούσε να αποτελεί τον ιδεατό στόχο και η 'Γ' πιο ρεαλιστικό.

- Είναι απαραίτητη η θέσπιση στοχευμένων οικονομικών κινήτρων για τους ιδιοκτήτες κτιρίων σε παραδοσιακούς οικισμούς νησιωτικών περιοχών. Οι αυξημένες δαπάνες που συνεπάγεται η συμμόρφωση με τους αρχιτεκτονικούς περιορισμούς, σε συνδυασμό με το πρόσθετο κόστος της νησιωτικότητας, καθιστούν αναγκαία την παροχή ενισχυμένων επιδοτήσεων, φορολογικών ελαφρύνσεων και προγραμμάτων χρηματοδότησης, ανάλογων του προγράμματος «Εξοικονομώ» αλλά ειδικά προσαρμοσμένων στις ιδιαιτερότητες των παραδοσιακών οικισμών.

7.4 Κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα εργασία ανοίγει πεδίο για περαιτέρω διερεύνηση. Μια σημαντική κατεύθυνση αφορά τη διερεύνηση καινοτόμων θερμομονωτικών υλικών, τα οποία θα μπορούσαν να επιτύχουν υψηλή θερμική αντίσταση με ελάχιστο πάχος, μειώνοντας την απώλεια εσωτερικού χώρου κατά την εσωτερική θερμομόνωση κτιρίων από λιθοδομή.

Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει η διεξοδική αξιολόγηση των δυνατοτήτων ενσωμάτωσης φωτοβολταϊκών συστημάτων σε παραδοσιακούς οικισμούς, με έμφαση στα διαφανή φωτοβολταϊκά πάνελ, τα οποία θα μπορούσαν να συμβάλουν στην ενεργειακή αυτονομία χωρίς οπτική όχληση.

Τέλος, θα ήταν χρήσιμη η διεξαγωγή εκτενέστερων συγκριτικών μελετών σε περισσότερους παραδοσιακούς οικισμούς των Κυκλάδων και άλλων νησιωτικών συμπλεγμάτων, με σκοπό τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης βάσης δεδομένων για την ενεργειακή συμπεριφορά των παραδοσιακών κτιρίων. Μια τέτοια βάση δεδομένων θα μπορούσε να υποστηρίξει τη χάραξη τεκμηριωμένων πολιτικών για την ενεργειακή μετάβαση των νησιωτικών περιοχών, σε αρμονία με τους στόχους της πρωτοβουλίας Clean Energy for EU Islands και της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας.

7.5 Επίλογος

Η παρούσα εργασία, φυσικά και δεν μπορεί να εξαντλήσει πλήρως τα θέματα που αφορούν το κανονιστικό πλαίσιο των ενεργειακών παρεμβάσεων και της δυνατότητας εφαρμογής των παρεμβάσεων αυτών σε περιοχές με περιοριστικούς όρους.

Οι σχετικές ευρωπαϊκές και εθνικές οδηγίες θέτουν φιλόδοξους στόχους και είναι προς την σωστή κατεύθυνση. Απαιτείται όμως να ληφθούν υπόψη και οι ιδιαιτερότητες του πεδίου επί του οποίου θα εφαρμοστούν οι ενεργειακές πολιτικές. Ένα τέτοιο ευαίσθητο πεδίο εφαρμογής, είναι και οι προστατευόμενοι οικισμοί, εντός των οποίων διαμένει σημαντικό ποσοστό του συνολικού πληθυσμού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα προστατευόμενης περιοχής, αποτελεί η περιοχή των νησιών των Κυκλάδων, στην οποία υφίστανται 168 οικισμοί χαρακτηρισμένοι ως παραδοσιακοί, εντός των οποίων διαμένει άνω του μισού και πλέον πληθυσμού των Κυκλάδων.

Η εργασία κατέδειξε ότι η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων στους παραδοσιακούς οικισμούς των Κυκλάδων είναι εφικτή, αλλά απαιτείται παράλληλα η αναθεώρηση του υφιστάμενου κανονιστικού πλαισίου, ώστε αυτό να ενσωματώνει ρεαλιστικούς ενεργειακούς στόχους, σε συνδυασμό με την προστασία της τοπικής αρχιτεκτονικής. Ανάλογες συνθήκες με αυτές των Κυκλάδων, ισχύουν για όλες τις περιοχές με περιοριστικούς όρους και φυσικά αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των ενεργειακών παρεμβάσεων.

Η σταδιακή μετάβαση προς κτίρια μηδενικών εκπομπών (ZEB), όπως προβλέπει η πρόσφατη Οδηγία 2024/1275/Ε.Ε., δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την ενεργό συμμετοχή των προστατευόμενων περιοχών, που αποτελούν σημαντικό τμήμα του ελληνικού κτιριακού αποθέματος.

Η πρόκληση είναι να βρεθεί η ισορροπία μεταξύ της διατήρησης του μοναδικού αρχιτεκτονικού πλούτου των νησιών μας και της επιτακτικής ανάγκης για ενεργειακή μετάβαση, μια ισορροπία που δεν είναι ανέφικτη, αλλά απαιτεί πολιτική βούληση, τεχνική καινοτομία και διεπιστημονική συνεργασία.

Βιβλιογραφία

- ART LTD. (2026, Φεβρουάριος 19). *AutoKEANAK*. Ανάκτηση από <http://www.art-cad.gr/AutoKenak.htm>
- Buildings Performance Institute Europe - BPIE. (2021). *Nearly Zero: A review of EU Member State implementation of new build requirements*. Ανάκτηση από https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2021/06/Nearly-zero_EU-Member-State-Review-062021_Final.pdf
- Clean energy for EU islands. (2025, Δεκέμβριος 10). *Clean energy for EU islands*. Ανάκτηση από <https://clean-energy-islands.ec.europa.eu/>
- FEANTSA. (2021). *Repurposing Vacant Spaces Into Homes*. Ανάκτηση από <https://www.feantsa.org/resources/repurposing-vacant-spaces-into-homes>
- Joint Research Centre – JRC. (2025, Δεκέμβριος 20). *Joint Research Centre*. Ανάκτηση από https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/energy-technology-and-innovation_en?utm_source=chatgpt.com
- Romano, G., Baiani, S., & Mancini, F. (2024, Σεπτέμβριος 15). Integrating Technological Environmental Design and Energy Interventions in the Residential Building Stock: The Pilot Case of the Small Island Procida. *Sustainability - Renewable Energies in the Built Environment*. Ανάκτηση από https://www.mdpi.com/2071-1050/16/18/8071#Results_and_Discussion
- (2019). *The European Green Deal (COM(2019) 640 final)*. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN>
- Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. (2026, Ιανουάριος 31). Ανάκτηση από Πετρελαϊκή κρίση του 1973: https://el.wikipedia.org/wiki/Πετρελαϊκή_κρίση_του_1973
- Βικιπαίδεια, Η Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια. (2026, Ιανουάριος 31). Ανάκτηση από Πετρελαϊκή κρίση του 1979: https://el.wikipedia.org/wiki/Πετρελαϊκή_κρίση_του_1979
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (1978). ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 19-10-1978 (ΦΕΚ 594Δ-13/11/1978): Περί χαρακτηρισμού ως Παραδοσιακών Οικισμών τινών του Κράτους και καθορισμού των όρων και περιορισμών δομήσεως των οικιπέδων αυτών. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (1979). ΠΡΟΕΔΡΙΚΟΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ ΦΕΚ Δ 362/4.7.1979: Περί έγκρισεως κανονισμού δια την θερμομόνωσιν των κτιρίων. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (1988). ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 17-06-1988: Χαρακτηρισμός οικισμών του νομού Κυκλάδων ως παραδοσιακών και καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης αυτών. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (1989). Π.Δ. της 11/5/1989 (ΦΕΚ 345Δ - 2/6/1989): Καθορισμός ειδικών όρων και περιορισμών δόμησης των οικοπέδων των οικισμών του νομού Κυκλάδων, που έχουν χαρακτηρισθεί ως παραδοσιακοί με το από 19.10.1978 (ΦΕΚ 594/Δ) Π.Δ. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.

- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (1994). ΝΟΜΟΣ 2205 (ΦΕΚ 60Α - 15/4/1994): Κύρωση της Σύμβασης - Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (2002). ΝΟΜΟΣ 3017 (ΦΕΚ 117Α - 30/5/2002): Κύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση - Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (2008). ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3661 (ΦΕΚ Α 89/19.5.2008): Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (2010). Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010: Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (2013). ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 4122 (ΦΕΚ 42Α - 19/2/2013): Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ. Ανάκτηση από <https://www.tee.gr>
- ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. (2017). ΑΠΟΦΑΣΗ Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581 (ΦΕΚ 2367Β 12/7/2017): Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. ΑΘΗΝΑ: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (1995, Δεκεμβρίου 13). Λευκή Βίβλος - Ενεργειακή πολιτική για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A51995DC0682&qid=1769949906003>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2000, Νοέμβριος 29). Πράσινη Βίβλος για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/summary/green-paper-on-the-security-of-energy-supply.html>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2014, Ιανουάριος 22). Πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια κατά την περίοδο από το 2020 έως το 2030 . Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A52014DC0015&qid=1770547721864>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2019, Δεκέμβριος 11). Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640&qid=1770312214712>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2021, Ιούλιος 14). Προσαρμογή στον στόχο του 55 %»: υλοποίηση του στόχου της ΕΕ για το κλίμα με ορίζοντα το 2030 στην πορεία προς την κλιματική ουδετερότητα. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550&qid=1770314457125>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο. (2021, Ιούνιος 30). Κανονισμός (ΕΕ) 2021/1119 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Ιουνίου 2021 για τη θέσπιση πλαισίου με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας και για την τροποποίηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 401/2009 και (ΕΕ) 2018/1999 («ευρωπαϊκό. Ανάκτηση από <https://eur->

- lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119&qid=1770546401925
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης . (2002). *Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων*. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης . Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0091>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης . (2010). *Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19ης Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)*. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης . Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης . (2024, Απρίλιος 24). *Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 24ης Απριλίου 2024, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων*. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης . Ανάκτηση από Πρόσβαση στο Δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Σύνοψη της νομοθεσίας της ΕΕ - Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/ell>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2002). *Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων*. Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024L1275>
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο. (2016, Οκτώβριος 5). *Απόφαση (ΕΕ) 2016/1841 του Συμβουλίου, της 5ης Οκτωβρίου 2016, για τη σύναψη, εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της συμφωνίας του Παρισιού που εγκρίθηκε στο πλαίσιο της σύμβασης-πλαίσιου των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή*. Ανάκτηση από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A32016D1841&qid=1770547363934>
- Ηνωμένα Έθνη. (1992). *Σύμβαση – Πλαίσιο των Η.Ε. για την Κλιματική Αλλαγή*. Ανάκτηση από <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/diethneis-diapragmatefseis/symvasi-plaisio-ton-ie-gia-tin-klimati/>
- Ηνωμένα Έθνη. (1997, Δεκεμβρίου 11). *Πρωτόκολλο του Κιότο*. Ανάκτηση από https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=LEGISSUM:kyoto_protocol
- Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2009, Φεβρουαρίου 13). *Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Βρυξελλών 11 & 12 Δεκεμβρίου 2008: Συμπεράσματα της Προεδρίας*. Ανάκτηση από https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-17271-2008-REV-1/el/pdf?utm_source=chatgpt.com
- Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας. (1993). *Οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 13ης Σεπτεμβρίου 1993 για περιορισμό των εκπομπών*

διοξειδίου του άνθρακος με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE).

Ανάκτηση από [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1993/76/oj?eliuri=eli%3Adir%3A1993%3A76%3Aoj&locale=el)

[lex.europa.eu/eli/dir/1993/76/oj?eliuri=eli%3Adir%3A1993%3A76%3Aoj&loca](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1993/76/oj?eliuri=eli%3Adir%3A1993%3A76%3Aoj&locale=el)
[le=el](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1993/76/oj?eliuri=eli%3Adir%3A1993%3A76%3Aoj&locale=el)

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ. (2014). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010: ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ*. Αθήνα: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ. (2017). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017: ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ - ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ Κ.Ε.Ν.Α.Κ. (2017)*. Αθήνα: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ. (2017). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017: ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ - ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ Κ.Ε.Ν.Α.Κ. (2017)*. Αθήνα: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ. (2017). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017: ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΕΚΘΕΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ*. ΑΘΗΝΑ: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ. (2017). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-5/2017: ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ, ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΨΥΞΗΣ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΤΗΡΙΑ*. ΑΘΗΝΑ: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. (2026, Φεβρουάριος 19). *Λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ*. Ανάκτηση από <https://web.tee.gr/kenak/logismiko-tee-kenak/>

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. (2023, Αύγουστος 25). *Αρχείο παραδοσιακών οικισμών και διατηρητέων κτιρίων*. Ανάκτηση από estia.minenv.gr: <https://estia.minenv.gr/>

Παράρτημα Α: «Παραδοσιακοί οικισμοί Κυκλάδων»

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
1	1.1	Αμοργός	121,464	1.961	Χώρα Αμοργού	446	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Χώρα_Αμοργού
2	1.2				Όρμος	400	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	https://el.wikipedia.org/wiki/Αιγιάλη_Αμοργού
3	1.3				Ποταμός		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	
4	1.4				Στρούμπος	2	ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	
5	1.5				Θολάρια	154	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	https://el.wikipedia.org/wiki/Θολάρια_Αμοργού
6	1.6				Κατάπολα	568	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	https://el.wikipedia.org/wiki/Κατάπολα_Αμοργού
7	1.7				Ξυλοκερατίδι		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	
8	1.8				Ραχίδι		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 1299Δ_4-12-2003	
9	2	Ανάφη	38,636	293	Χώρα Ανάφης	293	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Ανάφη
10	3.1	Άνδρος	379,21	8.826	Χώρα Άνδρου	1.560	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Άνδρος_(πόλη)

