



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ
ΚΤΙΡΙΩΝ"

Διπλωματική Εργασία

Κτίριο Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης και Χαμηλής
Ενσωματωμένης Ενέργειας: παραμετρική ανάλυση για
τυποποιημένη τουριστική μονάδα

ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΤΑΜΑΤΙΟΥ

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Αλεξανδρή Ελευθερία

Πάτρα, Αύγουστος 2018

© Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2018

Η παρούσα Εργασία καθώς και τα αποτελέσματα αυτής, αποτελούν συνιδιοκτησία του ΕΑΠ και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης, αναπαραγωγής και αναδιανομής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα της Εργασίας καθώς και το όνομα του ΕΑΠ όπου εκπονήθηκε.

Κτίριο Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης και Χαμηλής
Ενσωματωμένης Ενέργειας: παραμετρική ανάλυση για
τυποποιημένη τουριστική μονάδα

ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΤΑΜΑΤΙΟΥ

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

ΑΛΕΞΑΝΔΡΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

Μέλος ΣΕΠ, ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

ΒΡΑΣΙΔΑ ΜΑΡΙΑ

Μέλος ΣΕΠ, ΕΑΠ

Πάτρα, Αύγουστος 2018

*«Στην οικογένειά μου για την υπομονή και τη στήριξή τους.
Ας αποτελέσει η προσπάθεια αυτή παράδειγμα και κληρονομιά για τον γιο μου»*

Περίληψη

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τουρισμού, την τελευταία δεκαετία υπήρξε αύξηση στις παγκόσμιες αφίξεις περισσότερο από 40% ή 384 εκατομμύρια (UNWTO, 2018). Το 2017, περισσότεροι από 27 εκατομμύρια τουρίστες επισκέφθηκαν την Ελλάδα, συνεισφέροντας στο ΑΕΠ περισσότερο από 10% (Ικκος και Κουτσός 2018). Ωστόσο, μέχρι το 2020 το 52,08% των ξενοδοχείων στην Ελλάδα θα έχει ηλικία μεγαλύτερη από 30 χρόνια (ιδία επεξεργασία δεδομένων ΕΛΣΤΑΤ 2011), και κατά συνέπεια θα απαιτείται μια σοβαρή ανακαίνιση, ενώ το 10,59% θα έχει ηλικία μεγαλύτερη από 50 χρόνια (ibid), και κατά συνέπεια θα απαιτείται η κατεδάφισή τους και η εκ νέου κατασκευή τους ή η στατική ενίσχυσή τους. Ενώ ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών προειδοποιεί για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του τουρισμού (ΟΗΕ 2015), και το χαρακτηριστικό παράδειγμα της Ισπανίας (Carrero et al 2009), όπου η ισπανική κυβέρνηση ανέλαβε με κόστος δισεκατομμυρίων € να αποκαταστήσει το περιβάλλον από τα εγκαταλελειμμένα ξενοδοχεία, προειδοποιεί, το ερώτημα για τους επιχειρηματίες και την κεντρική διοίκηση είναι: υπάρχει τρόπος οικονομικός και φιλικός προς το περιβάλλον, ώστε να είναι διαχειρίσιμος ο προαναφερθέν κίνδυνος συνεισφέροντας στην αειφορία του τουρισμού;

Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί μια τυποποιημένη τουριστική μονάδα και εξετάζει μια τυπική σχεδίαση, η οποία χρησιμοποιεί τρεις διαφορετικούς τύπους δομικών υλικών (υλικά που θα χαρακτηρίζονταν από “συμβατικά” έως “οικολογικά”), και μια μινιμαλιστική σχεδίαση (η οποία χρησιμοποιεί “οικολογικά” δομικά υλικά), και διερευνά το πόσο φιλικό, προς το περιβάλλον, και οικονομικά αποδοτικό είναι οι διαφορετικοί τρόποι σχεδίασης και δόμησης. Καθώς όλες οι περιπτώσεις που εξετάζονται είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης και βιοκλιματικού σχεδιασμού, επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο την ίδια περίπου κατανάλωση λειτουργικής ενέργειας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, το αποτέλεσμα είναι η “τυπική” σχεδίαση με συμβατικά υλικά (Σενάριο 1) να διαθέτει **102,83%** μεγαλύτερη ενσωματωμένη ενέργεια και να έχει **120,27%** περισσότερες ισοδύναμες εκπομπές CO₂ και να κοστίζει **29,05% περισσότερο** από ότι η “μινιμαλιστική” σχεδίαση με οικολογικά υλικά (Σενάριο 4), ενώ η “τυπική” σχεδίαση με συμβατικά υλικά (Σενάριο 1) να διαθέτει **108,63%** μεγαλύτερη ενσωματωμένη ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας (m²) και να έχει **123,46%** περισσότερες ισοδύναμες εκπομπές CO₂ ανά μονάδα επιφάνειας (m²) και να κοστίζει **31,45% περισσότερο** ανά μονάδα επιφάνειας (m²) από ότι η “τυπική” σχεδίαση με οικολογικά υλικά (Σενάριο 3). Τέλος, για

κάθε ένα € αρχικής επένδυσης στη “συμβατική” σχεδίαση αντιστοιχούν 1,25 ισοδύναμες εκπομπές CO₂, ενώ στην "μινιμαλιστική" σχεδίαση με οικολογικά υλικά αντιστοιχεί 0,73 ισοδύναμες εκπομπές CO₂, αποδεικνύοντας σε κάθε περίπτωση τον φιλικό, προς το περιβάλλον, και οικονομικό χαρακτήρα της τελευταίας.

Λέξεις – Κλειδιά

Τουρισμός, ξενοδοχείο, ενσωματωμένη ενέργεια, κύκλος ζωής, αέρια θερμοκηπίου.

Abstract

According to the World Tourism Organization there was a globally increase of 40% or 384 million arrivals during the last decade (UNWTO, 2018). In 2017, more than 27 million tourists visited Greece, contributing to more than 10% of the GDP (Ικκος και Κουτσός 2018). On the other hand, until 2020, 52,08% of the hotels in Greece will have an age of more than 30 years (ΕΛΣΤΑΤ 2018) (so a major renovation will be needed), while 10,59% will have an age of more than 50 years (ΕΛΣΤΑΤ 2018) (so a demolition process and rebuilding will be needed or their structural reinforcement). While UNEP warns about the environmental impacts of tourism (OHE 2015) and the abandoned touristic infrastructure costs billions of euros to the Spanish government for restoration (Carrero et al 2009), the question for the businessmen and local government is if there is any financial efficiently and environmentally friendly way to manage the above devastating consequences?

This dissertation uses a standardized touristic unit and investigates how environmentally friendly and financial efficiently are two different hotel rooms types (a typical and a minimalist design) and three different structures and components (from "conventional" to "ecofriendly" materials). As all examined cases are energy efficient hotel rooms modules as well bioclimatic design ones, the same approximately operational energy is achieved for all examined cases, resulting that the "conventional" design (Scenario 1) has **102,83%** more EE, **120,27%** more KgCO₂ and is **29,05%** more expensive than the "minimalist" design using ecological materials (Scenario 4), while the "conventional" design (Scenario 1) has **108,63%** more EE/m², **123,46%** more KgCO₂/m² and is **31,45%** more expensive than the "typical" design using ecological materials (Scenario 3). Finally, examining how "green" is the initial investment, 1€ of investment emits 1,25 KgCO₂ in the "conventional" design, while 1 € of investment emits 0,73 KgCO₂ in the "minimalist" design, proving in any case its eco-friendly and financially efficient character.

Keywords

Tourism, hotel, Embodied Energy, Greenhouse Gas Emission, LCEA.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vii
Περιεχόμενα	viii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	x
Κατάλογος Πινάκων	xiii
Συντομογραφίες&Ακρωνύμια.....	xv
0. Εισαγωγή.....	1
1. Τουρισμός & Περιβάλλον	4
1.1 Τουρισμός.....	4
1.1.1 Οικονομική/αναπτυξιακή διάσταση του τουρισμού	4
1.1.2 Ο αειφόρος τουρισμός(από την πλευρά του τουριστικού τομέα).....	10
1.1.3 Ελληνικό Ξενοδοχειακό κτιριακό απόθεμα	15
1.2 Περιβαλλοντικά προβλήματα από την τουριστική ανάπτυξη	24
2. Κτίρια Ελάχιστης/Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας	26
2.1 Κτίριο ελάχιστης/μηδενικής κατανάλωσης - ορισμοί.....	26
2.2 Η ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα: Δεδομένα και προοπτικές.....	29
3. Κτίρια Χαμηλής Ενσωματωμένης Ενέργειας	42
3.1 Τι είναι η Ενσωματωμένη Ενέργεια.....	43
3.2 Ζητήματα υπολογισμού ΕΕ.....	45
3.3 Οικολογική δόμηση.....	49
4. Αρχές & Σχεδίαση Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας.....	59
4.1 Αρχές Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας.....	59
4.1.1 Περιοχή Ανάπτυξης Μονάδας και Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται	59
4.1.2 Σχεδίαση Υγιούς Εσωτερικού Περιβάλλοντος	60
4.1.3 Μινιμαλιστική Σχεδίαση	61
4.1.4 Σχεδίαση Κτιρίων Ελάχιστης Κατανάλωσης Ενέργειας.....	70
4.1.5 Σχεδίαση Κτιρίων Μειωμένης Ενσωματωμένης Ενέργειας	71
4.2 Σχεδίαση Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας.....	74
4.3 Εναλλακτικά Σενάρια Υλικών Κατασκευής Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας	80
4.3.1 Συμβατική (Conventional) κατασκευή (Σενάριο 1).....	81
4.3.2 Σύμμικτη (Lightweight) κατασκευή (Σενάριο 2).....	82
4.3.3 «Οικολογική» (Ecofriendly) Κατασκευή (Σενάριο 3)	85
4.3.4 Μινιμαλιστική «Οικολογική» (Ecofriendly) Κατασκευή (Σενάριο 4)	88
4.4 Βασικά μεγέθη και υπολογισμοί	92
5. Υπολογισμοί & Προσομοιώσεις	96
5.1 Υπολογισμός ΕΕ	96
5.2.1 Υπολογισμός ΕΕ	100
5.2.2 Υπολογισμός ΕΕr	104
5.2.3 Υπολογισμός ισοδυνάμων kgCO ₂	108
5.3 Υπολογισμός Λειτουργικής ενέργειας	115
5.4 Υπολογισμός Κόστους.....	120

6. Παρουσίαση και Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	128
6.1 ΕΕ: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων	128
6.2 Ενέργεια λειτουργίας: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων	144
6.3 Κόστος: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων	150
7. Συμπεράσματα	155
Βιβλιογραφία.....	165
Παράρτημα Α: «Υπολογισμός Θερμοπερατότητας Διαφανών και Αδιαφανών Στοιχείων»	174
Παράρτημα Β: «Προσομοιώσεις Σεναρίων βάσει λογισμικού KENAK»	187

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Γεωγραφική κατανομή διεθνών αυξήσεων το έτος 2017 και η ετήσια αύξησή τους σε σχέση με το 2016 (Πηγή: UNWTO Barometer, 2018)	6
Σχήμα 1.2: (α) Κατανομή τουριστικών εσόδων ανά περιφέρεια το 2017 και (β) Άμεση συμβολή τουρισμού στο περιφερειακό ΑΕΠ το 2017(Πηγή: Ίκκος και Κουτσός, 2018)	9
Σχήμα 1.3: Η αστικοποίηση της παραλίας: σύγκριση του τοπίου της δεκαετίας του '50 και του '00 της Ισπανικής πόλης Torremolinos (Πηγή: Mantiñán and Solla, 2010)	11
Σχήμα 2.1: Ορισμός του ZEB σύμφωνα με το DoE των ΗΠΑ (Πηγή:DoE, 2018).....	26
Σχήμα 2.2: Ορισμοί του NZEB σε διαφορετικά κράτη της ΕΕ (Πηγή: BPIE, 2015) .	27
Σχήμα 2.3: Κατανομή ΠΕΑ ανά τύπο κτιρίου προσωρινής διαμονής (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018).....	30
Σχήμα 2.4: Κατανομή ΠΕΑ ανά τύπο κτιρίου προσωρινής διαμονής (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018).....	32
Σχήμα 2.5: Μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m ² ανά κατηγορία κατανάλωσης (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)	34
Σχήμα 2.6: Κατανομή ΠΕΑ ανά τύπο κτιρίου προσωρινής διαμονής στον Ν. Μεσσηνίας (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018).....	36
Σχήμα 2.7: Κατανομή ΠΕΑ ανά ενεργειακή κατηγορία και χρήση κτιρίου στον Ν. Μεσσηνίας (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018).....	38
Σχήμα 2.8: Μέση κατανάλωση ενέργειας σε kWh/m ² ανά κατηγορία κατανάλωσης στον Ν. Μεσσηνίας (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)	39
Σχήμα 3.1 Μεταβλητότητα υπολογισμών ΕΕ και EEG ανάλογα με τα όρια του συστήματος υπολογισμού (Rasmussen et al 2018)	45
Σχήμα 3.2: Ξύλινη διώροφη κατοικία κατασκευασμένη το 1995 στο Minocqua του Northern Wisconsin, ΗΠΑ με την τεχνική του cordwood ως ανώδομή πετρόχτιστου υπογείου (Πηγή: https://cordwoodconstruction.wordpress.com/2016/10/09/cordwood-lodge/ , 2018)	50
Σχήμα 3.3: Ξύλινος φέρον οργανισμός διώροφης κατοικίας κατασκευασμένος από μαθητές του Fox Maple School of Traditional Building στο Brownfield του Maine, ΗΠΑ στα πλαίσια εργαστηρίου (Πηγή: Roy, 2004)	51
Σχήμα 3.4: Αισθητικό αποτέλεσμα κατοικίας κατασκευασμένης το 2004 στο Hope του Maine, ΗΠΑ με την τεχνική του cordwood (Πηγή: https://cordwoodconstruction.wordpress.com/2013/05/08/cordwood-castle-in-maine/ , 2018)	52
Σχήμα 3.5: Κτίσιμο τοιχοποιίας πλήρωσης με την τεχνική Cobwoodκαι λεπτομέρεια αυτής (Πηγή: Roy, 2016)	53
Σχήμα 3.6: Ο κανόνας του 1/3 στην τεχνική Cobwood (Πηγή: http://www.goodshomedesign.com/cordwood-log-cabins/ , 2018)	54
Σχήμα 3.7: Σχέση θερμομονωτικής ικανότητας και θερμικής μάζας για τα ευρέως χρησιμοποιούμενα οικοδομικά υλικά και για διαφορετικά είδη ξύλου και τα παράγωγά του (Πηγή: Roy 2016).....	54
Σχήμα 3.8: Επένδυση εξωτερικά με πέτρα σε χαμηλό ύψος από το έδαφος για την προστασία από την ανιούσα υγρασία (άμεση και έμμεση) (Πηγή: https://cordwoodconstruction.wordpress.com/ , 2018)	55

Σχήμα 4.1: Έξυπνη αξιοποίηση εξωτερικών χώρων για την εξυπηρέτηση εσωτερικών λειτουργιών καθιστικού και φαγητού, τη θερινή περίοδο (Πηγές: https://www.instagram.com/p/BWUDAp1h3n1/ και https://gr.pinterest.com/pin/10062799141378723/ , 2018)	63
Σχήμα 4.2: Παραδείγματα αντικατάστασης εσωτερικής λειτουργίας ντουζιέρας με εξωτερική με τη χρήση φίλικών, στο περιβάλλον και στην τοπική αρχιτεκτονική, υλικών (Πηγή: https://gr.pinterest.com/pin/537969117980241552/ και https://gr.pinterest.com/pin/316659417528249771/ , 2018)	64
Σχήμα 4.3: Πολλαπλά λειτουργικά επίπεδα στην κατασκευή ενός Server Room με σκοπό την ευελιξία διαμόρφωσης και αναβάθμισης (Πηγή: http://www.wasabay.com/wb4y/wp-content/uploads/2017/10/roomexample.jpg , 2018)	66
Σχήμα 4.4: Χωροθέτηση τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (Πηγή: GoogleEarth, 2018)	74
Σχήμα 4.5: Νότια κατεύθυνση κύριας θέα τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (Πηγή: GoogleEarth, 2018)	75
Σχήμα 4.6: Η ευρύτερη περιοχή της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας στο σύστημα προστασίας Natura 2000 (Πηγή: Natura 2000, 2018)	76
Σχήμα 4.7: Βασικό σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	77
Σχήμα 4.8: Σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) σύμμικτης κατασκευής (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	83
Σχήμα 4.9: Τομή εξωτερικής τοιχοποιίας σύμμικτης κατασκευής (Πηγή: KNAUF, 2018)	85
Σχήμα 4.10: Σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) οικολογικής κατασκευής (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	87
Σχήμα 4.11: Σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) οικολογικής, μινιμαλιστικής, κατασκευής (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	90
Σχήμα 6.1: Συνολική ΕΕ και ΕΕ _g για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	128
Σχήμα 6.2: Συνολικά ισοδύναμα kgCO ₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	129
Σχήμα 6.3: Συνολική ΕΕ/m ² και ΕΕ _g /m ² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	130
Σχήμα 6.4: Συνολικά ισοδύναμα kgCO ₂ /m ² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (ιδία επεξεργασία, 2018)	131
Σχήμα 6.5: Συνολική ΕΕ και ΕΕ _g των αδιαφανών στοιχείων για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	134
Σχήμα 6.6: Συνολικές εκπομπές της ΕΕ και της ΕΕ _g των αδιαφανών στοιχείων σε ισοδύναμα KgCO ₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	137
Σχήμα 6.7: Συνολική ΕΕ και ΕΕ _g των αδιαφανών στοιχείων ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (ιδία επεξεργασία, 2018)	140
Σχήμα 6.8: Συνολικά ισοδύναμα KgCO ₂ /m ² της ΕΕ και της ΕΕ _g των αδιαφανών στοιχείων ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	143

Σχήμα 6.9: Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	145
Σχήμα 6.10: Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	146
Σχήμα 6.11: Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (στις περιπτώσεις OE+EE και OE+EEr) για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)....	146
Σχήμα 6.12: Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	147
Σχήμα 6.13: Ποσοστό OE και EE επί της Συνολικής Ενέργειας στον κύκλο ζωής (για τις περιπτώσεις OE+EE και OE+EEr) για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	149
Σχήμα 6.14: Συνολικό αρχικό κόστος επένδυσης για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	150
Σχήμα 6.15: Συνολικό αρχικό κόστος επένδυσης ανά m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	152
Σχήμα 6.16: kWh EE και EEr ανά € αρχικής επένδυσης για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	153
Σχήμα 6.17: Ισοδύναμα kgCO₂ ανά € αρχικής επένδυσης για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	154

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Άμεση συμβολή τουρισμού στο ΑΕΠ της περιφέρειας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, ΤτΕ – Επεξεργασία Ίκκος και Κουτσός, 2018).....	8
Πίνακας 1.2: Αριθμός κατοικιών και ξενοδοχείων ανά χρήση (αποκλειστική/κύρια) και ποσοστά επί του συνόλου (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)	16
Πίνακας 1.3: Ηλικιακή κατανομή κτιρίων ανά χρήση (αποκλειστική/κύρια, κατοικία/ξενοδοχείο) και μερικά σύνολα (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)	18
Πίνακας 1.4: Κατανομή κτιρίων ανά αριθμό ορόφων και χρήση (αποκλειστική/κύρια, κατοικία/ξενοδοχείο) και μερικά σύνολα (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)	20
Πίνακας 1.5: Κατανομή κτιρίων ανά όροφο και χρήση (αποκλειστική/κύρια, κατοικία/ξενοδοχείο) και μερικά σύνολα(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)	21
Πίνακας 1.6: Χρονική κατανομή κτιρίων βάσει υλικού κατασκευής(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία).....	22
Πίνακας 1.7: Κατανομή κτιρίων ανά αριθμό ορόφων και βάσει υλικού κατασκευής(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)	23
Πίνακας 2.1: Είδος ΠΕΑ ανά είδος καταλύματος και περίοδο λειτουργίας (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018).....	31
Πίνακας 2.2: Αριθμός ΠΕΑ αναλόγως με την ενεργειακή κλάση, το είδος καταλύματος και περίοδο λειτουργίας (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)	33
Πίνακας 2.3: Μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m ² ανά κατηγορία κατανάλωσης ανά είδος καταλύματος (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)	35
Πίνακας 2.4: Είδος ΠΕΑ ανά είδος καταλύματος και περίοδο λειτουργίας στον Δήμο Μεθώνης (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)	37
Πίνακας 2.5: Μέση κατανάλωση ενέργειας σε kW/m ² ανά κατηγορία κατανάλωσης ανά είδος καταλύματος στον Δήμο Μεθώνης (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)	40
Πίνακας 4.1: Βασικές διαστάσεις, εμβαδά, ύψη και όγκοι των 4 σεναρίων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	93
Πίνακας 4.2: Σύνθεση και διαστάσεις δαπέδου, οροφής, τοιχοποιίας και φέροντος οργανισμού των 4 σεναρίων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	94
Πίνακας 4.3: Διαστάσεις και εμβαδά ανοιγμάτων των 4 σεναρίων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	95
Πίνακας 5.1: Υπολογισμός βάρους υλικών για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	100
Πίνακας 5.2: Υπολογισμός ΕΕ σε kWh για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία).....	104
Πίνακας 5.3: Υπολογισμός ΕΕr σε kWhγια κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία).....	108
Πίνακας 5.4: Υπολογισμός ισοδυνάμων kgCO ₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	112
Πίνακας 5.5: Υπολογισμός ΕΕ και ισοδυνάμων kgCO ₂ οπλισμένου σκυροδέματος για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία).....	113

Πίνακας 5.6: Μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της λειτουργικής ενέργειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια από το λογισμικό του KENAK (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	118
Πίνακας 5.7: Μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της λειτουργικής ενέργειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια από το λογισμικό του KENAK (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	119
Πίνακας 5.8: Κόστος υλικών για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)	126
Πίνακας 6.1: Συνολική ΕΕ και ΕΕr για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	129
Πίνακας 6.2: Συνολικά ισοδύναμα kgCO ₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	130
Πίνακας 6.3: Συνολική ΕΕ/m ² και ΕΕr/m ² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	131
Πίνακας 6.4: Συνολικά ισοδύναμα kgCO ₂ /m ² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	132
Πίνακας 6.5: ΕΕ ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	133
Πίνακας 6.6: ΕΕr ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	135
Πίνακας 6.7: Ισοδύναμα kgCO ₂ ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	136
Πίνακας 6.8: ΕΕ/m ² κάτοψης ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	138
Πίνακας 6.9: ΕΕr/m ² κάτοψης ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	139
Πίνακας 6.10: Ισοδύναμα kgCO ₂ /m ² κάτοψης ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	141
Πίνακας 6.11: Ενέργεια Λειτουργίας, Ενσωματωμένη Ενέργεια (ΕΕ) και Συνολική ενέργεια, ετήσιας και στον κύκλο ζωής, συνολικά και ανά m ² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	144
Πίνακας 6.12: Ενέργεια Λειτουργίας, Ενσωματωμένη Ενέργεια (ΕΕr) και Συνολική ενέργεια, ετήσιας και στον κύκλο ζωής, συνολικά και ανά m ² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018).....	148
Πίνακας 6.13: Κόστος κατασκευής καθενός σεναρίου (βάσει των υπό μελέτη δομικών υλικών) και αναγωγή ΕΕ, ΕΕr και ισοδυνάμων CO ₂ ανά € επένδυσης (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)	151

Συντομογραφίες&Ακρωνύμια

DoE	Department of Energy
EBC	Energy in Buildings and Communities
EEG	Embodied Energy and Greenhouse Gas Emission
EIO	Economic Input Output
EPD	Environmental Product Declarations
ICE	Inventory of Carbon & Energy
IEA	International Energy Agency
LCEA	Life Cycle Energy Analysis
kWh	Kilo Watthour
MST	Measuring Sustainable Tourism
NZEB	Near Zero energy Building
OE	Operational Energy
SDGs	Sustainable Development Goals
TSA	Tourism Satellite Account
UNWTO	World Tourism Organization
WWF	World Wildlife Fund
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΑΠΘ	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
EE	Ενσωματωμένη Ενέργεια (ή Embodied Energy)
E.E.	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνικής Στατιστικής υπηρεσίας
ΙΤΕΠ	Ινστιτούτου Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
KENAK	Κανονισμός Ενεργειακής Κατάταξης
ΚΤΣ	Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος
ΞΕΕ	Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας
ΟΑΣΑ	Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
ΟΗΕ	Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών
ΠΕΑ	Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης
ΣΕΠΔΕΜ	Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων

ΣΕΤΕ	Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων
ΣτΕ	Συμβούλιο της Επικρατείας
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδος Κυβέρνησης

0. Εισαγωγή

Ο τομέας του τουρισμού τόσο παγκοσμίως όσο και στην Ελλάδα αποτελεί έναν από τους πλέον ανεπτυγμένους τομείς της οικονομίας και ο οποίος εξακολουθεί και διατηρεί ικανοποιητικούς ρυθμούς ανάπτυξης (UNWTO 2018, OECDa 2018, Ίκκος και Κουτσός 2018). Ωστόσο, το κτιριακό δυναμικό του τομέα καταλυμάτων στην Ελλάδα παρουσιάζει σημάδια γήρανσης, αφού μέχρι το 2020, το 10,59% του συνόλου των ξενοδοχείων στην Ελλάδα θα έχουν ηλικία μεγαλύτερη από 50 χρόνια και το 52,08% του συνόλου των ξενοδοχείων στην Ελλάδα θα έχουν ηλικία μεγαλύτερη από 30 χρόνια (βλέπε αναλυτικά ενότητα 1.1.3). Κατά συνέπεια στα αμέσως επόμενα χρόνια θα προκύψει είτε η ανάγκη της κατεδάφισής τους και της εκ νέου οικοδόμησής τους, είτε της δομικής τους ενίσχυσης είτε μιας εκτεταμένης ανακαίνισης με ταυτόχρονη τη ριζική ενεργειακή τους αναβάθμιση. (ΕΛΣΤΑΤ 2011, ΣΕΠΔΕΜ, 2018). Το χαρακτηριστικό παράδειγμα της Ισπανίας (Carrero et al 2009), όπου η ισπανική κυβέρνηση ανέλαβε με κόστος δισεκατομμυρίων € να αποκαταστήσει το περιβάλλον από τα εγκαταλελειμμένα ξενοδοχεία, θα πρέπει να προβληματίσει τόσο τους επιχειρηματίες του κλάδου όσο και την κεντρική κυβέρνηση και να τους ενεργοποιήσει για την πρόληψη του σχετικού προβλήματος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να προτείνει λύσεις φιλικές προς το περιβάλλον αλλά και οικονομικά βιώσιμες για το παραπάνω πρόβλημα. Για το σκοπό αυτό θεωρεί μια τυποποιημένη τουριστική μονάδα, η οποία βρίσκεται στα παράλια της Κλιματικής Ζώνης Α και λειτουργεί τη θερινή περίοδο, δηλαδή αντιπροσωπεύει τη συντριπτική πλειοψηφία των τουριστικών καταλυμάτων (Ίκκος et al, 2017, ΣΕΠΔΕΜ 2018), είναι βιοκλιματικά σχεδιασμένη και διαθέτει του τυπικούς χώρους και εξοπλισμό που συναντά κανείς σε ένα τυπικό κατάλυμα. Εφαρμόζοντας τις εθνικές προβλέψεις ενεργειακής απόδοσης σε νέα κτίρια ή ριζικά ανακαινισμένα (KENAK 2017) όλα τα σενάρια που εξετάζονται διαθέτουν την απαραίτητη θερμομόνωση και Η/Μ εξοπλισμό (ψύξη, θέρμανση, δροσισμό, ΖΝΧ και ΑΠΕ) ώστε να εντάσσονται στην υψηλότερη ενεργειακή κατηγορία A+ (<15kWh/m²). Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται η λειτουργική τους ενέργεια (και κατά συνέπεια και το λειτουργικό τους κόστος και οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στο περιβάλλον) και αναδεικνύεται ξεκάθαρα το ζήτημα της καταναλισκόμενης Ενσωματωμένης Ενέργειας

και της εκπεμπόμενης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα των χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών για την κατασκευή τους, καθώς και το αρχικό κόστος επένδυσης για κάθε ένα από αυτά.

Με σκοπό να καλύψει μια σειρά από πιθανά σενάρια εξετάζονται δυο σχεδιάσεις, μια τυπική σχεδίαση και μια μινιμαλιστική (δηλαδή με περιορισμό των εσωτερικών χώρων μέσω της μεταφοράς εσωτερικών χρήσεων εξωτερικά, στους υπαίθριους χώρους) και τρία διαφορετικά σενάρια για την τυπική σχεδίαση, ένα με "συμβατικά" δομικά υλικά, ένα με "σύμμικτα" δομικά υλικά και ένα με "φιλικά προς το περιβάλλον", δομικά υλικά. Ο τελευταίος τρόπος δόμησης χρησιμοποιείται και στο τελευταίο σενάριο που χρησιμοποιεί τη μινιμαλιστική σχεδίαση με σκοπό να υπολογίσει ποσοτικά τη βελτιστοποίηση που αυτή μπορεί να επιτύχει συγκριτικά.

Έτσι, το πρώτο Κεφάλαιο αναφέρεται στο θέμα της οικονομικής και αναπτυξιακής διάστασης του τουρισμού τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο, στο θέμα της αειφόρου ανάπτυξης του από την οπτική γωνία του τουριστικού τομέα και αναλύονται σημαντικά ζητήματα που αφορούν το κτιριακό δυναμικό των τουριστικών καταλυμάτων. Ακόμη αναφέρονται κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα των καταστρεπτικών συνεπειών που δημιουργούνται τόσο στο περιβάλλον όσο και στον τουρισμό όταν δεν υπάρχει η χρυσή τομή μεταξύ της τουριστικής ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος (αειφόρος τουριστική ανάπτυξη).

Στο δεύτερο Κεφάλαιο περιγράφονται οι έννοιες της Λειτουργικής ενέργειας και του κτιρίου Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας (nZEB) καθώς και η σημαντική διαφοροποίηση της τελευταίας από το κτίριο που χρησιμοποιεί πράσινη/οικολογική/φιλική προς το περιβάλλον δόμηση (Green building). Επίσης, αναλύονται τα δεδομένα της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα και περιγράφονται οι σημαντικές προοπτικές που υπάρχουν στο σχετικό αντικείμενο.

Στο τρίτο Κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια της Ενσωματωμένης Ενέργειας, τίθενται σημαντικά ζητήματα υπολογισμού της και περιγράφεται αναλυτικά η οικολογική δόμηση που θα χρησιμοποιηθεί στα δυο τελευταία σενάρια της παρούσης εργασίας.

Στο τέταρτο Κεφάλαιο παρατίθενται οι αρχές που διέπουν τη σχεδίαση της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, η βασική της σχεδίαση που υπακούει στις παραπάνω αρχές, τα εναλλακτικά σενάρια καθώς και τα βασικά τους μεγέθη και οι βασικοί υπολογισμοί τους.

Στο πέμπτο Κεφάλαιο, παρατίθενται αναλυτικά οι υπολογισμοί που διενεργούνται και οι προσομοιώσεις για τον υπολογισμό της ΕΕ ενέργειας, της Λειτουργικής ενέργειας, των ισοδύναμων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του κόστους και για τα τέσσερα σενάρια

Στο έκτο Κεφάλαιο συγκεντρώνονται και αναλύονται τα παραπάνω αποτελέσματα με σκοπό τη σύγκριση και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, τα οποία συνοψίζονται στο έβδομο Κεφάλαιο.

Τέλος, στο Παράρτημα Α παρατίθεται ο τρόπος υπολογισμού και τα αποτελέσματα της θερμοπερατότητας των δομικών συστημάτων και των τεσσάρων σεναρίων, ενώ στο Παράρτημα Β παρατίθενται τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της προσομοίωσης της ενεργειακής απόδοσης τους.

1.Τουρισμός & Περιβάλλον

Το παρόν κεφάλαιο αναφέρεται σε εκείνα τα ζητήματα του τουρισμού και του περιβάλλοντος τα οποία είναι σημαντικά για την κατανόηση τόσο της αλληλεξάρτησής τους και της (αρνητικής) επίδρασης που έχει ο τουρισμός στο περιβάλλον αλλά και τη σημασίας που έχει η ανάλυση και ο υπολογισμός του κύκλου ζωής της ενέργειας (Life Cycle Energy Analysis - LCEA) σε μια πρότυπη τουριστικής μονάδας με σκοπό τη διαμόρφωση μιας στρατηγικής αειφόρου τουριστικής ανάπτυξης.

1.1 Τουρισμός

Στην ενότητα αυτή καταγράφονται οι τάσεις και αναφέρονται μια σειρά από δεδομένα τα οποία αφορούν τόσο τον παγκόσμιο τουρισμό όσο και το τουριστικό προϊόν της Ελλάδας. Επίσης, αναφέρονται μια σειρά από χρήσιμα στατιστικά στοιχεία αναφορικά με τη σύνθεση του ελληνικού ξενοδοχειακού αποθέματος, προκειμένου να γίνει ευκολότερα κατανοητή η επιλογή των σεναρίων της πρότυπης ξενοδοχειακής μονάδας που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 4.

1.1.1 Οικονομική/αναπτυξιακή διάσταση του τουρισμού

Σκοπός της υποενότητας αυτής είναι να παρουσιαστούν τόσο οι παγκόσμιες τάσεις του τουριστικού τομέα όσο και οι αντίστοιχες τάσεις στην Ελλάδα, με σκοπό να καταδειχθούν οι εξελίξεις που σημειώθηκαν στο παρελθόν και το σημείο στο οποίο βρίσκεται αυτός σήμερα (και προκειμένου να γίνουν κατανοητά τα περιβαλλοντικά προβλήματα και ο τρόπος που αυτά δημιουργήθηκαν), όσο και οι προοπτικές του στο άμεσο μέλλον, προκειμένου να εκτιμήσει κανείς τα περιβαλλοντικά προβλήματα που θα δημιουργηθούν εάν δε ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, αλλά και την ίδια την αξία των μέτρων αυτών.

Σύμφωνα με την ετήσια αναφορά του 2017 του Παγκόσμιου Οργανισμού Τουρισμού (World Tourism Organization-UNWTO), οι διεθνείς αφίξεις τουριστών ανήλθαν σε 1.323 εκατομμύρια, μια αύξηση της τάξεως του 7% σε σχέση με το 2016 ή 84 εκατομμύρια περισσότερες αφίξεις, ενώ την τελευταία δεκαετία οι αφίξεις αυξήθηκαν κατά 393

εκατομμύρια και υπάρχει μια μέση ανάπτυξη 4% το διάστημα των τελευταίων 8 ετών (UNWTO 2018).

Στον παρακάτω χάρτη απεικονίζεται η γεωγραφική κατανομή των διεθνών αυξήσεων το έτος 2017 καθώς και η ετήσια αύξησή τους σε σχέση με το 2016. Από τον χάρτη αυτόν προκύπτει ότι η Ευρώπη αν και είναι μια εξαιρετικά ανεπτυγμένη τουριστική αγορά (κατέχει το 51% των διεθνών αφίξεων) συνεχίζει να αναπτύσσεται με ταχύτερους, από τον μέσο όρο, ρυθμούς (8%).



Σχήμα 1.1: Γεωγραφική κατανομή διεθνών αυξήσεων το έτος 2017 και η ετήσια αύξησή τους σε σχέση με το 2016 (Πηγή: UNWTO Barometer, 2018)

Την ίδια αυξητική τάση του τουρισμού περιγράφει και η αναφορά του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης –ΟΑΣΑ σχετικά με τις τάσεις και τις πολιτικές στον τουρισμό το 2018 (OECDb 2018), όπου αναφέρει ότι οι διεθνείς αφίξεις το 2016 ανήλθαν παγκοσμίως σε περισσότερες από 1.200 εκατομμύρια, με τις αφίξεις στα μέλη-κράτη του ΟΑΣΑ να κατέχουν περισσότερες από τις μισές και να έχουν πετύχει σε σχέση με το 2015 ένα ρυθμό ανάπτυξης 3,9%, ταυτόσημο με τον παγκόσμιο. Επίσης, σημαντικός αναδεικνύεται ο ρόλος του τουρισμού στη δημιουργία θέσεων εργασίας, στα έσοδα από εξαγωγές και στην εγχώρια προστιθέμενη αξία, ενώ η άμεση συνεισφορά του ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 4,2% αναφορικά με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν-ΑΕΠ, στο 6,9% αναφορικά με τις θέσεις εργασίας και στο 21,7% αναφορικά με τις εξαγωγές υπηρεσιών στα κράτη μέλη του (OECDb 2018). Τα σχετικά δεδομένα που δίνει ο ΟΑΣΑ για τον τουρισμό στην Ελλάδα το έτος 2016 είναι: 28 εκατομμύρια διεθνής αφίξεις, ρυθμό ανάπτυξης 7,5%, άμεση συνεισφορά στο ΑΕΠ 4,2% (ή 9,6 δις. €) και το 10% περίπου της συνολικής απασχόλησης ή 366.000 θέσεις εργασίας (OECDa 2018).

Ακόμη πιο σημαντική θεωρεί ο Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων (ΣΕΤΕ) τη συμβολή του τουρισμού στο ΑΕΠ της Ελλάδος, αφού σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα του (Ικκος και Κουτσός 2018) το 2017 η Ελλάδα υποδέχθηκε σχεδόν 27,2 εκ. τουρίστες, μόνιμους κατοίκους άλλων χωρών, με τον αριθμό των διανυκτερεύσεων τους να ανέρχεται σε 210 εκατομμύρια και εισέπραξε άμεσα σχεδόν 18,295 δις.€, το οποίο μεταφράζεται σε μια αύξηση 9,7% στις αφίξεις, 10,2% στις διανυκτερεύσεις και 11,7% στα έσοδα σε σύγκριση με το 2016. Με την 1η εκτίμηση της Ελληνικής Στατιστικής υπηρεσίας-ΕΛΣΤΑΤ (Μάρτιος 2018), για το ΑΕΠ της χώρας, να ανέρχεται σε τρέχουσες τιμές, το 2017 στα 177,735 δις.€, αυξημένο κατά 2,0% σε σύγκριση με το 2016, παρατηρεί κανείς ότι ο τουρισμός «έτρεξε» γρηγορότερα από το ΑΕΠ και συνέβαλε καθοριστικά στη διαμόρφωσή του αφού συνεισέφερε άμεσα το 10,3% αυτού (ibid). Παράλληλα, η συμβολή του στην άμεση απασχόληση ανήλθε το τρίμηνο αιχμής (Ιούλιος-Σεπτέμβριος) του 2017 στο 16,9% του συνόλου της (μόνο στον τομέα καταλύματα-εστίαση απασχολήθηκαν 399.000 εργαζόμενοι/ες) και αποτέλεσε βασική συνιστώσα για τη μείωση της μεγάλης ανεργίας (ibid). Ακόμη, η συνεισφορά του στο ισοζύγιο πληρωμών ήταν σημαντική, αφού εισέρευσαν 14,2 δις. €, το οποίο αντιστοιχεί στο 74% των εισπράξεων από τις εξαγωγές όλων των υπολοίπων προϊόντων (εξαιρουμένων των πετρελαιοειδών και της ναυτιλίας) και

κάλυψε το 80% του ελλείμματος του ισοζυγίου πληρωμών (ibid). Επίσης, ο τουρισμός διαθέτει έναν πολύ καλό πολλαπλασιαστή, από 2,2 έως 2,65, το οποίο σημαίνει ότι για κάθε 1,00€ τουριστικής δραστηριότητας δημιουργείται 1,20€ έως 1,65€ επιπλέον (ibid). Αυτό σημαίνει ότι υπολογίζοντας την άμεση και την έμμεση συνεισφορά του τουρισμού, το μέγεθος του τουριστικού τομέα ανέρχεται μεταξύ 40,3 και 48,5 δισ. €, δηλαδή κυμάνθηκε μεταξύ 22,6% και 27,3% του ΑΕΠ, ενώ η συνολική απασχόληση (άμεση και έμμεση) που δημιουργεί ο τουρισμός ανέρχεται στο 37,2% έως 44,8% του συνόλου. Τα δεδομένα αυτά μεταφράζονται σε μια εξαιρετικά σημαντική εξάρτηση ολόκληρων περιφερειών από τον τουρισμό, όπως για παράδειγμα των περιφερειών Νοτίου Αιγαίου (ποσοστό συμμετοχής τουρισμού 76,8%), Ιονίων Νήσων (ποσοστό συμμετοχής τουρισμού 73%) και Κρήτης (ποσοστό συμμετοχής τουρισμού 47,4%), όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (ibid).

Περιφέρεια	% κατανομή εσόδων εισερχόμενου τουρισμού 2017	αναλογία άμεσης τουριστικής δαπάνης 2017 - σε € εκ.	% Κατανομή ΑΕΠ Περιφέρειας 2017* - σε € εκ.	άμεση συμβολή τουρισμού στο ΑΕΠ Περιφέρειας με στοιχεία 2017	κατά κεφαλήν ΑΕΠ 2015 σε €
Ν. Αιγαίο	25,7%	4.706	6.127	76,8%	18.153
Κρήτη	23,0%	4.199	8.858	47,4%	13.912
Αττική	14,7%	2.683	85.055	3,2%	22.192
Κεντ. Μακεδονία	13,0%	2.386	23.908	10,0%	12.557
Ιόνια Νησιά	12,5%	2.286	3.132	73,0%	15.039
Πελοπόννησος	2,2%	396	7.840	5,0%	13.358
Θεσσαλία	2,0%	373	9.139	4,1%	12.393
Αν. Μακεδονία & Θράκη	2,0%	363	6.815	5,3%	11.164
Ήπειρος	1,5%	279	3.918	7,1%	11.500
Δυτ. Ελλάδα	1,1%	205	8.180	2,5%	12.097
Β. Αιγαίο	1,2%	215	2.501	8,6%	12.582
Στερεά Ελλάδα	0,8%	146	7.923	1,8%	14.117
Δυτ. Μακεδονία	0,3%	58	4.339	1,3%	15.642
Σύνολο Χώρας	100,0%	18.295	177.735	10,3%	16.294

*Η κατανομή του ΑΕΠ των Περιφερειών είναι εκτίμηση βάσει της ποσοστιαίας κατανομής του 2015

Πίνακας 1.1: Άμεση συμβολή τουρισμού στο ΑΕΠ της περιφέρειας (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, ΤτΕ – Επεξεργασία Ίκκος και Κουτσός, 2018)

Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να σημειωθεί η συμβολή του τουρισμού στην περιφερειακή ανάπτυξη και στην εξισορρόπηση των οικονομικών ανισορροπιών μεταξύ κέντρου και περιφέρειας, όπως φαίνεται και στα παρακάτω δυο σχήματα.



(α) Τουριστικά έσοδα ανά περιφέρεια



(β) Άμεση συμβολή τουρισμού στις
περιφέρειες

Σχήμα 1.2: (α) Κατανομή τουριστικών εσόδων ανά περιφέρεια το 2017 και (β) Άμεση συμβολή τουρισμού στο περιφερειακό ΑΕΠ το 2017 (Πηγή: Ίκκος και Κουτσός, 2018)

Τέλος, σημαντική είναι η αναφορά στο σύνολο των επενδύσεων των ξενοδοχείων το 2014, η οποία, κατ' εκτίμηση, ανήλθε σε περίπου 785εκ. €. Από τη δαπάνη αυτή, τα αγαθά και οι υπηρεσίες εγχώριας προστιθέμενης αξίας αντιπροσωπεύουν περίπου το 59,0% στις νέες κατασκευές και περίπου το 44,0% στις ανακαίνισεις (ibid). Τα δεδομένα αυτά είναι σημαντικά γιατί, όπως θα περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4 υπάρχει σενάριο το οποίο απαιτεί ένταση τοπικής εργασίας και χρησιμοποιεί πληθώρα τοπικών υλικών, τα οποία αναμένεται να αυξήσουν σημαντικά τα παραπάνω ποσοστά και κατά συνέπεια θα ενισχύσουν περαιτέρω την τοπική και εθνική οικονομία. Από τα προαναφερθέντα, προκύπτει ότι ο τουρισμός, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο και επίπεδο ανεπτυγμένων κρατών όσο και σε εθνικό επίπεδο αποτελεί μια σημαντική οικονομική συνιστώσα, σταθερά αναπτυσσόμενη

τα τελευταία 10 χρόνια, με πολλαπλασιαστικά οφέλη για τις εθνικές οικονομίες, σημαντική εξάρτηση των κοινωνιών από αυτόν και σημαντικές επενδύσεις.

Συνεπώς, ο ρόλος του τουρισμού στην παγκόσμια, εθνική αλλά και τοπική οικονομία είναι αδιαμφισβήτητος και αποτελεί τον λόγο για τον οποίο διεξάγεται μια ευρεία συζήτηση για τον τρόπο επίτευξης της αειφορίας του: προκειμένου να προστατευθούν τα οικονομικά (και κοινωνικά) επιτεύγματά του, παράλληλα με την προστασία του περιβάλλοντος (αλλά και της πολιτιστικής κληρονομιάς), βρίσκοντας τη χρυσή τομή, το σημείο ισορροπίας, ώστε ο ένας τομέας να προστατεύει και να τροφοδοτεί τον άλλο αέναα. Επομένως, η ανταγωνιστικότητα του τουρισμού (από την οπτική των επαγγελματιών του κλάδου) και η αειφόρος ανάπτυξή του (από την οπτική της προστασίας του περιβάλλοντος) αποτελούν την απόλυτη πρόκληση για τον τομέα. Σε αυτή την πρόκληση έρχεται να συνεισφέρει η παρούσα ανάλυση, υπολογίζοντας και τεκμηριώνοντας έναν εναλλακτικό τρόπο αναβάθμισης του ξενοδοχειακού κτιριακού δυναμικού, ο οποίος είναι ταυτόχρονα οικονομικά ανταγωνιστικός και περιβαλλοντικά φιλικός. Για αυτόν τον λόγο η κατανάλωση ενέργειας και ο υπολογισμός της ενσωματωμένης ενέργειας μιας τυποποιημένης τουριστικής μονάδας καθίσταται άκρως επίκαιρη και επιτακτική, εξυπηρετώντας πλήρως τον σκοπό αυτό.

1.1.2 Ο αειφόρος τουρισμός(από την πλευρά του τουριστικού τομέα)

Σκοπός της υποενότητας αυτής είναι να παρουσιάσει τις παγκόσμιες τάσεις που σχετίζονται με την αειφορία του τουρισμού. Τόσο οι συστάσεις του ΟΗΕ (2015), του UNWTO (2015) και του Ινστιτούτου ΣΕΤΕ (Κυρατσούλης και Σια Ε.Ε., 2015) όσο και η πληθώρα παραδειγμάτων καταστροφής του περιβάλλοντος και υποβάθμισης του τουριστικού προϊόντος ενθαρρύνουν αλλά και επιβάλλουν την άμεση στροφή προς τον αειφορικό τουρισμό, καθώς τα προηγούμενα «αναπτυξιακά» τουριστικά μοντέλα λειτουργούν καταστροφικά (και προς το περιβάλλον και προς το τουριστικό προϊόν εν τέλει). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα ισπανικά παράλια προς τη Μεσόγειο, όπου οι πολυκατοικίες στο κύμα μειώνουν πολύ την ποιότητα του τουριστικού προϊόντος, δρώντας αρνητικά προς την τουριστική αγορά του, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (Mantiñán and Solla, 2010)



Σχήμα 1.3: Η αστικοποίηση της παραλίας: σύγκριση του τοπίου της δεκαετίας του '50 και του '00 της Ισπανικής πόλης Torremolinos (Πηγή: Mantiñán and Solla, 2010)

Στα πλαίσια αυτά, και αναγνωρίζοντας τα τεράστια κοινωνικά και οικονομικά οφέλη του τουρισμού, ο UNWTO θέτει την υπεύθυνη και αειφόρο ανάπτυξη του τουριστικού τομέα ως προτεραιότητά του, κηρύσσοντας τον Δεκέμβρη του 2015 (UNWTO 2015) το έτος **2017 ως Διεθνές Έτος Αειφόρου Τουριστικής Ανάπτυξης** (UNWTO 2017), ενώ τον Ιούνιο του 2016 ξεκινά μια δράση για τη δημιουργία ενός στατιστικού πλαισίου εργασίας (Statistical Framework) για τη Μέτρηση της Αειφορίας του Τουρισμού (Measuring Sustainable Tourism-MST) (UNWTO 2016). Ωστόσο, στα πλαίσια των 17 Κατευθύνσεων Αειφόρου Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals-SDGs) του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών-ΟΗΕ που συμφωνήθηκαν το 2015, αναγνωρίζεται η συμβολή του τουρισμού σε όλες τις επιμέρους κατευθύνσεις αλλά κυρίως (ΟΗΕ 2015):

- στην κατεύθυνση 8: «Αξιοπρεπή Εργασία και Οικονομική Ανάπτυξη» και στον στόχο 8.9: «Εκπόνηση και υλοποίηση πολιτικών για την προαγωγή της αειφορίας του τουρισμού η οποία δημιουργεί θέσεις εργασίας και προάγει την τοπική κουλτούρα και προϊόντα»,
- στην κατεύθυνση 12: «Υπεύθυνη Παραγωγή και Κατανάλωση» και στον στόχο 12.b: «Ανάπτυξη και υλοποίηση εργαλείων για την παρακολούθηση των επιπτώσεων της αειφόρου τουριστικής ανάπτυξης, η οποία δημιουργεί θέσεις εργασίας και προάγει την τοπική κουλτούρα και προϊόντα» και
- στην κατεύθυνση 14: «Υποθαλάσσια Διαβίωση» και στον στόχο 14.7: «Αύξηση των οικονομικών ωφελημάτων έως το 2013 στις μικρές νησιωτικές, αναπτυσσόμενες χώρες και στις, λιγότερο, ανεπτυγμένες χώρες, μέσω της βιώσιμης χρήσης των θαλάσσιων πόρων, περιλαμβανομένων των αλιευμάτων, της ιχθυοκαλλιέργειας και του τουρισμού».

Έτσι, δημιουργούνται δείκτες, οι οποίοι απεικονίζουν την αειφόρο ανάπτυξη του τουρισμού, όπως για παράδειγμα είναι (UNWTO 2018):

- ο δείκτης 8.9.1 «Άμεσο Τουριστικό ΑΕΠ ως ποσοστό του συνολικού ΑΕΠ» και 8.9.2 «Το ποσοστό των θέσεων εργασίας στον αειφόρο τουρισμό σε σχέση με το συνολικό ποσοστό των θέσεων εργασίας στον τουρισμό»,
- ο 12.b1 «Αριθμός των στρατηγικών ή πολιτικών αειφόρου ανάπτυξης και τα υλοποιημένα σχέδια δράσης με τη χρήση συμφωνημένων εργαλείων παρακολούθησης και αξιολόγησης» και
- ο 14.7.1 «Αειφόρα αλιεία σαν ποσοστό του ΑΕΠ στις μικρές νησιωτικές, αναπτυσσόμενες χώρες, στις λιγότερες ανεπτυγμένες χώρες και σε όλες τις χώρες».

Από τα προαναφερθέντα συμπεραίνει κανείς ότι η αειφόρος τουριστική ανάπτυξη αποτελεί προτεραιότητα για πολλά κράτη στον κόσμο αλλά και εξαιρετικά σημαντικό ζήτημα για τον ΟΗΕ, ο οποίος το έχει αναδείξει και προσπαθεί να το παρακολουθήσει μεθοδικά.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι το Committee on Tourism Statistics and Tourism Satellite Account, το οποίο ιδρύθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 και αποτελείται από δώδεκα κράτη-μέλη και το οποίο διαθέτει πολυετή εμπειρία στις

μετρήσεις του τουριστικού τομέα, αφού είναι αυτό το οποίο έχει αναπτύξει για λογαριασμό του ΟΗΕ τα μοναδικά πρότυπα για τον τουρισμό¹, εισηγείται τον Απρίλιο του 2018 την αναμόρφωση των παραπάνω δεικτών με σκοπό την καλύτερη απεικόνιση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων της αειφόρου τουριστικής ανάπτυξης και όχι μόνο τις οικονομικές. Για το σκοπό αυτό προτείνει οι δείκτες να μεταβούν από την μέτρηση προθέσεων στη μέτρηση αποτελεσμάτων και πιο συγκεκριμένα προτείνει μέχρι το 2020 οι δείκτες 8.9.1 και 8.9.2 και ενσωματωθούν σε έναν, ο οποίος θα αποτελείται από τρεις υποδείκτες: το Άμεσο Τουριστικό ΑΕΠ, το εργατικό δυναμικό στον τουρισμό και τη χρήση ενέργειας από την τουριστική βιομηχανία (Committee on Tourism Statistics and Tourism Satellite Account, 2018).

Σχετικά με τη χρήση της ενέργειας στην τουριστική βιομηχανία, πιλοτικές έρευνες και εννοιολογικές εργασίες που έγιναν στα πλαίσια εργασίας του MST (ibid) έδειξαν ότι αυτή παρέχει μια πολύ χρήσιμη απεικόνιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του τουρισμού, αφού είναι γεγονός ότι ο συγκεκριμένος (ταχύτητα αναπτυσσόμενος) τομέας συνεισφέρει σημαντικά στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, μείωση της χρήσης της ενέργειας στον τουρισμό (σε συνδυασμό με την αντίστοιχη ανάπτυξη) μεταφράζεται σε μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα και κατά συνέπεια σε λιγότερη χρησιμοποίηση των φυσικών πόρων. Επίσης, πιλοτικές έρευνες σε αριθμό χωρών (ibid) έδειξαν ότι ο συγκεκριμένος δείκτης είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί άμεσα, αφού η ποιότητα των ενεργειακών στατιστικών που ήδη συλλέγονται από πολλά κράτη είναι επαρκής για τον σκοπό αυτό. Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι η ανάγκη μέτρησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ήδη έχει κινητοποιήσει την αρμόδια επιτροπή του ΟΗΕ, η οποία εισηγείται ως αντιπροσωπευτικό δείκτη την κατανάλωση ενέργειας από τον τουριστικό τομέα. Ωστόσο, όπως θα αναδειχθεί και στα υπόλοιπα κεφάλαια, η κατανάλωση ενέργειας (ενέργεια που απαιτείται για παράδειγμα για τη λειτουργία μιας τουριστικής μονάδας) αποτελεί έναν, σημαντικό μεν αλλά όχι τον πλήρη, δείκτη του LCEA, αφού δεν υπολογίζεται η Ενσωματωμένη Ενέργεια-ΕΕ (Embodied Energy-EE) της τουριστικής μονάδας (σχετικά με την ΕΕ βλέπε Κεφάλαιο 3). Συνεπώς, ο ΟΗΕ και η αρμόδια επιτροπή του (Committee on Tourism Statistics and Tourism Satellite Account-TSA), θα πρέπει στο πλαίσιο της

¹ Το 2008 ανέπτυξε τα πρότυπα: International Recommendations for Tourism Statistics 2008: for measuring physical and monetary flows of tourism και Tourism Satellite Account (TSA): Recommended Methodological Framework 2008: former assuring tourism as an economic sector)

εργασίας του MST (Committee on Tourism Statistics and TSA και το Working Group of Experts on Measuring Sustainable Tourism, 2018) να αναγνωρίσει τον ρόλο της ΕΕ στο LCEA και να μεθοδεύσει τον υπολογισμό της στον σχετικό δείκτη παρακολούθησης.

Η παρούσα διπλωματική εργασία (καθώς και αρκετές άλλες διεθνώς) μπορεί να βοηθήσει προς τον σκοπό αυτό, αφού, μέσω της τυποποίησης μιας τουριστικής μονάδας και του υπολογισμού της ΕΕ για διαφορετικά σενάρια, μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για την υφιστάμενη ΕΕ στον τουρισμό όσο και για την κατεύθυνση προς την οποία θα πρέπει να κατευθυνθεί αυτός.

Αλλά και ο ΟΑΣΑ στην έκθεσή του σχετικά με τις τάσεις και τις πολιτικές στον τουρισμό για το έτος 2018, αφιερώνει ένα ολόκληρο κεφάλαιο στη μετάβαση των επενδύσεων και των χρηματοδοτήσεων προς τον αειφόρο τουρισμό (OECDb 2018), αναφέροντας ότι: «οι επενδύσεις και οι χρηματοδοτήσεις έχουν να παίξουν έναν σημαντικό ρόλο για την μετάβαση σε έναν αειφόρο τουρισμό», «υπάρχει ανάγκη για ώθηση των επενδύσεων και των χρηματοδοτήσεων σε πρακτικές, οι οποίες θα προάγουν τον αειφόρο τουρισμό και θα εξερευνούν πολιτικές και εργαλεία για την πράσινη χρηματοδότησή του» και «καλές πρακτικές που θα λειτουργήσουν καταλυτικά και θα υποστηρίξουν τη μετάβαση σε μια πράσινη, με λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανθεκτική κλιματικά, τουριστική οικονομία». Ανάμεσα στις μελλοντικές προκλήσεις αναγνωρίζεται η μετάβαση σε ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές αλλά και πάλι από την οπτική της κατανάλωσης ενέργειας.

Τέλος, το Ινστιτούτο του ΣΕΤΕ έχει εκπονήσει μια σειρά από έρευνες σχετικά με την Χωροταξία και το Περιβάλλον, μεταξύ των οποίων και η έρευνα με τίτλο «Ο Ελληνικός τουρισμός, το περιβάλλον και αειφόρος ανάπτυξη» (Κυρατσούλης και Σια Ε.Ε. 2015) στην οποία αναφέρεται: «η ανάγκη για την ύπαρξη ενός Εθνικού (Ειδικού) Χωροταξικού Σχεδίου για τον Τουρισμό που θα διασφαλίζει την αειφορία του κλάδου καθώς και των τουριστικών προορισμών)», «Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη του ελληνικού τουρισμού έχουν διαδραματίσει οι φυσικοί και πολιτιστικοί πόροι της Ελλάδας που αποτελούν διαχρονικούς πόρους έλξης των τουριστών. Ως εκ τούτου η διαφύλαξη των πόρων αυτών και η διαχείρισή τους σε ένα πλαίσιο αειφορίας (sustainable development) είναι καίριας σημασίας για την βιωσιμότητα και την περαιτέρω ανάπτυξη του ελληνικού τουρισμού», δίνεται ο ορισμός της αειφορίας σύμφωνα με τον ΟΗΕ και αναλύεται αυτός στη συνέχεια,

ενώ σημαντική είναι η αναφορά του στην φέρουσα ικανότητα των τουριστικών προορισμών (μια έννοια που χρησιμοποίησε πρώτος ο UNWTO) και η οποία αναφέρεται στον μέγιστο αριθμό ατόμων που επισκέπτονται ταυτόχρονα ένα τουριστικό προορισμό χωρίς την καταστροφή του φυσικού, οικονομικού και κοινωνικό-πολιτισμικού περιβάλλοντος και μίας μη αποδεκτής μείωσης του βαθμού ικανοποίησης των επισκεπτών» (UNWTO 1981).

Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι αν και αναγνωρίζεται κυρίως σε παγκόσμιο και λιγότερο σε εθνικό επίπεδο η αναγκαιότητα της αειφόρου ανάπτυξης του τουριστικού τομέα, ελάχιστες πολιτικές και στρατηγικές έχουν εκπονηθεί και πολύ περισσότερο εφαρμοστεί. Για παράδειγμα, η Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α.) 67659/2013 με τίτλο *"Έγκριση τροποποίησης Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό & Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού."* είχε ως σκοπό την *"παροχή των αναγκαίων κατευθύνσεων για την προώθηση της τουριστικής ανάπτυξης στα πλαίσια της αειφόρου, ισόρροπης, συνεκτικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης του χώρου"* και ακυρώθηκε με την υπ' αριθμό 3632/2015 απόφαση της Ολομέλειας του ΣτΕ (ΣτΕ, 2015), όπως άλλωστε έγινε αργότερα και με την Κ.Υ.Α. 24208/2009 με τίτλο *"Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό & Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού."*, η οποία ακυρώθηκε με την υπ' αριθμ. 519/17 απόφαση του Ε' Τμήματος του ΣτΕ (ΣτΕ, 2017).

