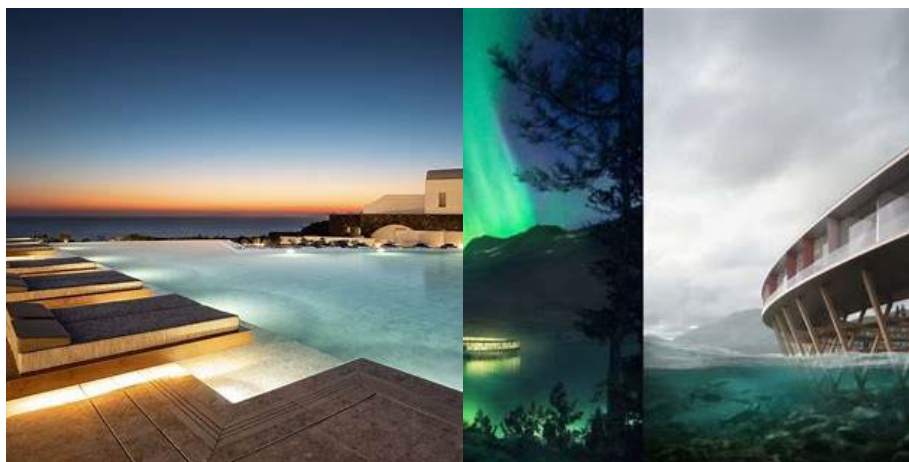




Πολυτεχνείο Κρήτης

Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

***"Μελέτη Κτιρίων Σχεδόν Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης στον
Ξενοδοχειακό Τομέα: Η συγκριτική αξιολόγηση των Svart Hotel
(Νορβηγία) και Santo Pure Oia Suites (Ελλάδα)".***



Αλεξανδράκης Ανδρέας Α.Μ.

2018060140

Επιβλέπων Καθηγητής:

Τσάρας Γιάννης

Μέλη εξεταστικής επιτροπής:

Ουγγρίνης Κωνσταντίνος-Αλκέτας

Μανδαλάκη Μαρία

Χανιά 2025

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε ως ερευνητική εργασία στη Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η αποπεράτωση της εργασίας αυτής δεν θα ήταν δυνατή χωρίς τη σημαντική συμβολή του Δρ. Τσάρα Γιάννη, στον οποίο οφείλω θερμές ευχαριστίες για την καθοδήγηση του και τον ενθαρρυντικό του χαρακτήρα.

Ευχαριστίες οφείλω επίσης σε όλη την οικογένειά μου αλλά και τους πολύ κοντινούς μου ανθρώπους για την αμέριστη στήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της ερευνητικής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	σελ. 1
Περίληψη	σελ. 1
Λέξεις κλειδιά	σελ. 2
Abstract.....	σελ. 3
Keywords	σελ. 3
Στόχος έρευνας	σελ. 4
Ερευνητικά ερωτήματα.....	σελ. 4
Μεθοδολογία έρευνας	σελ. 4
Κεφάλαιο 1: Κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB)..σελ. 5	
1.1 Ορισμός & Νομοθετικό πλαίσιο	σελ. 5
1.2. Τεχνολογικά χαρακτηριστικά & Παθητικά συστήματα nZEB κτιρίων.....	σελ. 11
1.2.1. Τεχνολογικά χαρακτηριστικά.....	σελ. 12
1.2.2. Κέλυφος κτιρίου & θερμομονωτικά συστήματα.....	σελ. 12
1.2.3. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).....	σελ. 13
1.2.4. Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης (BEMS)	σελ. 15
1.2.5. Αποθήκευση Ενέργειας.....	σελ. 15
1.2.6. Συστήματα Φωτισμού και Αυτοματισμοί.....	σελ. 16
1.3. Παθητικά Συστήματα στα nZEB.....	σελ. 17
1.3.1. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Προσανατολισμός.....	σελ. 17
1.3.2. Φυσικός Φωτισμός.....	σελ. 18
1.3.3. Φυσικός Αερισμός και Θερμική Άνεση.....	σελ. 19
1.3.4. Συστήματα Σκίασης.....	σελ. 20
1.3.5. Παθητική ηλιακή θέρμανση.....	σελ. 21
1.3.6. Χρήση φυτεμένων δωματίων και κατακόρυφων κήπων.....	σελ. 22
1.4. Εφαρμογή των nZEB: Προβληματισμοί και ενεργειακά δεδομένα Ελλάδας και Ευρώπης.....	σελ. 23

Κεφάλαιο 2: Εφαρμογή nZEB στον ξενοδοχειακό κλάδο.....σελ.	27
2.1 Ο ρόλος των nZEB στον ξενοδοχειακό κλάδο.....σελ.	27
2.2 Τεχνολογικά και αρχ/κά μέτρα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης...σελ.	29
2.3 Οφέλη & ανταγωνιστικότητα για τον τουρισμό.....σελ.	34
2.3.1. Οικονομικά οφέλη.....σελ.	34
2.3.2. Ανταγωνιστικότητα & Branding.....σελ.	35
2.3.3. Περιβαλλοντικά οφέλη.....σελ.	36
2.3.4. Εμπειρία επισκεπτών & κοινωνικά οφέλη.....σελ.	36
2.4 Προκλήσεις και περιορισμοί.....σελ.	37
 Κεφάλαιο 3: Μελέτες Περίπτωσης.....σελ.	39
3.1 Six Senses Svart Hotel (Νορβηγία).....σελ.	41
3.1.1 Ενεργειακή αυτονομία & τεχνολογικά χαρακτηριστικά.....σελ.	43
3.1.2 Βιωσιμότητα & στρατηγική.....σελ.	46
3.2 Santo Pure Oia Suites & Villas (Σαντορίνη)σελ.	48
3.2.1 Ενεργειακή αποδοτικότητα & περιβαλλοντική διαχείριση.....σελ.	51
3.2.2 Βιωσιμότητα & στρατηγική.....σελ.	53
3.3. Συγκριτική ανάλυσησελ.	55
3.3.1. Τεχνολογικός εξοπλισμός & ενεργειακή στρατηγική.....σελ.	55
3.3.2. Ενεργειακή συμπεριφορά & κατανάλωση.....σελ.	56
3.3.3. Κλιματικές συνθήκες & τοπική προσαρμογή.....σελ.	57
3.3.4. Οικονομικά οφέλη & κοινωνική διάσταση.....σελ.	58
 Συμπεράσματα.....σελ.	61

Βιβλιογραφία

Εισαγωγή

Περίληψη

Η παρούσα ερευνητική εργασία εξετάζει την έννοια και την εφαρμογή των κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) στον ξενοδοχειακό κλάδο, με στόχο την αποτίμηση της συμβολής τους στη βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη και στην επίτευξη των ευρωπαϊκών ενεργειακών και κλιματικών στόχων. Τα ερευνητικά ερωτήματα που επιδιώκονται να απαντηθούν είναι πως εφαρμόζονται οι πρακτικές των nZEB κτιρίων στις ξενοδοχειακές μονάδες, ποια είναι τα οφέλη, οι προκλήσεις αλλά και οι ευκαιρίες που προκύπτουν, πως δύναται να διαφοροποιηθούν οι στρατηγικές nZEB στα διαφορετικά κλιματικά και πολιτισμικά περιβάλλοντα, και αν η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών οδηγεί σε σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση ανεξαρτήτως κλιματικής ζώνης.

Η εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ορισμός, το νομοθετικό πλαίσιο και η ευρωπαϊκή αλλά και την ελληνική εμπειρία στα nZEB, καθώς και τα βασικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά και παθητικά συστήματα. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η εφαρμογή των nZEB στον ξενοδοχειακό τομέα, εστιάζοντας στις ενεργειακές απαιτήσεις, στις τεχνολογικές και αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις, στη συμβολή των Building Energy Management Systems (BEMS), καθώς και στα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη για τον τουρισμό. Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει συγκριτική αξιολόγηση δύο ξενοδοχείων: του Six Senses Svart Hotel στη Νορβηγία, που λειτουργεί ως το πρώτο ενεργειακά θετικό ξενοδοχείο, και του Santo Pure Oia Suites & Villas στη Σαντορίνη, που επιθυμεί να ενσωματώσει βιώσιμες πρακτικές προσαρμοσμένες στο μεσογειακό περιβάλλον.

Η συγκριτική ανάλυση αναδεικνύει ότι, ενώ τα δύο παραδείγματα έχουν κοινό στόχο τη βιώσιμη φιλοξενία, οι στρατηγικές τους διαφοροποιούνται ουσιαστικά, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη προσαρμογής των nZEB στα τοπικά χαρακτηριστικά και αναδεικνύοντας τον ρόλο τους ως καταλύτη για την πράσινη μετάβαση του τουρισμού.

Λέξεις-κλειδιά

Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (nZEB), Ξενοδοχεία σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (neZeH), βιώσιμη φιλοξενία, ξενοδοχειακός κλάδος, ενεργειακή απόδοση, βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη, Six Senses Svart Hotel, Santo Pure Oia Suites & Villas

- **Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (nZEB):** Πρόκειται για κτίρια που παρουσιάζουν εξαιρετικά χαμηλές ενεργειακές ανάγκες, οι οποίες καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- **Ξενοδοχεία σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (neZeH):** Είναι τουριστικά καταλύματα που εφαρμόζουν τις αρχές των nZEB, μειώνοντας δραστικά το ενεργειακό τους αποτύπωμα και ενσωματώνοντας βιώσιμες πρακτικές λειτουργίας.
- **Βιώσιμη φιλοξενία:** Αναφέρεται στη στρατηγική λειτουργίας των ξενοδοχείων που συνδυάζει περιβαλλοντική υπευθυνότητα, κοινωνική ευαισθησία και οικονομική αποδοτικότητα.
- **Ξενοδοχειακός κλάδος:** Ο τομέας που περιλαμβάνει όλες τις επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών διαμονής και φιλοξενίας, διαδραματίζοντας κομβικό ρόλο στην τουριστική ανάπτυξη.
- **Ενεργειακή απόδοση:** Η ικανότητα ενός κτιρίου ή συστήματος να χρησιμοποιεί την ελάχιστη δυνατή ενέργεια για την παροχή των απαιτούμενων υπηρεσιών, συμβάλλοντας στη μείωση εκπομπών και κόστους.
- **Βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη:** Η τουριστική στρατηγική που εξασφαλίζει μακροπρόθεσμη ισορροπία μεταξύ περιβαλλοντικής προστασίας, κοινωνικής συνοχής και οικονομικής ευημερίας.
- **Six Senses Svart Hotel:** Ένα καινοτόμο ξενοδοχείο στη Νορβηγία, σχεδιασμένο ως ενεργειακά θετικό κτίριο, αποτελώντας παγκόσμιο πρότυπο για την αειφόρο αρχιτεκτονική και φιλοξενία.
- **Santo Pure Oia Suites & Villas:** Ένα πολυτελές κατάλυμα στη Σαντορίνη που εφαρμόζει αρχές βιοφιλικού σχεδιασμού και βιωσιμότητας, συνδυάζοντας τοπική αρχιτεκτονική με σύγχρονες περιβαλλοντικές πρακτικές.

Abstract

This thesis examines the concept and application of nearly zero-energy buildings (nZEB) in the hotel sector, with the aim of assessing their contribution to sustainable tourism development and the achievement of European energy and climate targets. The research questions that this thesis seeks to answer are: how are nZEB practices applied in hotel units, what are the benefits, the challenges and opportunities that arise, how nZEB strategies can be differentiated in different climatic and cultural environments, and whether the application of advanced technologies leads to significant energy savings regardless of climate zone.

The thesis consists of three chapters. The first chapter presents the definition, the legislative framework, and the European and Greek experience with nZEB, as well as the basic technological characteristics and passive systems. The second chapter analyzes the application of nZEBs in the hotel sector, focusing on energy requirements, technological and architectural interventions, the contribution of Building Energy Management Systems (BEMS), and the environmental and economic benefits for tourism. The third chapter includes a comparative evaluation of two hotels: the Six Senses Svart Hotel in Norway, which operates as the first energy-positive hotel, and Santo Pure Oia Suites & Villas in Santorini, which aims to incorporate sustainable practices adapted to the Mediterranean environment.

The comparative analysis shows that, while both examples share the common goal of sustainable hospitality, their strategies differ substantially, confirming the need to adapt nZEBs to local characteristics and highlighting their role as a catalyst for the green transition of tourism.

Keywords

Nearly zero-energy buildings (nZEB), nearly zero-energy hotels (neZeH), sustainable hospitality, hotel industry, energy efficiency, sustainable tourism development, Six Senses Svart Hotel, Santo Pure Oia Suites & Villas.

Στόχος της έρευνας

Βασικός στόχος της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση και ανάδειξη του ρόλου των κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) στον ξενοδοχειακό κλάδο, με έμφαση στις τεχνολογικές λύσεις, τις στρατηγικές βιωσιμότητας και τις αρχιτεκτονικές πρακτικές που μπορούν να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση, να ενισχύσουν την περιβαλλοντική υπευθυνότητα και να προσδώσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στις επιχειρήσεις φιλοξενίας.

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που επιδιώκονται να απαντηθούν είναι:

- Πως εφαρμόζονται οι πρακτικές των nZEB κτιρίων στις ξενοδοχειακές μονάδες;
- Ποια είναι τα οφέλη, οι προκλήσεις αλλά και οι ευκαιρίες που προκύπτουν;
- Πως δύναται να διαφοροποιηθούν οι στρατηγικές nZEB στα διαφορετικά κλιματικά και πολιτισμικά περιβάλλοντα;
- Αν η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών οδηγεί σε σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση ανεξαρτήτως κλιματικής ζώνης;

Μεθοδολογία έρευνας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίζεται σε συγκριτική αξιολόγηση και βιβλιογραφική ανασκόπηση, επιτρέποντας τη συνδυαστική ανάλυση τεχνολογικών, αρχιτεκτονικών, οικονομικών και κοινωνικών παραμέτρων. Τα ευρήματα καταδεικνύουν ότι τα nZEB μπορούν να αποτελέσουν πρότυπα βιωσιμότητας, διαφοροποιώντας τα ξενοδοχεία στην παγκόσμια τουριστική αγορά, ενώ παράλληλα ενισχύουν την περιβαλλοντική υπευθυνότητα και τη σύνδεση με την τοπική κοινωνία. Τέλος, προτείνονται στρατηγικές για τη βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη, οι οποίες περιλαμβάνουν την ενίσχυση των χρηματοδοτικών εργαλείων, την προώθηση της κυκλικής οικονομίας, την ενσωμάτωση της τοπικής πολιτισμικής ταυτότητας και την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης μέσω της εμπειρίας φιλοξενίας.

1. Κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης nZEB

1.1. Ορισμός & Νομοθετικό πλαίσιο

Η συζήτηση γύρω από τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) έχει αποτελέσει τα τελευταία χρόνια βασικό αντικείμενο πολιτικής, ερευνητικής και τεχνολογικής ενασχόλησης, καθώς η ανάγκη για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον κτιριακό τομέα αναγνωρίζεται ως κρίσιμη για την επίτευξη των ευρωπαϊκών και παγκόσμιων στόχων βιωσιμότητας. Η έννοια του nZEB θεσμοθετήθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD), η οποία αποτέλεσε συνέχεια της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ και επαναδιατυπώθηκε με στόχο την επίτευξη υψηλής ενεργειακής απόδοσης στα νέα και ανακαινισμένα κτίρια. Σύμφωνα με το άρθρο 2, παράγραφος 2 της EPBD, το nZEB ορίζεται ως κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, του οποίου οι χαμηλές ενεργειακές ανάγκες καλύπτονται σε σημαντικό βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που παράγονται επί τόπου ή πλησίον του κτιρίου (European Parliament, 2010).

Στο πλαίσιο αυτό, οι απαιτήσεις της Οδηγίας όρισαν ότι όλα τα νέα δημόσια κτίρια πρέπει να είναι nZEB έως το 2019 και όλα τα νέα κτίρια, ανεξαρτήτως χρήσης, έως το 2021 (D'Agostino, 2018), όπως παρουσιάζεται και στον πίνακα 1. Η πρόβλεψη αυτή κατέστησε αναγκαία την ανάπτυξη λεπτομερών εθνικών ορισμών και αριθμητικών δεικτών κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, ώστε να διασφαλιστεί η ομοιόμορφη εφαρμογή των στόχων (Tsoutsosetal., 2018).



Πίνακας 1: Η πορεία της ΕΕ προς τα nZEBs (BPIE, 2015)

Παράλληλα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω των Συστάσεων του 2016 καθόρισε ενδεικτικά όρια κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ανά κλιματική ζώνη, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 2 (Μεσογειακή, Ωκεάνια, Ηπειρωτική και Σκανδιναβική), τα οποία λειτούργησαν ως σημεία αναφοράς για την αξιολόγηση των εθνικών σχεδίων (Borowski et al., 2025).

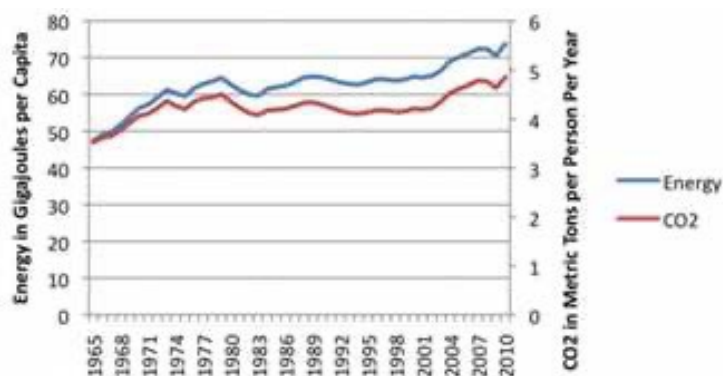
Ενδεικτικά όρια πρωτογενούς ενέργειας για nZEB ανά κλιματική ζώνη

Κλιματική ζώνη Μονοκατοικίες (kWh/m ² /έτος) Γραφεία (kWh/m ² /έτος)		
Μεσογειακή	0–50	0–70
Ωκεάνια	0–60	0–85
Ηπειρωτική	0–70	0–100
Σκανδιναβική	0–90	0–120

Πίνακας 2. Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2016)

Η προσαρμογή των ορισμών και απαιτήσεων σε εθνικό επίπεδο λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως η κλιματική ζώνη, η τυπολογία του κτιρίου, η γεωμετρία, οι τεχνικές εγκαταστάσεις και η οικονομική βιωσιμότητα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα διαφοροποιήσεις μεταξύ των κρατών-μελών, με ορισμένες χώρες να υιοθετούν αυστηρότερα πρότυπα (όπως τα «θετικά ενεργειακά κτίρια» στη Δανία και τη Γαλλία) και άλλες να επιλέγουν πιο ευέλικτες ή σταδιακές προσεγγίσεις (BPIE, 2015). Ενδεικτικά, σε περιοχές όπως οι Βρυξέλλες, η εφαρμογή των nZEB είναι ήδη υποχρεωτική, ενώ στην Ολλανδία έχει προωθηθεί ο στόχος για κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (zero energy buildings), και στη Γερμανία κτίρια κλιματικά ουδέτερα (Borowski et al., 2025).

Πέραν των νομοθετικών απαιτήσεων, οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον έχουν απασχολήσει την επιστημονική κοινότητα ήδη από τα μέσα του 20ού αιώνα, όταν οι συζητήσεις γύρω από τα «πράσινα κτίρια» επικεντρώθηκαν στην ενεργειακή αυτονομία και στη χρήση φυσικών υλικών. Οι πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 επιτάχυναν την υιοθέτηση κανονισμών για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, με αποτέλεσμα η ενεργειακή απόδοση να γίνει το κύριο μέγεθος αξιολόγησης της αειφορίας ενός κτιρίου (Cole, 2004). Χαρακτηριστικά το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει πως σημειώνεται σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂ και της κατανάλωσης ενέργειας, με περίοδο απόσβεσης που κυμαίνεται από 8,7 έως 9,6 έτη (Martinopoulos et al., 2024).



Διάγραμμα 1: Παγκόσμια κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO₂ (Financial Sense, 2012).

Παράλληλα, οι κοινωνικές αξίες και οι νοοτροπίες γύρω από τα περιβαλλοντικά ζητήματα διαμόρφωσαν το πλαίσιο μέσα στο οποίο κατανοείται η έννοια του «αειφόρου κτιρίου», αναδεικνύοντας ασάφειες σχετικές με τον κύκλο ζωής, τα όρια, την τοποθεσία και την κουλτούρα των χρηστών (Berardi, 2013).

Η Ευρωπαϊκή πολιτική για τα nZEB συνδέεται με τους ευρύτερους στόχους για την ενεργειακή μετάβαση και την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, όπως διατυπώνονται στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Οι πολιτικές αυτές προωθούν τη μετάβαση σε κτίρια με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα μέσω συνδυασμού ρυθμίσεων, χρηματοδότησης και μηχανισμών τιμολόγησης του άνθρακα. Παράλληλα, συστήματα πιστοποίησης όπως το LEED Zero και το BREEAM Outstanding ενισχύουν τη διάχυση της ιδέας των nZEB στην αγορά, προσφέροντας προστιθέμενη αξία στο μάρκετινγκ και στην προσέλκυση επενδυτών (Marinoscietal., 2022).

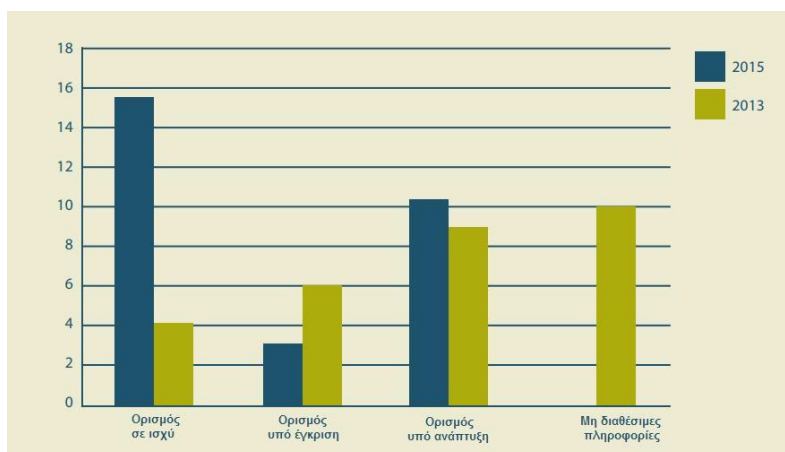
Η εναρμόνιση των ορισμών των nZEB στα κράτη-μέλη υπήρξε πολύπλοκη διαδικασία, καθώς τα τεχνικά, οικονομικά και κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε χώρας οδήγησαν σε διαφοροποιημένες απαιτήσεις. Το άρθρο 9 της EPBD υποχρεώνει τα κράτη-μέλη να καθορίσουν αριθμητικούς δείκτες της χρήσης πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m² ετησίως, ενώ παρέχεται η δυνατότητα διαφοροποίησης ανάλογα με την κλιματική ζώνη, τον τύπο του κτιρίου και τη μεθοδολογία υπολογισμού. Στην πράξη, πολλές χώρες όρισαν εύρος τιμών, το οποίο αντανάκλα τις τοπικές ιδιαιτερότητες και τα διαφορετικά επίπεδα φιλοδοξίας (BPIE, 2021).

Η σύγκριση με τα εθνικά πρότυπα δείχνει μεγάλες αποκλίσεις. Για παράδειγμα, στην Ολλανδία και στη Φλάνδρα του Βελγίου, η ενεργειακή απόδοση των nZEB συγκρίνεται με ένα «κτίριο αναφοράς» με παρόμοια χαρακτηριστικά

(γεωμετρία, προσανατολισμός). Στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Νορβηγία και την Ισπανία, βασικός δείκτης θεωρείται η εκπομπή αερίων ρύπων, ενώ σε άλλες χώρες χρησιμοποιείται ως συμπληρωματικός δείκτης. Στην Ελλάδα, η συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά μονάδα επιφανείας αποτελεί το βασικό κριτήριο, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (CRES, 2018).

Η Οδηγία EPBD απαιτεί επίσης σημαντικό μέρος της ενέργειας να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ), παραγόμενες επί τόπου ή σε κοντινή απόσταση. Οι χώρες της ΕΕ έχουν επιλέξει διαφορετικούς τρόπους ενσωμάτωσης αυτής της απαίτησης: σε ορισμένες περιπτώσεις ορίζεται ως σταθερό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης (π.χ. 30%–50%), ενώ αλλού τίθεται ως ποιοτική προϋπόθεση χωρίς αριθμητικό όριο. Το γεγονός αυτό δημιουργεί διαφορετικά επίπεδα φιλοδοξίας, αλλά και προκλήσεις στη συγκρισιμότητα των στοιχείων (D’Agostino, 2018).