α/α	Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
11	3.2			Μπατσί	907	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 605Δ_20-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Μπατσί_Άνδρου
12	3.3			Αγία Μαρίνα Άνδρου (Κορθίου)	6	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αγία_Μαρίνα_Άνδρου
13	3.4			Άγιος Πέτρος Υδρούσας	9	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Άγιος_Πέτρος_Άνδρου
14	3.5			Αηδόνια	81	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αηδόνια_Άνδρου
15	3.6			Αλαμαννιά	47	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αλαμαννιά_Άνδρου
16	3.7			Αμωνακλιός	44	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αμωνακλιός_Άνδρου
17	3.8			Αποίκια	211	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αποίκια_Άνδρου
18	3.9			Βουρκωτή	53	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Βουρκωτή_Άνδρου
19	3.10			Βραχνός	40	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Βραχνός_Άνδρου
20	3.11			Έξω Βουνί	9	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Έξω_Βουνί_Άνδρου
21	3.12			Επισκοπείο	39	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Επισκοπείο_Άνδρου
22	3.13			Κατακαλαίοι	10	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κατακαλαίοι_Άνδρου
23	3.14			Κόρθι	144	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κόρθι_Άνδρου
24	3.15			Λάμυρα	93	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Λάμυρα_Άνδρου
25	3.16			Λιβάδια	139	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Λιβάδια_Άνδρου
26	3.17			Μελίδα	4	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μελίδα_Άνδρου
27	3.18			Μένητες	178	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μένητες_Άνδρου

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
28	3.19				Μέσα Βουνί	34	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μέσα_Βουνί_Ανδρου
29	3.20				Μέσα Χωριό	35	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μέσα_Χωριό_Ανδρου
30	3.21				Μεσαθούρι	76	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μεσαθούρι_Ανδρου
31	3.22				Μεσαριά	241	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μεσαριά_Ανδρου
32	3.23				Μουσιώνας	14	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μουσιώνας_Ανδρου
33	3.24				Παλαιόκαστρο	31	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Παλαιόκαστρο_Ανδρου
34	3.25				Παλαιόπολη	116	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Παλαιόπολη_Ανδρου
35	3.26				Πέρα Χωριό	20	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Πέρα_Χωριό_Ανδρου
36	3.27				Πίσω Μεριά	242	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Πίσω_Μεριά_Ανδρου
37	3.28				Ρογό	73	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ρογό_Ανδρου
38	3.29				Σταυρός	35	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Σταυρός_Ανδρου
39	3.30				Στενιές	255	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Στενιές_Ανδρου
40	3.31				Στραπουριές	100	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Στραπουριές_Ανδρου
41	3.32				Υψηλά	60	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Υψηλά_Ανδρου
42	3.33				Φάλλικα	60	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Φάλλικα_Ανδρου
43	3.34				Χώνες	11	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Χώνες_Ανδρου
	4	Αντίμηλος	8	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Αντίμηλος
44	5	Αντίπαρος	35,09	1.265	Αντίπαρος	1.265	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αντίπαρος
	6	Άνω Κουφονήσι	5,77	391	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Άνω_Κουφονήσι_Κυκλάδων
	7	Γυάρος	17,574	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Γυάρος
	8	Δεσποτικό	7,754	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Δεσποτικό_Κυκλάδων
	9	Δήλος	3,536	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Δήλος

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
	10	Δονούσα	13,652	213	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Δονούσα
45	11	Ηρακλεία	18,078	148	Άγιος Γεώργιος	111	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Άγιος_Γεώργιος_Ηρακλείας
	12	Θηρασία	9,246	249	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Θηρασία_(νησί)
46	13.1	Ίος	108,713	2.299	Χώρα Ίου	1.957	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Χώρα_Ίου
47	13.2				Όρμος Γερμανώλη		ΦΕΚ 587Δ_18-10-1981	
48	13.3				Κάμπος		ΦΕΚ 587Δ_18-10-1981	
	14	Κάτω Κουφονήσι	3,898	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάτω_Κουφονήσι_Κυκλάδων
49	15.1	Κέα (Τζιά)	131,693	2.335	Ιουλίδα ή Χώρα	462	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Ιουλίδα
50	15.2				Πλαγιά		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	
51	15.3				Κορησσία ή Λιβάδι	711	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κορησσία_Κέας
52	15.4				Βουρκάρι	121	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Βουρκάρι_Κέας
53	15.5				Μυλοπόταμος	37	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://www.mevrikes.gr/locations/kykladwn-mylopotamos-keas
	16	Κέρος	15,042	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Κέρος_Κυκλάδων
54	17	Κίμωλος	37,426	810	Χώρα Κιμώλου	810	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Κίμωλος
55	18.1	Κύθνος	99,432	1.568	Χώρα Κύθνου (Μεσαριά)	621	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 931Δ_24-10-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Κύθνος_(Χώρα)

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
56	18.2				Δρυοπίδα	399	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 931Δ_24-10-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Δρυοπίδα_Κύθνου
57	18.3				Λουτρά	89	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 931Δ_24-10-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Λουτρά_Κύθνου
	19	Μακρόνησος	18,427	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Μακρόνησος
58	20.1	Μήλος	158,403	5.302	Χώρα Μήλου ή Πλάκα ή Πλατιά	830	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Πλάκα_Μήλου
59	20.2				Κλήμα	8	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κλήμα_Μήλου
60	20.3				Τρυπητή	766	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://en.wikipedia.org/wiki/Trypiti
61	20.4				Φουρκοβούνι	0	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://www.feelgreece.com/el/fourkovouni-milos
62	21.1	Μύκονος	86,125	10.704	Χώρα Μυκόνου	4.808	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Μύκονος_(πόλη)
63	21.2				Άνω Μερά	1.967	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 592Δ_12-6-2003	https://el.wikipedia.org/wiki/Άνω_Μερά_Μυκόνου
64	22.1	Νάξος	429,785	14.708	Άνω Ποταμιά	79	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Άνω_Ποταμιά_Νάξου
65	22.2				Α.Π.Ε.ίρανθος ή Απύρανθος	590	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Α.Π.Ε.ίρανθος
66	22.3				Δαμαριώνας	357	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Δαμαριώνας_Νάξου
67	22.4				Αγιά	28	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://https://el.wikipedia.org/wiki/Αγιά_Νάξου
68	22.5				Άνω Σαγκρί	186	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Άνω_Σαγκρί_Νάξου

α/α	Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
69	22.6			Βίβλος (Τρύποδες)	782	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Τρίποδες_Νάξου
70	22.7			Γαλανάδο	515	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Γαλανάδο_Νάξου
71	22.8			Γλινάδο	743	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Γλινάδο_Νάξου
72	22.9			Κάτω Ποταμιά	123	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάτω_Ποταμιά_Νάξου
73	22.10			Κάτω Σαγκρί	23	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάτω_Σαγκρί_Νάξου
74	22.11			Κεραμωτή	56	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κεραμωτή_Νάξου
75	22.12			Κινίδαρος	367	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κινίδαρος_Νάξου
76	22.13			Κορωνίδα (ή Κωμιακή)	246	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κωμιακή_Νάξου
77	22.14			Κόρωνος	306	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κόρωνος_Νάξου
78	22.15			Κουρουνοχώρι	109	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κουρουνοχώρι_Νάξου
79	22.16			Μέση Ποταμιά	42	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μέση_Ποταμιά_Νάξου
80	22.17			Μονή	226	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μονή_Νάξου
81	22.18			Φιλότι	1.610	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Φιλότι_Νάξου