1.1.3 Ελληνικό Ξενοδοχειακό κτιριακό απόθεμα

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζονται, με τη μορφή Πινάκων, μια σειρά από χρήσιμα στατιστικά στοιχεία για το κτιριακό δυναμικό της Ελλάδας, τα οποία βασίζονται στην έρευνα που διενήργησε η ΕΛΣΤΑΤ το 2011 και της οποίας τα δεδομένα έχουν υποστεί ίδια επεξεργασία. Η παρουσίαση αυτών των στατιστικών δεδομένων γίνεται με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της σύνθεσης του ξενοδοχειακού κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα, ώστε να γίνει κατανοητή η έκταση στην οποία μπορεί να εφαρμοστεί το κάθε ένα από τα εναλλακτικά σενάρια που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 4 καθώς και οι συνακόλουθες οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές συνέπειες.

Στον Πίνακα 1.2 παρουσιάζεται ο αριθμός των ξενοδοχείων ανάλογα με το εάν είναι αποκλειστικής χρήσης ή κύριας, καθώς και ο συνολικός τους αριθμός. Επίσης, δίνονται τα αντίστοιχα ποσοστά σε σχέση με το συνολικό κτιριακό απόθεμα (ανά χρήση και συνολικά).

Περιγραφή διοικητικής διαίρεσης	Σύνολο κτιρίων	Κτίρια αποκλειστικής χρήσης			Κτίρια μικτής χρήσης			Σύνολο χρήσης κτιρίων	
		Σύνολο κτιρίων αποκλειστικής χρήσης	Αποκλειστική χρήση κτιρίων		Σύνολο κτιρίων μικτής χρήσης	Κύρια χρήση κτιρίων μικτής χρήσης			
			Κατοικία	Ξενοδοχείο		Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	4.105.637	3.775.848	2.990.324	34.736	329.789	255.684	8.780	3.246.008	43.516
			79.20%	0.92%		77.53%	2.66%	79.06%	1.06%

Πίνακας 1.2: Αριθμός κατοικιών και ξενοδοχείων ανά χρήση (αποκλειστική/κύρια) και ποσοστά επί του συνόλου (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ίδια επεξεργασία)

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί η δημοφιλής, τα τελευταία χρόνια, τάση της χρήσης της κύριας κατοικίας ως ξενοδοχειακά καταλύματα, με την κράτηση μέσα από ηλεκτρονικές πλατφόρμες κρατήσεων, όπως για παράδειγμα είναι το Airbnb. Μάλιστα, σύμφωνα με την ετήσια έρευνα για το 2017 που δημοσίευσε η συγκεκριμένη εταιρεία, στην Ελλάδα έγιναν 1.370.000 κρατήσεις και ο μέσος όρος διανυκτερεύσεων ανά κατάλυμα ανήλθε σε 28 με το μέσο ετήσιο εισόδημα να ανέρχεται σε 3.200 δολάρια (Σούκη 2018). Ιδιαίτερα σημαντικά όμως, για την αιφόρο τουριστική ανάπτυξη, είναι και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εν λόγω έρευνας σύμφωνα με την οποία: «κατά μέσο όρο, το 43% του εισοδήματος που εξασφαλίζουν οι ιδιοκτήτες χρησιμοποιείται ώστε να πληρωθούν έξοδα του νοικοκυριού, 6% των οικοδεσποτών χρησιμοποιούν το εισόδημα αυτό για να ξεκινήσουν μία νέα δραστηριότητα, 88% των οικοδεσποτών υιοθετούν «πράσινες» πρακτικές κατά τη διάρκεια της φιλοξενίας» και «Από την πλευρά των επισκεπτών, 8 στους 10 επιλέγουν την Airbnb γιατί θέλουν να ζήσουν σαν τους ντόπιους, 9 στους 10 δηλώνουν ότι η επιλογή τους έγινε επειδή το σπίτι που διάλεξαν ήταν σε πιο βολικό σημείο σε σύγκριση με κάποιο αστικό ξενοδοχείο, ενώ το 42% των χρημάτων που ξοδεύουν πηγαίνουν στην ίδια τη γειτονιά που φιλοξενήθηκαν. Επιπλέον 53% των

επισκεπτών αναφέρουν ότι ξόδεψαν τα χρήματα που εξοικονόμησαν από τη διαμονή τους στις πόλεις και τις γειτονιές που επισκέφθηκαν.» (Σούκη 2018). Σύμφωνα με το Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας-ΞΕΕ, το 2017 οι μισθωμένες κατοικίες στη συγκεκριμένη πλατφόρμα ανήλθαν σε 6.500 μόνο στην Αθήνα, σε σχέση με τις 2.500 ένα χρόνο νωρίτερα, ενώ στις περισσότερες από 50 αντίστοιχες πλατφόρμες που υφίστανται διατίθενται περισσότερες από 12.000 κατοικίες για την πρωτεύουσα (ΞΕΕ-Grant Thornton 2017). Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι η χρήση της κύριας κατοικίας ως ξενοδοχειακά καταλύματα αντιστοιχεί στο 5,04% των διεθνών αφίξεων (1.370.000 αφίξεις από τις 27.200.000 συνολικά ή μια στις 20 αφίξεις). Αυτό έχει ως άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης της επίσημης απασχόλησης στον τουρισμό και, συνακόλουθα, του τουριστικού ΑΕΠ και κατά συνέπεια τις σχετικές επενδύσεις. Το έμμεσο αποτέλεσμα από τη δημιουργία αυτής της ημι-ανεπίσημης τουριστικής αγοράς είναι ότι υπάρχει αδυναμία επίσημου ελέγχου της ποιότητας και της ασφάλειας του παρεχόμενου τουριστικού προϊόντος, της παρακολούθησης του ύψους και της ποιότητας των σχετικών επενδύσεων καθώς και της ενέργειας που καταναλώνεται για τη χρήση αυτή, αφού η ταυτόχρονη χρήση ως οικία (κύρια χρήση) και κατάλυμα οδηγεί σε αδυναμία παραγωγής σχετικών στατιστικών δεδομένων, με αποτέλεσμα να υπάρχει αδυναμία υπολογισμού τους στην αειφόρο ανάπτυξη του τουρισμού. Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το θετικό αντίκτυπο που έχει αυτό το είδος τουρισμού στις τοπικές γειτονιές (Σούκη 2018) σε αντίθεση με τον «All inclusive» τουρισμό αλλά και το γεγονός ότι αξιοποιείται το υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα, μεγάλο μέρος του οποίου θα μπορούσε να ήταν εγκαταλελειμμένο.

Σχετικά με το κτιριακό απόθεμα των επίσημων τουριστικών καταλυμάτων, στον Πίνακα 1.3 παρουσιάζεται η ηλικία των ξενοδοχείων αποκλειστικής και κύριας χρήσης καθώς και συνολικά (τα αντίστοιχα μεγέθη και ποσοστά για την κατοικία παρατίθενται μόνο για ενημερωτικό σκοπό).

	Αποκλειστική χρήση κτιρίων		Κύρια χρήση κτιρίων μικτής χρήσης		Σύνολο χρήσης κτιρίων	
	Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	2.990.324	34.736	255.684	8.780	3.246.008	43.516
Προ του 1919	105.158	515	4.290	148	109.448	663
1919 – 1945	242.492	354	10.052	134	252.544	488
1946 – 1960	420.912	829	24.009	320	444.921	1.149
1961 – 1970	444.068	1.611	47.498	699	491.566	2.310
1971 – 1980	491.114	4.158	68.036	1.618	559.150	5.776
1981 – 1985	293.626	4.156	31.070	1.458	324.696	5.614
1986 – 1990	234.973	5.316	19.774	1.347	254.747	6.663
1991 – 1995	191.945	4.678	15.285	1.116	207.230	5.794
1996 – 2000	192.691	4.215	13.746	871	206.437	5.086
2001 – 2005	183.806	4.267	12.155	616	195.961	4.883
2006 και μετά	144.710	3.878	8.154	406	152.864	4.284
Υπό κατασκευή	44.829	759	1.615	47	46.444	806
Κατασκευή έως 1970	1.212.630	3.309	85.849	1.301	1.298.479	4.610
Ποσοστό επί του συνόλου κατασκευών έως 1970	40,55%	9,53%	33,58%	14,82%	40,00%	10,59%
Κατασκευή έως 1980	1.703.744	7.467	153.885	2.919	1.857.629	10.386
Ποσοστό επί του συνόλου κατασκευών έως 1980	56,98%	21,50%	60,19%	33,25%	57,23%	23,87%
Κατασκευή έως 1990	2.232.343	16.939	204.729	5.724	2.437.072	22.663
Ποσοστό επί του συνόλου κατασκευών έως 1990	74,65%	48,76%	80,07%	65,19%	75,08%	52,08%
Κατασκευή από 1981 έως 2006 και μετά	1.241.751	26.510	100.184	5.814	1.341.935	32.324
Ποσοστό επί του συνόλου κατασκευών από 1981 έως 2006 και μετά	41,53%	76,32%	39,18%	66,22%	41,34%	74,28%

Πίνακας 1.3: Ηλικιακή κατανομή κτιρίων ανά χρήση (αποκλειστική/κύρια, κατοικία/ξενοδοχείο) και μερικά σύνολα (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, το 9,53% των αποκλειστικής χρήσης ξενοδοχείων, το 14,82% των κύριας χρήσης ξενοδοχείων και το **10,59%** των ξενοδοχείων συνολικά, θα έχουν το 2020 ηλικία **μεγαλύτερη των 50 χρόνων²**. Αντίστοιχα, το 48,76%

² Ο λόγος που είναι σημαντικός ο αριθμός και το ποσοστό των κτιρίων με ηλικία την προαναφερθείσα και άνω είναι ότι η διάρκεια ζωής του τσιμέντου, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο για το σκυρόδεμα (EN 206), ανέρχεται σε 50 χρόνια ενώ επηρεάζεται (μειώνεται περαιτέρω) από σειρά παραγόντων που υφίστανται στην Ελλάδα, όπως η διάβρωση λόγω ενθράκωσης, λόγω χλωριόντων, λόγω του θαλασσινού νερού και λόγω χημικών αντιδράσεων. Επίσης, δε θα πρέπει να αποκρύπτεται το γεγονός ότι το πρότυπο (Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος-ΚΤΣ) υιοθετήθηκε από την ελληνική πολιτεία μόλις το 1997 (ΚΤΣ, 1997), άρα δεν υφίστατο τον χρόνο κατασκευής του 82% των υφιστάμενων κτιρίων στην Ελλάδα, ενώ δεν υπάρχουν ποιοτικά στοιχεία σχετικά με τον έλεγχο της ορθής εφαρμογής του από την πολιτεία (Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, 2018). Προς επίρρωση των προαναφερθέντων, μεταφέρεται η άποψη του καθηγητή Γεωφυσικής του ΑΠΘ, Κώστα Παπαζάχου, ο οποίος, στα πλαίσια του 16^{ου} Πανευρωπαϊκού Διπλωματικής Εργασία

των αποκλειστικής χρήσης ξενοδοχείων, το 65,19% των κύριας χρήσης ξενοδοχείων και το **52,08%** των ξενοδοχείων συνολικά, θα έχουν το 2020 ηλικία **μεγαλύτερη των 30 χρόνων**. Τα ποσοστά αυτά δείχνουν την γήρανση του ξενοδοχειακού αποθέματος, το οποίο μεταφράζεται τόσο σε απαίτηση αντικατάστασής του όσο και στη ριζική ανακαίνισή του, προκειμένου το τουριστικό προϊόν να συνεχίσει να είναι σύγχρονο και ανταγωνιστικό. Συνεπώς, ο τρόπος που θα αντιμετωπιστεί η απαίτηση αυτή, εάν δηλαδή θα γίνει κατά τρόπο συμβατικό ή κατά τρόπο περιβαλλοντικά φιλικό, οικονομικό και εθνικά αναπτυξιακό, αποτελεί ένα εξαιρετικά σημαντικό ζήτημα, το οποίο θα εξεταστεί στα Κεφάλαια 4 και 7.

Στον Πίνακα 1.4 παρουσιάζεται η κατανομή των κτιρίων ανά αριθμό ορόφων, ανάλογα με το εάν είναι κατοικία ή ξενοδοχείο και την χρήση του (αποκλειστική/κύρια).

Συνεδρίου Σεισμικής Μηχανικής (Θεσσαλονίκη-2018), τόνισε για την σεισμικότητα και το κτιριακό δυναμικό στη Θεσσαλονίκη: «Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι ότι ο υφιστάμενος ιστός της πόλης, κυρίως στο κέντρο, γερνάει συνεχώς. Αν το 1978 λοιπόν ήταν ο ιστός 30 ετών, για την επόμενη 20ετία - 30ετία, που πρέπει να σχεδιάσουμε, θα είναι ένας ιστός 80 ετών. Η γήρανση αυτή μειώνει συνεχώς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των κτιρίων. Αυτά ποτέ δεν κατασκευάστηκαν για να ζήσουν 200 χρόνια. Δεν υπήρχαν οι προδιαγραφές. Αν δεν περάσουμε σε μία λογική ενίσχυσης και σταδιακής αποκατάστασης του πολεοδομικού ιστού σε βάθος πολλών δεκαετιών είναι σίγουρο ότι αυτή η γήρανση δεν θα οδηγήσει σε καλή συμπεριφορά, όταν και όποτε γίνει ο επόμενος σεισμός» (Παπαζάχος, 2018).

	Αποκλειστική χρήση κτιρίων		Κύρια χρήση κτιρίων μικτής χρήσης		Σύνολο Κτιρίων ανεξάρτητα της χρήσης	
	Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	2.990.324	34.736	255.684	8.780	3.246.008	43.516
Δεν υπάρχουν όροφοι πάνω από το ισόγειο (ανεξαρτήτως της ύπαρξης υπογείου)	1.405.972	6.682	28.741	800	1.434.713	7.482
1 όροφος	1.141.012	19.221	101.858	4.975	1.242.870	24.196
2 όροφοι	268.525	6.522	50.336	2.292	318.861	8.814
3-5 όροφοι	156.950	2.014	64.028	672	220.978	2.686
6 και άνω όροφοι	17.865	297	10.721	41	28.586	338
Σύνολο κτιρίων Ισογείου & 1ου Ορόφου	2.546.984	25.903	130.599	5.775	2.677.583	31.678
Ποσοστό κτιρίων Ισογείου & 1ου Ορόφου	85,17%	74,57%	51,08%	65,77%	82,49%	72,80%
Σύνολο κτιρίων από 4 μέχρι 6 ορόφους περιλαμβανομένου και του Ισογείου	425.475	8.536	114.364	2.964	539.839	11.500
Ποσοστό κτιρίων μέχρι 6 ορόφους περιλαμβανομένου και του Ισογείου	99,40%	99,14%	85,81%	99,53%	99,12%	99,22%
Σύνολο κτιρίων με 7 και περισσότερους ορόφους περιλαμβανομένου και του Ισογείου	17.865	297	10.721	41	28.586	338
Σύνολο κτιρίων με 7 και περισσότερους ορόφους περιλαμβανομένου και του Ισογείου	0,60%	0,86%	4,19%	0,47%	0,88%	0,78%

Πίνακας 1.4: Κατανομή κτιρίων ανά αριθμό ορόφων και χρήση (αποκλειστική/κύρια, κατοικία/ξενοδοχείο) και μερικά σύνολα (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, το 74,57% των κτιρίων με αποκλειστική χρήση αυτή του ξενοδοχείου διαθέτει μέχρι **δύο ορόφους** (ισόγειο και πρώτος), ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τα κτίρια με κύρια χρήση αυτή του ξενοδοχείου ανέρχεται σε 65,77% και το συνολικό ποσοστό, ανεξάρτητα του είδους της χρήσης, είναι **72,80%** (Τα αντίστοιχα ποσοστά για την κατοικία παρατίθενται μόνο για ενημερωτικό σκοπό). Τα ποσοστά αυτά είναι εξαιρετικά υψηλά και συμβαδίζουν με την εμπειρία που υπάρχει ότι το ξενοδοχειακό δυναμικό είναι κατανεμημένο σε πολυάριθμες μονάδες οικογενειακής ιδιοκτησίας και προσαρμοσμένο στην τοπική πολεοδόμηση με περιορισμένες εξαιρέσεις. Σύμφωνα με την τελευταία ετήσια έρευνα του Ινστιτούτου Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων-ΙΤΕΠ «στο τέλος του 2016 η κατανομή του δυναμικού των ξενοδοχείων έχει ως εξής:

- «Οικογενειακό» 1-20 δωμάτια: 42,5%,

- «Μικρό» 21-50 δωμάτια: 37,5%,
- «Μεσαίο» 51-100 δωμάτια: 12,2%,
- «Μεγάλο» πάνω από 101 δωμάτια: 7,8%,

γεγονός που καταδεικνύει ότι σχεδόν τα μισά ξενοδοχεία είναι οικογενειακές επιχειρήσεις. Η αίσθηση είναι ότι το 80% του δυναμικού είναι μικρές επιχειρήσεις» (Πανούση et al, 2017).

Εάν υπολογιστούν τα ξενοδοχεία που διαθέτουν μέχρι **έξι ορόφους** (ισόγειο και πέντε ορόφους), τα αντίστοιχα ποσοστά εκτινάσσονται σε 99,40% για τα κτίρια με αποκλειστική χρήση αυτή του ξενοδοχείου, 95,81% με κύρια χρήση αυτή του ξενοδοχείου και **99,22%** για το σύνολο των ξενοδοχείων, ανεξάρτητα της χρήσης του. Η παρατήρηση αυτή είναι εξαιρετικά σημαντική για την θεώρηση των σεναρίων που θα αναφερθούν στο Κεφάλαιο 4 και των οποίων τα αποτελέσματα μπορεί να θεωρηθεί με σχετική ασφάλεια ότι καλύπτουν τουλάχιστον τα διώροφα ξενοδοχεία, δηλαδή του 72,80% του συνόλου των ξενοδοχείων χωρίς την οποιαδήποτε σημαντική τροποποίηση της δομής τους.

Στον Πίνακα 1.5 παρουσιάζεται το βασικό υλικό κατασκευής των κτιρίων, ανάλογα με το εάν είναι κατοικία ή ξενοδοχείο και τη χρήση του (αποκλειστική/κύρια).

Περιγραφή Διοικητικής Διαίρεσης / Βασικό υλικό κατασκευής	Αποκλειστική χρήση κτιρίων		Κύρια χρήση κτιρίων μικτής χρήσης		Σύνολο Χρήσεων	
	Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο	Κατοικία	Ξενοδοχείο
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	2.990.324	34.736	255.684	8.780	3.246.008	43.516
Σκυρόδεμα	1.839.409	29.120	208.759	7.514	2.048.168	36.634
Μέταλλο	8.904	67	203	5	9.107	72
Ξύλο	12.454	233	289	19	12.743	252
Οπτόπλινθοι - Τσιμεντόλιθοι	541.563	2.757	24.209	663	565.772	3.420
Πέτρα	540.641	2.498	20.993	559	561.634	3.057
Άλλο υλικό	47.353	61	1.231	20	48.584	81
Ποσοστό επί συνόλου από ξύλο	0,42%	0,67%	0,11%	0,22%	0,39%	0,58%
Ποσοστό επί συνόλου από πέτρα	18,08%	7,19%	8,21%	6,37%	17,30%	7,03%

Πίνακας 1.5: Κατανομή κτιρίων ανά όροφο και χρήση (αποκλειστική/κύρια, κατοικία/ξενοδοχείο) και μερικά σύνολα(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, συνολικά **3.057** ξενοδοχεία ή ποσοστό 7,03% επί του συνόλου που είναι κατασκευασμένα από **πέτρα** έναντι **252** ξενοδοχείων ή ποσοστό 0,58% επί του συνόλου που είναι κατασκευασμένα από **ξύλο**.

Η διαφορά αυτή οφείλεται στην ευρεία διάδοση της κατασκευής πέτρινων κτισμάτων κατά το παρελθόν έναντι των ξύλινων, όπως επιβεβαιώνει και ο Πίνακας 1.6.

Περιγραφή διοικητικής διαίρεσης / Περίοδος κατασκευής	Σύνολο κτιρίων	Βασικό υλικό κατασκευής του κτιρίου					
		Σκυρόδεμα	Μέταλλο	ξύλο	Οπτόπλινθοι - Τσιμεντόλιθοι	Πέτρα	Άλλο υλικό
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	4.105.637	2.368.696	34.868	19.968	881.593	723.249	77.263
Προ του 1919	154.006	8.336	58	259	6.404	134.808	4.141
1919 - 1945	324.701	40.321	279	876	42.369	224.658	16.198
1946 - 1960	573.250	181.393	1.249	3.096	157.037	210.021	20.454
1961 - 1970	639.475	339.791	2.311	2.515	218.171	69.011	7.676
1971 - 1980	704.340	477.201	4.052	3.133	185.592	27.674	6.688
1981 - 1985	402.368	294.947	3.377	1.782	86.826	11.218	4.218
1986 - 1990	316.799	239.652	3.647	1.548	59.248	8.579	4.125
1991 - 1995	259.394	201.763	3.739	1.398	41.755	7.235	3.504
1996 - 2000	254.797	202.846	4.934	1.532	33.839	8.314	3.332
2001 - 2005	237.460	191.560	5.672	1.785	25.861	9.251	3.331
2006 και μετά	186.861	147.194	5.257	1.907	19.174	9.971	3.358
Υπό κατασκευή	52.186	43.692	293	137	5.317	2.509	238

Πίνακας 1.6: Χρονική κατανομή κτιρίων βάσει υλικού κατασκευής (Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)

Από τον παραπάνω πίνακα μπορεί κανείς να επιβεβαιώσει τόσο την ευρεία χρήση της φέρουσας τοιχοποιίας από πέτρα έναντι του φορέα από ξύλο όσο και την σταδιακή μείωση της χρήσης της πέτρας, υπέρ του φορέα σκυροδέματος κατά κύριο λόγο και της φέρουσας τοιχοποιίας από οπτόπλινθους-τσιμεντόλιθους κατά δεύτερον. Επίσης, θα πρέπει να παρατηρήσει κανείς ότι μεταξύ 1919-1945 και 1946-1960, που η Ελλάδα ζει μερικές από τις δυσκολότερες στιγμές της (Μικρασιατική καταστροφή-Κατοχή-Εμφύλιος), το «άλλο»

υλικό αποτελεί μια σημαντική συνιστώσα, η οποία περιλαμβάνει και την κατασκευή κτιρίων με ωμόπλινθους.

Τέλος, μια σημαντική πληροφορία για τη συνέχεια της παρούσας εργασίας μας δίνει ο Πίνακας 1.7, ο οποίος καταγράφει την κατανομή των κτιρίων ανά όροφο με βάσει το υλικό κατασκευής τους.

Περιγραφή διοικητικής διαίρεσης /Αριθμός ορόφων	Σύνολο κτιρίων	Βασικό υλικό κατασκευής του κτιρίου					
		Σκυρόδεμα	Μέταλλο	Ξύλο	Ωμόπλινθοι - Τσιμεντόλιθοι	Πέτρα	Άλλο υλικό
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	4.105.637	2.368.696	34.868	19.968	881.593	723.249	77.263
Δεν υπάρχουν όροφοι πάνω από το ισόγειο (ανεξαρτήτως της ύπαρξης υπογείου)	2.115.632	867.528	31.793	16.722	709.035	424.022	66.532
1 όροφος	1.365.523	910.029	2.406	2.928	157.274	282.701	10.185
2 όροφοι	352.264	320.776	409	291	15.281	15.037	470
3-5 όροφοι	239.476	237.693	194	27	3	1.484	75
6 και άνω όροφοι	32.742	32.670	66	0	0	5	1

Πίνακας 1.7: Κατανομή κτιρίων ανά αριθμό ορόφων και βάσει υλικού κατασκευής(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, Απογραφή Κτιρίων 2011-ιδία επεξεργασία)

Έτσι προκύπτει ότι, σύμφωνα με την τελευταία απογραφή, υπάρχουν **291 τριώροφα** κτίρια (ή ποσοστό 0,08% επί του συνόλου) και **27 κτίρια με 4-6 ορόφους** (ή ποσοστό 0,01% επί του συνόλου) από ξύλο και **15.037 τριώροφα** κτίρια (ή ποσοστό 4,27% επί του συνόλου) και **1.484 κτίρια με 4-6 ορόφους** (ή ποσοστό 0,62% επί του συνόλου) από **πέτρα**, συμπεράσματα ιδιαίτερα χρήσιμα για το Κεφάλαιο 4.

1.2 Περιβαλλοντικά προβλήματα από την τουριστική ανάπτυξη

Εδώ και πολλά χρόνια έχουν γίνει μελέτες και επιστημονικές έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις του τουρισμού στο περιβάλλον³. Ενδεικτικά, η παγκόσμια τράπεζα το 1998, αναφέρεται σε μελέτη της για τις επιπτώσεις αυτές σε δυο περιοχές, με παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά της Ελλάδας (Goa/Ινδία και Maldives), και αναδεικνύει στον τομέα του περιβάλλοντος τη μείωση της αλίευσης και των ειδών, τη διάβρωση, τη μείωση των mangroves (είδος παραθαλάσσιων δέντρων), τις επιχώσεις και τις προσχώσεις, την απώλεια των αμμόλοφων, τα είδη σε κίνδυνο, την εισερχόμενη παλίρροια, την υποβάθμιση των υπόγειων υδάτων, την καταστροφή των κοραλλιογενών περιοχών και της νησιωτικής χλωρίδας καθώς και τη σπατάλη πόσιμου νερού για τη λειτουργία των πισινών, τα θέματα υγιεινής (λύματα και απορρίμματα), τα πλαστικά στις παραλίες, την οδήγηση στην παραλία (λόγω χαμηλής παλίρροιας), τα θαλάσσια αθλήματα και τον εξοπλισμό παράκτιων εγκαταστάσεων ο οποίος δεν είναι φιλικός προς το περιβάλλον (Sawkar, 1998).

Από το 1945 τα 10 πλέον δημοφιλή εθνικά πάρκα στις ΗΠΑ αύξησαν τους επισκέπτες τους κατά 12 φορές, οι Άλπεις δέχονται επισκέπτες των οποίων οι διανυκτερεύσεις ξεπερνούν τα 100 εκατομμύρια κάθε χρόνο και τα Ιμαλάια δέχονται 250.000 βουδιστές επισκέπτες και 25.000 πεζοπόρους, αποψιλώνοντας τα δάση για φωτιά, ποδοπατώντας την παρόχθια βλάστηση και διασκορπώντας σκουπίδια (People and the Planet, 2018). Ένα μέσο γήπεδο γκολφ σε μια χώρα του τροπικού, όπως η Ταϊλάνδη, απαιτεί ετησίως 1.500Kg. λιπάσματα, παρασιτοκτόνα και ζιζανιοκτόνα καθώς και νερό που θα μπορούσε να ξεδιψάσει 60.000 κατοίκους (ibid) (ιδιαίτερα σημαντικό παράδειγμα, αφού στην περιοχή μελέτης υπάρχει μεγάλη τουριστική μονάδα παγκόσμιας εμβέλειας με γήπεδο γκολφ).

Τα προαναφερθέντα παραδείγματα είναι μόνο μερικά από τα χιλιάδες που έχουν καταγραφεί σε όλον τον κόσμο εδώ και δεκαετίες, με τις αρνητικές επιδράσεις του τουρισμού να αφορούν την εξάντληση των φυσικών πόρων, τη ρύπανση και τις φυσικές

³ έρευνα στον ιστότοπο της Elsevier (<https://www.sciencedirect.com/search/advanced?qs=Tourism%20Sustainable%20Development&show=25&sortBy=relevance>), με λέξεις κλειδιά “sustainable development tourism”, επιστρέφει 32.262 άρθρα από το 1995 έως σήμερα με τη δημοσίευση ανά έτος να κυμαίνεται από 258 το 1999 έως 3.225 το 2017

Διπλωματική Εργασία 24

επιπτώσεις. Στον τομέα της εξάντλησης των φυσικών πόρων η υπερκατανάλωση νερού είναι το νούμερο ένα πρόβλημα, αφού κάθε τουρίστας καταναλώνει από 0,84-1.891λτ/ημέρα (στην Ελλάδα η αντίστοιχη ποσότητα είναι 77,37λτ/ημέρα) (Gössling et al., 2012). Επίσης, σημαντικές είναι οι επιπτώσεις στον τομέα της ζήτησης ενέργειας, τροφίμων και άλλες πρώτες ύλες, αφού σε πολλές περιπτώσεις ο πληθυσμός πολλαπλασιάζεται την περίοδο υψηλής επισκεψιμότητας. Η γη εξαντλείται, αφού κατασκευάζονται ολοένα και περισσότερες τουριστικές μονάδες, δρόμοι για τη μεταφορά αγαθών και κτίρια για την ψυχαγωγία των τουριστών, ενώ και η εναπομένουσα αγροτική γη χρησιμοποιείται εντατικά (και σίγουρα όχι αειφόρα) για τη σίτιση των τουριστών.

Στον τομέα της ρύπανσης περιλαμβάνεται η ρύπανση του αέρα, η ηχορύπανση, τα στερεά απόβλητα, τα απορρίμματα, τα υγρά απόβλητα και η αισθητική υποβάθμιση του φυσικού τοπίου.

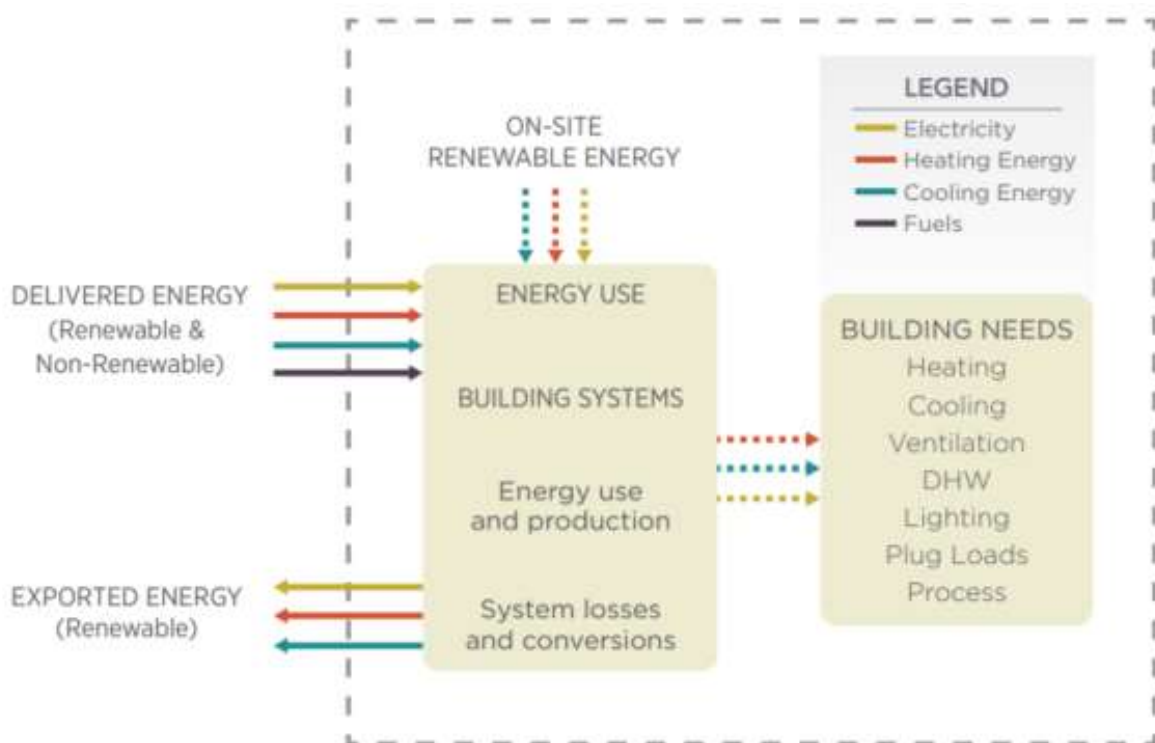
Στον τομέα των φυσικών επιπτώσεων περιλαμβάνεται η υποβάθμιση, ακόμη και η καταστροφή, των φυσικών οικοσυστημάτων. Οι ανθρώπινες κατασκευές αλλοιώνουν τη χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής (για παράδειγμα, μάντρες και δρόμοι αποκόπτουν τις οδούς επικοινωνίας και διαφυγής των ζώων, οι μαρίνες και προβλήτες μεταβάλλουν τα θαλάσσια ρεύματα και το τοπικό οικοσύστημα), οι ανθρώπινες δραστηριότητες καταστρέφουν την χλωρίδα (για παράδειγμα, ένα πολυσύχναστο μονοπάτι μέσα στο δάσος οδηγεί στον να ποδοπατούνται τα γειτνιάζοντα φυτά) και οι ανθρώπινες ενέργειες εξαφανίζουν την πανίδα (για παράδειγμα, ο νυχτερινός φωτισμός των παραλιών διώχνει τις θαλάσσιες χελώνες). Η αποψίλωση των δασών, η εντατικοποίηση της χρήσης γης ή η εγκατάλειψη της εκμετάλλευσης των λιγότερων παραγωγικών εδαφών οδηγούν στην υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.

2. Κτίρια Ελάχιστης/Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας

2.1 Κτίριο ελάχιστης/μηδενικής κατανάλωσης - ορισμοί

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και την Οδηγία 31, (άρθρο 2) (2010), το κτίριο Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης (Near Zero Energy Building-NZEB), είναι αυτό το οποίο έχει εξαιρετικά υψηλή ενεργειακή απόδοση και η μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται καλύπτεται κατά κύριο λόγο από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Μάλιστα, η εξαιρετική σημασία που αποδίδει σε αυτά τα κτίρια η Ε.Ε. αντανακλάται από τον στόχο της που είναι όλα τα νέα δημόσια κτίρια μετά το 2018 και όλα τα νέα κτίρια μετά το 2020 να είναι NZEB (Nearly zero-energy buildings, 2018).

Το τμήμα ενέργειας (Department of Energy-DoE) των ΗΠΑ αναφέρει ότι υπάρχουν διαφορετικές ερμηνείες για τον όρο ZEB, αλλά το ίδιο ορίζει ότι ένα κτίριο είναι ZEB όταν η εισερχόμενη ενέργεια ισούται τουλάχιστον με την εξερχόμενη ενέργεια που παράγεται από ΑΠΕ (DoE 2018).



Σχήμα 2.1: Ορισμός του ZEB σύμφωνα με το DoE των ΗΠΑ (Πηγή: DoE, 2018)

Πέραν από το προφανές, ότι δηλαδή υπάρχει ασάφεια στο τί ακριβώς είναι το NZEB/ZEB μεταξύ των ειδικών του κλάδου, προκύπτει αβίαστα ότι το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ Ε.Ε. και ΗΠΑ αλλά και κρατών της Ε.Ε., όπως χαρακτηριστικά απεικονίζεται και στο παρακάτω σχήμα.

Country	Status of the definition	Main reference(s)	Year of enforcement		nZEB definition for new buildings						nZEB definition for existing buildings		
					EPBD scope of nZEB definition [1]	Numerical indicator	Maximum primary energy [kWh/m ² y]		Share of renewable energy	Other indicators	Status of the definition	Maximum primary energy [kWh/m ² y]	
			Public	Non-public			Residential buildings	Non-residential buildings				Residential buildings	Non-residential buildings
Austria	✓	ÖB Guidelines 6	1/01/2019	1/01/2021	✓ [7]	✓	160	170 (from 2021)	Minimum share proposed in the draft of ÖB guidelines for all buildings	EP, CO ₂	✓	200	250 (from 2021)
Belgium - Brussels	✓	Amended Decree of 21/12/2007	1/01/2015	1/01/2015	✓	✓	45	~90 [2]	✓ Qualitative	EP, OH	✓	54	~ 108 [2]
Belgium - Flanders	✓	Regulation of 29/11/2013	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	30% PE [5]	40% PE [5]	✓ Quantitative [4]	EP, OH	Under development		
Belgium - Wallonia	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2019	1/01/2019	✓	Under development			Quantitative	EP	Under development		
Bulgaria	Still to be approved	National nZEB Plan, BPIE study	1/01/2019	1/01/2021	✓	Still to be approved	~30-50	~40-60	Quantitative	EP	As for new buildings	~30-50	~40-60
Croatia	✓	Regulation OG 97/14, National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	33-41 [3]	Under development	Minimum share in current requirements for all buildings	EP	ND		
Cyprus	✓	Decree 366/2014, Law 2100/2012	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	100	125	✓ Quantitative	EP	✓ As for new buildings	100	125
Czech Republic	✓	Regulation 78/2013 Coll.	2016-2018 depending on size	2018-2020 depending on size	✓	✓	75-80% [2,5]	90% [5]	✓ Quantitative	EP, TS	✓ As for new buildings	75-80% [2,5]	90% [3]
Denmark	✓	Building Regulations 2010	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	20	25	✓ Qualitative	EP, OH, TS	✓ As for new buildings	20	25
Estonia	✓	Regulation 68/2012	1/01/2019	1/01/2021	✓ [7]	✓	50-100 [2]	90-270 [2]	✓ Qualitative		✗		
Finland	Under development	Consolidated report to EC	1/01/2018	1/01/2021	✓ [7]	ND			ND		ND		
France	Definition of Positive Energy Buildings under development [8]	Thermal Regulation 2012, National nZEB Plan	28/10/2011	1/01/2013	✓	✓	40-65 [2,3]	70-110 [2,3]	✓ Quantitative [4]	EP, OH, TS	✓	80 [3]	60% PE [2]
Germany	Under development	KfW Efficiency House, National nZEB plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	40% PE [5]		Minimum share in current requirements for all buildings	EP	Under development	55% PE [5]	
Greece	Under development	Law 4122/2013	1/01/2019	1/01/2021	ND	ND			Minimum share in current requirements for all buildings		Under development		
Hungary	Under development	Amended decree 7/2006, study by University of Debrecen	1/01/2019	1/01/2021	✓	Under development	50-72 [2]	60-115 [2]	✓ Quantitative	EP	Under development		
Ireland	✓	Draft definition in National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021	✓	✓	45	~60% PE [5]	✓ Quantitative [4]	CO ₂	Under development	75-150	

Σχήμα 2.2: Ορισμοί του NZEB σε διαφορετικά κράτη της ΕΕ (Πηγή: BPIE, 2015)

Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί μια εξαιρετικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ του ορισμού που δίνεται στις ΗΠΑ και στην Ε.Ε.. Για τις ΗΠΑ θα πρέπει το ισοζύγιο ενέργειας του ZEB να είναι θετικό και η εξερχόμενη ενέργεια να παράγεται από ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι η κατανάλωση ανά χρήστη ή m² μπορεί να είναι όσο μεγάλη θέλει αρκεί να ισχύουν ταυτόχρονα οι προαναφερθείσες απαιτήσεις. Αντίθετα, η Ε.Ε. πρώτα απαιτεί το NZEB να έχει εξαιρετικά υψηλή ενεργειακή απόδοση (δηλαδή χαμηλή

κατανάλωση) και μετά η μικρή ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται να καλύπτεται κατά κύριο λόγο από ΑΠΕ. Η προσέγγιση της Ε.Ε. είναι εγγύτερα στον περιορισμό της ανάγκης για ενέργεια λειτουργίας ανά χρήστη ή m^2 αν και αφήνει ένα μικρό περιθώριο αυτή η μικρή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται να καλύπτεται από μη ΑΠΕ. Ωστόσο, σε κανέναν ορισμό δεν υπάρχει η απαίτηση για ελάχιστη ΕΕ, με αποτέλεσμα να υπάρχει ο σοβαρός κίνδυνος στην προσπάθειά του ο μελετητής να σχεδιάσει ένα NZEB κτίριο να εκτοξεύσει την ΕΕ, αυξάνοντας τις αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον.

Στην Ελλάδα ο ορισμός του NZEB ακολουθεί αυτόν της Ε.Ε. και πιο συγκεκριμένα:

"Κτίριο ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης είναι το κτίριο που, τόσο από το βιοκλιματικό σχεδιασμό του όσο και από τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, παρουσιάζει πολύ υψηλή ενεργειακή κατάταξη σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, όπως ισχύει και η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία της χρήσης του, καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές, μονάδες Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ), καθώς και της παραγομένης ενέργειας επιτόπου ή πλησίον". (NOK 2012)

και συμπληρώνεται αναφέροντας ότι: *"τα NZEB θα πρέπει να διαθέτουν δομικά στοιχεία υψηλών ενεργειακών προδιαγραφών, Η/Μ εγκαταστάσεις ιδιαίτερα υψηλής ενεργειακής απόδοσης και ένα σημαντικό μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε τοπικό επίπεδο"* (CRESa 2018). Ανατρέχοντας κανείς στην προτεινόμενη μεθοδολογία δε θα βρει καμία αναφορά στην ΕΕ (ibid).

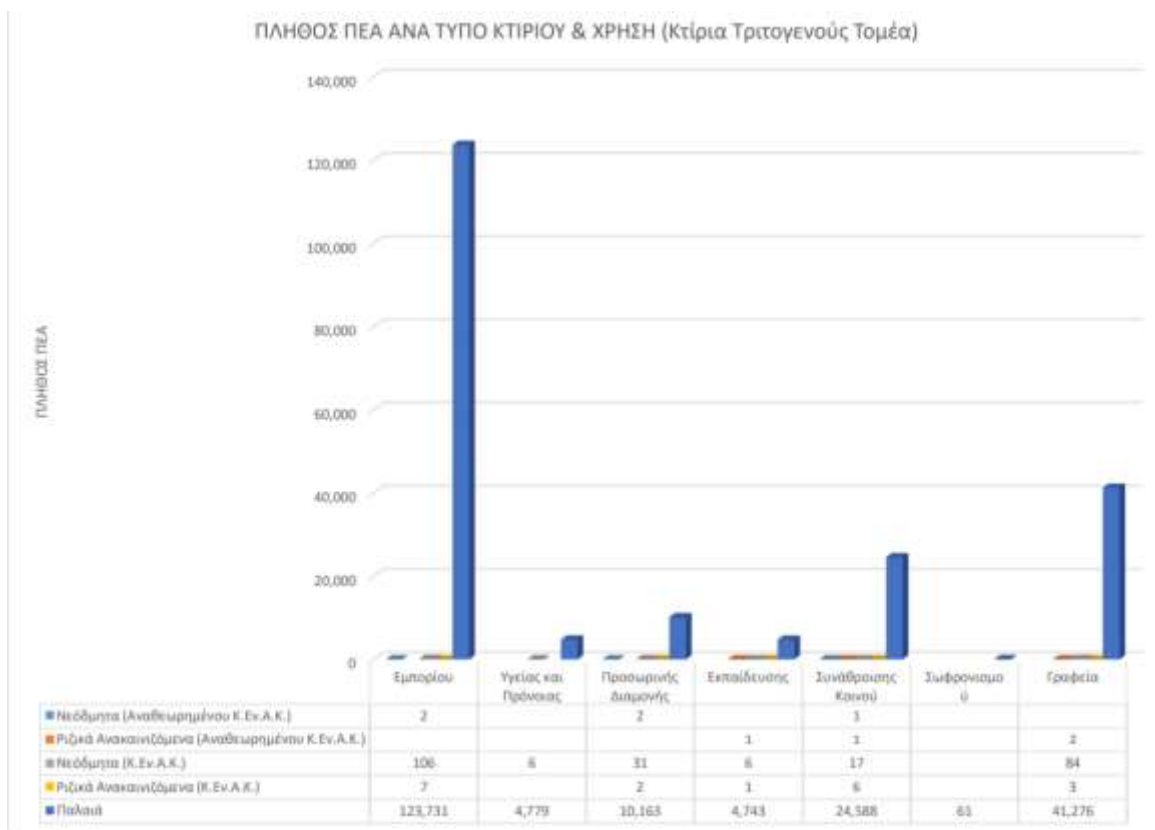
Από τα προαναφερθέντα συμπεραίνει κανείς ότι δεν συμπίπτουν κατ' ανάγκη η πράσινη/οικολογική/φιλική προς το περιβάλλον δόμηση (Green building) και το NZEB. Στόχος της πράσινης δόμησης είναι να χρησιμοποιήσει περισσότερο αποδοτικά τους πόρους που απαιτούνται, ώστε να ελαχιστοποιήσει τις αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον. Η σκέψη πίσω από τον παραπάνω στόχο είναι ότι ο άνθρωπος από τη στιγμή που φεύγει από τη φύση, που είναι η φυσική του οικία και ο τόπος εργασίας του, χρησιμοποιεί πόρους της φύσης για να κατασκευάσει τα κτίριά του επιδρώντας αρνητικά στη φύση. Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν τα υλικά αυτά ήταν φυσικά και τα κτίρια είχαν αναφορά στο ανθρώπινο μέγεθος. Ωστόσο, ιδιαίτερα μετά τη βιομηχανική επανάσταση, τα υλικά έγιναν περισσότερο σύνθετα και τα κτίρια διαθέτουν πλέον γιγαντιαίες διαστάσεις.

Έτσι, η πράσινη δόμηση ξανά-ανακαλύπτει την απαίτηση για κτίρια που θα χρησιμοποιούν ελάχιστους φυσικούς πόρους και να είναι ανθρώπινου μεγέθους, περιορίζοντας τις αρνητικές επιδράσεις στη φύση, οι οποίες έχουν ολοένα και αυξάνονται. Η πράσινη δόμηση μπορεί και πρέπει να χρησιμοποιεί τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, τη χρήση αποδοτικών ηλεκτρικών συσκευών, αυτοματισμών ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας και ΑΠΕ, αλλά το κάθε ένα από αυτά και όλα μαζί δεν αποτελούν σε καμία περίπτωση πράσινη δόμηση. Έτσι, όπως η kWh είναι μέτρο της κατανάλωσης ενέργειας, η ΕΕ είναι μέτρο της φιλικότητας ενός υλικού (και δομικού στοιχείου) προς το περιβάλλον.

2.2 Η ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα: Δεδομένα και προοπτικές

Σύμφωνα με το Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων (ΣΕΠΔΕΜ), και τα δημοσιευμένα από αυτό στατιστικά αποτελέσματα (ΣΕΠΔΕΜ 2018) για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων οικιακού, τριτογενούς τομέα και δημοσίων κτιρίων, κατόπιν επεξεργασίας των ηλεκτρονικών αρχείων δεδομένων των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων που έχουν καταχωρηθεί στο (ηλεκτρονικό) Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων του πληροφοριακού συστήματος από τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές Κτιρίων (Buildingcert 2018), καθώς και ίδιας επεξεργασίας, παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα και σχολιάζονται, σημαντικά δεδομένα σχετικά με τα ενεργειακά πιστοποιητικά και τις καταναλώσεις ενέργειας των ξενοδοχειακών καταλυμάτων (Προσωρινής Διαμονής).

Το πρώτο διάγραμμα αφορά την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) ανά τον τύπο των καταλυμάτων, δηλαδή εάν είναι νέα, παλαιά ή ανακαινιζόμενα και εάν έχει εφαρμοστεί ο "παλαιός" Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων-Κ.ΕΝ.Α.Κ. (KENAK 2010) ή ο αναθεωρημένος (KENAK 2017).



Σχήμα 2.3: Κατανομή ΠΕΑ ανά τύπο κτιρίου προσωρινής διαμονής (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Από το παραπάνω σχήμα και σε συνδυασμό με τον Πίνακα 1.2, προκύπτει ότι από ένα τεράστιο κτιριακό απόθεμα (34.736 κτίρια) με αποκλειστική ξενοδοχειακή χρήση, μόνο το 29,36% (ή 10.198 κτίρια) διαθέτουν ΠΕΑ, από τα οποία μόνο τα 35 ακολουθούν τον ΚΕΝΑΚ (παλαιό ή νέο). Συνεπώς, ένα πρώτο συμπέρασμα είναι ότι ο ξενοδοχειακός τομέας δεν έχει ξεκινήσει ουσιαστικά την εξοικονόμηση ενέργειας.

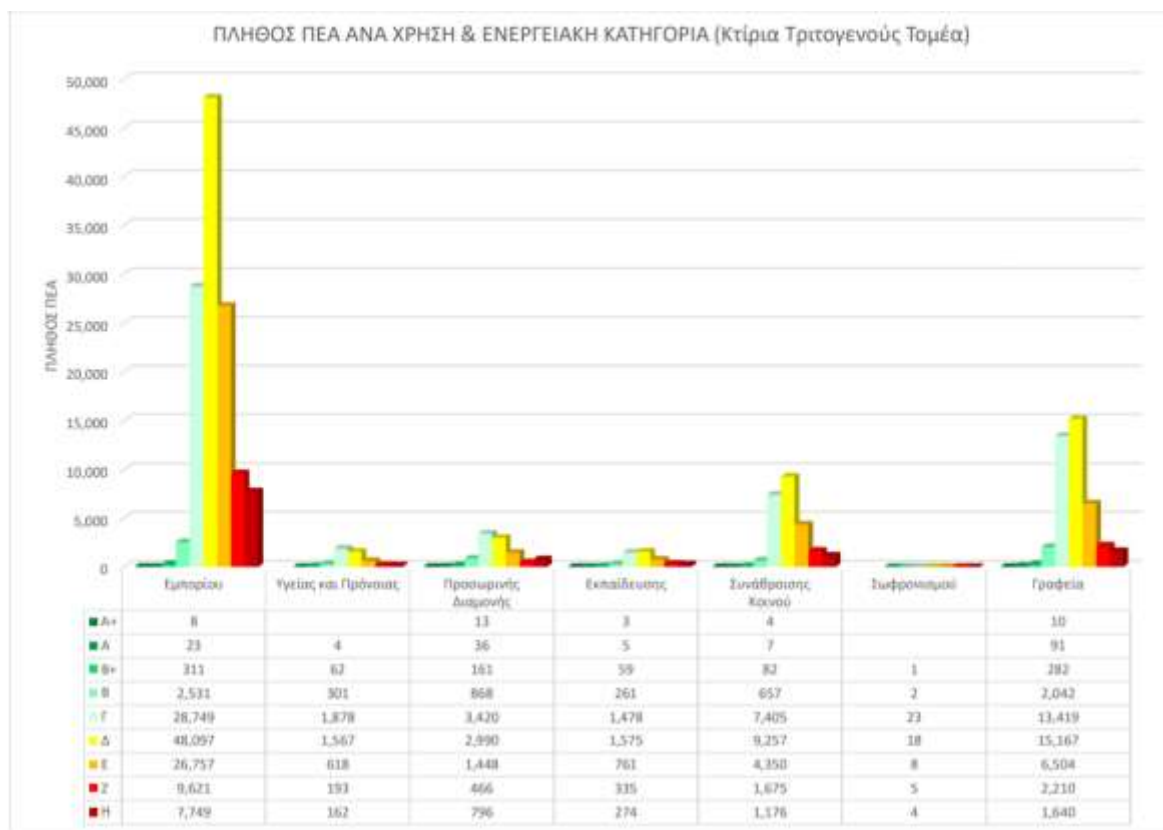
Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται και το είδος των ΠΕΑ ανά είδος καταλυμάτων και περίοδο λειτουργίας.

ΠΑΝΘΟΣ ΧΡΗΣΗ	ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Νεόδομητα (Αναβιωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.)	Ριζικά Ανακαινιζόμενα (Αναβιωρημένου Κ.Εν.Α.Κ.)	Νεόδομητα (Κ.Εν.Α.Κ.)	Ριζικά Ανακαινιζόμενα (Κ.Εν.Α.Κ.)	Παλαιά	ΣΥΝΟΛΟ
Προσωρινής Διαμονής	2		31	2	10,163	10,198
Κοιτώνες					112	112
Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας	1		5	2	1,172	1,180
Ξενοδοχείο - Θερινής λειτουργίας			4		3,430	3,434
Ξενοδοχείο - Χειμερινής λειτουργίας					6	6
Ξενώνες - Ετήσιας λειτουργίας			3		1,659	1,662
Ξενώνες - Θερινής λειτουργίας	1		17		3,735	3,753
Ξενώνες - Χειμερινής λειτουργίας			1		9	10
Οικοτροφεία			1		40	41

Πίνακας 2.1: Είδος ΠΕΑ ανά είδος καταλύματος και περίοδο λειτουργίας (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι από τα 34 κτίρια (εξαιρείται το οικοτροφείο), μόνο τα 12 είναι ξενοδοχεία τα οποία έχουν πιστοποιηθεί με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. (παλαιό και νέο), ενώ τα υπόλοιπα 22 είναι ξενώνες, δείγμα της αντίληψης που επικρατεί στα μεγάλα ξενοδοχειακά συγκροτήματα. Επίσης, 11 καταλύματα είναι ετήσιας λειτουργίας, 1 είναι χειμερινής λειτουργίας, ενώ 22 είναι θερινής λειτουργίας, ένδειξη ότι τα σημαντικά ψυκτικά φορτία αποτελούν σημαντικό ποσοστό των τελικών καταναλώσεων.

Τα προαναφερθέντα συμπεράσματα ενισχύονται από την ενεργειακή κατηγορία στην οποία εντάσσονται τα καταλύματα και παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.4: Κατανομή ΠΕΑ ανά τύπο κτιρίου προσωρινής διαμονής (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)

Από το παραπάνω σχήμα, προκύπτει ότι μόνο 49 κτίρια διαθέτουν ΠΕΑ κατηγορίας Α και Α+ από ένα σύνολο 10.198 κτιρίων (0,48%). Ακόμη και τα κτίρια που διαθέτουν ΠΕΑ κατηγορίας Β και άνω να υπολογιστούν, αυτά ανέρχονται σε 1.078 ή το 10,57%. Ωστόσο, δε θα πρέπει να διαφεύγει ότι ΠΕΑ έχει εκδοθεί μόνο για το 29,36% των κτιρίων με αποκλειστική ξενοδοχειακή χρήση, οπότε στην πραγματικότητα τα ποσοστά αυτά πρέπει να είναι πολύ χαμηλότερα.

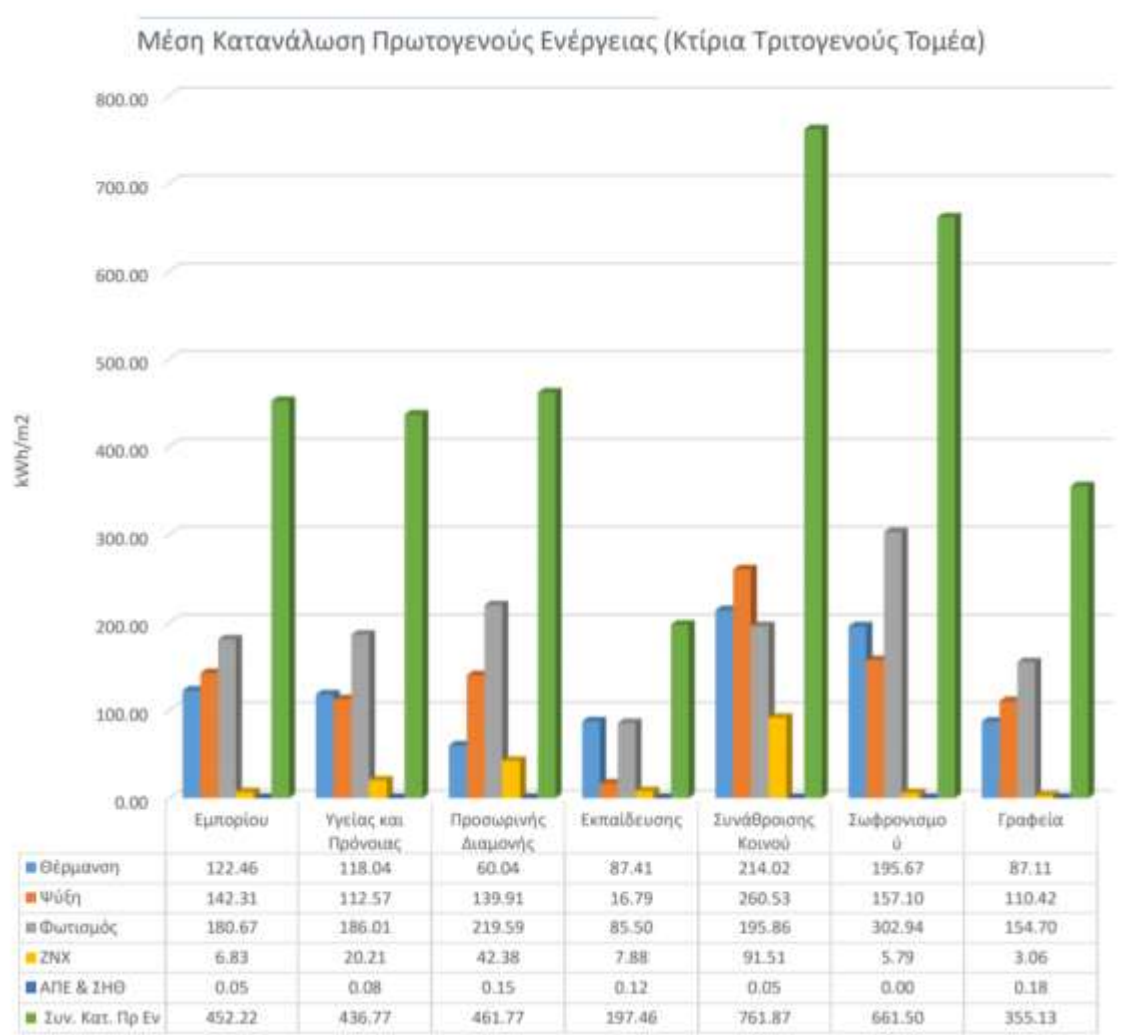
Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η ενεργειακή κατηγορία του ΠΕΑ ανά είδος καταλυμάτων και περίοδο λειτουργίας.

ΠΛΗΘΟΣ ΧΡΗΣΗ	ΕΝ. ΚΑΤ.									
	A+	A	B+	B	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	ΣΥΝΟΛΟ
Προσωρινής Διαμονής	13	36	161	868	3,420	2,990	1,448	466	796	10,198
Κοιτώνες				4	16	39	26	18	9	112
Ξενοδοχεία - Ετήσιας λειτουργίας	1	1	20	60	270	394	276	71	87	1,180
Ξενοδοχεία - Θερινής λειτουργίας	11	21	74	366	1,292	949	354	117	250	3,434
Ξενοδοχεία - Χειμερινής λειτουργίας				2	4					6
Ξενώνες - Ετήσιας λειτουργίας		5	20	124	404	567	322	97	123	1,662
Ξενώνες - Θερινής λειτουργίας	1	8	40	304	1,427	1,030	461	160	322	3,753
Ξενώνες - Χειμερινής λειτουργίας					2	2	4	1	1	10
Οικοτροφεία		1	7	8	5	9	5	2	4	41

Πίνακας 2.2: Αριθμός ΠΕΑ αναλόγως με την ενεργειακή κλάση, το είδος καταλύματος και περίοδο λειτουργίας (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι 556 ξενοδοχεία από τα συνολικά 4.620 (ή το 12,03%) διαθέτουν ΠΕΑ κατηγορίας B ή ανώτερη, ενώ οι αντίστοιχοι ξενώνες περιλαμβάνουν 502 καταλύματα επί συνόλου 5.425 (ή το 9,25%). Επίσης, τα καταλύματα θερινής λειτουργίας διαθέτουν σημαντικά περισσότερα ΠΕΑ, τόσο συνολικά όσο και ενεργειακής κατηγορίας B και ανώτερης.

Μια εξαιρετικά χρήσιμη πληροφορία δίνει το παρακάτω σχήμα, στο οποίο παρουσιάζεται για τα καταλύματα η μέση κατανάλωση σε kWh/m² ανά κατηγορία κατανάλωσης. Από το σχήμα αυτό προκύπτει ότι η πλέον ενεργοβόρα κατανάλωση στον τριτογενή τομέα στην Ελλάδα, βάσει και των παραδοχών της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 είναι αυτή του φωτισμού με 219,59kWh/m² (ή το 47,55% της συνολικής κατανάλωσης) και έπεται η ψύξη με 139,91kWh/m² (ή το 30,3% της συνολικής κατανάλωσης) και η θέρμανση με 60,04kWh/m² (ή το 13% της συνολικής κατανάλωσης), ενώ για το Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX), στο οποίο έχουν επενδυθεί σημαντικά κεφάλαια, ανέρχεται μόνο σε 42,38kWh/m² (ή το 9,18% της συνολικής κατανάλωσης).