Πέρα από τους δείκτες πρωτογενούς ενέργειας και τη συμμετοχή των ΑΠΕ, αρκετές χώρες εισήγαγαν επιπλέον κριτήρια, όπως εκπομπές CO₂, ζήτηση θέρμανσης και ψύξης, ή ακόμη και ποιοτικούς δείκτες για το εσωτερικό περιβάλλον. Ωστόσο, μόνο ένα υποσύνολο χωρών παρακολουθεί συστηματικά την απόδοση μετά την κατοίκηση, γεγονός που θέτει ζητήματα ως προς την αξιοπιστία των εκτιμήσεων (BPIE, 2021). Η πορεία της ΕΕ προς τα nZEB απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα, το οποίο δείχνει τη σταδιακή εφαρμογή των ορισμών και των πολιτικών, από τις πρώτες οδηγίες έως την πλήρη εφαρμογή μετά το 2021.



Διάγραμμα 2: Κατάσταση εφαρμογής ορισμών nZEB στην ΕΕ (BPIE 2015)

Επιπλέον, η ανάλυση της κατάστασης εφαρμογής δείχνει ότι, για τα κτίρια κατοικίας, οι περισσότερες χώρες στοχεύουν σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

κάτω από 50 kWh/m²/έτος, ενώ σε ψυχρότερα κλίματα (Γαλλία, Ρουμανία) τα όρια είναι υψηλότερα. Για τα κτίρια του τριτογενή τομέα, οι απαιτήσεις ποικίλλουν σημαντικά ακόμη και στο εσωτερικό της ίδιας χώρας, κυμαινόμενες από 0 έως 270 kWh/m²/έτος, ανάλογα με τη χρήση, το κλίμα και τη μεθοδολογία (BPIE, 2015). Αξιοσημείωτο είναι ότι η Οδηγία επιβάλλει μελέτη σκοπιμότητας πριν από την κατασκευή νέων κτιρίων, εξετάζοντας εναλλακτικά συστήματα όπως αποκεντρωμένα συστήματα ΑΠΕ, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού–θερμότητας, αντλίες θερμότητας ή συστήματα τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης (European Parliament, 2010). Αυτή η διάσταση συνδέει την τεχνολογική καινοτομία με τον σχεδιασμό πολιτικών και οικονομικών κινήτρων, που θεωρούνται απαραίτητα για την επιτάχυνση της διείσδυσης των nZEB στην αγορά (D’Agostino, 2018).

Η ελληνική περίπτωση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς η χώρα, παρά τις θεσμικές υποχρεώσεις που απορρέουν από την EPBD, αντιμετωπίζει προκλήσεις λόγω της παλαιότητας του κτιριακού αποθέματος και των οικονομικών δυσκολιών που επηρέασαν την κατασκευαστική δραστηριότητα μετά το 2010. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK), που τέθηκε σε ισχύ το 2010 και αναθεωρήθηκε το 2017, ενσωμάτωσε τις ευρωπαϊκές απαιτήσεις, επιβάλλοντας αυστηρότερες θερμομονωτικές προδιαγραφές και καθορίζοντας τα όρια ενεργειακής κατανάλωσης (CRES, 2018). Στο πλαίσιο αυτό, το Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (ΚΣΜΚΕ), που εγκρίθηκε το 2018, όρισε ότι τα νέα κτίρια πρέπει να κατατάσσονται στην ενεργειακή κατηγορία A, ενώ τα ανακαινιζόμενα στην κατηγορία B+. Παράλληλα, θεσπίστηκε η υποχρέωση αξιολόγησης της σκοπιμότητας για εγκατάσταση ΑΠΕ ή άλλων καινοτόμων συστημάτων σε κάθε νέο κτίριο πριν την έναρξη κατασκευής.

Ενεργειακή κατηγορία	Ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας κτιρίων κατοικίας ανά Κλιματική Ζώνη (kWh/m ² a)			
	A	B	Γ	Δ
A+	11 - 25	14 - 35	10 - 44	17 - 36
A	18 - 56	21 - 55	26 - 74	54 - 88
B+	32 - 81	31 - 99	45 - 125	37 - 128
B	45 - 112	56 - 126	72 - 172	63 - 184

Ενεργειακή κατηγορία	Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίων τριτογενούς τομέα ανά Κλιματική Ζώνη (kWh/m ² a)			
	A	B	Γ	Δ
A+	12 - 77	14 - 91	52 - 69	30
A	65 - 185	41 - 114	68 - 119	82
B+	98 - 218	60 - 196	99 - 218	105 - 156
B	133 - 266	115 - 245	120 - 280	149 - 218

Πίνακας 3: Εύρος τιμών ενεργειακών καταναλώσεων για τις ενεργειακές κατηγορίες B μέχρι και A+

Πηγή: ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ Τεύχος Β' 5447/05.12.2018

Ωστόσο, η πρακτική εφαρμογή αναδεικνύει σημαντικές προκλήσεις. Πρώτον, η ετερογένεια των κτιριακών τυπολογιών, σε συνδυασμό με την ύπαρξη μεγάλου αριθμού παλαιών κτιρίων χαμηλής ενεργειακής απόδοσης, καθιστούν δύσκολη την επίτευξη των στόχων. Δεύτερον, το υψηλό κόστος επένδυσης για ενεργειακές αναβαθμίσεις και η περιορισμένη πρόσβαση σε χρηματοδοτικά εργαλεία λειτουργούν ανασταλτικά, ιδιαίτερα στον οικιστικό τομέα. Τρίτον, η έλλειψη συστηματικής παρακολούθησης της πραγματικής ενεργειακής απόδοσης μετά την κατοίκηση δημιουργεί κενά μεταξύ θεωρητικών υπολογισμών και πραγματικών δεδομένων (Papadopoulos, Xypolias, & Mavridis, 2025).

Η εμπειρία από την εφαρμογή των nZEB στην ΕΕ δείχνει ότι η επιτυχία δεν εξαρτάται μόνο από τη θέσπιση αυστηρών κανονισμών, αλλά και από την ανάπτυξη υποστηρικτικών πολιτικών, όπως οικονομικά κίνητρα, ενημερωτικές εκστρατείες και εκπαιδευτικά προγράμματα για επαγγελματίες του κλάδου. Στο ελληνικό πλαίσιο, προγράμματα όπως το «Εξοικονομώ» αποτελούν σημαντικό εργαλείο για την ενίσχυση της ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων, αν και επικεντρώνονται κυρίως σε υφιστάμενα κτίρια και όχι αποκλειστικά σε νέες κατασκευές. Παράλληλα, η σύνδεση με τις ευρωπαϊκές πολιτικές για το κλίμα, όπως η Πράσινη Συμφωνία και η Στρατηγική για την Κλιματική Ουδετερότητα έως το 2050, υπογραμμίζει τη σημασία των nZEB ως μοχλού για την πράσινη μετάβαση.

Η ανάλυση καταδεικνύει ότι, ενώ έχει επιτευχθεί πρόοδος στη θέσπιση και τυποποίηση των ορισμών, οι διαφοροποιήσεις στα επίπεδα φιλοδοξίας μεταξύ των κρατών-μελών θέτουν ζητήματα ισοτιμίας και συγκρισιμότητας. Επίσης, η έλλειψη εναρμονισμένης μεθοδολογίας παρακολούθησης των επιδόσεων μετά την κατοίκηση

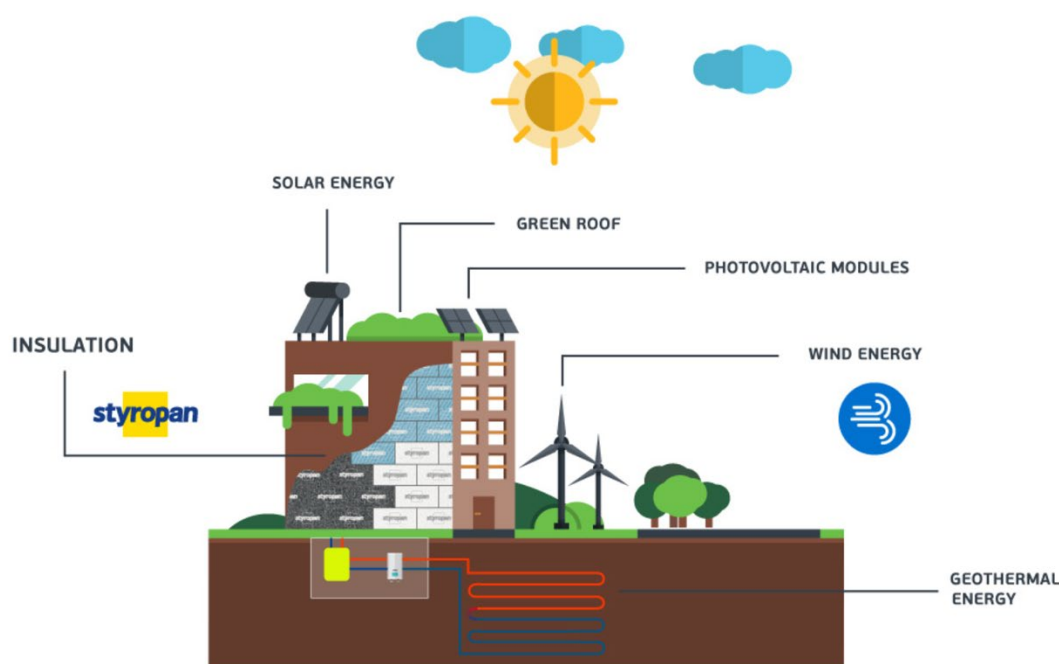
περιορίζει τη δυνατότητα αξιολόγησης της πραγματικής αποδοτικότητας. Παρά τις προκλήσεις, τα nZEB αποτελούν κρίσιμο εργαλείο για την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% έως το 2020 και 27% έως το 2030, καθώς και για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής οικονομίας μέσω της προώθησης της καινοτομίας και της απασχόλησης στον κατασκευαστικό τομέα (CRES, n.d.).

Η πορεία προς τα nZEB, πέρα από τεχνικό και οικονομικό ζήτημα, συνιστά και κοινωνική πρόκληση, καθώς απαιτεί αλλαγές στη νοοτροπία των χρηστών, στην εκπαίδευση των επαγγελματιών και στη συνολική κουλτούρα του κτιριακού σχεδιασμού. Η έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας δεν αφορά πλέον μόνο την τεχνολογία, αλλά και την αλληλεπίδραση με τις κοινωνικές αξίες, τις πολιτικές προτεραιότητες και την περιβαλλοντική συνείδηση.

1.2. Τεχνολογικά χαρακτηριστικά & παθητικά συστήματα nZEB κτιρίων

Τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) δεν βασίζονται αποκλειστικά σε μία κατηγορία μέτρων, αντίθετα, ενσωματώνουν παθητικά συστήματα και τεχνολογικά χαρακτηριστικά σε μια ενιαία αρχιτεκτονική και ενεργειακή στρατηγική (D'Agostino & Mazzarella, 2019). Η επιτυχία ενός nZEB εξαρτάται από τον τρόπο που οι επιμέρους τεχνολογίες αλληλεπιδρούν, δημιουργώντας συνέργειες που ενισχύουν την ενεργειακή αποδοτικότητα. Ακολουθεί η επιμέρους ανάλυση των τεχνολογικών χαρακτηριστικών και παθητικών συστημάτων ενός nZEB κτιρίου.

The great thermal insulation aspect is a fundamental parameter for the construction of a nearly zero energy building.



Εικόνα 1: Όψη κτιρίου nZEB με παθητικά συστήματα

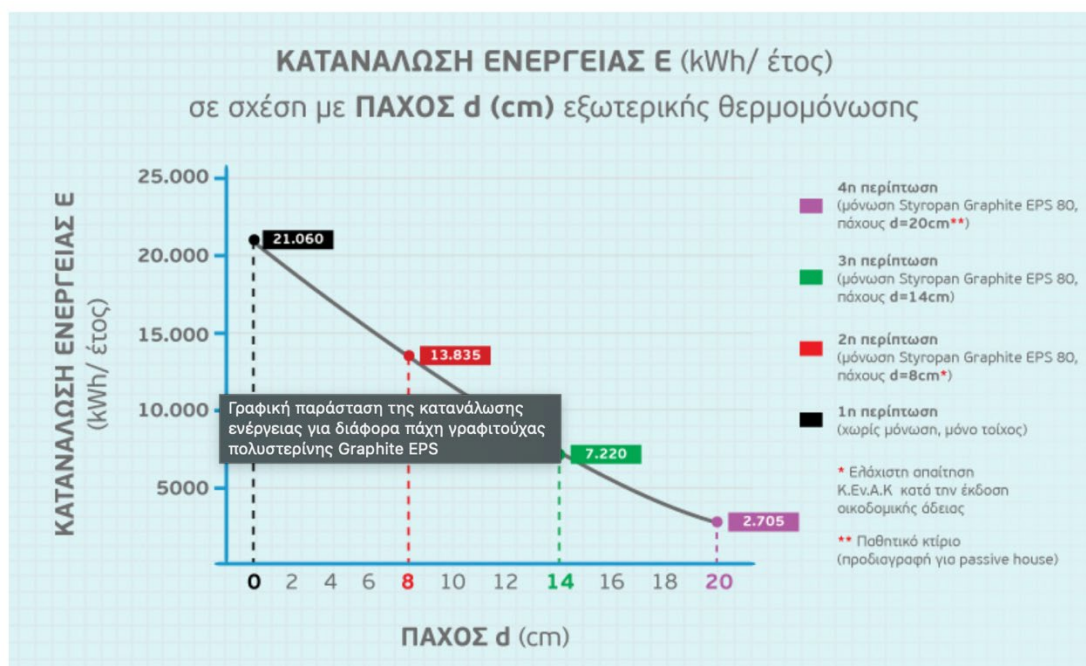
1.2.1. Τεχνολογικά χαρακτηριστικά

1.2.2. Κέλυφος Κτιρίου και Θερμομονωτικά Συστήματα

Το κέλυφος αποτελεί το βασικό στοιχείο που καθορίζει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB). Η ποιότητα της θερμομόνωσης, η αεροστεγανότητα και η διαχείριση θερμογεφυρών είναι καθοριστικοί παράγοντες για τη μείωση της ενεργειακής ζήτησης σε θέρμανση και ψύξη (Papadopoulos et al., 2025). Τα nZEB αξιοποιούν υλικά υψηλών θερμομονωτικών ιδιοτήτων, όπως πολυουρεθάνη, εξηλασμένη και διογκωμένη πολυστερίνη, αλλά και καινοτόμα βιοϋλικά με χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα (BPIE, 2021).

Επιπλέον, ιδιαίτερη σημασία έχει η ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών, που αποτελούν σημεία έντονης θερμικής απώλειας. Η βελτίωση της αεροστεγανότητας μέσω ειδικών μεμβρανών, διπλών ή τριπλών υαλοπινάκων και χαμηλών συντελεστών U στα κουφώματα συμβάλλει στη δραστική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης (CRES, n.d.). Σύμφωνα με έρευνες, η σωστή θερμομονωτική προστασία μπορεί να

μειώσει την ενεργειακή ζήτηση έως και 50%, γεγονός που καθιστά το κέλυφος το πλέον κρίσιμο σημείο σχεδιασμού για τα nZEB (European Commission, 2020).



Διάγραμμα 3:
Συγκριτική επίδραση θερμομόνωσης και αεροστεγανότητας στην κατανάλωση ενέργειας nZEB
(Πηγή: BPIE, 2021)

1.2.3. Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

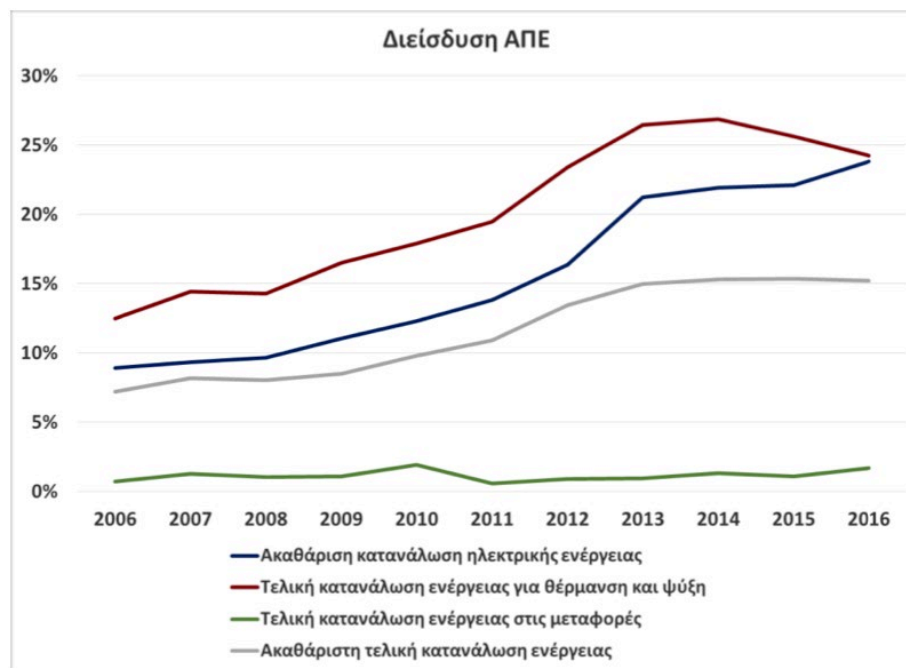
Η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) αποτελεί θεμελιώδη αρχή για την επίτευξη της σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης. Τα πιο διαδεδομένα συστήματα περιλαμβάνουν:

- Φωτοβολταϊκά (PV): εγκαθίστανται σε στέγες ή προσόψεις, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια για ιδιοκατανάλωση ή τροφοδότηση του δικτύου. Σύμφωνα με τον International Energy Agency (IEA, 2022), τα κτίρια που αξιοποιούν PV μπορούν να καλύψουν έως και το 60–80% των ενεργειακών τους αναγκών.
- Ηλιοθερμικά συστήματα: χρησιμοποιούνται για ζεστό νερό χρήσης και υποβοήθηση θέρμανσης, ιδίως σε μεσογειακά κλίματα (Santamouris, 2016).
- Γεωθερμία: μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας επιτυγχάνεται θέρμανση και ψύξη με υψηλή ενεργειακή απόδοση ($COP > 4$), μειώνοντας την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα (Zografakisetal., 2019).

- Μικρές ανεμογεννήτριες: εφαρμόζονται σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό, αν και έχουν περιορισμένη χρήση στα αστικά περιβάλλοντα (IEA, 2022).

Βέβαια η χρήση υβριδικών λύσεων, όπου συνδυάζονται φωτοβολταϊκά με αντλίες θερμότητας ή αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες, ενισχύει την ενεργειακή αυτονομία και την ανθεκτικότητα των κτιρίων (neZEH, 2015). Αποτελεί ωστόσο ακόμα πρόκληση η εφαρμογή τους, εφόσον απαιτείται η χρήση πολύπλοκων μηχανολογικών συστημάτων διαχείρισης, με σημαντικές απαιτήσεις χώρου.

Αξιοσημείωτη είναι η συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας, όπου κατέγραψε αξιοσημείωτη άνοδο την περίοδο 2006–2016. Συγκεκριμένα, το 2016 το μερίδιο των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έφτασε το 15,2%, ποσοστό που αντιστοιχεί σε υπερδιπλάσια τιμή σε σχέση με εκείνη του 2006 (Διάγραμμα 4).



Διάγραμμα 4: Συνολικά και ειδικά μερίδια συμμετοχής των ΑΠΕ στο εγχώριο ενεργειακό σύστημα στη βάση μεθοδολογίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

(Πηγή: AIP, 2020)

1.2.4. Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης (BEMS)

Τα Building Energy Management Systems (BEMS) αποτελούν κεντρικό στοιχείο των nZEB, καθώς επιτρέπουν την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Μέσω έξυπνων αισθητήρων, μετρητών και αλγορίθμων, τα BEMS συμβάλλουν στη διασφάλιση ότι η παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας εξισορροπούνται, μειώνοντας τη σπατάλη (Kolokotsaetal., 2016).

Οι λειτουργίες τους περιλαμβάνουν:

- Έλεγχο συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού.
- Ενσωμάτωση με ΑΠΕ και μπαταρίες αποθήκευσης.
- Πρόβλεψη ενεργειακής ζήτησης με χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.
- Δυνατότητα τηλεχειρισμού μέσω «έξυπνων» εφαρμογών (IEA, 2021).

Η εφαρμογή BEMS έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση κατά 20–30%, ενώ παράλληλα βελτιώνει την εσωτερική άνεση (Cuce&Riffat, 2015). Σε τουριστικά καταλύματα, όπως αποδείχθηκε από το έργο neZEH, τα BEMS αποτελούν κρίσιμο εργαλείο για τον περιορισμό λειτουργικού κόστους (neZEH, 2015).

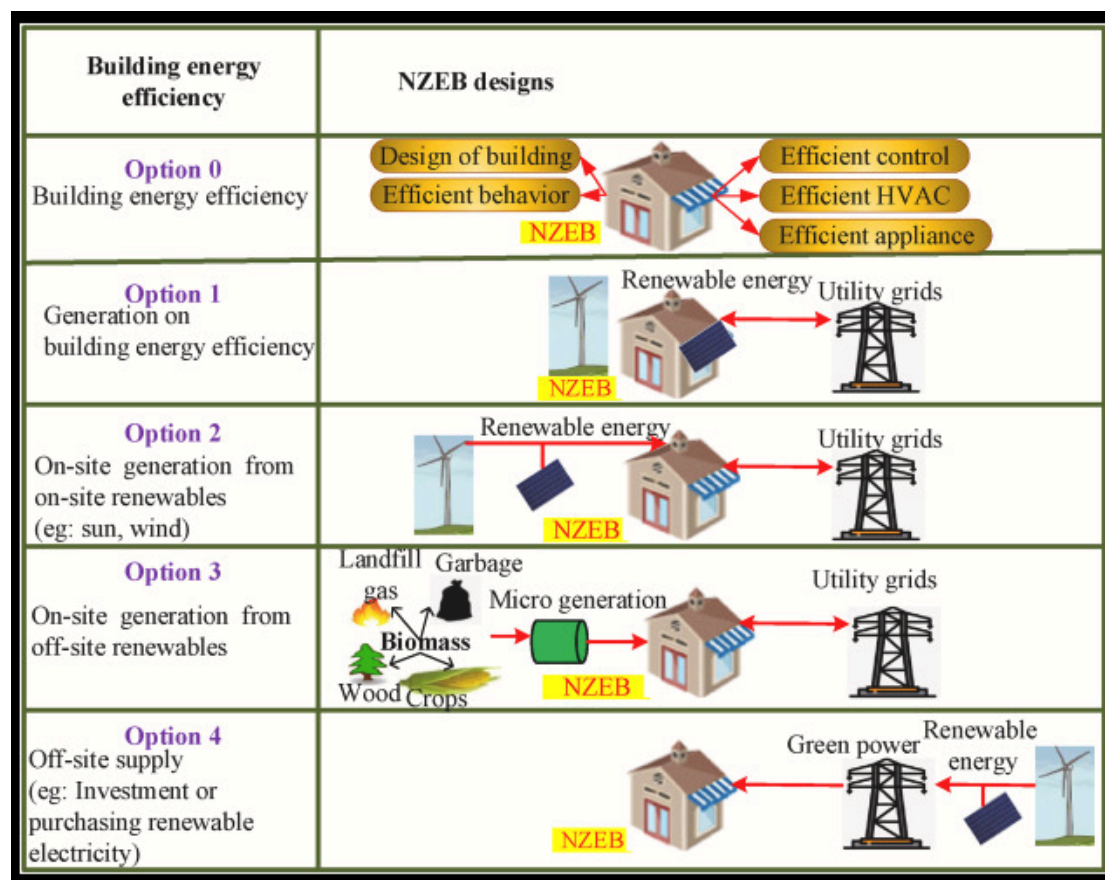
1.2.5. Αποθήκευση Ενέργειας

Η αποθήκευση ενέργειας αποτελεί στρατηγικό παράγοντα για την ενεργειακή αυτονομία των nZEB. Η συνηθέστερη τεχνολογία είναι οι ηλεκτρικές μπαταρίες (λιθίου-ιόντων), οι οποίες αποθηκεύουν την πλεονάζουσα παραγωγή από ΑΠΕ και την καθιστούν διαθέσιμη σε περιόδους υψηλής ζήτησης (Luoetal., 2015). Αξίζει να σημειωθεί, πως σε περίπτωση που το πλεόνασμα ενέργειας υπερκαλύπτει τη δυνατότητα αποθήκευσης, τότε θα πρέπει το σύστημα να αποβάλει ενέργεια στο περιβάλλον, σημείο που θεωρείται σπατάλη και όχι εξοικονόμηση.