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
82	22.19				Κεραμί ή Κεραμείο	179	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κεραμί_Νάξου
83	22.20				Καλόξυλος		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Καλόξυλος_Νάξου
84	22.21				Ακάδημοι ή Ακαδήμοι		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ακάδημοι_Νάξου
85	22.22				Χαλκείο		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Χαλκί_Νάξου
86	23.1	Πάρος	196,308	14.520	Κώστος	311	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Κώστος_Πάρου
87	23.2				Λεύκες	609	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Λεύκες_Πάρου
88	23.3				Μάρμαρα	569	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Μάρμαρα_Πάρου
89	23.4				Μάρπησσα ή Τσίπιδος	740	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Μάρπησσα_Πάρου
90	23.5				Νάουσα	2.415	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Νάουσα_Πάρου
91	23.6				Χώρα Πάρου ή Παροιτιά	4.166	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 927Δ_23-10-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Παροιτιά
92	23.7				Πρόδρομος ή Δραγουλάς	435	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Πρόδρομος_Πάρου
93	23.8				Αγκαιριά	343	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αγκαιριά_Πάρου
94	23.9				Ιστέρνιο ή Ιστέρνι	61	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ιστέρνι_Πάρου

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
95	23.10				Μαράθιο	174	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μαράθι_Πάρου
	24	Πολύαιγος	18,146	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Πολύαιγος_Κιμώλου
	25	Ρήγεια	13,904	0	0	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Ρήγεια
96	26.1	Σαντορίνη (Θήρα)	76,19	15.480	Βόθωνας	834	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Βόθωνας_Θήρας
97	26.2				Εμπορείο ή Εμπορειό	1.785	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Εμπορείο_Θήρας
98	26.3				Φηρά Θήρας	1.346	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Φηρά_Θήρας
99	26.4				Μεγαλοχώρι ή Μεγαλοχώριο	642	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Μεγαλοχώρι_Θήρας
100	26.5				Οία	478	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 1075Δ_12-12-1997	https://https://el.wikipedia.org/wiki/Οία
101	26.6				Πύργος Καλλίστης	1.029	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Πύργος_Καλλίστης
102	26.7				Ακρωτήρι	432	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ακρωτήρι_Θήρας
103	26.8				Έξω Γωνιά	276	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Έξω_Γωνιά_Θήρας
104	26.9				Επισκοπή Γωνιάς	187	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Επισκοπή_Γωνιάς_Θήρας
105	26.10				Ημεροβίγλι	421	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 514Δ_24-5-1994	https://el.wikipedia.org/wiki/Ημεροβίγλι_Θήρας
106	26.11				Θηρασία ή Θηρασιά	249	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Θηρασιά_(νησί)

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
107	26.12				Θόλος	134	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Θόλος_Θήρας
108	26.13				Καρτεράδος	1.428	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Καρτεράδος_Θήρας
109	26.14				Μεσαριά	1.742	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μεσαριά_Θήρας
110	26.15				Όρμος Αμμουδιού	1	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Όρμος_Αμμουδιού_Θήρας
111	26.16				Όρμος Αρμένης	4	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Όρμος_Αρμένης_Θήρας
112	26.17				Φοινικιά	137	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Φοινικιά_Θήρας
113	27.1	Σερίφος	75,207	1.241	Χώρα Σερίφου	350	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 930Δ_24-10-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Χώρα_Σερίφου
114	27.2				Γαλανή	45	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 930Δ_24-10-2002	https://e-serifos.com/explore-serifos/villages/galani.php
115	27.3				Κένταρχος	58	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://e-serifos.com/explore-serifos/villages/kentarhos.php
116	27.4				Παναγία	69	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://e-serifos.com/explore-serifos/villages/panagia.php
117	28	Σίκινος	41,676	253	Χώρα Σικίνου	180	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Σίκινος_(Χώρα)
118	29.1	Σίφνος	73,942	2.777	Απολλωνία	918	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 668Δ_5-8-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Απολλωνία_Σίφνου

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
119	29.2				Αρτεμώνας	879	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 668Δ_5-8-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Αρτεμώνας_Σίφνου
120	29.3				Κάστρο	124	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 668Δ_5-8-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάστρο_Σίφνου
121	29.4				Βαθύ	75	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 668Δ_5-8-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Βαθύ_Σίφνου
122	29.5				Κάτω Πετάλι	121	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 668Δ_5-8-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάτω_Πετάλι_Σίφνου
123	29.6				Φάρος	145	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988 / ΦΕΚ 668Δ_5-8-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Φάρος_Σίφνου
124	30.1	Σύρος	84,069	21.124	Άνω Σύρος	621	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Άνω_Σύρος
125	30.2				Ερμούπολη	11.039	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Ερμούπολη
126	30.3				Επισκοπείο Άνω Σύρου	435	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Επισκοπείο_Σύρου
127	30.4				Παρακοπή	183	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Παρακοπή_Σύρου
128	30.5				Ποσειδωνία	794	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ποσειδωνία_Σύρου
129	30.6				Χρούσα	281	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Χρούσσα_Σύρου
	31	Σχοινούσα	8,144	229	-	0	-	https://el.wikipedia.org/wiki/Σχοινούσα
130	32.1	Τήνος	194,59	8.934	Υστερνία ή Ιστερνία	91	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Υστερνία_Τήνου
131	32.2				Καρδιανή	118	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Καρδιανή_Τήνου
132	32.3				Κτικάδος	72	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Κτικάδος_Τήνου
133	32.4				Κώμη	203	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Κώμη_Τήνου

α/α	Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
134	32.5			Μουντάδος	33	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Μουντάδος
135	32.6			Ξινάρα	18	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Ξινάρα_Τήνου
136	32.7			Πύργος (Πάνορμος)	566	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978 / ΦΕΚ 359Δ_2-5-2002	https://el.wikipedia.org/wiki/Πύργος_Τήνου
137	32.8			Περάστρα	19	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Περάστρα_Τήνου
138	32.9			Πλατιά (Πλατειά)	24	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατιά_Τήνου
139	32.10			Τριαντάρος	68	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Τριαντάρος_Τήνου
140	32.11			Τριπόταμος	94	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Τριπόταμος_Τήνου
141	32.12			Χατζιράδος	17	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Χατζιράδος_Τήνου
142	32.13			Αγάπη	76	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αγάπη_Τήνου
143	32.14			Αρνάδος	35	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Αρνάδος_Τήνου
144	32.15			Βεναρδάτος	5	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Βεναρδάτος_Τήνου
145	32.16			Βόλακας ή Βόλαξ	36	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Βόλακας_Τήνου
146	32.17			Δύο Χωριά	41	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Δύο_Χωριά_Τήνου

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
147	32.18				Καλλονή	192	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Καλλονή_Τήνου
148	32.19				Καρκάδος		ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://e-tinos.gr/cyclades/tnos/karkados/
149	32.20				Κάμπος	64	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάμπος_Τήνου
150	32.21				Κάτω Κλείσμα	45	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κάτω_Κλείσμα_Τήνου
151	32.22				Κέχρος	27	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κέχρος_Τήνου
152	32.23				Κουμάρος	19	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κουμάρος_Τήνου
153	32.24				Κρόκος	10	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Κρόκος_Τήνου
154	32.25				Λουτρά	17	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Λουτρά_Τήνου
155	32.26				Μαρλάς	31	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μαρλάς_Τήνου
156	32.27				Μέση	45	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μέση_Τήνου
157	32.28				Μπερδεμιάρος	9	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μπερδεμιάρος_Τήνου