Σχήμα 2.5; Μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m² ανά κατηγορία κατανάλωσης (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

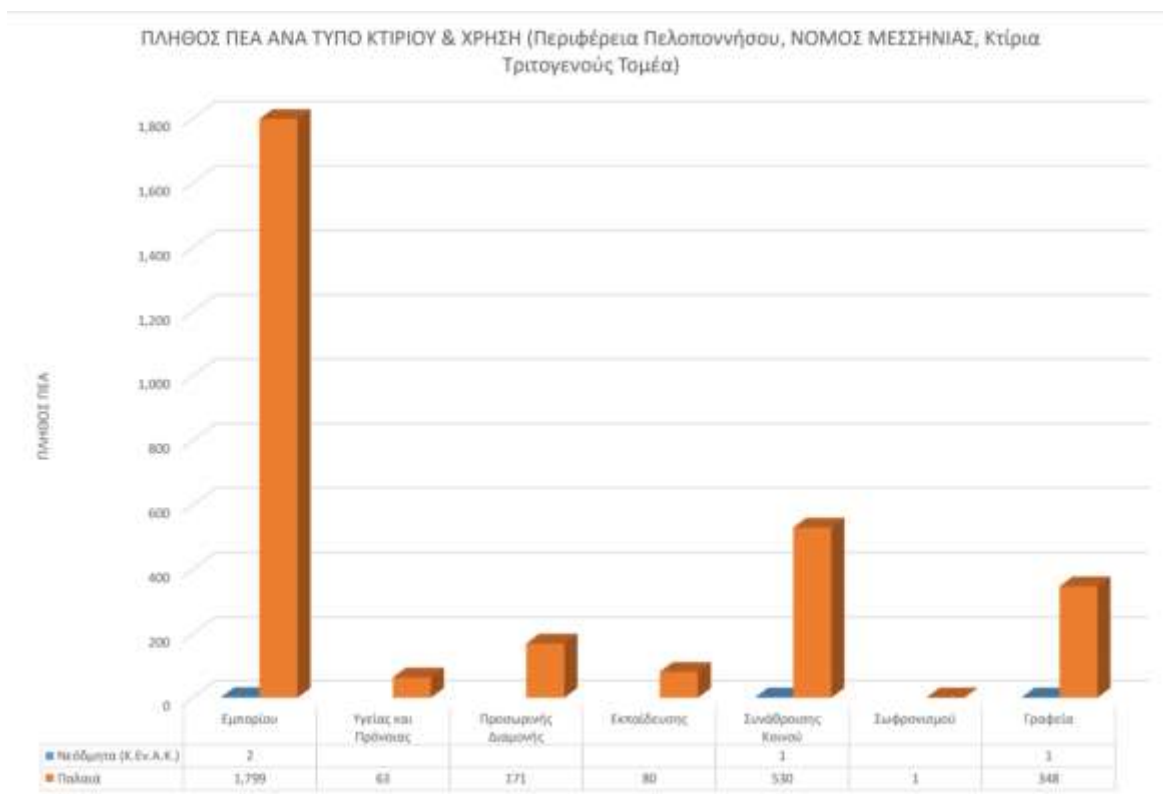
Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας για κάθε κατηγορία κατανάλωσης ενέργειας (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, ZNX) ανά είδος καταλυμάτων και περίοδο λειτουργίας.

ΧΡΗΣΗ	Θέρμανση	Ψύξη	Φωτισμός	ZNX	ΑΠΕ & ΣΗΘ	Συν. Κατ. Πρ Εν
Προσωρινής Διαμονής	60.04	139.91	219.59	42.38	0.15	461.77
Κοιτώνες	189.38	139.63	251.54	84.44	0.55	664.46
Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας	151.42	168.88	276.29	79.32	0.15	675.76
Ξενοδοχείο - Θερινής λειτουργίας	12.38	133.63	196.02	29.76	0.22	371.57
Ξενοδοχείο - Χειμερινής λειτουργίας	101.98	19.43	119.08	23.87	0.00	264.40
Ξενώνες - Ετήσιας λειτουργίας	183.74	155.02	253.31	75.10	0.11	667.06
Ξενώνες - Θερινής λειτουργίας	12.99	130.50	206.57	26.29	0.09	376.26
Ξενώνες - Χειμερινής λειτουργίας	284.30	44.55	222.83	36.69	0.00	588.35
Οικοτροφεία	158.79	104.15	250.45	35.00	0.00	548.37

Πίνακας 2.3: Μέση κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m² ανά κατηγορία κατανάλωσης ανά είδος καταλύματος (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι σε όλες τις κατηγορίες καταλυμάτων (πλην των ξενώνων χειμερινής λειτουργίας) η μεγαλύτερη κατανάλωση αφορά τον φωτισμό (219,59kWh/m² ή το 47,55% της συνολικής κατανάλωσης), βάσει των παραδοχών της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Επίσης, η ψύξη αποτελεί σημαντική κατανάλωση όπως και η θέρμανση για τα καταλύματα ετήσιας λειτουργίας (το 24,99% του συνόλου για ψύξη έναντι του 22,41% για θέρμανση στα ξενοδοχεία και το 23,24% του συνόλου για ψύξη έναντι του 27,55% για θέρμανση στους ξενώνες). Ακόμη μια σημαντική πληροφορία είναι ότι στα καταλύματα θερινής λειτουργίας η ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη είναι 10 με 11 φορές μεγαλύτερη από αυτή της θέρμανσης, οπότε η σημασία του βιοκλιματικού σχεδιασμού και η χρήση παθητικών συστημάτων δροσισμού για τη θερινή περίοδο θα πρέπει να μεγιστοποιείται. Τέλος, σημαντική είναι και η παρατήρηση ότι η ενέργεια που καταναλώνεται στην κατηγορία ZNX αντιστρέφεται μεταξύ χειμερινής και θερινής λειτουργίας ανάμεσα στα ξενοδοχεία και στους ξενώνες, το οποίο μπορεί να ερμηνευτεί από την υπόθεση ότι τα ξενοδοχεία διαθέτουν συστήματα με καλύτερη απόδοση σε σχέση με τους ξενώνες.

Παρόμοια με τα προαναφερθέντα είναι και τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγει η ανάλυση των δεδομένων για την περιοχή εφαρμογής (Ν. Μεσσηνίας και Δήμο Μεθώνης) σύμφωνα με τα παρακάτω Σχήματα και Πίνακες.



Σχήμα 2.6: Κατανομή ΠΕΑ ανά τύπο κτιρίου προσωρινής διαμονής στον Ν. Μεσσηνίας (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

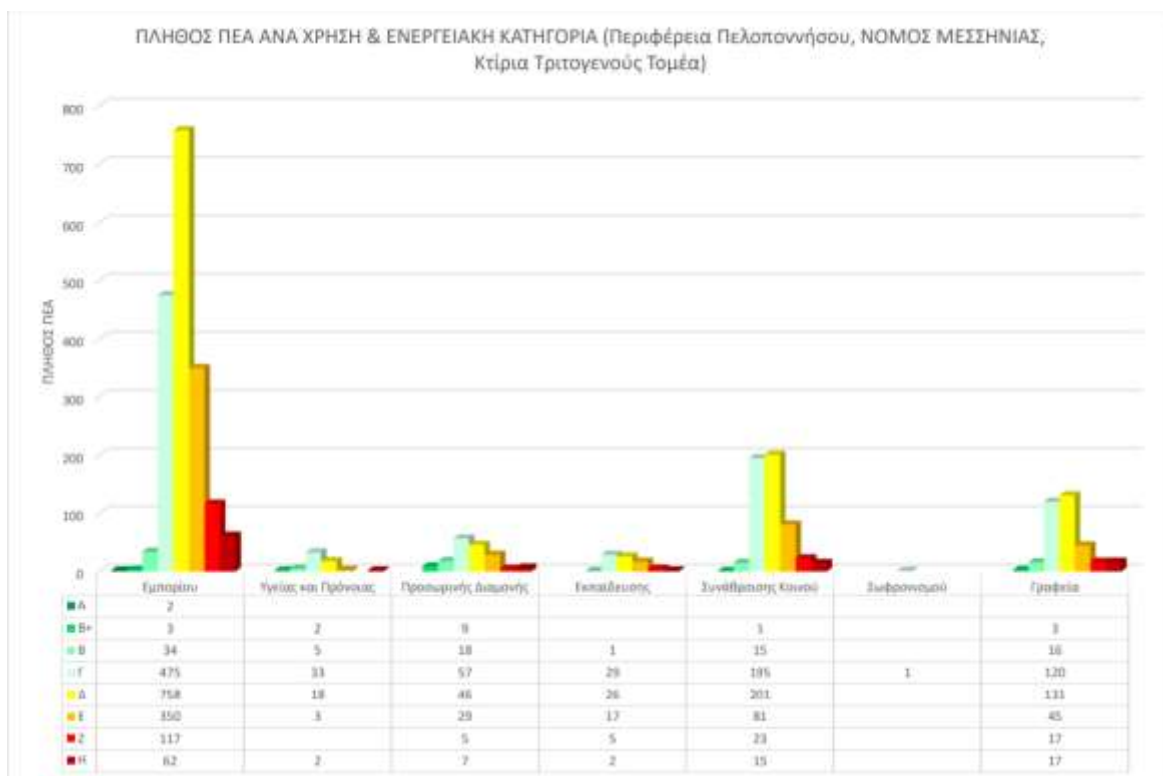
Από το παραπάνω σχήμα, προκύπτει ότι στον Ν. Μεσσηνίας έχουν εκδοθεί 171 ΠΕΑ για παλιά καταλύματα και κανένα για νέα.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται ο αριθμός των ΠΕΑ ανάλογα με το εάν αφορά νέα ή παλαιά κτίρια καθώς και τον τύπο του κτιρίου για τον Δ. Μεθώνης από τον οποίο προκύπτει ότι έχουν εκδοθεί 58 συνολικά ΠΕΑ, 11 από τα οποία αφορούν καταλύματα.

ΠΛΗΘΟΣ ΔΗΜΟΣ/ΧΡΗΣΗ	ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ		ΣΥΝΟΛΟ
	Νεόδμητα (Κ.Εν.Α.Κ.)	Παλαιά	
ΔΗΜΟΣ ΜΕΘΩΝΗΣ			58
Εμπορίου			18
Καταστήματα	18		18
Υγείας και Πρόνοιας			2
Ιατρεία	2		2
Προσωρινής Διαμονής			11
Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας	2		2
Ξενοδοχείο - Θερινής λειτουργίας	2		2
Ξενώνες - Θερινής λειτουργίας	7		7
Εκπαίδευσης			4
Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	3		3
Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	1		1
Συνάθροισης Κοινού			18
Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων	2		2
Εστιατόρια	10		10
Καφενεία	5		5
Νυχτερινά κέντρα διασκέδασης	1		1
Γραφεία			5
Βιβλιοθήκες	1		1
Γραφεία	4		4

Πίνακας 2.4: Είδος ΠΕΑ ανά είδος καταλύματος και περίοδο λειτουργίας στον Δήμο Μεθώνης (Πηγή: ΣΕΠΑΕΜ - 2018)

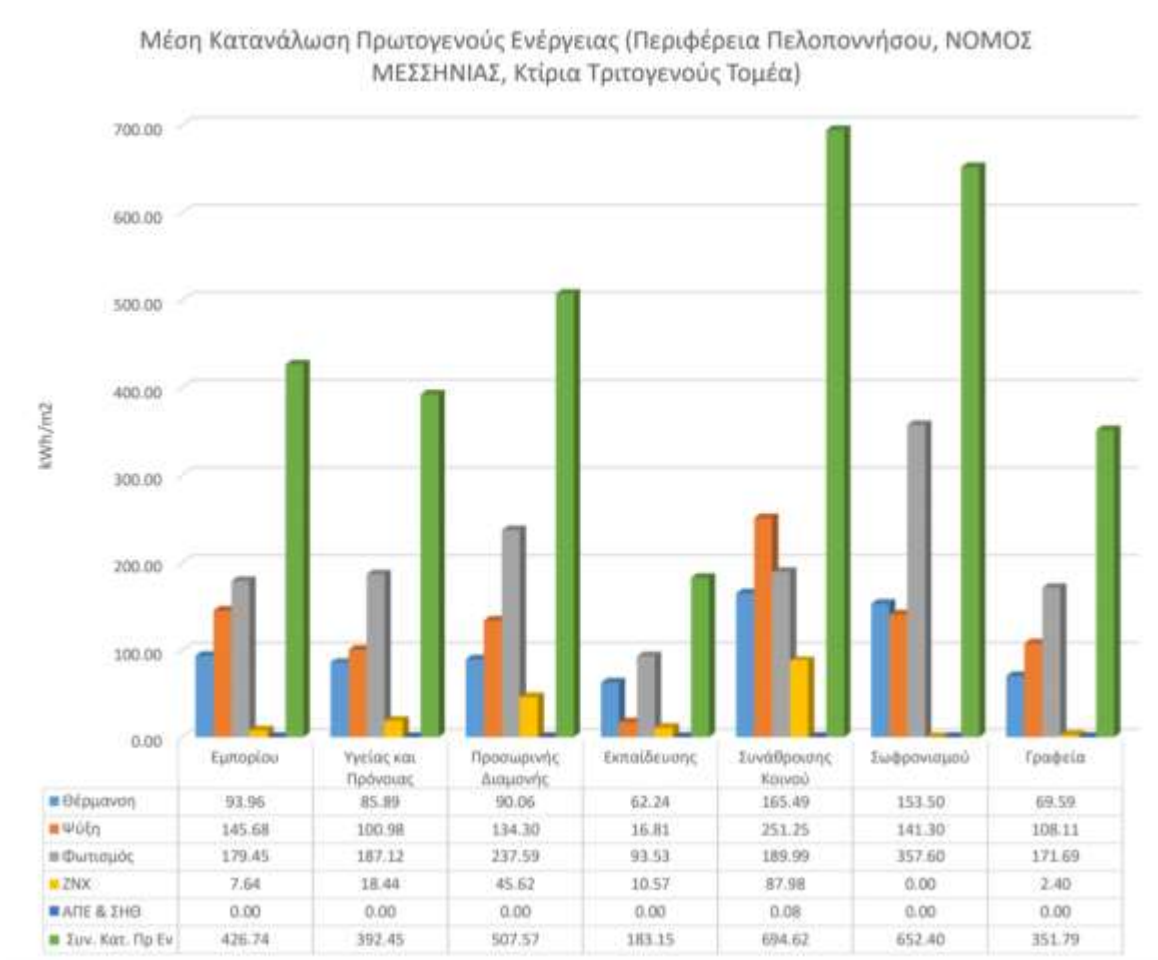
Αναφορικά με την ενεργειακή κατηγορία στην οποία εντάσσονται τα καταλύματα του Ν. Μεσσηνίας, τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.7: Κατανομή ΠΕΑ ανά ενεργειακή κατηγορία και χρήση κτιρίου στον Ν. Μεσσηνίας (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Από το παραπάνω σχήμα, προκύπτει ότι κανένα κατάλυμα δε διαθέτει ΠΕΑ κατηγορίας Α και Α+, ενώ τα καταλύματα που διαθέτουν ΠΕΑ κατηγορίας Β και άνω ανέρχονται σε 27 μόνο σε όλο τον ν. Μεσσηνίας.

Τέλος, σημαντική είναι και η πληροφορία που δίνει το παρακάτω σχήμα στο οποίο παρουσιάζεται για τα καταλύματα η μέση κατανάλωση σε kWh/m² ανά κατηγορία κατανάλωσης. Από το σχήμα αυτό προκύπτει ότι η πλέον ενεργοβόρα κατηγορία είναι αυτή του φωτισμού με 237,59kWh/m² (ή το 46,81% της συνολικής κατανάλωσης) και έπεται η ψύξη με 134,3kWh/m² (ή το 26,46,3% της συνολικής κατανάλωσης) και η θέρμανση με 90,06 kWh/m² (ή το 17,74% της συνολικής κατανάλωσης), ενώ για το Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ), στο οποίο έχουν επενδυθεί σημαντικά κεφάλαια, ανέρχεται μόνο σε 45,62kWh/m² (ή το 8,99% της συνολικής κατανάλωσης). Είναι σημαντικό λοιπόν να μειωθούν τα φορτία φωτισμού και ψύξης, κάτι που εξετάζεται στην παρούσα εργασία.



Σχήμα 2.8: Μέση κατανάλωση ενέργειας σε kWh/m² ανά κατηγορία κατανάλωσης στον Ν. Μεσσηνίας (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται η ενεργειακή κατηγορία του ΠΕΑ ανά είδος καταλυμάτων και περίοδο λειτουργίας για τον Δήμο Μεθώνης.

ΔΗΜΟΣ/ΧΡΗΣΗ	Θέρμανση	Ψύξη	Φωτισμός	ZNX	ΑΠΕ & ΣΗΘ	Συν. Κατ. Πρ Εν
ΔΗΜΟΣ ΜΕΘΩΝΗΣ	94.43	145.42	159.77	56.80	0.00	456.42
Εμπορίου	98.12	107.76	164.94	19.47	0.00	390.29
Καταστήματα	98.12	107.76	164.94	19.47	0.00	390.29
Υγείας και Πρόνοιας	85.50	66.95	168.85	0.00	0.00	321.25
Ιατρεία	85.50	66.95	168.85	0.00	0.00	321.25
Προσωρινής Διαμονής	23.75	144.09	147.77	22.81	0.00	338.40
Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας	73.35	140.60	187.20	76.40	0.00	477.50
Ξενοδοχείο - Θερινής λειτουργίας	10.55	144.90	123.35	30.75	0.00	309.55
Ξενώνες - Θερινής λειτουργίας	13.36	144.86	143.49	5.23	0.00	306.90
Εκπαίδευσης	91.13	11.65	43.40	0.00	0.00	146.20
Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	96.27	14.43	43.40	0.00	0.00	154.13
Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	75.70	3.30	43.40	0.00	0.00	122.40
Συνάθροισης Κοινού	149.97	252.42	196.23	149.61	0.00	748.26
Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων	111.90	100.05	60.70	0.00	0.00	272.70
Εστιατόρια	124.68	270.61	190.01	238.34	0.00	823.64
Καφενεία	245.70	294.66	282.48	51.02	0.00	873.90
Νυχτερινά κέντρα διασκέδασης	0.40	164.10	98.30	54.50	0.00	317.40
Γραφεία	42.86	37.16	125.74	0.00	0.00	205.72
Βιβλιοθήκες	78.30	3.30	72.40	0.00	0.00	153.90
Γραφεία	34.00	45.63	139.08	0.00	0.00	218.68

Πίνακας 2.5: Μέση κατανάλωση ενέργειας σε kW/m² ανά κατηγορία κατανάλωσης ανά είδος καταλύματος στον Δήμο Μεθώνης (Πηγή: ΣΕΠΔΕΜ - 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι μόνο στα ξενοδοχεία ετήσιας λειτουργίας η μεγαλύτερη κατανάλωση αφορά τον φωτισμό, ενώ στα θερινής λειτουργίας (ξενώνες και ξενοδοχεία) είναι η ψύξη. Τέλος, σημαντική είναι και η παρατήρηση ότι η ενέργεια που καταναλώνεται στην κατηγορία ZNX είναι εξαιρετικά μικρή στους ξενώνες θερινής λειτουργίας (ίσως λόγω της υπερδιαστασιολόγησης των συγκεκριμένων συστημάτων ή της περιορισμένης ζήτησης σε σχέση με τα ξενοδοχεία).

Από το σύνολο των παρατιθέντων δεδομένων προκύπτει καταρχάς η ανάγκη ενεργειακής πιστοποίησης του συνόλου των καταλυμάτων, αφού τόσο η αυξημένη κατανάλωσή τους κοστίζει και μειώνει την ανταγωνιστικότητα του τουριστικού προϊόντος όσο και είναι μετρήσιμο μέγεθος, βάσει των κριτηρίων του UNWTO, σχετικά με την αιεφορία του τουρισμού. Στη συνέχεια θα πρέπει να μειωθούν οι καταναλώσεις ενέργειας που οφείλονται στον φωτισμό (έχει τις μεγαλύτερες καταναλώσεις) μέσω της εκπόνησης ειδικών τεχνοοικονομικών μελετών που θα ενσωματώνουν τα σύγχρονα πρότυπα και τεχνολογίες, περιλαμβανομένων και των αυτοματισμών. Μετέπειτα, απαιτείται η βιοκλιματική επανασχεδίαση και η θερμομόνωση των κτιρίων και εν συνεχεία η χρήση Η/Μ εξοπλισμού υψηλής απόδοσης και αυτοματοποίησης, ώστε να μειωθούν οι απαιτήσεις για ψύξη και θέρμανση που είναι οι αμέσως επόμενες υψηλότερες

καταναλώσεις. Τέλος, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα περιορισμού της κατανάλωσης ZNX αλλά και βελτιστοποίησης της παραγωγής του, αφού έχουν γίνει σχετικές επενδύσεις εδώ και πολλά χρόνια και για τον λόγο αυτό οι σχετικές καταναλώσεις είναι από τις χαμηλότερες.

3. Κτίρια Χαμηλής Ενσωματωμένης Ενέργειας

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, η καταναλισκόμενη ενέργεια κατά τη λειτουργία του κτιρίου και οι συνεπακόλουθες επιδράσεις στο περιβάλλον μέσω της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου, αποτέλεσαν το πρώτο αντικείμενο έρευνας και βελτιστοποίησης κατά το παρελθόν. Ωστόσο, και όσο η σχετική έρευνα και τεχνολογία αναπτύσσεται και οδηγεί στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τη λειτουργία του κτιρίου, το βάρος του ενδιαφέροντος και της σχετικής έρευνας αρχίζει να μετατοπίζεται στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών κατασκευής των κτιρίων, μέσω της αξιολόγησης της ενέργειας που ενσωματώνουν αυτά και κατά συνέπεια των εκκλύμενων αερίων του θερμοκηπίου, στην αρχή κατά τη διάρκεια της φάσης παραγωγής τους και στη συνέχεια καθόλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Μάλιστα, υπάρχει μια σειρά από έρευνες (Koezjakov et al, 2018, Giordano et al, 2017), οι οποίες αποδεικνύουν ακριβώς αυτή τη σχέση μεταξύ λειτουργικής και ενσωματωμένης ενέργειας, με τη βαρύτητα της τελευταίας να αυξάνεται με το πέρασμα των χρόνων, και όσο η πρώτη μειώνεται.

Από τη δεκαετία του 1990 και ύστερα, ξεκινούν να εκπονούνται έρευνες για την ΕΕ και την EEG, οι οποίες πολλαπλασιάζονται τη δεκαετία του 2000 (από 579 έρευνες το 1990, γίνονται 6.675 έρευνες τη δεκαετία '90 και ανέρχονται πλέον σε 33.855 έρευνες από το 1990-2018⁴), ενώ ακολουθούν οι πρώτες έρευνες Input-Output LCA έρευνες και υβριδικές έρευνες (IEA EBC Annex 57, 2014). Ωστόσο, από το 2007 και ύστερα υπάρχει αύξηση στον αριθμό των ερευνών που σχετίζονται με τη μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ΕΕ και της EEG (ibid). Το επιστημονικό ενδιαφέρον δεν εστιάζει σε μια μόνο χώρα ή περιοχή, τύπο κτιρίου ή υλικό, αλλά επεκτείνεται γεωγραφικά και περιλαμβάνει την Αυστραλία, την Ασία, την Ευρώπη και τις Η.Π.Α., ενώ χρόνο με τον χρόνο περιλαμβάνει ολοένα και περισσότερες κατηγορίες υλικών, υλικά ανά κατηγορία και μεθόδους παραγωγής τους. Σε αναγνώριση ακριβώς αυτής της σημασίας που αποκτά η ΕΕ και η EEG, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency-IEA) που συγκροτείται το 1974 στα

⁴ βάσει σχετικής αναζήτησης στον ιστότοπο ScienceDirect (προσβάσιμο την 20/6/2018 στην ιστοσελίδα <https://www.sciencedirect.com/search/advanced>)

πλαίσια του ΟΟΣΑ και αποτελείται από 29 κράτη, εκκινεί μέσω του τμήματός του Energy in Buildings and Communities-EBC, το 2013 μια ομάδα εργασίας (Annex 57) που αποτελείται από επιστήμονες από 17 κράτη και ασχολείται με την καταγραφή της ερευνητικής προσπάθειας αναφορικά με την ΕΕκαι την EEG και διατυπώνει προτάσεις και συμπεράσματα επί τους θέματος (IEA EBC Annex 57, 2014).

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί η έννοια της ενσωματωμένης ενέργειας (ΕΕ) στα κτίρια και ο τρόπος που αυτή θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός νέου κτιρίου (αλλά και κατά την ανακαίνισή του). Στα πλαίσια αυτά θα δοθεί ο ορισμός της ΕΕ, θα περιγραφεί η αναγκαιότητα την οποία εξυπηρετεί, οι μεθοδολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εκτίμησή της καθώς και τα ζητήματα τα οποία προκύπτουν.

Ακόμη θα παρουσιασθούν πίνακες με την ενσωματωμένη ενέργεια διαφόρων υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή καθώς και παραδείγματα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η ΕΕ ενός κτιρίου είτε μεταβάλλοντας τα υλικά από τα οποία αποτελείται αυτό είτε από άλλες παραμέτρους του κτιρίου.

3.1 Τί είναι η Ενσωματωμένη Ενέργεια

Πριν αναφερθεί κανείς στο πώς ορίζεται η Ενσωματωμένη Ενέργεια στα κτίρια, θα πρέπει να αναφερθεί στην Ανάλυση του Ενεργειακού Κύκλου Ζωής των κτιρίων (Life Cycle Energy Analysis-LCEA). Πρόκειται για μια έννοια η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στον κατασκευαστικό τομέα από τη δεκαετία του 1990 με σκοπό να ανευρεθούν βιώσιμες διαδικασίες κατασκευής, φιλικών προς το περιβάλλον, κτιρίων. Ωστόσο, η LCEA δεν είναι ούτε εύκολη ούτε μονοσήμαντη, αφού η κατασκευή και λειτουργία ενός κτιρίου είναι πολύπλοκη και ασαφής πολλές φορές. Διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα κατά τη διάρκεια του οποίου πολλές παράμετροι σχεδιασμού αλλά και υπολογισμού μπορούν να αλλάξουν δυναμικά (όπως για παράδειγμα η ενεργειακή συμπεριφορά των χρηστών ή η σύνθεση του ενεργειακού μείγματος της χρησιμοποιούμενης ηλεκτρικής ενέργειας).

Συνήθως, η LCEA διακρίνεται σε δυο κατηγορίες, οι οποίες θα πρέπει να υπολογιστούν: είναι η Λειτουργική ενέργεια (Operational Energy-OE), η οποία αντιστοιχεί στην ετήσια ενέργεια που απαιτείται να καταναλώνει το κτίριο προκειμένου να παράσχει τις επιθυμητές συνθήκες θέρμανσης, κλιματισμού, αερισμού, φωτισμού, παροχής ζεστού

νερού χρήσης και της διαχείρισης των απορριμμάτων, και η οποία σχετίζεται με τα NZEB που περιεγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η δεύτερη κατηγορία είναι η EE, η οποία είναι η ενέργεια που έχει ενσωματωθεί τόσο στα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή όσο και η ενέργεια που καταναλώθηκε στη διάρκεια της κατασκευής, για τη συντήρησή της στη διάρκεια του χρόνου ζωής της αλλά και για την αποδόμησή της.

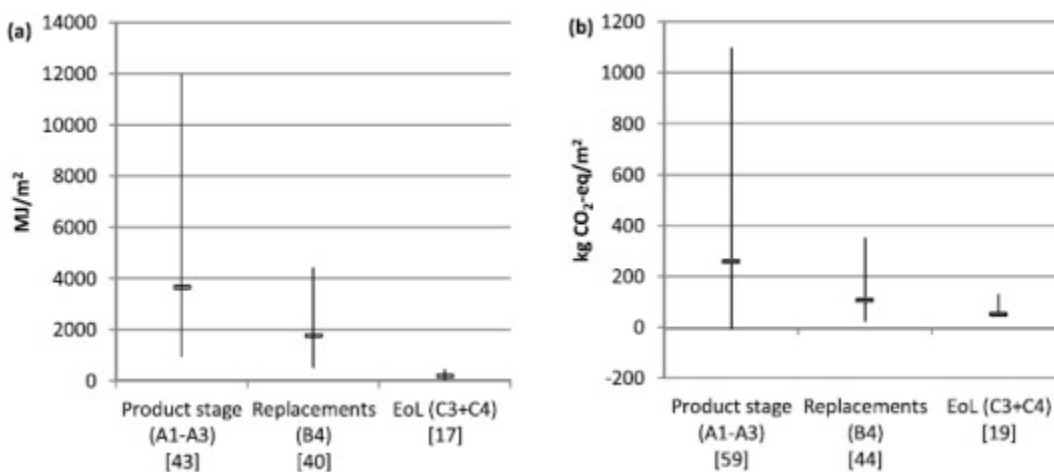
Η έννοια της EE χρησιμοποιήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 στην Ενεργειακή Ανάλυση για να περιγράψει τη συνολική EE ενός συστήματος η οποία προέκυπτε από επιμέρους εισροές (Cabeza et al, 2013).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει κανείς να αναφέρει ότι πέραν του όρου EE χρησιμοποιείται πολύ συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία (Rasmussen et al 2018, Syngros et al 2017, Andersson et al 2017, Schwartz et al 2018) και ο όρος Embodied Energy and Greenhouse Gas Emission (EEG), ο οποίος περιγράφει τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (συνηθέστερα του CO₂) από τα κτίρια κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Η EEG μπορεί να διακριθεί σε δυο υπό-κατηγορίες οι οποίες, κατά αντιστοιχία με τις κατηγορίες της LCEA, να υπολογίζουν τις αρχικές EEG (Initial EEG) και τις επαναλαμβανόμενες (Recurring EEG). Οι αρχικές EEG αναφέρονται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το στάδιο που το κτίριο παραδίδεται για χρήση και οι επαναλαμβανόμενες EEG αναφέρονται σε αυτές που εκλύονται μέχρι την κατεδάφισή του. Πέραν από τη διαφορετική μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της EE και της EEG (GJ/m² για τη συνολική και MJ/m²/year όταν ανάγεται σε ετήσια για την EE και kgCO₂/m² για την EEG), διαφοροποιούνται ως προς την αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων τους και ευκολία ερμηνείας τους. Όπως, θα αναλυθεί και στη συνέχεια, ο υπολογισμός του EEG βασίζεται στον υπολογισμό της EE πολλαπλασιάζοντας τις εκπομπές του Green House Gas (GHG) με έναν συντελεστή, ο οποίος προκύπτει βάσει του μείγματος των αερίων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας (Cabeza et al 2013, Frischknecht et al 2015, Martinez-Rocamora et al 2016) (και όχι μόνο αφού το ίδιο μπορεί να ισχύει και με τη θερμική ενέργεια που τυχόν χρησιμοποιείται στην παραγωγή του προϊόντος (Takano et al 2014)).

3.2 Ζητήματα υπολογισμού ΕΕ

Μια προσεκτική έρευνα στη σχετική διεθνή βιβλιογραφία θα αποκαλύψει μια μεγάλη ποικιλία στα αποτελέσματα κατά τον υπολογισμό της ΕΕ. Οι Sartori and Hestnes (2007) μελέτησαν εξήντα (60) περιπτώσεις κατοικιών και μη, σε εννέα χώρες από όλον τον κόσμο και υπολογίζουν την ΕΕ μεταξύ του 2%-46% του LCEA, ενώ οι Ramesh et al (2010) εξέτασαν 73 περιπτώσεις κατοικιών και γραφείων από 13 χώρες και βρήκαν μια αριθμητική διακύμανση της ΕΕ από 7 έως 143kWh/m²/year (μια διαφορά μεγέθους 20 φορές). Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση που υπολογιστεί η EEG. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους Hammond and Jones (2008), οι οποίοι μελέτησαν 14 κατοικίες, η αρχική EEG ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 110 kgCO₂/m², ενώ σύμφωνα με τους Hacker et al (2008), οι οποίοι μελέτησαν μια κατοικία 65m² κατασκευασμένη με τέσσερις (4) διαφορετικούς τρόπους, η EEG στη χειρότερη περίπτωση κατασκευής ανέρχεται σε 568 kgCO₂/m².

Εξαιρετικά παραστατικά είναι τα δυο παρακάτω γραφήματα τα οποία δείχνουν τις αποκλίσεις στην ΕΕ και στην EEG, ανάλογα με το πού θα τεθούν τα όρια των σχετικών υπολογισμών (γίνεται σχετική αναφορά στη συνέχεια) που μελετήθηκαν από τους Rasmussen et al (2018).



Σχήμα 3.1 Μεταβλητότητα υπολογισμών ΕΕ και EEG ανάλογα με τα όρια του συστήματος υπολογισμού (Rasmussen et al 2018)

Αυτή η σημαντική διαφοροποίηση οφείλεται σε μια σειρά από ζητήματα, εξαιρετικά σημαντικά, που υπάρχουν κατά τον υπολογισμό της ΕΕ, τα οποία επιβάλλουν τόσο την εις βάθος κατανόησή τους όσο και τον τρόπο εφαρμογής τους στην επιλεγείσα μεθοδολογία. Αυτά είναι:

1. Το μέγεθος της μέτρησης: όπως έχει ήδη αναφερθεί υπάρχει ασάφεια στο ίδιο το μέγεθος, όπως συμβαίνει σύμφωνα με τους Frischknecht et al (2015) και με την επιλογή υψηλότερης ή χαμηλότερης θερμοκρασίας για τον προσδιορισμό της ΕΕ χημικών πόρων. Το ίδιο συμβαίνει σύμφωνα με τους Dixit et al (2010), Balouktsi and Lutzkendorf (2016) και Moncaster and Symons (2013) και με την αποθηκευμένη ενέργεια των πλαστικών και ελαστικών, η οποία σπάνια αναφέρεται εάν περιλαμβάνεται ή όχι στους υπολογισμούς της ΕΕ. Το ίδιο ισχύει και για τον υπολογισμό του EEG αφού σύμφωνα με τους Frischknecht et al (2015), το μείγμα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ενέργειας (εάν είναι δηλαδή ουράνιο, λιγνίτης ή ΑΠΕ) επηρεάζει τον συντελεστή επί τον οποίο θα πολλαπλασιαστεί η ΕΕ ώστε να προκύψει το μέγεθος της EEG. Ως προς αυτό το τελευταίο θα πρέπει να σημειωθεί ότι συνήθως λαμβάνονται υπόψη και υπολογίζονται οι συνολικές GHG εκπομπές οι οποίες ανάγονται σε εκπομπές του CO₂ με αποτέλεσμα να μην μπορούν να υπολογιστούν οι λοιποί ρυπαντές που μπορεί να ενδιαφέρουν ή η αναγωγή αυτή να πρέπει να αναθεωρηθεί λόγω της σημαντικής αλλαγής στη σύνθεση των πηγών παραγωγής ενέργειας (Rasmussen et al 2017). Ένα τρίτο παράδειγμα για το μέγεθος του EEG, είναι σύμφωνα με τους Brandao et al (2013), και τους Fouquet et al (2015) ότι υπάρχουν οικοδομικά υλικά, όπως το τσιμέντο, τα οποία κατά τη διάρκεια της ζωής τους εκλύουν CO₂ και άλλα, όπως για παράδειγμα η ξυλεία, τα οποία κατά τη διάρκεια της ζωής τους διατηρούν δεσμευμένες ποσότητες CO₂.
2. Η αντιπροσωπευτικότητα των βάσεων δεδομένων: σήμερα υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός βάσεων δεδομένων (περισσότερες από 40 (Martinez-Rocamora et al 2016)), οι οποίες μπορεί να αποτελούν είτε μια ακαδημαϊκή προσπάθεια (Hammond & Jones, 2011 και Crawford and Treloar 2010), είτε μια εθνική (Base Carbone, Bedec, CPMLCA, ProBas), είτε μια υπερεθνική προσπάθεια (Ecoinvent, ELCD, GaBi, Plastics Europe). Μερικές από αυτές (ELCD, GaBi)

μπορεί να αξιοποιούν δεδομένα από άλλες βάσεις δεδομένων σε συνδυασμό με τα δικά τους δεδομένα. Μερικές φορές απλά δεν υπάρχει βάση δεδομένων και για τους σκοπούς της σχετικής έρευνας χρησιμοποιούνται άλλες, επιστημονικά αποδεκτές μεν, οι οποίες όμως μπορεί να μην ανταποκρίνονται στην εθνική ή τοπική πραγματικότητα (Syngros et al 2017). Η αντιπροσωπευτικότητα της βάσης δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό του EE ή/και του EEG σχετίζεται με την ουσιαστική γνώση που πρέπει να έχει κανείς σχετικά με τη διαδικασία (και τις παραδοχές) δημιουργίας της και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με αυτήν. Ένα πολύ καλό παράδειγμα αναφορικά με τον τρόπο δημιουργίας και τις παραδοχές που μπορεί να έχει μια βάση δεδομένων καθώς και τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν τα αποτελέσματα, είναι οι παρατηρήσεις των Takano et al (2014) σχετικά με τις διαφορετικές τιμές που λαμβάνει το EEG του ξύλου στις βάσεις δεδομένων Synergia (Φιλανδία) και CFP (Ιαπωνία). Η θερμική ενέργεια που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των προϊόντων του ξύλου και αντιστοιχεί στο 90% της συνολικής απαιτούμενης ενέργειας, στη μεν Φιλανδία παράγεται κατά 75% από βιοκαύσιμα ενώ στην Ιαπωνία, όπου μόνο το 20% της παραγωγής ξηραίνεται σε φούρνους (το υπόλοιπο ακολουθεί τη διαδικασία της φυσικής αποξήρανσης), χρησιμοποιούνται υδρογονάνθρακες (κυρίως μαζούτ) και για το λόγο αυτό το παρεχόμενο EEG από την CFP είναι μεγαλύτερο από αυτό της Synergia. Αν και υπάρχουν έρευνες οι οποίες συγκρίνουν την πληρότητα των βάσεων δεδομένων (Martinez-Rocamora et al 2016), θα πρέπει κανείς κατά την επιλογή της βάσης δεδομένων να εξετάζει μια σειρά από κριτήρια όπως: η γεωγραφία εφαρμογής της, ο αριθμός των κατηγοριών της, η πληρότητά της, η ιχνηλασιμότητά της, η μεθοδολογία της, η τεκμηρίωση και η επικαιροποίησή της. Υπάρχουν μάλιστα έρευνες, οι οποίες διερευνούν την επίδραση που έχει στα αποτελέσματα η επιλογή διαφορετικών βάσεων δεδομένων για την ίδια κατοικία και από τις οποίες προκύπτει ότι αν και τα γενικά συμπεράσματα ως προς την EE και το EEG είναι ίδια, τα ποσοτικά δεδομένα διαφοροποιούνται από ελάχιστα έως σημαντικά (Takano et al 2014). Ωστόσο, εάν εξεταστούν σε βάθος τα αίτια που οδηγούν στα αποτελέσματα αυτά και γίνουν οι κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες (για παράδειγμα διαφορετική τιμή EE θα πρέπει να δώσει ένας Φιλανδός στη ξυλεία εάν χρησιμοποιεί την βάση δεδομένων της Ιαπωνίας λόγω διαφορετικής

διαθεσιμότητάς της και μεθοδολογία ξήρανσης), τότε και τα ποσοτικά δεδομένα συγκλίνουν. Συνεπώς, αν και στις διάφορες έρευνες αναφέρονται οι σχετικές παραδοχές, οι διαφορές στις βάσεις δεδομένων καθώς και στις Περιβαλλοντικές Διακοινώσεις των Προϊόντων (Environmental Product Declarations-EPDs) που οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα, χρειάζεται μια μεγαλύτερη προσπάθεια στην αποσαφήνιση και ομογενοποίηση του τρόπου υπολογισμού της ΕΕ για τη δημιουργία της σχετικής βάση δεδομένων (Rasmussen et al 2017).

Η μοντελοποίηση: πρακτικά υπάρχουν τρία διαφορετικά μοντέλα στην προσέγγιση του LCA: η προσέγγιση που βασίζεται στη διαδικασία (process-based), εκείνη των χρηματοροών (Economic Input Output- EIO) και η υβριδική Hybrid (αξιοποιεί και τις δυο προηγούμενες). Η process-based προσέγγιση είναι η γνήσια προσέγγιση που υπολογίζει τις περιβαλλοντικές εισροές/εκροές σε κάθε μια φάση από την οποία διέρχεται το τελικό προϊόν (αλλά και τελικά η κατασκευή). Η EIO είναι μια οικονομική ανάλυση χρηματικών ροών μεταξύ των λογαριασμών (συνήθως εθνικών) των βιομηχανικών κλάδων και η οποία βασίζεται στις οικονομικές συναλλαγές και στα δεδομένα ανάλωσης πόρων. Τέλος, η υβριδική μοντελοποίηση αξιοποιεί και τα δυο προαναφερθέντα μοντέλα με σκοπό την καλύτερη τεκμηρίωση του αποτελέσματος.

3.3 Οικολογική δόμηση

Ξεκινώντας από την έννοια της «Οικολογικής» δόμησης, αυτή προτάσσει και αναδεικνύει τις έννοιες:

- του «οίκου», δηλαδή του χώρου που στεγάζει εκείνες τις ανθρώπινες δραστηριότητες και για εκείνες τις ώρες και τις εποχές που η φύση δεν μπορεί ή μπορεί ατελώς (βάσει των ανθρώπινων προσδοκιών) να στεγάσει και ο οποίος αποτελεί ένα μικρό υποσύνολο του απέραντου χώρου της φύσης στον οποίο ο άνθρωπος έχει μάθει να ζει και
- της «λογικής», δηλαδή της ισορροπημένης, λελογισμένης, αιτιολογημένης δαπάνης ενέργειας (ανθρώπινης ή μεταφρασμένης σε οικονομικές μονάδες-χρήματα).

Η οικολογική κατασκευή βασίζεται στην εγγύτητα του ανθρώπου με τη φύση και στην απόκτηση από αυτήν των αναγκαίων υλικών για την κατασκευή της οικίας του, με τη λιγότερη δυνατή επεξεργασία τους. Για παράδειγμα, οι σκηνές των Ινδιάνων αποτελούν ένα απλό παράδειγμα οικολογικής κατασκευής, αφού τα υλικά, οι ξύλινοι στύλοι και τα ηλιοψημένα δέρματα ζώων συναντιούνταν στη φύση και απαιτούσαν ελάχιστη επεξεργασία (Terpees, 2018). Στην ίδια λογική κινήθηκαν και οι κοντινοί μας πρόγονοι, οι οποίοι έκτιζαν περίτεχνα σπίτια με πέτρα ή πλίνθες ή άχυρο και ξύλο, αναλόγως με την περιοχή, τις κλιματικές της συνθήκες και τα τοπικά υλικά.

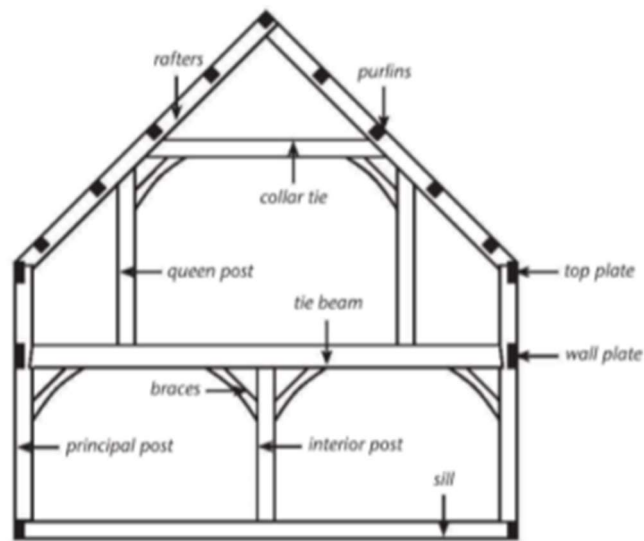
Δίνοντας έμφαση στα οικολογικά υλικά που θα επιλεγθούν στο σενάριο της οικολογικής κατασκευής στο επόμενο κεφάλαιο, και έχοντας υπόψη την εγγύτητα των πρώτων υλών, την ΕΕ των υλικών, την θερμική τους αντίσταση, την θερμοχωρητικότητά τους, την αισθητική προστασία του περιβάλλοντος και την απαίτηση για την ενίσχυση της τοπικής εργασίας, αναφέρονται εδώ τα πιο σημαντικά δομικά υλικά που είναι φιλικά στο περιβάλλον:

- κτιστής πέτρας, με συνδετικό υλικό το τσιμέντο, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα θεμέλια της κατασκευής, κατά τα πρότυπα της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής του τόπου



Σχήμα 3.2: Ξύλινη διώροφη κατοικία κατασκευασμένη το 1995 στο Minocqua του Northern Wisconsin, ΗΠΑ με την τεχνική του cordwood ως ανωδομή πετρόχτιστου υπογείου (Πηγή: <https://cordwoodconstruction.wordpress.com/2016/10/09/cordwood-lodge/>, 2018)

- σκληρής ξυλείας μεγάλης πυκνότητας (θα μπορούσε να είναι εισαγόμενη ή ντόπια, κυπαρίσσι ή δρυς) για τον φέροντα οργανισμό, με σκοπό να παρέχει την αντοχή στα φορτία και την ανθεκτικότητα στον χρόνο αλλά και την ευκολία και ταχύτητα στην κατασκευή της (όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα)



Σχήμα 3.3: Ξύλινος φέρον οργανισμός διώροφης κατοικίας κατασκευασμένος από μαθητές του Fox Maple School of Traditional Building στο Brownfield του Maine, ΗΠΑ στα πλαίσια εργαστηρίου (Πηγή: Roy, 2004)

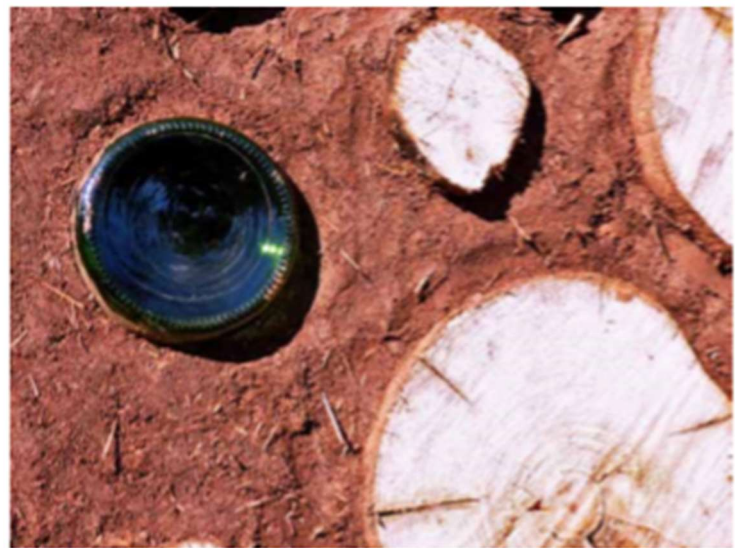
- γαλβανισμένους μεταλλικούς συνδέσμους για τη διασύνδεση των επιμέρους ξύλινων δοκών του φέροντος οργανισμού
- μαλακούς ξυλοκορμούς χαμηλής πυκνότητας (για παράδειγμα, λεύκα ή λευκή ελάτη), κάθετα τοποθετημένους ως προς το μήκος της φέρουσας τοιχοποιίας (stove wood ή cordwood). Τα χαμηλής πυκνότητας ξύλα επιλέγονται τόσο γιατί η φυσική ξήρανσή τους δεν απαιτεί πολύ χρόνο, η συρρίκνωσή τους είναι ελάχιστη, είναι ελαφριά και κατά συνέπεια εύκολα στη χρήση και δημιουργούν ελαφριές κατασκευές, εμπεριέχουν

χαμηλή ΕΕ ενώ αποθηκεύουν και CO₂, ενώ παρέχουν θερμομόνωση και ενδιαφέρον αισθητικό αποτέλεσμα (όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα).



Σχήμα 3.4: Αισθητικό αποτέλεσμα κατοικίας κατασκευασμένης το 2004 στο Hope του Maine, ΗΠΑ με την τεχνική του cordwood (Πηγή: <https://cordwoodconstruction.wordpress.com/2013/05/08/cordwood-castle-in-maine/>, 2018)

- τη χρήση στοιβαχτού πηλού (cob) ως συνδετικό κονίαμα των μαλακών ξυλοκορμών για τη μη φέρουσα τοιχοποιία. Μάλιστα, είναι εφικτή η χρήση είτε λάσπης που εμπεριέχει τσιμέντο τύπου Portland (σε αναλογία 9 μέρη άμμο, 3 μέρη πριονίδια, 3 μέρη ασβέστη και 2 μέρη τσιμέντο) είτε λάσπης αποτελούμενης από άργιλο, νερό (σχηματίζουν τον πηλό) και άχυρο (Roy 2016). Η τελευταία τεχνική καλείται Cobwood (βλ. στις παρακάτω δυο φωτογραφίες τον τρόπο κατασκευής και λεπτομέρεια αυτής) και θα είναι αυτή η οποία θα χρησιμοποιηθεί στα σενάρια 3 και 4 λόγω της φιλικότητάς της προς το περιβάλλον, του σχεδόν μηδενικού κόστους προμήθειας της και της απαίτησης τοπικής εργασίας.



Σχήμα 3.5: Κτίσιμο τοιχοποιίας πλήρωσης με την τεχνική Cobwood και λεπτομέρεια αυτής (Πηγή: Roy, 2016)

- τη χρήση πριονιδιού μέσα στη λάσπη για τη θερμομόνωση της οικίας, το οποίο θα καταλαμβάνει το 1/3 του πάχους της τοιχοποιίας (το άλλο 1/3 καταλαμβάνει η εξωτερική λάσπη και το άλλο 1/3 η εσωτερική λάσπη) (βλ. παρακάτω σχήμα).



Σχήμα 3.6: Ο κανόνας του 1/3 στην τεχνική Cobwood (Πηγή:
<http://www.goodshomedesign.com/cordwood-log-cabins/>, 2018)

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι και η ίδια η λάσπη διαθέτει θερμική αντίσταση (λόγω και της πρόσμιξης του αχύρου) αλλά και οι ξυλοκορμοί. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η σχέση θερμομονωτικής ικανότητας και θερμικής μάζας για τα ευρέως χρησιμοποιούμενα οικοδομικά υλικά και για διαφορετικά είδη ξύλου και τα παράγωγά του.

INSULATION		WOOD		THERMAL MASS	
Styrofoam		White cedar	Oak	Water	Concrete
Fiberglass		White pine	Beech		Granite
Sawdust	Papercrete	Douglas fir / Red pine		Mortar	Cast iron

Σχήμα 3.7: Σχέση θερμομονωτικής ικανότητας και θερμικής μάζας για τα ευρέως χρησιμοποιούμενα οικοδομικά υλικά και για διαφορετικά είδη ξύλου και τα παράγωγά του (Πηγή: Roy 2016)

- τη χρήση κτιστής πέτρας και τσιμέντου ως συνδετικό υλικό αυτής, ως επένδυση για την προστασία της cordwood τοιχοποιίας σε ύψος 40 cm από την ανιούσα υγρασία (άμεσα ή κατόπιν αναπήδησης από το έδαφος) (όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα)



Σχήμα 3.8: Επένδυση εξωτερικά με πέτρα σε χαμηλό ύψος από το έδαφος για την προστασία από την ανιούσα υγρασία (άμεση και έμμεση) (Πηγή: <https://cordwoodconstruction.wordpress.com/>, 2018)

Σκοπός αυτού του τρόπου κατασκευής είναι η χρήση φυσικών υλικών, η μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης των τοπικά ή κοντινά διαθέσιμων υλικών, η ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας για την παραγωγή των χρησιμοποιούμενων δομικών προϊόντων, η αύξηση της συμμετοχής του τοπικού εργατικού δυναμικού στην κατασκευή της τυποποιημένης μονάδας, η μείωση της συνολικής ΕΕ (ένα σημαντικό κομμάτι της

είναι η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά των υλικών, η οποία εξαρτάται σημαντικά από τη θέση του εργοταξίου και τις τοπικές συνθήκες μεταφοράς των υλικών), η μεγιστοποίηση της επαναχρήσης των υλικών και η εύκολη, οικολογική ανακύκλωση των υλικών μετά το τέλος της ζωής ή της χρήσης του κτιρίου.

Ο λόγος που εστιάζει η παρούσα έρευνα στη χρήση της πέτρας είναι γιατί στο σύνολο του ελλαδικού χώρου, και ιδιαίτερα στη νησιωτική χώρα όπου υπάρχει πληθώρα τουριστικών μονάδων, υπάρχει ακόμη και εντός του οικοπέδου ανέγερσης της μονάδας ή αρκετά πλησίον αυτής, επαρκής ποσότητα πέτρας για τη θεμελίωση της μονάδας. Μάλιστα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, σπάνια οι τουριστικές μονάδες ξεπερνούν τους δύο ορόφους, οπότε δεν τίθεται θέμα στατικής επικινδυνότητας, ακόμη και σε μία σεισμογενή περιοχή, αφού η κατασκευή ούτως ή άλλως χαρακτηρίζεται ως ελαφριά και υπάρχει σημαντική σχετική εμπειρία από το παρελθόν, αφού αποτελούσε τον κοινότυπο τρόπο δόμησης και θεμελίωσης εδώ και αιώνες⁵. Σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η εξαγωγή της, η κατεργασία της και η τοποθέτησή της γίνεται σε τοπικό επίπεδο, ενώ με μηχανικά μέσα γίνεται μόνο η εξαγωγή της και η μεταφορά της, μειώνει τη συνολική ΕΕ και αυξάνει τη συμμετοχή της τοπικά παραγόμενης ενέργειας.

Η ξυλεία (είτε υψηλής είτε χαμηλής πυκνότητας) μπορεί να βρεθεί είτε τοπικά είτε με εισαγωγές από την Κεντρική Ευρώπη (από σχετικά κοντινές αποστάσεις), ενώ σε περίπτωση που αυτός ο τρόπος δόμησης γίνει αποδεκτός μπορούν πλέον να παράγονται σε πιστοποιημένες εκτάσεις, όπως για παράδειγμα σήμερα γίνεται με τη λεύκα.

Τα πριονίδια, το άχυρο και ο άργιλος βρίσκονται σε εξαιρετικά κοντινή απόσταση και είναι εξαιρετικά φθηνά.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθούν εν συντομία τα πλεονεκτήματα της χρήσης του ξύλου είτε για τον φέροντα οργανισμό, είτε για τη τοιχοποιία πλήρωσης είτε τέλος για την εσωτερική/εξωτερική επικάλυψη (πατώματα, οροφές, σκεπές, τοίχους). Σε αυτά περιλαμβάνονται:

- είναι ελαφριά, είτε ως φέρον στοιχείο είτε ως στοιχείο πλήρωσης

⁵ Εναλλακτικά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί οπλισμένο σκυρόδεμα για τα θεμέλια, αυξάνοντας ωστόσο σημαντικά την ΕΕ. Αυτή τελικά είναι και η επιλογή των Σεναρίων 3 και 4 (βλ. ενότητες 4.3.3 και 4.3.4), αφού η σχετική νομοθεσία επιτρέπει την απροβλημάτιστη άδεια κατασκευής του.

- είναι επαρκώς ισχυρή μηχανικά (και ανάλογα τη χρήση της). Για παράδειγμα, το 1998 το αεροδρόμιο του Όσλο, επιφάνειας 148.000m², χρησιμοποίησε σύνθετη ξυλεία (glue-laminated timber ή glulam) αντί για μεταλλικούς δοκούς, ενώ το ίδιο συνέβη και για την επέκτασή του, επιφάνειας 117.000m², που αποφασίστηκε το 2011 με ορίζοντα ολοκλήρωσης το 2017⁶
- είναι ένα εξαιρετικό θερμομονωτικό υλικό με καλή θερμική αντίσταση
- απορροφά την υγρασία σε συνθήκες υψηλής υγρασίας και την αποδίδει σε συνθήκες ξηρότητας, επιδρώντας θετικά στο μικρόκλιμα των χώρων
- είναι ένα ζεστό και μαλακό, στην αφή, υλικό και προσφέρει το αίσθημα της οικειότητας και της θαλπωρής, χαρακτηριστικά ιδιαίτερα σημαντικά για μια τουριστική μονάδα
- οι διαστάσεις του δεν μεταβάλλονται με τη μεταβολή της θερμοκρασίας
- λειτουργεί ως ηχομονωτικό υλικό
- είναι ανθεκτικό στην καταστρεπτική επίδραση των χημικών ουσιών
- είναι ανθεκτικό στην καταστρεπτική επίδραση βιολογικών παραγόντων, με ήπια επεξεργασία με βορικά ή αντίστοιχες ενώσεις
- είναι ανανεώσιμο υλικό μέσω της συνετής διαχείρισης της παραγωγής του και χρήσης του
- είναι πλήρως συμβατό με την κυκλική οικονομία, αφού μπορεί να μειωθεί (reduce) η χρήση του μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού σε υπολογιστή και της σπατάλης του αφού πρόκειται για στερεό και όχι υγρό όπως το σκυρόδεμα ή το ασβεστοκονίαμα, να επαναχρησιμοποιηθεί (re-use), για να αξιοποιηθεί σε άλλες χρήσεις, όπως για παράδειγμα ως φέρον οργανισμός ή τοιχοποιία πλήρωσης σε άλλες κατασκευές, σε ξυλοκατασκευές όπως πέργκολες, ως θερμομονωτικό υλικό, με τη μορφή πριονιδιού ή ως συστατικό υλικό πάνελ ξύλου, όπως το MDF και το OSB, ενώ είναι πλήρως ανακυκλώσιμο (recycled) και οικολογικά ανακυκλώσιμο ,εφόσον δε διαθέτει τοξικά πρόσθετα. Επίσης, μπορεί να καεί και να αποδώσει την αποθηκευμένη του ενέργεια.

⁶https://www.airport-technology.com/projects/gardermoen_as/
Διπλωματική Εργασία

- κατά τη χρήση του κρατά δεσμευμένο το CO₂ που διέθετε κατά την κοπή του, λειτουργώντας ως αποθήκη, εξισορροπώντας με τον τρόπο αυτό την παρούσα διαταραγμένη ισορροπία της φύσης, αναφορικά με τις ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- μπορεί να δουλευτεί με απλά χειροκίνητα εργαλεία ή ηλεκτρικά εργαλεία χαμηλής ισχύος τα οποία μπορούν να τροφοδοτούνται από ΑΠΕ (για παράδειγμα φωτοβολταϊκά) εγκατεστημένα στον τόπο κατασκευής της μονάδας, μειώνοντας ακόμη περισσότερο την ΕΕ.
- Μπορεί να αποσυναρμολογηθεί εύκολα, αφού αποτελείται από διακριτά δομικά στοιχεία όπως ξυλοκορμός, λάσπη, πριονίδι, ξύλινες κολώνες και δοκάρια, μεταλλικούς συνδέσμους αυτών και πέτρες. Εάν εξαιρέσει κανείς τη λάσπη μεταξύ των ξυλοκορμών και το τσιμεντοκονίαμα μεταξύ των λίθων καθώς και ένα τμήμα από το πριονίδι που θα χαθεί κατά την αποδόμηση του κτιρίου, όλα τα υπόλοιπα υλικά μπορούν να ανακτηθούν με τη χρήση ενός ερασιτεχνικού, χειρωνακτικού, χαμηλής ισχύος κατεδαφιστικού (ο πηλός εφόσον διαβραχεί συστηματικά μαλακώνει και διευκολύνει την αποδόμησή του).