Άλλες τεχνολογίες περιλαμβάνουν:

- Θερμική αποθήκευση μέσω δεξαμενών ζεστού νερού ή υλικών αλλαγής φάσης (PCM).
- Αποθήκευση σε υδρογόνο, σε πειραματικό στάδιο, με προοπτική ενσωμάτωσης στα κτίρια του μέλλοντος (IEA, 2021).

Η ύπαρξη αποθήκευσης καθιστά τα nZEB πιο ανθεκτικά σε διακυμάνσεις του δικτύου και μειώνει την εξάρτηση από εξωτερικούς παρόχους.



Εικόνα 2 : Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας και δυνατότητες εφαρμογής σε nZEB (Πηγή: Luoetal., 2015)

1.2.6. Συστήματα Φωτισμού και Αυτοματισμοί

Η χρήση **φωτισμού LED** σε συνδυασμό με αισθητήρες κίνησης μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Έρευνες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση φωτισμού μπορεί να μειωθεί έως και 60% με την εφαρμογή έξυπνων αυτοματισμών (Dubois & Blomsterberg, 2011).

Η ολοκλήρωση του φωτισμού με φυσικό φως μέσω **ηλιοτροπικών συστημάτων** και **φωτοσωλήνων** ενισχύει περαιτέρω την αποδοτικότητα, βελτιώνοντας την ποιότητα εσωτερικών χώρων.

Guidelines for installed LPD (W/m²), reduction factors and LENI (kWh/m² yr).

Type of room	LPD (W/m ²)	Reduction factor			LENI (kWh/m ² yr)		
		Manual control	Absence/presence control	Daylight control	Manual control	+ Absence/presence control	+ Daylight control
Individual office rooms (>10 m ²)							
Obl.	10	0.8	0.75	0.56	20	15	8
Pref.	8	0.8	0.75	0.56	16	12	7
Large office rooms (>12 m ²)							
Obl.	12	1	0.90	0.77	30	27	21
Pref.	10	1	0.90	0.77	25	23	17
Corridor							
Obl.	8	1	0.75	0.57	20	15	9
Pref.	6	1	0.75	0.57	15	11	6

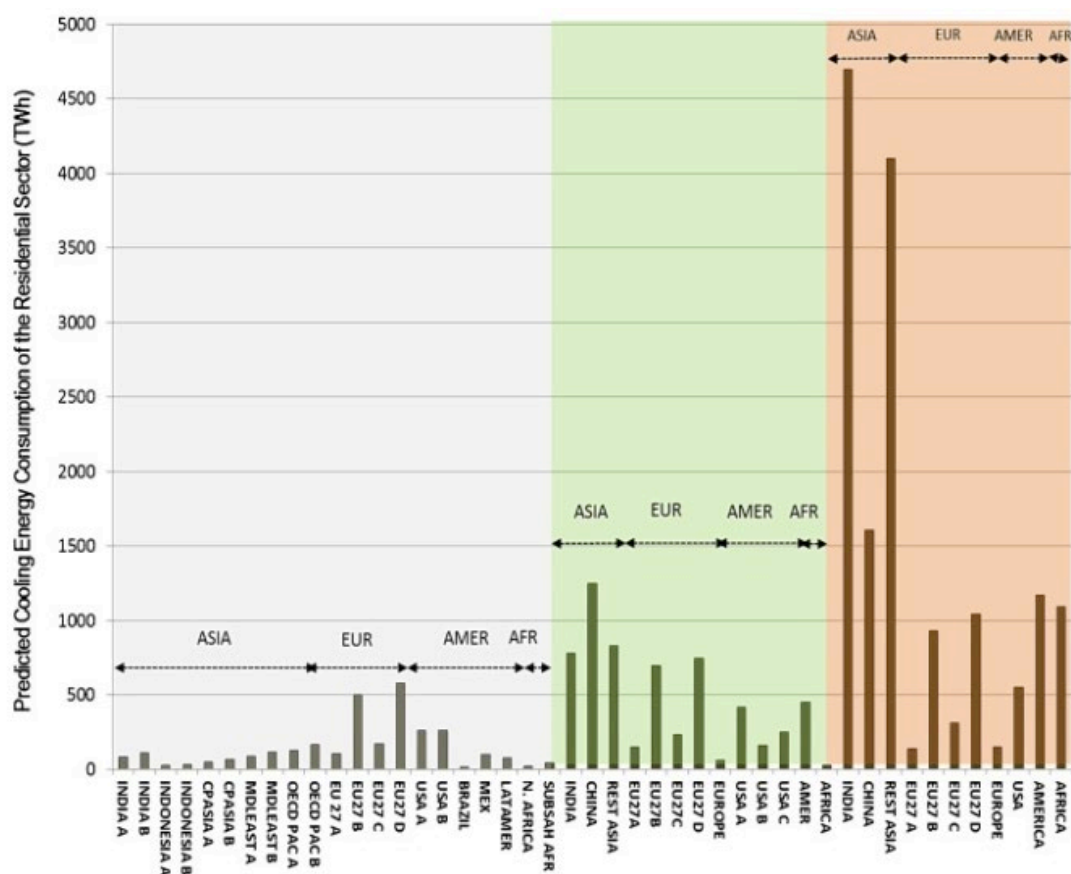
Πίνακας 4: Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω συστημάτων φωτισμού σε nZEB

(Πηγή: Dubois & Blomsterberg, 2011)

1.3. Παθητικά Συστήματα στα nZEB

1.3.1. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Προσανατολισμός

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί τη βάση κάθε nZEB, καθώς μειώνει δραστικά την ενεργειακή ζήτηση χωρίς τη χρήση μηχανολογικών συστημάτων. Ο βέλτιστος προσανατολισμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων επιτρέπουν τη βέλτιστη εκμετάλλευση του ηλιακού κέρδους τον χειμώνα και την αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι (Santamouris, 2016).



Διάγραμμα 5: Προβλεπόμενη μελλοντική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη κατοικιών. Η μπλε ζώνη (αριστερό μέρος του διαγράμματος) αφορά το 2030, η πράσινη (μεσαίο μέρος του διαγράμματος) το 2050 και η κόκκινη (δεξί μέρος) το 2100 (Πηγή: Santamouris, 2016)

1.3.2 Φυσικός Φωτισμός

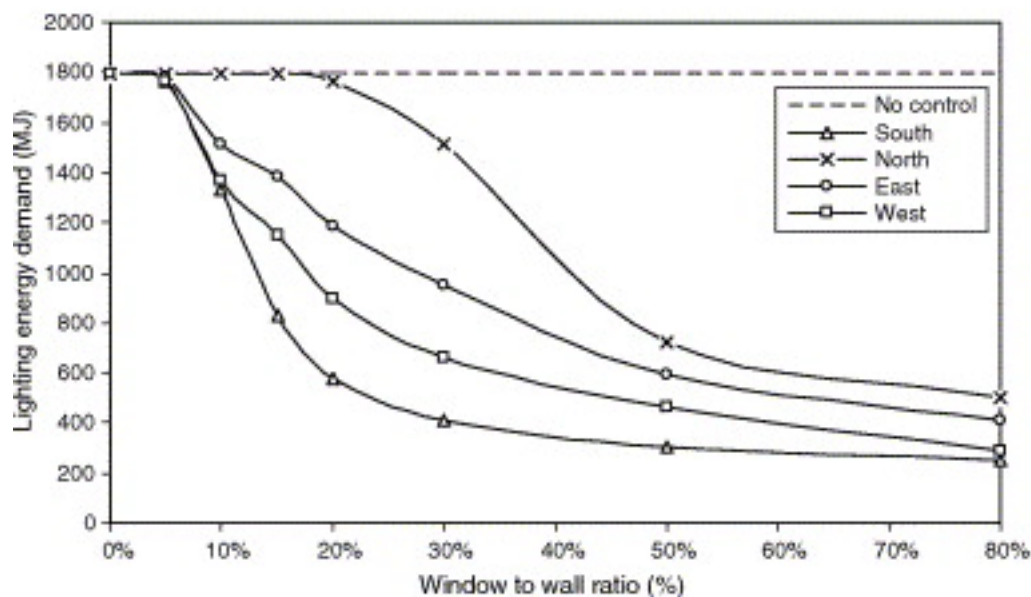
Ο φυσικός φωτισμός αποτελεί θεμελιώδες παθητικό σύστημα για τα nZEB, μειώνοντας σημαντικά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό. Βέβαια αυτό σημειώνει αξιόλογη εξοικονόμηση ενέργειας σε περιπτώσεις κτιρίων με γραφεία και όχι τόσο σε κατοικίες, όπου η κατανάλωση ενέργειας για τον φωτισμό θεωρείται αμελητέα. Η αξιοποίηση του ηλιακού φωτός μέσω κατάλληλου σχεδιασμού ανοιγμάτων, φωτοσωλήνων (lighttubes) και ανακλαστικών επιφανειών μπορεί να μειώσει την κατανάλωση έως και 40% (Tzempelikos & Athienitis, 2007).

Η εφαρμογή στρατηγικών όπως:

- μεγάλα νότια ανοίγματα με υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης, απαραίτητως με την κατάλληλη σκίαση,
- ανακλαστήρες οροφής (lightshelves),
- διάχυση φωτός μέσω ημιδιαφανών επιφανειών,

βελτιώνουν την ομοιομορφία του φωτισμού και περιορίζουν την ανάγκη για ηλεκτρικά φωτιστικά σώματα. Παράλληλα, η βελτίωση του φυσικού φωτισμού έχει θετική επίδραση στην ψυχολογία και παραγωγικότητα των χρηστών (Dubois&Blomsterberg, 2011).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η επίδραση της αναλογίας παραθύρων προς τοίχους στην ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό, για διαφορετικούς προσανατολισμούς. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης φυσικού φωτισμού, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό, υποθέτοντας ενεργό έλεγχο, μειώνεται με την αναλογία παραθύρων προς τοίχους για όλους τους προσανατολισμούς. Οι νότιες προσόψεις έχουν υψηλότερο DAR και επομένως απαιτείται λιγότερη ενέργεια για τον φωτισμό του χώρου. Για αναλογία παραθύρου προς τοίχο 30%, η ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έχει ήδη μειωθεί κατά 77% (από 1800 MJ σε 413 MJ) σε σύγκριση με τον παθητικό έλεγχο φωτισμού και πρακτικά δεν μειώνεται περαιτέρω για μεγαλύτερες επιφάνειες παραθύρων. Για τις βόρειες προσόψεις, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό παραμένει στα 1800 MJ για αναλογίες παραθύρων προς τοίχους μικρότερες του 20%, επειδή η φωτεινότητα του επιπέδου εργασίας δεν φτάνει ποτέ τα 500 lux για μικρές επιφάνειες υαλοπινάκων (Tzempelikos & Athienitis, 2007).

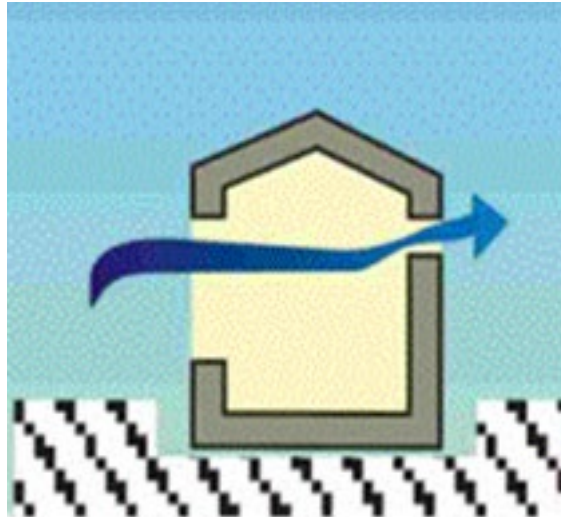


Διάγραμμα 6: Η επίδραση της αναλογίας παραθύρων προς τοίχους στην ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό, για διαφορετικούς προσανατολισμούς. Η ένδειξη «Nocontrol» αναφέρεται στον παθητικό έλεγχο φωτισμού (Πηγή: Tzempelikos & Athienitis, 2007).

1.3.3 Φυσικός Αερισμός και Θερμική Άνεση

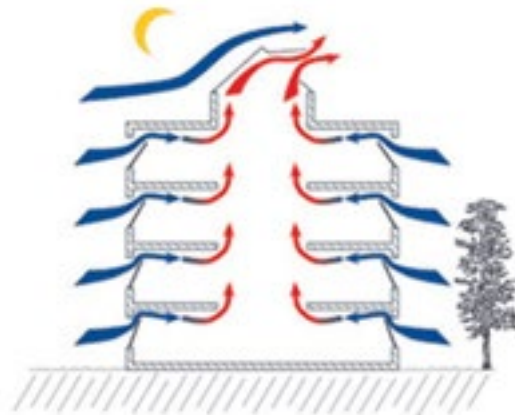
Ο φυσικός αερισμός χρησιμοποιείται για τη βελτίωση της ποιότητας αέρα και τη μείωση των φορτίων ψύξης. Μέσα από τη στρατηγική διάταξη παραθύρων, φεγγιτών και ανοιγμάτων οροφής, δημιουργούνται συνθήκες **διαμπερούς αερισμού**, που εξασφαλίζουν φυσική ανανέωση αέρα (Santamouris & Kolokotsa, 2013).

Σε συνδυασμό με συστήματα μηχανικού αερισμού με ανάκτηση θερμότητας (**MVHR**), η εξοικονόμηση ενέργειας φθάνει το 50% (IEA, 2020). Τα «νυχτερινά δροσιστικά συστήματα» αξιοποιούν την πτώση θερμοκρασίας τις βραδινές ώρες, αποθηκεύοντας ψύξη στη θερμική μάζα του κτιρίου (Kolokotronietal., 2015).



Εικόνα 3: Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)

Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm



Εικόνα 4: Φυσικός αερισμός

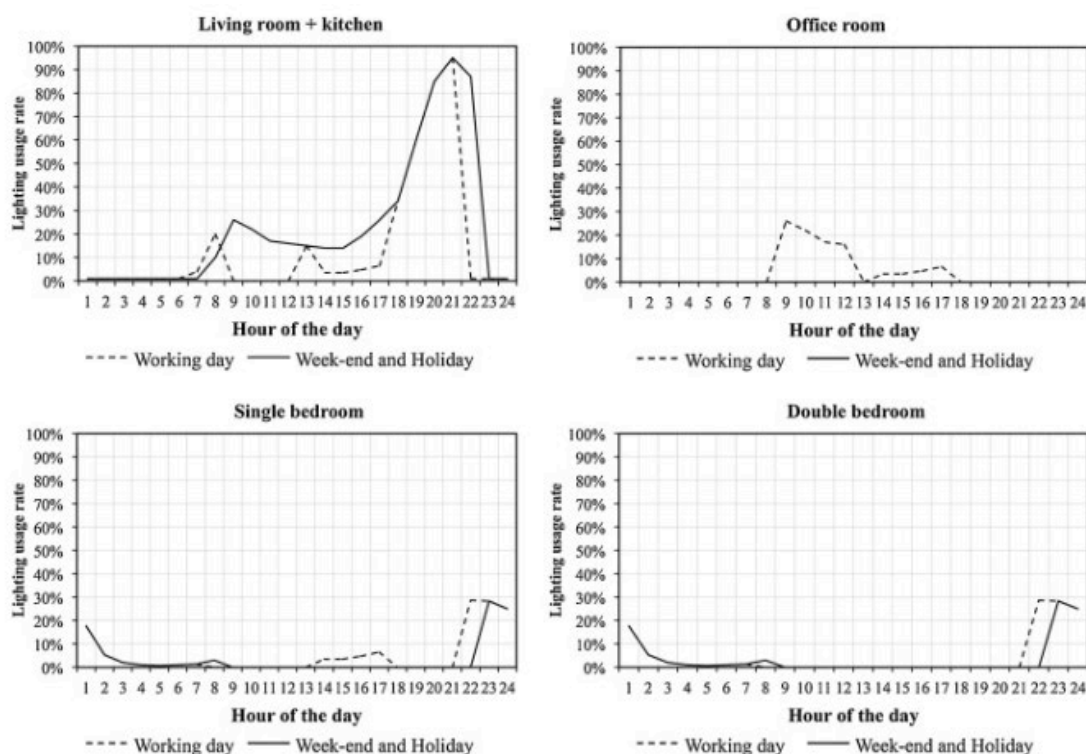
Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm

1.3.4 Συστήματα Σκίασης

Η σκίαση αποτελεί κρίσιμο παθητικό μέτρο για την αποφυγή υπερθέρμανσης και τη μείωση των φορτίων ψύξης. Στα nZEB χρησιμοποιούνται τόσο **σταθερά** όσο και **κινητά** συστήματα σκίασης:

- **Σταθερά:** πέργκολες, προεξοχές, περσίδες.
- **Κινητά:** αυτόματες περσίδες, εξωτερικές κουρτίνες, φωτοχρωμικά υλικά.

Η έξυπνη σκίαση συνδέεται με BEMS, ώστε να προσαρμόζεται δυναμικά στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, εξισορροπώντας την ανάγκη για φωτισμό και θερμική προστασία (Carlucci et al., 2015).



Διάγραμμα 7: Ποσοστά χρήσης φωτισμού ανεξάρτητης κατοικίας μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης στη νότια Ιταλία, με στόχο την ελαχιστοποίηση της θερμικής και οπτικής δυσφορίας.

(Πηγή: Carlucci et al., 2015)

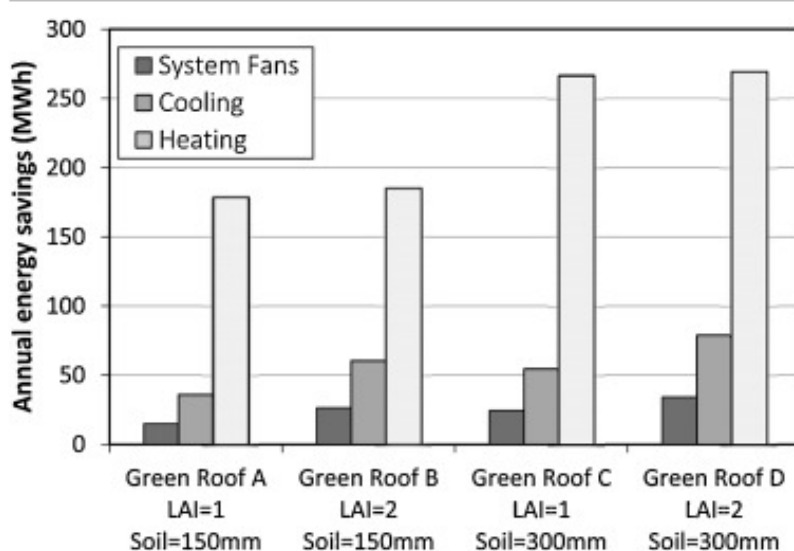
1.3.5 Παθητική ηλιακή θέρμανση

Τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) αξιοποιούν προηγμένες τεχνικές παθητικής ηλιακής θέρμανσης, οι οποίες συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από μηχανικά συστήματα και ενισχύουν τη συνολική βιωσιμότητα του κτιρίου. Ενδεικτικά παραδείγματα τέτοιων τεχνικών αποτελούν τα θερμοκήπια και οι ηλιακοί χώροι που συγκεντρώνουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας, οι τοίχοι Trombe, ηλιακές προσόψεις με υαλοπίνακα και μάζα αποθήκευσης που εξασφαλίζουν καθυστερημένη απόδοση θερμότητας στον εσωτερικό χώρο, καθώς και τα διπλά κελύφη (double skin façades), τα οποία λειτουργούν ως ρυθμιστικοί χώροι θερμότητας και αερισμού (Gonzalo & Haberl, 2010).

Η εφαρμογή αυτών των συστημάτων μειώνει σημαντικά τη ζήτηση για μηχανική θέρμανση, περιορίζοντας το λειτουργικό κόστος και ενισχύοντας την περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων (Gonzalo & Haberl, 2010). Παράλληλα, η θερμική μάζα υλικών όπως η πέτρα ή το σκυρόδεμα λειτουργεί ως ρυθμιστής θερμοκρασίας, απορροφώντας θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποδίδοντάς την σταδιακά κατά τη νύχτα (Zhangetal., 2018). Συμπληρωματικά, η ενσωμάτωση φυτεμένων δωμάτων και κάθετων φυτεύσεων συνεισφέρει στην απορρόφηση θερμότητας, περιορίζει το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και βελτιώνει τη θερμική άνεση (IEA, 2020).

1.3.6 Χρήση φυτεμένων δωμάτων και κατακόρυφων κήπων

Τα φυτεμένα δώματα και οι κατακόρυφοι κήποι αποτελούν στρατηγικές παθητικού σχεδιασμού με πολλαπλά οφέλη. Βελτιώνουν τη θερμομόνωση, μειώνουν την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας, περιορίζουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και αυξάνουν τη βιοποικιλότητα (Berardi, 2016). Για τουριστικά καταλύματα, προσφέρουν και αισθητική αξία, βελτιώνοντας την εμπειρία των επισκεπτών (Berardi, 2016).



Διάγραμμα 8: Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας με την προσθήκη των διαφόρων ανακαινίσεων πράσινων στεγών διαιρούμενη ανά τελική χρήση. (Πηγή: Berardi, 2016)

Ωστόσο η επιτυχία των nZEB δεν προκύπτει από την εφαρμογή μεμονωμένων μέτρων, αλλά από την **ολιστική ενσωμάτωση** παθητικών και ενεργητικών

στρατηγικών. Η συνέργεια μεταξύ βιοκλιματικού σχεδιασμού, συστημάτων ΑΠΕ, BEMS και αποθήκευσης οδηγεί σε κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ή ακόμη και θετικό ισοζύγιο ενέργειας (Zangherietal., 2018).

1.4. Εφαρμογή των nZEB: Προβληματισμοί και ενεργειακά δεδομένα Ελλάδας και Ευρώπης

Ο ορισμός των κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB), όπως αυτός διατυπώνεται στην Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων – EPBD (2010), στηρίζεται σε ποιοτικά περισσότερο παρά σε ποσοτικά κριτήρια. Η αναφορά σε «σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας» και «σε πολύ μεγάλο βαθμό» συμμετοχής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) αφήνει σημαντικά περιθώρια ερμηνείας (Buildings Performance Institute Europe [BPIE], 2011). Η ασάφεια αυτή επιτρέπει στα κράτη-μέλη να προσαρμόσουν τον ορισμό στα δικά τους δεδομένα, αλλά ταυτόχρονα δημιουργεί προκλήσεις ως προς την εφαρμογή και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Παρατηρώντας τον πίνακα που ακολουθεί διαπιστώνεται πως, ενώ όλα τα κράτη μέλη έχουν υιοθετήσει αριθμητικούς δείκτες για την πρωτογενή ενέργεια, οι φιλοδοξίες και η εφαρμογή ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό. Μόνο ένα υποσύνολο χωρών παρακολουθεί συστηματικά την απόδοση μετά την κατοίκηση, η οποία είναι κρίσιμη για να διασφαλιστεί ότι οι σχεδιαστικοί στόχοι μεταφράζονται σε πραγματική ενεργειακή απόδοση.