α/α		Νήσος	Έκταση (τ.χλμ.)	Συνολικός πληθυσμός (απογραφή 2021)	Παραδοσιακοί οικισμοί	Πληθυσμός παραδ. οικισμού (απογραφή 2021)	Διάταγμα χαρακτηρισμού / Τροποποίηση – συμπλήρωση (ΦΕΚ)	Πληροφορίες
158	32.29				Μυρσίνη	86	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Μυρσίνη_Τήνου
159	32.30				Ποταμιά	37	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ποταμιά_Τήνου
160	32.31				Σκαλάδος	65	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Σκαλάδος_Τήνου
161	32.32				Σμαρδάκι	38	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Σμαρδάκι_Τήνου
162	32.33				Στενή	265	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Στενή_Τήνου
163	32.34				Ταραμπάδος	28	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Ταραμπάδος_Τήνου
164	32.35				Τζάδος	25	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Τζάδος_Τήνου
165	32.36				Φαλατάδος	190	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Φαλατάδος_Τήνου
166	32.37				Καρυά	13	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Καρυά_Τήνου
167	33.1	Φολέγανδρος	32,384	719	Χώρα Φολεγάνδρου	455	ΦΕΚ 594Δ_13-11-1978	https://el.wikipedia.org/wiki/Φολέγανδρος
168	33.2				Καραβοστάσης	84	ΦΕΚ 504Δ_14-7-1988	https://el.wikipedia.org/wiki/Καραβοστάσης_Φολεγάνδρου
		Σύνολα:	2,561,514	116.349	168	68.895		

Παράρτημα Β: «Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμομονωτικού ελέγχου για νέο κτίριο»

Β1. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_{m} του κτιρίου (νέο κτίριο: συμβατική τοιχοποιία)

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.10.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο - Οροφή - Θερ.Ζ - Επαφή με έδαφος Δάπεδο ισόγειου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ ΚΑΤΩ	Ζώνη Α
---------------	-------------------------	--------

Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται
στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι:
από έξω προς τα μέσα ή
από πάνω προς τα κάτω.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θρμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.070	1.400	0.050
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές	0	0.100	0.810	0.123
		$\Sigma d =$		0.400	$R_A =$ 2.572

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.170
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.572
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.000
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{0A}	(m ² K)/W 2.742

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.365
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	1.100

πρέπει:

$U \leq U_{\text{max}}$

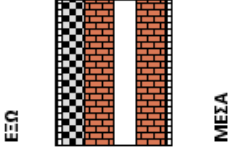
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.22.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχος - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας Εξωτ. τοιχοποιία

Διαστρωμάτωση		Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
2	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1500 kg/m ³	1500	0.090	0.510	0.176
4	Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1	0.070	0.025	2.800
5	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1500 kg/m ³	1500	0.090	0.510	0.176
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
		$\Sigma d =$		0.370	$R_L =$ 5.544

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 5.544
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.040
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W 5.714

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.326
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.550

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.9.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας Οροφή ισογείου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_d)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θρμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Συνθετικά κονιάματα	1800	0.010	0.870	0.011
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.050	1.400	0.036
3	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma d =$		$R_d =$	
				0.300	2.464

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oL}	(m ² K)/W
			2.604
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)
			0.384
			0.450

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Κουφώματα νέου κτιρίου, χωρίς περιορισμούς

Τύπος:	Μεταλλικό Πλαίσιο με Θερμοδιακοπή 24mm Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση
---------------	---

Πλαίσιο:	U_f [W/(m ² K)]		
	2.80		
Τζάμι:	U_g [W/(m ² K)]	g	Ψ_g πλαισίου-τζαμιού [W/(mK)]
	1.40	0.60	0.11
Πέτασμα:	U_p [W/(m ² K)]	ϵ σ.ε.θερμ.ακτ.	Ψ_p πλαισίου-πετάσματος [W/(mK)]
	-	-	-
			a εξωτ. χρώμα
			-

Το πέτασμα καταχωρείται στα ΑΔΙΑΦΑΝΗ. Δεν υπολογίζεται στο U κουφώματος.

Κουφώματα τύπου:

Όροφος, α/α κουφ.	Πλάτος m	Ύψος m	Εμβαδό m ²	Τμήματα		Εμβαδό πλαισίου m ²	Εμβαδό τζαμιού m ²	Ποσοστό /Πάχος πλαισίου %/m	Μήκος L_g m	U κουφώμ. W/(m ² K)	g_w κουφώμ.
				σειρές	στήλες						
00.K9	0.40	0.60	0.24	1	2	0.16	0.08	0.075	2.15	3.32	0.20
00.K8	0.80	1.00	0.80	1	2	0.31	0.49	0.075	4.55	2.57	0.37
00.K7	0.60	1.00	0.60	1	2	0.28	0.32	0.075	4.15	2.82	0.32
00.K6	0.84	1.15	0.96	1	2	0.35	0.61	0.075	5.22	2.51	0.38
00.K5	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	2.32	0.42
00.K4	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	2.32	0.42
00.K3	0.90	2.30	2.07	1	2	0.62	1.45	0.075	9.95	2.35	0.42
00.K2	1.20	2.30	2.75	1	2	0.66	2.09	0.075	10.54	2.16	0.46
00.K10	0.80	1.20	0.96	1	2	0.36	0.60	0.075	5.35	2.53	0.38
00.K1	1.00	2.20	2.20	1	2	0.61	1.59	0.075	9.75	2.28	0.43

Μέσος συντελεστής κουφωμάτων $U=2.37$ W/(m²K)

Κουφώματα νέου κτιρίου, με περιορισμούς

Τύπος:	Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση
---------------	---

Πλαίσιο:	U_f [W/(m ² K)]		
	1.70		
Τζάμι:	U_g [W/(m ² K)]	g	Ψ_g πλαισίου-τζαμιού [W/(mK)]
	1.40	0.60	0.08
Πέτασμα:	U_p [W/(m ² K)]	ϵ σ.ε.θερμ.ακτ.	Ψ_p πλαισίου-πετάσματος [W/(mK)]
	-	-	-
			a εξωτ. χρώμα
			-

Το πέτασμα καταχωρείται στα ΑΔΙΑΦΑΝΗ. Δεν υπολογίζεται στο U κουφώματος.

Κουφώματα τύπου:

Όροφος, α/α κουφ.	Πλάτος m	Ύψος m	Εμβαδό m ²	Τμήματα		Εμβαδό πλαισίου m ²	Εμβαδό τζαμιού m ²	Ποσοστό /Πάχος πλαισίου %/m	Μήκος L_g m	U κουφώμ. W/(m ² K)	g_w κουφώμ.
				σειρές	στήλες						
00.K9	0.40	0.60	0.24	1	2	0.16	0.08	0.075	2.15	2.32	0.20
00.K8	0.80	1.00	0.80	1	2	0.31	0.49	0.075	4.55	1.97	0.37
00.K7	0.60	1.00	0.60	1	2	0.28	0.32	0.075	4.15	2.09	0.32
00.K6	0.84	1.15	0.96	1	2	0.35	0.61	0.075	5.22	1.94	0.38
00.K5	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	1.86	0.42
00.K4	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	1.86	0.42
00.K3	0.90	2.30	2.07	1	2	0.62	1.45	0.075	9.95	1.87	0.42
00.K2	1.20	2.30	2.75	1	2	0.66	2.09	0.075	10.54	1.78	0.46
00.K10	0.80	1.20	0.96	1	2	0.36	0.60	0.075	5.35	1.96	0.38
00.K1	1.00	2.20	2.20	1	2	0.61	1.59	0.075	9.75	1.84	0.43