4. Αρχές & Σχεδίαση Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται οι αρχές πάνω στις οποίες βασίζεται η σχεδίαση της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, η χωροθέτησή της και η βασική σχεδίασή της καθώς και τα εναλλακτικά σενάρια που θα εξεταστούν. Υπενθυμίζεται ότι στόχος της εργασίας είναι για την ίδια τυποποιημένη τουριστική μονάδα ή με διαφορετική σχεδίαση, να εξεταστεί η ΕΕ λόγω της χρήσης διαφορετικών υλικών, η σχέση της ΕΕ με την ενέργεια λειτουργίας, η συνολική κατανάλωση ενέργειας και οι ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στον κύκλο ζωής και για τα σενάρια που εξετάζονται, καθώς και το κόστος κατασκευής για το κάθε ένα σενάριο αλλά και την αντιστοιχία της ΕΕ ανά δαπανηθείσας νομισματικής μονάδας (€).

Στην επόμενη ενότητα περιγράφονται οι αρχές πάνω στις οποίες βασίζεται η κεντρική σχεδίαση (και τα εναλλακτικά σενάρια) τυποποιημένης τουριστικής μονάδας.

4.1 Αρχές Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας

Οι αρχές, πάνω στις οποίες θα βασιστεί η τυποποίηση της τουριστικής μονάδας, είναι αυτές της βιοκλιματικής σχεδίασης, της σχεδίασης ενός υγιούς εσωτερικού περιβάλλοντος, της μινιμαλιστικής σχεδίασης ως προς τη σπατάλη χώρου και υλικών, της ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη λειτουργία της και της μειωμένης ενσωματωμένης ενέργειας.

4.1.1 Περιοχή Ανάπτυξης Μονάδας και Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται

Η τυποποιημένη τουριστική μονάδα θα είναι εγκατεστημένη σε ένα περιβάλλον όπου επικρατεί το μεσογειακό κλίμα και θα βρίσκεται σε κοντινή απόσταση (300μ) από τη θάλασσα (παραθαλάσσια ζώνη). Το οικόπεδο έχει κατεύθυνση από Βορά προς Νότο (όπου στον νότο βρίσκεται η θάλασσα) και επιτρέπει τον Νότιο προσανατολισμό της κύριας όψης της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας. Η Βόρεια όψη θα χρησιμοποιείται ως διάδρομος επικοινωνίας και μια ελαφριά κατασκευή (πέργκολα) με μεσογειακά, άνδρα, αναρριχόμενα, φυλλοβόλα φυτά θα προσφέρουν σκίαση σε αυτόν, σε συνδυασμό με τη

σκίαση που θα δημιουργεί ο κτιριακός όγκος. Το οικόπεδο βρίσκεται σε επικλινή θέση και η δεντροφύτευση, με αειθαλή κωνοφόρα δέντρα (κυπαρίσσια τα οποία προσφέρουν και σκληρό και ίσιο ξύλο), περιορίζεται στον Βορρά, ώστε με την σφηνοειδή τους τοποθέτηση να κατευθύνουν τον καλοκαιρινό βορεινό άνεμο στα βορεινά ανοίγματα του κτιρίου, τα οποία είναι και ανακλινόμενα, ώστε να επιτρέπουν τον αέρα με τις χαμηλές, νυχτερινές θερμοκρασίες να εισέρχεται από την πάνω πλευρά του παραθύρου. Αντίστοιχα στο Νότο υπάρχει χαμηλή βλάστηση (αμπέλια και ελιές), κάτω από το επίπεδο της θέας του ματιού, με σκοπό τη διατήρηση της τοπικής παράδοσης, την προστασία του εδάφους από την απευθείας ακτινοβολία, τη διατήρηση της υγρασίας του αλλά και τη διευκόλυνση της διείσδυσης της θαλάσσιας αύρας από το Νότιο άνοιγμα προσαρμογή. Ο αερισμός και ο δροσισμός είναι φυσικός, όπως περιεγράφηκε, ενώ οι ηλεκτρικοί ανεμιστήρες οροφής και το ενεργειακά αποτελεσματικό κλιματιστικό θα συνεισφέρουν όταν αυτό απαιτείται. Αναφορικά με τα φορτία ψύξης (και ανάλογα με την ηλιοπροστασία και το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται το κτίριο), ένα 4%-8% μπορεί να εξοικονομηθεί σε κατανάλωση ενέργειας εάν εφαρμοστεί ορθά ο ελεύθερος δροσισμός και ο νυχτερινός αερισμός (CRESb, 2018). Ο φωτισμός όλη την ημέρα θα είναι φυσικός, λόγω του προσεκτικά σχεδιασμένου βάθους των χώρων και των ανοιγμάτων, ενώ αυτοματοποιημένες διατάξεις θα ελέγχουν τη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού, προσφέροντας μια επιπλέον εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας από 10%-13% (ibid). Οι εξωτερικές κατασκευές σκίασης θα προσφέρουν εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας από 8%-19%, ενώ τα ανοιχτά, χαμηλής απορρόφησης χρώματα, με τα οποία θα βαφθούν οι τοίχοι θα προσφέρουν μια εξοικονόμηση της τάξεως του 1%-8% (ibid). Η ύπαρξη αεριζόμενης στέγης θα προσφέρει εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας από 4%-15%, ενώ τα φυλλοβόλα δέντρα στον Νότο θα σκιάζουν τους καλοκαιρινούς μήνες την στέγη προσφέροντας μια εξοικονόμηση της τάξης του 2%-8% (ibid).

4.1.2 Σχεδίαση Υγιούς Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Η τυποποιημένη τουριστική μονάδα θα αποφεύγει τη χρήση ουσιών οι οποίες είτε έχουν χαρακτηριστεί τοξικές είτε υπάρχει η υποψία ότι είναι τοξικές. Επίσης, θα αποφεύγονται υλικά τα οποία μπορεί να είναι ραδιενεργά (όπως ο γρανίτης) (Τσίπηρας, 2005) καθώς και

μήκη οικοπέδων τα οποία έχουν ραδιενεργό υπέδαφος (για παράδειγμα ραδόνιο) (Berge, 2009). Επίσης, κάποια δομικά υλικά, τόσο κατά την κατασκευή τους όσο και κατά τη λειτουργία της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, προκαλούν μια σειρά από ερεθίσματα στο δέρμα ή στο αναπνευστικό, πιθανότητα ιδιαίτερα σημαντική για τη λειτουργία της, αφού θα δέχεται πολυάριθμους ανθρώπους με διαφορετικό βαθμό ευαισθησίας και μια σειρά από ατυχή περιστατικά θα έχει αρνητική κατάληξη γι' αυτήν. Τα χρώματα, τα βερνίκια, τα λούστρα, οι σιλικόνες, οι πλαστικές μεμβράνες, τα μονωτικά υλικά, τα χημικά πρόσθετα, ο ασβέστης, η άσφαλτος (που χρησιμοποιείται στις εξωτερικές στεγανώσεις) φθείρονται από την ηλιακή ακτινοβολία, τις θερμοκρασιακές αλλαγές και τη βροχόπτωση αλλά και τα νερά καθαριότητας, επιτείνοντας τον κίνδυνο επαφής μαζί τους αλλά και ρυπαίνοντας το εγγύς περιβάλλον (έδαφος, νερό, αέρα) της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (ibid). Αντίθετα, η χρήση φυσικών υλικών, όπως η πέτρα, το ξύλο, το άχυρο και η λάσπη, όσο και να φθείρονται παραμένουν φυσικά, ενώ αποτελούν αντικείμενο θαυμασμού από τουρίστες/επισκέπτες και συλλέκτες αλλά και μελέτης και προστασία/ανακαίνισης από μηχανικούς/τεχνίτες.

4.1.3 Μινιμαλιστική Σχεδίαση

Αρχικά θα πρέπει να οριστεί τί ακριβώς σημαίνει μινιμαλιστική σχεδίαση για την παρούσα εργασία και προκειμένου να αποφευχθεί κάποιου είδους σύγχυση με τις αντίστοιχες έννοιες της αρχιτεκτονικής (μινιμαλισμός, παραδοσιακός μινιμαλισμός, νεομινιμαλισμός) ή της ζωγραφικής ή ακόμη και της γλυπτικής. Η παρούσα εργασία εξετάζει την τυποποιημένη τουριστική μονάδα από ενεργειακής απόψεως πρωτίστως και κατά συνέπεια μινιμαλιστική σχεδίαση σημαίνει ότι αν και μπορώ να έχω διαθέσιμη πάρα πολύ ενέργεια για τα δομικά υλικά και τη λειτουργία της, προτιμώ ενεργειακά αποδοτικά υλικά (χαμηλής ΕΕ) και σχεδίαση, η οποία να μειώνει τα χρησιμοποιούμενα υλικά, αλλά και τη συνακόλουθη κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία του. Δε σχετίζεται ούτε με την απλότητα ούτε με τον αρχιτεκτονικό μινιμαλισμό (ιδιαίτερα την τάση που χρησιμοποιεί μοντέρνα υλικά όπως γυαλί και μέταλλο), αφού και στις δυο περιπτώσεις μια απλή τουριστική μονάδα μπορεί να διαθέτει τεράστια ΕΕ και λειτουργική ενέργεια.

Η μινιμαλιστική σχεδίαση αν και πολλές φορές είναι υποκειμενική, θα πρέπει να ακολουθεί κάποιους κοινά διαπιστωμένους κανόνες.

Μια εξαιρετικά σημαντική παράμετρος στην μινιμαλιστική σχεδίαση του οποιουδήποτε αντικειμένου, προϊόντος ή υπηρεσίας, είναι ο σαφέστατος προσδιορισμός του σκοπού για τον οποίο σχεδιάζεται. Για παράδειγμα, μια τυποποιημένη τουριστική μονάδα, η οποία βρίσκεται στην παραθαλάσσια ζώνη της Ελλάδας και λειτουργεί τους έξι θερινούς μήνες (Μάιος-Οκτώβριος), μπορεί, βάσει των κλιματικών συνθηκών, να μην απαιτεί την ύπαρξη κάποιου συμβατικού συστήματος θέρμανσης που να χρησιμοποιεί ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο), αλλά να επαρκεί μια παθητική σχεδίαση, για την κάλυψη τυχόντων θερμικών φορτίων. Αλλά και στην εσωτερική χωροθέτηση της μονάδας, ίσως να είναι προτιμότερος ο περιορισμός ή η απάλειψη του εσωτερικού χώρου του καθιστικού και η αντικατάστασή του με ένα εξωτερικό χώρο καθιστικού, για παράδειγμα στην αυλή ή στην βεράντα, με κατάλληλη σκίαση την ημέρα και προστασία από τους ενοχλητικούς ανέμους, τη δημιουργία φυσικού και/ή την ύπαρξη τεχνητού δροσισμού, αφού η συγκεκριμένη δραστηριότητα συγκεντρώνεται στη συντριπτική πλειοψηφία της σε εξωτερικούς χώρους (όπως φαίνονται ενδεικτικά στις παρακάτω εικόνες). Εξάλλου, όπως μπορεί κανείς εύκολα να διαπιστώσει⁷, ο άνθρωπος ανήκει στη φύση και όπως ορθά επισημαίνει η Roaf et al (2007) στο βιβλίο της, ο άνθρωπος χρειάζεται τους εξωτερικούς ή τους ενδιάμεσους χώρους για την ευδαιμονία του. Παρέχοντας τους χώρους αυτούς ως εξωτερικούς, στα πλαίσια του μοντέλου του ενεργειακού μινιμαλισμού/οικονομίας χώρου, ικανοποιείται μια ενδογενής ανάγκη του τουρίστα/πελάτη, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η ΕΕ και η λειτουργική ενέργεια για τον κλιματισμό και το φωτισμό του εσωτερικού χώρου.

⁷ Μια έρευνα με keywords: human and nature relationship, την 21/08/2018 στο https://scholar.google.gr/scholar?q=human+and+nature+relationship&hl=el&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar, επέστρεψε 4.010.000 αποτελέσματα (0,15 δευτ.)



Σχήμα 4.1: Έξυπνη αξιοποίηση εξωτερικών χώρων για την εξυπηρέτηση εσωτερικών λειτουργιών καθιστικού και φαγητού, τη θερινή περίοδο (Πηγές: <https://www.instagram.com/p/BWUDApIh3n1/> και <https://gr.pinterest.com/pin/10062799141378723/>, 2018)

Η μινιμαλιστική σχεδίαση δεν ταυτίζεται με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, αφού η μινιμαλιστική σχεδίαση παρέχει τη ζητούμενη από τους χρήστες λειτουργικότητα κατά τρόπο μη συμβατικό, καινοτόμο και πρωτοποριακό, ξαναανακαλύπτοντας τρόπους και επαναχρησιμοποιώντας ξεχασμένες τεχνικές, αξιοποιώντας μεταξύ των άλλων τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της οικολογικής σχεδίασης, της αισθητικής και της οικονομικής κατασκευής και χρήσης. Για παράδειγμα, η κατασκευή μια μπανιέρας στην τυποποιημένη μονάδα μπορεί να είναι ο συμβατικός τρόπος κατασκευής και η αναμενόμενη, από τον πελάτη, υπηρεσία αλλά απαιτεί σημαντικές υδραυλικές υποδομές, περισσότερα κεραμικά πλακίδια, χρήση ακρυλικών ή χαλύβδινων μπανιερών, μια ξύλινη πόρτα, ένα παράθυρο αλουμινίου και βεβαίως περισσότερο στεγασμένο χώρο, ο οποίος

Διπλωματική Εργασία 63

απαιτεί θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Από την άλλη, η κατασκευή μια εξωτερικής ντουζιέρας με τη χρήση της τοπικής πέτρας ως τοιχοποιίας και του βότσαλου στο δάπεδο, κατά τρόπο που να διασφαλίζει την ιδιωτικότητα (όπως αυτές που απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα), μειώνει την ΕΕ της, απλοποιεί την κατασκευή της, μειώνει το κόστος της κατασκευής και της συντήρησής της αλλά και λειτουργίας της, ενώ ταυτόχρονα προστατεύει το περιβάλλον, ενσωματώνεται σε αυτό και εξυπηρετεί πλήρως τη λειτουργία που αναμένει ο πελάτης της μονάδας.



Σχήμα 4.2: Παραδείγματα αντικατάστασης εσωτερικής λειτουργίας ντουζιέρας με εξωτερική με τη χρήση φιλικών, στο περιβάλλον και στην τοπική αρχιτεκτονική, υλικών (Πηγή:

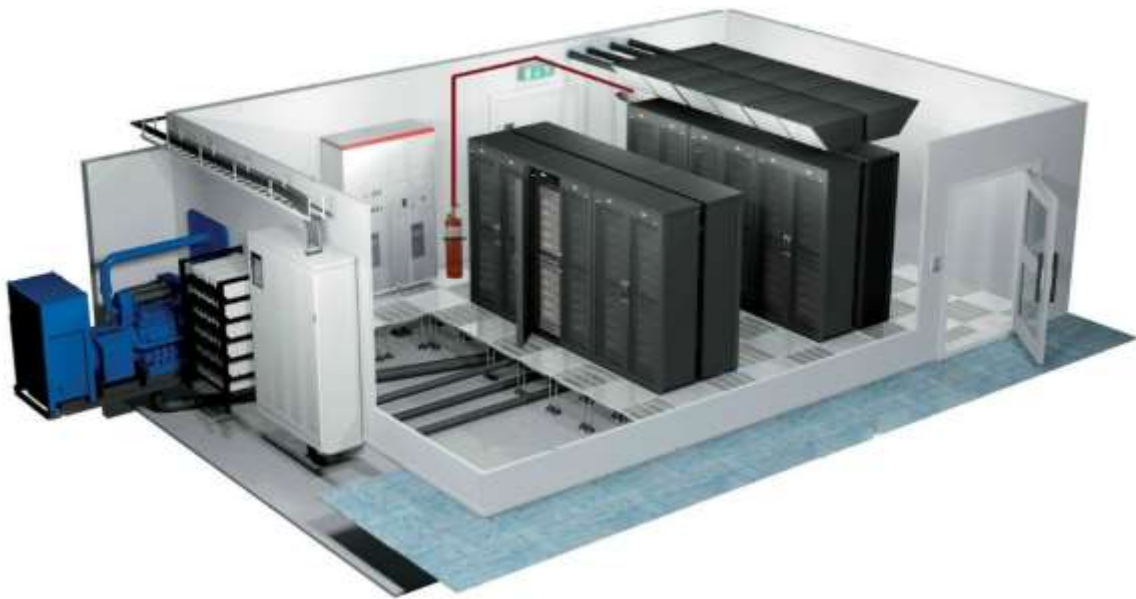
<https://gr.pinterest.com/pin/537969117980241552/> και
<https://gr.pinterest.com/pin/316659417528249771/>, 2018)

Εάν λάβει κανείς υπόψη του ότι η τυποποιημένη τουριστική μονάδα διαθέτει μεσογειακό κλίμα και βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της ηπειρωτικής Ελλάδας, λίγα μέτρα από τη θάλασσα, τότε η σημασία που έχουν οι εξωτερικοί χώροι μεγιστοποιείται, αφού μια μινιμαλιστική σχεδίαση που θα περιλαμβάνει τη μεταφορά εσωτερικών χώρων στην ύπαιθρο είναι, όντως, και εφικτή και επιθυμητή. Η επιλογή αυτή πέραν του γεγονότος ότι αποτελεί χαρακτηριστικό του πρόσφατου παρελθόντος (για παράδειγμα η τουαλέτα στην

αυλή για λόγους υγιεινής) και της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής (για παράδειγμα οι πεζούλες στην αυλή ως καθιστικό, ή το ξύλινο τραπέζι κάτω από ένα δέντρο με πυκνό φύλλωμα), θα μειώσει τόσο την ΕΕ της μονάδας όσο και την ενέργεια λειτουργίας της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας. Επίσης, θα προσφέρει στο χρήστη περισσότερη επαφή με τον εξωτερικό χώρο και τη φύση, κάτι το οποίο στερείται στις πόλεις και χρειάζεται στις διακοπές του.

Μια άλλη παράμετρος εξαιρετικά σημαντική για την αντοχή της κατασκευής στον χρόνο είναι ο διαχωρισμός των λειτουργιών της σε επίπεδα και η κατασκευή της ανά επίπεδο. Μια κατασκευή έχει μια διάρκεια ζωής, η οποία κυμαίνεται ανάλογα με το υλικό κατασκευής, τις συνθήκες (καιρικές και ρύπανσης) στις οποίες εκτίθεται, τη λειτουργία της και την χώρα στην οποία βρίσκεται. Για παράδειγμα, στη Νορβηγία και στην Αγγλία η διάρκεια ζωής των κτισμάτων είναι τα 50 χρόνια, ενώ στις ΗΠΑ είναι τα 35 χρόνια (Duffy 1990). Στην Ελλάδα, η διάρκεια ζωής των κτισμάτων αναμένεται να είναι μεγαλύτερη από 50 χρόνια (βλέπε παράγραφο 1.2.2). Αυτό σημαίνει ότι, είτε λόγω φθορών είτε λόγω μεταβολής των κανονιστικών ρυθμίσεων είτε λόγω της μεταβολής των σχετικών τεχνολογιών/τεχνικών είτε λόγω της μεταβολής των απαιτήσεων των χρηστών, θα απαιτηθούν ενδιάμεσες μεσοπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες ανακαινίσεις. Αυτό είναι εξαιρετικά συνηθισμένο στον τουριστικό τομέα, εφόσον θέλει να παραμείνει ανταγωνιστικό προϊόν, ενώ και ο χρόνος μεταξύ των ανακαινίσεων, σε αυτήν την περίπτωση είναι σχετικά μικρός σε σχέση με τον κύκλο ζωής της τουριστικής μονάδας. Συνεπώς, μια μονολιθική κατασκευή θέτει σε δοκιμασία τόσο τον ιδιοκτήτη, όσο και του μηχανικούς και του τεχνίτες αλλά και το ίδιο το περιβάλλον, αφού οι περιορισμοί είναι μεγάλοι, το κόστος αυξανόμενο, ανάλογα με το βαθμό των παρεμβάσεων και η ανάλωση πόρων μεγαλώνει, ενώ η επαναχρήση και η ανακύκλωση των υλικών είναι, συνήθως, τεχνητά ανέφικτη και οικονομικά ασύμφορη. Το αποτέλεσμα είναι συνήθως είτε να μη γίνονται καθόλου ανακαινίσεις (Berge 2009), είτε να συνεπάγεται αυξημένο κόστος. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η μείωση της ανταγωνιστικότητας του τουριστικού προϊόντος, η απώλεια εισοδήματος και η απαξίωση της επένδυσης. Αντίθετα, η χρήση πολλαπλών λειτουργικών επιπέδων επιτρέπει την τακτική ή έκτακτη αναβάθμιση τη κατασκευής ευκολότερα, μέσω στοχευμένων και έγκαιρων επεμβάσεων, ελαχιστοποιώντας το σχετικό κόστος, μεγιστοποιώντας τη λειτουργικότητα της κατασκευής και προστατεύοντας

διαχρονικά την απόδοση της επένδυσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της λογικής είναι τα Server Rooms (υπολογιστικά κέντρα) των μεγάλων και μεσαίων εταιρειών, τα οποία για να ανταποκριθούν στις συχνές τεχνολογικές αλλαγές έχουν υιοθετήσει μια εξαιρετικά ευέλικτη υποδομή που αποτελείται από ψευδοροφές και ψευδοπατώματα από πυράντοχες γυψοσανίδες, μέσω των οποίων διέρχονται τα καλώδια δεδομένων και ισχύος, αλλά και μετακινούμενες κεφαλές δεδομένων και ισχύος, ώστε να ανταποκρίνονται στις εξελισσόμενες χωροθετήσεις, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.3: Πολλαπλά λειτουργικά επίπεδα στην κατασκευή ενός Server Room με σκοπό την ευελιξία διαμόρφωσης και αναβάθμισης (Πηγή: <http://www.wasabay.com/wb4y/wp-content/uploads/2017/10/roomexample.jpg>, 2018)

Η ίδια φιλοσοφία πρέπει να υιοθετείται και σε μια κατασκευή, ανάλογα με τη χρήση της. Για παράδειγμα, ο φέρον οργανισμός μπορεί να είναι διαφορετικός από τους τοίχους πλήρωσης, η θερμομόνωση να αποτελεί ανεξάρτητο επίπεδο, όπως και το επίπεδο των υποδομών (ηλεκτρολογικές-υδραυλικές εγκαταστάσεις), καθώς και τυχόν επενδύσεις (πέτρες, ξύλου) (Berge, 2009). Θα μπορούσαν να εξεταστούν δικέλυφες κατασκευές και γενικότερα μη συμβατικοί τρόποι κατασκευής. Για παράδειγμα, οι σωλήνες του νερού θα μπορούσαν να διαπερνούν κάθετα τους τοίχους πλήρωσης αντί να διατρέχουν το πάτωμα, που σκεπάζεται με τσιμεντοκονία για αυτό το λόγο, αφού τόσο η κουζίνα όσο και το

Διπλωματική Εργασία

μπάνιο διαθέτουν τουλάχιστον έναν τοίχο (για παράδειγμα, στην κουζίνα μπορεί να γίνει μέσω του πάγκου, ενώ στο μπάνιο μέσω της ποδιάς της μπανιέρας ή/και ενός επίπλου μπάνιου). Το αυτό θα μπορούσε να γίνει και με το σύστημα αποχέτευσης. Η εσωτερική επένδυση για παράδειγμα ξύλινη ή με πλακίδια πάνω σε μεταλλικό κάναβο, θα μπορούσε να είναι ανεξάρτητα στερεωμένη στον φέροντα οργανισμό ή στις τοιχοποιίες πλήρωσης, επιτρέποντας την πρόσβαση με ελάχιστη εργασία και μηδενική φθορά στο εσωτερικό επίπεδο της θερμομόνωσης για τον έλεγχο της και την αναβάθμισή της αλλά και στον φέροντα οργανισμό για τους ίδιους λόγους, ιδιαίτερα σε μια σεισμογενή χώρα όπως είναι η Ελλάδα. Η εξωτερική επένδυση από πέτρα θα μπορούσε να είναι αυτοφερόμενη χωρίς τη χρήση κάποιου συνδετικού κονιάματος, όπως οι παραδοσιακές ξερολιθιές, σε μια λογική δικέλυφης κατασκευής, επιτρέποντας την εύκολη πρόσβαση και με μηδενική φθορά στην εξωτερική πλευρά της τοιχοποιίας αλλά και την προστασία και την προσαρμογή στο περιβάλλον.

Μια άλλη παράμετρος που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τη βελτιστοποίηση της σχεδίασης είναι η δυνατότητα αποσυναρμολόγησης των δομικών υλικών τόσο ανά επίπεδο όσο και εντός του ιδίου του επιπέδου (Berge, 2009). Ένας ξύλινος φέροντας οργανισμός, η οποία αποτελείται από υποστυλώματα και δοκούς, τα οποία διασυνδέονται με μεταλλικούς ή ξύλινους συνδέσμους μπορούν πολύ πιο εύκολα να αντικατασταθούν μερικώς (για παράδειγμα μόνο οι μεταλλικοί σύνδεσμοι όταν αυτοί οξειδωθούν από τις καιρικές συνθήκες ή τους ρύπους) ή και ολικώς, λόγω καταπόνησης π.χ. από σεισμό (για παράδειγμα βαθμιαία αντικατάσταση των δοκαριών λόγω της στρεπτικής καταπόνησης). Από την άλλη, ακόμη και η πλήρης αποσυναρμολόγηση του συνόλου του επιπέδου είναι πιο εύκολη και με απλούστερα εργαλεία, το οποίο σημαίνει οικονομικότερη και με λιγότερη όχληση. Ταυτόχρονα, τα χρησιμοποιημένα υλικά, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν τοπικά ή να ανακυκλωθούν τοπικά, αφού τόσο η αρθρωτή (modular) δομή τους όσο και οι ιδιότητές τους (βάρος, διαστάσεις, χημική τους σύνθεση) επιτρέπει σε ένα ζευγάρι ανθρώπων με περιορισμένα εργαλεία του λιανικού εμπορίου να τα διαχειριστούν κατάλληλα, χωρίς την ανάγκη χρήσης μηχανημάτων για οικοδομικές εργασίες.

Μια άλλη παράμετρος στη βελτιστοποίηση της κατασκευής είναι η χρήση δομικών υλικών που αποτελούνται από ένα φυσικό υλικό, για παράδειγμα από ξύλο, φελλό, πέτρα, πηλό

(χώμα και νερό) και αυτό γιατί η επαναχρήση αλλά και η ανακύκλωση των υλικών καθίσταται δύσκολη έως αδύνατη λόγω της χρήσης πολλαπλών υλικών συνδεδεμένων μεταξύ τους ή υλικών με πολλαπλές χημικές ουσίες. Για παράδειγμα, υπάρχουν προκατασκευασμένα τμήματα τοιχοποιίας πλήρωσης που χρησιμοποιούνται στις σύμμεικτες κατασκευές στα οποία η δομική διασύνδεση, η θερμομόνωση και η επένδυση (εσωτερική και εξωτερική) αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα, με αποτέλεσμα η τοπική επαναχρήση του σε διαφορετικά μεγέθη να καθίσταται από δύσκολη έως αδύνατη. Το αυτό ισχύει και με την ανακύκλωση των υλικών, αφού η χρήση για παράδειγμα κραμάτων μετάλλων (γαλβανισμένο σίδηρο, βαμμένο αλουμίνιο) απαιτεί πολυεπίπεδη επεξεργασία για την ανακύκλωσή του, η οποία μπορεί να γίνει μόνο σε κεντρικές εγκαταστάσεις, οι οποίες είναι σχεδόν πάντα μακριά από τον χώρο αποσυναρμολόγησης και απαιτούν οργανωμένη σχεδίαση και παρακολούθηση, υψηλές επενδύσεις και μεγάλες ποσότητες ενέργειας (Berge 2009). Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πρωτεύοντα φυσικά υλικά (primary-monomaterials), όπως για παράδειγμα είναι το ξύλο, ο φελλός και η πέτρα), ή επεξεργασμένα φυσικά υλικά (secondary-monomaterials) όπως είναι το ατσάλι και το γυαλί (ibid).

Η βέλτιστη σχεδίαση απαιτεί απλότητα (Roy 2016). Όσο πιο απλό είναι το σχήμα, τόσο πιο κατανοητό είναι από τους συντελεστές κατασκευής του, τόσο πιο γρήγορα ολοκληρώνεται η απαραίτητη εργασία και τόσο λιγότερα άχρηστα υλικά απομένουν. Εάν, για παράδειγμα, το σχήμα της πρότυπης μονάδας είναι ένα τετράγωνο, αυτό είναι πιο εύκολα κατανοητό από ένα πολύπλοκο σχηματισμό, ακαθορίστου σχήματος. Το ίδιο ισχύει και για τους εσωτερικούς χώρους: σχεδόν παντού στους εσωτερικούς χώρους προεξέχουν στοιχεία, οι διαστάσεις σχεδιασμού δεν λαμβάνουν υπόψη τους τις μονάδες των τυποποιημένων στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν, με αποτέλεσμα πολύτιμος χρόνος και υπολειπόμενα άχρηστα υλικά (και κατά συνέπεια κόστος και σπατάλη πόρων) να δαπανώνται για το κόψιμο πλακιδίων, δαπέδων, ντουλαπιών και ντουλαπών, σοβατεπί, για γωνιόκρανα, για το «κόψιμο» επιχρισμάτων κοκ. Αντίθετα, χώροι χωρίς προεξοχές και στις διαστάσεις των υλικών επίστρωσης, μειώνουν σημαντικά το κόστος τόσο των υλικών όσο και της εργασίας καθώς και τον χρόνο υλοποίησής τους.

Ακόμη, η βέλτιστη σχεδίαση απαιτεί μικρό μέγεθος. «Καλύτερα ένας χώρος να είναι μικρός μια ημέρα τον χρόνο παρά να είναι μεγάλος όλον τον υπόλοιπο χρόνο» (Roy 2016).

Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στον ξενοδοχειακό τομέα, ο οποίος διαθέτει την εγγενή δυνατότητα να παράσχει χώρους διαφορετικού μεγέθους, ανάλογα με το σύνολο ανθρώπων που στοχεύει. Συνεπώς, μια αναλυτική έρευνα αγοράς θα δώσει απάντηση στο ερώτημα ποιο είναι το σωστό μέγεθος. Ωστόσο, δε θα πρέπει να διαφεύγει κανενός ότι ο μεγαλύτερος, από τον αναγκαίο, χώρος μεταφράζεται σε αυξημένες επενδύσεις, αυξημένα λειτουργικά έξοδα, αυξημένες τιμές και μεγαλύτερο ρίσκο στις μεταβλητότητες της αγοράς. Επίσης, θα πρέπει να έχει κανείς υπόψη του ότι μια σειρά από δραστηριότητες (κοινωνική συνάθροιση, ξεκούραση, μαγείρεμα, πλύσιμο κοκ) μπορεί να μπορούν να λάβουν χώρα σε ανοικτούς ή ημιυπαίθριους χώρους, ιδιωτικούς ή δημόσιους, ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο.

Κάτω από αυτό το πρίσμα, βέλτιστη (και ταυτόχρονα οικονομική) είναι η σχεδίαση που χρησιμοποιεί στο σύνολό της τα τυποποιημένα βιομηχανικά μεγέθη. Μπορεί η σχεδίαση να απαιτεί ανάλυση σε βάθος και πολύ χρόνο, αλλά αυτή διενεργείται στον υπολογιστή, με τη βοήθεια υπολογιστικών συστημάτων που καταναλώνουν μερικές 100αδες Watt και όχι με τη χρήση ενεργοβόρων εγκαταστάσεων, στις οποίες καταλήγουν στοιχεία σχεδίασης που δεν λαμβάνουν υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους.

Εκτός αυτού, βέλτιστη είναι η σχεδίαση η οποία είναι αρθρωτή (modular) και επεκτάσιμη (expandable) (Roy 2016). Με τον τρόπο αυτό το κτίσμα μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα και γρήγορα στις επίσης ταχύτατες αλλαγές της αγοράς. Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να σκεφτεί την περίπτωση ενός ξενοδοχείου που λόγω μιας ξαφνικής κρίσης μετατρέπει τις αυτόνομες κατοικίες του (καμπάνες/μπανγκαλόους) σε κανονικές κατοικίες, ή το target group των χρηστών του να αλλάζει και από business να μεταπίπτει σε οικογένειες.

Η διατήρηση ενός στυλ στον χώρο, πέραν από την μείωση της σπατάλης διαφορετικών υλικών, τη μείωση του κόστους λόγω όγκου υλικών, την ευκολία συντήρησης και την ανάγκη λιγότερων επαγγελματιών, προσφέρει την αίσθηση του μεγαλύτερου χώρου και την αμεσότητα της εξοικείωσης του πελάτη με τον χώρο (Roy 2016), ιδιότητα εξαιρετικά σημαντική στον τουριστικό τομέα.

Τέλος, βέλτιστη σχεδίαση, ιδιαίτερα για τον ξενοδοχειακό τομέα, είναι αυτή που δεν είναι κοινότυπη (out of the box). Στο τουριστικό προϊόν, τις περισσότερες φορές ο πελάτης αναζητά κάτι που θα τον βοηθήσει να ξεφεύγει από την καθημερινότητά του, όχι μόνο ως προς το τοπίο και τον τόπο προορισμού, αλλά και ως προς τον τόπο διημέρευσής του

(NINA 2018). Σχεδιάζοντας και οργανώνοντας τους χώρους με τρόπο που θα τον ξαφνιάσουν και παράλληλα θα τον φέρουν πιο κοντά στη φύση και τον εξωτερικό χώρο, που του στερούν ο αστικός τρόπος ζωής, μακριά από τα κοινότυπα στερεότυπα, μπορεί να εξασφαλίσει όχι μόνο την περιβαλλοντική, αλλά και την οικονομική επιτυχία του εγχειρήματος.

Όταν αναφέρεται κανείς σε σχεδίαση out of the box, εννοεί σε όλα τα επίπεδα: υλικά, χρώματα, σχήματα, εξοπλισμός, τα οποία αρμονικά δεμένα μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον, θα αποτελούν το σήμα κατατεθέν του ξενοδοχείου και θα εμπνέουν στον πελάτη το αίσθημα της οικειότητας και της χαλάρωσης, υποκρύπτοντας επιμελώς την απλότητα, το χαμηλό κόστος και την περιβαλλοντική φιλικότητά του.

Τελευταίο, μα όχι λιγότερο σημαντικό, και το οποίο συνδέεται με το παραπάνω παράδειγμα, είναι η σχεδίαση των εσωτερικών χώρων να ακολουθεί το σχήμα του κτίσματος και όχι το αντίθετο, το οποίο συμβαίνει σχεδόν πάντα. Ο φέροντας οργανισμός και η τοιχοποιία πλήρωσης αποτελούν, κατά αυτήν την σειρά, τις περισσότερες δύσκολες εξισώσεις προς επίλυση κατά τη διάρκεια της σχεδίασης. Συνεπώς, η σχεδίαση των εσωτερικών χώρων πρέπει να υποτάσσεται σε αυτήν την αναγκαιότητα και όχι το αντίστροφο, επιτρέποντας την απαιτούμενη απλότητα και κατά συνέπεια τη μείωση των απαιτούμενων υλικών και του κόστους.

4.1.4 Σχεδίαση Κτιρίων Ελάχιστης Κατανάλωσης Ενέργειας

Η σχεδίαση ενός κτιρίου μηδενικής/ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας είναι ένα ζήτημα σχετικό όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.1. Ένα κτίριο μπορεί να έχει τεράστια κατανάλωση ενέργειας ανά χρήστη ή ανά m^2 , αλλά με το βιοκλιματικό σχεδιασμό, τη θερμική θωράκιση και τη χρήση ΑΠΕ να καλύπτει το σύνολο της απαιτούμενης ενέργειας και να θεωρείται κτίριο μηδενικής κατανάλωσης. Για το λόγο αυτό η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας θα πρέπει να γίνεται εξ αρχής με την μινιμαλιστική σχεδίαση της τυποποιημένης μονάδας, για κάθε ένα στοιχείο που την συνθέτει, υιοθετώντας τις αρχές της βιοκλιματικής σχεδίασης, λαμβάνοντας υπόψη τα τοπικά κλιματολογικά στοιχεία και προκειμένου συνολικά η μονάδα να απαιτεί την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, σε όλα αυτά τα στάδια ο μελετητής θα πρέπει να έχει στο πίσω μέρος του μυαλού του και να ελέγχει συνεχώς δυο παραμέτρους: την ΕΕ και το κόστος κατασκευής. Για

παράδειγμα, μπορεί ένας ηλιακά θερμαινόμενος χώρος να προσφέρει θερμικά κέρδη τον Χειμώνα, ωστόσο η κατασκευή του (αλουμίνιο και γυαλί) να απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερη ΕΕ σε σχέση με μια άλλη μη παθητική λύση. Και το ίδιο ισχύει και για το κόστος του. Μόνο όταν η σχεδίαση ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας ολοκληρωθεί με βάσει τις αρχές που προαναφέρθηκαν, μπορεί να ενσωματώσει συστήματα ΑΠΕ για τον μηδενισμό της κατανάλωσης ενέργειας παραγόμενης από ορυκτά καύσιμα. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται αντίστοιχα και η ελαχιστοποίηση του κόστους και της ΕΕ των χρησιμοποιούμενων στοιχείων ΑΠΕ, υλοποιώντας μια πραγματικά Ελάχιστης/Μηδενικής Κατανάλωσης τουριστικής μονάδας.

4.1.5 Σχεδίαση Κτιρίων Μειωμένης Ενσωματωμένης Ενέργειας

Για τη μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας θα πρέπει να εφαρμοστούν όλες οι προαναφερόμενες πρακτικές σχεδίασης που οδηγούν στην μείωση της κατανάλωσης φυσικών πόρων, υλικών και ενέργειας. Μεταξύ αυτών είναι:

- Σαφής προσδιορισμός σκοπού
- Πολυεπίπεδη προσέγγιση
- Αρθρωτή κατασκευή
- Χρήση πρωτευόντων και δευτερευόντων μη σύνθετων υλικών (monomaterials)
- Απλότητα κατασκευής
- Κατάλληλο μέγεθος
- Χρήση κοινότυπων διαστάσεων βιομηχανικών υλικών
- Επεκτάσιμη δομή
- Χρήση ενός μόνο στίλ
- Μη κοινότυπη σχεδίαση (out of the box)
- Η χωροθέτηση και σχεδίαση των εσωτερικών χώρων να ακολουθεί τους εξωτερικούς σχηματισμούς.

Ταυτόχρονα με τα προαναφερθέντα θα πρέπει κανείς να έχει υπόψη του τα όσα έχουν αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 3 και τα οποία συνοψίζονται στη συνέχεια. Τα υλικά θα πρέπει να παράγονται όσο το δυνατό πιο κοντά στον τόπο κατασκευής, ώστε να μειώνεται η ενσωματωμένη ενέργεια για τη μεταφορά τους. Για παράδειγμα, στον Παρθενώνα χρησιμοποιήθηκε μάρμαρο από την γειτονική Πεντέλη, ενώ σε πολλές περιοχές της Ελλάδας (κυρίως στην Πελοπόννησο και στη Στερεά Ελλάδα), οι γονείς φύτευαν ένα κυπαρίσσι όταν γεννιόταν ένα παιδί, ώστε στην ηλικία γάμου του να διαθέτει την ξυλεία αντοχής που θα χρειαζόταν για να κτίσει το σπίτι όπου θα στέγαζε την οικογένειά του (Κακαρά 2014). Για την πέτρα δεν υπήρχε σχετική πρόβλεψη αφού υπήρχε παντού. Συνεπώς, υλικά όπως πέτρα, πηλός, μικρές ποσότητες νερού, πριονίδια μπορούν να βρεθούν ή να παραχθούν ακόμη και στο ίδιο το οικοπέδο ή σε πολύ κοντινή απόσταση. Ξυλεία από πιστοποιημένες αειφόρες καλλιέργειες (φέρουσα ή επικάλυψης ή πλήρωσης), μεταλλικοί σύνδεσμοι και πήλινα κεραμίδια μπορούν να παραχθούν σε σχετικά κοντινές αποστάσεις. Τσιμέντο, αλουμίο, σιδερόβερρες, βιομηχανικές θερμομονώσεις και υαλοπίνακες παράγονται σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις, συνήθως απομακρυσμένες από τον τόπο κατασκευής και μερικές φορές εκτός χώρας (όπως για παράδειγμα οι υαλοπίνακες).

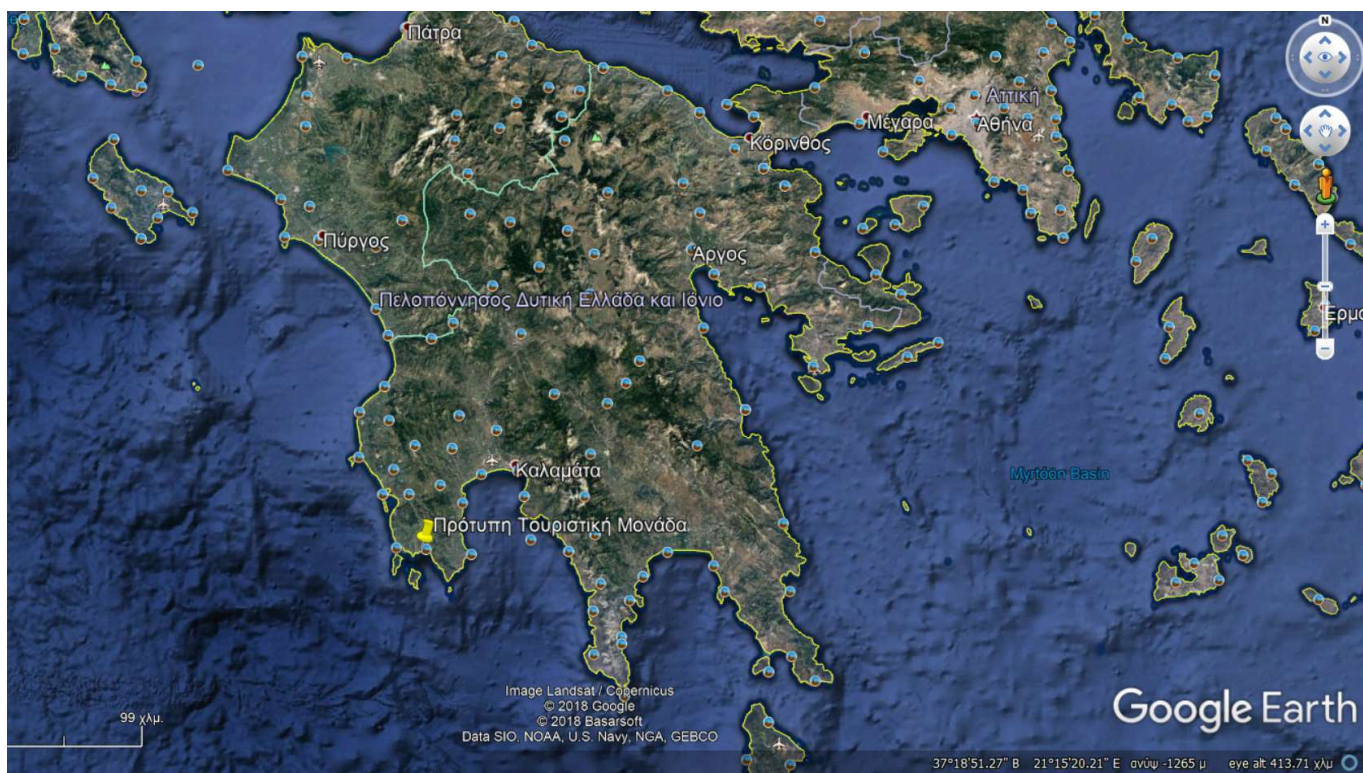
Τα υλικά θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο ελαφριά (Berge 2009). Αυτό μεταφράζεται σε μειωμένες εκπομπές από τα ορυκτά καύσιμα που καταναλώνονται κατά τη μεταφορά τους τόσο από τον χώρο εξόρυξής τους στο εργοστάσιο όσο και ως επεξεργασμένο προϊόν από το εργοστάσιο στον χώρο κατασκευής, αλλά και από τα ογκώδη και θορυβώδη ή μη μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στον χώρο κατασκευής. Για παράδειγμα, η χρήση χαμηλής πυκνότητας ξυλείας από τα δάση του Μαίναλου για τοιχοποιία πλήρωσης, μπορεί να γίνεται με γαϊδούρια από το δάσος στους αγροτικούς δρόμους, με ηλεκτρικά φορτηγά από τους αγροτικούς δρόμους στο τοπικό εργοστάσιο κοπής και φυσικής ξήρανσης, στην οροφή του οποίου θα έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά και ηλιοθερμικά συστήματα για την παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε αποξηραμένα και στο τελικό μέγεθος (άρα με μειωμένο βάρος και το κατάλληλο μέγεθος) να μεταφέρονται με ηλεκτρικά φορτηγά στον χώρο κατασκευής του κτίσματος. Με ένα ποσοστό 60% στη χρήση ξυλείας για την τοιχοποιία πλήρωσης και με το υπόλοιπο 40% να είναι ο πηλός με το άχυρο που λειτουργεί ως συνδετικό υλικό και παράγεται τοπικά, η εξοικονόμηση σε

ορυκτά καύσιμα και εκπομπές μόνο από τη μεταφορά των τούβλων, του τσιμέντου και των υπολοίπων συμβατικών υλικών σοβατίσματος μπορεί να φτάσει το 100% (Roy 2016).

4.2 Σχεδίαση Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας

Στην παρούσα ενότητα θα περιγραφεί η χωροθέτηση της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, θα παρουσιαστεί η βασική της σχεδίαση και θα παρατεθούν οι βασικές παραδοχές που εφαρμόζονται για τα εναλλακτικά σενάρια.

Η τυποποιημένη τουριστική μονάδα χωροθετείται στην Ελλάδα, στην περιφέρεια Πελοποννήσου και στον Νομό Μεσσηνίας, στον Δήμο Πύλου Νέστορος και με συντεταγμένες: Γεωγραφικό μήκος-36.807978 και Γεωγραφικό πλάτος-21.788366.



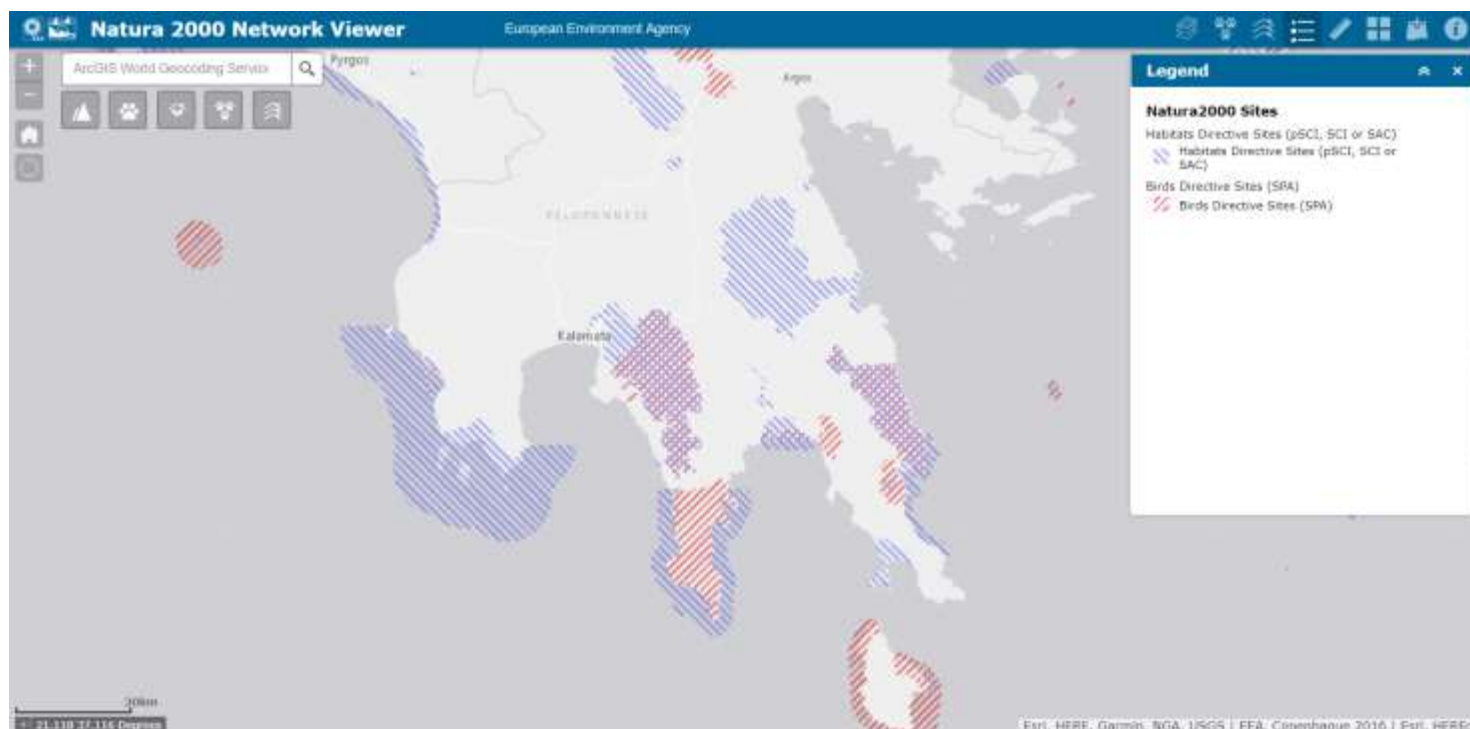
Σχήμα 4.4: Χωροθέτηση τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (Πηγή: GoogleEarth, 2018)

Ο προσανατολισμός του οικοπέδου (και κατά συνέπεια της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας) είναι από Βορρά προς Νότο και διαθέτει μέτρια κλίση (16%) κατά την κατεύθυνση αυτή. Η κύρια θέα της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας είναι προς την κατεύθυνση του Νότου και οι δευτερεύουσες Νοτιοανατολικά και Νοτιοδυτικά.



Σχήμα 4.5: Νότια κατεύθυνση κύριας θέα τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (Πηγή: GoogleEarth, 2018)

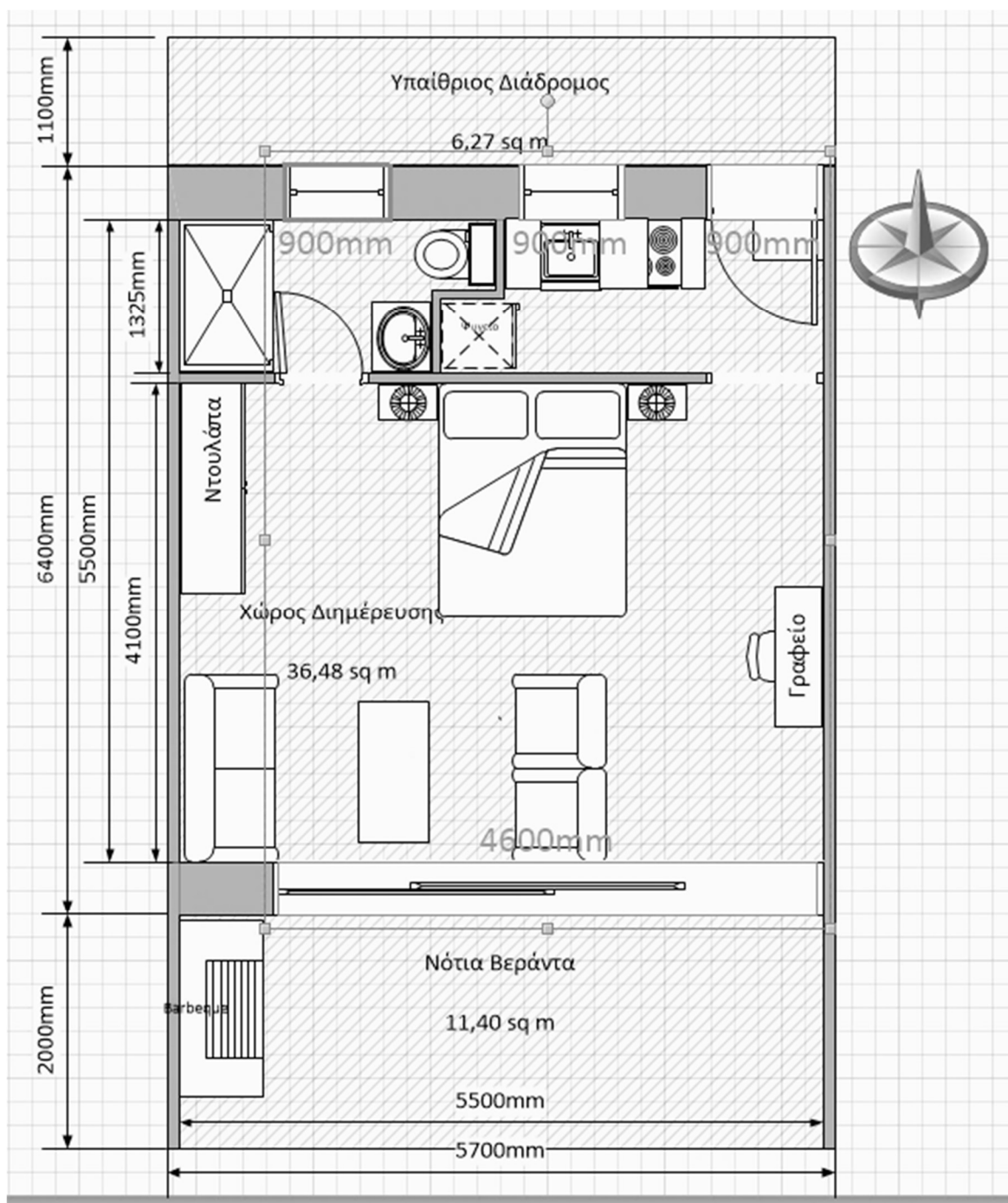
Τόσο λόγω της υφιστάμενης κλίσης, η οποία παρέχει ανεμπόδιστη θέα, όσο και γιατί η ευρύτερη περιοχή είναι ενταγμένη στο σύστημα προστασίας Natura 2000 (Natura 2000), όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.7, είναι επιθυμητή η δόμηση να είναι πλήρως ενταγμένη στο περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό, το τουριστικό συγκρότημα θα είναι μονώροφο, επί του εδάφους (χωρίς υπόγειο), με κεραμοσκεπή μικρής κλίσης ($8,5^\circ$) προς το Νότο (στην οποία θα τοποθετηθούν τέσσερα φωτοβολταϊκά πάνελς υψηλής απόδοσης και επιφάνειας $6,52\text{m}^2$ για να καλύπτουν τις ενεργειακές απαιτήσεις της μονάδας), με τον διάδρομο πρόσβασης στην εκάστοτε τυποποιημένη τουριστική μονάδα να είναι από τον Βορρά και ο εξώστης αυτής να βρίσκεται στη Νότια πλευρά της.



Σχήμα 4.6: Η ευρύτερη περιοχή της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας στο σύστημα προστασίας Natura 2000 (Πηγή: Natura 2000, 2018)

Εκ της παρατεθείσας ως ανωτέρω αισθητικής αλλά και αναγκαίας λειτουργικότητας, καθώς και με σκοπό τον φυσικό φωτισμό, αερισμό και δροσισμό, θα περιγραφεί η χωροθέτηση της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας. Για το σκοπό αυτό και για λόγους κλιμάκωσης, η περιγραφή ξεκινά από την τυπική σχεδίαση, την οποία αξιοποιεί το Σενάριο 1 με τη χρήση συμβατικών δομικών υλικών (ενότητα 4.3.1), το Σενάριο 2 με τη χρήση ελαφρύτερων και προκατασκευασμένων δομικών υλικών (ενότητα 4.3.2) και το Σενάριο 3 με τη χρήση φιλικών προς τη φύση υλικών (ενότητα 4.3.3), και κλιμακώνεται με τη μινιμαλιστική σχεδίαση, η οποία περιγράφεται στην ενότητα 4.3.4 και αφορά το Σενάριο 4 το οποίο κάνει χρήση των ίδιων φιλικών προς το περιβάλλον υλικών με το Σενάριο 3.

Έτσι, στο παρακάτω σχέδιο φαίνεται αυτή ακριβώς η τυπική σχεδίαση με τη χρήση συμβατικών δομικών υλικών και όσο μεταβαίνει κανείς στις επόμενες, υπό ανάλυση, περιπτώσεις, αυτό το αρχικό σχέδιο θα προσαρμόζεται ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα υλικά.



Σχήμα 4.7: Βασικό σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Αναφορικά με τον προσανατολισμό των εσωτερικών χώρων της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, διαθέτει ένα κύριο υπνοδωμάτιο στην Νότια πλευρά της, το οποίο περιλαμβάνει και το σαλόνι καθώς και όλον τον απαραίτητο εξοπλισμό που συναντά

Διπλωματική Εργασία 77

κανείς σε τουριστικά δωμάτια (ντουλάπα, διπλό κρεβάτι με κομοδίνα και μικρό γραφείο με καθρέπτη). Ένα μεγάλο άνοιγμα (4,60 m πλάτος και 2,20 m ύψος) με δυο επάλληλα φύλλα επιτρέπει τη θέαση από το εσωτερικό, την πρόσβαση στον εξώστη, (στον οποίο δυτικά υπάρχει το barbeque) αλλά και τον φυσικό φωτισμό του συνόλου του υπνοδωματίου καθόλη την ημέρα, αφού το βάθος του είναι 4,36 m. Στην βόρεια πλευρά διατάσσονται η είσοδος της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας από θύρα πλάτους 0,90m και ύψους 2,20m, η κουζίνα, σε συνέχεια της εισόδου, η οποία διαθέτει όλον το βασικό εξοπλισμό (νεροχύτη, κουζίνα-εστίες, ψυγείο και ερμάρια) και ένα ανοιγόμενο παράθυρο πλάτους 0,90m και ύψους 1,10m, και το μπάνιο, στο οποίο υπάρχει πρόσβαση από το υπνοδωμάτιο, το οποίο διαθέτει όλον τον απαραίτητο εξοπλισμό (ντουζιέρα, νιπτήρα με καθρέπτη και λεκάνη) και ένα ανοιγόμενο παράθυρο πλάτους 0,90m και ύψους 0,90m.. Τα ανοιγοανακλινόμενα παράθυρα του Βορρά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον φυσικό αερισμό και δροσισμό του συνόλου της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, ενώ δυο ηλεκτρικοί ανεμιστήρες οροφής προσφέρουν εξαναγκασμένη ροή αέρα όταν αυτή δεν υπάρχει φυσικά (άπνοια).

Οι διαστάσεις της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας (εσωτερικές και εξωτερικές) έχουν προκύψει με σκοπό την κάλυψη των λειτουργικών αναγκών δυο ενοίκων, της αισθητικής τους αλλά και την ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του μεγέθους της, ώστε να ελαχιστοποιείται αντίστοιχα τόσο η ΕΕ ενέργειά της όσο και η λειτουργική της. Μικρές διαφοροποιήσεις στις διαστάσεις αυτές υπάρχουν στις επόμενες δυο περιπτώσεις, λόγω των διαστάσεων (πάχους) των εξωτερικών δομικών υλικών, ενώ σημαντικότερες διαφοροποιήσεις υπάρχουν στην τελευταία περίπτωση όπου εκεί οι διαστάσεις ελαχιστοποιούνται λόγω της μινιμαλιστικής σχεδίασης.