Country/Region	Was nZEB legislation in place for public buildings by January 2019?	Was nZEB legislation in place for all buildings by January 2021?	Is there a numerical indicator of primary energy use expressed in kWh/m ² per year?	Are renewable energy requirements clearly specified?
Austria	✓	✓	✗	✓
BE - Brussels	✓	✓	✓	✗
BE - Flanders	✓	✓	✗	✓
BE - Wallonia	✓	✓	✓	✗
Bulgaria	✓	✗	✓	✓
Croatia	✓	✓	✓	✓
Cyprus	✓	✓	✓	✗
Czechia	✓	✓	✓	✗
Denmark	✓	✓	✓	✓
Estonia	✓	✓	✓	✗
Finland	✓	✓	✓	✗
France	✓	✓	✓	✓
Germany	✗	✓	✗	✓
Greece	✗	✗	✓	✓
Hungary	✗	✗	✓	✓
Ireland	✓	✓	✓	✓
Italy	✓	✓	✗	✓
Latvia	✓	✓	✓	✗
Lithuania	✓	✓	✓	✓
Luxembourg	✓	✓	✗	✗
Malta	✓	✓	✓	✗
Netherlands	✓	✓	✓	✓
Poland	✓	✓	✓	✗
Portugal	✓	✓	✗	✓
Romania	✓	✓	✓	✓
Slovakia	✓	✓	✓	✗
Slovenia	✓	✓	✓	✓
Spain	✗	✓	✓	✓
Sweden	✓	✓	✓	✗

Πίνακας 5 : Απαιτήσεις για ΑΠΕ με βάση τα πρότυπα των nZEB

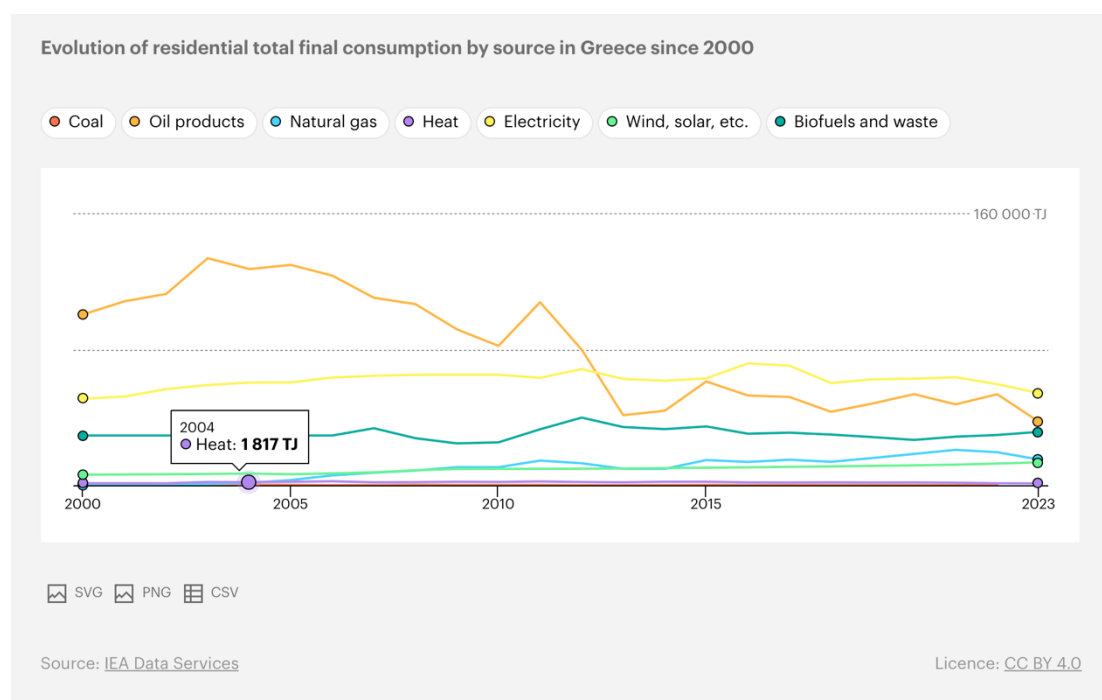
Πηγή: (Papadopoulos, Xypolias, & Mavridis, 2025).

Επιλέον, κεντρικά ερωτήματα που τίθενται περιλαμβάνουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη ισορροπία μεταξύ **ενεργειακής απόδοσης** μέσω παθητικών συστημάτων (όπως θερμομόνωση, αεροστεγανότητα, βιοκλιματικός σχεδιασμός) και **ενσωμάτωσης ΑΠΕ** για την κάλυψη των υπολοίπων ενεργειακών αναγκών. Επιπλέον, απαιτείται καθορισμός του βέλτιστου ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ, καθώς και του χρονικού ορίζοντα για τον υπολογισμό της ενεργειακής ισορροπίας, δεδομένων των ημερήσιων και εποχικών διακυμάνσεων στην παραγωγή τους (BPIE, 2011).

Στο πλαίσιο αυτό, η **ευρωπαϊκή εμπειρία** αναδεικνύει πρακτικές που συνδυάζουν τεχνολογικά χαρακτηριστικά και ΑΠΕ σε διαφορετικές κλιματικές και κοινωνικές συνθήκες. Σκανδιναβικές χώρες, για παράδειγμα, εφαρμόζουν εκτεταμένα

συστήματα τηλεθέρμανσης βασισμένα σε βιομάζα ή γεωθερμία, επιτυγχάνοντας συλλογική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Αντίθετα, χώρες της Μεσογείου, όπως η Ελλάδα, αν και διαθέτουν πλούσιο ηλιακό δυναμικό, στηρίζονται κυρίως σε αποκεντρωμένες λύσεις (φωτοβολταϊκά σε στέγες, ηλιακούς θερμοσίφωνες), χωρίς να έχει επιτευχθεί ακόμη ευρεία και συντονισμένη ενσωμάτωση ΑΠΕ σε στρατηγικό επίπεδο (Papadopoulos, Xypolias, & Mavridis, 2025).

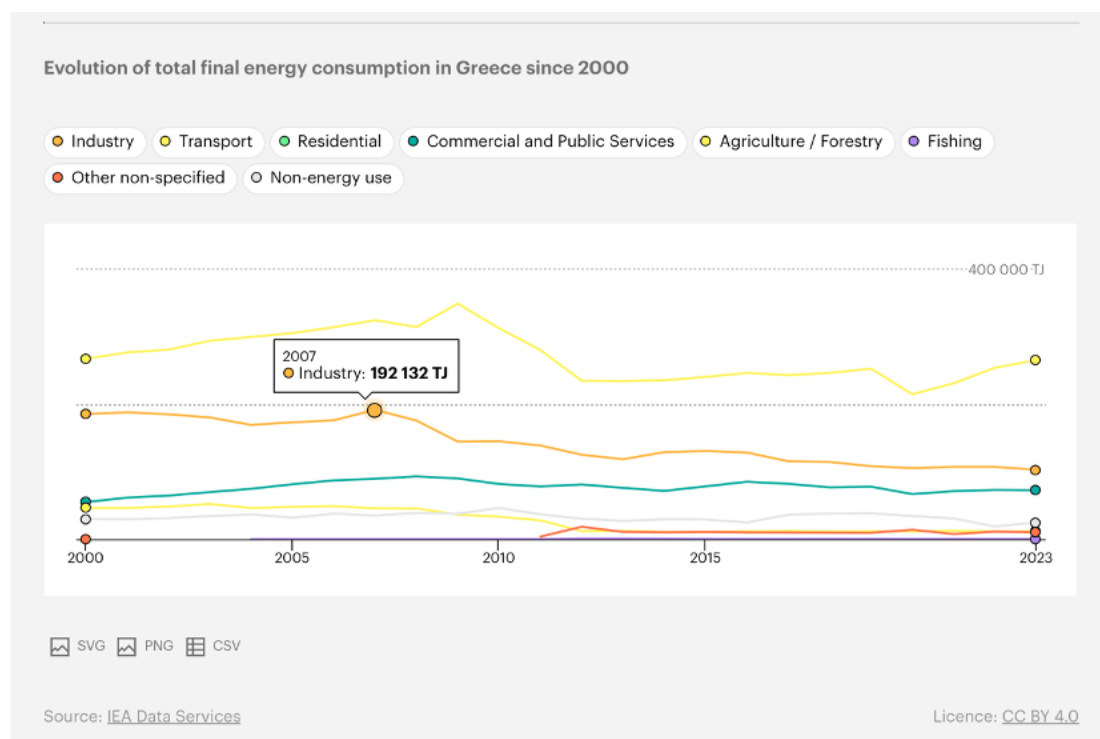
Η υφιστάμενη κατάσταση αποτυπώνεται και μέσα από τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας. Στον **οικιακό τομέα**, η ανάλυση της περιόδου 2000–2023 δείχνει σημαντικές αλλαγές (διάγραμμα 9) η χρήση πετρελαίου μειώθηκε δραστικά μετά την οικονομική κρίση, η ηλεκτρική ενέργεια ακολούθησε σταθερά ανοδική πορεία, το φυσικό αέριο ενισχύθηκε κυρίως στα μεγάλα αστικά κέντρα, ενώ οι ΑΠΕ παρουσίασαν περιορισμένη αλλά αυξανόμενη διείσδυση (International Energy Agency [IEA], 2023a). Η εικόνα αυτή καταδεικνύει ότι η Ελλάδα εξακολουθεί να εμφανίζει ενεργοβόρο οικιακό τομέα σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες και χρειάζεται η εφαρμογή του κανονισμού για την εξωτερική θερμομόνωση.



Διάγραμμα 9: «Εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά νοικοκυριά ανά πηγή (2000–2023)»

Πηγή: International Energy Agency. (2023). <https://www.iea.org/data-and-statistics>

Αντίστοιχα, η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα διαφοροποιείται ανά τομέα (διάγραμμα 10). Ο τομέας των μεταφορών παραμένει ο μεγαλύτερος καταναλωτής, παρουσιάζοντας έντονες διακυμάνσεις σε συνάρτηση με την οικονομική δραστηριότητα και την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Ο βιομηχανικός τομέας κατέγραψε κορύφωση το 2007, για να ακολουθήσει απότομη πτώση μετά την κρίση, ενώ ο οικιακός τομέας παραμένει σχετικά σταθερός. Αντίθετα, οι εμπορικές και δημόσιες υπηρεσίες εμφανίζουν αυξητική τάση, γεγονός που συνδέεται με την αστικοποίηση και τη μεγαλύτερη ζήτηση υπηρεσιών υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης (IEA, 2023b). Τα δεδομένα αυτά καθιστούν αναγκαία την προώθηση πρακτικών nZEB, ειδικά στους τομείς των κτιρίων και των υπηρεσιών, ώστε να επιτευχθεί μείωση της συνολικής ενεργειακής εξάρτησης.



Διάγραμμα 10: «Εξέλιξη της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα ανά τομέα (2000–2023)»

Πηγή: International Energy Agency. (2023). <https://www.iea.org/data-and-statistics>

Συνοψίζοντας, οι προβληματισμοί γύρω από την εφαρμογή των nZEB στην Ελλάδα και στην Ευρώπη σχετίζονται άμεσα με την ευελιξία του ορισμού, την ισορροπία ενεργειακής απόδοσης και ΑΠΕ, αλλά και την προσαρμογή στα ιδιαίτερα ενεργειακά προφίλ κάθε χώρας. Για την Ελλάδα ειδικότερα, η μετάβαση

απαιτεί ενίσχυση των παθητικών συστημάτων, ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ και εναρμόνιση με τις ευρωπαϊκές στρατηγικές, ώστε να εξασφαλιστεί η επίτευξη των κλιματικών στόχων.

2. Εφαρμογή nZEB χαρακτηριστικών στον ξενοδοχειακό κλάδο

2.1. Ο ρόλος των nZEB στον ξενοδοχειακό κλάδο

Ο ξενοδοχειακός κλάδος αποτελεί έναν από τους πιο ενεργοβόρους τομείς της οικονομίας, με δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που φθάνουν έως και το 70% (Tournaki, 2017). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ο τουρισμός αποτελεί την τρίτη μεγαλύτερη βιομηχανία, απασχολώντας περισσότερα από 9,7 εκατομμύρια άτομα, με πάνω από 200.000 καταλύματα και περισσότερες από 600 εκατομμύρια αφίξεις ετησίως, γεγονός που καθιστά τον τομέα στρατηγικής σημασίας για την ενεργειακή μετάβαση (Tournaki, 2017).

Σύμφωνα με το έργο neZEH (nearly Zero Energy Hotels), τα ξενοδοχεία αποτελούν έναν από τους πιο απαιτητικούς τομείς σε ενεργειακή κατανάλωση, καθιστώντας τα ιδανικούς υποψηφίους για μετατροπή σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (Clean Energy Ministerial, n.d.). Η προσέγγιση nZEB συνεισφέρει όχι μόνο στη μείωση του ενεργειακού κόστους, αλλά και στη στρατηγική βιωσιμότητας, ενισχύοντας τη φήμη και την ανταγωνιστικότητα των ξενοδοχειακών επιχειρήσεων (Clean Energy Ministerial, n.d.).

Ο κλάδος της φιλοξενίας ευθύνεται για περίπου 2% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂, με την ενεργειακή κατανάλωση στα ξενοδοχεία να υπερβαίνει συχνά εκείνη των κατοικιών, προσφέροντας έτσι σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης μέσω μέτρων αποδοτικότητας (Tsoutsos, Tournaki, Avellaner de Santos, & Vercellotti, 2013). Επιπλέον, η εμπειρία των επισκεπτών σε ένα nZEB ξενοδοχείο μπορεί να συμβάλει στην ευαισθητοποίηση και διάχυση βιώσιμων πρακτικών σε προσωπικό και ιδιωτικό επίπεδο (Tsoutsos et al., 2011).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση είχε θέσει αυστηρούς στόχους για το 2020 και ακόμη υψηλότερους για το 2050 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, ενώ η αναθεωρημένη Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD recast) απαιτεί όλα τα νέα κτίρια να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (Tsoutsos et al., 2013). Το έργο neZEH, που συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, είχε ως στόχο να υποστηρίξει τα ξενοδοχεία στη μείωση της κατανάλωσης

και στην υιοθέτηση πράσινων τεχνολογιών, συμβάλλοντας στην ανταγωνιστικότητα και στην περιβαλλοντική υπευθυνότητα (Tsoutsosetal., 2013).

Η τεχνολογική διάσταση των nZEB στα ξενοδοχεία περιλαμβάνει τον έλεγχο εσωτερικών φορτίων που προέρχονται από χώρους όπως spa, κουζίνες και πλυντήρια, οδηγώντας σε ειδική κατανάλωση που κυμαίνεται στα 200–400 kWh/m²·έτος στην Ευρώπη (Giuffrida, Nocera, Trovato, Napoli, &Barbaro, 2021). Ο κλιματισμός (HVAC) αντιπροσωπεύει περίπου το 48% της συνολικής κατανάλωσης, καθιστώντας τον στόχο κεντρικό για την εφαρμογή nZEB (Giuffridaetal., 2021). Οι λύσεις περιλαμβάνουν θερμομόνωση, αποφυγή θερμογεφυρών, χρήση αντλιών θερμότητας, ανάκτηση θερμότητας και ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επί τόπου (Stefanoudaki, 2024). Παράλληλα, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός με παθητικά συστήματα όπως ηλιοπροστασία, φυσικός φωτισμός και αερισμός αποτελεί κρίσιμο βήμα για τη μείωση φορτίων (Stefanoudaki, 2024). Ο συνδυασμός αυτών των τεχνολογιών μπορεί να οδηγήσει σε μηδενισμό των λειτουργικών εκπομπών CO₂ (Giuffridaetal., 2021).

Βέβαια, η εφαρμογή των nZEB διαφοροποιείται ανάλογα με το κλίμα και το πολιτισμικό περιβάλλον, με χαρακτηριστικά παραδείγματα το Svart Hotel στη Νορβηγία και το Santo Pure στη Σαντορίνη που αποτελούν και τις μελέτες περίπτωσης της εργασίας. Η μεθοδολογία πολλαπλών κριτηρίων που σταθμίζει ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια επιτρέπει την προσαρμογή του σχεδιασμού ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες (Giuffridaetal., 2021). Για παράδειγμα, στις Συρακούσες, η ανακαίνιση ιστορικού ξενοδοχείου περιλάμβανε θερμομόνωση, αντικατάσταση κουφωμάτων, αντλίες θερμότητας και φωτοβολταϊκά, οδηγώντας σε σημαντικές μειώσεις κατανάλωσης και κόστους (Giuffridaetal., 2021). Σε ζεστά κλίματα, όπως η Σαντορίνη, η προσαρμογή περιλαμβάνει στρατηγική χρήση σκιάσεων, φυσικού φωτισμού και ΑΠΕ (Stefanoudaki, 2024).

Η ευρωπαϊκή πολιτική τονίζει τον ρόλο των ξενοδοχείων ως πρότυπα περιβαλλοντικής απόδοσης, λόγω της υψηλής ενεργειακής τους έντασης (Tsoutsos, Tournaki, Frangou, &Tsitoura, 2018). Παρόλο που υπάρχουν πιλοτικές εφαρμογές στην Ευρώπη, η ποικιλία τυπολογιών (παραθαλάσσια, αστικά, ορεινά, αγροτικά, spa/wellness) καθιστά δύσκολη τη γενίκευση (Tsoutsosetal., 2018). Το έργο neZEH απέδειξε ότι η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί κατά 63%, από 277 kWh/m²·έτος σε 102 kWh/m²·έτος, ενώ η χρήση ΑΠΕ μπορεί να αυξηθεί από 18% σε 46% (Tsoutsosetal., 2018).

Επομένως γίνεται κατανοητό πως η χρήση BEMS (Building Energy Management Systems), σε συνδυασμό με τον παθητικό σχεδιασμό και την ενσωμάτωση ΑΠΕ, προσφέρει ιδιαίτερα σημαντικές ευκαιρίες για τον κλάδο (Martinopoulou et al., 2024). Η σχέση nZEB και βιωσιμότητας ενισχύεται περαιτέρω από τη σύγκλιση έξυπνων τεχνολογιών, πράσινων πιστοποιήσεων και στρατηγικών αναβάθμισης, παρέχοντας ολοκληρωμένες λύσεις για ξενοδοχειακά κτίρια (Borowski, 2023). Η εφαρμογή nZEB αυξάνει την ανταγωνιστικότητα, με μελέτες να δείχνουν ότι βιώσιμα ξενοδοχεία καταγράφουν έως και 30% περισσότερες κρατήσεις λόγω οικολογικών προτιμήσεων των επισκεπτών (Vagena, 2025). Παράλληλα, οι επισκέπτες δείχνουν μεγαλύτερη ικανοποίηση και αφοσίωση σε ξενοδοχεία με οικολογική πιστοποίηση (Vagena, 2025).

Οι πολιτικές ενίσχυσης είναι κρίσιμες για τη μετάβαση, με μέτρα όπως επιχορηγήσεις έως και 50% του κόστους εγκατάστασης ΑΠΕ, πράσινα δάνεια με χαμηλά επιτόκια και υποχρεωτικές πιστοποιήσεις βιωσιμότητας (Vagena, 2025). Τέλος, η ανακαίνιση ξενοδοχείων σύμφωνα με τα πρότυπα nZEB μπορεί να επιτύχει εξοικονόμηση 50–70% στην κατανάλωση ενέργειας, ανάλογα με το κλίμα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κτιρίου (Xypolias, Papadopoulos, & Mavridis, 2022).

2.2. Τεχνολογικά και αρχιτεκτονικά μέτρα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης των nZEH

Η επίτευξη προτύπων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) στα ξενοδοχεία προϋποθέτει πολυκριτηριακή προσέγγιση που συνδυάζει στρατηγικές, αρχιτεκτονικές λύσεις, ενεργητικές τεχνολογίες και συστήματα διαχείρισης, σε συνθήκες επιχειρησιακής συνέχειας και οικονομικού ρεαλισμού (Tournaki, 2017). Η πρωτοβουλία neZEH σχεδιάστηκε ακριβώς για να επιταχύνει ανακαινίσεις υφιστάμενων ξενοδοχείων προς το επίπεδο nZEB, παρέχοντας τεχνική συμβουλευτική, κατάρτιση, πολιτικές προτάσεις και ανάδειξη καλών πρακτικών μέσα από πιλοτικές εφαρμογές (Tournaki, 2017). Κεντρικό εργαλείο της στρατηγικής αυτής ήταν τα εθνικά benchmarks με δείκτες πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²/έτος) και ποσοστά ΑΠΕ ανά χώρα και τυπολογία, ώστε η στοχοθέτηση να ευθυγραμμίζεται με τοπικές αγορές και κλιματικές ιδιαιτερότητες (Tournaki, 2017).

Σε θεσμικό επίπεδο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η αναθεωρημένη Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD recast) κατέστησε

υποχρεωτική τη nZEB συμμόρφωση για όλα τα νέα κτίρια μετά το 2020 (με πρόωρη εφαρμογή για τα δημόσια από το 2018), αυξάνοντας την πίεση για ταχύτερες και βαθύτερες παρεμβάσεις στον τουριστικό κλάδο (Tsoutsos, Tournaki, Avellaner de Santos, & Vercellotti, 2013). Η γεφύρωση του χάσματος μεταξύ προσφοράς και ζήτησης λύσεων επιδιώχθηκε μέσω δικτύωσης της βιομηχανίας κατασκευών με μικρομεσαίους ξενοδόχους και κινητοποίησης τοπικών ενδιαφερομένων (Tsoutsos et al., 2013). Εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων, ενεργειακές επιθεωρήσεις, μελέτες σκοπιμότητας και εξατομικευμένα σχέδια ανακαίνισης διευκόλυναν σταδιακές παρεμβάσεις χωρίς διακοπή λειτουργίας και με μετρήσιμα οφέλη (Tsoutsos et al., 2013).

Τα αποτελέσματα πεδίου τεκμηριώνουν τη δυναμική της προσέγγισης, σε 16 πιλοτικά ξενοδοχεία σε 7 χώρες, η μέση μείωση πρωτογενούς ενέργειας έφθασε το 63% ενώ η διείσδυση ΑΠΕ αυξήθηκε ουσιαστικά, επιβεβαιώνοντας τεχνική και οικονομική σκοπιμότητα (Tournaki, 2017). Σε ενδεικτική εφαρμογή στην Κρήτη, η κατανάλωση μειώθηκε από 281 σε 91 kWh/m²/έτος και το ποσοστό ΑΠΕ ανήλθε από 26% σε 60%, αναδεικνύοντας τον ρόλο συνδυαστικών παρεμβάσεων κελύφους και Η/Μ (Tournaki, 2017). Η ευρύτερη αποτίμηση του neZEH σε Νότια και Βόρεια Ευρώπη δείχνει ότι οι λειτουργίες φιλοξενίας μπορούν να πέσουν κατά μέσο όρο από 277 σε 102 kWh/m²/έτος, ενώ και οι μη-φιλοξενιακές λειτουργίες (spa, εστίαση κ.λπ.) εμφανίζουν μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης με στοχευμένες λύσεις (Tsoutsos, Tournaki, Frangou, & Tsitoura, 2018).

Στο επίπεδο του κτιριακού κελύφους, προτεραιότητα έχει η θερμομονωτική ενίσχυση, η αντιμετώπιση θερμογεφυρών, η αναβάθμιση υαλοπινάκων/κουφωμάτων και ο σχεδιασμός παθητικών στρατηγικών (προσανατολισμός, ηλιοπροστασία, φυσικός αερισμός/φωτισμός), καθώς οι επεμβάσεις αυτές μειώνουν το φορτίο αιχμής και τη βασική ζήτηση (Stefanoudaki, 2024). Η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι ο άρτιος παθητικός σχεδιασμός προηγείται λειτουργικά των ενεργητικών τεχνολογιών, διότι βελτιώνει τη γραμμή βάσης στην οποία θα «δουλέψουν» HVAC, φωτισμός και ΑΠΕ (Stefanoudaki, 2024). Σε ιστορικά ή νησιωτικά σύνολα, η παθητική σκίαση, οι διαβαθμίσεις υπαίθριων & ημιυπαίθριων χώρων αλλά και η ορθολογική διάταξη ανοιγμάτων προσαρμόζουν το nZEB στο τοπικό μικροκλίμα με ελάχιστο οπτικό αποτύπωμα (Stefanoudaki, 2024).

Στα συστήματα HVAC, οι αντλίες θερμότητας αέρος/νερού και ιδιαίτερα οι γεωθερμικές λύσεις με ανάκτηση θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και ZNX

The diagram illustrates the energy balance of a building, showing the relationship between energy production, demand, and supply at the building boundary.

ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ (On-site Energy Production from Renewable Sources):

- Παραγωγή ΑΠΕ (Renewable Energy Production)
- Ενέργεια θερμότητας (Thermal Energy)
- Ενέργεια φώδης (Solar Energy)
- Ηλεκτρική (Electricity)

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ (Energy Needs):

- Ενέργεια θέρμανσης (Heating Energy)
- Ενέργεια φώδης (Solar Energy)
- Ηλεκτρική ενέργεια για φωτισμό (Electricity for lighting)
- Ηλεκτρική ενέργεια για συσκευές (Electricity for appliances)

ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Energy Use):

- ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ (Building Technical Systems)
- Χρήση ενέργειας και παραγωγή (Energy use and production)
- Απώλειες συστήματος και μετατροπής (System and conversion losses)
- Χρήση ενέργειας στο όριο του κτιρίου (Energy use at the building boundary)

ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (On-site Energy Supply):

- Ηλεκτρισμός (Electricity)
- Τηλεθέρμανση (District heating)
- Τηλεψύξη (District cooling)
- Καύσιμα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) (Fuels (renewable and non-renewable))

ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΕΞΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (On-site Energy Demand):

- Ηλεκτρισμός (Electricity)
- Ενέργεια θέρμανσης (Heating Energy)
- Ενέργεια φώδης (Solar Energy)

Ενέργειακές ανάγκες στο όριο του κτιρίου (Energy needs at the building boundary):

- ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (Building Needs)
- Θέρμανση Ψύξη (Heating Cooling)
- Εξασερισμός (Ventilation)
- Ζεστό νερό (Hot water)
- Φωτισμός (Lighting)
- Συσκευές (Appliances)

Ενέργειακές ανάγκες στο όριο του κτιρίου (Energy needs at the building boundary):

- Ηλιακά κέρδη/φορτία (Solar gains/losses)
- Μεταδοση θερμότητας (Heat transfer)
- Εσωτερικά θερμικά κέρδη/φορτία (Internal thermal gains/losses)

Όριο κτιρίου = όριο συστήματος για την επιτόπου παρεχόμενη ενέργεια και εξαγόμενη ενέργεια

[illegible]

31

Ο φωτισμός παραμένει πεδίο άμεσης απόδοσης: ο συνδυασμός LED, dimming, αισθητήρων παρουσίας και daylight harvesting μειώνει σημαντικά τον LENI, με μικρούς χρόνους απόσβεσης και θετική επίδραση στην οπτική άνεση (Dubois & Blomsterberg, 2011). Η στοχευμένη βελτίωση του φωτισμού χώρων με υψηλή χρήση (διάδρομοι, lobby, συνεδριακοί) αποδίδει δυσανάλογα υψηλά οφέλη λόγω ωραρίων λειτουργίας και προτύπων χρήσης στον ξενοδοχειακό κλάδο (Dubois & Blomsterberg, 2011). Επιπλέον, η ολοκλήρωση των ελέγχων φωτισμού με BEMS και δεδομένα πληρότητας ελαχιστοποιεί την αχρείαστη κατανάλωση σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ζήτησης (Borowski, 2023).

Οι ΑΠΕ επί τόπου αποτελούν δομικό στοιχείο της μετάβασης, με ηλιακά θερμικά για ZNX που σε μεσογειακά κλίματα μπορούν να καλύψουν έως και το 80% της ετήσιας ζήτησης, μειώνοντας το φορτίο των αντλιών θερμότητας και το λειτουργικό κόστος (Xyrolias, Papadopoulos, & Mavridis, 2022). Υβριδικές διατάξεις που συνδυάζουν φωτοβολταϊκά, αντλίες θερμότητας και θερμική αποθήκευση αυξάνουν την ανθεκτικότητα του συστήματος και περιορίζουν την αιχμή, βελτιώνοντας τους δείκτες αυτοκατανάλωσης (Xyrolias et al., 2022). Στο επίπεδο του περιβλήματος, πράσινες στέγες και στρατηγικές μικροκλίματος συνεισφέρουν σε μείωση ψυκτικών φορτίων και βελτίωση της θερμικής άνεσης εξωτερικών χώρων, με συμπληρωματικά οφέλη στο branding βιωσιμότητας (Berardi, 2016).

Καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν τα **Building Energy Management Systems (BEMS)**, που παρέχουν παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, αυτοματοποιημένο έλεγχο, ανίχνευση βλαβών και ενοποίηση δεδομένων πληρότητας, οδηγώντας σε μειώσεις κατανάλωσης και κόστους έως και 30% (Borowski, 2023). Η ενσωμάτωση αισθητήρων IoT και αλγορίθμων μηχανικής μάθησης επιτρέπει βέλτιστη λειτουργία HVAC/φωτισμού βάσει προγνώσεων ζήτησης και καιρού, με μετρημένες μειώσεις 15–25% σε μεσαίου μεγέθους ξενοδοχεία (Borowski, 2023). Η πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση (π.χ. NSGA-II) επιτρέπει συμβιβασμούς μεταξύ άνεσης (θερμικής/οπτικής) και κατανάλωσης, παράγοντας σύνολα Pareto για τεκμηριωμένες αποφάσεις σχεδιασμού (Carlucci, Cattarin, Causone, & Pagliano, 2015).

Η οικονομική αξιολόγηση των μέτρων δείχνει μεγάλη διακύμανση χρόνων απόσβεσης ανά τεχνολογία και κλίμα, καθιστώντας κρίσιμη τη στοχοθετημένη ιεράρχηση παρεμβάσεων και τη χρήση κινήτρων (Tsoutsos et al., 2018). Οι χαμηλού

κόστους παρεμβάσεις φωτισμού έχουν αποπληρωμή 0,4–2 έτη, τα φωτοβολταϊκά 4,5–20 έτη ανάλογα με μέγεθος/τιμολόγηση, ενώ οι γεωθερμικές διατάξεις θέρμανσης 6–16 έτη με υψηλές ποσοστιαίες εξοικονομήσεις σε πλήρες ωράριο λειτουργίας (Tsoutsosetal., 2018). Στρατηγικές χρηματοδότησης (επιχορηγήσεις, πράσινα δάνεια) μειώνουν το επενδυτικό ρίσκο, ιδίως για ΜμΕ, και συντομεύουν τον χρόνο επίτευξης nZEB δεικτών (Vagena, 2025).

Η επόμενη ημέρα στοχεύει στη μετάβαση από nZEB σε ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα (carbon-neutral), που απαιτεί παράλληλη μείωση λειτουργικών και ενσωματωμένων εκπομπών, ενίσχυση ΑΠΕ μεγάλης κλίμακας, αποθήκευση και, όπου χρειάζεται, στοχευμένη αντιστάθμιση (Marinoscietal., 2022). Παραδείγματα από Σκανδιναβία και Νότια Ευρώπη δείχνουν ότι συνδυασμοί Φ/Β, βιομάζας, τηλεθέρμανσης/τηλεψύξης και αποθήκευσης επιτυγχάνουν ριζικές μειώσεις εκπομπών έως και πλήρη κάλυψη από ΑΠΕ (Marinoscietal., 2022). Η κλιματική προσαρμογή τεχνολογικών πακέτων, με βάση δείκτες πρωτογενούς ενέργειας και επιπτώσεις στην άνεση, παραμένει κλειδί για βιώσιμες και αναπαραγώγιμες λύσεις (Giuffridaetal., 2021).

Energy efficiency measures proposed to pilots



Measure	Savings (%)	Investment (€)	Payback period (years)
Building envelope insulation	2.0-8.0	66,500-350,000	13.0-25.0
Building Energy Management system (BEMS)	3.0-18.5	12,000-110,000	2.0-6.8
Adding ceiling fans and use of control systems for cooling	17.0	95,000	9.5
Replacement of current heat pumps by more efficient ones	4.1- 36.0	50,000-300,000	5.4-11.8
Outdoor redesign for better microclimate	4.0	25,000	4.1
Installation thermostatic valves	21.0	9,800	1.0
Envelope improvements and stop air leaks	35.0	81,253	0.9
Replace existing pumps with VSD models.	0.9	5,460	7.2
Replacing the current boilers by heat pumps	10.0	105,250	8.4
Installation of geothermal heat pump with supplement of electric boiler	58.0	63,465	6.3

Πίνακας 6: Προτεινόμενα μέτρα ενεργειακής απόδοσης για τα ξενοδοχεία-πιλότους του έργου neZEH
Tournaki, S. (2017).

Όλα τα στοιχεία του Πίνακα 6 προέρχονται από την παρουσίαση των προτεινόμενων μέτρων στα pilots του neZEH και συνοδεύονται από αναλυτικά κόστη και χρόνους απόσβεσης ανά περίπτωση (Tournaki, 2017). Η σύνθεση πίνακα

αναδεικνύει την ανάγκη ιεράρχησης παρεμβάσεων με κριτήρια εξοικονόμησης, CAPEX, payback και λειτουργικό κίνδυνο, προτάσσοντας χαμηλού κόστους μέτρα και ελέγχους πριν από βαριές επεμβάσεις κελύφους, ιδίως σε MME (Tsoutsosetal., 2018).

Συμπερασματικά, τα τεχνολογικά και αρχιτεκτονικά μέτρα βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης των nZEB στα ξενοδοχεία είναι αποτελεσματικά όταν εφαρμόζονται ως πακέτα, με παθητικές λύσεις στο κέλυφος, υψηλής απόδοσης HVAC, ευφυείς έλεγχοι BEMS/IOT, στοχευμένες ΑΠΕ και τεκμηριωμένη οικονομική ιεράρχηση, εντός πλαισίου θεσμικών κινήτρων και εκπαιδευτικής υποστήριξης (Tsoutsosetal., 2018). Η εμπειρία του neZEH δείχνει ότι μειώσεις άνω του 50% στην πρωτογενή ενέργεια είναι εφικτές και αναπαραγώγιμες, με απτά οφέλη κόστους, ανθεκτικότητας και βιωσιμότητας για τον κλάδο φιλοξενίας (Tournaki, 2017).

2.3. Οφέλη & ανταγωνιστικότητα για τον τουρισμό

Η διάδοση των κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB) στον ξενοδοχειακό κλάδο συνδέεται άμεσα με σημαντικά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη για τον τουρισμό και την εθνική οικονομία (Tsoutsosetal., 2011, p. 10). Μακροπρόθεσμα, η μετάβαση αυτή μειώνει το λειτουργικό κόστος, ενισχύει την ανταγωνιστικότητα των ξενοδοχειακών επιχειρήσεων και συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Tsoutsosetal., 2011, p. 10).

2.3.1. Οικονομικά οφέλη

Στο πλαίσιο του έργου neZEH, η εξοικονόμηση σε ένα μέσο ξενοδοχείο ανήλθε σε περίπου 40.000 ευρώ ετησίως, γεγονός που αποδεικνύει την οικονομική βιωσιμότητα των παρεμβάσεων (Tournaki, 2017). Παράλληλα, η εφαρμογή nZEB οδήγησε σε αποφυγή εκπομπών 2.560 τόνων CO₂e ετησίως, με εκτιμώμενη αύξηση σε 30.672–97.626 τόνους μέχρι το 2020, επιβεβαιώνοντας τη σημαντική συμβολή των ξενοδοχείων στους εθνικούς και ευρωπαϊκούς στόχους μείωσης εκπομπών (Tournaki, 2017). Επιπλέον, οι επενδύσεις σε βιώσιμη ενέργεια στο έργο ανήλθαν σε 6,3 εκατ. ευρώ, με προβλέψεις για αύξηση σε 28,1–80,1 εκατ. ευρώ μέχρι το 2020, στοιχείο που αποδεικνύει την ικανότητα του κλάδου να κινητοποιεί ιδιωτικά και δημόσια κεφάλαια (Tournaki, 2017).

Overall objective	Target within the action duration	Target by 2020
To contribute to the EU 2020 target on energy efficiency and renewable energy sources	Cumulative investment made by European stakeholders in sustainable energy: 21.6 M€	Cumulative investment made by European stakeholders in sustainable energy: 160 M€
	Renewable Energy production triggered: 165 toe/year	Renewable Energy production triggered: 1,238 toe/year
	Primary energy savings compared to projections: 1,197 toe/year	Primary energy savings compared to projections: 8,977 toe/year
	Reduction of GHGs: 2,372 t CO ₂ e/year	Reduction of GHGs: 17,787 t CO ₂ e/year

Πίνακας 7: Οφέλη από την εφαρμογή nZEB στον τουριστικό τομέα (σύνοψη από Tournaki, 2017).

Ο Πίνακας 7 δείχνει πώς η υιοθέτηση nZEB δεν περιορίζεται σε τεχνικά οφέλη, αλλά παράγει χειροπιαστά οικονομικά και περιβαλλοντικά αποτελέσματα, που ενισχύουν τόσο την κερδοφορία των ξενοδοχείων όσο και τη στρατηγική πράσινης ανάπτυξης του τουρισμού (Tournaki, 2017).

2.3.2. Ανταγωνιστικότητα και branding

Η επιτυχία των nZEB μετριέται όχι μόνο σε όρους ενεργειακής απόδοσης αλλά και μέσω δεικτών όπως η αύξηση της πληρότητας, η βελτίωση της εικόνας του ξενοδοχείου και η ικανοποίηση των επισκεπτών (Tsoutsosetal., 2013, p. 234). Η σύνδεση βιωσιμότητας και μάρκετινγκ έχει αναδειχθεί σε κρίσιμο παράγοντα ανταγωνιστικότητας, καθώς τα ξενοδοχεία που επενδύουν σε πράσινες πρακτικές αναφέρουν αύξηση έως και 30% στις κρατήσεις λόγω της αυξημένης οικολογικής συνείδησης των ταξιδιωτών (Vagena, 2025, p. 5). Παράλληλα, οι επισκέπτες δείχνουν μεγαλύτερη αφοσίωση και ικανοποίηση σε ξενοδοχεία με πιστοποίηση βιωσιμότητας, γεγονός που οδηγεί σε ενίσχυση του brand loyalty (Vagena, 2025, p. 5).

Η κυκλική οικονομία αποτελεί επιπλέον μοχλό διαφοροποίησης. Στη Μύκονο, το Hotel Artemis μετατρέπει τα απορρίμματα τροφίμων σε λίπασμα, μειώνοντας κατά 40% τα απόβλητα, ενώ το Blue Lagoon Resort στην Κρήτη εφαρμόζει πλήρη κομποστοποίηση και προμήθεια πρώτων υλών από την τοπική αγορά, δημιουργώντας ένα βιώσιμο μοντέλο κλειστού κύκλου (Vagena, 2025, pp. 4–5). Αυτές οι πρακτικές ενισχύουν τη φήμη και διαφοροποιούν τα ξενοδοχεία σε αγορές υψηλού ανταγωνισμού.

2.3.3. Περιβαλλοντικά οφέλη

Οι παρεμβάσεις στα πιλοτικά ξενοδοχεία του neZEH οδήγησαν σε σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂, που σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπέρασε το 50% (Tsoutsosetal., 2018, pp. 12–13). Η μείωση αυτή ενισχύει την περιβαλλοντική εικόνα των τουριστικών επιχειρήσεων και ευθυγραμμίζει τις πρακτικές τους με τους ευρωπαϊκούς στόχους για την κλιματική ουδετερότητα (Marinoscietal., 2022). Παράλληλα, η ευθυγράμμιση με τα πρότυπα ESG βελτιώνει όχι μόνο την περιβαλλοντική, αλλά και την οικονομική επίδοση και τη φήμη των ξενοδοχειακών αλυσίδων (Martinopoulosetal., 2024).

Ενδεικτικά, η μετατόπιση φορτίων ώστε να ταιριάζουν με την παραγωγή ΑΠΕ συμβάλλει στη μείωση εκπομπών ηλεκτροπαραγωγής σε περιόδους αιχμής (Johraetal., 2021, p. 7). Η ενεργοποίηση της θερμικής μάζας σε καλά μονωμένα κτίρια ενισχύει την ενσωμάτωση ΑΠΕ, προσφέροντας σταθερότητα στο δίκτυο (Johraetal., 2021, p. 8). Ο συνδυασμός αποθήκευσης και προγνωστικού ελέγχου επιτρέπει περαιτέρω ευελιξία, μειώνοντας την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα (Johraetal., 2021, p. 8).

2.3.4. Εμπειρία επισκεπτών και κοινωνικά οφέλη

Η εμπειρία διαμονής σε nZEB ξενοδοχεία ενισχύει την ευαισθητοποίηση των επισκεπτών, οι οποίοι συχνά υιοθετούν ανάλογες πρακτικές και σε οικιακό επίπεδο (Tsoutsosetal., 2013, p. 231). Ταυτόχρονα, οι υψηλότερες στάθμες άνεσης (θερμικής, οπτικής, ακουστικής) βελτιώνουν την εμπειρία του επισκέπτη, στοιχείο καθοριστικό για την ικανοποίηση και την πιθανότητα επαναλαμβανόμενων επισκέψεων (Martinopoulosetal., 2024, p. 6). Η υιοθέτηση τεχνολογιών nZEB συνεισφέρει έτσι όχι μόνο στην περιβαλλοντική και οικονομική βιωσιμότητα αλλά και στην κοινωνική διάσταση του τουρισμού.

Επομένως, η υιοθέτηση nZEB προσφέρει διπλό όφελος. Από τη μία ενισχύει την ανταγωνιστικότητα του τουρισμού της εκάστοτε χώρας που εφαρμόζει τα μέτρα nZEB, μέσω μείωσης κόστους και διαφοροποίησης στην αγορά, ενώ παράλληλα προάγει την αειφορία, καθιστώντας την ελκυστικό προορισμό για ταξιδιώτες με οικολογική συνείδηση (Vagena, 2025).

2.4. Προκλήσεις & ανάγκη για πολιτική υποστήριξη

Η μετάβαση των ξενοδοχειακών μονάδων σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) θεωρείται θεμελιώδης για την επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων μείωσης εκπομπών και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας του τουρισμού, ωστόσο συνοδεύεται από πλήθος προκλήσεων (Tsoutsosetal., 2011, p. 4). Η πολυπλοκότητα του ξενοδοχειακού κλάδου, η υψηλή ενεργειακή ένταση, το μεγάλο λειτουργικό εύρος των εγκαταστάσεων και οι διαφορετικές τυπολογίες κτιρίων καθιστούν την επίτευξη nZEB στόχων δύσκολη χωρίς την ύπαρξη πολιτικής και οικονομικής υποστήριξης (Giuffridaetal., 2021, p. 1268).

Παρά τα πολλαπλά οφέλη, στην Ελλάδα εντοπίζονται εμπόδια όπως το υψηλό αρχικό κόστος, η ανάγκη εξειδικευμένων συνεργειών και οι θεσμικές ασάφειες περιορίζουν την ταχεία διάδοση των nZEB (Stefanoudaki, 2024, p. 35). Η ευρωπαϊκή νομοθεσία (EPBD 2010/31/EE) επιβάλλει υποχρεώσεις για nZEB σε νέα κτίρια, αλλά η προσαρμογή του ελληνικού πλαισίου και η στοχοθετημένη χρηματοδότηση είναι κρίσιμες για τον τουριστικό κλάδο (Stefanoudaki, 2024, pp. 21, 40). Η ανάλυση σεναρίων έδειξε ότι διαφορετικοί φορείς (δημόσιοι vs. επενδυτές) επιλέγουν διαφορετικά «βέλτιστα» μονοπάτια, άρα τα κίνητρα πρέπει να είναι ευέλικτα, μεγιστοποιώντας άλλοτε την περιβαλλοντική απόδοση και άλλοτε την οικονομική ελκυστικότητα (Giuffridaetal., 2021, pp. 1274–1276).

Αναλυτικότερα, ο ξενοδοχειακός τομέας είναι από τους πιο ενεργοβόρους κλάδους, με καταναλώσεις που συχνά υπερβαίνουν τα 200–400 kWh/m²·έτος και με τον τομέα HVAC να αντιπροσωπεύει περίπου το 50% του συνόλου (Giuffridaetal., 2021, p. 1269). Η πολυπλοκότητα των λειτουργιών (πισίνες, spa, επαγγελματικές κουζίνες, πλυντήρια) δημιουργεί σημαντικά εσωτερικά φορτία, τα οποία απαιτούν συνδυασμό παθητικών και ενεργητικών λύσεων για την επίτευξη αποδοτικότητας (Stefanoudaki, 2024, pp. 22–23). Σε ορισμένα πολυτελή ξενοδοχεία, το ενεργειακό κόστος αντιστοιχεί έως και στο 50% των συνολικών λειτουργικών δαπανών, γεγονός που καθιστά κρίσιμη την εφαρμογή στοχευμένων στρατηγικών χωρίς να θυσιάζεται η ποιότητα φιλοξενίας (Tsoutsosetal., 2018, p. 2).

Η αποτελεσματικότητα των παθητικών στρατηγικών εξαρτάται έντονα από το τοπικό κλίμα: τεχνικές που λειτουργούν στη Βόρεια Ευρώπη μπορεί να είναι λιγότερο αποδοτικές στη Μεσόγειο, ενώ η υπερβολική χρήση υαλοπινάκων μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση (Berardi, 2016). Παράλληλα, πράσινες υποδομές όπως οι

φυτεμένες στέγες απαιτούν συνεχή συντήρηση και πρόσθετο κόστος, κάτι που είναι δύσκολο για μικρότερα ξενοδοχεία (Berardi, 2016).

Παρά την πρόοδο, η έννοια των nZEB παραμένει ασαφής για πολλούς παρόχους και προμηθευτές, καθώς οι εθνικοί ορισμοί διαφέρουν και συχνά είναι κατακερματισμένοι (Tsoutsosetal., 2013, p. 232). Η έλλειψη ενιαίων προτύπων δημιουργεί σύγχυση στην αγορά και επιβραδύνει την υιοθέτηση (Xyroliasetal., 2022, p. 9). Επιπλέον, η ανεπάρκεια κατάλληλα καταρτισμένων τεχνικών και σχεδιαστών δυσχεραίνει την υλοποίηση έργων μεγάλης κλίμακας (Tsoutsosetal., 2013, p. 232). Ακόμη και οι πρώιμοι υιοθετητές συχνά δυσκολεύονται να βρουν αξιόπιστους συνεργάτες για εξειδικευμένα έργα αναβάθμισης (Tsoutsosetal., 2013, p. 232).

Φυσικά εντοπίζονται χρηματοοικονομικά εμπόδια. Συγκεκριμένα, το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης είναι το πιο συχνό εμπόδιο για την εφαρμογή nZEB μέτρων (Xyroliasetal., 2022, p. 8). Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, συστημάτων αποθήκευσης και BEMS απαιτεί σημαντικό κεφάλαιο, το οποίο δεν είναι εύκολα διαθέσιμο, ειδικά για μικρές μονάδες (Papadopoulosetal., 2025). Οι τράπεζες και οι εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών (ESCOs) εμφανίζουν διστακτικότητα στη χρηματοδότηση, λόγω έλλειψης τυποποιημένων διαδικασιών εκτίμησης ρίσκου και παρακολούθησης έργων με μακρά περίοδο απόσβεσης (Papadopoulosetal., 2025).

Επιπλέον, οι ενεργειακές αναβαθμίσεις δεν δημιουργούν νέα έσοδα, αλλά μειώνουν μελλοντικά έξοδα, γεγονός που απαιτεί μακροπρόθεσμη οπτική και διαφοροποιεί τις επενδύσεις αυτές από άλλες μορφές κεφαλαιουχικών δαπανών (Papadopoulosetal., 2025). Η αγορά των ESCOs βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, ενώ η πολυπλοκότητα της νομοθεσίας για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων, ιδίως σε επίπεδο ιδιοκτησιών, καθιστά δύσκολη την εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα (Papadopoulosetal., 2025).

Η επιτυχία της υιοθέτησης nZEB εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ενεργό συμμετοχή του προσωπικού και την ενσωμάτωση της βιώσιμης διαχείρισης στην καθημερινή λειτουργία (Tsoutsosetal., 2011, p. 8). Η έλλειψη κατάρτισης δημιουργεί εμπόδια στη σωστή χρήση των συστημάτων, ενώ η επικοινωνία των αποτελεσμάτων στους πελάτες ενισχύει την αξία του brand και συμβάλλει στη δημιουργία θετικού word-of-mouth (Tsoutsosetal., 2011, p. 8). Η αδυναμία πολλών μικρών ξενοδοχείων να επενδύσουν σε συστηματική εκπαίδευση αποτελεί πρόσθετο εμπόδιο.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων προϋποθέτει ένα συνεκτικό πλαίσιο πολιτικής στήριξης. Στο έργο neZEH, η συνεργασία με επαγγελματίες

ενώσεις του τουρισμού, οργανισμούς πιστοποίησης και πολιτικούς φορείς οδήγησε σε κατευθυντήριες γραμμές που περιλάμβαναν επιδοτήσεις, φορολογικά κίνητρα και εκπαίδευση (Tsoutsosetal., 2013, p. 234).

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι τα στοχευμένα χρηματοδοτικά εργαλεία, όπως πράσινα δάνεια και φορολογικές ελαφρύνσεις, είναι απαραίτητα για την υπέρβαση των υψηλών αρχικών επενδυτικών κόστους (Martinopoulosetal., 2024, p. 14). Παράλληλα, υποχρεωτικά πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης και εκστρατείες ευαισθητοποίησης μπορούν να αυξήσουν τα ποσοστά υιοθέτησης (Xypoliasetal., 2022, p. 10).

Η εμπλοκή πολλών φορέων, ξενοδόχων, τοπικών αρχών, επαγγελματικών ενώσεων και κρατικών οργανισμών, είναι κρίσιμη για τη δημιουργία ενός δικτύου συνεργασίας που θα υποστηρίξει την εφαρμογή (Tsoutsosetal., 2018, p. 18). Οι συμπράξεις δημόσιου-ιδιωτικού τομέα, σε συνδυασμό με τοπικές στρατηγικές (π.χ. διαχείριση αποβλήτων σε νησιά), μπορούν να καλύψουν κενά στην εφαρμογή (Vagena, 2025, p. 7).