Μέσος συντελεστής κουφωμάτων $U=1.88$ W/(m²K)

U_m νέου κτιρίου, χωρίς περιορισμούς

Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περιγραφή	Εμβαδό m^2	Ύψος m	Όγκος - V m^3
00 όρ.	Z001.01	38.22	3.85	147.16
00 όρ.	Z001.02	27.82	3.20	89.02
Σύνολο:				236.18

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m^2	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	124.38	43.14
Οριζόντια αδιαφανή	132.08	35.09
Διαφανή	13.78	32.64
Σύνολο:	270.24	110.87

Εύρεση επιτρεπτού $U_{m,max}$

ΣΑ m^2	V m^3	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
270.24	236.18	1.14	0.77

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	110.87	30.45	141.32

Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m^2	Πραγματοποιούμενο U_m (K+Θ)/ΣΑ W/(m^2K)	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/(m^2K)
141.32	270.24	0.52	0.77
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

Um νέου κτιρίου, με περιορισμούς

Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περίγραμμα	Εμβαδό m^2	Ύψος m	Όγκος - V m^3
00 όρ.	Z001.01	38.22	3.85	147.16
00 όρ.	Z001.02	27.82	3.20	89.02
Σύνολο:				236.18

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m^2	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	124.38	43.14
Οριζόντια αδιαφανή	132.08	35.09
Διαφανή	13.78	25.89
Σύνολο:	270.24	104.12

Εύρεση επιτρεπτού $U_{m,max}$

ΣΑ m^2	V m^3	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
270.24	236.18	1.14	0.77

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	104.12	30.45	134.57

Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m^2	Πραγματοποιούμενο U_m (K+Θ)/ΣΑ $W/(m^2K)$	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ $W/(m^2K)$
134.57	270.24	0.50	0.77
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

B2. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_m του κτιρίου (νέο κτίριο: τοιχοποιία από λιθοδομή)

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.10.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο - Οροφή - Θερ.Ζ - Επαφή με έδαφος Δάπεδο ισογείου

Διαστρωμάτωση	Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.070	1.400	0.050
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές	0	0.100	0.810	0.123
		$\Sigma d =$		0.400	$R_L =$ 2.572

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.170
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.572
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.000
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oL}	(m ² K)/W 2.742

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.365
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	1.100

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.26.1

**1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχος - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας
Εξωτ. τοιχοποιία από λιθοδομή**

Διαστρωμάτωση		Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	--	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.005	0.870	0.006
2	Σχιστόλιθος	2000	0.400	2.200	0.182
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1700 kg/m ³	1700	0.090	0.580	0.155
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1700 kg/m ³	1700	0.090	0.580	0.155
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
		$\Sigma d =$		0.680	$R_A =$ 2.860

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.860
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.040
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oA}	(m ² K)/W 3.030

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.330
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.550

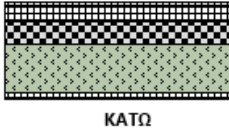
πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.9.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας Οροφή ισογείου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ		Ζώνη Α
	Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι:		
	από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.		

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Συνθετικά κονιάματα	1800	0.010	0.870	0.011
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.050	1.400	0.036
3	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma d =$		0.300	$R_A =$ 2.464

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

Δομικό στοιχείο	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000
1 Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.100	
2 Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.464	
3 Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.040	
Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oA}	(m ² K)/W	2.604	
Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.384	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.450	

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Τύπος:	Μεταλλικό Πλαίσιο με Θερμοδιακοπή 24mm Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση			
Πλαίσιο:	U_f [W/(m²K)]			
	2.80			
Τζάμι:	U_g [W/(m²K)]	g	Ψ_g πλαίσιου-τζαμιού [W/(mK)]	
	1.40	0.60	0.11	
Πέτασμα:	U_p [W/(m²K)]	ε σ.ε.θερμ.ακτ.	Ψ_p πλαίσιου-πετάσματος [W/(mK)]	α εξωτ. χρώμα
	-	-	-	-

Το πέτασμα καταχωρείται στα ΑΔΙΑΦΑΝΗ. Δεν υπολογίζεται στο U κουφώματος.

Κουφώματα τύπου:

Όροφος α/α κουφ.	Πλάτος m	Ύψος m	Εμβαδό m²	Τμήματα		Εμβαδό πλαίσιου m²	Εμβαδό τζαμιού m²	Ποσοστό /Πάχος πλαίσιου %/m	Μήκος L _g m	U κουφώμ. W/(m²K)	g _w κουφώμ.
				σειρές	στήλες						
00.K9	0.40	0.60	0.24	1	2	0.16	0.08	0.075	2.15	3.32	0.20
00.K8	0.80	1.00	0.80	1	2	0.31	0.49	0.075	4.55	2.57	0.37
00.K7	0.60	1.00	0.60	1	2	0.28	0.32	0.075	4.15	2.82	0.32
00.K6	0.84	1.15	0.96	1	2	0.35	0.61	0.075	5.22	2.51	0.38
00.K5	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	2.32	0.42
00.K4	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	2.32	0.42
00.K3	0.90	2.30	2.07	1	2	0.62	1.45	0.075	9.95	2.35	0.42
00.K2	1.20	2.30	2.75	1	2	0.66	2.09	0.075	10.54	2.16	0.46
00.K10	0.80	1.20	0.96	1	2	0.36	0.60	0.075	5.35	2.53	0.38
00.K1	1.00	2.20	2.20	1	2	0.61	1.59	0.075	9.75	2.28	0.43

Μέσος συντελεστής κουφωμάτων U=2.37 W/(m²K)

Τύπος:	Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Τζάμι Διπλό 4-8-4 Κρυπτό Επίστρωση			
Πλαίσιο:	U_f [W/(m²K)]			
	1.70			
Τζάμι:	U_g [W/(m²K)]	g	Ψ_g πλαίσιου-τζαμιού [W/(mK)]	
	1.40	0.60	0.08	
Πέτασμα:	U_p [W/(m²K)]	ε σ.ε.θερμ.ακτ.	Ψ_p πλαίσιου-πετάσματος [W/(mK)]	α εξωτ. χρώμα
	-	-	-	-

Το πέτασμα καταχωρείται στα ΑΔΙΑΦΑΝΗ. Δεν υπολογίζεται στο U κουφώματος.