Στην επόμενη ενότητα θα περιγραφούν τα εναλλακτικά σενάρια για τα οποία υπάρχουν μια σειρά από παραδοχές, προκειμένου να εξεταστούν οι ερευνητικοί στόχοι της εργασίας. Αναφέρθηκε στην αρχή του παρόντος κεφαλαίου, ότι ο στόχος της εργασίας είναι να καταδείξει για την τυπική σχεδίαση τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η ΕΕ ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα κύρια δομικά υλικά και τη σημασία που αυτή έχει, και όχι η συνολική ενέργεια στην διάρκεια του κύκλου ζωής (αφού όπως θα δειχθεί η λειτουργική ενέργεια θα είναι περίπου ίδια για όλα τα σενάρια). Έτσι, μια πρώτη παραδοχή που έχουν τα διαφορετικά σενάρια είναι ότι κάποια υλικά, όπως για παράδειγμα οι ηλεκτρολογικές

και υδραυλικές εγκαταστάσεις, και τα ενεργητικά συστήματα δροσισμού, ψύξης, θέρμανσης καθώς και οι αυτοματισμοί τους, θα είναι κοινά σε όλα τα εξεταζόμενα σενάρια, έτσι ώστε τόσο η απαιτούμενη ενέργεια λειτουργίας της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας σε όλα τα σενάρια να είναι σχεδόν ίδια (μεταβάλλεται μόνο κατά τον βαθμό που την επηρεάζουν τα διαφορετικά δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται) όσο και ένα μέρος της ΕΕ να είναι κοινή, προκειμένου να εξεταστούν οι διαφοροποιήσεις της ΕΕ στα διάφορα σενάρια από τη χρήση των διαφορετικών δομικών υλικών. Επίσης, μια σειρά από άλλες παραδοχές, οι οποίες αφορούν τον υπολογισμό της λειτουργικής ενέργειας για κάθε ένα σενάριο, είναι ότι η τυποποιημένη τουριστική μονάδα είναι νεοαναγειρόμενη (KENAK 2017), αφορά ξενοδοχείο κατηγορίας Α και Β θερινής λειτουργίας, υπάρχει μια θερμική ζώνη, είναι ενδιάμεση θερμικά (σε μεσοτοιχία με τις γειτονικές) (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1), ενώ η περιοχή φυσικού φωτισμού καλύπτει το 90% της συνολικής επιφάνειας. Επίσης, μια σειρά από παραδοχές γίνονται και σε επίπεδο δομικών υλικών, όπως η σκεπή με τη χρήση κεραμιδιών και η υάλωση των ανοιγμάτων, στην οποία γίνεται χρήση τριπλών υαλοπινάκων πάχους 4mm με διάκενο 16mm πληρωμένων με αέριο αργό και αυξημένης θερμικής αντίστασης, το οποίο δίνει έναν συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας για την υάλωση, U_g , 0,5W/m²K, ενώ παραλείπονται άλλα δομικά υλικά, τα οποία συνεισφέρουν ελάχιστα στους υπολογισμούς (χρώματα, μεμβράνες, κόλλες, σφραγιστικά, κ.ά.). Ένας ηλιοθερμικός συλλέκτης με κλίση 15° και επιφάνειας 3m² χρησιμοποιείται για την παραγωγή ZNX σε όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Τέλος, το ελεύθερο ύψος είναι κοινό, 2,70m, αλλά όχι και το μεικτό, το οποίο εξαρτάται από τα χρησιμοποιούμενα υλικά.

4.3 Εναλλακτικά Σενάρια Υλικών Κατασκευής Τυποποιημένης Τουριστικής Μονάδας

Με βάση το Σχήμα 4.8, στο οποίο απεικονίζεται η σχεδίαση της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, διαμορφώνονται τα τρία από τα τέσσερα σενάρια, που περιγράφονται στην παρούσα ενότητα και είναι: το Συμβατικό (Conventional) Σενάριο (Σενάριο 1), το οποίο χρησιμοποιεί συμβατικά υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα στον ελληνικό κατασκευαστικό κλάδο (φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα, τοιχοποιίες πλήρωσης από οπτόπλινθους), το Σύμμικτο (Lightweight) Σενάριο (Σενάριο 2), το οποίο χρησιμοποιεί ελαφρά δομικά υλικά και υπάρχουν αρκετές κατασκευές στην Ελλάδα εδώ και δεκαετίες και το φιλικό προς περιβάλλον (Ecofriendly) Σενάριο (Σενάριο 3), το οποίο χρησιμοποιεί φυσικά προϊόντα, κυρίως ξύλο και παράγωγά του, μαλλί, άχυρο, περλίτη, χώμα, κ.α., υιοθετώντας το σύνολο των αρχών που αναφέρθηκαν στην ενότητα 4.1 και για το οποίο σενάριο υπάρχουν ελάχιστες κατασκευές στην Ελλάδα. Τέλος, τα υλικά του Σεναρίου 3 χρησιμοποιούνται και στο Σενάριο 4, όπου υιοθετείται η μινιμαλιστική σχεδίαση του χώρου διημέρευσης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.19.

Για αυτήν την τελευταία περίπτωση (σενάρια 3 και 4), θα πρέπει να αναφερθεί ότι πέραν της οικολογικής διάστασης που εμπεριέχει, αποτελεί μια πρόσκληση για την περιοχή, η οποία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ανήκει σε προστατευόμενη περιοχή του δικτύου NATURA 2000, διαθέτει ποικιλία παραδοσιακών κατασκευών και οικισμών που χρησιμοποιούν φυσικά υλικά (πέτρινες θεμελιώσεις, τοιχοποιίες άλλοτε με ωμόπλινθους και άλλοτε με πέτρες πελεκητές, και ξύλινα πατώματα, ανοίγματα, και στέγες, οι τελευταίες με πήλινα κεραμίδια) και διαθέτει τοπικά, σε κοντινές αποστάσεις λατομεία πέτρας (4 μονάδες στον Νομό Μεσσηνίας και 6 στον Νομό Αρκαδίας⁸, με την κοντινότερη σε απόσταση 50,6km), μονάδες ξύλευσης (3 στο Μαίναλο όρος του Νομού Αρκαδίας⁹, με την κοντινότερη σε απόσταση 123,3km), τοπικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις (ήδη καλλιεργείται άχυρο για την τοπική κτηνοτροφία) καθώς και το ορυχείο περλίτη στην Μήλο (τα οποία μεταφράζονται σε μειωμένη ΕΕ λόγω μεταφοράς και ενίσχυση της τοπικής οικονομίας).

⁸http://www.oryktosploutos.net/2015/10/blog-post_29.html#.VpvLNSqLTIU

⁹<http://www.ypaidhros.gr/i-kefalliniaki-elati-kyriarxi-sti-vytina/>

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επαναλάβει κανείς ότι η συντριπτική πλειοψηφία των νέων ξενοδοχείων αποτελούν συμβατικές κατασκευές (όπως αποτυπώθηκε και στο Κεφάλαιο 1), με ελάχιστες εξαιρέσεις σύμμικτης κατασκευής, ενώ τα ξενοδοχεία που χρησιμοποιούν πέτρα και ξύλο είναι είτε παλιές κατασκευές που έχουν ανακαινιστεί είτε χρησιμοποιούν οπλισμένο σκυρόδεμα για τον φέροντα σκελετό. Συνεπώς, η εξέταση ενός σεναρίου φιλικού προς το περιβάλλον με τη χρήση τοπικών υλικών, αποτελεί καινοτομία στην εξέλιξη της έρευνας για την ΕΕ στις κατασκευές, και ιδιαίτερα στον ξενοδοχειακό τομέα που ήδη αποτελεί ένα σημαντικό και ταχέως αναπτυσσόμενο οικονομικό τομέα για την περιοχή.

4.3.1 Συμβατική (Conventional) κατασκευή (Σενάριο 1)

Η συμβατική κατασκευή που περιγράφεται στο σενάριο αυτό στηρίζεται στο βασικό σχεδιάγραμμα χώρων που παρατέθηκε στο Σχήμα 4.8.

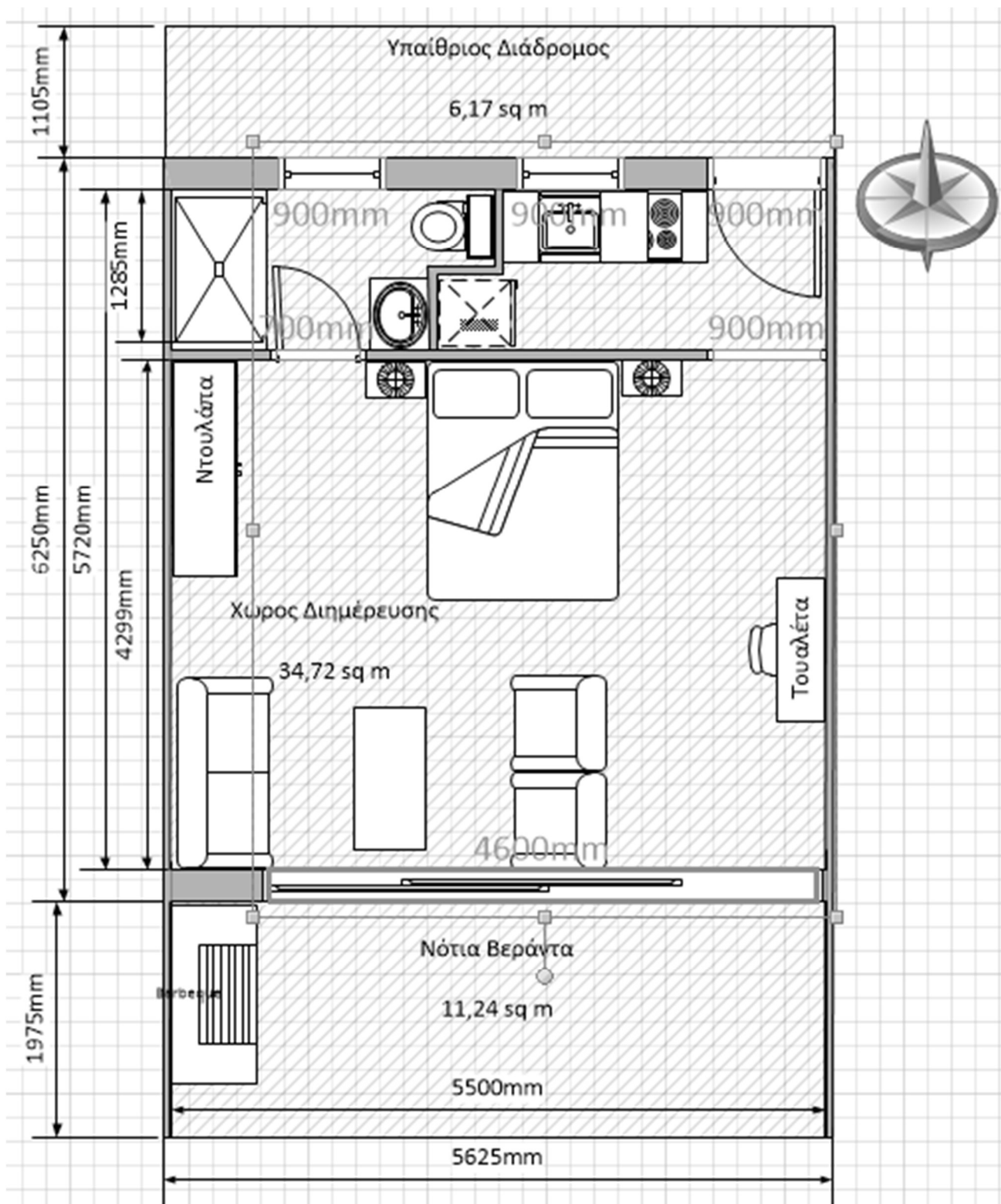
- Είναι πλάτους 5,70m και μήκους 6,40m, παρέχοντας μια συνολικά στεγασμένη επιφάνεια 36,48m².
- Το πάχος της πλάκας Δαπέδου (εμβαδού 36,48m²) ανέρχεται σε 30cm (συμπεριλαμβανομένου του σκυροδέματος εξυγίανσης), ενώ οι επιστρώσεις δαπέδου (εμβαδού 25,35m²) ανέρχονται σε 22cm και αποτελούνται από 10cm θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη, 10 cm περλιτόδεμα και 2cm πλακίδια.
- Το πάχος της πλάκας δώματος ανέρχεται σε 18cm αποτελούμενη από πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, πάχους 15cm, εμβαδού 36,48m² και ασβεστοκονίαμα πάχους 3cm και (εμβαδού 25,35m²). Άνωθεν αυτής υπάρχει διάκενο 4cm και κεραμίδι 2cm (εμβαδού 36,48m²). Η πλάκα του δώματος (εμβαδού 36,48m²) μονώνεται εξωτερικά με 10cm θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη και 10 cm περλιτόδεμα.
- Με εσωτερικό ύψος 2,70m, το συνολικό ύψος του ισογείου ορόφου ανέρχεται σε 3,40m και ο συνολικός του όγκος σε 124,03m³.
- Τα υποστυλώματα, διαστάσεων 40cm × 30cm και τα δοκάρια, κρέμασης 50cm και πλάτους 30cm, θερμομονώνονται εξωτερικά με 10cm θερμομόνωση διογκωμένης

πολυστερίνης με γραφίτη, ενώ υπάρχει εκατέρωθεν αυτών ασβεστοκονίαμα 3cm (συνολικό πάχος 46cm). Αποτελούνται από οπλισμένο σκυρόδεμα, με ποσοστό χάλυβα 3,8%.

- Η τοιχοποιία αποτελείται από θερμομονωτικό οπτόπλινθο, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ, πλάτους 30cm και διαθέτει εξωτερικά 10cm θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη, ενώ υπάρχει εκατέρωθεν αυτών ασβεστοκονίαμα 3cm (συνολικό πάχος 46cm).
- Τα παράθυρα είναι αλουμινίου, με θερμοδιακοπή πολυαμιδίου 54mm και με διαστάσεις κάσας 61mmx91mm και φύλλου 73mmx99mm. Η επάλληλη πόρτα είναι αλουμινίου, με θερμοδιακοπή πολυαμιδίου και με διαστάσεις κάσας 24mmx168,5mm και φύλλου 84mmx70mm. Η πόρτα της εισόδου είναι αλουμινίου χωρίς υάλωση, με πάχος επένδυσης 4mm και με θερμοδιακοπή πολυαμιδίου 34mm.
- Όλα τα ανοίγματα είναι αεροστεγανότητας 4.
- Η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων είναι 13,9m².

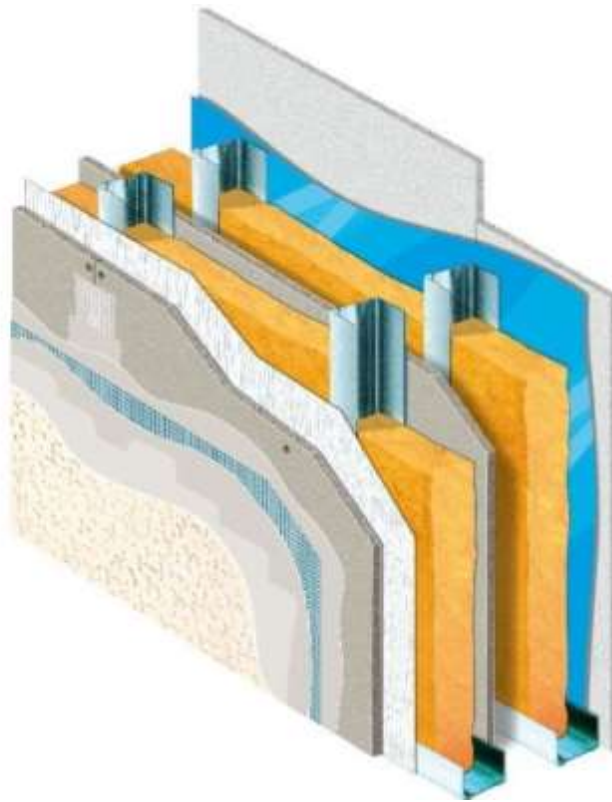
4.3.2 Σύμμικτη (Lightweight) κατασκευή (Σενάριο 2)

Η σύμμικτη κατασκευή, που περιγράφεται στο σενάριο αυτό, διατηρεί τη χωροταξία του βασικού σχεδίου, αλλά στηρίζεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα χώρων.



Σχήμα 4.8: Σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) σύμμικτης κατασκευής (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

- Είναι πλάτους 5,63m και μήκους 6,25m, παρέχοντας μια συνολικά στεγασμένη επιφάνεια 35,16m².
- Το πάχος της πλάκας δαπέδου (εμβαδού 35,16m²) ανέρχεται σε 30cm (συμπεριλαμβανομένου του σκυροδέματος εξυγίανσης) και οι επιστρώσεις δαπέδου (εμβαδού 28,67m²) ανέρχονται σε 22cm και αποτελούνται από 10cm θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη, 10 cm περλιτόδεμα και 2cm πλακίδια,.
- Το πάχος της πλάκας δώματος ανέρχεται σε 25cm, αποτελούμενη από panel τσιμεντοσανίδας 12,5mm, θερμομόνωση ορυκτοβάμβακα 10cm, ενδιάμεση γυψοσανίδα 12,5mm, θερμομόνωση ορυκτοβάμβακα 7,5cm και διπλή γυψοσανίδα 12,5mm, εμβαδού 28,67m² και γυψοκονίαμα πάχους 0,5cm (εμβαδού 28,67m²). Άνωθεν αυτής υπάρχει διάκενο 4cm και κεραμίδι 2cm (εμβαδού 35,16m²).
- Με εσωτερικό ύψος 2,70m, το συνολικό ύψος του ορόφου ανέρχεται σε 3,48m και ο συνολικός του όγκος σε 121,29m³.
- Ο φέρον οργανισμός είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και αποτελείται από υποστυλώματα και δοκάρια, με διατομή κοιλοδοκού 20cm×20cm× 8mm.
- Η τοιχοποιία αποτελείται από panel τσιμεντοσανίδας 12,5mm, θερμομόνωση ορυκτοβάμβακα 10cm, ενδιάμεση γυψοσανίδα 12,5mm, θερμομόνωση ορυκτοβάμβακα 7,5cm και διπλή γυψοσανίδα 12,5mm, ενώ υπάρχει εκατέρωθεν αυτών γυψοκονίαμα πάχους 0,7cm (συνολικό πάχος 27cm), όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.9: Τομή εξωτερικής τοιχοποιίας σύμμικτης κατασκευής (Πηγή: KNAUF, 2018)

- Τα παράθυρα είναι αλουμινίου, με θερμοδιακοπή πολυαμιδίου 54mm και με διαστάσεις κάσας 61mmx91mm και φύλλου 73mmx99mm. Η επάλληλη πόρτα είναι αλουμινίου, με θερμοδιακοπή πολυαμιδίου και με διαστάσεις κάσας 24mmx168,5mm και φύλλου 84mmx70mm. Η πόρτα της εισόδου είναι αλουμινίου χωρίς υάλωση, με πάχος επένδυσης 4mm και με θερμοδιακοπή πολυαμιδίου 34mm.
- Όλα τα ανοίγματα είναι αεροστεγανότητας 4.
- Η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων είναι 13,9m².

4.3.3 «Οικολογική» (Ecofriendly) Κατασκευή (Σενάριο 3)

Δεδομένου ότι η έννοια του οίκου, και κατ' επέκταση της φύσης είναι κοινή και για τα τέσσερα σενάρια και ικανοποιούν τα πρότυπα της ξενοδοχειακής φιλοξενίας, το βάρος θα πέσει στην έννοια της λογικής, δηλαδή της απαιτούμενης δαπάνης ενέργειας για τη δόμηση (ΕΕ) και τη λειτουργία του οίκου σε όλη τη διάρκεια ζωής του.

Τηρώντας τον σκοπό αυτό και κλιμακώνοντας τα εξεταζόμενα σενάρια, περιγράφεται στο σενάριο αυτό η οικολογική κατασκευή, η οποία διατηρεί τη χωροταξία του βασικού σχεδίου αλλά έχει μικρές μεταβολές στις εξωτερικές της διαστάσεις ως αποτέλεσμα των χρησιμοποιούμενων, φιλικών προς το περιβάλλον, υλικών. Συνεπώς, η σχετική ανάλυση στηρίζεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα χώρων.



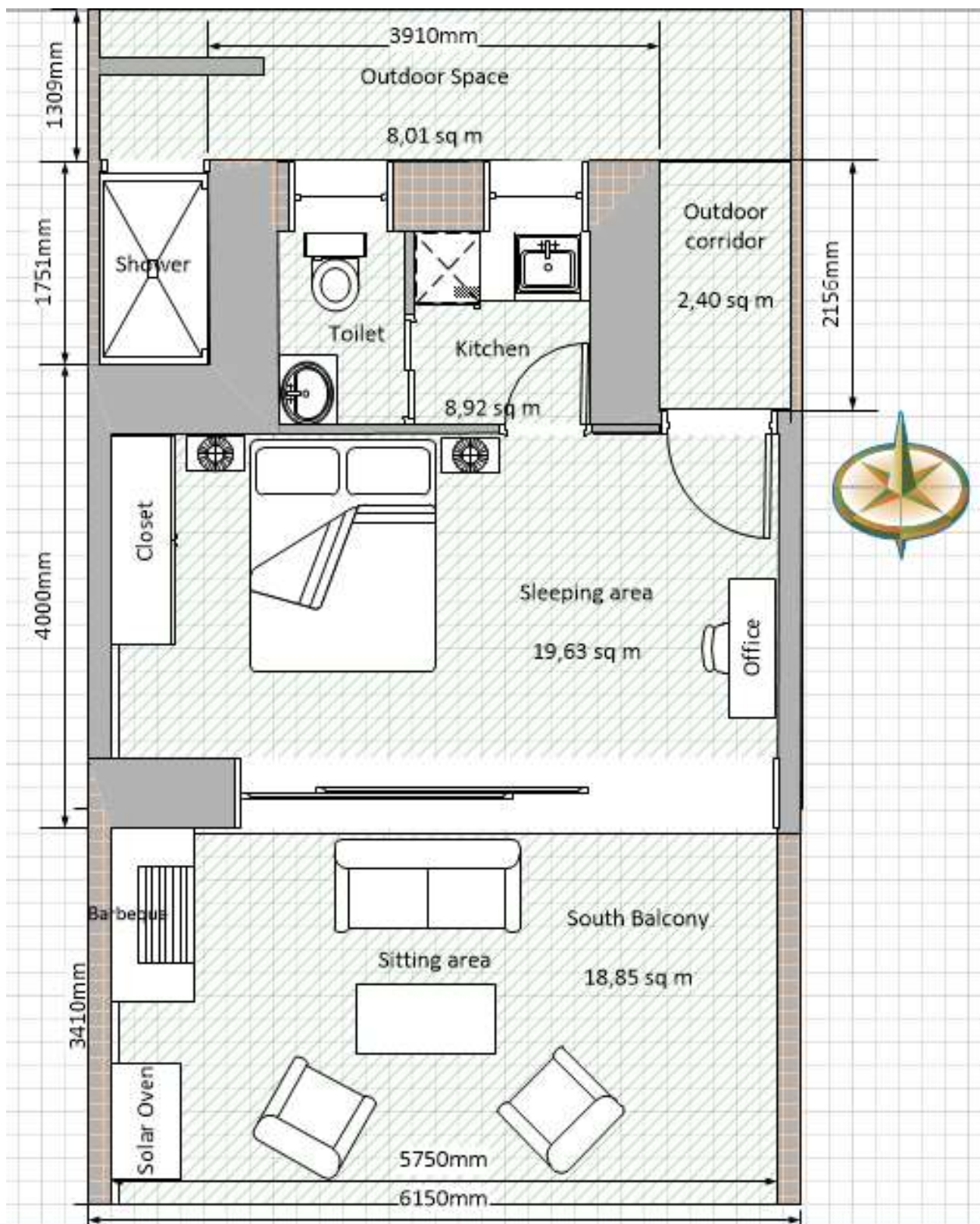
Διπλωματική Εργασία

- Είναι πλάτους 5,90m. και μήκους 6,80m παρέχοντας μια συνολικά στεγασμένη επιφάνεια 40,12m².
- Το πάχος της πλάκας Δαπέδου (εμβαδού 40,12m²) ανέρχεται σε 10cm και οι επιστρώσεις δαπέδου (εμβαδού 24,48m²) ανέρχονται σε 17,1cm και οι οποίες αποτελούνται από 10cm θερμομόνωση από διογκωμένο περλίτη, 5cm πετροβάμβακα και 2,1cm σανίδες από μαλακή ξυλεία (πεύκο ή έλατο),.
- Το πάχος της πλάκας δώματος ανέρχεται σε 15,3cm, αποτελούμενη από ραμποτέ από πεύκη 21mm (εμβαδού 24,48m²), θερμομόνωση ορυκτοβάμβακα 11cm (εμβαδού 24,48m²), σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου 22mm (εμβαδού 40,12m²). Άνωθεν αυτής υπάρχει διάκενο 4cm και κεραμίδι 2cm (εμβαδού 40,12m²).
- Με εσωτερικό ύψος 2,7m, το μεικτό ύψος του ορόφου ανέρχεται σε 3,18m και ο συνολικός του όγκος σε 124,45m³.
- Ο φέρον οργανισμός είναι τρικολητή ξυλεία και αποτελείται από κολώνες και δοκάρια, διαστάσεων 20cm × 20cm.
- Η τοιχοποιία έχει συνολικό πάχος 60cm και αποτελείται από ξυλοκορμούς κατά 50%, ενώ το υπόλοιπο 50% αποτελείται από λάσπη κατά τα 2/3 και πριονίδι κατά το 1/3 (Roy, 2016).
- Τα παράθυρα και η πόρτα είναι ξύλινα, με διαστάσεις κάσας και φύλλου 109mmx109mm. Η πόρτα της εισόδου είναι ξύλινη χωρίς υάλωση, με πάχος επένδυσης 18mm.
- Όλα τα ανοίγματα είναι αεροστεγανότητας 4.
- Η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων είναι 13,90m².

4.3.4 Μινιμαλιστική «Οικολογική» (Ecofriendly) Κατασκευή (Σενάριο 4)

Η οικολογική κατασκευή αυτού του σεναρίου διαθέτει, ως προς τα υλικά, ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτή του Σεναρίου 3, αλλά ακολουθεί τη μινιμαλιστική λογική σχεδίασης των εσωτερικών χώρων. Έτσι, ο φούρνος γίνεται ηλιακός και εξέρχεται από την κουζίνα και τη θερμική ζώνη στην Νοτιοδυτική γωνία του ημιυπαίθριου χώρου δίπλα στο

barbeque. Το ίδιο συμβαίνει και με το καθιστικό το οποίο τοποθετείται και αυτό στον Νότιο εξώστη. Παράλληλα, η ντουζιέρα τοποθετείται εξωτερικά στον βορεινό ημιυπαίθριο χώρο, ο οποίος, με τρεις λιθόκτιστους τοίχους, διασφαλίζει την ιδιωτικότητα των ενοίκων του. Τέλος, η είσοδος εισέρχεται στον κύριο όγκο μειώνοντας επιπλέον την περικλειστη επιφάνεια. Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα χώρων απεικονίζεται το σύνολο των προαναφερθέντων αλλαγών στη σχεδίαση.



Σχήμα 4.11: Σχεδιάγραμμα χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) οικολογικής, μινιμαλιστικής, κατασκευής (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

- Ο κύριος χώρος είναι πλάτους 6,15m. και μήκους 4,00m, ενώ ο δευτερεύον χώρος είναι πλάτους 3,9m και μήκους 1,75m, παρέχοντας μια συνολικά στεγασμένη επιφάνεια 31,44m².
- Το πάχος της πλάκας δαπέδου (εμβαδού 31,44m²) ανέρχεται σε 10cm και οι επιστρώσεις δαπέδου (εμβαδού 19,26m²) ανέρχονται σε 17,1cm και οι οποίες αποτελούνται από 10cm θερμομόνωση από διογκωμένο περλίτη, 5cm πετροβάμβακα και 2,1cm σανίδες από μαλακή ξυλεία (πεύκο ή έλατο)..
- Το πάχος της πλάκας δώματος ανέρχεται σε 15,3cm, αποτελούμενη από ραμποτέ από πεύκη 21mm (εμβαδού 19,26m²), θερμομόνωση ορυκτοβάμβακα 11cm (εμβαδού 19,26m²), σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου 22mm (εμβαδού 31,44m²). Άνωθεν αυτής υπάρχει διάκενο 4cm και κεραμίδι 2cm (εμβαδού 31,44m²).
- Με εσωτερικό ύψος 2,70m, το μεικτό ύψος του ορόφου ανέρχεται σε 3,180m και ο συνολικός του όγκος σε 97,53m³.
- Ο φέρον οργανισμός είναι τρικολλητή ξυλεία και αποτελείται από κολώνες διαστάσεων 20cm × 20cm και δοκάρια διαστάσεων 20cm × 15cm.
- Η τοιχοποιία έχει συνολικό πάχος 60cm και αποτελείται από ξυλοκορμούς κατά 50%, ενώ το υπόλοιπο 50% αποτελείται από λάσπη κατά τα 2/3 και πριονίδι κατά το 1/3 (Roy, 2016).
- Τα παράθυρα και η πόρτα είναι ξύλινα, και με διαστάσεις κάσας και φύλλου 109mmx109mm. Η πόρτα της εισόδου είναι ξύλινη χωρίς υάλωση, με πάχος επένδυσης 18mm.
- Όλα τα ανοίγματα είναι αεροστεγανότητας 4.
- Η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων είναι 13,9m².

4.4 Βασικά μεγέθη και υπολογισμοί

Στην ενότητα αυτή παρατίθενται με τη μορφή πινάκων τα βασικά μεγέθη και οι υπολογισμοί της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας για κάθε ένα σενάριο, όπως αυτά αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους (4.3.1-4.3.4). Για λόγους σύγκρισης παρατίθενται εκ παραλλήλου και για τα τέσσερα σενάρια και για πρακτικούς λόγους παρατίθενται με τη μορφή τριών πινάκων (Πίνακες 4.1-4.3).

Σενάριο 1			Σενάριο 2			Σενάριο 3			Σενάριο 4		
Μήκος (m)	6,40	Μήκος (m)	6,25	Μήκος (m)	6,80	Μήκος (m)	6,80	Μήκος (m)	6,80	Μήκος (m)	4,00
Πλάτος (m)	5,70	Πλάτος (m)	5,63	Πλάτος (m)	5,63	Πλάτος (m)	5,90	Πλάτος (m)	5,90	Πλάτος (m)	6,15
Εμβαδόν (m ²)	36,48	Εμβαδόν (m ²)	35,16	Εμβαδόν (m ²)	35,16	Εμβαδόν (m ²)	40,12	Εμβαδόν (m ²)	40,12	Εμβαδόν (m ²)	24,60
Μήκος (m)	0,00	Μήκος (m)	0,00	Μήκος (m)	0,00	Μήκος (m)	0,00	Μήκος (m)	0,00	Μήκος (m)	1,75
Πλάτος (m)	0,00	Πλάτος (m)	0,00	Πλάτος (m)	0,00	Πλάτος (m)	0,00	Πλάτος (m)	0,00	Πλάτος (m)	3,91
Εμβαδόν (m ²)	0,00	Εμβαδόν (m ²)	0,00	Εμβαδόν (m ²)	0,00	Εμβαδόν (m ²)	0,00	Εμβαδόν (m ²)	0,00	Εμβαδόν (m ²)	6,84
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	36,48	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	35,16	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	35,16	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	40,12	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	40,12	Συνολική Επιφάνεια (m ²)	31,44
Πλακίδιο-Κόλλα (m)	0,02	Πλακίδιο-Κόλλα (m)	0,02	Πλακίδιο-Κόλλα (m)	0,02	Πλακίδιο-Κόλλα (m)	0,02	Πλακίδιο-Κόλλα (m)	0,02	Πλακίδιο-Κόλλα (m)	0,02
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,05
Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,30	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,30	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,30	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,30	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,30	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,10
Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,03	Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,03	Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,03	Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,03	Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,03	Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,02
Ασβεστοκονίαμα (m)	0,03	Ασβεστοκονίαμα (m)	0,03	Ασβεστοκονίαμα (m)	0,03	Ασβεστοκονίαμα (m)	0,03	Ασβεστοκονίαμα (m)	0,03	Ασβεστοκονίαμα (m)	0,02
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,15	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,15	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,15	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,15	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,15	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,11
Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Μόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,02
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,10	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποητικού παράγοντα (m)	0,04
Διάκενο Αέρα (m)	0,04	Διάκενο Αέρα (m)	0,04	Διάκενο Αέρα (m)	0,04	Διάκενο Αέρα (m)	0,04	Διάκενο Αέρα (m)	0,04	Διάκενο Αέρα (m)	0,02
Κεραμίδια (m)	0,02	Κεραμίδια (m)	0,02	Κεραμίδια (m)	0,02	Κεραμίδια (m)	0,02	Κεραμίδια (m)	0,02	Κεραμίδια (m)	0,02
Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,18	Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,18	Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,18	Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,18	Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,18	Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,21
Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70	Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70	Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70	Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70	Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70	Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70
Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,40	Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,40	Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,40	Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,48	Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,48	Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,18
Συνολικός Όγκος (m ³)	124,03	Συνολικός Όγκος (m ³)	121,29	Συνολικός Όγκος (m ³)	121,29	Συνολικός Όγκος (m ³)	124,45	Συνολικός Όγκος (m ³)	124,45	Συνολικός Όγκος (m ³)	97,53

Πίνακας 4.1: Βασικές διαστάσεις, εμβαδά, ύψη και όγκοι των 4 σεναρίων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

Σενάριο 1		Σενάριο 2		Σενάριο 3		Σενάριο 4	
Αρβεστοκονίαμα (m)	0,03	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	0,01	Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)		Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)	
Θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ (m)	0,30	Εξωτερικά 1 στρώση ταμπετοσανίδας (m)		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)	
Μόνωση διγυμμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Β Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρώσεις UW75-100/40/05 και ορθοστάτες CW75-100/50/06.	0,25	Κυτταρίνη (ινώδης) (m)	0,60	Κυτταρίνη (ινώδης) (m)	0,60
		Β Ορυκτοβάμβακας σε πάχη 10cm & 7,5cm, τοποθετημένος εσωτερικά του σκελετού με λ = 0,032 W/m K.					
		Β Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.					
Αρβεστοκονίαμα (m)	0,03	Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)	
		Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	0,01				
Πάχος Τοιχοποιίας (m)	0,46	Πάχος Τοιχοποιίας (m)	0,27	Πάχος Τοιχοποιίας (m)	0,60	Πάχος Τοιχοποιίας (m)	0,60
Αρβεστοκονίαμα (m)	0,03	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	0,01	Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)		Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)	
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	0,30	Εξωτερικά 1 στρώση ταμπετοσανίδας (m)		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)	
Μόνωση διγυμμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	0,10	Β Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρώσεις UW75-100/40/05 και ορθοστάτες CW75-100/50/06.	0,25	Οξιά (m)	0,60	Οξιά (m)	0,60
		Β Ορυκτοβάμβακας σε πάχη 10cm & 7,5cm, τοποθετημένος εσωτερικά του σκελετού με λ = 0,032 W/m K.					
		Β Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.					
Αρβεστοκονίαμα (m)	0,03	Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)		Οιόπλινθοι με πρόσμειξη άχχου (m)	
		Ανοιξοίδωτος χάλυβας (m)	0,20				
		Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	0,01				
Πάχος Φέροντος Οργανισμού (m)	0,46	Πάχος Φέροντος Οργανισμού (m)	0,47	Πάχος Φέροντος Οργανισμού (m)	0,60	Πάχος Φέροντος Οργανισμού (m)	0,60
Εμβαδό Τοιχοποιίας, Φέρουσας και ανοιγμάτων επί κατόψεως (m ²)	11,13	Εμβαδό Τοιχοποιίας, Φέρουσας και ανοιγμάτων επί κατόψεως (m ²)	6,49	Εμβαδό Τοιχοποιίας, Φέρουσας και ανοιγμάτων επί κατόψεως (m ²)	15,24	Εμβαδό Τοιχοποιίας, Φέρουσας και ανοιγμάτων επί κατόψεως (m ²)	12,18
Καθαρό Εμβαδό Επιστρώσεων επί κατόψεως (m ²)	25,35	Καθαρό Εμβαδό Επιστρώσεων επί κατόψεως (m ²)	28,67	Καθαρό Εμβαδό Επιστρώσεων επί κατόψεως (m ²)	24,88	Καθαρό Εμβαδό Επιστρώσεων επί κατόψεως (m ²)	19,26
Εμβαδό Φέρουσας επί δαπέδου (m ²)	0,48	Εμβαδό Φέρουσας επί δαπέδου (m ²)	0,16	Εμβαδό Φέρουσας επί δαπέδου (m ²)	0,16	Εμβαδό Φέρουσας επί δαπέδου (m ²)	0,16
Εμβαδό Φέρουσας επί δώματος (m ²)	7,12	Εμβαδό Φέρουσας επί δώματος (m ²)	3,50	Εμβαδό Φέρουσας επί δώματος (m ²)	3,72	Εμβαδό Φέρουσας επί δώματος (m ²)	3,26

Πίνακας 4.2: Σύνοψη και διαστάσεις δαπέδου, οροφής, τοιχοποιίας και φέροντος οργανισμού των 4 σεναρίων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

	Σενάριο 1			Σενάριο 2			Σενάριο 3			Σενάριο 4		
	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)
Παράθυρο Κουζίνας	4,60	2,20	10,12	4,60	2,20	10,12	4,60	2,20	10,12	4,60	2,20	10,12
	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)
	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
Παράθυρο Μπάνιου	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)
	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
Πόρτα Μπάνιου	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)
	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
Πόρτα	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Μήκος (m)	Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)
	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99	0,90	1,10	0,99
Συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων (m²)												
	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90

Πίνακας 4.3: Διαστάσεις και εμβαδά ανοιγμάτων των 4 σεναρίων (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

5. Υπολογισμοί & Προσομοιώσεις

Στο Κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν η μεθοδολογία υπολογισμού των ζητούμενων μεγεθών και οι προσομοιώσεις και για τα τέσσερα σενάρια.

5.1 Υπολογισμός ΕΕ

Για τον υπολογισμό της ενσωματωμένης ενέργειας θα χρησιμοποιηθεί η έκδοση 2.0 (Ιανουάριος 2011) της βάσης δεδομένων Inventory of Carbon & Energy (ICE), του Πανεπιστημίου του Bath, της Μεγάλης Βρετανίας (Hammond & Jones 2011). Επιλέγεται η συγκεκριμένη βάση δεδομένων, καθώς πολλά από τα δεδομένα της αφορούν τον ευρωπαϊκό χώρο και κατά συνέπεια μπορεί κανείς να υποθέσει ότι είναι εγγύτερα στα ελληνικά δεδομένα. Επίσης, αποτελεί μια πολυετή προσπάθεια, με μεγάλο αριθμό δεδομένων και η οποία διακρίνεται από διαφάνεια, αφού παρατίθεται τόσο ο τρόπος υπολογισμού του καθενός δεδομένου (ως αναφορά) όσο και τυχόν ζητήματα εγκυρότητας ή ασάφειας. Αντίστοιχες ελληνικές βάσεις δεδομένων (Μπίκας 1999) δεν έχουν τόσο μεγάλο αριθμό δεδομένων, ούτε τη μεθοδολογία διαφάνειας που ακολουθείται στο ICE. Από την άλλη, δε θα πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι τα οποιαδήποτε συμπεράσματα θα εξαχθούν είναι συγκριτικά και όχι απόλυτα και όπως μας έχει δείξει σχετική έρευνα (Takano et al 2014), είναι πολύ πιθανό να οδηγηθεί κανείς στα ίδια συμπεράσματα, χρησιμοποιώντας ορθώς οποιαδήποτε βάση δεδομένων.

Τα δεδομένα που μας δίνει η συγκεκριμένη βάση δεδομένων είναι η ΕΕ σε MJ/kg και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμα kgCO₂/kg υλικού. Επίσης, μας δίνει την Βιο-ενέργεια που εμπεριέχεται (είναι αποθηκευμένη) στα Βιο-υλικά, δηλαδή την ενέργεια που μπορεί κανείς να ανακτήσει σε κάποια φάση του κύκλου ζωής του υλικού και κατά συνέπεια θα πρέπει να αφαιρεθεί από τη συνολική ΕΕ (θα αναφέρεται ως EEr). Συνεπώς, θα υπολογιστεί και για τα 4 σενάρια η ΕΕ σε kWh, η EEr σε kWh και οι εκπομπές σε ισοδύναμα kgCO₂.

Ωστόσο, το πρώτο βήμα είναι να υπολογιστεί το βάρος για το σύνολο των υλικών που χρησιμοποιούνται και στα τέσσερα σενάρια. Υπολογίζοντας τον όγκο καθενός υλικού και

χρησιμοποιώντας την πυκνότητα, όπως αυτή δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-2/2017, υπολογίζεται το βάρος των υλικών όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Σενάριο 1

	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)
Δάπεδο					
Πλακίδιο-Κόλλα	0,020	25,35	0,507	2.000,00	1.013,92
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	0,100	25,35	2,535	350,00	887,18
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	0,100	25,35	2,535	40,00	101,39
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	0,300	36,48	10,944		27.221,42
Οροφή					
Ασβεστοκονίαμα	0,030	25,35	0,760	1.800,00	1.368,79
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	0,150	36,48	5,472		13.610,71
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	0,100	36,48	3,648	40,00	145,92
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	0,100	36,48	3,648	350,00	1.276,80
Κεραμίδια	0,020	36,48	0,730	2.000,00	1.459,20
Φωτοβολταϊκά*		13,04			
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης**		7,50			
Τοιχοποιία					
Ασβεστοκονίαμα	0,030	56,28	1,688	1.800,00	3.038,90
θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ	0,300	29,39	8,818	858,98	7.574,47
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	0,100	22,14	2,214	40,00	88,56
Ασβεστοκονίαμα	0,030	22,14	0,664	1.800,00	1.195,56
Φέρον Οργανισμός					
Ασβεστοκονίαμα	0,030	2,72	0,082	1.800,00	146,88
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	0,300	6,14	1,842		4.581,67
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	0,100	2,72	0,272	40,00	10,88
Ασβεστοκονίαμα	0,030	2,72	0,082	1.800,00	146,88
Ανοίγματα					
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής		2,49	0,248	2.800,00	694,17
Γυαλί	0,012	9,43	0,113	2.500,00	282,77
			46,801		64.846,08

Σενάριο 2

	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)
Δάπεδο					
Πλακίδιο-Κόλλα	0,020	28,67	0,573	2.000,00	1.146,68
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	0,100	28,67	2,867	350,00	1.003,34
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	0,100	28,67	2,867	40,00	114,67
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	0,300	35,16	10,547		26.233,63
Οροφή					
	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)

Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	0,040	28,67	1,147	1.200,00	1.376,01
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	0,038	28,67	1,075	1.300,00	1.397,51
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.			0,086	7.900,00	681,42
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	0,175	28,67	5,017	70,00	351,17
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	0,013	35,16	0,439	700,00	307,62
Κεραμίδια	0,020	35,16	0,703	1.200,00	843,75
Φωτοβολταϊκά*		13,04			
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης**		7,50			
Τοιχοποιία					
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	0,007	60,35	0,422	1.200,00	506,92
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	0,013	29,68	0,371	1.300,00	482,38
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.			0,005	7.900,00	41,67
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	0,175	29,68	5,195	70,00	363,64
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	0,038	29,68	1,113	700,00	779,22
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	0,007	22,14	0,155	2.000,00	309,96
Φέρον Οργανισμός					
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	0,01	1,39	0,010	1.200,00	11,68
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	0,013	1,39	0,017	1.300,00	22,60
Ανοξείδωτος χάλυβας			0,081	7.900,00	637,47
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	0,175	1,39	0,243	70,00	17,04
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	0,038	1,39	0,052	700,00	36,51
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	0,007	1,39	0,010	1.200,00	11,68
Ανοίγματα					
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής		2,49	0,25	2.800,00	694,17
Γυαλί	0,012	9,43	0,113	2.500,00	282,77
				33,357	37.653,52

Σενάριο 3

	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)
Δάπεδο					
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	0,021	24,88	0,522	600,00	313,49
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	0,05	24,88	1,244	70,00	87,08
Διογκωμένος περλίτης	0,1	24,88	2,488	90,00	223,92
Λιθοδομή	0,5	17,76	8,880	2.600,00	23.088,00
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	0,1	22,36	2,236		6.117,85
Οροφή					
Ραμποτέ από πεύκη	0,021	24,88	0,522	600,00	313,49
Ορυκτοβάμβακας	0,11	24,88	2,737	70,00	191,58
	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)

Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινσανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	0,022	40,12	0,883	250,00	220,66
Κεραμίδια	0,02	40,12	0,802	2.000,00	1.604,80
Φωτοβολταϊκά*		13,04			
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης**		7,50			
Τοιχοποιία					
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)			7,896	600,00	4.737,67
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			2,632	300,00	789,61
Κυτταρίνη (ινώδης)			1,981	30,00	59,44
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			2,632	300,00	789,61
Φέρον Οργανισμός					
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)			0,578	600,00	346,90
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			0,289	300,00	86,72
Οξιά			3,168	800,00	2.534,69
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			0,289	300,00	86,72
Ανοίγματα					
Τρικολητό ξύλο		3,47	0,45	650,00	291,91
Γυαλί	0,012	8,45	0,101	2.500,00	253,61
				39,809	41.824,27

Σενάριο 4

	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)
Δάπεδο					
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	0,021	19,26	0,405	600,00	242,71
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	0,05	19,26	0,963	70,00	67,42
Διογκωμένος περλίτης	0,1	19,26	1,926	90,00	173,36
Λιθοδομή	0,5	16,48	8,240	2.600,00	21.424,00
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	0,1	14,96	1,496		4.093,85
Οροφή					
Ραμποτέ από πεύκη	0,021	19,26	0,405	600,00	242,71
Ορυκτοβάμβακας	0,11	19,26	2,119	70,00	148,32
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινσανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	0,022	31,44	0,692	250,00	172,93
Κεραμίδια	0,02	31,44	0,629	2.000,00	1.257,70
Φωτοβολταϊκά*		13,04			
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης**		7,50			
Τοιχοποιία					
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)			7,526	600,00	4.515,62
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			2,509	300,00	752,60
Κυτταρίνη (ινώδης)			2,126	30,00	63,78
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			2,509	300,00	752,60
Φέρον Οργανισμός					
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)			0,599	600,00	359,50
	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Πυκνότητα (kg/m ³)	Βάρος (kg)

Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			0,300	300,00	89,87
Οξιά			3,168	800,00	2.534,69
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου			0,300	300,00	89,87
Ανοίγματα					
Τρικολητό ξύλο		3,47	0,45	650,00	291,91
	Πάχος (m)	Επιφάνεια (m²)	Όγκος (m³)	Πυκνότητα (kgr/m³)	Βάρος (kgr)
Γυαλί	0,012	8,45	0,101	2.500,00	253,61
			36,056		37.284,36

Πίνακας 5.1: Υπολογισμός βάρους υλικών για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

* Μετρούνται σε m², ο κύκλος ζωής του φωτοβολταϊκού δίνεται από τον κατασκευαστή του και είναι 25 χρόνια, οπότε στον υπό εξέταση 50 έτη κύκλο ζωής υπολογίζονται τα σχετικά μεγέθη επί 2.

** Μετρούνται σε m², ο κύκλος ζωής του ηλιοθερμικού συλλέκτη με γυάλινους σωλήνες αναφέρεται ότι είναι 20 χρόνια (Laborderie et al, 2011, Stucki and Jungbluth, 2012), οπότε στον υπό εξέταση 50 έτη κύκλο ζωής υπολογίζονται τα σχετικά μεγέθη επί 2,5.

5.2.1 Υπολογισμός ΕΕ

Έχοντας υπολογίσει το βάρος του κάθε υλικού μπορεί κανείς να αντλήσει την ΕΕ από την βάση δεδομένων ICE και να υπολογίσει την ΕΕ σε kWh, εφόσον θα χρειαστεί να συγκρίνουμε την ΕΕ ενέργεια με τη λειτουργική και η οποία υπολογίζεται σε kWh (βλέπε παρακάτω Πίνακα).

Σενάριο 1

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Πλακίδιο-Κόλλα	1.013,92	6,50	1,81	1.830,69
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	887,18	0,76	0,21	187,29
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	101,39	88,60	24,61	2.495,37
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	27.221,42	1,99	0,55	15.048,74
Οροφή				
Ασβεστοκονίαμα	1.368,79	5,83	1,62	2.216,68
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	13.610,71	1,99	0,55	7.524,37
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	145,92	88,60	24,61	3.591,25
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	1.276,80	0,76	0,21	269,55
Κεραμίδια	1.459,20	12,00	3,33	4.864,00
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Ασβεστοκονίαμα	3.038,90	5,83	1,62	4.921,34
θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ	7.574,47	3,00	0,83	6.312,06
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	88,56	88,60	24,61	2.179,56
Ασβεστοκονίαμα	1.195,56	5,83	1,62	1.936,14
Φέρον Οργανισμός				
Ασβεστοκονίαμα	146,88	5,83	1,62	237,86
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	4.581,67	1,99	0,55	2.532,87
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	10,88	88,60	24,61	267,77
Ασβεστοκονίαμα	146,88	5,83	1,62	237,86
Ανοίγματα				
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής	694,17	214,00	59,44	41.264,77
Γυαλί	282,77	23,50	6,53	1.845,85
	64.866,62			123.219,56

Σενάριο 2

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Πλακίδιο-Κόλλα (m)	1.146,68	6,50	1,81	2.070,39
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	1.003,34	0,76	0,21	211,82
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	114,67	88,60	24,61	2.822,09
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	26.233,63	1,99	0,55	14.502,67
Οροφή				
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1.376,01	1,81	0,50	691,83

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	1.397,51	1,34	0,37	520,18
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	681,42	40,00	11,11	7.571,36
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	351,17	16,60	4,61	1.619,28
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	307,62	6,75	1,88	576,78
Κεραμίδια (m)	843,75	12,00	3,33	2.812,50
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	506,92	1,81	0,50	254,87
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	482,38	1,34	0,37	179,55
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	41,67	40,00	11,11	463,01
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	363,64	16,60	4,61	1.676,77
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	779,22	6,75	1,88	1.461,04
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	309,96	1,81	0,50	155,84
Φέρον Οργανισμός				
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	11,68	1,81	0,50	5,87
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	22,60	1,34	0,37	8,41
Ανοξείδωτος χάλυβας	637,47	56,70	15,75	10.040,10
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	17,04	16,60	4,61	78,57
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	36,51	6,75	1,88	68,46
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	11,68	1,81	0,50	5,87
Ανοίγματα				
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής	694,17	214,00	59,44	41.264,77
Γυαλί	282,77	23,50	6,53	1.845,85
	37.674,06			114.363,43

Σενάριο 3

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	313,49	9,50	2,64	827,26
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	87,08	16,80	4,67	406,37
Διογκωμένος περλίτης	223,92	0,66	0,18	41,05
Λιθοδομή	23.088,00	1,26	0,35	8.080,80
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	6.117,85	1,99	0,55	3.382,12

Οροφή

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Ραμποτέ από πεύκη	313,49	11,30	3,14	984,00
Ορυκτοβάμβακας	191,58	16,60	4,61	883,38
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινোসανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	220,66	15,00	4,17	919,42
Κεραμίδια	1.604,80	12,00	3,33	5.349,33
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	4.737,67	7,40	2,06	9.738,55
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	789,61	0,45	0,13	98,70
Κυτταρίνη (ινώδης)	59,44	0,24	0,07	3,96
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	789,61	0,45	0,13	98,70
Φέρον Οργανισμός				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	346,90	7,40	2,06	713,06
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	86,72	0,45	0,13	10,84
Οξιά	2.534,69	10,40	2,89	7.322,43
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	86,72	0,45	0,13	10,84
Ανοίγματα				
Τρικολητό ξύλο	291,91	12,00	3,33	973,04
Γυαλί	253,61	23,50	6,53	1.655,54
	41.844,81			64.954,93

Σενάριο 4

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	242,71	9,50	2,64	640,48
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	67,42	16,80	4,67	314,62
Διογκωμένος περλίτης	173,36	0,66	0,18	31,78
Λιθοδομή	21.424,00	1,26	0,35	7.498,40
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	4.093,85	1,99	0,55	2.263,19
Οροφή				
Ραμποτέ από πεύκη	242,71	11,30	3,14	761,83
Ορυκτοβάμβακας	148,32	16,60	4,61	683,93
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινোসανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	172,93	15,00	4,17	720,56
Κεραμίδια	1.257,70	12,00	3,33	4.192,33
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	4.515,62	7,40	2,06	9.282,12
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	752,60	0,45	0,13	94,08
Κυτταρίνη (ινώδης)	63,78	0,24	0,07	4,25

	Βάρος (kgr)	EE (MJ/kgr)	EE (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kWh)
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	752,60	0,45	0,13	94,08
Φέρον Οργανισμός				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	359,50	7,40	2,06	738,96
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	89,87	0,45	0,13	11,23
Οξιά	2.534,69	10,40	2,89	7.322,43
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	89,87	0,45	0,13	11,23
Ανοίγματα				
Τρικολητό ξύλο	291,91	12,00	3,33	973,04
Γυαλί	253,61	23,50	6,53	1.655,54
	37.304,90			60.749,61

Πίνακας 5.2: Υπολογισμός EE σε kWh για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

* Μετρούνται σε m², EE σε MJ/m² (Hammond & Jones, 2011)

** Μετρούνται σε m², EE σε kWh/m² (Lamnatou et al, 2014)

5.2.2 Υπολογισμός EEr

Έχοντας υπολογίσει το βάρος του καθενός υλικού μπορεί κανείς να αντλήσει την EEr από την βάση δεδομένων ICE για εκείνα τα υλικά τα οποία αποθηκεύουν ανακτήσιμη ενέργεια (κυρίως ξυλεία) και να υπολογίσει την EEr σε kWh, εφόσον θα χρειαστεί να συγκρίνουμε την EEr ενέργεια με τη λειτουργική, η οποία υπολογίζεται σε kWh (βλέπε παρακάτω Πίνακα).

Σενάριο 1

	Βάρος (kgr)	EEr (MJ/kgr)	EEr (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Πλακίδιο-Κόλλα	1.013,92	6,50	1,81	1.830,69
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	887,18	0,76	0,21	187,29
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	101,39	88,60	24,61	2.495,37
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	27.221,42	1,99	0,55	15.048,74
Οροφή				
Ασβεστοκονίαμα	1.368,79	5,83	1,62	2.216,68
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	13.610,71	1,99	0,55	7.524,37
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	145,92	88,60	24,61	3.591,25
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	1.276,80	0,76	0,21	269,55
Κεραμίδια	1.459,20	12,00	3,33	4.864,00
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Ασβεστοκονίαμα	3.038,90	5,83	1,62	4.921,34
θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ	7.574,47	3,00	0,83	6.312,06
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	88,56	88,60	24,61	2.179,56
Ασβεστοκονίαμα	1.195,56	5,83	1,62	1.936,14
Φέρον Οργανισμός				
Ασβεστοκονίαμα	146,88	5,83	1,62	237,86
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	4.581,67	1,99	0,55	2.532,87
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	10,88	88,60	24,61	267,77
Ασβεστοκονίαμα	146,88	5,83	1,62	237,86
Ανοίγματα				
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής	694,17	214,00	59,44	41.264,77
Γυαλί	282,77	23,50	6,53	1.845,85
	64.866,62			123.219,56

Σενάριο 2

	Βάρος (kgr)	EEr (MJ/kgr)	EEr (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Πλακίδιο-Κόλλα	1.146,68	6,50	1,81	2.070,39
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	1.003,34	0,76	0,21	211,82
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	114,67	88,60	24,61	2.822,09
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	26.233,63	1,99	0,55	14.502,67
Οροφή				
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1.376,01	1,81	0,50	691,83
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	1.397,51	1,34	0,37	520,18

	Βάρος (kgr)	EEr (MJ/kgr)	EEr (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kWh)
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	681,42	40,00	11,11	7.571,36
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	351,17	16,60	4,61	1.619,28
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	307,62	6,75	1,88	576,78
Κεραμίδια	843,75	12,00	3,33	2.812,50
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	506,92	1,81	0,50	254,87
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	482,38	1,34	0,37	179,55
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	41,67	40,00	11,11	463,01
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	363,64	16,60	4,61	1.676,77
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	779,22	6,75	1,88	1.461,04
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	309,96	1,81	0,50	155,84
Φέρον Οργανισμός				
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	11,68	1,81	0,50	5,87
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	22,60	1,34	0,37	8,41
Ανοξείδωτος χάλυβας	637,47	56,70	15,75	10.040,10
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	17,04	16,60	4,61	78,57
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	36,51	6,75	1,88	68,46
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	11,68	1,81	0,50	5,87
Ανοίγματα				
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής	694,17	214,00	59,44	41.264,77
Γυαλί	282,77	23,50	6,53	1.845,85
	37.674,06			114.363,43

Σενάριο 3

	Βάρος (kgr)	EEr (MJ/kgr)	EEr (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kWh)
Δάπεδο				
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	313,49	6,00	1,67	522,48
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	87,08	16,80	4,67	406,37
Διογκωμένος περλίτης	223,92	0,66	0,18	41,05
Λιθοδομή	23.088,00	1,26	0,35	8.080,80
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	6.117,85	1,99	0,55	3.382,12
Οροφή				
Ραμποτέ από πεύκη	313,49	7,10	1,97	618,27
Ορυκτοβάμβακας	191,58	16,60	4,61	883,38

	Βάρος (kgr)	EER (MJ/kgr)	EER (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινোসανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	220,66	9,10	2,53	557,78
Κεραμίδια	1.604,80	12,00	3,33	5.349,33
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	4.737,67	3,20	0,89	4.211,26
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	789,61	0,45	0,13	98,70
Κυτταρίνη (ινώδης)	59,44	0,24	0,07	3,96
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	789,61	0,45	0,13	98,70
Φέρον Οργανισμός				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	346,90	3,20	0,89	308,35
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	86,72	0,45	0,13	10,84
Οξιά	2.534,69	4,10	1,14	2.886,73
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	86,72	0,45	0,13	10,84
Ανοίγματα				
Τρικολητό ξύλο	291,91	7,10	1,97	575,72
Γυαλί	253,61	23,50	6,53	1.655,54
	41.844,81			53.157,75

Σενάριο 4

	Βάρος (kgr)	EER (MJ/kgr)	EER (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Δάπεδο				
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	242,71	6,00	1,67	404,51
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	67,42	16,80	4,67	314,62
Διογκωμένος περλίτης	173,36	0,66	0,18	31,78
Λιθοδομή	21.424,00	1,26	0,35	7.498,40
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	4.093,85	1,99	0,55	2.263,19
Οροφή				
Ραμποτέ από πεύκη	242,71	7,10	1,97	478,67
Ορυκτοβάμβακας	148,32	16,60	4,61	683,93
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινোসανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	172,93	9,10	2,53	437,14
Κεραμίδια	1.257,70	12,00	3,33	4.192,33
Φωτοβολταϊκά	13,04	4.750,00	1.319,44	17.205,56
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50		833,33	6.249,98
Τοιχοποιία				
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	4.515,62	3,20	0,89	4.013,89
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	752,60	0,45	0,13	94,08
Κυτταρίνη (ινώδης)	63,78	0,24	0,07	4,25
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	752,60	0,45	0,13	94,08
Φέρον Οργανισμός				

	Βάρος (kgr)	EEr (MJ/kgr)	EEr (kWh/kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kWh)
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	359,50	3,20	0,89	319,55
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	89,87	0,45	0,13	11,23
Οξιά	2.534,69	4,10	1,14	2.886,73
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	89,87	0,45	0,13	11,23
Ανοίγματα				
Τρικολητό ξύλο	291,91	7,10	1,97	575,72
Γυαλί	253,61	23,50	6,53	1.655,54
	37.304,90			49.426,40

Πίνακας 5.3: Υπολογισμός EEr σε kWhγια κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

* Μετρούνται σε m², EE σε MJ/m² (Hammond & Jones, 2011)

** Μετρούνται σε m², EE σε kWh/m² (Lamnatou et al 2014)

5.2.3 Υπολογισμός ισοδυνάμων kgCO₂

Έχοντας υπολογίσει το βάρος του κάθε υλικού μπορεί κανείς να αντλήσει τα ισοδύναμα kgCO₂/kg από την βάση δεδομένων ICE και να υπολογίσει τα ισοδύναμα kgCO₂ (βλέπε παρακάτω Πίνακα). Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα ισοδύναμα kgCO₂ υπολογίζονται με βάση το μείγμα καυσίμων που αναφέρεται στη βάση δεδομένων ICE και αφορούν το Ηνωμένο Βασίλειο. Διαφορετικό μείγμα καυσίμων για την Ελλάδα μεταφράζεται σε διαφορετικό αποτέλεσμα.