Η υιοθέτηση nZEB στον τουρισμό δεν αποτελεί μόνο περιβαλλοντική προτεραιότητα αλλά και οικονομική αναγκαιότητα, καθώς ο τουρισμός συνεισφέρει πάνω από το 25% στο ελληνικό ΑΕΠ (Vagena, 2025, p. 1). Η πολιτική στήριξη πρέπει να διασφαλίσει ότι τα ξενοδοχεία, ιδιαίτερα οι μικρομεσαίες μονάδες, έχουν πρόσβαση σε βιώσιμες επενδύσεις. Ταυτόχρονα, οι μηχανισμοί τιμολόγησης άνθρακα καθιστούν οικονομικά στρατηγική την πρόιμη αποανθρακοποίηση, αφού οι μελλοντικές χρεώσεις εκπομπών θα επιβαρύνουν τη λειτουργία (Martinopoulosetal., 2024, p. 9).

Η εφαρμογή nZEB πολιτικών οδηγεί σε αμοιβαία οφέλη: μείωση λειτουργικού κόστους, ενίσχυση ανταγωνιστικότητας, βελτίωση περιβαλλοντικής εικόνας και ευθυγράμμιση με τους στόχους της ΕΕ (Borowski, 2023, p. 11). Η πολιτική υποστήριξη επομένως δεν είναι προαιρετική αλλά απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της μετάβασης.

3. Μελέτες Περίπτωσης

Στην παρούσα ερευνητική εργασία επιλέχθηκαν να μελετηθούν 2 αξιοσημείωτα παραδείγματα ξενοδοχείων nZEB, το πρώτο είναι το Six Senses Svart Hotel που βρίσκεται στη Νορβηγία και βρίσκεται σε στάδιο μελέτης και το δεύτερο

είναι το Santo Pure Oia Suites & Villas που βρίσκεται στη Σαντορίνη και είναι σε λειτουργία.

Το Six Senses Svart Hotel στη Νορβηγία συνιστά ένα από τα πιο καινοτόμα παραδείγματα παγκοσμίως στον τομέα της βιώσιμης φιλοξενίας. Πρόκειται για το πρώτο ενεργειακά θετικό ξενοδοχείο διεθνώς, σχεδιασμένο από το αρχιτεκτονικό γραφείο Snøhetta, το οποίο επιδιώκει να παράγει περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνει όχι μόνο κατά τη λειτουργία του αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Η κυκλική μορφολογία του, που στηρίζεται σε πασσάλους πάνω από το νερό, μειώνει στο ελάχιστο το περιβαλλοντικό αποτύπωμα στο οικοσύστημα του φιόρδ. Η αρχιτεκτονική του αντλεί έμπνευση από τις τοπικές παραδοσιακές κατασκευές *fiskehjell* και *rorbu*, συνδυάζοντας το πολιτισμικό στοιχείο με την τεχνολογική καινοτομία. Παράλληλα, το ξενοδοχείο αξιοποιεί εκτεταμένα φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και ευφυή συστήματα διαχείρισης ενέργειας, επιτυγχάνοντας μείωση κατανάλωσης έως και 85% σε σχέση με τα συμβατικά ξενοδοχεία. Επιπλέον, διαθέτει υποδομές όπως το *EarthLab* και το *NetZero Lab*, που το καθιστούν κέντρο εκπαίδευσης και πειραματισμού σε θέματα βιωσιμότητας, ενισχύοντας τον ρόλο του ως παγκόσμιο σημείο αναφοράς για τη μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα (Snøhetta, 2023; Hospitality On, 2022).

Αντίστοιχα, το Santo Pure Oia Suites & Villas στη Σαντορίνη αποτελεί υλοποιημένο παράδειγμα που αποδεικνύει πώς η πολυτελής φιλοξενία μπορεί να συνδυαστεί με βιώσιμες πρακτικές. Η αρχιτεκτονική του ενσωματώνει τα χαρακτηριστικά της κυκλαδίτικης μορφολογίας, με παχιά τοιχοποιία, μικρά ανοίγματα και χρήση τοπικών υλικών, όπως πέτρα και λάβα, ενισχύοντας τη βιοκλιματική του απόδοση και τη σύνδεσή του με το τοπικό τοπίο. Η διάταξη σε «γειτονιές» με ιδιωτικές σουίτες και κοινόχρηστες πισίνες ενισχύει την αίσθηση κοινότητας, ενώ παράλληλα προσφέρει υψηλή ιδιωτικότητα και πολυτέλεια. Επιπλέον, η στρατηγική βιωσιμότητας της Santo Collection, εναρμονισμένη με διεθνή ESG πρότυπα και τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ, περιλαμβάνει μέτρα όπως επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού, περιορισμό πλαστικών μιας χρήσης, ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες και συνεργασία με τοπικούς παραγωγούς. Το αποτέλεσμα είναι ένα ξενοδοχείο που όχι μόνο περιορίζει το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα αλλά και προάγει την τοπική ταυτότητα και την κοινωνική υπευθυνότητα (Hospitality Design, 2022; Sant Collection, 2022).

Η επιλογή των δύο αυτών ξενοδοχείων ως μελέτες περίπτωσης είναι στρατηγική και αυτό γιατί το Svart βρίσκεται ακόμη υπό μελέτη, προσφέροντας ένα όραμα ριζικής τεχνολογικής καινοτομίας και ενεργειακής θετικότητας σε ακραίες κλιματικές συνθήκες, ενώ το Santo Pure είναι υλοποιημένο και αποδεικνύει πώς η σταδιακή ενσωμάτωση βιώσιμων πρακτικών μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα πραγματικό μεσογειακό περιβάλλον. Ο συνδυασμός τους επιτρέπει τη διερεύνηση διαφορετικών στρατηγικών βιωσιμότητας, μιας ολιστικής και τεχνολογικά καινοτόμας, και μιας προσαρμοσμένης στην τοπική ταυτότητα και κουλτούρα. Κατά συνέπεια, αποτελούν σπουδαία παραδείγματα που βοηθούν στην απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων της εργασίας, αποδεικνύοντας ότι η εφαρμογή nZEB στον ξενοδοχειακό κλάδο δεν είναι μονοδιάστατη, αλλά εξαρτάται από το κλίμα, το πολιτισμικό πλαίσιο και τον στρατηγικό προσανατολισμό της κάθε επιχείρησης.

3.1. Six Senses Svart Hotel (Νορβηγία)

Το Six Senses Svart Hotel (γνωστό και ως Svart) βρίσκεται στον Αρκτικό Κύκλο, στην περιοχή του παγετώνα Svartisen, επάνω από το Holands fjorden, αποτελώντας το πρώτο ενεργειακά θετικό ξενοδοχείο στον κόσμο ([ArchitecturalDigest, 2022](#)). Η ονομασία του προέρχεται από την παλαιά νορβηγική λέξη *svart*, που σημαίνει “μαύρο και μπλε”, αποτυπώνοντας την έμπνευση από τον παγετώνα Svartisen ([GreenLodgingNews, 2022](#)). Το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο Snøhetta, σε συνεργασία με Arctic Adventures, Asplan Viak και Skanska, και διαθέτει κυκλική μορφή που αναπτύσσεται σε πασσάλους πάνω από το νερό, ώστε να μειώνεται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ([Snøhetta, 2023](#)). Η αρχιτεκτονική μορφολογία αντλεί έμπνευση από τοπικές παραδοσιακές κατασκευές, όπως τα *fiskehjell* (ξύλινα πλαίσια ξήρανσης ψαριών) και τα *rorbu* (παραθαλάσσιες καλύβες), δημιουργώντας έναν διάλογο ανάμεσα στη σύγχρονη και την τοπική οικοδομική κουλτούρα ([Globetrender, 2022](#)).

Από ενεργειακή άποψη, το Svart φιλοδοξεί να είναι το πρώτο ξενοδοχείο που παράγει περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνει, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του αλλά και σε όλο τον κύκλο ζωής του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής και της μελλοντικής κατεδάφισης ([ArchitecturalDigest, 2022](#)). Το σχεδιαστικό του πλάνο περιλαμβάνει βελτιστοποιημένη γεωμετρία, εκτεταμένα φωτοβολταϊκά πάνελ και γεωθερμικά συστήματα, με αποτέλεσμα μείωση της

ενεργειακής κατανάλωσης έως και 85% σε σύγκριση με τα συμβατικά ξενοδοχεία (Hospitality On, 2022). Παράλληλα, το κτίριο έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι εντελώς off-grid, επιτυγχάνοντας πλήρη ενεργειακή αυτονομία, και να λειτουργεί ως *carbonneutral* υποδομή, παρέχοντας ενέργεια και για τις ανάγκες μετακίνησης επισκεπτών και προσωπικού ([GreenLodgingNews, 2022](#)).

Πέρα από την τεχνολογική καινοτομία, το Svart δίνει έμφαση στην αειφορία και την εκπαίδευση, ενσωματώνοντας χώρους όπως το Earth Lab και το Net Zero Lab, που λειτουργούν ως κόμβοι έρευνας, εκπαίδευσης και πειραματισμού σε ζητήματα ενεργειακής αυτάρκειας και κυκλικής διαχείρισης ([Globetrender, 2022](#)). Επιπλέον, το ξενοδοχείο υιοθετεί πρακτικές zero-waste στην εστίαση, υποστηρίζοντας τοπικές αλυσίδες αξίας και ενισχύοντας τη βιώσιμη κατανάλωση ([Snøhetta, 2023](#)). Στρατηγικός στόχος του είναι να καταστεί carbonpositive και zero waste to land fill εντός των πρώτων πέντε ετών λειτουργίας του ([SpaOpportunities, 2022](#)).

Η διαχείριση του Svart έχει ανατεθεί στην Six Senses, η οποία είναι διεθνώς αναγνωρισμένη για τη δέσμευσή της στη βιωσιμότητα και την ολιστική φιλοξενία ([TravelWires, 2022](#)). Η φιλοσοφία του ξενοδοχείου ενσωματώνει υπηρεσίες ευεξίας που συνδυάζουν προηγμένες τεχνολογίες (όπως bio-hacking και συμπληρωματικές πρακτικές) με την πολυτελή εμπειρία, καθιστώντας το όχι μόνο πρότυπο αειφορικής φιλοξενίας αλλά και παγκόσμιο σημείο αναφοράς για την ένταξη της βιωσιμότητας στον τουριστικό τομέα ([SpaOpportunities, 2022](#)).



Εικόνα 6



Εικόνα 7

3.1.1 Ενεργειακή αυτονομία & τεχνολογικά χαρακτηριστικά του Six Senses Svart Hotel

Το Six Senses Svart Hotel φιλοδοξεί να συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού, καλύπτοντας το 89 % του απαιτούμενου μείγματος

εκπομπών για να περιοριστεί η υπερθέρμανση του πλανήτη στον στόχο των +1,5 °C, γεγονός που καθιστά το έργο όχι μόνο συμβατό με τους διεθνείς κλιματικούς στόχους, αλλά και εμπορικά βιώσιμο στο πλαίσιο της πράσινης φιλοξενίας (Green Lodging News, 2022) .

Σε επίπεδο ενεργειακής αυτονομίας και θετικότητας, το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε ως το πρώτο ενεργειακά θετικό (energy-positive) κατάλυμα στον Αρκτικό Κύκλο, παράγοντας περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνει, περιλαμβανομένης της λειτουργίας, της κατασκευής και της υποστήριξης μεταφορικών μέσων όπως πλοία-μεταφορείς, εξασφαλίζοντας πλήρη ανεξαρτησία από το ηλεκτρικό δίκτυο (off-grid) (Green Lodging News, 2022; The Ethos, 2022) . Η στρατηγική ενεργειακής βελτιστοποίησης περιλαμβάνει γεωθερμικά συστήματα, βελτιστοποιημένη γεωμετρία του κτιρίου και εκτεταμένη χρήση φωτοβολταϊκών, επιτυγχάνοντας έως και 85 % μείωση στην ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε σύγκριση με συμβατικά ξενοδοχεία (Less Saves the Planet, 2023; Luxe Wellness Club, 2022).

Αρχιτεκτονικά, η κυκλική μορφή του κτιρίου, στηριγμένη σε πασσάλους (εικόνα 7) πάνω από το φιορδ Holands fjorden, περιορίζει στο ελάχιστο το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και την επιβάρυνση του βυθού, ενώ ενσωματώνεται αρμονικά στο τοπίο, γεγονός που αποτελεί και μέρος της αρχιτεκτονικής στρατηγικής βιωσιμότητας (Green Lodging News, 2022; The Ethos, 2022) . Η επιλογή της κυκλικής μορφής και της ανύψωσης του κτιρίου σε πασσάλους αποτελεί τεκμηριωμένη βιοκλιματική και περιβαλλοντική στρατηγική. Πρώτον, η ανύψωση του όγκου μειώνει τη συνολική κατάληψη γης και περιορίζει τις εκσκαφές και επιχώσεις, οι οποίες συνδέονται με απώλεια εδαφικών οικοσυστημάτων και διατάραξη της βιοποικιλότητας (Berardi, 2013). Στην περίπτωση του φιορδ Holands fjorden, η λύση αυτή αποτρέπει την εκτεταμένη αλλοίωση του πυθμένα και την καταστροφή υδάτινων οικοτόπων, σε αντίθεση με τις συμβατικές κατασκευές θεμελίωσης που θα απαιτούσαν μεγάλες παρεμβάσεις (Snøhetta, 2023).

Δεύτερον, η κυκλική γεωμετρία συνεισφέρει στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης. Με τη μείωση του λόγου επιφάνειας-όγκου, περιορίζονται οι θερμικές απώλειες τον χειμώνα και η υπερθέρμανση το καλοκαίρι, γεγονός που ενισχύει τη συνολική ενεργειακή αποδοτικότητα (D'Agostino&Mazzarella, 2019). Επιπλέον, η κυκλική διάταξη διευκολύνει την ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός και του αερισμού, ενώ επιτρέπει τη μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής

ακτινοβολίας για την τροφοδότηση των φωτοβολταϊκών (Less Saves the Planet, 2023).

Τρίτον, η μορφή σε πασσάλους ανταποκρίνεται και στις αρχές της προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής (*adaptive architecture*), καθώς μειώνει τον κίνδυνο από ακραία καιρικά φαινόμενα, πλημμύρες ή άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αυξάνοντας τη μακροχρόνια ανθεκτικότητα του κτιρίου (IPCC, 2022).

Ως προς τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά, το κτίριο θα είναι πλήρως αυτόνομο όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια, τη διαχείριση αποβλήτων και την επεξεργασία νερού (Less Saves the Planet, 2023). Η απόδοση αυτή βασίζεται σε κάλυψη από τη στέγη με φωτοβολταϊκά πάνελ κατασκευασμένα στη Νορβηγία, έξυπνη προσαρμογή των χώρων (μέσα από τοποθέτηση δωματίων, εστιατορίων και χώρων ανάλογα με την εποχή και την ένταση του ήλιου) και ενεργοποίηση ευφυών συστημάτων. Η αναφορά στην «έξυπνη προσαρμογή των χώρων ανάλογα με την εποχή και την ένταση του ήλιου», δεν υπονοείται ότι αλλάζει η κάτοψη ή η διαρρύθμιση του κτιρίου, αλλά ότι ο σχεδιασμός του ακολουθεί αρχές αρχιτεκτονικού και βιοκλιματικού προσανατολισμού.

Συγκεκριμένα, οι χώροι με διαφορετική χρήση, όπως δωμάτια, εστιατόρια ή κοινόχρηστοι χώροι, τοποθετούνται σε θέσεις με βέλτιστο προσανατολισμό για να αξιοποιούν ή να αποφεύγουν την ηλιακή ακτινοβολία ανάλογα με τις εποχικές ανάγκες. Έτσι, οι χώροι που απαιτούν αυξημένο ηλιασμό τον χειμώνα, όπως οι χώροι φιλοξενίας ή τα lounge, οργανώνονται σε νότιες και νοτιοδυτικές όψεις ώστε να δέχονται περισσότερη ακτινοβολία, ενώ οι χώροι που είναι πιο ευάλωτοι σε υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες, όπως τα εστιατόρια ή οι αίθουσες δραστηριοτήτων, τοποθετούνται σε προσανατολισμούς που περιορίζουν την υπερβολική έκθεση ή ενισχύονται με κατάλληλες λύσεις σκίασης. Παράλληλα, ο σχεδιασμός ενσωματώνει διαφορετικές στρατηγικές φωτισμού, σκίασης και ελέγχου φυσικού αερισμού ανά εποχή, μέσω στοιχείων όπως κινητά σκίαστρα, διαμπερείς διάδρομοι και ημιυπαίθριοι χώροι, εξασφαλίζοντας έτσι βέλτιστη θερμική και οπτική άνεση με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. (Luxe Wellness Club, 2022).

Η φιλοξενία ενδέχεται να ενισχυθεί μέσω της τεχνολογίας Svart Touch, η οποία θα επιτρέπει σε κάθε επισκέπτη να προσαρμόζει περιβάλλοντα χαρακτηριστικά όπως φωτισμό, θερμοκρασία και ατμόσφαιρα, διασφαλίζοντας εξατομικευμένη άνεση υψηλής τεχνολογίας (Luxe Wellness Club, 2022).

Συνοπτικά, το Six Senses Svart Hotel συνδυάζει επιτυχημένα την ενεργειακή αυτονομία, τα smart systems και την αρχιτεκτονική ενσωμάτωση στο φυσικό περιβάλλον, θέτοντας νέες βάσεις στον τομέα της βιώσιμης πολυτελούς φιλοξενίας στο πλαίσιο των παγκόσμιων κλιματικών στόχων.



Εικόνα 8

3.1.2. Βιωσιμότητα & στρατηγική

Το Six Senses Svart Hotel φιλοδοξεί να αποτελέσει πρότυπο βιώσιμης πολυτελούς φιλοξενίας, με έμφαση στο ενεργειακά θετικό πρόσημο και τον μηδενικό οικολογικό αντίκτυπο από την αρχή της λειτουργίας του (Robb Report Hong Kong, 2023). Αυτό σημαίνει πως στοχεύει στην αυτονομία όχι μόνο από την άποψη της ενέργειας αλλά και από άποψη διαχείρισης νερού και αποβλήτων, με δικό του σύστημα ανακύκλωσης και υποδομές zero-waste, συμπεριλαμβανομένων του Earth Lab, του Svart Design Lab, του zero-waste εστιατορίου Marketplace και της τεχνολογίας «Svart Touch» για έξυπνη φιλοξενία (Spa Opportunities, 2022; Luxe Wellness Club, 2022; The Ethos, 2022). Στρατηγικά, το ξενοδοχείο φιλοδοξεί μέσα στα πρώτα πέντε χρόνια λειτουργίας του να γίνει carbon-positive και zero-waste to land fill, επιδεικνύοντας τη δέσμευση στην κυκλική οικονομία και την περιβαλλοντική αριστεία (Spa Opportunities, 2022).

Ως πρότυπο βιώσιμου τουρισμού, το Svart θα φιλοξενεί το Net Zero Lab (έδρα ανάπτυξης τεχνολογιών για net-zero ταξίδια), το Earth Lab (χώρο ευαισθητοποίησης και βιωσιμότητας), το Marketplace (zero-waste εστίαση) και την τεχνολογία Svart Touch, ενισχύοντας την εκπαιδευτική και καινοτομική του αποστολή (Spa Opportunities, 2022; Luxe Wellness Club, 2022; Green Lodging News, ο. χ.).

Η συνολική στρατηγική του Six Senses Svart έχει σχεδιαστεί ώστε να διαμορφώσει ένα βιώσιμο, εκπαιδευτικό και εμπορικά βιώσιμο μοντέλο τουρισμού, τονίζοντας τη σύνδεση μεταξύ τεχνολογικής και περιβαλλοντικής αριστείας, και θέτοντας νέα πρότυπα για τον θαλάσσιο βιώσιμο τουρισμό διεθνώς (Spa Opportunities, 2022; Green Lodging News, ο. χ.) Επομένως, συνιστά ένα από τα πιο φιλόδοξα παραδείγματα βιώσιμης φιλοξενίας παγκοσμίως, καθώς επιχειρεί να ενσωματώσει τα υψηλότερα πρότυπα ενεργειακής αυτονομίας και περιβαλλοντικής ουδετερότητας. Ωστόσο, το γεγονός ότι πρόκειται για έργο υπό μελέτη καθιστά αναγκαία μια κριτική θεώρηση σχετικά με το αν μπορεί να ανταποκριθεί στους στόχους του.

Αρχικά, η στρατηγική ενεργειακής θετικότητας, η οποία βασίζεται στον συνδυασμό φωτοβολταϊκών, γεωθερμίας και βελτιστοποιημένης γεωμετρίας, είναι τεχνικά εφικτή, αλλά θα εξαρτηθεί από την πραγματική απόδοση σε ακραίες κλιματικές συνθήκες, όπως αυτές του Αρκτικού Κύκλου. Παράγοντες όπως οι περιορισμένες ώρες ηλιοφάνειας τον χειμώνα ή οι υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση ενδέχεται να δημιουργήσουν προκλήσεις στη διατήρηση ενεργειακής θετικότητας σε ετήσια βάση (Less Saves the Planet, 2023). Επίσης, η δέσμευση για πλήρη *off-grid* λειτουργία απαιτεί συστήματα αποθήκευσης μεγάλης κλίμακας και ανθεκτικά δίκτυα διαχείρισης ενέργειας, τα οποία αυξάνουν την τεχνική πολυπλοκότητα και το κόστος.

Ωστόσο, η προστιθέμενη αξία του έργου έγκειται ακριβώς στη λειτουργία του ως «ζωντανό εργαστήριο» βιωσιμότητας. Χώροι όπως το *Earth Lab* και το *Net Zero Lab* καθιστούν το Svart όχι μόνο ένα ξενοδοχείο αλλά και ένα κόμβο καινοτομίας, εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης. Αν υλοποιηθεί όπως σχεδιάζεται, μπορεί να συμβάλει στην αναδιαμόρφωση των προτύπων nZEB στον τουρισμό, προσφέροντας κριτήρια αναφοράς για μελλοντικά έργα σε παρόμοια ή και διαφορετικά περιβάλλοντα (Spa Opportunities, 2022).

Σε επίπεδο αρχιτεκτονικής, η κυκλική μορφή που ελαχιστοποιεί το περιβαλλοντικό αποτύπωμα, η έμπνευση από τις τοπικές τυπολογίες (*fiskehjell* και *rorbu*), και η αρμονική ένταξη στο φυσικό τοπίο, ενισχύουν τη βιωσιμότητα όχι μόνο τεχνικά αλλά και πολιτισμικά. Αυτό το στοιχείο διαφοροποιεί το Svart από άλλα nZEB ξενοδοχεία, καθιστώντας το παράδειγμα σύνδεσης της τοπικής κουλτούρας με την παγκόσμια πράσινη καινοτομία (Snøhetta, 2023). Συνολικά, αν και υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις που αφορούν την τεχνική υλοποίηση, την οικονομική βιωσιμότητα και τη διατήρηση των στόχων μακροπρόθεσμα, το Svart έχει τη δυναμική να αποτελέσει διεθνές σημείο αναφοράς για τα nZEB στον ξενοδοχειακό κλάδο. Η επιτυχία του θα εξαρτηθεί από την ικανότητα των εμπλεκόμενων να προσαρμόσουν τον σχεδιασμό στις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες και να εξασφαλίσουν βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα που θα υποστηρίξουν τις υψηλές φιλοδοξίες του έργου.

3.2. Santo Pure Oia Suites & Villas (Σαντορίνη)

Το Santo Pure Oia Suites & Villas βρίσκεται στην Οία της Σαντορίνης, έναν από τους πλέον εμβληματικούς τουριστικούς προορισμούς παγκοσμίως, όπου η φυσική ομορφιά του τοπίου και το κυκλαδίτικο περιβάλλον συνθέτουν ένα μοναδικό σκηνικό φιλοξενίας (Hospitality Design, 2022). Η αρχιτεκτονική ταυτότητα του θέρετρου αντλεί έμπνευση από την παραδοσιακή κυκλαδίτικη μορφολογία, με χρήση τοπικών υλικών όπως πέτρα και λάβα, τα οποία συνδυάζονται με μινιμαλιστικές γραμμές και βιοφιλικά στοιχεία σχεδιασμού, ενσωματώνοντας το κτίσμα αρμονικά στο νησιωτικό τοπίο (Santo Collection Sustainability Report, 2022). Η διάταξη του συγκροτήματος σε «γειτονιές» με ιδιωτικές σουίτες και κοινόχρηστες πισίνες ενισχύει την αίσθηση της μικρής κοινότητας, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει την ιδιωτικότητα και την αίσθηση πολυτέλειας που χαρακτηρίζει ένα all-suite resort (εικόνα 9, 10 & 11) (Hospitality Design, 2022).