Κουφώματα τύπου:

Όροφος α/α κουφ.	Πλάτος m	Ύψος m	Εμβαδό m²	Τμήματα		Εμβαδό πλαίσιου m²	Εμβαδό τζαμιού m²	Ποσοστό /Πάχος πλαίσιου %/m	Μήκος L _g m	U κουφώμ. W/(m²K)	g _w κουφώμ.
				σειρές	στήλες						
00.K9	0.40	0.60	0.24	1	2	0.16	0.08	0.075	2.15	2.32	0.20
00.K8	0.80	1.00	0.80	1	2	0.31	0.49	0.075	4.55	1.97	0.37
00.K7	0.60	1.00	0.60	1	2	0.28	0.32	0.075	4.15	2.09	0.32
00.K6	0.84	1.15	0.96	1	2	0.35	0.61	0.075	5.22	1.94	0.38
00.K5	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	1.86	0.42
00.K4	1.00	1.60	1.60	1	2	0.48	1.12	0.075	7.35	1.86	0.42
00.K3	0.90	2.30	2.07	1	2	0.62	1.45	0.075	9.95	1.87	0.42
00.K2	1.20	2.30	2.75	1	2	0.66	2.09	0.075	10.54	1.78	0.46
00.K10	0.80	1.20	0.96	1	2	0.36	0.60	0.075	5.35	1.96	0.38
00.K1	1.00	2.20	2.20	1	2	0.61	1.59	0.075	9.75	1.84	0.43

Μέσος συντελεστής κουφωμάτων U=1.88 W/(m²K)

U_m νέου κτιρίου, χωρίς περιορισμούς

Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περίγραμμα	Εμβαδό m^2	Ύψος m	Όγκος - V m^3
00 όρ.	Z001.01	38.22	3.85	147.16
00 όρ.	Z001.02	27.82	3.20	89.02
Σύνολο:				236.18

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m^2	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	124.38	41.78
Οριζόντια αδιαφανή	132.08	35.09
Διαφανή	13.78	32.64
Σύνολο:	270.24	109.51

Εύρεση επιτρεπτού $U_{m,max}$

ΣΑ m^2	V m^3	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα TOTEE)
270.24	236.18	1.14	0.77

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	109.51	44.94	154.45

Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m^2	Πραγματοποιούμενο U_m (K+Θ)/ΣΑ W/(m^2K)	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/(m^2K)
154.45	270.24	0.57	0.77
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

Um νέου κτιρίου, με περιορισμούς

Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περιγραφή	Εμβαδό m^2	Ύψος m	Όγκος - V m^3
00 όρ.	Z001.01	38.22	3.85	147.16
00 όρ.	Z001.02	27.82	3.20	89.02
Σύνολο:				236.18

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m^2	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	124.38	41.78
Οριζόντια αδιαφανή	132.08	35.09
Διαφανή	13.78	25.89
Σύνολο:	270.24	102.76

Εύρεση επιτρεπτού $U_{m,max}$

ΣΑ m^2	V m^3	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα TOTEE)
270.24	236.18	1.14	0.77

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	102.76	44.94	147.70

Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m^2	Πραγματοποιούμενο U_m (K+Θ)/ΣΑ W/(m^2K)	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/(m^2K)
147.70	270.24	0.55	0.77
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

Παράρτημα Γ: «Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμομονωτικού ελέγχου για υφιστάμενο κτίριο»

Γ1. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_m του κτιρίου (υφιστάμενο κτίριο: τοιχοποιία από λιθοδομή χωρίς θερμομόνωση)

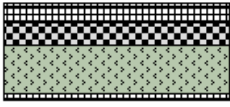
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.11.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας

Οροφή ορόφου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ	Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_d)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Συνθετικά κονιάματα	1800	0.010	0.870	0.011
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.050	1.400	0.036
3	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma d =$		0.300	$R_d =$ 2.464

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.464
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.040
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oA}	(m ² K)/W	2.604

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.384
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.500

πρέπει:

$U \leq U_{max}$

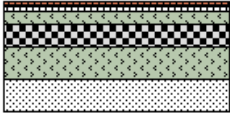
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.12.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο - Οροφή - Θερ.Ζ - Επαφή με έδαφος Δάπεδο ισόγειου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ	Ζώνη Α Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.
---------------	---	---

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.020	1.400	0.014
3	Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.040	1.150	0.035
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.100	2.500	0.040
6	Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές	0	0.100	0.810	0.123
		$\Sigma d =$	0.340	$R_L =$	2.551

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{0L}	(m ² K)/W

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.367
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	1.200

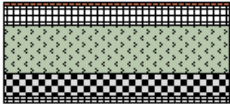
πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.13.1

**1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Πυλωτή - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας
Δάπεδο ορόφου**

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.060	1.400	0.043
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma d =$		0.310	$R_L =$ 2.465

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.170
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.465
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.040
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oL}	(m ² K)/W 2.675
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K) 0.374
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K) 0.500

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.8.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχος - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή

Διαστρωμάτωση		Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	--	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_d)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.005	0.870	0.006
2	Σχιστόλιθος	2000	0.500	2.200	0.227
3	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
$\Sigma d =$			0.530		$R_d =$ 0.262

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{0d}	(m ² K)/W

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	2.316
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.600

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.8.2

**1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχος - Θερ.Ζ - Επαφή με Μη Θερμ. Χώρο ιδίου κτιρίου εκτός μελέτης
Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή**

Διαστρωμάτωση		Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	--	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_d)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.005	0.870	0.006
2	Σχιστόλιθος	2000	0.500	2.200	0.227
3	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
		$\Sigma d =$		0.530	$R_d =$ 0.262

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)	
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040	
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130	
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000	
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040	
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100	
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040	
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170	
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	0.262
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.130
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oλ}	(m ² K)/W	0.522

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	1.917
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	1.500

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

Τύπος:	Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Τζάμι Διπλό 4-8-4 Αργό Επίστρωση			
Πλαίσιο:	U_f [W/(m ² K)]			
	1.70			
Τζάμι:	U_g [W/(m ² K)]	g	Ψ_g πλαίσιου-τζαμιού [W/(mK)]	
	1.90	0.60	0.08	
Πέτασμα:	U_p [W/(m ² K)]	ε σ.ε.θερμ.ακτ.	Ψ_p πλαίσιου-πετάσματος [W/(mK)]	α εξωτ. χρώμα
	-	-	-	-

Το πέτασμα καταχωρείται στα ΑΔΙΑΦΑΝΗ. Δεν υπολογίζεται στο U κουφώματος.

Κουφώματα τύπου:

Όροφος, α/α κουφ.	Πλάτος m	Ύψος m	Εμβαδό m ²	Τμήματα		Εμβαδό πλαισίου m ²	Εμβαδό τζαμιού m ²	Ποσοστό /Πάχος πλαισίου %/m	Μήκος L _g m	U κουφώμ. W/(m ² K)	g _w κουφώμ.
				σειρές	στήλες						
01.K4	0.70	1.25	0.88	3	2	0.42	0.45	0.075	6.65	2.41	0.31
01.K3	0.80	1.80	1.44	3	2	0.58	0.86	0.075	9.45	2.34	0.36
01.K1	1.20	2.25	2.70	3	2	0.82	1.88	0.075	14.37	2.27	0.42
00.K3	0.60	0.80	0.48	3	2	0.29	0.19	0.075	4.24	2.49	0.23

Μέσος συντελεστής κουφωμάτων U=2.33 W/(m²K)

Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περιγραφή	Εμβαδό m^2	Ύψος m	Όγκος - V m^3
01 όρ.	Z001.01	51.90	4.10	212.79
01 όρ.	Z001.02	18.06	3.10	55.98
01 όρ.	Z001.03	15.78	3.25	51.29
00 όρ.	Z001.01	24.17	3.25	78.55
00 όρ.	Z001.02	29.17	3.55	103.55
00 όρ.	Z001.03	17.39	2.70	46.95
Σύνολο:				549.11

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m^2	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	282.31	575.44
Οριζόντια αδιαφανή	172.25	47.09
Διαφανή	5.50	12.79
Σύνολο:	460.06	635.32

Εύρεση επιτρεπτού $U_{m,max}$

ΣΑ m^2	V m^3	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
460.06	549.11	0.84	0.90