Σενάριο 1

	Βάρος (kgr)	EE (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kgCO ₂)
Δάπεδο			
Πλακίδιο-Κόλλα	1.013,92	0,48	486,68
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	887,18	0,11	97,59
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	101,39	3,29	333,58
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	27.221,42	0,24	6.613,72
Οροφή			
Ασβεστοκονίαμα	1.368,79	0,42	576,26
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	13.610,71	0,24	3.306,86
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	145,92	3,29	480,08
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	1.276,80	0,11	140,45
Κεραμίδια	1.459,20	0,78	1.138,18
Φωτοβολταϊκά	13,04	242,00	3.155,68
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50	160,00	1.200,00
Τοιχοποιία			
Ασβεστοκονίαμα	3.038,90	0,421	1.279,38
θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ	7.574,47	0,24	1.817,87
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	88,56	3,29	291,36
Ασβεστοκονίαμα	1.195,56	0,421	503,33
Φέρον Οργανισμός			
Ασβεστοκονίαμα	146,88	0,42	61,84
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	4.581,67	0,24	1.113,16
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	10,88	3,29	35,80
Ασβεστοκονίαμα	146,88	0,42	61,84
Ανοίγματα			
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής	694,17	12,50	8.677,17
Γυαλί	282,77	1,35	381,74
	64.866,62		31.752,56

Σενάριο 2

	Βάρος (kgr)	EE (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kgCO ₂)
Δάπεδο			
Πλακίδιο-Κόλλα	1.146,68	0,48	550,40
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	1.003,34	0,11	110,37
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη	114,67	3,29	377,26
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	26.233,63	0,24	6.373,73
Οροφή			
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1.376,01	0,13	178,88
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	1.397,51	0,22	307,45

	Βάρος (kgr)	EE (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kgCO ₂)
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	681,42	3,01	2.051,08
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	351,17	1,28	449,50
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	307,62	0,39	119,97
Κεραμίδια	843,75	0,78	658,13
Φωτοβολταϊκά	13,04	242,00	3.155,68
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50	160,00	1.200,00
Τοιχοποιία			
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	506,92	0,13	65,90
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	482,38	0,22	106,12
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	41,67	3,01	125,43
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	363,64	1,28	465,46
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	779,22	0,39	303,90
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	309,96	0,13	40,29
Φέρον Οργανισμός			
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	11,68	0,13	1,52
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	22,60	0,22	4,97
Ανοξείδωτος χάλυβας	637,47	6,15	3.920,42
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	17,04	1,28	21,81
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	36,51	0,39	14,24
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	11,68	0,13	1,52
Ανοίγματα			
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής	694,17	12,50	8.677,17
Γυαλί	282,77	1,35	381,74
	37.674,06		29.662,93

Σενάριο 3

	Βάρος (kgr)	EE (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολα (kgCO ₂)
Δάπεδο			
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	313,49	0,65	203,77
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	87,08	1,12	97,53
Διογκωμένος περλίτης	223,92	0,03	6,72
Λιθοδομή	23.088,00	0,08	1.823,95
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	6.117,85	0,24	1.486,39
Οροφή			
Ραμποτέ από πεύκη	313,49	0,30	94,05
Ορυκτοβάμβακας	191,58	1,28	245,22

	Βάρος (kgr)	EE (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kgCO ₂)
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινোসανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	220,66	0,99	218,45
Κεραμίδια	1.604,80	0,78	1.251,74
Φωτοβολταϊκά	13,04	242,00	3.155,68
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50	160,00	1.200,00
Τοιχοποιία			
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	4.737,67	0,59	2.795,23
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	789,61	0,02	18,95
Κυτταρίνη (ινώδης)	59,44	0,01	0,59
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	789,61	0,02	18,95
Φέρον Οργανισμός			
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	346,90	0,59	204,67
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	86,72	0,02	2,08
Οξιά	2.534,69	0,87	2.205,18
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	86,72	0,02	2,08
Ανοίγματα			
Τρικολητό ξύλο	291,91	0,87	253,96
Γυαλί	253,61	1,35	342,38
	41.844,81		15.627,58

Σενάριο 4

	Βάρος (kgr)	EE (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kgCO ₂)
Δάπεδο			
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	242,71	0,65	157,76
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	67,42	1,12	75,51
Διογκωμένος περλίτης	173,36	0,03	5,20
Λιθοδομή	21.424,00	0,08	1.692,50
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	4.093,85	0,24	994,64
Οροφή			
Ραμποτέ από πεύκη	242,71	0,30	72,81
Ορυκτοβάμβακας	148,32	1,28	189,85
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινোসανίδες (MDF)-OSB 2,2cm	172,93	0,99	171,20
Κεραμίδια	1.257,70	0,78	981,01
Φωτοβολταϊκά	13,04	242,00	3.155,68
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης	7,50	160,00	1.200,00
Τοιχοποιία			
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	4.515,62	0,59	2.664,22
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	752,60	0,02	18,06
Κυτταρίνη (ινώδης)	63,78	0,01	0,64
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	752,60	0,02	18,06
Φέρον Οργανισμός			

	Βάρος (kgr)	ΕΕ (kgCO ₂ /kgr)	Επιμέρους Σύνολο (kgCO ₂)
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)	359,50	0,59	212,10
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	89,87	0,02	2,16
Οξιά	2.534,69	0,87	2.205,18
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	89,87	0,02	2,16
Ανοίγματα			
Τρικολητό ξύλο	291,91	0,87	253,96
Γυαλί	253,61	1,35	342,38
	37.304,90		14.415,08

Πίνακας 5.4: Υπολογισμός ισοδυνάμων kgCO₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

* Μετρούνται σε m², σε ισοδύναμο kgCO₂/m² (Hammond & Jones, 2011)

** Μετρούνται σε m², σε ισοδύναμο kgCO₂/m² (Lamnatou et al 2014)

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ο τρόπος υπολογισμού των δεδομένων για το οπλισμένο σκυρόδεμα, αφού αυτό αποτελείται από το σκυρόδεμα και τον οπλισμό του, τα οποία διαθέτουν διαφορετική πυκνότητα (2400kg/m³ και 7800kg/m³ αντίστοιχα), ΕΕ (1MJ/kgr και 29,2 MJ/kgr, αντίστοιχα) και ισοδύναμο kgCO₂ (0,151kgCO₂/kg και 2,77kgCO₂/kg, αντίστοιχα). Υπάρχουν δύο τρόποι υπολογισμού τους: ο πρώτος τρόπος είναι ο αναλυτικός τρόπος. Για το οπλισμένο σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται και στα τέσσερα σενάρια μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει την αναλογία m³ τσιμέντου και kg χάλυβα που δίνεται στο παράδειγμα¹⁰ του παρακάτω πίνακα και το οποίο είναι πλήρως συμβατό με την κατασκευή της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας. Με την αναλογία αυτή, υπολογίζονται στον παρακάτω πίνακα τα διάφορα μεγέθη (βάρος, ΕΕ, ισοδύναμο kgCO₂/kg) που χρησιμοποιούνται στους Πίνακες 5.4-5.6, και από τον οποίο πίνακα προκύπτει μια μεικτή ΕΕ 1,99MJ/kgr και ένα μεικτό ισοδύναμο 0,24kgCO₂/kg.

¹⁰ Το παράδειγμα έχει αντληθεί από την πραγματική περίπτωση υπολογισμού η οποία εφαρμόζει την ελληνική νομοθεσία και αναφέρεται στην ιστοσελίδα: <http://www.buildinghow.com/el-gr/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%AF%CE%B1/%CE%A4%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82-%CE%91/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BA%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8E%CE%BD>

Όγκος Σκυροδέματος (μ³)	Βάρος Οπλισμού (kg)	Πυκνότητα (kg/m³)		Βάρος (kg)		ΕΕ (MJ/kg)		Συνολική ΕΕ (MJ)	Μεικτή ΕΕ (MJ/kg)	Συνολική ΕΕ (KWh)	kgCO ² /kg		Μεικτό kgCO ₂ /kg
		Σκυροδέματος	Χάλυβα	Σκυροδέματος	Χάλυβα	Σκυροδέματος	Χάλυβα				Τσιμέντο	Ατσάλι	
21,30	1.860,28												
Παράδειγμα													
Σενάριο 1													
1,84	160,87	2.400,00	7.800,00	4.420,80	160,87	1,00	29,20	9.118,35	1,99	2.532,87	0,15	2,77	1.113,16
5,47	477,91	2.400,00	7.800,00	13.132,80	477,91	1,00	29,20	27.087,73	1,99	7.524,37	0,15	2,77	3.306,86
10,94	955,82	2.400,00	7.800,00	26.265,60	955,82	1,00	29,20	54.175,46	1,99	15.048,74	0,15	2,77	6.613,72
Σενάριο 2													
10,55	921,13	2.400,00	7.800,00	25.312,50	921,13	1,00	29,20	52.209,59	1,99	14.502,67	0,15	2,77	6.373,73
Σενάριο 3													
2,24	195,29	2.400,00	7.800,00	5.366,40	195,29	1,00	29,20	11.068,74	1,99	3.074,65	0,15	2,77	1.351,27
Σενάριο 4													
1,50	130,68	2.400,00	7.800,00	3.591,00	130,68	1,00	29,20	7.406,80	1,99	2.057,44	0,15	2,77	904,22

Πίνακας 5.5: Υπολογισμός ΕΕ και ισοδυνάμων kgCO₂ οπλισμένου σκυροδέματος για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

Ο δεύτερος τρόπος κάνει χρήση του αλγορίθμου που παρέχεται από τη βάση δεδομένων του ICE (Hammond & Jones, 2011) και δίνεται από τις σχέσεις:

$$X + 1.04 * \Psi \text{ (σε MJ/kg)}$$

$$x + 0.077 * \Psi \text{ (σε kgCO}_2\text{/kg)}$$

όπου X η τιμή της ΕΕ σε MJ/kg

x η τιμή των ισοδύναμων kgCO₂/kg σε kgCO₂/kg και

Ψ το κλάσμα του βάρους του σιδήρου/m³ προς 100 (ουσιαστικά για κάθε 100kg προσθέτει κανείς 1,04 ή 0,077, αντίστοιχα).

Εφαρμόζοντας τις παραπάνω σχέσεις για αναλογία σιδήρου 87,3Kg/m³ έχει κανείς: 1,91 MJ/kg και 0,22 kgCO₂/kg.

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι η διαφορά στις δυο τιμές με τους δύο διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού δεν είναι σημαντικές και κατά συνέπεια δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που εξάγει κανείς.

5.3 Υπολογισμός Λειτουργικής ενέργειας

Στην ενότητα αυτή θα υπολογιστεί η λειτουργική ενέργεια που καταναλώνεται σε κάθε ένα από τα σενάρια. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό που εφαρμόζεται από τον KENAK (έκδοση 1.31.1.9), το TEE KENAK και είναι σύμφωνο με την ελληνική νομοθεσία (KENAK 2017). Ωστόσο, του υπολογισμού αυτού θα προηγηθεί ο αναλυτικός υπολογισμός της συνολικής θερμικής αντίστασης R και κατά συνέπεια της θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, δηλαδή του φέροντα οργανισμού, της τοιχοποιίας πλήρωσης, του δαπέδου και της οροφής, των ανοιγμάτων, και για τα τέσσερα σενάρια, και οι οποίοι φαίνονται στο Παράρτημα Β. Επισημαίνεται, ότι η κεραμοσκεπή δε συμμετέχει στους υπολογισμούς καθώς είναι αεριζόμενη, παρά μόνο με τη διαφοροποίηση της εξωτερικής θερμικής αντίστασης, ενώ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ , του ξυλοκορμού έχει τριπλασιαστεί λόγω της τοποθέτησής του κάθετα στην τοιχοποιία (Berge 2009). Οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, λ , των υλικών λαμβάνονται είτε από τον κατασκευαστή των χρησιμοποιούμενων υλικών είτε από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, ενώ για τα σενάρια 3 και 4 οι συντελεστές θερμοπερατότητας U είναι κοινοί. Στον πίνακα του παραρτήματος παρουσιάζονται αναλυτικά οι προαναφερθέντες υπολογισμοί.

Μεταξύ των μεγεθών που απαιτούνται για τον υπολογισμό της λειτουργικής ενέργειας είναι και οι συντελεστές θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων, οι οποίοι υπολογίζονται για τα μεν αλουμινένια από σχετικό υπολογιστικό εργαλείο του κατασκευαστή τους¹¹, για τα δε ξύλινα από τον φορέα πιστοποίησής τους¹² και παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

Τα άλλα μεγέθη που απαιτούνται από το λογισμικό του KENAK για να συμπληρωθούν οι σχετικές φόρμες και πεδία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και προκύπτουν είτε από υπολογισμούς είτε δίνονται από τους κατασκευαστές των υλικών (όπως για παράδειγμα οι συντελεστές απόδοσης του συστήματος ψύξης-θέρμανσης).

¹¹<https://www.alumil.com/greece/specifiers/service-support/services-tools/uw>

¹²<https://database.passivehouse.com/en/components/details/window/menuseries-sur-mesure-passive-msm-0618wi03>

Χρήση Κτιρίου	Ξενοδοχείο - Θερινής λειτουργίας			
	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Διαστάσεις				
Μήκος (m)	6,40	6,25	6,80	4,00
Πλάτος (m)	5,70	5,63	5,90	6,15
Εμβαδό1 (m ²)	36,48	35,16	40,12	24,60
Μήκος (m)				1,75
Πλάτος (m)				3,91
Εμβαδό2 (m ²)				6,84
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	36,48	35,16	40,12	31,44
Εσωτερικό Ύψος (m)	2,70	2,70	2,70	2,70
Πάχος Πλάκας Δώματος (m)	0,18	0,25	0,13	0,13
Πάχος Πλάκας Δαπέδου (m)	0,30	0,30	0,10	0,10
Επιστρώσεις Δαπέδου (m)	0,22	0,20	0,17	0,17
Συνολικός Όγκος (m ³)	124,03	121,29	124,45	97,53
Αριθμός Ορόφων	1,00	1,00	1,00	1,00
Ύψος Τυπικού Ορόφου (m)	3,40	3,45	3,10	3,10
Ύψος Ισογείου (m)	3,40	3,45	3,10	3,10
Αριθμός Θερμαινόμενων Ζωνών	1,00	1,00	1,00	1,00
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρική	Ηλεκτρική	Ηλεκτρική	Ηλεκτρική
Μέση κατανάλωση ZNX (m3/έτος).	17,00	17,00	17,00	17,00
Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m2 K).	280,00	110,00	80,00	80,00
Θέρμανση	Τύπος B	Τύπος B	Τύπος B	Τύπος B
Ψύξη	Τύπος B	Τύπος B	Τύπος B	Τύπος B
Μπαλκονόπορτα	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4
Μήκος (m)	4,60	4,60	4,60	4,60
Πλάτος (m)	2,20	2,20	2,20	2,20
Επιφάνεια (m ²)	10,12	10,12	10,12	10,12
Παράθυρο Κουζίνας	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4
Μήκος (m)	0,90	0,90	0,90	0,90
Πλάτος (m)	1,10	1,10	1,10	1,10
Επιφάνεια (m ²)	0,99	0,99	0,99	0,99
Παράθυρο Μπάνιου	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4
Μήκος (m)	0,90	0,90	0,90	0,90
Πλάτος (m)	0,90	0,90	0,90	0,90
Επιφάνεια (m ²)	0,81	0,81	0,81	0,81
Πόρτα	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4	Αεροστε- γανότητα 4
Μήκος (m)	0,90	0,90	0,90	0,90
Πλάτος (m)	2,20	2,20	2,20	2,20
Επιφάνεια (m ²)	1,98	1,98	1,98	1,98

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
ΣΥΝΤΗΣ (m ³ /h/m ²)	0,50	0,50	0,50	0,50
Συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων (m ²)	13,90	13,90	13,90	13,90
Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m ³ /h).	6,95	6,95	6,95	6,95
Νότιο Τοίχος				
Προσανατολισμός (deg)	180°	180°	180°	180°
Πλάτος (m)	5,70	5,63	5,90	6,15
Συνολικό Εμβαδό (m ²)	19,38	19,41	18,30	19,08
Εμβαδό Φερόντων Στοιχείων (Σκυροδέματος. Σιδήρου, Ξύλου)	4,01	1,50	1,45	1,48
Εμβαδό Στοιχείων Πλήρωσης	5,25	7,78	6,74	7,47
Εμβαδό Αδιαφανούς Επιφάνειας	9,26	9,29	8,18	8,96
Βόρειο Τοίχος				
Προσανατολισμός (deg)	0°	0°	0°	0°
Πλάτος (m)	5,70	5,63	5,90	6,15
Συνολικό Εμβαδό (m ²)	19,38	19,41	18,30	19,08
Εμβαδό Φερόντων Στοιχείων (Σκυροδέματος. Σιδήρου, Ξύλου) (m ²)	4,01	1,50	1,45	1,51
Εμβαδό Στοιχείων Πλήρωσης (m ²)	11,59	14,12	13,08	13,78
Εμβαδό Αδιαφανούς Επιφάνειας (m ²)	15,60	15,63	14,52	15,30
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Αδιαφανούς Στοιχείου	Βλέπε υπολογισμό U	Βλέπε υπολογισμό U	Βλέπε υπολογισμό U	Βλέπε υπολογισμό U
Συντελεστής Θερμοπερατότητας διαφανούς Στοιχείου	Βλέπε υπολογισμούς κατασκευαστή	Βλέπε υπολογισμούς κατασκευαστή	Βλέπε υπολογισμούς φορέα πιστοποίησης	Βλέπε υπολογισμούς φορέα πιστοποίησης
Ονομαστική θερμική ισχύς (kW)	3.2	3.2	3.2	3.2
SCOP	5,20	5,20	5,20	5,20
SCOPEΣ	4,84	4,84	4,84	4,84
Δίκτυο διανομής Ισχύς (kW).	3.2	3.2	3.2	3.2
Βαθμός Απόδοσης	1,00	1,00	1,00	1,00
Τερματικές μονάδες				
Βαθμός Απόδοσης	0.94	0.94	0.94	0.94
Ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW)	2.5	2.5	2.5	2.5
SEER	9,40	9,40	9,40	9,40
SEERES	5,64	5,64	5,64	5,64
Δίκτυο διανομής Ισχύς (kW).	2.5	2.5	2.5	2.5
Βαθμός Απόδοσης	1,00	1,00	1,00	1,00
Τερματικές μονάδες				
Βαθμός Απόδοσης	0.93	0.93	0.93	0.93
Φωτοβολταϊκά (ΦΒ)				
Τύπος	Μονο-κρυσταλλικό	Μονο-κρυσταλλικό	Μονο-κρυσταλλικό	Μονο-κρυσταλλικό
Συν. Α.	0,21	0,21	0,21	0,21

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Επιφάνεια (m ²)	6,52	6,52	6,52	6,52
Ισχύς (kW)	1,40	1,40	1,40	1,40
γ (deg)	180°	180°	180°	180°
β, (deg)	8,5°	8,5°	8,5°	8,5°
F _s	1,00	1,00	1,00	1,00
Σύνδεση	Με συμψηφισμό	Με συμψηφισμό	Με συμψηφισμό	Με συμψηφισμό
Σύστημα ZNX				
Παραγωγή				
Τύπος	Αντλία θερμότητας	Αντλία θερμότητας	Αντλία θερμότητας	Αντλία θερμότητας
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός
Ισχύς (kW)	1,35	1,35	1,35	1,35
Βαθμός Απόδοσης	3,70	3,70	3,70	3,70
Δίκτυο διανομής				
Ανακυκλοφορία	NAI	NAI	NAI	NAI
Χώρος διέλευσης	>20%	>20%	>20%	>20%
Βαθμός Απόδοσης	0,879	0,879	0,879	0,879
Ηλιακός συλλέκτης				
Τύπος	Κενού	Κενού	Κενού	Κενού
ZNX	NAI	NAI	NAI	NAI
Συν. α, Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ZNX	0,343	0,343	0,343	0,343
Επιφάνεια (m ²).	3,00	3,00	3,00	3,00
γ (deg)	180°	180°	180°	180°
β (deg)	15°	15°	15°	15°
F _s , Συντελεστής σκίασης	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 5.6: Μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της λειτουργικής ενέργειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια από το λογισμικό του KENAK (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

Τα αποτελέσματα (ετήσια λειτουργική ενέργεια/m²) και για τα τέσσερα σενάρια παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα, καθώς και η ετήσια λειτουργική ενέργεια για το σύνολο της τυποποιημένης τουριστικής μονάδας αλλά και η συνολική λειτουργική ενέργεια/m² στον κύκλο ζωής της. Ο κύκλος ζωής της θεωρείται ότι είναι 50 έτη, όπως αυτό τεκμηριώνεται στην ενότητα 1.1.3 για τα συμβατικής κατασκευής κτίρια αλλά και στη διεθνή βιβλιογραφία (Schwartz 2018, Dixit 2017, Ramesh 2010).

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ενέργεια Λειτουργίας/m ² (kWh/m ²)	7,60	7,90	6,40	9,00
Εμβαδόν (m ²)	36,48	35,16	40,12	31,44
Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας μονάδας (kWh)	277,25	277,73	256,77	282,98
LCA (έτη)	50,00	50,00	50,00	50,00
Ενέργεια Λειτουργίας στον LCA/m ² (kWh/m ²)	380,00	395,00	320,00	450,00
Συνολική Ενέργεια Λειτουργίας μονάδας στον LCA (kWh)	13.862,40	13.886,72	12.838,40	14.149,13

Πίνακας 5.7: Μεγέθη που λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της λειτουργικής ενέργειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια από το λογισμικό του KENAK (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

5.4 Υπολογισμός Κόστους

Στην ενότητα αυτή θα υπολογιστεί το κόστος των υλικών που χρησιμοποιούνται σε κάθε ένα σενάριο με σκοπό να βγουν χρήσιμα συμπεράσματα σε σχέση με την ΕΕ και την ενέργεια λειτουργίας. Θα πρέπει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι το κόστος αυτό αφορά τα υλικά και μόνο που αναφέρονται στους παραπάνω πίνακες και όχι το συνολικό κόστος (που περιλαμβάνει και υλικά τα οποία είναι κοινά και στα τέσσερα σενάρια). Το κόστος του καθενός υλικού λαμβάνεται από το ΦΕΚ Β'17446/19-05-2017 με τίτλο «Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων», ενώ για τα δασικά προϊόντα (ξύλεια, πριονίδια, κ.α.) λαμβάνεται από το ΦΕΚ Β'1475/27-04-2018, σημείο 2 με τίτλο «Πίνακας Διατίμησης Δασικών Προϊόντων, διαχειριστικού έτους 2018». Ο υπολογισμός γίνεται πολλαπλασιάζοντας το κόστος της εκάστοτε μονάδας μέτρησης (m², m³, kg) με τη συνολική ποσότητα, όπως αυτή έχει υπολογιστεί στον πίνακα 5.1 και τα αποτελέσματά της παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα (όπου Κόστος 1, Κόστος 2 και Κόστος 3 είναι τα επιμέρους κόστη, ανάλογα με το εάν η μονάδα τιμολόγησης είναι ανά επιφάνεια, όγκο ή βάρος).

Σενάριο 1										25.450,82 €
	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Βάρος (kg)	€/m ²	€/m ³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)	
Δάπεδο							1.558,90	1.479,21	1.168,89	4.207,00 €
Πλακίδιο-Κόλλα (m)	25,35	0,51	1.014	33,50			849,16	0,00	0,00	
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφοροποιητικού παράγοντα (m)	25,35	2,53	887		100,00		0,00	253,48	0,00	
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	25,35	2,53	101	28,00			709,74	0,00	0,00	
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	36,48	10,94	27.221		112,00		0,00	1.225,73	0,00	
			1.034			1,13	0,00	0,00	1.168,89	
Οροφή							12.480,80	977,66	584,44	14.042,91 €
Ασβεστοκονίαμα (m)	25,35	0,76	1.369	18,00			456,26	0,00	0,00	
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	36,48	5,47	13.611		112,00		0,00	612,86	0,00	
			517			1,13	0,00	0,00	584,44	
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	36,48	3,65	146	28,00			1.021,44	0,00	0,00	

	Επιφά- νεια (m²)	Όγκος (m³)	Βάρος (kgr)	€/m²	€/m³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)	
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα (m)	36,48	3,65	1.277		100,00		0,00	364,80	0,00	
Κεραμίδια (m)	36,48	0,73	1.459	22,70			828,10	0,00	0,00	
Φωτοβολταϊκά *	8,00			850,00			6.800,00			
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης **	2,50			1.350,00			3.375,00			
Τοιχοποιία							3.360,45	0,00	0,00	3.360,45 €
Ασβεστοκονίαμα (m)	56,28	1,69	3.039	18,00			1.012,97	0,00	0,00	
θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ (m)	29,39	8,82	7.574	48,53			1.426,46	0,00	0,00	
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	22,14	2,21	89	23,60			522,50	0,00	0,00	
Ασβεστοκονίαμα (m)	22,14	0,66	1.196	18,00			398,52	0,00	0,00	
Φέρων Οργανισμός							164,83	206,30	0,00	371,14 €
Ασβεστοκονίαμα (m)	2,72	0,08	147	18,00			48,96	0,00	0,00	
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	6,14	1,84	4.582		112,00		0,00	206,30	0,00	
						1,13	0,00	0,00	0,00	
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	2,72	0,27	11	24,60			66,91	0,00	0,00	
Ασβεστοκονίαμα (m)	2,72	0,08	147	18,00			48,96	0,00	0,00	
Ανοίγματα							3.469,33	0,00	0,00	3.469,33 €
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής		0,27	767							
Κουφώματα από ηλεκτροστατικά βαμμένο αλουμίνιο βάρους 12 - 24 kg/m2	1,5338			200,00			306,76	0,00	0,00	
Υαλόθυρες ανοιγόμενες, μονόφυλλες, χωρίς φεγγίτη	1,98			165,00			326,70	0,00	0,00	
Υαλόθυρες αλουμινίου συρόμενες δίφυλλες, με ή χωρίς σταθερό φύλλο	10,12			120,00			1.214,40	0,00	0,00	

	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Βάρος (kgr)	€/m ²	€/m ³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)
--	-----------------------------	-------------------------	-------------	------------------	------------------	------	--------------	--------------	--------------

Υαλοστάσια μονόφυλλα, ανοιγόμενα περί κατακόρυφο ή οριζόντιο άξονα	1,8			200,00			360,00	0,00	0,00	
Γυαλί	8,8524	0,14	358	142,50			1.261,47	0,00	0,00	
Σενάριο 2										30.056,72 €
	Επιφά- νεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Βάρος (kg)	€/m ²	€/m ³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)	
Δάπεδο							1.763,01	1.467,92	1.126,47	4.357,40 €
Πλακίδιο-Κόλλα (m)	28,67	0,57	1.147	33,50			960,34	0,00	0,00	
Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα (m)	28,67	2,87	1.003		100,00		0,00	286,67	0,00	
Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη (m)	28,67	2,87	115	28,00			802,67	0,00	0,00	
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%) (m)	35,16	10,55	26.234		112,00		0,00	1.181,25	0,00	
			997			1,13	0,00	0,00	1.126,47	
Οροφή							13.531,24	0,00	161,75	13.692,99 €
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	28,67	1,08	1.398	12,40			355,47	0,00	0,00	
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75- 100/40/06 και ορθοστάτες CW75- 100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.			32			5,00	0,00	0,00	161,75	
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	28,67	5,02	351	49,00			1.404,68	0,00	0,00	
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας	35,16	0,44	308	22,70			798,05	0,00	0,00	
Κεραμίδια (m)	35,16	0,70	844	22,70			798,05	0,00	0,00	
Φωτοβολταϊκά *	8,00			850,00			6.800,00			
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης **	2,50			1.350,00			3.375,00			
Τοιχοποιία							4.908,58	0,00	208,35	5.116,93 €
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	60,35	0,42	507	12,40			748,32	0,00	0,00	
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας (m)	29,68	0,37	482	31,50			935,07	0,00	0,00	

	Επιφά- νεια (m²)	Όγκος (m³)	Βάρος (kg)	€/m²	€/m³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)	
§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75- 100/40/06 και ορθοστάτες CW75- 100/50/06. § Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	0,00	0,01	42			5,00	0,00	0,00	208,35	
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	29,68	5,19	364	49,00			1.454,55	0,00	0,00	
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	29,68	1,11	779	50,40			1.496,11	0,00	0,00	
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	22,14	0,15	310	12,40			274,54	0,00	0,00	
Φέρον Οργανισμός							232,74	0,00	3.187,33	3.420,07 €
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	1,39	0,01	12	12,40			17,25	0,00	0,00	
Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας (m)	1,50375	0,02	23	31,50			47,37	0,00	0,00	
Ανοξείδωτος χάλυβας (m)		0,08	637			5,00	0,00	0,00	3.187,33	
Ορυκτοβάμβακας εσωτερικά του σκελετού	1,50375	0,24	17	49,00			73,68	0,00	0,00	
Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.	1,50375	0,05	37	50,40			75,79	0,00	0,00	
Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (m)	1,50375	0,01	12	12,40			18,65	0,00	0,00	
Ανοίγματα							3.469,33	0,00	0,00	
Εξηλασμένο αλουμίνιο εργοστασιακής βαφής		0,27	767							
Κουφώματα από ηλεκτροστατικά βαμμένο αλουμίνιο βάρους 12 - 24 kg/m2	1,5338			200,00			306,76	0,00	0,00	
Υαλόθυρες ανοιγόμενες, μονόφυλλες, χωρίς φεγγίτη	1,98			165,00			326,70	0,00	0,00	

	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Βάρος (kg)	€/m ²	€/m ³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)
Υαλόθυρες αλουμινίου συρόμενες δίφυλλες, με ή χωρίς σταθερό φύλλο	10,12			120,00			1.214,40	0,00	0,00
Υαλοστάσια μονόφυλλα, ανοιγόμενα περί κατακόρυφο ή οριζόντιο άξονα	1,8			200,00			360,00	0,00	0,00
Γυαλί	8,8524	0,14	358	142,50			1.261,47	0,00	0,00
Σενάριο 3									21.293,04 €
	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Βάρος (kg)	€/m ²	€/m ³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)
Δάπεδο							1.104,67	1.027,04	262,70
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	24,88	0,52	313	17,40			432,91	0,00	0,00
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	24,88	1,24	87		67,50		0,00	83,97	0,00
Διογκωμένος περλίτης (σελ. 57)	24,88	2,49	224	27,00			671,76	0,00	0,00
Λιθοδομή	17,76	8,88	23.088		78,00		0,00	692,64	0,00
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	22,36	2,24	6.118		112,00		0,00	250,43	0,00
			232			1,13	0,00	0,00	262,70
Οροφή							13.961,56	0,00	0,00
Ραμποτέ από πεύκη (m)	24,88	0,52	313	6,80			169,18	0,00	0,00
Ορυκτοβάμβακας (m)	24,88	2,74	192	28,00			696,64	0,00	0,00
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)-OSB 2,2cm (m)	40,12	0,88	221	16,80			674,02	0,00	0,00
Κεραμίδια (m)	40,12	0,80	1.605	56,00			2.246,72	0,00	0,00
Φωτοβολταϊκά *	8,00			850,00			6.800,00		
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης **	2,50			1.350,00			3.375,00		
Τοιχοποιία							0,00	527,94	0,00
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)		7,90	4.738		63,37		0,00	500,38	0,00
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		2,63	790		0,00		0,00	0,00	0,00
Κυτταρίνη (ινώδης) (m)		1,98	59		13,91		0,00	27,56	0,00
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		2,63	790		0,00		0,00	0,00	0,00
Φέρον Οργανισμός							0,00	1.288,14	0,00
									1.288,14 €

	Επιφά- νεια (m²)	Όγκος (m³)	Βάρος (kg)	€/m²	€/m³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)	
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)		0,58	347		63,37		0,00	36,64	0,00	
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		0,29	87		0,00		0,00	0,00	0,00	
Οξιά (m)		3,17	2.535		395,00		0,00	1.251,50	0,00	
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		0,29	87		0,00		0,00	0,00	0,00	
Ανοίγματα							3.120,99	0,00	0,00	3.120,99 €
Τρικολητό ξύλο		0,73	476							
Υαλοστάσια περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα, μονόφυλλα ή πολύφυλλα, με κάσσα 9x9 cm	1,8			123,00			221,40	0,00	0,00	
Υαλοστάσια ξύλινα συρόμενα	10,12			129,00			1.305,48	0,00	0,00	
Θύρες εξωτερικές ταμπλαδοτές	1,98			168,00			332,64	0,00	0,00	
Γυαλί	8,8524	0,14	358	142,50			1.261,47	0,00	0,00	
Σενάριο 4										19.721,78 €
	Επιφά- νεια (m²)	Όγκος (m³)	Βάρος (kg)	€/m²	€/m³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)	
Δάπεδο							855,26	655,41	159,81	1.670,48 €
Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm	19,26	0,44	263	17,40			335,17	0,00	0,00	
Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα	19,26	2,08	188		67,50		0,00	140,69	0,00	
Διογκωμένος περλίτης (σελ. 57)	19,26	2,08	146	27,00			520,09	0,00	0,00	
Λιθοδομή	16,48	2,08	188		78,00		0,00	162,57	0,00	
Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)	14,96	3,14	3.722		112,00		0,00	352,16	0,00	
			141			1,13	0,00	0,00	159,81	
Οροφή							13.134,35	0,00	0,00	13.134,35 €
Ραμποτέ από πεύκη (m)	19,26	0,40	243	6,80			130,99	0,00	0,00	
Ορυκτοβάμβακας (m)	19,26	2,12	148	28,00			539,35	0,00	0,00	
Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)- OSB 2,2cm (m)	31,44	0,69	173	16,80			528,23	0,00	0,00	
Κεραμίδια (m)	31,44	0,63	1.258	56,00			1.760,78	0,00	0,00	
Φωτοβολταϊκά *	8,00			850,00			6.800,00			

	Επιφάνεια (m ²)	Όγκος (m ³)	Βάρος (kg)	€/m ²	€/m ³	€/kg	Κόστος 1 (€)	Κόστος 2 (€)	Κόστος 3 (€)
Ηλιοθερμικός Συλλέκτης **	2,50			1.350,00			3.375,00		
Τοιχοποιία							0,00	506,50	0,00
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)		7,53	4.516		63,37		0,00	476,93	0,00
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		2,51	753		0,00		0,00	0,00	0,00
Κυτταρίνη (ινώδης) (m)		2,13	64		13,91		0,00	29,57	0,00
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		2,51	753		0,00		0,00	0,00	0,00
Φέρον Οργανισμός							0,00	1.289,47	0,00
Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.) (m)		0,60	359		63,37		0,00	37,97	0,00
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		0,30	90		0,00		0,00	0,00	0,00
Οξιά (m)		3,17	2.535		395,00		0,00	1.251,50	0,00
Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου (m)		0,30	90		0,00		0,00	0,00	0,00
Ανοίγματα							3.120,99	0,00	0,00
Τρικολητό ξύλο		0,73	476						
Υαλοστάσια περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα, μονόφυλλα ή πολύφυλλα, με κάσσα 9x9 cm	1,80			123,00			221,40	0,00	0,00
Υαλοστάσια ξύλινα συρόμενα	10,12			129,00			1.305,48	0,00	0,00
Θύρες εξωτερικές ταμπλαδοτές	1,98			168,00			332,64	0,00	0,00
Γυαλί	8,8524	0,14	358	142,50			1.261,47	0,00	0,00

Πίνακας 5.8: Κόστος υλικών για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία)

* το κόστος δίνεται ανά μονάδα, ο κύκλος ζωής του φωτοβολταϊκού δίνεται από τον κατασκευαστή του και είναι 25 χρόνια, οπότε στον υπό εξέταση 50ετή κύκλο ζωής υπολογίζονται τα σχετικά μεγέθη επί 2.

** το κόστος δίνεται ανά μονάδα, ο κύκλος ζωής του ηλιοθερμικού συλλέκτη με γυάλινους σωλήνες αναφέρεται ότι είναι 20 χρόνια (Laborderie et al 2011, Stucki and Jungbluth, 2012), οπότε στον υπό εξέταση 50ετή κύκλο ζωής υπολογίζονται τα σχετικά μεγέθη επί 2,5.

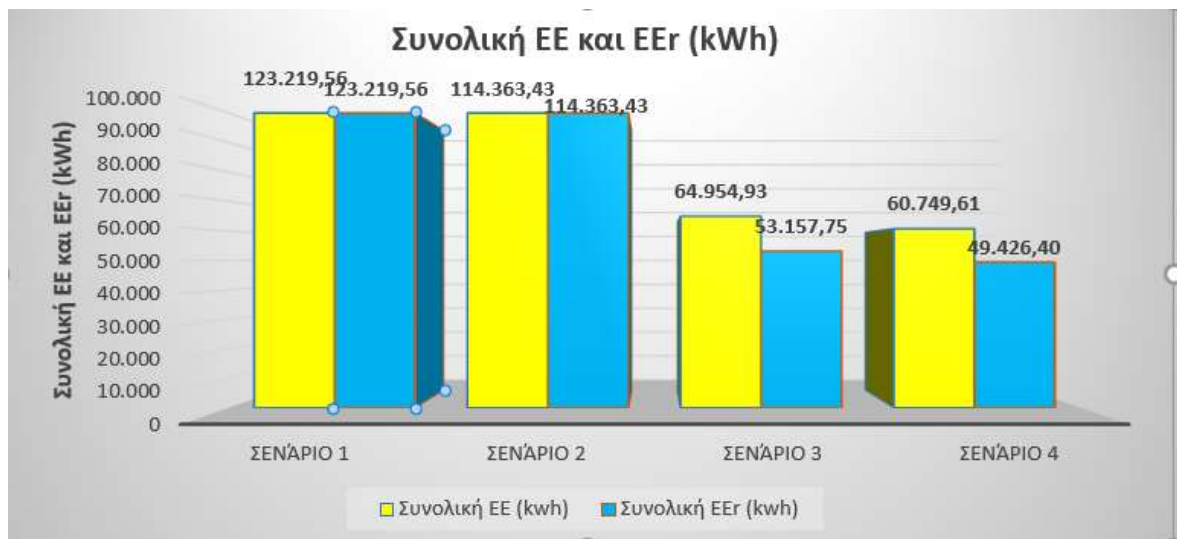
Στο επόμενο κεφάλαιο θα συνοψιστούν τα προαναφερθέντα αποτελέσματα και θα συγκριθούν προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα.

6. Παρουσίαση και Ανάλυση αποτελεσμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν υπό τη μορφή συνοπτικών πινάκων και γραφημάτων τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τους υπολογισμούς και τις προσομοιώσεις του Κεφαλαίου 5 και θα υπολογιστούν χρήσιμες παράμετροι, προκειμένου να εξαχθούν ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

6.1 ΕΕ: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η συνολική ΕΕ και ΕΕr για κάθε ένα σενάριο.



Σχήμα 6.1: Συνολική ΕΕ και ΕΕr για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτει ότι το Σενάριο 4 διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ (60.749,61kWh) (και ΕΕr 49.426,40kWh), ακολουθούμενο από το Σενάριο 3 με 64.954,93kWh (53.157,75kWh), το Σενάριο 2 με 114.363,43kWh (ίδια και στις δυο περιπτώσεις) και το Σενάριο 1 με 123.219,56kWh (ίδια και στις δυο περιπτώσεις). Μάλιστα, η ποσοστιαία διαφορά της ΕΕ μεταξύ του σεναρίου 4 και Σεναρίου 1 ανέρχεται σε **102,83%**, ενώ η ποσοστιαία διαφορά της ΕΕr μεταξύ του Σεναρίου 4 και του Σεναρίου 1 ανέρχεται σε **149,30%**, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, τεκμηριώνοντας την αρχική υπόθεση ότι η μινιμαλιστική οικολογική σχεδίαση θα έχει πολύ χαμηλότερη ΕΕ

Διπλωματική Εργασία 128

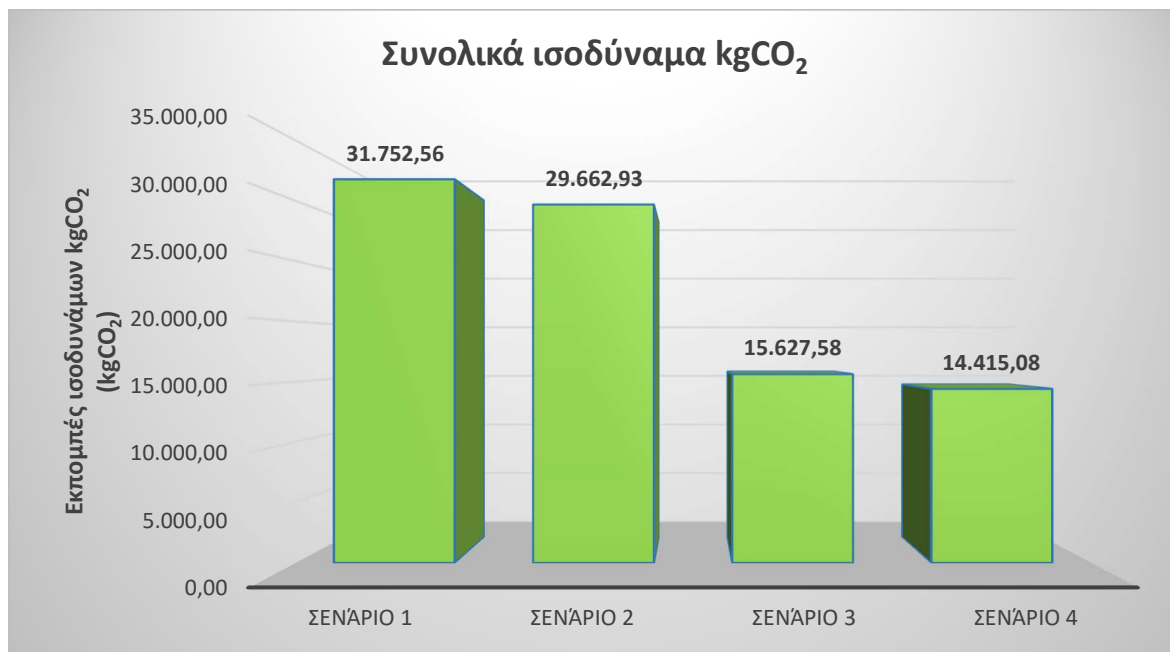
(και EEr). Αλλά και το Σενάριο 4 να συγκρίνει κανείς με το Σενάριο 3, θα βρει μια διαφορά της τάξεως του 6,92% (ή 7,55% για την EEr), η οποία οφείλεται στη μινιμαλιστική σχεδίαση και μόνο (χρησιμοποιούν τα ίδια υλικά).

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Συνολική EE (kwh)	123.219,56	114.363,43	64.954,93	60.749,61
Ποσοστιαία διαφορά EE από το βέλτιστο σενάριο	102,83%	88,25%	6,92%	0,00%
Συνολική EEr (kwh)	123.219,56	114.363,43	53.157,75	49.426,40
Ποσοστιαία διαφορά EEr από το βέλτιστο σενάριο	149,30%	131,38%	7,55%	0,00%

Πίνακας 6.1: Συνολική EE και EEr για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Τα προαναφερθέντα συμπεράσματα είναι εξαιρετικά σημαντικά για το ενεργειακό αποτύπωμα της τουριστικής μονάδας, αφού εκφράζουν την EE (και την EEr) που απαιτείται ανά δίκλινη μονάδα φιλοξενίας (ή ανά χρήστη εάν διαιρεθεί με το 2).

Στο ίδιο, με προηγούμενος, συμπέρασμα καταλήγει κανείς εξετάζοντας το παρακάτω γράφημα στο οποίο παρουσιάζονται οι εκπομπές σε συνολικά ισοδύναμα kgCO₂ για κάθε ένα σενάριο.



Σχήμα 6.2: Συνολικά ισοδύναμα kgCO₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

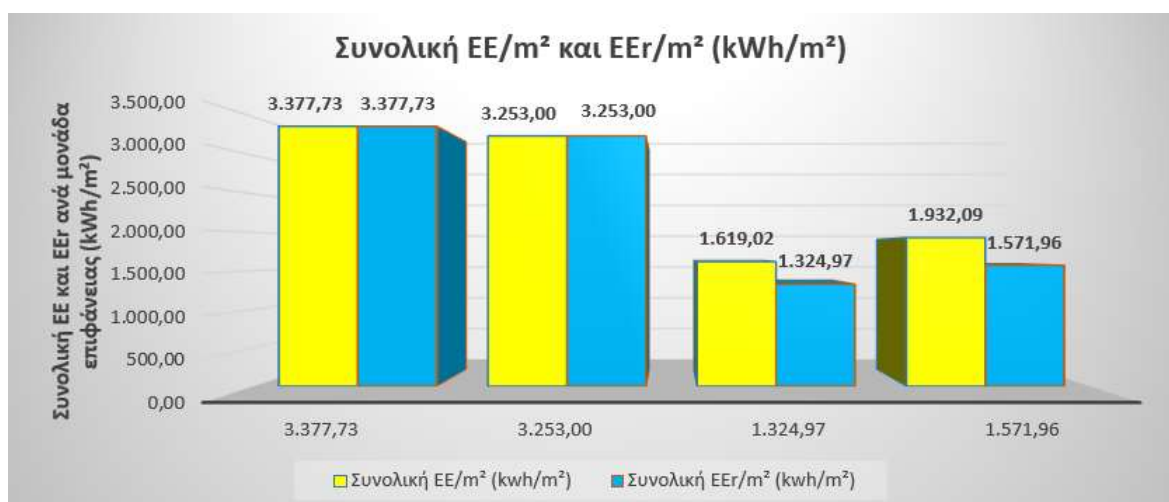
Μάλιστα, η ποσοστιαία διαφορά των συνολικών εκπομπών της ΕΕ μεταξύ του Σεναρίου 4 (14.415,08kgCO₂) και Σεναρίου 1 (31.752,56kgCO₂) ανέρχεται σε **120,27%**, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, αναδεικνύοντας τη σημασία της μινιμαλιστικής οικολογικής σχεδίασης. Η διαφορά μεταξύ Σεναρίου 4 και Σεναρίου 3 (15.627,58kgCO₂) είναι 8,41% και οφείλεται καθαρά στη μινιμαλιστική σχεδίαση, ενώ και η διαφορά μεταξύ Σεναρίου 4 και Σεναρίου 2 (29.662,93kgCO₂) είναι 105,78%).

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Συνολικά ισοδύναμα kgCO ₂	31.752,56	29.662,93	15.627,58	14.415,08
Ποσοστιαία διαφορά ισοδύναμων kgCO ₂ από το βέλτιστο σενάριο	120,27%	105,78%	8,41%	0,00%

Πίνακας 6.2: Συνολικά ισοδύναμα kgCO₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι το Σενάριο 4 διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ και ΕΕr ανά χρήση και χρήστη καθώς και ότι είναι το φιλικότερο προς το περιβάλλον (χαμηλότερες εκπομπές kgCO₂) ανά χρήση και χρήστη.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει να εξετάσει κανείς τα παραπάνω μεγέθη ανά m², αφού η επιφάνεια σε κάθε ένα σενάριο μεταβάλλεται, έστω και μερικώς.



Σχήμα 6.3: Συνολική ΕΕ/m² και ΕΕr/m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτει ότι το Σενάριο 3 διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ/m² με 1.619,02 kwh/m² (και ΕΕr/m² 1.324,97kwh/m²), ακολουθούμενο από το Σενάριο 4 με 1.932,09kwh/m² (1.571,96kwh/m²), το Σενάριο 2 με 3.253,00kwh/m² (και στις δυο περιπτώσεις) και το Σενάριο 1 με 3.377,73 kwh/m² (και στις δυο περιπτώσεις). Μάλιστα, η ποσοστιαία διαφορά της ΕΕ/m² μεταξύ του σεναρίου 3 και Σεναρίου 1 ανέρχεται σε **108,63%**, ενώ η ποσοστιαία διαφορά της ΕΕr/m² μεταξύ του Σεναρίου 3 και του Σεναρίου 1 ανέρχεται σε **154,93%**, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, αναδεικνύοντας τη σημασία της χρήσης οικολογικών υλικών σε σχέση με τα συμβατικά.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Συνολική ΕΕ/m ² (kwh/m ²)	3.377,73	3.253,00	1.619,02	1.932,09
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕ/m ² από το βέλτιστο σενάριο	108,63%	100,92%	0,00%	19,34%
Συνολική ΕΕr/m ² (kwh/m ²)	3.377,73	3.253,00	1.324,97	1.571,96
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕr/m ² από το βέλτιστο σενάριο	154,93%	145,52%	0,00%	18,64%

Πίνακας 6.3: Συνολική ΕΕ/m² και ΕΕr/m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Στο ίδιο, με προηγούμενως, συμπέρασμα καταλήγει κανείς εξετάζοντας το παρακάτω γράφημα στο οποίο παρουσιάζονται οι συνολικά εκπομπές της ΕΕ σε ισοδύναμα kgCO₂/m² για κάθε ένα σενάριο.



Σχήμα 6.4: Συνολικά ισοδύναμα kgCO₂/m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι το Σενάριο 3 διαθέτει χαμηλότερες εκπομπές ισοδυνάμων kgCO_2/m^2 της ΕΕ (**389,52 KgCO_2/m^2**), ακολουθούμενο από το Σενάριο 4 με 458,46 KgCO_2/m^2 (διαφορά 17,7%) και από το Σενάριο 2 με (**843,75 KgCO_2/m^2** (διαφορά 116,61%) και κατά συνέπεια είναι το φιλικότερο προς το περιβάλλον και κατά συνέπεια είναι η καλύτερη επιλογή εφόσον το κριτήριο είναι οι περιβαλλοντικές συνέπειες ανά διαθέσιμο χώρο/άνεση.

Μάλιστα, η ποσοστιαία διαφορά της ΕΕ μεταξύ του Σεναρίου 3 και Σεναρίου 1 (870,41 KgCO_2/m^2) ανέρχεται σε 123,46%, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, αποδεικνύοντας τη φιλικότητα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στο Σενάριο 3 σε σχέση τα συμβατικά του Σεναρίου 1

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Συνολικά ισοδύναμα KgCO_2/m^2	870,41	843,75	389,52	458,46
Ποσοστιαία διαφορά ισοδυνάμων kgCO_2/m^2 από το βέλτιστο σενάριο	123,46%	116,61%	0,00%	17,70%

Πίνακας 6.4: Συνολικά ισοδύναμα kgCO_2/m^2 για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια και ποσοστιαία διαφορά από το βέλτιστο σενάριο (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Αξιοσημείωτο είναι εδώ πως με την αναγωγή των παραπάνω μεγεθών στην επιφάνεια της θερμαινόμενης ζώνης, αναδεικνύεται το Σενάριο 3, σε σχέση με προηγούμενως, που με τις απόλυτες τιμές και την αναγωγή στο χρήστη αναδεικνυόταν το Σενάριο 4. Αυτό γίνεται γιατί, καθώς το Σενάριο 4 έχει μικρότερη επιφάνεια από το Σενάριο 3, η ενσωματωμένη ενέργεια, του Σεναρίου 3,θα δίνει καλύτερο αποτέλεσμα όταν ανάγεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια. Συνεπώς, ο δείκτης της κατανάλωσης ενέργειας ή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά μονάδα επιφάνειας δεν είναι αρκετός για την περιγραφή/αξιολόγηση ενός συστήματος και θα πρέπει να συμπληρώνεται και με τον δείκτη κατανάλωσης ενέργειας ή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά χρήστη, προκειμένου, να εξαχθούν ορθολογικά συμπεράσματα σε πιο σύνθετες περιπτώσεις.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα πληροφορία που μπορεί κανείς να εξάγει είναι η ΕΕ ανά δομικό στοιχείο και ως ποσοστό του συνόλου, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
ΕΕ Δαπέδου (kwh)	19.562,09	19.606,96	12.737,60	10.748,47
Ποσοστό ΕΕ Δαπέδου/Συνολική ΕΕ	15,88%	17,14%	19,61%	17,69%
ΕΕ Οροφής (kwh)	41.921,38	37.247,46	31.591,66	29.814,18
Ποσοστό ΕΕ Οροφής/Συνολική ΕΕ	34,02%	32,57%	48,64%	49,08%
ΕΕ Τοιχοποιίας (kwh)	15.349,10	4.191,08	9.939,91	9.474,52
Ποσοστό ΕΕ Τοιχοποιίας/Συνολική ΕΕ	12,46%	3,66%	15,30%	15,60%
ΕΕ Φέροντος Οργανισμού (kwh)	3.276,37	10.207,30	8.057,18	8.083,86
Ποσοστό ΕΕ Φέροντος Οργανισμού/Συνολική ΕΕ	2,66%	8,93%	12,40%	13,31%
ΕΕ Ανοιγμάτων (kwh)	43.110,62	43.110,62	2.628,58	2.628,58
Ποσοστό ΕΕ Ανοιγμάτων/Συνολική ΕΕ	34,99%	37,70%	4,05%	4,33%
Συνολική ΕΕ (kwh)	123.219,56	114.363,43	64.954,93	60.749,61
Συνολική ΕΕ χωρίς ανοίγματα (kwh)	80.108,94	71.252,81	62.326,35	58.121,03
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕ χωρίς ανοίγματα από το βέλτιστο σενάριο	37,83%	22,59%	7,24%	0,00%

Πίνακας 6.5: ΕΕ ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η μινιμαλιστική οικολογική σχεδίαση (**Σενάριο 4**) διαθέτει την **καλύτερη (μικρότερη) ΕΕ Δαπέδου (10.748,47kWh) και Οροφής (29.814,18kWh)**.

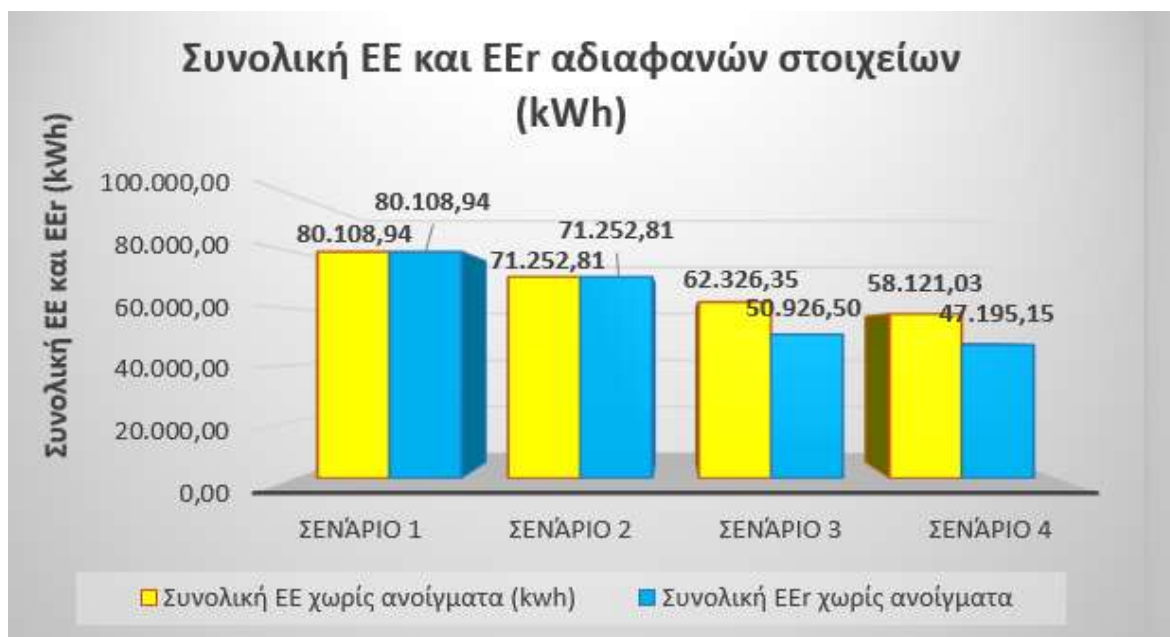
Η **σύμμικτη** κατασκευή (Σενάριο 2) διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ στην **τοιχοποιία** της (**4.191,08kWh**).

Η **συμβατική** κατασκευή (Σενάριο 1) διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ στον **φέροντα οργανισμό** της (**3.276,37kWh**).

Το ποσοστό της ΕΕ των Ανοιγμάτων προς τη συνολική είναι εξαιρετικά μεγάλο στα Σενάρια 1 και 2 (**34,99% και 37,70%**, αντίστοιχα), τα οποία χρησιμοποιούν αλουμίνιο, ενώ είναι λογικό στα Σενάρια 3 και 4 που χρησιμοποιούν τρικολητή ξυλεία. Η διαφορά αυτή οφείλεται στον πολλαπλασιαστή της ΕΕ και του βάρους¹³ του αλουμινίου σε σχέση με τα αντίστοιχα του ξύλου (και ο οποίος είναι για 1 m³ κουφώματος/πλαισίου ανοίγματος: $2.800/650 \cdot 214/12 = 76,82$)

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η ΕΕ και η ΕΕr και τα τέσσερα σενάρια εξαιρουμένης της ΕΕ των ανοιγμάτων (ΕΕ και ΕΕr αδιαφανών στοιχείων).

¹³ καθαρό νόμμερο
Διπλωματική Εργασία



Σχήμα 6.5: Συνολική ΕΕ και ΕΕr των αδιαφανών στοιχείων για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια
(Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Συνεπώς, εξαιρουμένης της ΕΕ των ανοιγμάτων, το **Σενάριο 4** διαθέτει και πάλι τη **μικρότερη** ΕΕ (**58.121,03kWh**), ακολουθούμενο από το Σενάριο 3 (62.326,35kWh) με 7,24% μεγαλύτερη ΕΕ, ενώ το Σενάριο 1 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ΕΕ (80.108,94kWh), λόγω της χρήσης του οπλισμένου σκυροδέματος και είναι κατά **37,83%** μεγαλύτερη από το Σενάριο 4. Το Σενάριο 2 διαθέτει ΕΕ 71.252,81 kWh ή 22,59% μεγαλύτερη από το Σενάριο 4.

Τα παραπάνω συμπεράσματα είναι εξαιρετικά σημαντικά, αφού με τον τρόπο αυτό μπορεί να αξιολογήσει κανείς την υπό μελέτη κατασκευή και να οδηγηθεί σε επιμέρους βελτιστοποιήσεις των δομικών στοιχείων της.

Στα ίδια σχεδόν συμπεράσματα καταλήγει κανείς εάν λάβει υπόψη του την ΕΕr που είναι αποθηκευμένη στα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται, με τη γενική επισήμανση ότι στα Σενάρια 4 και 3 μειώνεται περαιτέρω η ΕΕr, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα και στο Σχήμα 6.5.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
ΕΕr Δαπέδου (kWh)	19.562,09	19.606,96	12.432,82	10.512,51
Ποσοστό ΕΕ Δαπέδου/Συνολική ΕΕ	15,88%	17,14%	23,39%	21,27%

ΕΕr Οροφής (kwh)	41.921,38	37.247,46	30.864,29	29.247,60
Ποσοστό ΕΕ Οροφής/Συνολική ΕΕ	34,02%	32,57%	58,06%	59,17%
ΕΕr Τοιχοποιίας (kwh)	15.349,10	4.191,08	4.412,63	4.206,29
Ποσοστό Τοιχοποιίας	12,46%	3,66%	8,30%	8,51%
ΕΕr Φέροντος Οργανισμού (kwh)	3.276,37	10.207,30	3.216,76	3.228,75
Ποσοστό Φέροντος Οργανισμού	2,66%	8,93%	6,05%	6,53%
ΕΕr Ανοιγμάτων (kwh)	43.110,62	43.110,62	2.231,25	2.231,25
Ποσοστό Ανοιγμάτων	34,99%	37,70%	4,20%	4,51%
Συνολική ΕΕr (kwh)	123.219,56	114.363,43	53.157,75	49.426,40
Συνολική ΕΕr χωρίς ανοίγματα (kwh)	80.108,94	71.252,81	50.926,50	47.195,15
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕr χωρίς ανοίγματα από το βέλτιστο σενάριο	69,74%	50,97%	7,91%	0,00%

Πίνακας 6.6: ΕΕr ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η μινιμαλιστική οικολογική σχεδίαση (**Σενάριο 4**) διαθέτει την **καλύτερη (μικρότερη) ΕΕr Δαπέδου (10.512,51kWh) και Οροφής (29.247,60kWh)**.