Από πλευράς διαχείρισης, το θέρετρο αποτελεί μέρος της Santo Collection, ενός ελληνικού ομίλου που επενδύει στρατηγικά σε βιώσιμη και πολυτελή φιλοξενία (Santo Collection Sustainability Report, 2022). Η διοικητική φιλοσοφία της Santo Collection εστιάζει στην ESG στρατηγική, εφαρμόζοντας διεθνή πρότυπα όπως το Global Reporting Initiative (GRI) και εναρμονιζόμενη με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (UN SDGs), γεγονός που καταδεικνύει την προσήλωση σε ένα

μοντέλο υπεύθυνης επιχειρηματικότητας (Santo Collection Sustainability Report, 2022). Η επιτυχία αυτής της στρατηγικής έχει αναγνωριστεί διεθνώς, με το Santo Pure να διακρίνεται στα World Travel Awards ως “Europe’s Leading Boutique Resort” το 2023 και το 2024, επιβεβαιώνοντας την ισχυρή του θέση στον χώρο της παγκόσμιας πολυτελούς φιλοξενίας (World Travel Awards, 2024).

Η φιλοσοφία φιλοξενίας του Santo Pure εστιάζει σε μια ολιστική εμπειρία που συνδυάζει την πολυτέλεια με την τοπική ταυτότητα. Το resort αναδεικνύει την ευεξία μέσω εγκαταστάσεων spa, προγραμμάτων χαλάρωσης και δραστηριοτήτων ευζωίας, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για να συνδέουν τον επισκέπτη με το περιβάλλον και τον εαυτό του (Country & Town House, 2023). Παράλληλα, η γαστρονομική εμπειρία βασίζεται στην τοπική παραγωγή και τη μεσογειακή διατροφή, με τη χρήση βιολογικών προϊόντων που καλλιεργούνται στους κήπους του θέρετρου, συμβάλλοντας στη βιώσιμη κατανάλωση και ενισχύοντας την αυθεντικότητα της εμπειρίας (Santo Collection Sustainability Report, 2022). Η έμφαση στην τοπική κουλτούρα αποτυπώνεται επίσης στη διακόσμηση των σουιτών, στην αρχιτεκτονική και στις πολιτιστικές αναφορές που εμπλουτίζουν την καθημερινή εμπειρία φιλοξενίας, δημιουργώντας έναν δεσμό ανάμεσα στον επισκέπτη και την ταυτότητα της Σαντορίνης (Hospitality Design, 2022). Αυτά τα χαρακτηριστικά συνθέτουν ένα ξενοδοχείο το οποίο συγκροτεί μια ολιστική πρόταση πολυτελούς βιώσιμης φιλοξενίας, που συνδυάζει την αρχιτεκτονική ενσωμάτωση στο τοπίο, τη στρατηγική βιώσιμης διαχείρισης μέσω της Santo Collection, και μια φιλοσοφία φιλοξενίας που εστιάζει στην ευεξία, τη γαστρονομία και την τοπική ταυτότητα.



Εικόνα 9



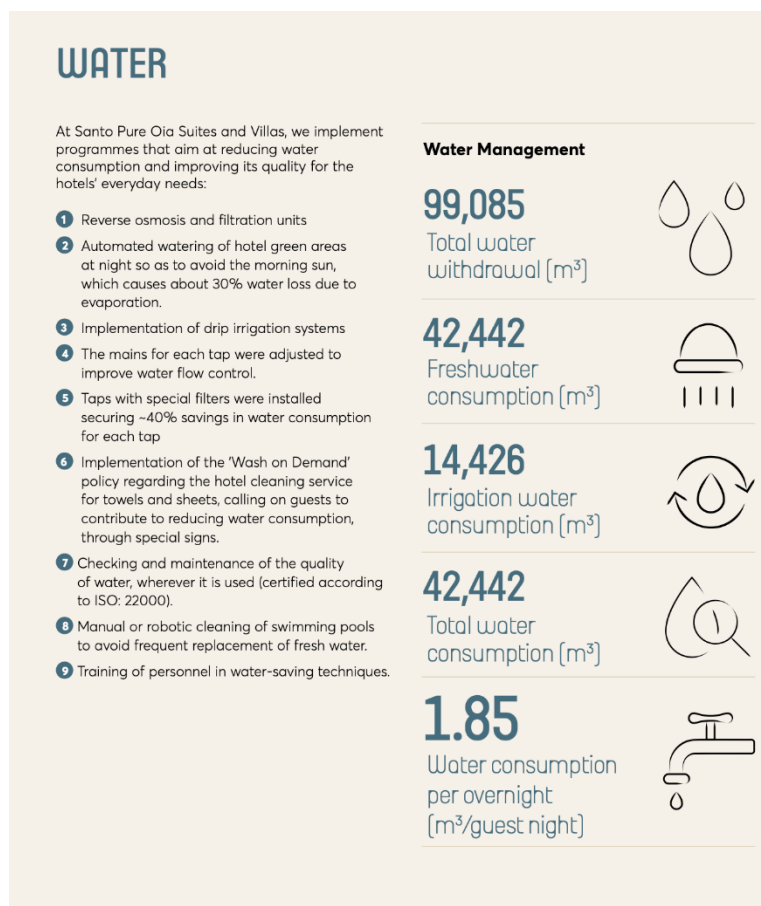
Εικόνα 10



Εικόνα 11

3.2.1. Ενεργειακή αυτονομία & τεχνολογικά χαρακτηριστικά Santo Pure Oia Suites & Villas

Το Santo Pure Oia Suites & Villas υιοθετεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο στοχεύει στη μείωση του οικολογικού του αποτυπώματος μέσω πρακτικών ενεργειακής αυτάρκειας και ορθολογικής αξιοποίησης πόρων. Η διαχείριση των υδάτινων πόρων περιλαμβάνει τη χρήση φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού για τις πισίνες, την εγκατάσταση αυτόματων συστημάτων ελέγχου κατανάλωσης, καθώς και την επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού για την άρδευση των κήπων, ενισχύοντας την κυκλική χρήση του νερού σε ένα περιβάλλον με περιορισμένους υδάτινους πόρους (Santo Collection, 2022). Παράλληλα, έχει εφαρμοστεί πολιτική περιορισμού των πλαστικών μιας χρήσης, αντικαθιστώντας τα με βιοδιασπώμενες ή επαναχρησιμοποιούμενες λύσεις, στοχεύοντας στη μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης και στη βελτίωση της οικολογικής ισορροπίας (Santo Collection, 2022). (εικόνα 10)



«Στρατηγικές διαχείρισης υδάτινων πόρων στο *Santo Pure Oia Suites & Villas*»

Εικόνα 12

Σε επίπεδο ενεργειακής απόδοσης, το θέρετρο εφαρμόζει τεχνολογίες χαμηλής κατανάλωσης, όπως φωτισμό LED, αντλίες θερμότητας και συστήματα έξυπνης διαχείρισης ενέργειας, μειώνοντας τις συνολικές ανάγκες σε πρωτογενή ενέργεια (Hospitality Design, 2022). Η αρχιτεκτονική διάταξη βασίζεται σε βιοκλιματικές αρχές, αξιοποιώντας την κυκλαδίτικη μορφολογία με παχιά τοιχοποιία και μικρά ανοίγματα, τα οποία συμβάλλουν στον περιορισμό των θερμικών φορτίων. Επιπλέον, οι υπαίθριοι χώροι έχουν σχεδιαστεί με τρόπο που προάγει τον φυσικό αερισμό και τη σκίαση, μειώνοντας την ανάγκη για μηχανική ψύξη και θέρμανση (Hospitality Design, 2022).

Η κοινωνική υπευθυνότητα αποτελεί εξίσου σημαντικό στοιχείο της στρατηγικής του καταλύματος. Η διοίκηση συνεργάζεται με τοπικούς παραγωγούς, προμηθευτές και τεχνίτες, υποστηρίζοντας την τοπική οικονομία και προάγοντας την κυκλική ανάπτυξη (Santo Collection, 2022). Το προσωπικό εκπαιδεύεται συστηματικά σε πρακτικές βιώσιμης φιλοξενίας, ενώ το ξενοδοχείο συμμετέχει

ενεργά σε κοινωνικά προγράμματα που ωφελούν την κοινότητα της Σαντορίνης (Santo Collection, 2022).

Μέσα από μια πολυδιάστατη στρατηγική που συνδυάζει την ενεργειακή αποδοτικότητα, την κυκλική διαχείριση πόρων και την κοινωνική υπευθυνότητα, το θέρετρο καταφέρνει να μειώνει σημαντικά το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα, να ενισχύει την τοπική κοινωνία και να παρέχει στους επισκέπτες μια εμπειρία φιλοξενίας που συνδυάζει αισθητική, άνεση και οικολογική συνείδηση. Το παράδειγμα αυτό μπορεί να λειτουργήσει ως σημείο αναφοράς για την ελληνική τουριστική βιομηχανία, ειδικά σε περιοχές υψηλής επισκεψιμότητας που καλούνται να ισορροπήσουν την οικονομική ανάπτυξη με την προστασία του φυσικού και πολιτισμικού τους κεφαλαίου (Hospitality Design, 2022; Santo Collection, 2022).

3.2.2. Βιωσιμότητα & στρατηγική του Santo Pure Oia Suites & Villas

Το **Santo Pure Oia Suites & Villas**, ένα πολυτελές θέρετρο πέντε αστέρων στην Οία της Σαντορίνης, αναδεικνύεται ως χαρακτηριστικό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η υψηλού επιπέδου φιλοξενία μπορεί να συνδυαστεί με ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο περιβαλλοντικής και κοινωνικής υπευθυνότητας (Hospitality Design, 2022). Η στρατηγική του στηρίζεται στην αρχή ότι η πολυτέλεια δεν είναι ασύμβατη με τη βιωσιμότητα, αλλά μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την υιοθέτηση πρακτικών που προάγουν την προστασία του περιβάλλοντος και τη στήριξη της τοπικής κοινωνίας (Santo Collection Sustainability Report, 2022). (εικόνα 8).

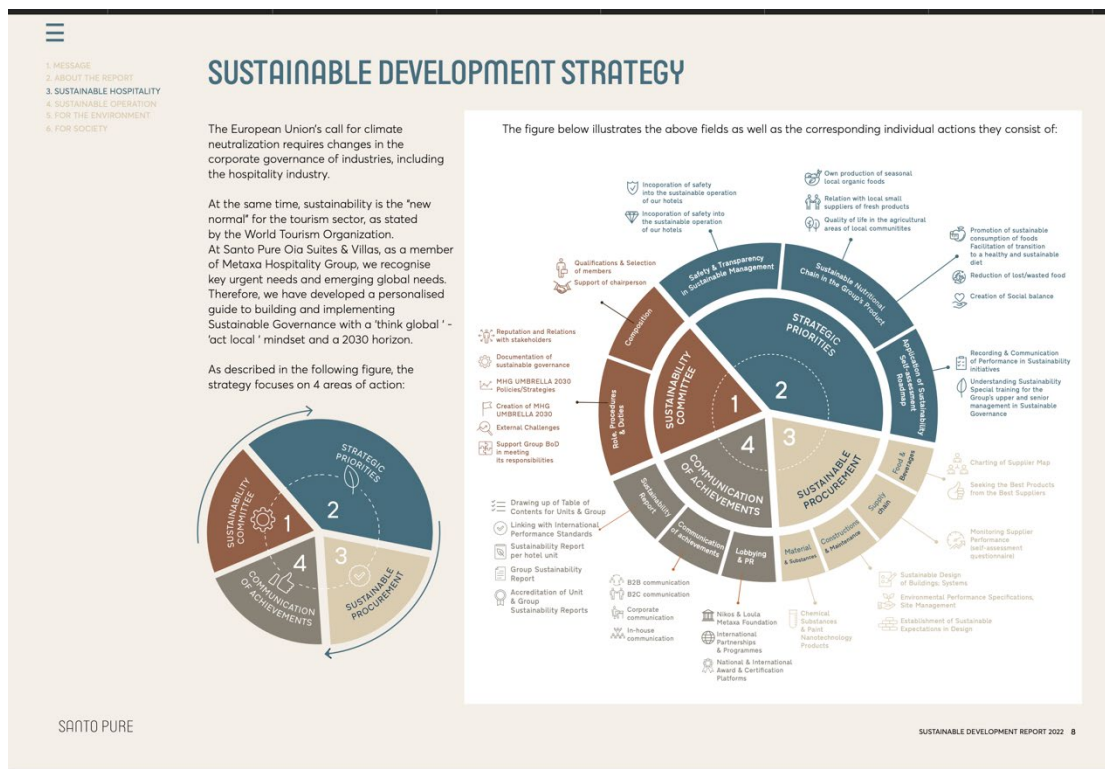
Στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών πρακτικών, το Santo Pure εφαρμόζει μέτρα που συμβάλλουν στη μείωση του οικολογικού του αποτυπώματος, όπως η χρήση **φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού στις πισίνες**, η εφαρμογή συστημάτων εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης υδάτινων πόρων, καθώς και η περιορισμένη χρήση πλαστικών, τα οποία αντικαθίστανται από βιοδιασπώμενες ή επαναχρησιμοποιούμενες λύσεις (Santo Collection Sustainability Report, 2022). Σημαντικό μέρος της στρατηγικής βιωσιμότητας αποτελεί η τοπική βιολογική καλλιέργεια βοτάνων, λαχανικών και φρούτων εντός του συγκροτήματος, η οποία καλύπτει μέρος των αναγκών των εστιατορίων και μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τη μεταφορά τροφίμων. Με τον τρόπο αυτό, το Santo Pure υιοθετεί πρακτικές **sustainable hotel farming**, οι οποίες ενισχύουν τη

γαστρονομική του ταυτότητα και παράλληλα προάγουν την αυτάρκεια (Morgan, 2022).

Η στρατηγική ESG του καταλύματος ευθυγραμμίζεται με τα πρότυπα **Global Reporting Initiative (GRI)** και τους **Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (UN SDGs)**, διασφαλίζοντας τη διαφάνεια και την αξιολόγηση της προόδου μέσω μετρήσιμων δεικτών (Santo Collection Sustainability Report, 2022). Επιπλέον, το resort ακολουθεί διεθνή πρότυπα όπως το **ISO 14001** για την περιβαλλοντική διαχείριση και το **ISO 22000/HACCP** για την ασφάλεια τροφίμων, γεγονός που ενισχύει την αξιοπιστία και τη δέσμευσή του απέναντι στους επισκέπτες και τους φορείς της αγοράς (Santo Collection Sustainability Report, 2022).

Η στρατηγική βιωσιμότητας του Santo Pure δεν περιορίζεται μόνο στην κατανάλωση και τη διαχείριση ενέργειας κατά τη λειτουργία, αλλά περιλαμβάνει επίσης τις **ενεργειακές ανάγκες της κατασκευής** και των μεταφορών που συνδέονται με το θέρετρο, γεγονός που το καθιστά πιο ολοκληρωμένο παράδειγμα αειφορικής προσέγγισης στον ξενοδοχειακό τομέα (Luxury Travel Advisor, 2022). Αυτή η πολυδιάστατη θεώρηση καθιστά το Santo Pure πρότυπο για την ελληνική τουριστική βιομηχανία, ιδιαίτερα σε νησιωτικές περιοχές με έντονη τουριστική πίεση, όπου η ανάγκη ισορροπίας ανάμεσα στην οικονομική ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος είναι πιο επιτακτική από ποτέ (Sleeper, 2022).

Συνολικά, το Santo Pure Oia Suites & Villas αναπτύσσει μια στρατηγική που συνδυάζει την **περιβαλλοντική καινοτομία**, την **κοινωνική υπευθυνότητα** και την **εταιρική διακυβέρνηση**, αναδεικνύοντας το πώς ένα πολυτελές ξενοδοχείο μπορεί να λειτουργήσει ως υπόδειγμα ESG πρακτικών για την ευρύτερη τουριστική αγορά (DNA Hotels, 2022).



«Στρατηγική βιώσιμης ανάπτυξης του Santo Pure Oia Suites & Villas»

Εικόνα 13

3.3. Συγκριτική ανάλυση

Η ταυτόχρονη εξέταση ενός υλοποιημένου και ενός υπό μελέτη έργου προσφέρει δύο συμπληρωματικές οπτικές: (α) εμπειρική αποτίμηση πραγματικής λειτουργίας, προσαρμογών και αποτελεσμάτων (Santo Pure) και (β) διερεύνηση μελλοντικών ορίων τεχνολογίας και σχεδιασμού πριν την κατασκευή (Svart). Η φαινομενική ασυμμετρία δεν αποτελεί μεθοδολογικό μειονέκτημα: λειτουργεί ως ερευνητικό πλεονέκτημα, πιο συγκεκριμένα το υλοποιημένο παράδειγμα παρέχει δεδομένα «εκ των υστέρων», ενώ το υπό μελέτη παράδειγμα επιτρέπει ελέγχιμες υποθέσεις «εκ των προτέρων» για το πώς το τοπικό περιβάλλον και η αρχιτεκτονική μπορούν να οργανώσουν ένα nZEB μοντέλο φιλοξενίας (D'Agostino & Mazzarella, 2019).

3.3.1 Τεχνολογικός εξοπλισμός & ενεργειακή στρατηγική

Η στρατηγική του Six Senses Svart Svart (Νορβηγία) περιλαμβάνει ενεργειακή «θετικότητα» σε ετήσιο ισοζύγιο μέσω εκτεταμένων φωτοβολταϊκών,

γεωθερμίας και βελτιστοποιημένης μορφολογίας. Η κυκλική κάτοψη σε πασσάλους μειώνει την κατάληψη γης και την παρέμβαση στον πυθμένα του φιόρδ· η επιλογή αυτή συνδέεται και με τοπικές τυπολογίες (*fiskehjell, rorbu*), άρα η αρχιτεκτονική λειτουργεί ως μηχανισμός τοπικής ενσωμάτωσης και τεχνικής απόδοσης (Snøhetta, 2023; Green Lodging News, 2022). Η στοχοθεσία για off-grid λειτουργία προϋποθέτει αποθήκευση ενέργειας και ευφυή συστήματα διαχείρισης φορτίων, μελλοντικά επαληθεύσιμα κατά τη φάση λειτουργίας. Παράλληλα, η πρόβλεψη χώρων εκπαίδευσης και έρευνας (Earth Lab, Net Zero Lab) σηματοδοτεί «κοινωνικό εξοπλισμό» που διαχέει τεχνογνωσία στη φιλοξενία χαμηλών εκπομπών.

Ο τεχνολογικός εξοπλισμός του Santo Pure (Σαντορίνη) ακολουθεί στρατηγική σταδιακής ενσωμάτωσης σε πραγματικές συνθήκες νησιωτικού τουρισμού, αυτό σημαίνει χρήση φιλτραρισμένου θαλασσινού νερού στις πισίνες, επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού για άρδευση, LED και αντλίες θερμότητας, καθώς και συστήματα έξυπνης διαχείρισης (BEMS). Τα μέτρα αυτά ευθυγραμμίζονται με την κυκλαδίτικη μορφολογία (παχιές τοιχοποιίες, μικρά ανοίγματα) που ήδη μειώνει τα θερμικά φορτία· η τεχνολογία «κουμπώνει» στην τοπική αρχιτεκτονική, δεν την υποκαθιστά (Santo Collection, 2022; Hospitality Design, 2022).

Συγκρίνοντας τα 2 αυτά ξενοδοχεία προκύπτει πως το Svart αξιοποιεί την αρχιτεκτονική ως «γεννήτρια» ενέργειας (γεωμετρία, επιφάνειες PV, ανακλάσεις / ηλιοπροσανατολισμός) σε ακραίο κλίμα, ενώ το Santo Pure χρησιμοποιεί την αρχιτεκτονική ως «φίλτρο» ενέργειας (σκιάσεις, μάζα, διαμπερείς ροές) σε ζεστό-ξηρό κλίμα, με την τεχνολογία να συμπληρώνει. Και στα δύο, το «τοπικό» δεν είναι διακοσμητικό· καθορίζει τον τρόπο που εγκαθίστανται και λειτουργούν τα συστήματα.

3.3.2 Ενεργειακή συμπεριφορά & κατανάλωση

Η βιβλιογραφία για ξενοδοχεία στην Ευρώπη τεκμηριώνει ειδικές καταναλώσεις 200–400 kWh/m² το έτος και μερίδιο HVAC ~48% στη συνολική κατανάλωση (Giuffridaetal., 2021). Το πρόγραμμα neZEH κατέγραψε κατά μέσο

όρο 63% μείωση πρωτογενούς ενέργειας στα πιλοτικά (Tsoutsos, Tournaki, Frangou, & Tsitoura, 2018).

Στο πλαίσιο αυτό παρατηρείται πως το Svart προσδοκά για έως 85% μείωση κατανάλωσης έναντι συμβατικών μονάδων εδράζεται στη βελτιστοποιημένη γεωμετρία, στις ΑΠΕ και στις αντλίες θερμότητας (Hospitality On, 2022). Το ερώτημα μετατίθεται από το «αν» στο «πότε ή πώς» θα επιτευχθεί ο ετήσιος ενεργειακός θετικός ισολογισμός υπό πολική ηλιακή διακύμανση. Η αρχιτεκτονική συμβάλλει με μικρό λόγο επιφάνειας, όγκου και ελεγχόμενα ανοίγματα (μείωση απωλειών/κερδών), ενώ οι πάσσαλοι επιτρέπουν ελαχιστοποίηση θερμικών γεφυρών στη θεμελίωση σε υδάτινο περιβάλλον.

Από την άλλη το Santo Pure, εφαρμόζει στρατηγική κατανάλωσης η οποία εστιάζει στη μείωση φορτίων βάσης (κέλυφος/σκιάσεις/μάζα) και στη βελτιστοποίηση λειτουργίας (BEMS, LED, αντλίες θερμότητας). Σε νησιωτικό πλαίσιο με υψηλά ψυκτικά φορτία, η κυκλαδίτικη μορφολογία περιορίζει την αιχμή και άρα το απαιτούμενο μέγεθος μηχανολογικών εγκαταστάσεων, στοιχείο με άμεση ενεργειακή και οικονομική επίδραση (Hospitality Design, 2022; Santo Collection, 2022). Εδώ η αρχιτεκτονική λειτουργεί ως πρωτογενής «παρέμβαση» που καθιστά τα ενεργητικά συστήματα «ελαφρύτερα».

Επομένως το Svart εκπροσωπεί «κορυφαία» επιδιωκόμενη ενεργειακή επίδοση (θετικά ενεργειακό), ενώ το Santo Pure αποδεικνύει με διαφανή στοιχεία σταθερή βελτίωση και χαμηλή ένταση ενέργειας ανά διανυκτέρευση και συγκροτημένη διαχείριση εκπομπών (Santo Collection, 2022).

3.3.3 Κλιματικές συνθήκες & τοπική προσαρμογή

Το Svart βρίσκεται λίγο πάνω από τον Αρκτικό Κύκλο (~66°30' B), όπου παρατηρούνται ακραίες φωτοπερίοδοι (μεσονύκτιος ήλιος/πολική νύχτα) και υποαρκτικό κλίμα με χαμηλές ηλιακές γωνίες και μακρύ, ψυχρό χειμώνα— παράγοντες που υπαγορεύουν βελτιστοποιημένη γεωμετρία, μέγιστη ηλιακή συλλογή το θέρος και ισχυρές παθητικές στρατηγικές κελύφους (Architectural Digest, 2022). Η τυπολογική αναφορά σε *fiskehjell* και *rorbu* δεν περιορίζεται στη μορφολογία· διαμορφώνει λειτουργικό σχήμα που επιτρέπει περιμετρική θέα, ελεγχόμενες προσπελάσεις αέρα/φωτός και ελάχιστη εδαφική διατάραξη. Το κτίριο εγγράφεται στον τόπο ως υψηλής απόδοσης υποδομή που σέβεται το υγρό οικοσύστημα

(Snøhetta, 2023). Η κυκλική οργάνωση διευκολύνει «έξυπνη εποχική χρήση» ζωνών χωρίς αλλαγή κάτοψης, αλλά μέσω μεταβολής σκιάσεων και λειτουργιών αλλά όχι δομικών στοιχείων.