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	635.32	47.42	682.74

Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m^2	Πραγματοποιούμενο U_m (K+Θ)/ΣΑ W/(m^2K)	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/(m^2K)
682.74	460.06	1.48	0.90
$U_m \leq U_{m,max}$ Μη αποδεκτό			

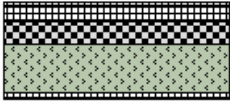
Γ2. Υπολογισμός U δομικών στοιχείων και U_{int} του κτιρίου (υφιστάμενο κτίριο: τοιχοποιία από λιθοδομή με θερμομόνωση)

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.11.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας Οροφή ορόφου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θρμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Συνθετικά κονιάματα	1800	0.010	0.870	0.011
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.050	1.400	0.036
3	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma d =$		0.300	$R_L =$ 2.464

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.464
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.040
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oL}	(m ² K)/W 2.604

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.384
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.500

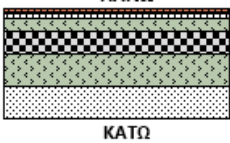
πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.12.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο - Οροφή - Θερ.Ζ - Επαφή με έδαφος Δάπεδο ισόγειου

Διαστρωμάτωση	 Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	--	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.020	1.400	0.014
3	Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.040	1.150	0.035
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.100	2.500	0.040
6	Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές	0	0.100	0.810	0.123
		$\Sigma d =$	0.340	$R_L =$	2.551

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.367
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	1.200

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

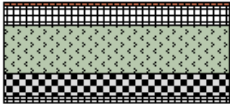
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.13.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Πυλωτή - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας

Δάπεδο ορόφου

Διαστρωμάτωση	ΠΑΝΩ  ΚΑΤΩ	Ζώνη Α Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.
---------------	---	---

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	0.060	1.400	0.043
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρος περισσότερος ή ίσος με 2%)	2400	0.150	2.500	0.060
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.020	0.870	0.023
		$\Sigma d =$		0.310	$R_A =$ 2.465

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.170
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.465
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.040
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oA}	(m ² K)/W 2.675
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K) 0.374
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K) 0.500

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

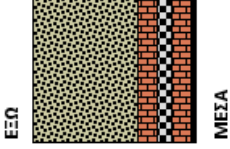
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.14.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχος - Θερ.Ζ - Εξωτερικό κέλυφος - Αέρας

Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή + μόνωση εσωτερικά

Διαστρωμάτωση		Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.005	0.870	0.006
2	Σχιστόλιθος	2000	0.500	2.200	0.227
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1700 kg/m ³	1700	0.090	0.580	0.155
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1700 kg/m ³	1700	0.090	0.580	0.155
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
		$\Sigma d =$		0.780	$R_A =$ 2.905

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oA}	(m ² K)/W

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.325
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.600

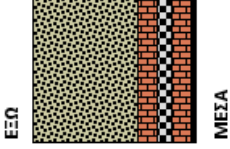
πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Αριθμός φύλλου: 1.14.2

**1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχος - Θερ.Ζ - Επαφή με Μη Θερμ. Χώρο ιδίου κτιρίου εκτός μελέτης
Εξωτερική τοιχοποιία από λιθοδομή + μόνωση εσωτερικά**

Διαστρωμάτωση	 Τα υλικά διαστρωμάτωσης εμφανίζονται στον επόμενο πίνακα. Η σειρά είναι: από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω.	Ζώνη Α
---------------	---	--------

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου από έξω προς τα μέσα ή από πάνω προς τα κάτω	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.005	0.870	0.006
2	Σχιστόλιθος	2000	0.500	2.200	0.227
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1700 kg/m ³	1700	0.090	0.580	0.155
4	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες	12	0.070	0.030	2.333
5	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους, πυκνότητας 1700 kg/m ³	1700	0.090	0.580	0.155
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα, πυκνότητας 1800 kg/m ³	1800	0.025	0.870	0.029
		$\Sigma d =$		0.780	$R_A =$ 2.905

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W 0.130
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W 2.905
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W 0.130
Αντίσταση θερμοπερατότητας		R_{oA}	(m ² K)/W 3.165

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.316
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	1.500

πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Τύπος:	Σκληρή Ξυλεία μέσο πάχος Πλαίσιο-Κάσα 10cm Τζάμι Διπλό 4-8-4 Αργό Επίστρωση			
Πλαίσιο:	U_f [W/(m ² K)]			
	1.70			
Τζάμι:	U_g [W/(m ² K)]	g	Ψ_g πλαισίου-τζαμιού [W/(mK)]	
	1.90	0.60	0.08	
Πέτασμα:	U_p [W/(m ² K)]	ε σ.ε.θερμ.ακτ.	Ψ_p πλαισίου-πετάσματος [W/(mK)]	α εξωτ. χρώμα
	-	-	-	-

Το πέτασμα καταχωρείται στα ΑΔΙΑΦΑΝΗ. Δεν υπολογίζεται στο U κουφώματος.

Κουφώματα τύπου:

Όροφος, α/α κουφ.	Πλάτος m	Ύψος m	Εμβαδό m ²	Τμήματα		Εμβαδό πλαισίου m ²	Εμβαδό τζαμιού m ²	Ποσοστό /Πάχος πλαισίου %/m	Μήκος L _g m	U κουφώμ. W/(m ² K)	g _w κουφώμ.
				σειρές	στήλες						
01.K4	0.70	1.25	0.88	3	2	0.42	0.45	0.075	6.65	2.41	0.31
01.K3	0.80	1.80	1.44	3	2	0.58	0.86	0.075	9.45	2.34	0.36
01.K1	1.20	2.25	2.70	3	2	0.82	1.88	0.075	14.37	2.27	0.42
00.K3	0.60	0.80	0.48	3	2	0.29	0.19	0.075	4.24	2.49	0.23

Μέσος συντελεστής κουφωμάτων U=2.33 W/(m²K)

Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Όροφος	Περιγραφή	Εμβαδό m^2	Ύψος m	Όγκος - V m^3
01 όρ.	Z001.01	51.90	4.10	212.79
01 όρ.	Z001.02	18.06	3.10	55.98
01 όρ.	Z001.03	15.78	3.25	51.29
00 όρ.	Z001.01	24.17	3.25	78.55
00 όρ.	Z001.02	29.17	3.55	103.55
00 όρ.	Z001.03	17.39	2.70	46.95
Σύνολο:				549.11

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμαινόμενων χώρων

Δομικά στοιχεία	ΣΑ m^2	Σ(bxUxA) W/K
Κατακόρυφα αδιαφανή	282.31	96.06
Οριζόντια αδιαφανή	172.25	47.09
Διαφανή	5.50	12.79
Σύνολο:	460.06	155.94

Εύρεση επιτρεπτού $U_{m,max}$

ΣΑ m^2	V m^3	ΣΑ/V	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/K (από πίνακα ΤΟΤΕΕ)
460.06	549.11	0.84	0.90

Μεταφορά δεδομένων:	από κέλυφος (K)	από θερμογέφυρες (Θ)	Σύνολο (K+Θ)
	155.94	33.97	189.91

Έλεγχος κτιρίου:

(K+Θ) W/K	ΣΑ m^2	Πραγματοποιούμενο U_m (K+Θ)/ΣΑ W/(m^2K)	Μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ W/(m^2K)
189.91	460.06	0.41	0.90
$U_m \leq U_{m,max}$ Αποδεκτό			

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθ. 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.