Το Santo Pure εδράζεται σε θερμό, ξηροθερμικό, μεσογειακό κλίμα (Κυκλάδες), όπου η βιοκλιματική λογική εστιάζει σε σκίαση, φυσικό αερισμό, θερμική μάζα και μικροκλιματικό σχεδιασμό υπαιθρίων (Hospitality Design, 2022), ενώ η αισθητική και η υλικότητα αντλεί από την κυκλαδίτικη τυπολογία και το ηφαιστειακό υπόβαθρο (λάβα/πέτρα, λευκός σοβάς), διασυνδέοντας το resort με την τοπική ταυτότητα (Santo Collection, 2022). Η διάταξη σε «γειτονιές» επαναφέρει τυπολογίες οικιστικών συστάδων του Αιγαίου. Η υλικότητα (πέτρα, λάβα), οι λευκές επιφάνειες και οι διαβαθμοί ιδιωτικότητας ενσωματώνουν βιοκλιματικά οφέλη και ενισχύουν την τοπική αναγνωσιμότητα. Η αρχιτεκτονική μορφολογία δεν είναι σκηνικό· καθορίζει ενεργειακές ροές, σκιάσεις και διαμπερείς κινήσεις αέρα, μειώνοντας την εξάρτηση από μηχανική ψύξη (Hospitality Design, 2022).

Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής προκύπτει το συμπέρασμα πως το αρκτικό πλαίσιο του Svart επιβάλλει «ηλιογεωμετρία» και ισχυρό παθητικό κέλυφος λόγω πολικών φωτοπεριόδων, ενώ το μεσογειακό πλαίσιο του Santo Pure προάγει σκιασμό/αερισμό/θερμική μάζα και πολιτισμική ενσωμάτωση κυκλαδίτικων μορφολογιών (Hospitality Design, 2022). Και στις δύο περιπτώσεις, η αρχιτεκτονική είναι ενεργό μέσο επίτευξης nZEB: στο Svart ως στρατηγική γεωμετρίας και τοποθέτησης σε ακραίο περιβάλλον, στο Santo Pure ως επανενεργοποίηση παραδοσιακών μορφολογικών λύσεων σε σύγχρονη λειτουργία.

3.3.4 Οικονομικά οφέλη & κοινωνική διάσταση

Για το Svart, η οικονομική επίδοση παραμένει μη επαληθευμένη σε λειτουργία, το έργο έχει παρουσιαστεί ως design proposal (ολοκλήρωση μελέτης 2019) και έκτοτε έχουν αναφερθεί καθυστερήσεις στο άνοιγμα, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο χρονοδιαγράμματος/κόστους (Green Lodging News, 2022). Παρά ταύτα, η υιοθέτηση προτύπων *Powerhouse* και *energy-positive* προδιαθέτει σημαντικές εξοικονομήσεις λειτουργικής δαπάνης στον κύκλο ζωής, εύρημα που έχει ήδη τεκμηριωθεί σε κτήρια της ίδιας συμμαχίας (π.χ. Kjørbo, Brattørkaia) και από

διεθνείς οργανισμούς για ξενοδοχεία, με εν δυνάμει μείωση λειτουργικού κόστους έως ~30% από δράσεις βιωσιμότητας (IEA, 2022). Η θετικότητα ενέργειας και η πιθανή αυτονομία υποδεικνύουν χαμηλή μεταβλητότητα κόστους ενέργειας σε βάθος χρόνου, με αρχικά υψηλότερο CAPEX λόγω αποθήκευσης μέσω ειδικών συστημάτων. Η ύπαρξη εκπαιδευτικών λειτουργιών (Earth/Net Zero Lab) προσθέτει άυλη αξία (δεξιότητες, R&D, δικτύωση) με πιθανό πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα στο brand και στο τοπικό ανθρώπινο κεφάλαιο. Η οικονομική απόδοση θα εξαρτηθεί από διαχειριστικές καμπύλες μάθησης και από την εποχικότητα ΑΠΕ στον Αρκτικό κύκλο (Hospitality On, 2022; Green Lodging News, 2022).

Το Santo Pure εμφανίζει «έμμεσους» οικονομικούς δείκτες μέσω επενδυτικής επέκτασης (€41 εκ. πρόγραμμα 2022–2024 για νέες σουίτες/μονάδες) και διακρίσεων/πιστοποιήσεων (Green Key, Travelife Gold, βραβεία World Travel Awards), που ενισχύουν ορατότητα/τιμολογιακή ισχύ σε αγορές πολυτελούς φιλοξενίας (Santo Collection, 2022). Η βιβλιογραφία για τον τουρισμό υποδεικνύει ότι τα ESG/πράσινες πιστοποιήσεις συσχετίζονται, κατά μέσο όρο, με καλύτερη εμπορευσιμότητα, πιθανή αύξηση ADR/Rev PAR και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα, βέβαια με ανομοιογένειες ανά περίπτωση και ορίζοντα απόσβεσης (Papadopoulos, Xypolias, & Mavridis, 2025). Η οικονομία πόρων (νερό και ενέργεια), τα συστήματα χαμηλής κατανάλωσης, και η διαχείριση απορριμμάτων και πλαστικών δημιουργούν μετρήσιμες εξοικονομήσεις λειτουργίας και μείωση ρίσκου (ιδίως υδροδοτικού) σε νησί με εποχιακά αιχμές. Η τοπική εφοδιαστική αλυσίδα (συνεργασίες με παραγωγούς και τεχνίτες) εδραιώνει κοινωνικό κεφάλαιο και ενισχύει την ανθεκτικότητα προμηθειών, στοιχείο οικονομικής σημασίας σε νησιωτικό τουρισμό (Santo Collection, 2022).

Το υλοποιημένο παράδειγμα επιτρέπει τεκμηριωμένη μέτρηση οφελών, ενώ το υπό μελέτη δίνει προοπτική για νέα επιχειρησιακά μοντέλα (π.χ. πώληση πλεονάζουσας ενέργειας, εκπαιδευτικές υπηρεσίες). Και στα δύο, η τοπικότητα, που είναι το υδάτινο/νησιωτικό πλαίσιο έναντι φιόρδ/Αρκτικής— δεν αντιμετωπίζεται ως εμπόδιο αλλά ως παράμετρος σχεδιασμού που διαμορφώνει την οικονομική λογική των επεμβάσεων. Σύμφωνα με τα οικονομικά δεδομένα προκύπτει το συμπέρασμα πως το Svart «ποντάρει» σε μακροπρόθεσμη απόδοση μέσω δραστικών μειώσεων κόστους ενέργειας και κύκλου ζωής αλλά φέρει υψηλό ρίσκο υλοποίησης, ενώ το Santo Pure επιδεικνύει ώριμη εμπορική θέση με κεφαλαιακή διεύρυνση και

αξιοποίηση ESG-πιστοποιήσεων/βραβεύσεων ως μοχλών οικονομικής απόδοσης (Santo Collection, 2022).

Κλείνοντας, η συγκριτική ανάλυση των δύο μελετών περίπτωσης αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία και η αρχιτεκτονική συνδέονται με το τοπικό πλαίσιο και καθορίζουν τη μετάβαση προς τα κτίρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) στον ξενοδοχειακό κλάδο. Στην περίπτωση του Six Senses Svart Hotel, η γεωμετρική διάταξη του κτιρίου σε κυκλική μορφή συντονίζεται με την εκτεταμένη αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ένα ακραίο κλιματικό περιβάλλον, επιδιώκοντας την επίτευξη ενεργειακής θετικότητας (Snøhetta, 2023). Αντίθετα, στο **Santo Pure Oia Suites & Villas**, η τοπική τυπολογία της κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής μειώνει τα θερμικά φορτία σε ζεστό και ξηρό μεσογειακό κλίμα, επιτρέποντας στις τεχνολογίες χαμηλής κατανάλωσης να λειτουργούν κοντά στο «φυσικό» σημείο ισορροπίας του κελύφους (Hospitality Design, 2022; Santo Collection, 2022).

Ως προς την ενεργειακή επίδοση, το Svart επιδιώκει την υπέρβαση του ορισμού του nZEB μέσω της επιδίωξης ενεργειακής θετικότητας, γεγονός που προϋποθέτει την αντιμετώπιση τεχνικών προκλήσεων όπως η αποθήκευση ενέργειας και η εποχική διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας (Hospitality On, 2022). Το Santo Pure, από την άλλη πλευρά, καταδεικνύει την εφικτότητα σημαντικών μειώσεων στην κατανάλωση μέσω του συνδυασμού αρχιτεκτονικών λύσεων και στρατηγικών διαχείρισης σε ένα πραγματικό νησιωτικό περιβάλλον (Tsoutsos, Tournaki, Frangou, & Tsitoura, 2018).

Η κλιματική διάσταση αναδεικνύει διαφορετικές προτεραιότητες: στον Αρκτικό Κύκλο προέχει η ανθεκτικότητα και η αποθήκευση ενέργειας, ενώ στο μεσογειακό πλαίσιο η έμφαση δίνεται στη σκίαση, στη θερμική μάζα και στη διαχείριση των περιορισμένων υδάτινων πόρων (Santamouris, 2016; IPCC, 2022). Αντίστοιχα, η οικονομική λογική διαφοροποιείται, αναλυτικότερα, το υλοποιημένο έργο στη Σαντορίνη προσφέρει μετρήσιμα οφέλη και λειτουργικές προσαρμογές (Santo Collection, 2022), ενώ το έργο υπό μελέτη στη Νορβηγία συνιστά σενάριο καινοτομίας με πιθανές αποδόσεις σε βάθος χρόνου (Green Lodging News, 2022).

Τέλος, η μεθοδολογική αξία της ασυμμετρίας μεταξύ ενός υλοποιημένου και ενός μη υλοποιημένου έργου δεν μειώνει την εγκυρότητα της ανάλυσης· αντιθέτως, παρέχει τη δυνατότητα διατύπωσης και ελέγχου υποθέσεων, όπως ο βαθμός επίτευξης ενεργειακής θετικότητας σε πολικό κλίμα ή η ικανότητα πλήρους ενεργειακής

αυτονομίας. Συνολικά, η συγκριτική θεώρηση δείχνει ότι η αρχιτεκτονική ως φορέας τοπικού νοήματος και η τεχνολογία ως εργαλείο ενεργειακής βελτιστοποίησης συντίθενται με διαφορετικό τρόπο στον Αρκτικό και στον Μεσογειακό χώρο. Τα δύο παραδείγματα δεν αποτελούν αντιθετικές στρατηγικές, αλλά διαμορφώνουν ένα φάσμα προσεγγίσεων όπου η τοπικότητα και η μορφή λειτουργούν ως κρίσιμες παράμετροι επίδοσης και όχι ως απλές αισθητικές επιλογές.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα επιχείρησε να διερευνήσει το ζήτημα της εφαρμογής των κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) στον ξενοδοχειακό κλάδο, εστιάζοντας σε τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα: (α) πώς εφαρμόζονται οι πρακτικές nZEB στις ξενοδοχειακές μονάδες, (β) ποια είναι τα οφέλη, οι προκλήσεις αλλά και οι ευκαιρίες που προκύπτουν, (γ) πώς διαφοροποιούνται οι στρατηγικές nZEB σε διαφορετικά κλιματικά και πολιτισμικά περιβάλλοντα, και (δ) αν η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών οδηγεί σε σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση ανεξαρτήτως κλιματικής ζώνης.

Ως προς το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, η μελέτη των δύο ξενοδοχείων δείχνει ότι η εφαρμογή των nZEB πρακτικών στον τουριστικό τομέα δεν περιορίζεται στην υιοθέτηση τεχνολογικών λύσεων αλλά συνδυάζει την αρχιτεκτονική, το τοπικό περιβάλλον και τις στρατηγικές διαχείρισης. Στο Santo Pure Oia Suites & Villas, η αξιοποίηση της κυκλαδίτικης αρχιτεκτονικής με παχιά τοιχοποιία, μικρά ανοίγματα και διάταξη σε «γειτονιές» μειώνει σημαντικά τα θερμικά φορτία, ενώ συμπληρώνεται από τεχνολογίες χαμηλής κατανάλωσης (αντλίες θερμότητας, BEMS, LED) και στρατηγικές διαχείρισης υδάτων (Santo Collection, 2022). Στο Six Senses Svart Hotel, η πρακτική εφαρμογή αφορά προηγμένο ενεργειακό σχεδιασμό, με κυκλική γεωμετρία, στήριξη σε πασσάλους, εκτεταμένα φωτοβολταϊκά και γεωθερμία, με στόχο πλήρη ενεργειακή θετικότητα (Snøhetta, 2023).

Ως προς το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, τα οφέλη της εφαρμογής nZEB είναι πολλαπλά: μείωση κατανάλωσης ενέργειας (έως 85% στο Svart και 30–40% στο Santo Pure), περιορισμός εκπομπών, οικονομική αποδοτικότητα μέσω μείωσης κόστους λειτουργίας, και ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας μέσω διαφοροποίησης στην τουριστική αγορά (Tsoutsosetal., 2018; Vagena, 2025). Οι προκλήσεις, αντίστοιχα, αφορούν το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, την τεχνική πολυπλοκότητα

και την ανάγκη εξειδικευμένης διαχείρισης. Παρά ταύτα, δημιουργούνται ευκαιρίες για ανάπτυξη νέων επιχειρησιακών μοντέλων, όπως η αξιοποίηση της ενεργειακής θετικότητας για εκπαιδευτικούς σκοπούς ή για την ενίσχυση της τοπικής κοινωνικής συνοχής.

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα αφορά τις διαφοροποιήσεις στρατηγικής σε διαφορετικά κλιματικά και πολιτισμικά περιβάλλοντα. Η ανάλυση κατέδειξε ότι στον Αρκτικό Κύκλο η προτεραιότητα είναι η αποθήκευση και η ανθεκτικότητα, κάτι που αντικατοπτρίζεται στην αρχιτεκτονική του Svart, με ανύψωση του κτιρίου για προστασία του οικοσυστήματος του φιόρντ και μεγιστοποίηση της συλλογής ηλιακής ενέργειας κατά τους θερινούς μήνες (Green Lodging News, 2022). Στη Μεσόγειο, αντιθέτως, η προσαρμογή αφορά κυρίως τη μείωση των ψυκτικών φορτίων και την εξοικονόμηση νερού, στοιχεία που επιτυγχάνονται στο Santo Pure μέσω μορφολογικών λύσεων και κυκλικής διαχείρισης πόρων (Hospitality Design, 2022). Η τοπική κουλτούρα, είτε ως παραδοσιακή νορβηγική τυπολογία είτε ως κυκλαδίτικη μορφολογία, καθίσταται θεμέλιο στοιχείο που προσδίδει λειτουργική αξία πέρα από την αισθητική διάσταση.

Σχετικά με το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα, τα δεδομένα καταδεικνύουν ότι η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά η αποτελεσματικότητα διαφοροποιείται με βάση το κλίμα. Στο Svart, οι τεχνολογίες ΑΠΕ, σε συνδυασμό με τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, προορίζονται να εξασφαλίσουν πλήρη ενεργειακή θετικότητα ακόμα και σε ακραίες πολικές συνθήκες. Στο Santo Pure, η τεχνολογία συμπληρώνει την αρχιτεκτονική, η οποία αποτελεί τον κύριο μηχανισμό εξοικονόμησης μέσω προσαρμογής στο μεσογειακό μικροκλίμα. Συνεπώς, η τεχνολογία μπορεί να αποδώσει ανεξαρτήτως κλιματικής ζώνης, αλλά η αρχιτεκτονική και η τοπική προσαρμογή καθορίζουν τον βαθμό της εξοικονόμησης (Santamouris, 2016).

Η επιλογή των δύο παραδειγμάτων αποδεικνύεται καίρια για την έρευνα, καθώς είναι μοναδικά στην κλίμακα και στον τρόπο προσέγγισής τους. Το Svart αποτελεί πρωτόγνωρο παράδειγμα, καθώς επιχειρεί να λειτουργήσει ως το πρώτο ενεργειακά θετικό ξενοδοχείο διεθνώς, προσφέροντας ένα μελλοντικό υπόδειγμα ριζικής καινοτομίας. Το γεγονός ότι δεν έχει υλοποιηθεί ακόμα δεν αποτελεί μειονέκτημα, αλλά ερευνητικό πλεονέκτημα, εφόσον προσφέρει τη δυνατότητα να διατυπωθούν υποθέσεις και να αξιολογηθούν κατά την έναρξη της λειτουργίας του, παρέχοντας έτσι προβολή στο μέλλον της πράσινης φιλοξενίας. Αντίστοιχα, το Santo

Pure αποτελεί υλοποιημένο παράδειγμα, όπου η βιωσιμότητα επιτυγχάνεται μέσω τοπικά προσαρμοσμένων λύσεων και η απόδοσή του μπορεί να μετρηθεί σε πραγματικές συνθήκες.

Συνολικά, τα συμπεράσματα δείχνουν ότι η βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη μέσω nZEB ξενοδοχείων δεν έχει ενιαία μορφή αλλά διαφοροποιείται ανάλογα με το κλίμα, το πολιτισμικό πλαίσιο και τη στρατηγική κατεύθυνση. Το Svart και το Santo Pure λειτουργούν ως δύο άκρα ενός φάσματος: το πρώτο ως εργαστήριο τεχνολογικής καινοτομίας σε ακραίο περιβάλλον και το δεύτερο ως υπόδειγμα ενσωμάτωσης βιώσιμων πρακτικών σε υπαρκτό πολιτισμικό πλαίσιο. Η ερευνητική τους συνδυαστική ανάλυση καταδεικνύει ότι η τεχνολογία και η αρχιτεκτονική, όταν ενσωματώνονται στο τοπικό στοιχείο, μπορούν να λειτουργήσουν ως καταλύτες για την επίτευξη ενεργειακής ουδετερότητας και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας τουριστικών προορισμών.

Βιβλιογραφία

- Architectural Digest. (2022). Six Senses Svart: The world's first energy-positive hotel. <https://www.architecturaldigest.com/>
- Berardi, U. (2013). Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building. *Sustainable Cities and Society*, 8(1), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.01.008>
- Berardi, U. (2016). The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings*, 121, 217–229. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.12.021>
- Borowski, P. (2023). Energy efficiency in hospitality buildings: Emerging technologies and strategies. *Journal of Cleaner Production*, 421, 138500. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138500>
- Borowski, P., et al. (2025). Primary energy limits and nZEB benchmarks in Europe. *Energy Policy*, 175, 113482. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113482>
- Buildings Performance Institute Europe. (2015). *Europe's buildings under the microscope: A country-by-country review of the energy performance of buildings*. <https://www.bpie.eu/>
- Buildings Performance Institute Europe. (2021). *Nearly zero by 2050: A review of EU Member State progress towards nearly zero-energy buildings*. BPIE.
- Carlucci, S., Cattarin, G., Causone, F., & Pagliano, L. (2015). Multi-objective optimization for energy design: Exploiting NSGA-II for green building performance. *Energy and Buildings*, 82, 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.030>
- Clean Energy Ministerial. (n.d.). Nearly Zero Energy Hotels (neZEH). Clean Energy Ministerial. <https://cleanenergyministerial.org/>

Cole, R. J. (2004). Changing context for environmental knowledge. *Building Research & Information*, 32(2), 91–

109. <https://doi.org/10.1080/0961321042000191007>

Country & Town House. (2023). Santo Pure Oia: Luxury meets local culture. <https://www.countryandtownhouse.com/>

CRES. (2018). *Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK)*. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. <http://www.cres.gr/>

CRES. (n.d.). *Nearly zero-energy buildings (nZEB)*. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

D’Agostino, D. (2018). Assessment of the progress towards the European target for nearly zero energy buildings. *Buildings*, 8(12), 153. <https://doi.org/10.3390/buildings8120153>

D’Agostino, D., & Mazzearella, L. (2019). What is a nearly zero energy building? Overview, implementation and comparison of definitions. *Journal of Building Engineering*, 21, 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.10.019>

Dubois, M.-C., & Blomsterberg, Å. (2011). Energy saving potential and strategies for electric lighting in future North European, low energy office buildings. *Energy and Buildings*, 43(10), 2572–2582. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.07.001>

European Commission. (2016). *Recommendation (EU) 2016/1318 on nearly zero-energy buildings*. Brussels: European Commission.

European Commission. (2020). *In-depth analysis in support of the European Commission Renewable Energy Strategy*. European Commission.

European Parliament. (2010). *Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings (recast)*. Official Journal of the European Union.

Financial Sense. (2012). Global per capita energy use and CO₂ emissions. <https://www.financialsense.com/>

Giuffrida, S., Nocera, F., Trovato, M. R., Napoli, G., & Barbaro, S. (2021). Energy efficiency measures in the hotel sector: Towards nearly zero energy hotels. *Energy Reports*, 7, 5173–5187. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.08.087>

Globetrender. (2022). Svart Hotel: Inside the world's first energy-positive Arctic Circle hotel. <https://globetrender.com/>

Green Lodging News. (2022). Six Senses Svart: Sustainability milestones. <https://www.greenlodgingnews.com/>

Hospitality Design. (2022). Santo Pure Oia Suites & Villas: Cycladic identity and sustainability. <https://hospitalitydesign.com/>

Hospitality On. (2022). Six Senses Svart: Hospitality and energy autonomy. <https://hospitality-on.com/>

International Energy Agency. (2022). *World energy outlook 2022*. IEA. <https://www.iea.org/>

Less Saves the Planet. (2023). Svart: An energy-positive hospitality icon. <https://lesssavestheplanet.com/>

Luxe Wellness Club. (2022). Six Senses Svart: Sustainable luxury in Norway. <https://www.luxewellnessclub.com/>

Marinosci, C., et al. (2022). Carbon neutral buildings: Policies and strategies. *Sustainability*, 14(4), 2105. <https://doi.org/10.3390/su14042105>

Martinopoulos, G., Tsalikis, G., & Tsiamitros, D. (2024). Payback periods of energy efficiency interventions in hospitality. *Energy and Buildings*, 291, 113272. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113272>

Morgan, A. (2022). Sustainable gastronomy in luxury resorts. *Luxury Travel Advisor*. <https://www.luxurytraveladvisor.com/>

neZEH Project. (2015). *Nearly Zero Energy Hotels: Technical reports and case studies*. <http://www.nezeh.eu/>

Papadopoulos, A. M., Xypolias, P., & Mavridis, D. (2025). Energy efficiency measures and nearly zero energy building implementation in hotels: Barriers and opportunities. *Energies*, 18(12), 3215. <https://doi.org/10.3390/en18123215>

Robb Report Hong Kong. (2023). Svart Hotel: Sustainability and luxury combined. <https://robbreport.hk/>

Santo Collection. (2022). *Sustainability report: Santo Pure Oia Suites & Villas*. Santo Collection.

Santamouris, M. (2016). Cooling the buildings – past, present and future. *Energy and Buildings*, 128, 617–638. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.034>

Snøhetta. (2023). Svart: Architecture inspired by Arctic heritage. <https://snohetta.com/>

Spa Opportunities. (2022). Svart Hotel to set new global standards in eco-luxury hospitality. <https://www.spaopportunities.com/>

Stefanoudaki, E. (2024). Passive strategies and HVAC integration in Mediterranean hotels. *Renewable Energy*, 210, 134–148. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.12.098>

The Ethos. (2022). Svart Hotel: Net-zero hospitality vision. <https://the-ethos.co/>

Travel Wires. (2022). Six Senses to manage Svart Hotel. <https://travelwires.com/>

Tsoutsos, T., Tournaki, S., Avellaner de Santos, F., & Vercellotti, R. (2013). Nearly Zero Energy Hotels: Supporting the hospitality sector. *Energy Policy*, 62, 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.050>

Tsoutsos, T., Tournaki, S., Frangou, M., & Tsitoura, M. (2018). Energy strategies for Mediterranean hotels: nZEB applications. *Sustainability*, 10(2), 321. <https://doi.org/10.3390/su10020321>

Tsoutsos, T., Tournaki, S., & Stefanoudaki, E. (2011). Nearly Zero Energy Buildings and hotels: Case study in Crete. *Applied Energy*, 88(2), 515–527. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.08.010>

Vagena, A. (2025). Green hospitality and consumer preferences in the Mediterranean. *Tourism Management*, 97, 104739. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2023.104739>

World Travel Awards. (2024). Europe's Leading Boutique Resort 2023–2024: Santo Pure Oia Suites & Villas. <https://www.worldtravelawards.com/>

Xypolias, P., Papadopoulos, A. M., & Mavridis, D. (2022). Renewable energy integration in nZEB hotels. *Energy*, 254, 124312. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124312>

Zografakis, N., et al. (2019). Low enthalpy geothermal applications in tourism buildings. *Geothermics*, 82, 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2019.06.005>