Η **σύμμικτη** κατασκευή (Σενάριο 2) εξακολουθεί να διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕr στην **τοιχοποιία** της (4.191,08kWh), **αλλά πλέον με εξαιρετικά μικρή διαφορά από τα Σενάρια 4 και 3** (4.206,29kWh και 4.412,63 kWh, αντίστοιχα).

Η **συμβατική** κατασκευή (Σενάριο 1) **παύει να διαθέτει** τη χαμηλότερη ΕΕr στον **φέροντα οργανισμό** της (3.276,37kWh), **δίνοντας τη θέση της στο Σενάριο 3** (3.216,76kWh), το οποίο ακολουθείται από το Σενάριο 4 (3.228,75kWh).

Το ποσοστό της ΕΕr των Ανοιγμάτων προς τη συνολική εξακολουθεί να είναι εξαιρετικά μεγάλο όπως προαναφέρθηκε. Ωστόσο, η διαφορά αυτή γίνεται ακόμη μεγαλύτερη λόγω του υπολογισμού και της αποθηκευμένης ενέργειας (πλέον ο πολλαπλασιαστής για 1 μ³ κουφώματος/πλαισίου ανοίγματος γίνεται: $2.800/650 \cdot 214/7,1 = 129,83$)¹⁴.

Εάν εξετάσει κανείς τα αντίστοιχα μεγέθη για την ΕΕr (είτε από τον Πίνακα 6.6 είτε από το Σχέδιο 6.5), θα έχει ότι το **Σενάριο 4** διαθέτει και πάλι τη **μικρότερη ΕΕr (47.195,15kWh)**, ακολουθούμενο από το Σενάριο 3 με 50.926,50kWh (7,91% μεγαλύτερη από το Σενάριο 4), ενώ το Σενάριο 1 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ΕΕr με 80.108,94kWh

¹⁴ καθαρό νούμερο
Διπλωματική Εργασία

(69,74% μεγαλύτερη από το Σενάριο 4),. Το Σενάριο 2 διαθέτει EEr 71.252,81 kWh ή 50,97% μεγαλύτερη από το Σενάριο 4.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συνολικές εκπομπές ισοδύναμων kgCO₂ καθώς και των επιμέρους δομικών στοιχείων και οι οποίες δεν διαφοροποιούνται από τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τον Πίνακα 6.5 (επισημαίνεται ότι δεν λήφθηκε υπόψη η αποθηκευμένη ενέργεια στα δομικά στοιχεία).

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
KgCO ₂ Δαπέδου	7.531,57	7.411,75	3.618,36	2.925,61
Ποσοστό Δαπέδου/Συνολική	23,72%	24,99%	23,15%	20,30%
KgCO ₂ Οροφής	9.997,50	8.120,69	6.165,14	5.770,55
Ποσοστό Οροφής/Συνολική	31,49%	27,38%	39,45%	40,03%
KgCO ₂ Τοιχοποιίας	3.891,94	1.107,10	2.833,72	2.700,98
Ποσοστό Τοιχοποιίας/Συνολική	12,26%	3,73%	18,13%	18,74%
KgCO ₂ Φέροντος Οργανισμού	1.272,63	3.964,48	2.414,01	2.421,60
Ποσοστό Φέροντος Οργανισμού/Συνολική	4,01%	13,37%	15,45%	16,80%
KgCO ₂ Ανοιγμάτων	9.058,91	9.058,91	596,34	596,34
Ποσοστό Ανοιγμάτων/Συνολική	28,53%	30,54%	3,82%	4,14%
Συνολικά ισοδύναμα KgCO₂	31.752,56	29.662,93	15.627,58	14.415,08
Συνολικά ισοδύναμα KgCO₂ χωρίς ανοίγματα	22.693,65	20.604,02	15.031,23	13.818,74
Ποσοστιαία διαφορά EEr χωρίς ανοίγματα από το βέλτιστο σενάριο	64,22%	49,10%	8,77%	0,00%

Πίνακας 6.7: Ισοδύναμα kgCO₂ ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η μινιμαλιστική οικολογική σχεδίαση (**Σενάριο 4**) διαθέτει τα λιγότερα **ισοδύναμα kgCO₂ για το Δάπεδο** (2.925,61kgCO₂) και **την Οροφή** (5.770,55kgCO₂).

Η **σύμμικτη** κατασκευή (Σενάριο 2) διαθέτει τα λιγότερα ισοδύναμα kgCO₂ στην **τοιχοποιία** της (1.107,10kgCO₂).

Στον **φέροντα οργανισμό**, η **συμβατική** κατασκευή (Σενάριο 1) διαθέτει τα λιγότερα ισοδύναμα kgCO₂ (1.272,63kgCO₂).

Στα ανοίγματα, η διαφορά στα ισοδύναμα kgCO_2 μεταξύ των Σεναρίων 1 και 2 και των Σεναρίων 3 και 4 εξακολουθεί να είναι μεγάλη αλλά ο λόγος έχει μειωθεί από 16,40 που είναι στην ΕΕ σε 15,19 στα ισοδύναμα kgCO_2 .

Εξαιρουμένης της ΕΕ των ανοιγμάτων, το **Σενάριο 4** διαθέτει και πάλι τα λιγότερα στα ισοδύναμα kgCO_2 (13.818,74 kgCO_2), ακολουθούμενο από το Σενάριο 3 με διαφορά 8,77%, ενώ έχει διαφορά **64,22%** από το **Σενάριο 1** (22.693,65 kgCO_2)

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζονται οι εκπομπές της ΕΕ και της ΕΕr σε ισοδύναμα KgCO_2 και για τα τέσσερα σενάρια εξαιρουμένης της ΕΕ των ανοιγμάτων (ισοδύναμα KgCO_2 εκπομπών για ΕΕ και ΕΕr αδιαφανών στοιχείων).



Σχήμα 6.6: Συνολικές εκπομπές της ΕΕ και της ΕΕr των αδιαφανών στοιχείων σε ισοδύναμα KgCO_2 για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Εξαιρώντας τις εκπομπές της ΕΕ των ανοιγμάτων, οι εκπομπές της ΕΕ των αδιαφανών στοιχείων ανέρχεται για το Σενάριο 4 σε 13.818,74 ισοδύναμα KgCO_2 , για το Σενάριο 3 ανέρχεται σε 15.031,23 ισοδύναμα KgCO_2 (ή 8,77% περισσότερο), για το Σενάριο 2 ανέρχεται σε 20.604,02 ισοδύναμα KgCO_2 (ή 49,10% περισσότερο) και για το Σενάριο 1 ανέρχεται σε 22.693,65 ισοδύναμα KgCO_2 (ή 64,22% περισσότερο), αποτέλεσμα το οποίο επιβεβαιώνει για άλλη μια φορά αυτό που έχει ήδη αναφερθεί για τη σημασία της Διπλωματικής Εργασία

μινιμαλιστικής οικολογικής σχεδίασης. (η διαφορά μεταξύ Σεναρίου 4 και Σεναρίου 3 είναι 8,77% και οφείλεται καθαρά στη μινιμαλιστική σχεδίαση).

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, μια άλλη εξίσου σημαντική παράμετρος για τη σχεδίαση και τη βελτιστοποίηση μιας κατασκευής είναι τα προαναφερθέντα μεγέθη προς την μονάδα επιφάνειας (m^2), αφού με τον τρόπο αυτό μπορούν να παραχθούν πιο αντικειμενικά συμπεράσματα (δηλαδή ανεξάρτητα του εμβαδού της κατασκευής). Έτσι, στους επόμενους τρεις πίνακες θα υπολογιστούν τα μεγέθη αυτά ανά m^2 και θα εξαχθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
ΕΕ Δαπέδου/ m^2 (kWh/m^2)	536,24	557,71	317,49	341,85
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕ Δαπέδου/ m^2 από το βέλτιστο σενάριο	68,90%	75,66%	0,00%	7,67%
ΕΕ Οροφής/ m^2 (kWh/m^2)	1.149,16	1.059,48	787,43	948,21
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕ Οροφής/ m^2 από το βέλτιστο σενάριο	45,94%	34,55%	0,00%	20,42%
ΕΕ Τοιχοποιίας/ m^2 (kWh/m^2)	2.923,64	538,53	1.475,55	1.267,60
Ποσοστιαία διαφορά Τοιχοποιίας/ m^2 από το βέλτιστο σενάριο	442,90%	0,00%	174,00%	135,38%
ΕΕ Φέροντος Οργανισμού/ m^2 (kWh/m^2)	817,05	6.787,90	5.574,36	5.451,39
Ποσοστιαία διαφορά Φέροντος Οργανισμού/ m^2 από το βέλτιστο σενάριο	0,00%	730,78%	582,25%	567,20%
ΕΕ Ανοιγμάτων/ m^2 (kWh/m^2)	3.101,48	3.101,48	189,11	189,11
Ποσοστιαία διαφορά Ανοιγμάτων/ m^2 από το βέλτιστο σενάριο	1540,07%	1540,07%	0,00%	0,00%
Συνολική ΕΕ/m^2 (kWh/m^2)	3.377,73	3.253,00	1.619,02	1.932,09
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕ/m^2 από το βέλτιστο σενάριο	108,63%	100,92%	0,00%	19,34%
Συνολική ΕΕ χωρίς ανοίγματα	2.195,97	2.026,75	1.553,50	1.848,49
Ποσοστιαία διαφορά ΕΕ χωρίς ανοίγματα/m^2 από το βέλτιστο σενάριο	41,36%	30,46%	0,00%	18,99%

Πίνακας 6.8: ΕΕ/ m^2 κάτοψης ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια
(Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το **σενάριο 3** διαθέτει την **μικρότερη ΕΕ Δαπέδου/ mm^2** , ($317,49\text{kWh}/\text{m}^2$) και **ΕΕ Οροφής/ m^2** ($787,43\text{kWh}/\text{m}^2$).

Η **σύμμικτη** κατασκευή (Σενάριο 2) εξακολουθεί να διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ/ mm^2 στην **τοιχοποιία** της ($538,53\text{kWh}/\text{m}^2$)..

Η **συμβατική** κατασκευή (Σενάριο 1) εξακολουθεί να διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ/ mm^2 στον **φέροντα οργανισμό** της ($817,05\text{kWh}/\text{m}^2$).

Η διαφορά στη EE/m^2 των ανοιγμάτων είναι πολύ μεγάλη (κατά έναν συντελεστή 16,4), λόγω της χρήσης του αλουμινίου.

Εξαιρουμένης της EE/m^2 των ανοιγμάτων, το **Σενάριο 3** διαθέτει και πάλι τη **χαμηλότερη** EE (1.553,50kWh/m²), **ακολουθούμενο από το Σενάριο 4** (1.848,49kWh/m²) με διαφορά **18,99%**, ενώ με το Σενάριο 1 έχει διαφορά **41,36%** (2.195,97kWh/m).

Στα ίδια σχεδόν συμπεράσματα καταλήγει κανείς εάν λάβει υπόψη του και την E_{Er} που είναι αποθηκευμένη στα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται, με τη γενική επισήμανση ότι στα Σενάρια 4 και 3 μειώνεται περαιτέρω η E_{Er} , όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
E_{Er} Δαπέδου/m ² (kwh/m ²)	536,24	557,71	309,89	334,34
Ποσοστιαία διαφορά Δαπέδου/m ² από το βέλτιστο σενάριο	73,04%	79,97%	0,00%	7,89%
E_{Er} Οροφής/m ² (kwh/m ²)	1.149,16	1.059,48	769,30	930,19
Ποσοστιαία διαφορά Οροφής/m ² από το βέλτιστο σενάριο	49,38%	37,72%	0,00%	20,91%
E_{Er} Τοιχοποιίας/m ² (kwh/m ²)	2.923,64	538,53	655,04	562,76
Ποσοστιαία διαφορά Τοιχοποιίας/m ² από το βέλτιστο σενάριο	442,90%	0,00%	21,64%	4,50%
E_{Er} Φέροντος Οργανισμού/m ² (kwh/m ²)	817,05	6.787,90	2.225,52	2.177,32
Ποσοστιαία διαφορά Φέροντος Οργανισμού/m ² από το βέλτιστο σενάριο	0,00%	730,78%	172,38%	166,49%
E_{Er} Ανοιγμάτων/m ² (kwh/m ²)	3.101,48	3.101,48	160,52	160,52
Ποσοστιαία διαφορά Ανοιγμάτων/m ² από το βέλτιστο σενάριο	1832,13%	1832,13%	0,00%	0,00%
Συνολική E_{Er}/m^2 (kwh/m²)	3.377,73	3.253,00	1.324,97	1.571,96
Ποσοστιαία διαφορά E_{Er}/m^2 από το βέλτιστο σενάριο	154,93%	145,52%	0,00%	18,64%
Συνολική E_{Er} χωρίς ανοίγματα	2.195,97	2.026,75	1.269,35	1.501,00
Ποσοστιαία διαφορά E_{Er} χωρίς ανοίγματα/m² από το βέλτιστο σενάριο	73,00%	59,67%	0,00%	18,25%

Πίνακας 6.9: E_{Er}/m^2 κάτοψης ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το **σενάριο 3** διαθέτει την **μικρότερη E_{Er} Δαπέδου/m²**, (309,89kWh/m²) και **E_{Er} Οροφής/m²** (769,30kWh /m²).

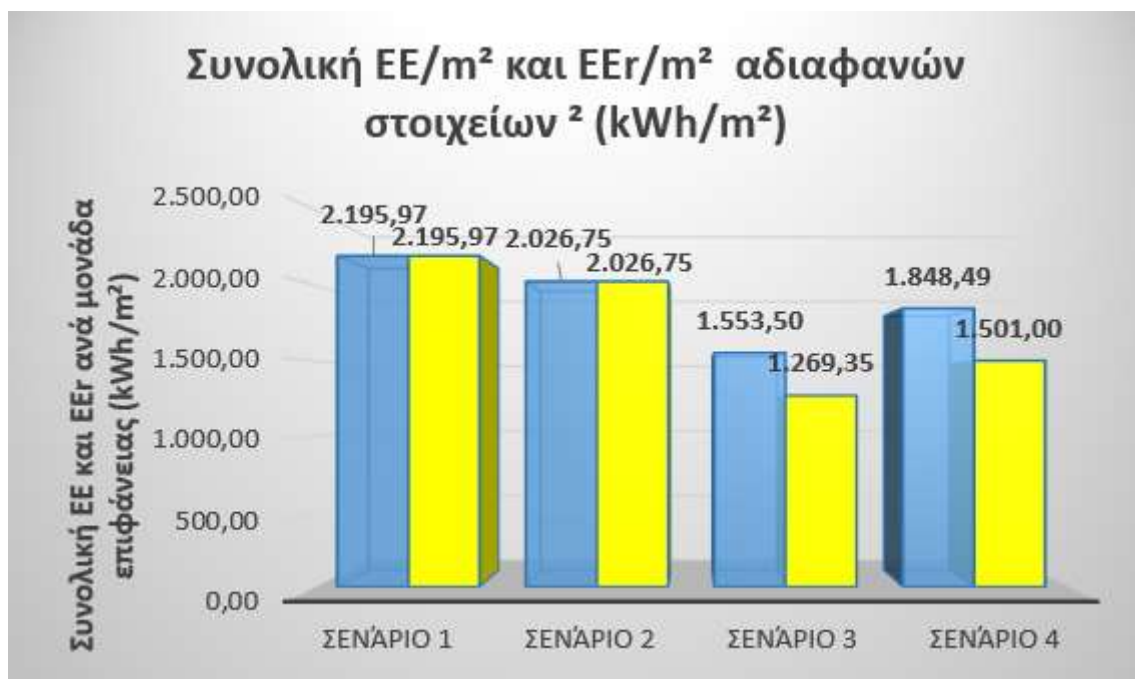
Η **σύμμικτη** κατασκευή (Σενάριο 2) εξακολουθεί να διαθέτει τη χαμηλότερη E_{Er}/m^2 στην **τοιχοποιία** της (538,53kWh /m²)..

Η **συμβατική** κατασκευή (Σενάριο 1) εξακολουθεί να διαθέτει τη χαμηλότερη EEr/m² στον **φέροντα οργανισμό** της (817,05kWh/m²).

Η διαφορά στη EEr/m² των ανοιγμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη (κατά έναν συντελεστή 19,32), λόγω της χρήσης του αλουμινίου και του συνυπολογισμού της αποθηκευμένης ενέργειας.

Εξαιρουμένης της EEr/m² των ανοιγμάτων, το **Σενάριο 3** διαθέτει και πάλι τη **χαμηλότερη** EEr (1.269,35kWh/m²), **ακολουθούμενο από το Σενάριο 4** (1.501kWh/m²) με διαφορά **18,25%**, ενώ με το Σενάριο 1 έχει διαφορά **73,00%** (2.195,97kWh/m²).

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η EE και η EEr ανά μονάδα επιφάνειας και τα τέσσερα σενάρια εξαιρουμένης της EE των ανοιγμάτων (EE και EEr αδιαφανών στοιχείων/m²).



Σχήμα 6.7: Συνολική EE και EEr των αδιαφανών στοιχείων ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (ιδία επεξεργασία, 2018)

Από το παραπάνω γράφημα προκύπτει ότι το Σενάριο 3 και πάλι διαθέτει (εξαιρουμένων των ανοιγμάτων) τη χαμηλότερη EE/m² με 1.553,50kWh/m² (και EEr/m² 1.269,35kWh/m²), ακολουθούμενο από το Σενάριο 4 με 1.848,49kWh/m² (1.501,00kWh/m²), το Σενάριο 2 με 2.026,75kWh/m² (και στις δυο περιπτώσεις) και το Σενάριο 1 με 2.195,97kWh/m² (και στις δυο περιπτώσεις). Μάλιστα, η ποσοστιαία διαφορά της EE/m² μεταξύ του σεναρίου 3 και

Σεναρίου 1 ανέρχεται σε **41,36%**, ενώ η ποσοστιαία διαφορά της EEr/m² μεταξύ του Σεναρίου 3 και του Σεναρίου 1 ανέρχεται σε **73,00%**, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα, αναδεικνύοντας τη σημασία της χρήσης οικολογικών υλικών σε σχέση με τα συμβατικά.

Τα προαναφερθέντα συμπεράσματα είναι εξαιρετικά σημαντικά και θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από τους κατασκευαστές κατά τη σχεδίαση μιας κατασκευής, από την αγορά δομικών υλικών στις επενδύσεις της και από την κεντρική διοίκηση στον μακροχρόνιο περιβαλλοντικό σχεδιασμό και στην ενίσχυση της εγχώριας παραγωγής και εργασίας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συνολικές εκπομπές ισοδύναμων kgCO₂/m² καθώς και των επιμέρους δομικών στοιχείων και οι οποίες δεν διαφοροποιούνται από τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τον Πίνακα 6.7 (επισημαίνεται ότι δεν λήφθηκε υπόψη η αποθηκευμένη ενέργεια στα δομικά στοιχεία).

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
KgCO₂ Δαπέδου/m²	206,46	210,82	90,19	93,05
Ποσοστιαία διαφορά Δαπέδου/m ² από το βέλτιστο σενάριο	128,92%	133,76%	0,00%	3,17%
KgCO₂ Οροφής/m²	274,05	230,99	153,67	183,53
Ποσοστιαία διαφορά Οροφής/m ² από το βέλτιστο σενάριο	78,34%	50,32%	0,00%	19,43%
KgCO₂ Τοιχοποιίας/m²	741,32	142,25	420,66	361,36
Ποσοστιαία διαφορά Τοιχοποιίας/m ² από το βέλτιστο σενάριο	421,12%	0,00%	195,71%	154,03%
KgCO₂ Φέροντος Οργανισμού/m²	317,36	2.636,40	1.670,13	1.633,01
Ποσοστιαία διαφορά Φέροντος Οργανισμού/m ² από το βέλτιστο σενάριο	0,00%	730,72%	426,25%	414,55%
KgCO₂ Ανοιγμάτων/m²	651,72	651,72	42,90	42,90
Ποσοστιαία διαφορά Ανοιγμάτων/m ² από το βέλτιστο σενάριο	1419,08%	1419,08%	0,00%	0,00%
Συνολικά ισοδύναμα KgCO₂	870,41	843,75	389,52	458,46
Ποσοστιαία διαφορά συνολικά ισοδύναμων KgCO₂/m² από το βέλτιστο σενάριο	123,46%	116,61%	0,00%	17,70%
	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Συνολικά ισοδύναμα KgCO₂/m² χωρίς ανοίγματα	622,08	586,07	374,66	439,49
Ποσοστιαία διαφορά συνολικά ισοδύναμων KgCO₂/m² χωρίς ανοίγματα από το βέλτιστο σενάριο	66,04%	56,43%	0,00%	17,31%

Πίνακας 6.10: Ισοδύναμα kgCO₂/m² κάτοψης ανά δομικό στοιχείο και συνολικά για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το **σενάριο 3** διαθέτει τα λιγότερα **ισοδύναμα kgCO_2/m^2 Δαπέδου**, ($90,19\text{kgCO}_2/\text{m}^2$) και τα λιγότερα **ισοδύναμα kgCO_2/m^2 Οροφής** ($153,67\text{kgCO}_2/\text{m}^2$).

Η **σύμμικτη** κατασκευή (Σενάριο 2) εξακολουθεί να διαθέτει τα λιγότερα **ισοδύναμα kgCO_2/m^2 στην τοιχοποιία** της ($142,25\text{kgCO}_2/\text{m}^2$).

Η **συμβατική** κατασκευή (Σενάριο 1) εξακολουθεί να διαθέτει λιγότερα **ισοδύναμα kgCO_2/m^2 στον φέροντα οργανισμό** της ($317,36\text{kgCO}_2/\text{m}^2$).

Η διαφορά στη EEr/m^2 των ανοιγμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη (κατά έναν συντελεστή 15,19), λόγω της χρήσης του αλουμινίου και του συνυπολογισμού της αποθηκευμένης ενέργειας.

Εξαιρουμένης της EEr/m^2 των ανοιγμάτων, το **Σενάριο 3** διαθέτει και πάλι τη **χαμηλότερη EEr** ($374,66\text{kgCO}_2/\text{m}^2$), **ακολουθούμενο από το Σενάριο 4** ($439,49\text{kgCO}_2/\text{m}^2$) με διαφορά **17,31%**, ενώ με το Σενάριο 1 έχει διαφορά **66,04%** ($622,08\text{kgCO}_2/\text{m}^2$).

Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζεται η EE και η EEr ανά μονάδα επιφάνειας και τα τέσσερα σενάρια εξαιρουμένης της EE των ανοιγμάτων (EE και EEr αδιαφανών στοιχείων/ m^2).



Σχήμα 6.8: Συνολικά ισοδύναμα KgCO_2/m^2 της ΕΕ και της ΕΕγ των αδιαφανών στοιχείων ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι το Σενάριο 3 διαθέτει χαμηλότερες εκπομπές ισοδυνάμων kgCO_2/m^2 για την ΕΕ των αδιαφανών στοιχείων (**374,66 KgCO_2/m^2**), έναντι 439,49 KgCO_2/m^2 του Σεναρίου 3 (μεγαλύτερο κατά 17,31%), 586,07 KgCO_2/m^2 του Σεναρίου 2 (μεγαλύτερο κατά 56,43%) και 622,08 KgCO_2/m^2 του Σεναρίου 1 (μεγαλύτερο κατά 66,04%), και κατά συνέπεια αποδεικνύεται ότι και με την εξαίρεση των ανοιγμάτων το Σενάριο 3 είναι η καλύτερη επιλογή εφόσον το κριτήριο είναι οι περιβαλλοντικές συνέπειες ανά διαθέσιμο χώρο/άνεση.

6.2 Ενέργεια λειτουργίας: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων

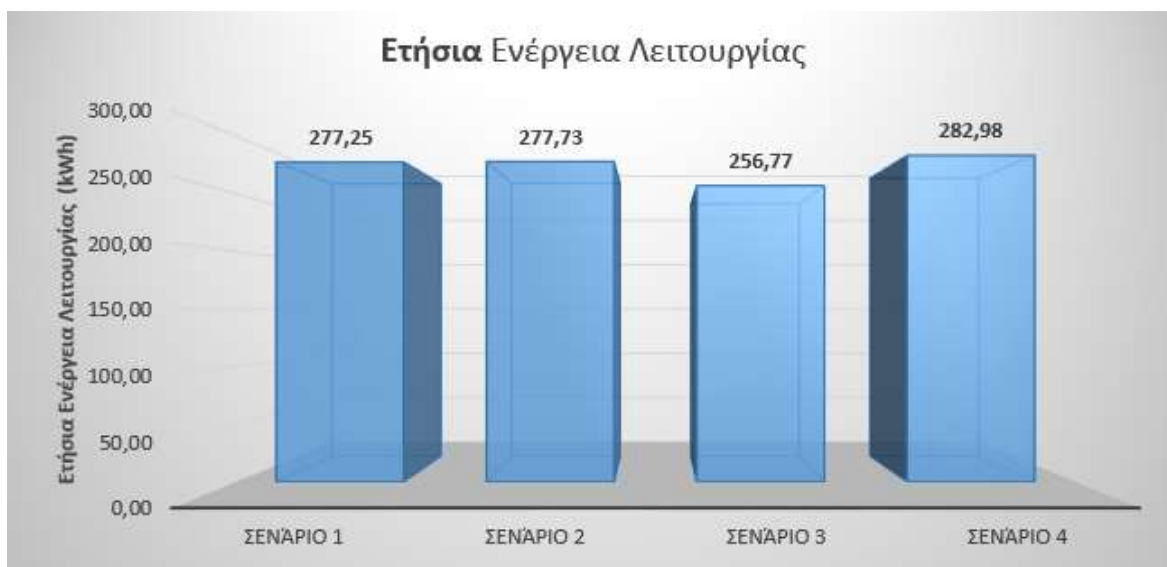
Ήδη στο Πίνακα 5.7 παρουσιάστηκαν κάποια πρώτα αποτελέσματα της λειτουργικής ενέργειας. Συνδυάζοντάς τα με τα όσα αναφέρθηκαν στον Πίνακα 6.1 μπορεί κανείς να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα. Οι παρακάτω πίνακες θα αναφέρονται, ανά ζεύγος, στα αποτελέσματα λαμβάνοντας υπόψη την ΕΕ και την ΕΕr.

Αποτελέσματα για ΕΕ	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ενέργεια Λειτουργίας/m ² (kwh/m ²)	7,60	7,90	6,40	9,00
Εμβαδόν (m ²)	36,48	35,16	40,12	31,44
Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας (kwh)	277,25	277,73	256,77	282,98
Ποσοστιαία διαφορά Ετήσιας Ενέργειας Λειτουργίας από το βέλτιστο σενάριο (%)	7,98%	8,17%	0,00%	10,21%
Κύκλος ζωής (έτη)	50,00	50,00	50,00	50,00
Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής/m² (kwh/m²)	380,00	395,00	320,00	450,00
Ποσοστιαία διαφορά Λειτουργικής ενέργειας στον κύκλο ζωής/m ² από το βέλτιστο σενάριο (%)	18,75%	23,44%	0,00%	40,63%
Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής (kwh)	13.862,40	13.886,72	12.838,40	14.149,13
Ποσοστό Λειτουργικής ενέργειας προς τη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (%)	10,11%	10,83%	16,50%	18,89%
Συνολική ΕΕ (kwh)	123.219,56	114.363,43	64.954,93	60.749,61
Ποσοστό ΕΕ προς τη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (%)	89,89%	89,17%	83,50%	81,11%
Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (kwh)	137.081,96	128.250,15	77.793,33	74.898,74
Ποσοστιαία διαφορά Συνολικής Ενέργειας στον κύκλο ζωής από το βέλτιστο σενάριο (%)	83,02%	71,23%	3,86%	0,00%
Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m² (kwh/m²)	3.757,73	3.648,00	1.939,02	2.382,09
Ποσοστιαία διαφορά Συνολικής Ενέργειας στον κύκλο ζωής/m ² από το βέλτιστο σενάριο (%)	93,80%	88,14%	0,00%	22,85%

Πίνακας 6.11: Ενέργεια Λειτουργίας, Ενσωματωμένη Ενέργεια (ΕΕ) και Συνολική ενέργεια, ετήσιας και στον κύκλο ζωής, συνολικά και ανά m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- Το **Σενάριο 3** διαθέτει τη **χαμηλότερη** Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας (256,77kwh), σε σχέση τις επόμενες χαμηλότερες (με οριακή διαφορά) των Σεναρίων 1 και 2 (277,25kwh και 277,73kwh, αντίστοιχα) και την υψηλότερη του Σεναρίου 4 (282,98kwh), όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα.



Σχήμα 6.9: Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Οι αντίστοιχες ποσοστιαίες διαφορές δεν είναι σημαντικές (μεταξύ Σεναρίου 1 και 3 είναι 7,98% μεγαλύτερη, μεταξύ Σεναρίου 2 και 1 είναι 8,17% μεγαλύτερη και μεταξύ Σεναρίου 4 και 3 είναι 10,21% μεγαλύτερη) και δεν επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα τελικά αποτελέσματα. Κατά συνέπεια είναι η επιλογή χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση/χρήστη.

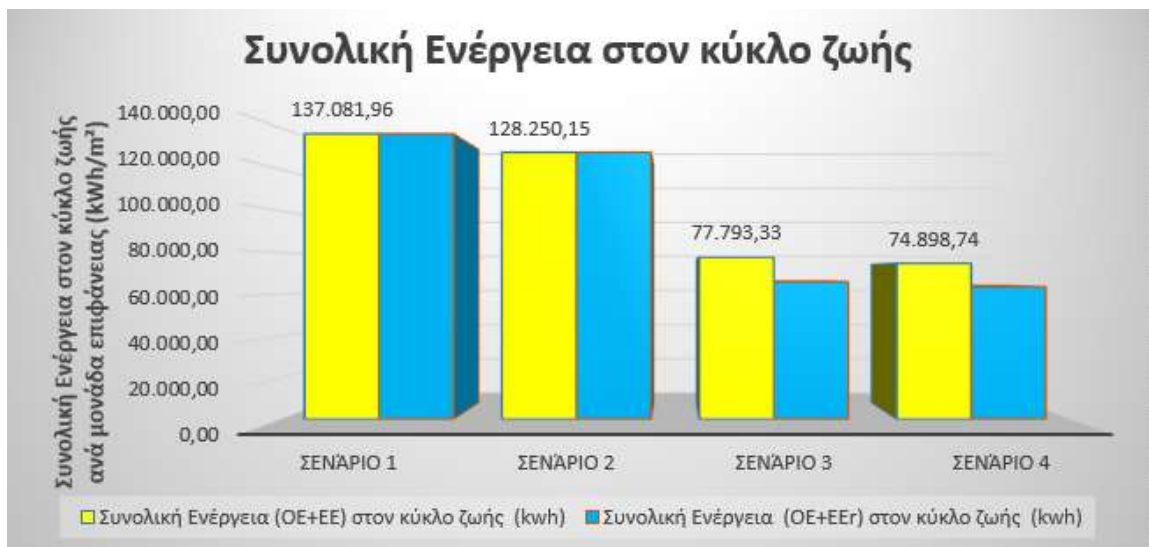
- Το **Σενάριο 3** διαθέτει, την **χαμηλότερη** Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής/m² (320,00kwh/m²), σε σχέση τις επόμενες χαμηλότερες (με οριακή διαφορά) των Σεναρίων 1 και 2 (380,00kwh και 395,00kwh/m², αντίστοιχα) και την υψηλότερη του Σεναρίου 4 (450,00kwh/m²), όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα.



Σχήμα 6.10: Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

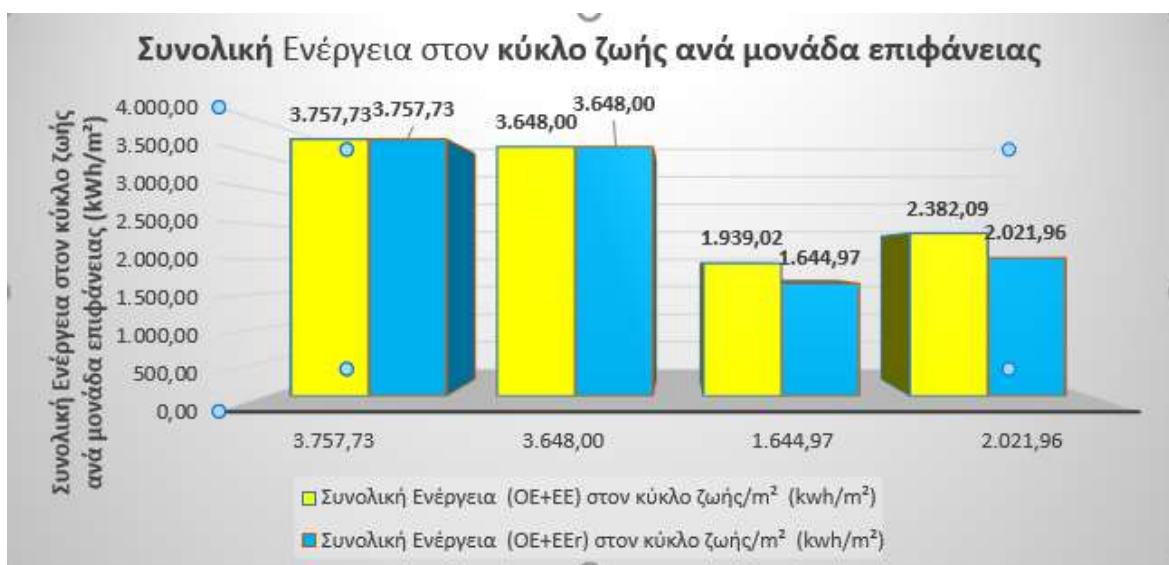
Οι αντίστοιχες ποσοστιαίες διαφορές είναι **σημαντικές** (μεταξύ Σεναρίου 4 και 1 είναι 18,75% μεγαλύτερη, μεταξύ Σεναρίου 2 και 3 είναι 23,44% μεγαλύτερη και μεταξύ Σεναρίου 4 και 3 είναι 40,63% μεγαλύτερη). Κατά συνέπεια είναι η επιλογή χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας/m² στον κύκλο ζωής σε επίπεδο χώρου/άνεσης και μελετητικού αποτελέσματος.

- Το **Σενάριο 4** διαθέτει, την **χαμηλότερη** Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (74.898,74kwh) και αντισταθμίζει την υψηλότερη Ενέργεια Λειτουργίας που έχει, όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα.



Σχήμα 6.11: Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (στις περιπτώσεις OE+EE και OE+EER) για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

- Στη συνέχεια ακολουθεί το Σενάριο 3 (**77.793,33kwh**) που είχε τη χαμηλότερη Ενέργεια Λειτουργίας, ενώ το Σενάριο 1 (**137.081,96 kwh**) που είχε την υψηλότερη διαφορά στη ΕΕ, έχει πλέον 83,02% μεγαλύτερη Συνολική Ενέργεια. Συνεπώς, εξετάζοντας τη συνολική κατανάλωση ενέργειας το Σενάριο 4 είναι η επιλογή χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση/χρήστη. Το **Σενάριο 3** διαθέτει, την **χαμηλότερη** Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/mm² (**1.939,02kwh/m²**) και ακολουθείται από το Σενάριο 4 (**2.382,09kwh/m²**), το Σενάριο 2 (**3.648,0073kwh/m²**) και το Σενάριο 1 (**3.757,73kwh/m²**), όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα.



Σχήμα 6.12: Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

- Οι αντίστοιχες ποσοστιαίες διαφορές είναι **ακόμη πιο σημαντικές** (μεταξύ Σεναρίου 4 και 3 είναι 22,85% μεγαλύτερη, μεταξύ Σεναρίου 2 και 3 είναι 88,14% μεγαλύτερη και μεταξύ Σεναρίου 1 και 3 είναι 93,8% μεγαλύτερη).

Στα ίδια με τα παραπάνω συμπεράσματα μπορεί να οδηγηθεί κανείς εάν λάβει υπόψη του την ΕΕr, μόνο που είναι μεγαλύτερες οι σχετικές διαφορές, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

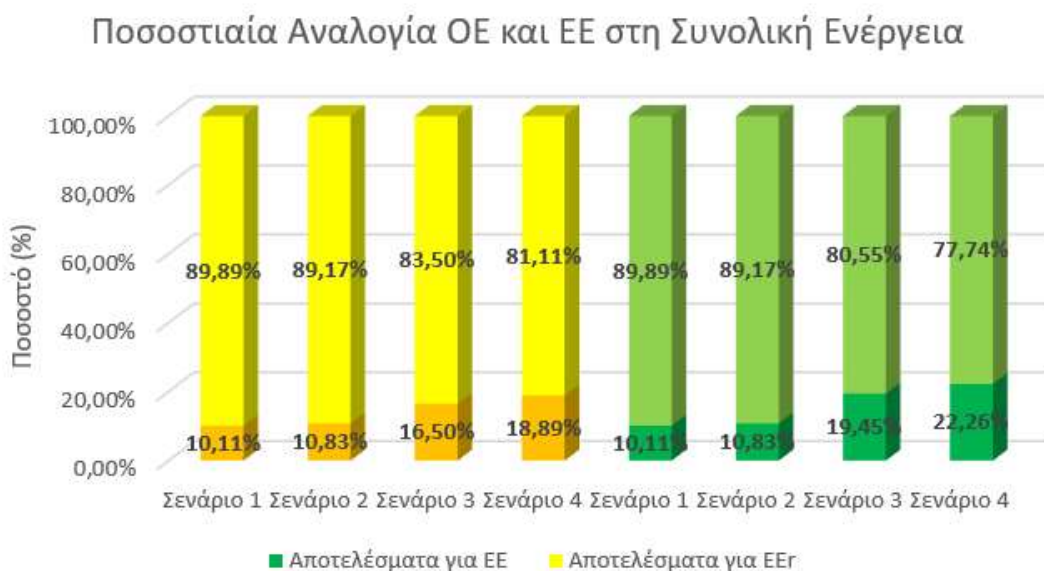
	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Ενέργεια Λειτουργίας/m ²	7,60	7,90	6,40	9,00
Εμβαδόν	36,48	35,16	40,12	31,44
Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας	277,25	277,73	256,77	282,98
Ποσοστιαία διαφορά Ετήσιας Λειτουργικής ενέργειας από το βέλτιστο σενάριο	7,98%	8,17%	0,00%	10,21%
Κύκλος ζωής (έτη)	50,00	50,00	50,00	50,00
Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής/m²	380,00	395,00	320,00	450,00
Ποσοστιαία διαφορά Λειτουργικής ενέργειας στον κύκλο ζωής/m ² από το βέλτιστο σενάριο	18,75%	23,44%	0,00%	40,63%
Ενέργεια Λειτουργίας στον κύκλο ζωής	13.862,40	13.886,72	12.838,40	14.149,13
Ποσοστό Λειτουργικής ενέργειας προς τη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής	10,11%	10,83%	19,45%	22,26%
Συνολική EEr	123.219,56	114.363,43	53.157,75	49.426,40
Ποσοστό EEr προς τη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής	89,89%	89,17%	80,55%	77,74%
Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής	137.081,96	128.250,15	65.996,15	63.575,52
Ποσοστιαία διαφορά Συνολικής Ενέργειας στον κύκλο ζωής από το βέλτιστο σενάριο	115,62%	101,73%	3,81%	0,00%
Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m²	3.757,73	3.648,00	1.644,97	2.021,96
Ποσοστιαία διαφορά Συνολικής Ενέργειας στον κύκλο ζωής/m ² από το βέλτιστο σενάριο	128,44%	121,77%	0,00%	22,92%

Πίνακας 6.12: Ενέργεια Λειτουργίας, Ενσωματωμένη Ενέργεια (EEr) και Συνολική ενέργεια, ετήσιας και στον κύκλο ζωής, συνολικά και ανά m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι:

- Το **Σενάριο 4** διαθέτει, τη χαμηλότερη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (**63.575,52kwh**), ακολουθείται από το Σενάριο 3 με 65.996,15kwh (ή **3,81% μεγαλύτερη**) και το Σενάριο 2 με 128.250,15kwh (ή **101,73% μεγαλύτερη**), ενώ το Σενάριο 1 έχει 137.081,96kwh (ή **115,62% μεγαλύτερη**).
- Το **Σενάριο 3** διαθέτει, τη χαμηλότερη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m² (**1.644,97kwh/m²**), ακολουθείται από το Σενάριο 4 με 2.021,96kwh/m² (ή **22,92% μεγαλύτερη**) και το Σενάριο 2 με 3.648,00kwh/m² (ή **121,77% μεγαλύτερη**), ενώ το Σενάριο 1 έχει 3.757,73kwh/m² (ή **128,44% μεγαλύτερη**).

Από τον Πίνακα 6.11 προκύπτει ότι η συμμετοχή της ΕΕ στον κύκλο ζωής ως προς τη συνολική ανέρχεται από το 89,89% του Σεναρίου 1 στο 81,11% του Σεναρίου 4 (ή στο 77,74% εάν πρόκειται για την ΕΕr), όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



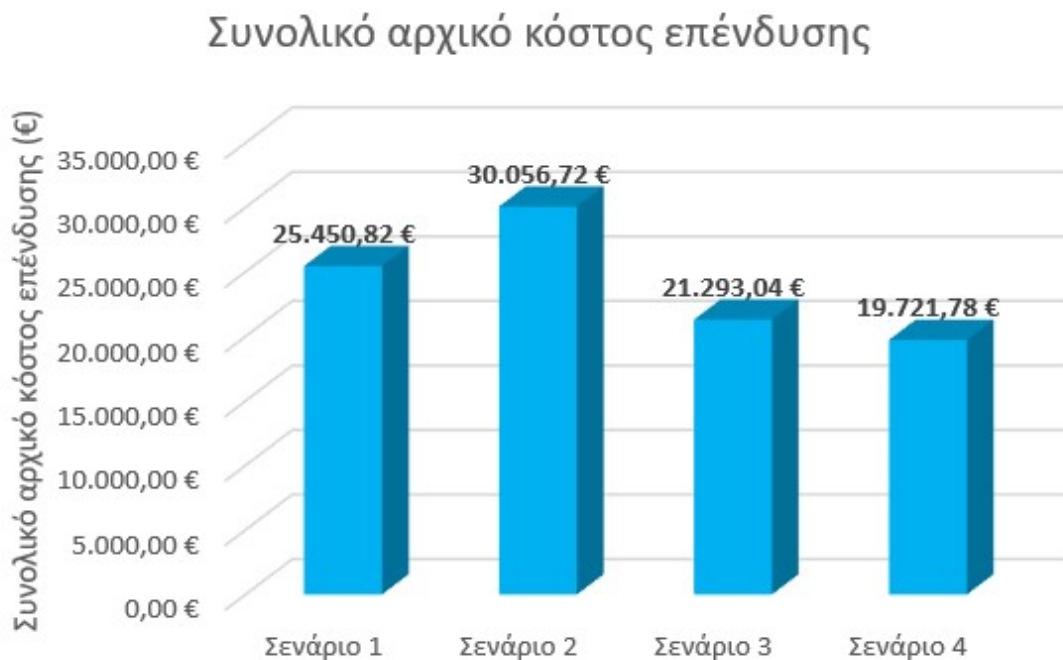
Σχήμα 6.13: Ποσοστό ΟΕ και ΕΕ επί της Συνολικής Ενέργειας στον κύκλο ζωής (για τις περιπτώσεις ΟΕ+ΕΕ και ΟΕ+ΕΕr) για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από το παραπάνω γράφημα αποδεικνύεται η ορθότητα και η σημασία της αρχικής επένδυσης στη χαμηλή ΕΕ ενέργεια αφού αποτελεί από 9 (Σενάριο 1) έως σχεδόν 5 φορές (Σενάριο 4) μεγαλύτερο μέγεθος από την ενέργεια λειτουργίας στο κύκλο ζωής. Επίσης, δείχνει ότι η αρχική επένδυση σε χαμηλή ενέργεια λειτουργίας (υψηλή ενεργειακή απόδοση) αποδίδει σε βάθος χρόνου και κατά συνέπεια δεν απαιτείται κάποια σημαντική ενεργειακή αναβάθμιση του αρχικού εξοπλισμού παρά μόνο η καλή συντήρησή του. Συνεπώς, η υψηλή ενεργειακή απόδοση του εξοπλισμού (χαμηλή ετήσια ενέργεια λειτουργίας) και η μινιμαλιστική και η χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών (χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια) είναι οι δυο κύριοι κατευθύνσεις στις οποίες θα πρέπει να κινηθούν οι μηχανικοί, οι κατασκευαστές, η αγορά, οι πελάτες και η κεντρική διοίκηση, ώστε να έχει κανείς συνολικά αποδοτικά και φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια.

6.3 Κόστος: Παρουσίαση και ανάλυση αποτελεσμάτων

Πέραν του υπολογισμού της ΕΕ και της λειτουργικής ενέργειας, τη μεταξύ τους σχέση και τα συμπεράσματα στα οποία οδηγείται κανείς για τα τέσσερα σενάρια, θα πρέπει να αναλύσει και το αρχικό κόστος επένδυσης για κάθε ένα από αυτά.

Έτσι όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα, το Σενάριο 4 διαθέτει το χαμηλότερο αρχικό κόστος επένδυσης, ακολουθούμενο από το Σενάριο 3, το Σενάριο 2 και το Σενάριο 1.



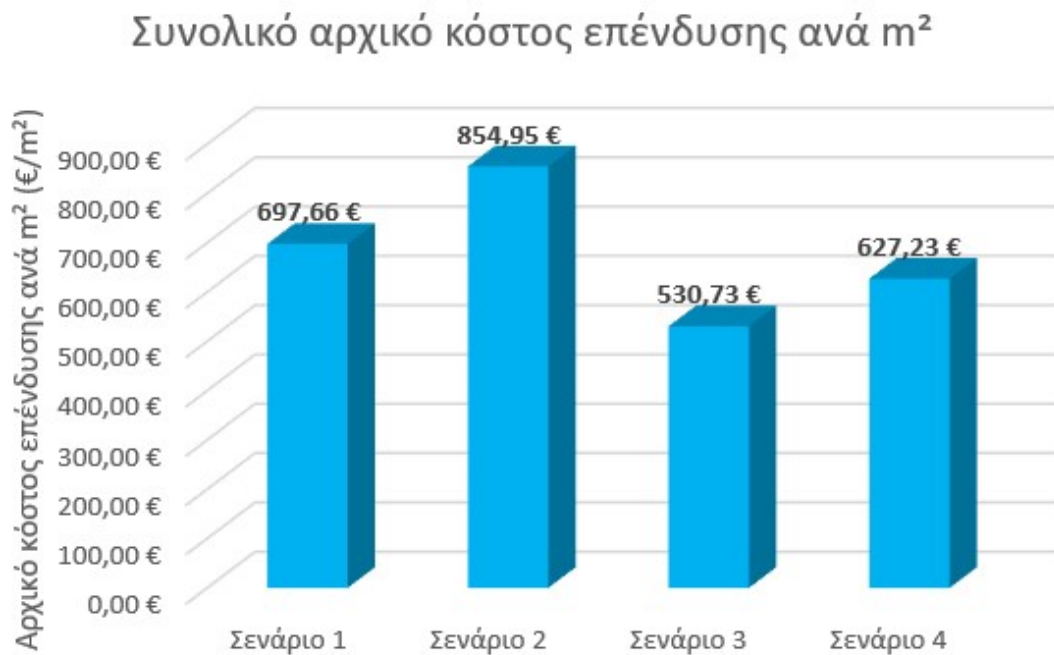
Σχήμα 6.14: Συνολικό αρχικό κόστος επένδυσης για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα, η μινιμαλιστική σχεδίαση και κατασκευή (Σενάριο 4) διαθέτει το μικρότερο κόστος κατασκευής (19.721,78 €), το Σενάριο 3 είναι κατά **7,97% ακριβότερο** (21.293,04 €), το Σενάριο 1 είναι κατά **29,05% ακριβότερο** (25.450,82 €) και το Σενάριο 2 είναι κατά **52,40% ακριβότερο** από αυτό. Κατά συνέπεια το Σενάριο 4 διαθέτει το μικρότερο κόστος ανά χρήση/χρήστη.

	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3	Σενάριο 4
Δάπεδο	4.207,00 €	4.357,40 €	2.394,41 €	1.670,48 €
Οροφή	14.042,91 €	13.692,99 €	13.961,56 €	13.134,35 €
Τοιχοποιία	3.360,45 €	5.116,93 €	527,94 €	506,50 €
Φέρον Οργανισμός	371,14 €	3.420,07 €	1.288,14 €	1.289,47 €
Ανοίγματα	3.469,33 €	3.469,33 €	3.120,99 €	3.120,99 €
Συνολικό Κόστος	25.450,82 €	30.056,72 €	21.293,04 €	19.721,78 €
Ποσοστιαία Διαφορά	29,05%	52,40%	7,97%	0,00%
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	36,48	35,15625	40,12	31,4425
Κόστος/m²	697,66 €	854,95 €	530,73 €	627,23 €
Αύξηση/βέλτιστο	31,45%	61,09%	0,00%	18,18%
Κόστος/χρήστη	12.725,41 €	15.028,36 €	10.646,52 €	9.860,89 €
Αύξηση/βέλτιστο	29,05%	52,40%	7,97%	0,00%
EE (kWh)	123.219,56	114.363,43	64.954,93	60.749,61
kWh/€ EE	4,84	3,80	3,05	3,08
	58,71%	24,73%	0,00%	0,98%
EER (kWh)	123.219,56	114.363,43	53.157,75	49.426,40
kWh/€ EER	4,84	3,80	2,50	2,51
	93,54%	52,02%	-0,39%	0,00%
Συνολική ECO ₂	31.752,56	29.662,93	15.627,58	14.415,08
kgCO₂/€	1,25	0,99	0,73	0,73
Αύξηση/βέλτιστο	70,69%	35,02%	0,41%	0,00%

Πίνακας 6.13: Κόστος κατασκευής καθενός σεναρίου (βάσει των υπό μελέτη δομικών υλικών) και αναγωγή EE, EER και ισοδύναμων CO₂ ανά € επένδυσης (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

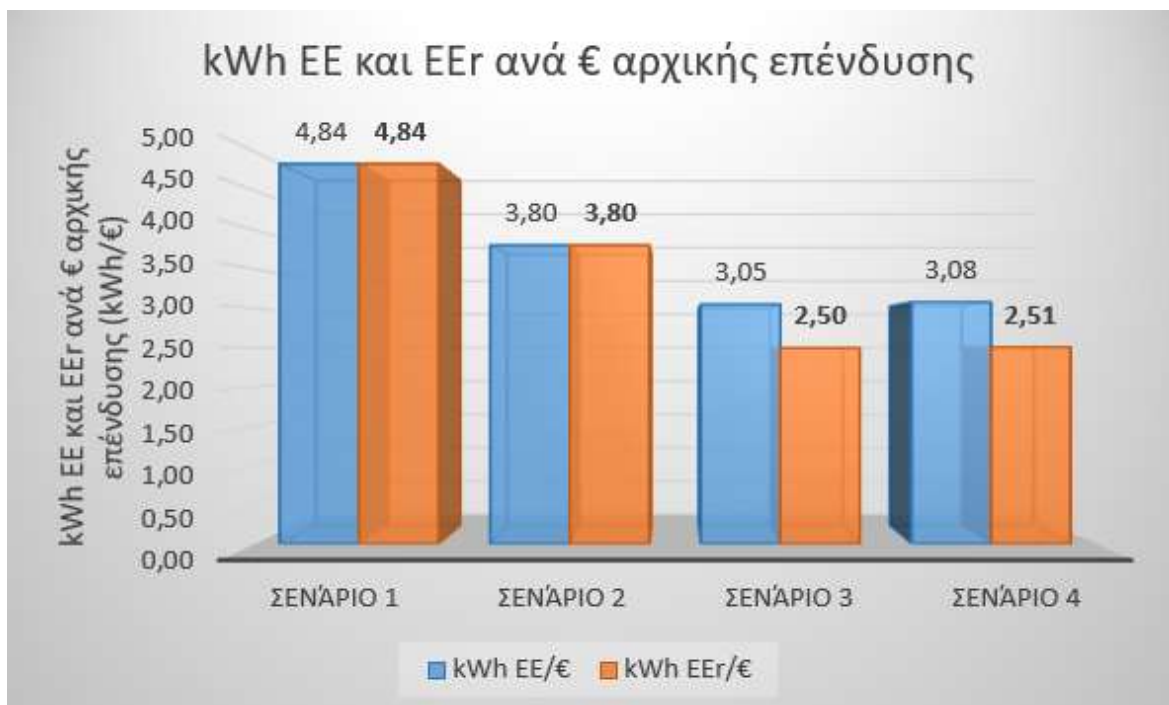
Επίσης, στο παρακάτω γράφημα φαίνεται ότι το Σενάριο 3 διαθέτει το χαμηλότερο αρχικό κόστος επένδυσης ανά m², ακολουθούμενο από το Σενάριο 4, το Σενάριο 2 και το Σενάριο 1.



Σχήμα 6.15: Συνολικό αρχικό κόστος επένδυσης ανά m² για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Επίσης, από τον παραπάνω πίνακα εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μινιμαλιστική σχεδίαση (Σενάριο 3) διαθέτει το **μικρότερο κόστος κατασκευής ανά m² (530,73 €)**, ακολουθούμενο από το Σενάριο 4 (627,23€) το οποίο είναι 18,18% ακριβότερο, ενώ τα Σενάρια 1 και 2 είναι κατά 31,45% και 61,09% ακριβότερα, αντίστοιχα. Κατά συνέπεια το Σενάριο 3 είναι η καλύτερη επιλογή σε επίπεδο χώρου/άνεσης και μελετητικού αποτελέσματος.

Επίσης, στο παρακάτω γράφημα φαίνεται ότι το Σενάριο 3 και το Σενάριο 4 διαθέτουν τις χαμηλότερες kWh EE και EEr ανά € αρχικής επένδυσης (είναι οριακή η διαφορά τους), ακολουθούμενα από το Σενάριο 2 και το Σενάριο 1.

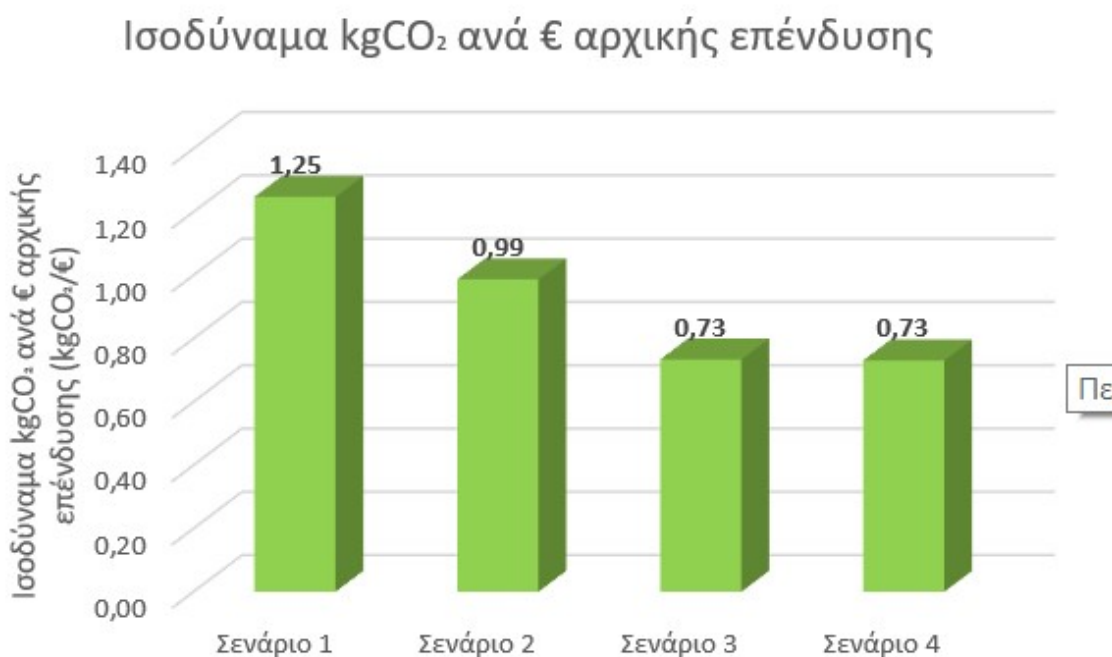


Σχήμα 6.16: kWh EE και EEr ανά € αρχικής επένδυσης για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα μπορούν να εξαχθούν τα εξής χρήσιμα συμπεράσματα:

- Για κάθε ένα € επένδυσης η μινιμαλιστική σχεδίαση (Σενάριο 3) απαιτεί τη λιγότερη EE (3,05kWh EE/€), στο Σενάριο 4 καταναλώνονται 3,08kWh/€ (δηλαδή η **διαφορά** είναι **σχεδόν μηδενική**), ενώ η συμβατική σχεδίαση (Σενάριο 1) απαιτεί 58,71% περισσότερη (4,84kWh EE/€).
- Εάν λάβει κανείς υπόψη του την EEr, τότε για κάθε ένα € επένδυσης η μινιμαλιστική σχεδίαση (Σενάριο 3) απαιτεί τη λιγότερη EEr (2,5kWh EE/€), στο Σενάριο 4 καταναλώνονται 2,51kWh/€ (δηλαδή η **διαφορά** είναι **σχεδόν μηδενική**), ενώ η συμβατική σχεδίαση (Σενάριο 1) απαιτεί 93,54% περισσότερη (4,84kWh EE/€).

Επίσης, στο παρακάτω γράφημα φαίνεται ότι το Σενάριο 3 και το Σενάριο 4 διαθέτουν τα χαμηλότερα ισοδύναμα kgCO₂ ανά € αρχικής επένδυσης (είναι οριακή η διαφορά τους), ακολουθούμενα από το Σενάριο 2 και το Σενάριο 1.



Σχήμα 6.17: Ισοδύναμα kgCO₂ ανά € αρχικής επένδυσης για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια (Πηγή: ίδια επεξεργασία, 2018)

Από τον παραπάνω πίνακα οδηγείται κανείς στο συμπέρασμα ότι για κάθε ένα € επένδυσης η μινιμαλιστική σχεδίαση (Σενάριο 3) και η μινιμαλιστική σχεδίαση και κατασκευή (Σενάριο 4) απαιτούν τα λιγότερα ισοδύναμα kgCO₂ (0,73 kgCO₂/€) (δηλαδή η **διαφορά είναι μηδενική**), ενώ η συμβατική κατασκευή (Σενάριο 1) απαιτεί 70,69% περισσότερα (1,25 kgCO₂/€), αποτέλεσμα εξαιρετικά σημαντικό από περιβαλλοντικής απόψεως αλλά και από απόψεως στρατηγικού σχεδιασμού σε κεντρικό κυβερνητικό επίπεδο. Για παράδειγμα, μια πρόβλεψη για επενδύσεις στην κατασκευή καταλυμάτων 1 δις. €, μεταφράζεται αυτομάτως σε ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα της τάξεως των 1.250.000 τόνων στην περίπτωση της συμβατικής κατασκευής και 730.000 τόνων στην περίπτωση της οικολογικής και της μινιμαλιστικής κατασκευής, δηλαδή 520.000 τόνους λιγότερους (ιδιαίτερα ενδιαφέρον για τις περιπτώσεις Περιοχών Ολοκληρωμένης Τουριστικής Ανάπτυξης (Π.Ο.Τ.Α.).

7. Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο συνοψίζονται τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που αναφέρθηκαν, υπολογίστηκαν και προσομοιώθηκαν αναλυτικά στην παρούσα ερευνητική εργασία.

Όπως αναφέρθηκε αναλυτικά και στο Κεφάλαιο 1, ο UNWTO (2018) αναφέρει ότι την τελευταία δεκαετία υπήρξε μια παγκόσμια αύξηση κατά 40% ή κατά 384 εκατομμύρια στις αφίξεις, με την Ευρώπη να κατέχει το μερίδιο του 51% του διεθνούς τουρισμού και να έχει ρυθμό ανάπτυξης 8% . Η αυξητική τάση παρατηρήθηκε και στην Ελλάδα στην οποία υπήρξε αύξηση των αφίξεων κατά 9,7% και 10,2% στις διανυκτερεύσεις (Ινστιτούτο ΣΕΤΕ, 2018). Παρόλο που η συμβολή του τουριστικού προϊόντος έχει σημαντική επίδραση στην εθνική οικονομία, συμμετείχε στο 10,3% του ΑΕΠ το 2017 (ΕΛΣΤΑΤ 2018), εάν δε σχεδιάσει και δε διαχειριστεί κανείς τόσο τις τουριστικές υποδομές όσο και τις τουριστικές υπηρεσίες ορθά, τότε υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για την ανεπανόρθωτη βλάβη του περιβάλλοντος. Το παράδειγμα της Ισπανίας με τις εγκαταλελειμμένες τουριστικές υποδομές και το κόστος δισεκατομμυρίων ευρώ για την αποκατάστασή τους από την κυβέρνηση (Carrero et al, 2009), αλλά και το γεγονός ότι ο Αειφόρος Τουρισμός αποτελεί από το 2015 σημαντικό ζήτημα για τον ΟΗΕ (ΟΗΕ 2015), δείχνουν πόσο ολέθριες μπορούν να είναι οι συνέπειες για το περιβάλλον.

Μέχρι το 2020, το 10,59% του συνόλου των ξενοδοχείων στην Ελλάδα θα έχουν ηλικία μεγαλύτερη από 50 χρόνια (ΕΛΣΤΑΤ, 2013) και κατά συνέπεια η κατεδάφισή τους και η εκ νέου οικοδόμησή τους θα απαιτηθεί (ή η δομική τους ενίσχυση και η ενεργειακή τους αναβάθμιση). Από την άλλη πλευρά το 52,08% του συνόλου των ξενοδοχείων στην Ελλάδα θα έχουν ηλικία μεγαλύτερη από 30 χρόνια, με αποτέλεσμα να απαιτείται μια εκτεταμένη ανακαίνιση, περιλαμβανομένης και της ενεργειακής τους αναβάθμιση.

Κάτω από αυτό το πρίσμα προέκυψε η ανάγκη διερεύνησης και εξέτασης των ενεργειακών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κατασκευών στον τομέα του τουρισμού. Για το σκοπό αυτό στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε η διερεύνηση μιας ιδεατής πλην ρεαλιστικής τυποποιημένης τουριστικής μονάδας, που πληροί τα αισθητικά, τα βιοκλιματικά και τα, υψηλής απόδοσης, ενεργειακά χαρακτηριστικά και η οποία παρέχει

την ίδια ακριβώς λειτουργικότητα στους χρήστες της. Η λειτουργία της μονάδας είναι θερινή, καθώς η λειτουργία αυτή αποτελεί την πλειοψηφία των ξενοδοχειακών μονάδων της χώρας (Ικκος et al, 2017) Εξετάστηκαν δύο εναλλακτικά σχέδια, ένα τυπικό και ένα μινιμαλιστικό, και υπολογίστηκαν τρεις περιπτώσεις χρησιμοποιούμενων δομικών υλικών για το πρώτο και μια για το δεύτερο (συνολικά τέσσερα σενάρια). Στο Σενάριο 1, η σχεδίαση είναι η τυπική (το σύνολο των λειτουργικών χώρων είναι ενταγμένο στο εσωτερικό της μονάδας) και τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι συμβατικά (οπλισμένο σκυρόδεμα στη θεμελίωση και το φέροντα οργανισμό, οπτόπλινθος για τις τοιχοποιίες, επιχρίσματα εσωτερικά και εξωτερικά, κεραμικά πλακίδια στη δαπεδόστρωση, πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή και τριπλούς υαλοπίνακες, εξηλασμένη πολυστερίνη ως θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους). Στο Σενάριο 2, η σχεδίαση είναι η τυπική (το σύνολο των λειτουργικών χώρων είναι ενταγμένο στο εσωτερικό της μονάδας) και τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι αυτά της σύμμικτης κατασκευής (οπλισμένο σκυρόδεμα στη θεμελίωση, μεταλλικό φέροντα οργανισμό, τσιμεντοσανίδες/γυψοσανίδες ως τοιχοποιίες, κεραμικά πλακίδια στη δαπεδόστρωση, πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή και τριπλούς υαλοπίνακες, ορυκτοβάμβακας ως θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους). Στο Σενάριο 3, η σχεδίαση είναι η τυπική (το σύνολο των λειτουργικών χώρων είναι ενταγμένο στο εσωτερικό της μονάδας) και τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι φιλικά προς το περιβάλλον (πέτρινη θεμελίωση, φέρον οργανισμός από τρικολητή ξυλεία, ξυλόκορμοι συνδεδεμένοι με πηλό για την τοιχοποιία πλήρωσης, ξύλινες επενδύσεις, ξύλινα πλαίσια και τριπλούς υαλοπίνακες, πριονίδι ως θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους). Στο Σενάριο 4, η σχεδίαση είναι μινιμαλιστική, με ένα μεγάλο τμήμα των λειτουργικών χώρων να εξέρχεται του εσωτερικού της μονάδας (καθιστικό, φούρνος, ντουζιέρα), ενώ τα χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά είναι τα ίδια με το Σενάριο 3. Με αυτή τη σχεδίαση (Σενάριο 4) επιτυγχάνεται τόσο εξοικονόμηση υλικών (άρα πόρων και ενσωματωμένης ενέργειας) στη φάση κατασκευής του καθώς και απαιτούμενης ενέργειας στη φάση λειτουργίας του. Παράλληλα, ο σχεδιασμός αυτός προσφέρει στον επισκέπτη εξωστρέφεια προς τη φύση και τον εξωτερικό χώρο, κάτι που έχει ανάγκη να του προσφέρει το τουριστικό προϊόν, λόγω του μεγάλου ποσοστού του χρόνου που περνά σε εσωτερικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι βασικός στόχος της σχεδίασης ήταν η τυποποιημένη τουριστική μονάδα να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας και στα τέσσερα σενάρια. Για το σκοπό αυτό δόθηκε ιδιαίτερη μέριμνα στην μόνωσή τους, ώστε οι απώλειες τους να είναι σχεδόν ίδιες και στα τέσσερα σενάρια αλλά και στον Η/Μ εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε, ώστε να είναι κοινός και με κοινά χαρακτηριστικά (ανεμιστήρες, αντλίες θερμότητας, ηλιοθερμικοί συλλέκτες, φωτοβολταϊκά συστήματα, αυτοματισμοί, αισθητήρες παρουσίας και έντασης φωτισμού).

Η επιλογή του σχεδιαγράμματος χώρων, των υλικών και της Λειτουργικής Ενέργειας οδηγεί στον υπολογισμό των ποσοτήτων των απαιτούμενων υλικών, με προδιαγραφές πιο αυστηρές από τις μέγιστες επιτρεπόμενες βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017 και με τη χρήση της βάσης δεδομένων ICE (έκδοση 2.0, Ιανουάριος 2011) του Πανεπιστημίου του Bath του Ηνωμένου Βασιλείου, υπολογίζεται η Ενσωματωμένη Ενέργεια (EE) και η EEr (EE μετά την αφαίρεση της αποθηκευμένης ενέργειας) και τις ισοδύναμες εκπομπές CO₂ για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια. Το αρχικό κόστος επένδυσης υπολογίζεται βάσει των: Υ.Α. ΔΝΣγ/οικ.35577/ΦΝ 466/4.5.2017, *Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων* και Υ.Α. 168551/593/23.03.2018 , *Πίνακας Διατίμησης Δασικών Προϊόντων, διαχειριστικού έτους 2018* , που συμπληρώνονται και από έρευνα αγοράς όπου ήταν απαραίτητο .

Για το σύνολο των παραπάνω σεναρίων υπολογίζεται αναλυτικά η ενσωματωμένη ενέργειά (EE), η ενσωματωμένη ενέργειά τους περιλαμβανομένης και της εμπεριεχόμενης βιοενέργειάς τους (EEr), η λειτουργική του ενέργεια, η συνολική τους ενέργεια, οι εκπομπές ισοδύναμου CO₂, το αρχικό κόστος επένδυσης ανά δωμάτιο/χρήστη αλλά και ανά μονάδα επιφάνειας (m²), αφού μπορεί να εξάγονται διαφορετικά συμπεράσματα, αλλά και η ενεργειακή σπατάλη για κάθε € αρχικής επένδυσης καθώς και το πράσινο αποτύπωμα για κάθε € αρχικής επένδυσης.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρατίθενται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 6. Ωστόσο, λόγω του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που έχει το Σενάριο 1 (αποτελεί τη συντριπτική πλειοψηφία των υφιστάμενων ξενοδοχειακών καταλυμάτων και την πλέον διαδεδομένη μέθοδο κατασκευής τους στην Ελλάδα), συγκρίνεται σε όλα τα προαναφερθέντα μεγέθη με το Σενάριο 3 που έχει αντιδιαμετρικά από αυτό χαρακτηριστικά ως προς τις ιδιότητες των χρησιμοποιούμενων υλικών (όσον αφορά τη φιλικότητα στο περιβάλλον, την εντοπιότητα,

την ενσωματωμένη ενέργεια, κοκ), με σκοπό να συνοψιστούν τα συμπεράσματα για τα δομικά υλικά. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης δίνονται ανά μονάδα χρήστη και ανά μονάδα επιφάνειας (m^2).

Τα συμπεράσματα εστιάζουν στη σύγκριση μεταξύ της πλέον φιλικής προς το περιβάλλον κατασκευής ανάλογα με το εάν το κριτήριο επιλογής είναι ανά χρήση/χρήστη (οπότε προκύπτει ως βέλτιστο το Σενάριο 4) ή εάν το κριτήριο επιλογής είναι ανά μονάδα επιφάνειας (οπότε αναδεικνύεται ως βέλτιστο το Σενάριο 3) και της κατασκευής με συμβατικά υλικά

1. **Συνολική ΕΕ (και EEr):** το **Σενάριο 4** διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ (60.749,61kWh) (και EEr 49.426,40kWh και το **Σενάριο 1** διαθέτει 123.219,56kWh (ίδια και στις δυο περιπτώσεις) με ποσοστιαία διαφορά **102,83% μεγαλύτερη** για το Σενάριο 1 (για την EEr είναι **149,30%**).
2. **Συνολική ΕΕ (και EEr) αδιαφανών δομικών στοιχείων:** επειδή τα ανοίγματα στα Σενάρια 1 και 2 (πόρτες/παράθυρα αλουμινίου) διαθέτουν μεγάλη ποσοστιαία ΕΕ (και EEr), στους συγκεκριμένους υπολογισμούς εξαιρούνται, ώστε η σύγκριση των δομικών στοιχείων των εξεταζόμενων σεναρίων να είναι πιο αντιπροσωπευτική. Έτσι, το **Σενάριο 4** διαθέτει και πάλι τη μικρότερη ΕΕ (58.121,03kWh), ενώ το **Σενάριο 1** παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ΕΕ (80.108,94kWh) και είναι κατά **37,83% μεγαλύτερη**. (αναφορικά με την EEr, το Σενάριο 4 έχει 47.195,15kWh, ενώ το Σενάριο 1 έχει 80.108,94kWh (δηλαδή είναι **69,74% μεγαλύτερη**). Συμπεραίνεται ότι η συμβατική κατασκευή στην Ελλάδα είναι πολύ πιο ενεργοβόρα σε σχέση με μια εναλλακτική, διαθέσιμη στην αγορά και με υλικά πιο φιλικά στο περιβάλλον κατασκευή.
3. **Συνολικές Εκπομπές ΕΕ σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂:** η ποσοστιαία διαφορά των συνολικών εκπομπών της ΕΕ μεταξύ του **Σεναρίου 4** (14.415,08kgCO₂) και του **Σεναρίου 1** (31.752,56kgCO₂) ανέρχεται σε **120,27%**.
4. **Συνολικές Εκπομπές ΕΕ αδιαφανών δομικών στοιχείων σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂:** το μέγεθος αυτό εξετάζεται για τους ίδιους λόγους με αυτούς που αναφέρονται στο σημείο 2 της παρούσης. Η ποσοστιαία διαφορά των συνολικών εκπομπών της ΕΕ μεταξύ του **Σεναρίου 4** (13.818,74kgCO₂) και **Σεναρίου 1** (22.693,65kgCO₂) ανέρχεται σε **64,22%**, με τα ξύλινα πλαίσια να έχουν σαφώς χαμηλότερη ενσωματωμένη ενέργεια σε σχέση με εκείνα του αλουμινίου.

5. **Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής:** το **Σενάριο 4** διαθέτει, την χαμηλότερη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (74.898,74kwh), ενώ το **Σενάριο 1** (με 137.081,96kwh) διαθέτει **83,02% μεγαλύτερη**. (τα ίδια συμπεράσματα εξάγονται εάν λάβει κανείς υπόψη του την EEr στην Συνολική Ενέργεια του κύκλου ζωής και αναλυτικότερα, το **Σενάριο 4** διαθέτει, τη χαμηλότερη με 63.575,52kwh, ενώ το Σενάριο 1 έχει 137.081,96kwh (ή **115,62% μεγαλύτερη**). Ο μικρότερος εσωτερικός χώρος όχι μόνο έχει χαμηλότερη ενσωματωμένη ενέργεια, αλλά και λειτουργική, αφήνοντας έτσι το χαμηλότερο ενεργειακό αποτύπωμα.
6. **Αρχικό κόστος επένδυσης:** το **Σενάριο 4** διαθέτει το μικρότερο αρχικό κόστος κατασκευής (19.721,78 €), ενώ το **Σενάριο 1** είναι κατά **29,05% ακριβότερο** (25.450,82 €). Η «οικολογική» λοιπόν κατασκευή δεν είναι κατ' ανάγκη πιο ακριβή από τη συμβατική, όπως έχει επικρατήσει ως αντίληψη έως σήμερα. Η μείωση του κόστους εξαρτάται από την επιλογή των υλικών και τον προσεκτικό σχεδιασμό της κατασκευής.
7. **Συνολική EE/m² (EEr/m²):** το **Σενάριο 3** διαθέτει τη χαμηλότερη EE/m² με 1.619,02kwh/m² (και EEr/m² 1.324,97kwh/m²), ακολουθούμενο από το **Σενάριο 1** με 3.377,73kwh/m² (και στις δυο περιπτώσεις) με την ποσοστιαία διαφορά να ανέρχεται σε **108,63% (154,93% για την EEr/m²)**
8. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί (και ισχύει από το σημείο αυτό και για τα επόμενα σημεία των συμπερασμάτων) ότι τα αποτελέσματα ανά μονάδα επιφάνειας ανατρέπουν ότι το Σενάριο 4 είναι η βέλτιστη επιλογή και αναδεικνύουν το Σενάριο 3 όπως θα φανεί και στην επόμενη παράγραφο. Κατά συνέπεια, όταν τα μεγέθη αναφέρονται στο συνολικό κατάλυμα ή στον χρήστη επιλέγεται το Σενάριο 4 ως το βέλτιστο για να συγκριθεί με το Σενάριο 1 και όταν τα μεγέθη αναφέρονται ανά μονάδα επιφάνειας επιλέγεται το Σενάριο 3 ως το βέλτιστο για να συγκριθεί με το Σενάριο 1
9. **Συνολικές Εκπομπές EE σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂/m²:** το **Σενάριο 3** διαθέτει χαμηλότερες τιμές ισοδυνάμων εκπομπών CO₂/m² της EE (**389,52KgCO₂/m²**), με τη ποσοστιαία διαφορά με το **Σενάριο 1** (870,41KgCO₂/m²) να ανέρχεται σε **123,46%**.
10. **Συνολική EE/m² (EEr/m²) αδιαφανών δομικών στοιχείων:** το μέγεθος αυτό εξετάζεται για τους ίδιους λόγους με αυτούς που αναφέρονται στο σημείο 2 της παρούσης. Το **Σενάριο 3** διαθέτει και πάλι τη χαμηλότερη EE (1.553,50kWh/m²), ενώ

με το **Σενάριο 1** έχει διαφορά **41,36%** (2.195,97kWh/m). (αναφορικά με την EEr, το Σενάριο 3 διαθέτει και πάλι τη χαμηλότερη EEr (1.269,35kWh/m²), ενώ με το Σενάριο 1 έχει διαφορά **73,00%** (2.195,97kWh/m)).

11. **Συνολικές Εκπομπές ΕΕ σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂/m² αδιαφανών δομικών στοιχείων:** το μέγεθος αυτό εξετάζεται για τους ίδιους λόγους με αυτούς που αναφέρονται στο σημείο 2 της παρούσης.: το **Σενάριο 3** διαθέτει και πάλι τη **χαμηλότερη EEr** (374,66kgCO₂/μ²), ενώ με το **Σενάριο 1** έχει διαφορά **66,04%** (622,08kgCO₂/μ²).
12. **Ετήσια Λειτουργική Ενέργεια:** Το **Σενάριο 3** διαθέτει τη χαμηλότερη Ετήσια Ενέργεια Λειτουργίας (256,77kWh), ενώ το **Σενάριο 1** διαθέτει 277,25kWh ή **7,98% μεγαλύτερη**. Γενικότερα, διαφορά στη Λειτουργική ενέργεια είναι πολύ μικρή αφού βασική παραδοχή κατά τον σχεδιασμό των εξεταζόμενων σεναρίων ήταν ότι όλα θα είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας.
13. **Λειτουργική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m²:** Το **Σενάριο 3** διαθέτει, την χαμηλότερη Λειτουργική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m² (320,00kWh/m²), ενώ το **Σενάριο 1** διαθέτει 380,00kWh/m² ή **18,75% μεγαλύτερη**.
14. **Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m²:** Το **Σενάριο 3** διαθέτει, την χαμηλότερη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m² (1.939,02kWh/m²) ενώ το **Σενάριο 1** έχει 3.757,73kWh/m² ή **93,8% μεγαλύτερη**. (τα ίδια συμπεράσματα εξάγονται εάν λάβει κανείς υπόψη του την EEr στην Συνολική Ενέργεια του κύκλου ζωής/m² και αναλυτικότερα, το **Σενάριο 3** διαθέτει, τη χαμηλότερη με 1.644,97kWh/m², ενώ το **Σενάριο 1** έχει 3.757,73kWh/m² (ή **128,44% μεγαλύτερη**))
15. **Αρχικό κόστος επένδυσης ανά m²:** το **Σενάριο 3** διαθέτει το μικρότερο κόστος κατασκευής ανά μ² (530,73€/m²), ενώ το Σενάριο 1 είναι κατά 31,45% ακριβότερο (697,66€/m²)
16. **Ενεργειακή σπατάλη για κάθε € αρχικής επένδυσης:** στο Σενάριο 3 καταναλώνονται 3,05kWh/€ (2,5kWh/€ για την EEr), ενώ στο Σενάριο 1 καταναλώνονται 4,84kWh/€ (αφορά και την EEr) ή **58,71% περισσότερο**.
17. **Πράσινο αποτύπωμα για κάθε € αρχικής επένδυσης:** στο Σενάριο 3 εκπέμπονται 0,73 ισοδύναμες εκπομπές CO₂/€, ενώ στο Σενάριο 1 εκπέμπονται 1,25 ισοδύναμες εκπομπές CO₂/€ ή **70,69% περισσότερο**.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το Σενάριο 4 είναι αυτό που υπερτερεί του Σεναρίου 1 όταν το μέγεθος ανάγεται στην μονάδα του χρήστη (εξαίρεση αποτελεί η **Ετήσια Λειτουργική Ενέργεια**), ενώ τη θέση του παίρνει το Σενάριο 3 όταν η μονάδα αναγωγής είναι η επιφάνεια της Κλιματιζόμενης Ζώνης (m^2). Αυτό οφείλεται στο ότι η μινιμαλιστική σχεδίαση αν και ανά μονάδα χρήστη εξοικονομεί υλικά (και κατά συνέπεια ΕΕ και αρχικό κόστος), υπάρχουν δομικά στοιχεία όπως τα ανοίγματα (πόρτες/παράθυρα), τα ΦΒ panels και οι ηλιοθερμικοί συλλέκτες, οι οποίοι έχουν τα ίδια μεγέθη και στα δυο σενάρια ανεξάρτητα από τα m^2 που καταλαμβάνουν οι μονάδες, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη επιβάρυνση του Σεναρίου 4, του οποίου η θερμική ζώνη καταλαμβάνει μικρότερη επιφάνεια, όταν εξετάζονται τα σχετικά μεγέθη ανοιγμένα στη μονάδα επιφάνειας.

Στη συνέχεια συγκρίνονται τα Σενάρια 3 και 4 που χρησιμοποιούν ακριβώς τα ίδια δομικά υλικά, αλλά διαφορετική φιλοσοφία σχεδίασης με σκοπό να συνοψιστούν τα συμπεράσματα για τη φιλοσοφία σχεδίασής τους. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης δίνονται ανά μονάδα χρήστη και ανά μονάδα επιφάνειας κλιματιζόμενης ζώνης (m^2).

1. **Συνολική ΕΕ (και EEr):** το **Σενάριο 4** διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ (60.749,61kWh) (και EEr 49.426,40kWh) και το **Σενάριο 3** διαθέτει 64.954,93kWh (και EEr 53.157,75kWh) με ποσοστιαία διαφορά **6,92%** μεγαλύτερη για το Σενάριο 3 (για την EEr είναι **7,55%**).
2. **Συνολικές Εκπομπές ΕΕ σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂:** η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ **Σεναρίου 4** (14.415,08kgCO₂) και **Σεναρίου 3** (15.627,58 kgCO₂) είναι **8,41%** και οφείλεται καθαρά στη μινιμαλιστική σχεδίαση.
3. **Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής:** το **Σενάριο 4** διαθέτει, την χαμηλότερη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής (74.898,74kwh) και ακολουθεί το **Σενάριο 3** με 77.793,33kwh ή **3,86% μεγαλύτερη**. (τα ίδια συμπεράσματα εξάγονται εάν λάβει κανείς υπόψη του την EEr στην Συνολική Ενέργεια του κύκλου ζωής και αναλυτικότερα, το **Σενάριο 4** διαθέτει 63.575,52kwh ενώ το **Σενάριο 3** διαθέτει 65.996,15kwh (ή **3,81% μεγαλύτερη**)).
4. **Αρχικό κόστος επένδυσης:** το **Σενάριο 4** διαθέτει το μικρότερο αρχικό κόστος κατασκευής (19.721,78 €), το **Σενάριο 3** είναι κατά **7,97% ακριβότερο** (21.293,04 €).

5. **Συνολική ΕΕ/m² (και ΕΕr/m²):** το **Σενάριο 3** διαθέτει τη χαμηλότερη ΕΕ/m² με 1.619,02 kwh/m² (και ΕΕr/m² 1.324,97kwh/m²), ακολουθούμενο από το **Σενάριο 4** με 1.932,09kwh/m² (1.571,96kwh/m²), με τη ποσοστιαία διαφορά της ΕΕ/m² μεταξύ του σεναρίου 3 και Σεναρίου 4 να ανέρχεται σε **(19,34% (18,64% για την ΕΕr/m²))**
6. **Συνολικές Εκπομπές ΕΕ σε ισοδύναμες εκπομπές CO₂/m²:** το **Σενάριο 3** διαθέτει χαμηλότερες ισοδύναμες εκπομπές CO₂/m² της ΕΕ (389,52KgCO₂/m²), ακολουθούμενο από το **Σενάριο 4** με 458,46KgCO₂/m² με ποσοστιαία διαφορά **17,7%**.
7. **Ετήσια Λειτουργική Ενέργεια:** Το **Σενάριο 3** διαθέτει τη χαμηλότερη (256,77kwh), ενώ το **Σενάριο 4** διαθέτει 282,98kwh ή **10,21% μεγαλύτερη**.
8. **Λειτουργική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m²:** Το **Σενάριο 3** διαθέτει, την χαμηλότερη Λειτουργική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m² (320,00kwh/m²), ενώ το **Σενάριο 4** διαθέτει 450,00kwh/m² ή **40,63% μεγαλύτερη**.
9. **Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m²:** Το **Σενάριο 3** διαθέτει, την χαμηλότερη Συνολική Ενέργεια στον κύκλο ζωής/m² (1.939,02kwh/m²) ενώ το **Σενάριο 4** διαθέτει 2.382,09kwh/m² ή **22,85% μεγαλύτερη** (τα ίδια συμπεράσματα εξάγονται εάν λάβει κανείς υπόψη του την ΕΕr στην Συνολική Ενέργεια του κύκλου ζωής/m² και αναλυτικότερα, το **Σενάριο 3** διαθέτει, τη χαμηλότερη με 1.644,97kwh/m², ενώ το **Σενάριο 4** έχει 2.021,96kwh/m² (ή **22,92% μεγαλύτερη**)).
10. **Αρχικό κόστος επένδυσης ανά m²:** το **Σενάριο 3** διαθέτει το μικρότερο κόστος κατασκευής ανά μ² (530,73€/m²), ενώ το **Σενάριο 4** στοιχίζει 627,23€/m², το οποίο είναι **18,18% ακριβότερο**.
11. **Ενεργειακή σπατάλη για κάθε € αρχικής επένδυσης:** στο **Σενάριο 3** καταναλώνονται 3,05kWh/€ (2,5kWh/€ για την ΕΕr), ενώ στο **Σενάριο 4** καταναλώνονται 3,08kWh/€ (2,51kWh/€ για την ΕΕr), δηλαδή η **διαφορά είναι σχεδόν μηδενική**.
12. **Πράσινο αποτύπωμα για κάθε € αρχικής επένδυσης:** στο **Σενάριο 3** εκπέμπονται 0,73 ισοδύναμες εκπομπές CO₂/€, όσο και στο **Σενάριο 4**, δηλαδή η **διαφορά είναι μηδενική**.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το **Σενάριο 4** υπερτερεί του Σεναρίου 3 όταν το κριτήριο αξιολόγησης ανάγεται στην μονάδα χρήστη (εξαίρεση αποτελεί η **Ετήσια**

Λειτουργική Ενέργεια) και ισχύει το αντίστροφο όταν το κριτήριο αξιολόγησης είναι η μονάδα επιφάνειας (m^2). Αυτό οφείλεται στο ότι η μινιμαλιστική σχεδίαση αν και ανά μονάδα χρήστη εξοικονομεί υλικά (και κατά συνέπεια ΕΕ και αρχικό κόστος), υπάρχουν δομικά στοιχεία όπως οι πόρτες/παράθυρα, τα ΦΒ panels και οι ηλιοθερμικοί συλλέκτες, οι οποίοι έχουν τα ίδια μεγέθη και στα δυο σενάρια ανεξάρτητα από την επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι μονάδες με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη επιβάρυνση του Σεναρίου 4 όταν εξετάζονται τα σχετικά μεγέθη/ m^2 .

Συνεπώς, ο δείκτης της κατανάλωσης ενέργειας (συνολικής ή ΕΕ ή ΕΕr) ή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ή του αρχικού κόστους επένδυσης ανά μονάδα επιφάνειας δεν είναι αρκετός για την περιγραφή/αξιολόγηση ενός συστήματος και θα πρέπει να συμπληρώνεται και με τον δείκτη κατανάλωσης ενέργειας ή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή αρχικού κόστους επένδυσης ανά χρήστη, προκειμένου, να εξάγονται ορθολογικά συμπεράσματα σε πιο σύνθετες περιπτώσεις.

Ένα εξαιρετικά σημαντικό συμπέρασμα είναι η σημαντικά χαμηλότερη ΕΕ και οι χαμηλότερες ισοδύναμες εκπομπές CO_2 των φιλικών προς το περιβάλλον δομικών υλικών σε σχέση με τα συμβατικά ενώ ταυτόχρονα διατηρούνται αναλλοίωτες οι επιδόσεις τους σε επίπεδο λειτουργικής ενέργειας, με παράλληλα χαμηλότερο κόστος κατασκευής.

Επίσης, ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα είναι η αξία της μινιμαλιστικής σχεδίασης όταν η αναγωγή είναι ο αριθμός των χρηστών. Ο συνδυασμός των δυο παραπάνω συμπερασμάτων μπορεί να δώσει πιο φιλικά προς το περιβάλλον και οικονομικά αποτελέσματα.

Τέλος, ένα άλλο εξαιρετικά σημαντικό συμπέρασμα είναι το ποσοστό της λειτουργικής ενέργειας και της ΕΕ στη συνολική ενέργεια. Στην περίπτωση της ΕΕ, το ποσοστό της λειτουργικής ενέργειας κυμαίνεται από 10,11% στο Σενάριο 1 έως 18,89% στο Σενάριο 4 (στην περίπτωση της ΕΕr, το ποσοστό της λειτουργικής ενέργειας κυμαίνεται από 10,11% στο Σενάριο 1 έως 22,26% στο Σενάριο 4). Τα αποτελέσματα αυτά πέραν ότι επιβεβαιώνουν παρόμοια ερευνητικά αποτελέσματα (Schwartz 2018, Dixit 2017, Ramesh 2010) αποδεικνύουν ότι οι υφιστάμενες πρόνοιες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και οι εθνικές καλύπτουν τις απαιτήσεις ελάχιστης λειτουργικής ενέργειας. Τώρα πλέον το βάρος και η πρόκληση έχει μετατοπιστεί στη μείωση της ΕΕ για την οποία θα πρέπει να ληφθούν

ιδιαίτερα μέτρα. Εξειδικευμένη και συστηματική έρευνα για την ΕΕ θα πρέπει να διενεργηθεί σε εθνικό επίπεδο ώστε όπως υπάρχει ο *Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων*, (Υ.Α. ΔΝΣγ/οικ.35577/ΦΝ 466/4.5.2017, 2017,) για τα κοστολόγια και η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2:2017 για τα χαρακτηριστικά των δομικών υλικών, να υπάρξει μια ελληνική βάση δεδομένων για την ΕΕ των δομικών υλικών. Επίσης, θα πρέπει να θεσμοθετηθεί μια μεθοδολογία για την πιστοποίηση της ΕΕ των δομικών υλικών. Ακόμη θα πρέπει οι παραγωγοί, κατασκευαστές, μηχανικοί και πελάτες/ιδιώτες να ενημερωθούν και να ενθαρρυνθούν με οικονομικά κίνητρα ώστε να επιλέγουν δομικά υλικά με πιστοποιημένη την ΕΕ. Το τελευταίο θα έχει πολλαπλασιαστικό όφελος εφόσον συνοδευθεί με μια κεντρική στρατηγική για την προώθηση φυσικών δομικών υλικών που παράγονται ή μπορούν να παραχθούν με βάση τις αρχές της αειφορίας στη χώρα μας. Έρευνα θα πρέπει να διενεργηθεί σε πεδία όπως η θεμελίωση με τη χρήση πέτρας αλλά και τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών κορμόξυλων, αλλά και για τις παθήσεις του ξύλου και τους τρόπους/τεχνικές αντιμετώπισής τους, ώστε να ενισχυθεί η εμπιστοσύνη μηχανικών, κατασκευαστών και ιδιωτών.

Πεδίο περεταίρω έρευνας στο συγκεκριμένο θέμα θα μπορούσε να είναι η έρευνα πεδίου με σκοπό να καταγράψει τις απόψεις των δικαιούχων/εμπλεκόμενων που δεν είναι άλλοι από τους μηχανικούς, τους ξενοδόχους και τους τουρίστες, ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την αποδοχή ή όχι μια διαφορετικής, φιλικής προς το περιβάλλον, λύσης στον τομέα της φιλοξενίας. Ακόμη πεδίο έρευνας θα μπορούσε να είναι και η προσομοίωση ενός πραγματικού έργου κατασκευής καταλυμάτων-μπανγκαλόου (το οποίο θα περιλάμβανε και τα τέσσερα σενάρια που περιεγράφηκαν) και η παρακολούθηση/καταγραφή της ζητημάτων όπως η ενέργεια μεταφοράς (και οι αντίστοιχες εκπομπές), η ενέργεια που καταναλώθηκε στο εργοτάξιο για την κατασκευή τους και η σπατάλη υλικών σε σχέση με τους θεωρητικούς υπολογισμούς και την ενσωμάτωσή τους στους παραπάνω υπολογισμούς. Ένα εξειδικευμένο ερωτηματολόγιο, με στόχο την αειφορική διαχείριση του τουριστικού προϊόντος θα μπορούσε επίσης να συμπληρώνεται από τους πελάτες, ώστε να συλλεχθεί η άποψή τους τόσο σε αισθητικό όσο και σε λειτουργικό επίπεδο καθώς και να καταγράφονται οι απαιτήσεις συντήρησής τους.

Βιβλιογραφία

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Andersson, M, Barkander, J, Kono, J & Ostermeyer, Y 2018, 'Abatement cost of embodied emissions of a residential building in Sweden', *Energy and Buildings*, no 158, pp 595–604.

Balouktsi, M & Lützkendorf, T 2016, 'Energy efficiency of buildings: the aspect of embodied energy', *Energy Technol.*, no 4, pp 31–43.

Berge, Bj 2009, *The Ecology of Building Materials*, Architectural Press, Burlington.

BPIE, 2015, 'Nearly early zero energy buildings-Definitions across Europe', *Buildings Performance Institute Europe*, προσβάσιμο την 12/8/2018,

http://bpie.eu/uploads/lib/document/attachment/128/BPIE_factsheet_nZEB_definitions_across_Europe.pdf

Brandao, M, Levasseur, A, Kirschbaum, MUF, Weidema, BP, Cowie, AL, Jørgensen, SV, Hauschild, MZ Pennington, DW & Chomkham Sri, K 2013, 'Key issues and options in accounting for carbon sequestration and temporary storage in lifecycle assessment and carbon foot printing', *Int. J. Life Cycle Assess*, no 18, pp 230–240.

Cabeza, LF Barreneche, C, Miró, L, Morera, JM, Bartolí, AI & Fernández, E 2013, 'Low carbon and low embodied energy materials in buildings: A review', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no 23, pp 536–542.

Carrero, R, Malvárez, G, Navas, F and Tejada, M 2009, 'Negative impacts of abandoned urbanisation projects in the spanish coast and its regulation in the law', *Journal of Coastal Research*, SI56: 1120-1124.

Committee on Tourism Statistics and Tourism Satellite Account, 2018, προσβάσιμο την 20/6/2018, <http://statistics.unwto.org/content/committee-statistics-and-tourism-satellite-account>

Committee on Tourism Statistics and TSA and the Working Group of Experts on Measuring Sustainable Tourism, 2018, 'Statistical Framework for Measuring Sustainable Tourism', προσβάσιμο την 20/6/2018,

http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/pdf/sf-mst_feb.pdf

Crawford, RH & Treloar, GJ 2003, 'Validation of the use of Australian input output data for building embodied energy simulation', *In: Proceedings of the 8th international IBPSA conference*, Eindhoven.

Dixit, MK, Fernández-Solís, JL, Lavy, S & Culp, CH 2010, 'Identification of parameters for embodied energy measurement: a literature review', *Energy Build*, no 42, pp 1238–1247.

Dixit, M 2017, 'Life cycle embodied energy analysis of residential buildings: A review of literature to investigate embodied energy parameters', *Renewable and Sustainable Energy, Reviews*, 79: 390–413.

DoE, 2018, 'A Common Definition for Zero Energy Buildings', *National Institute of Building Sciences*, προσβάσιμο την 12/8/2018, <https://www.energy.gov/eere/buildings/downloads/common-definition-zero-energy-buildings>

Frischknecht, R, Wyss, F, BüsserKnöpfel, S, Lützkendorf, T & Balouktsi, M 2015, 'Cumulative energy demand in LCA: the energy harvested approach', *Int. J. Life Cycle Assess*, pp 957–969.

Fouquet, M, Levasseur, A, Margni, M, Lebert, A, Lasvaux, S, Souyri, B, Buhé, C & Woloszyn, M 2015, 'Methodological challenges and developments in LCA of low energy buildings: application to biogenic carbon and global warming assessment', *Build. Environ.*, no 90, pp 51–59.

Giordano, R, Serrab, V, Demaria, E & Duzel, A 2017, 'Embodied energy versus operational energy in a nearly zero energy building case study', *Energy Procedia*, no 111, pp 367–376.

Gössling, S, Peeters, P, Hall, M, Ceron, JP, Dubois, G, Lehmann, L & Scott, D 2012, 'Tourism and water use: Supply, demand, and security. An international review', *Tourism Management*, Volume 33, Issue 1, Pages 1-15.

Hacker, Jacob N. De Saulles, Tom P. Minson, Andrew J. Holmes, Michael J. 2008, 'Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the

effects of thermal mass and climate change', *Energy and Buildings*, Volume 40, Issue 3, 2008, Pages 375-384.

Hammond, GP & Jones, CI 2008, 'Embodied energy and carbon in construction materials', *Proc. Inst. Civ.*, no 16, pp 87–98.

Hammond, G & Jones, Cr 2011, 'Inventory of Carbon & Energy (ICE) Version 2.0', *University of Bath*, Bath.

IEA EBC Annex 57, 2014, 'Evaluation of embodied energy and CO_{2eq} for building construction', προσβάσιμο την 12/8/2018, <http://www.annex57.org/>

Koezjakov, A, Urge-Vorsatz, D, Crijns-Graus, W & Van den Broek, M 2018, 'The relationship between operational energy demand and embodied energy in Dutch residential buildings', *Energy & Buildings*, no 165, pp 233-245.

Laborderie, Al, Puech, Cl, Adra, N, Blanc, Is, Beloin-Saint Pierre, D, Padey, P, Payet, J, Sie, M & Jacquin, Ph 2011, 'Environmental Impacts of Solar Thermal Systems with Life Cycle Assessment', *World Renewable Energy Congress*, Linköping.

Lamnatou. Chr, Notton, G, Chemisana, D and Cristofari, C 2014, 'Life cycle analysis of a building-integrated solar thermal collector, based on embodied energy and embodied carbon methodologies', *Energy and Buildings*, 84: 378-387.

Mantiñán. M and Solla, X 2010, 'Impact of Tourism on Coastal Towns: From Improvisation to Planification', *The Open Urban Studies Journal*, 3:21-27.

Martínez-Rocamora, A, Solís-Guzmán, J & Marrero, M 2016, 'LCA databases focused on construction materials: A review', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no 58, pp 565–573.

Moncaster, AM & Symons, KE 2013, 'A method and tool for cradle to grave embodied carbon and energy impacts of UK buildings in compliance with the new TC350 standards', *Energy Build*, no 66, pp 514–523.

Natura 2000, 'Natura 2000 Network Viewer', *European Environment Agency*, προσβάσιμο την 14/8/2018, <http://natura2000.eea.europa.eu/>

Nearly zero-energy buildings, 2018, European Commission, προσβάσιμο την 12/8/2018, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings>

NINA, 2018, ‘Outdoor recreation and nature-based tourism’, Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim, προσβάσιμο την 23/8/2018, <https://www.nina.no/english/Fields-of-research/Human-Dimensions/Outdoor-recreation-and-nature-based-tourism>

OECDa, 2018, ‘OECD Tourism Trends and Policies 2018’, *OECD Publishing*, προσβάσιμο την 19/6/2018, https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/oecd-tourism-trends-and-policies-2018_tour-2018-en#page182

OECDb, 2018, ‘OECD Tourism Trends and Policies 2018’, *OECD Publishing*, προσβάσιμο την 19/6/2018, https://read.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/oecd-tourism-trends-and-policies-2018_tour-2018-en#page95

People and the Planet, 2018, ‘Environmental Impacts of Tourism’, προσβάσιμο την 12/8/2018, <https://www.gdrc.org/uem/eco-tour/envi/one.html>

Ramesh, T, Prakash, R & Shukla, KK 2010, ‘Life cycle energy analysis of buildings: an overview’, *Energy Build*, no 42, pp 1592–1600.

Rasmussen, FN, Malmqvist, T, Moncasterc, A, Wibergd, AH & Brgisdóttir, H 2018, ‘Analysing methodological choices in calculations of embodied energy and GHG emissions from buildings’, *Energy and Buildings*, no 158, pp 1487–1498.

Roaf, S, Fuentes, M and Thomas, S 2007, *Ecohouse*, Elsevier, Burlington

Roy, R 2004, *Timber Framing for the Rest of Us*, New Society Publishers, Gabriola Island.

Roy, R 2016, *Cordwood Building - a Comprehensive Guide to the State of the Art*, New Society Publishers, Gabriola Island.

Sartori, I & Hestnes, AG 2007, ‘Energy use in the life cycle of conventional and low energy buildings: a review article’, *Energy and Buildings*, no 39, pp 249–257.

Sawkar, 1998, 'Tourism and the Environment Case Studies on Goa, India, and the Maldives', *World Bank Institute*, προσβάσιμο την 24/6/2018, <http://documents.worldbank.org/curated/en/373861468774707910/pdf/multi-page.pdf>

Schwartz, Y, Raslan, R & Mumovic, D 2018, 'The life cycle carbon footprint of refurbished and new buildings—A systematic review of case studies', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no 81, pp 231–241.

Stucki, M & Jungbluth, N 2012, 'Update of the Life Cycle Inventories of Solar Collectors', *ESU-services Ltd*, Uster, προσβάσιμο την 13/8/2018, <http://esu-services.ch/fileadmin/download/publicLCI/stucki-2010-Solar-Collector.pdf>

Syngros, G, Balaras CA & Koubogiannis, DG 2017, 'Embodied CO2 Emissions in Building Construction Materials of Hellenic Dwellings', *Procedia Environmental Sciences*, no 38, pp 500–508.

Takano, A, Winter, St, Hughes, M & Linkosalmi, L 2014, 'Comparison of life cycle assessment databases: A case study on building assessment', *Building and Environment*, no 79, pp 20-30.

Tepees, 2018 , 'Native American Houses', *Native Languages of the Americas website ©1998-2014*, προσβάσιμο την 14/8/2018, <http://www.native-languages.org/houses.htm>

UNWTO 1981:490

UNWTO, 2015, 'Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development', *4th plenary meeting*, προσβάσιμο την 20/6/2018, http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

UNWTO, 2016, 'Measuring Sustainable Tourism (MST)', *UNWTO*, προσβάσιμο την 20/6/2018, <http://statistics.unwto.org/mst>

UNWTO, 2017, '2017 International Year of Sustainable Tourism for Development', *UNWTO*, προσβάσιμο την 20/6/2018, <http://www.tourism4development2017.org/about/>

UNWTO, 2018, '2017 Annual Report', *UNWTO*, προσβάσιμο την 19/6/2018, <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284419807>

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Buildingcert, 2018, Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών & Αρχείο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων, προσβάσιμο την 24/6/2018, www.buildingcert.gr

CRESa, 2018, 'Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής αποδοτικότητας για τα κτίρια nZEB', προσβάσιμο την 12/8/2018, <http://www.cres.gr/energyhubforall/3.1.2.html>

CRESb, 2018, 'Οδηγός ηλιακού κλιματισμού', προσβάσιμο την 19/8/2018, http://www.cres.gr/kape/education/solar_cooling_brochure-SMALL.pdf

ΕΛΣΤΑΤ, 2011, ‘Απογραφή Κτιρίων 2011’, προσβάσιμο την 20/6/2018, <http://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011>

Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, 2018, 'Πρότυπα για το σκυρόδεμα', προσβάσιμο την 23/6/2018, <http://www.hcia.gr/el/cement-concrete/concrete/regulations/>

Ίκκος, Ά και Κουτσός, Σ 2018, 'Η συμβολή του Τουρισμού στην ελληνική οικονομία το 2017', *Ινστιτούτο ΣΕΤΕ*, προσβάσιμο την 19/6/2018, http://www.insete.gr/Portals/0/meletes-INSETE/01/2018_SymvolhTourismou-2017.pdf

Ίκκος, Ά, Μαρούλης, Δ, Κυρατσούλης, Θ & Κουτσός, Σ 2017, 'Ελληνικός Τουρισμός Εξελίξεις–Προοπτικές', *Ινστιτούτο ΣΕΤΕ*, προσβάσιμο την 14/8/2018, http://www.insete.gr/Portals/0/meletes-INSETE/ET/2017_ET_3.pdf

Κακαρά, Ι. 2014, 'Το ξύλο κυπαρισσιού ως δομικό προϊόν', προσβάσιμο την 28/8/2018, <http://kakarasioannis.blogspot.com/2014/10/blog-post.html>

KENAK. 2010. 'Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων', Απόφαση Αρ. Δ6/Β/οικ.5825/2010, *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (407/Β/09.04.2010), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

KENAK, 2017, 'Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων', Απόφαση Αρ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (2367/Β/12.07.2017), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

KNAUF, 2018, 'W387-Εξωτερική τοιχοποιία σε μεταλλικό σκελετό', προσβάσιμο την 14/8/2018,

http://www.knauf.gr/www/el/ksira_domisi/systems/external_walls/aquapanel_10/exterior_walls_2.php#open

ΚΤΣ, 1997, 'Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος', ΥΑ υπ' αριθμό Δ14/19164, *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (315/Β/17-4-1997), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

Κ.Υ.Α. 67659/2013, 'Εγκριση τροποποίησης Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό & Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού', *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (3155/Β/12.12.2013), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

Κ.Υ.Α. 24208/2009, 'Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης για τον Τουρισμό & Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων αυτού', *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (1138/Β/11.06.2009), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

Κυρατσούλης και Σια Ε.Ε. 2015, 'Ο ελληνικός τουρισμός, το περιβάλλον και αειφόρος ανάπτυξη', *Ινστιτούτο ΣΕΤΕ*, προσβάσιμο την 21/6/2018, [http://www.insete.gr/Portals/0/meletes-](http://www.insete.gr/Portals/0/meletes-INSETE/11/2015_ET_Perivallon_Aeiforos_Anaptyxh.pdf)

[INSETE/11/2015_ET_Perivallon_Aeiforos_Anaptyxh.pdf](http://www.insete.gr/Portals/0/meletes-INSETE/11/2015_ET_Perivallon_Aeiforos_Anaptyxh.pdf)

Μπίκας, Δ, Μυλωνάς, Σ και Τσιλιγκιρίδης, Γ 1999, 'Η εμπεριεχόμενη ενέργεια ως παράμετρος ενεργειακής βελτιστοποίησης στον κύκλο ζωής των κτιρίων', *Εκτο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας "Βελτιστοποίηση Ενεργειακών Διεργασιών"*, Βόλος.

ΝΟΚ, 2012, 'Νέος Οικοδομικός Κανονισμός', Νόμος υπ' αριθμό 4067, *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (79/Α/09.04.2012), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

ΞΕΕ-Grant Thornton ΑΕ, 2017, 'Η φοροδοτική δυνατότητα των ξενοδοχείων και η δυνατότητα αξιοποίησης της οικονομίας διαμοιρασμού για τη φορολογική εξομάλυνση του κλάδου', *Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδας*, προσβάσιμο την 22/6/2018, http://www.grhotels.gr/GR/BussinessInfo/News/Lists/List/Attachments/648/Sharing_economy_impact_assessment_study_clean.pdf

Οδηγία 2010/31/ΕΕ, 2010, 'Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων', *Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο*, προσβάσιμο την 12/8/2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=celex%3A32010L0031>

ΟΗΕ, 2015, προσβάσιμο την 20/6/2018:
<http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/docpdf/unwtocontrbiagesdg7th.pdf>

Πανούση, Σ, Σώκλης, Γ και Χριστίδου, Αγν 2017, 'Διάρθρωση και Χαρακτηριστικά του Ξενοδοχειακού Κλάδου στην Ελλάδα-2016', *Ινστιτούτου Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων*, Αθήνα.

Παπαζάχος, 2018, 'Σημαντική η σεισμική διακινδύνευση του κτιριακού ιστού της Θεσσαλονίκης σε μεγάλο σεισμό', *Capital.gr A.E.*, προσβάσιμο την 23/6/2018, <http://www.capital.gr/epikairota/3300155/simantiki-i-seismiki-diakinduneusi-tou-ktiriakou-istou-tis-thessalonikis-se-megalo-seismo>

ΣΕΠΔΕΜ, 2018, 'Στατιστικά αποτελέσματα για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων οικιακού, τριτογενούς τομέα και δημοσίων κτιρίων', *Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων*, προσβάσιμο την 24/6/2018, <http://bpes.ypeka.gr/>

Σούκη, Στ. 2018, 'Airbnb: Στα \$3.200 το μέσο εισόδημα του Έλληνα «οικοδεσπότη»', *Newmoney*, προσβάσιμο την 22/6/2018, <http://www.newmoney.gr/palmos-oikonomias/354389-airbnb-3-200-dolaria-to-meso-eisodima-tou-ellina-%C2%ABoikodespoti%C2%BB-to-2017>

ΣτΕ, 2015, υπ' αριθμό 3632/2015 απόφαση, Ολομέλεια Συμβουλίου της Επικρατείας, προσβάσιμο την 14/8/2018,

http://www.adjustice.gr/webcenter/portal/ste/ypiresies/nomologies?bltId=10662361&_afrLoop=4362570699178547#!%40%40%3F_afrLoop%3D4362570699178547%26bltId%3D10662361%26centerWidth%3D65%2525%26leftWidth%3D0%2525%26npath%3D%252Fwebcenter%252Fportal%252Fste%252Fypiresies%252Fnomologies%26rightWidth%3D35%2525%26showFooter%3Dfalse%26showHeader%3Dtrue%26__adf.ctrl-state%3D1245d67fud_103

ΣτΕ, 2017, υπ' αριθμό 519/17 απόφαση, Ε' Τμήμα Συμβουλίου της Επικρατείας, προσβάσιμο την 14/8/2018,

http://www.adjustice.gr/webcenter/portal/ste/ypiresies/nomologies?bltId=21272570&_afrLoop=4362673409447132#!%40%40%3F_afrLoop%3D4362673409447132%26bltId%3D21272570%26centerWidth%3D65%2525%26leftWidth%3D0%2525%26npath%3D%252F

[webcenter%252Fportal%252Fste%252Fypiresies%252Fnomologies%26rightWidth%3D35%2525%26showFooter%3Dfalse%26showHeader%3Dtrue%26__adf.ctrl-state%3D1245d67fud_128](#)

T.O.T.E.E. 20701-1, 2017, 'ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ (T.O.T.E.E.) 20701-1/2017/A' έκδοση', *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας*, Αθήνα.

T.O.T.E.E. 20701-2, 2017, 'ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ (T.O.T.E.E.) 20701-2/2017/A' έκδοση', *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας*, Αθήνα.

Τσίππρας, Κ και Τσίππρας, Θ 2005, *Οικολογική Αρχιτεκτονική*, Κέδρος, Αθήνα

Υ.Α. ΔΝΣγ/οικ.35577/ΦΝ 466/4.5.2017, 2018, 'Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων', *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (17446/B'/19-05-2017), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

Υ.Α. 168551/593/23.03.2018, 2018, 'Πίνακας Διατίμησης Δασικών Προϊόντων, διαχειριστικού έτους 2018', *Εφημερίδα της Κυβέρνησης* (1475/B'/27-04-2018), Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα.

Παράρτημα Α: «Υπολογισμός Θερμοπερατότητας Διαφανών και Αδιαφανών Στοιχείων»

Ο υπολογισμός των διαφανών στοιχείων έγινε για τα μεν αλουμινένια πλαίσια/κουφώματα από σχετικό υπολογιστικό εργαλείο του κατασκευαστή τους¹⁵, για τα δε ξύλινα πλαίσια/κουφώματα από τον φορέα πιστοποίησής τους¹⁶.

Ο υπολογισμός των αδιαφανών στοιχείων έγιναν βάσει της ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-2/2017/Α' έκδοση και υπήρξε επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων ως προς τις απαιτήσεις της ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-1/2017/Α' έκδοση.

¹⁵<https://www.alumil.com/greece/specifiers/service-support/services-tools/uw>

¹⁶<https://database.passivehouse.com/en/components/details/window/menuiserie-sur-mesure-passive-msm-0618wi03>

Μπαλκονόπορτα Αλουμινίου Δωματίου

Uw CALCULATION RESULTS



INPUT DATA				
			Date:	30/7/2018
Series:	S700 Low Frame			
Typology:	Double sash sliding			
Width:	4,60	m		
Height (w/o Roller Shutter):	2,20	m		
Roller Shutter Typer:	Without Roller Shutter			
Glazing Type:	Triple Glazing			
Glass U value:	0,50	W/m²K		
Solar Gain Factor (g):	0,50			
Spacer Type:	Thermaly improved++	psi:	0,031	W/mK

PROFILES	
Frame:	S70702/ S70764 + S70786/ S70790
Sash:	S70710
Interlocking Profile:	S70704
T-profile:	
Meeting Profile:	

CALCULATION RESULTS					
	Aw(m ²) (Without Roller Shutter)	Aw(m ²) (With Roller Shutter)	Aluminium Percentage (%)	Uw (W/m ² K) (Total)	g _w
Total Uw without Roller Shutter	10,12	10,12	17,7%	1,09	4,55

Comments:

1. Profiles used for the calculations are specific and listed in the result table above. The Uf measurements as well as the final calculation are done according to EN ISO 10077-2 and EN ISO 10077-1

2. For analytical and certified results we recommend using the software AlumilCAL® by Alumil S.A.

Alumil S.A - www.alumil.com

Phone: +30 23410 79300 - FAX: +30 23410 71988 - E-mail: info@alumil.com

Παράθυρο Αλουμινίου Κουζίνας

Uw CALCULATION RESULTS



INPUT DATA					
				Date:	30/7/2018
Series:	S91				
Typology:	Single sash T&T				
Width:	0,90	m			
Height (w/o Roller Shutter):	1,10	m			
Roller Shutter Typer:	Without Roller Shutter				
Glazing Type:	Triple Glazing				
Glass U value:	0,50	W/m²K			
Solar Gain Factor (g):	0,50				
Spacer Type:	Thermaly improved++	psi:	0,031	W/mK	

PROFILES	
Frame:	S91510
Sash:	S91972
Interlocking Profile:	
T-profile:	
Meeting Profile:	

CALCULATION RESULTS					
	Aw(m²) (Without Roller Shutter)	Aw(m²) (With Roller Shutter)	Aluminium Percentage (%)	Uw (W/m²K) (Total)	gW
Total Uw without Roller Shutter	0,99	0,99	44,4%	0,86	0,45

Comments:

1. Profiles used for the calculations are specific and listed in the result table above. The Uf measurements as well as the final calculation are done according to EN ISO 10077-2 and EN ISO 10077-1

2. For analytical and certified results we recommend using the software AlumilCAL® by Alumil S.A.

Alumil S.A - www.alumil.com

Phone: +30 23410 79300 - FAX: +30 23410 71988 - E-mail: info@alumil.com

Παράθυρο Αλουμινίου Μπάνιου

Uw CALCULATION RESULTS



INPUT DATA				
			Date:	30/7/2018
Series:	S91			
Typology:	Single sash T&T			
Width:	0,90	m		
Height (w/o Roller Shutter):	0,90	m		
Roller Shutter Typer:	Without Roller Shutter			
Glazing Type:	Triple Glazing			
Glass U value:	0,50	W/m²K		
Solar Gain Factor (g):	0,50			
Spacer Type:	Thermaly Improved++	psi:	0,031	W/mK

PROFILES	
Frame:	S91510
Sash:	S91972
Interlocking Profile:	
T-profile:	
Meeting Profile:	

CALCULATION RESULTS					
	Aw(m ²) (Without Roller Shutter)	Aw(m ²) (With Roller Shutter)	Aluminium Percentage (%)	Uw (W/m ² K) (Total)	g _w
Total Uw without Roller Shutter	0,81	0,81	48,1%	0,89	0,36

Comments:

1. Profiles used for the calculations are specific and listed in the result table above. The Uf measurements as well as the final calculation are done according to EN ISO 10077-2 and EN ISO 10077-1

2. For analytical and certified results we recommend using the software AlumilCAL® by Alumil S.A.

Alumil S.A - www.alumil.com

Phone: +30 23410 79300 - FAX: +30 23410 71988 - E-mail: info@alumil.com

Ξύλινη Μπαλκονόπορτα Δωματίου

Window Passive MSM

Info

U value calculation

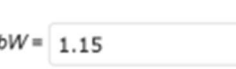
Installation situation

$bW = 1.15$

m

$hW = 2.2$

m



$U_{W} = 0.628 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
 $U_{W, \text{ installed}} = ? \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Glazing

Standard ($U_g = 0.7$)

U_g

0.5

W/(m² K)

Update U value

[Back to list](#)

[Legal notice](#) | [Disclaimer](#) | [Privacy Policy](#)

<https://database.passivehouse.com/en/components/details/window/menuiserie-sur-mesure-passive-msm-0518w03>

1/1

Ξύλινο Παράθυρο Κουζίνας



Component Database

English
German

Window Passive MSM

Info

U value calculation

Installation situation

bW =

1.1

m

hW =

0.9

m

$U_W = 0.681 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

$U_{W, \text{ installed}} = ? \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Glazing

Standard ($U_g = 0.7$)

U_g

0.5

W/(m² K)

Update U value

[Back to list](#)

[Legal notice](#) | [Disclaimer](#) | [Privacy Policy](#)

<https://database.passivehouse.com/en/components/details/window/menutseries-sur-mesure-passive-msm-0610w03>

1/1

Ξύλινο Παράθυρο Μπάνιου

Window
Passive MSM

Info

U value calculation

Installation situation

$bW = 0.9$

m

$hW = 0.9$

m

$U_W = 0.695 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
 $U_{W, \text{ installed}} = ? \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Glazing

Standard ($U_g = 0.7$)

U_g

0.5

$\text{W/(m}^2 \text{ K)}$

Update U value

[Back to list](#)

[Legal notice](#) | [Disclaimer](#) | [Privacy Policy](#)

<https://database.passivert.com/en/components/details/window/menu/series-sur-mesure-passive-msm-0618w03>

1/1

Στη συνέχεια παρατίθεται ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας U των αδιαφανών επιφανειών για κάθε ένα από τα τέσσερα σενάρια.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1			
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Τοιχοποιίας			
Ri		0,13	
d1	0,0300	0,03	Ασβεστοκονίαμα (σελ. 56)
λ1	0,8700		
d2	0,3000	1,65	Θερμομονωτικός οπτόπλινθος, τύπου ΟΙΚΟΜΠΛΟΚ
λ2			
d3	0,1000	3,33	Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη
λ3	0,0300		
d4	0,0300	0,03	Ασβεστοκονίαμα (σελ. 56)
λ4	0,8700		
Ra		0,04	
Rολ		5,22	
U		0,19	
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Φέροντος Οπλισμού			
Ri		0,13	
d1	0,0300	0,03	Ασβεστοκονίαμα (σελ. 56)
λ1	0,8700		
d2	0,3000	0,12	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)
λ2	2,5000		
d3	0,1000	3,33	Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη
λ3	0,0300		
d4	0,0300	0,03	Ασβεστοκονίαμα (σελ. 56)
λ4	0,8700		
Ra		0,04	
Rολ		3,69	
U		0,27	
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Ταράτσας			
Ri		0,13	
d1	0,0300	0,03	Ασβεστοκονίαμα (σελ. 56)
λ1	0,8700		
d2	0,2000	0,08	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)
λ2	2,5000		
d3	0,1000	3,33	Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη
λ3	0,0300		
d4	0,1000	0,77	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα (σελ. 58)
λ4	0,1300		
d5	0,0400		Διάκενο Αέρα
λ5	0,0710		

d6	0,0200		Κεραμίδια (σελ. 59)
λ6	0,4000		
Ra		0,10	Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δαπέδου
Rολ		4,39	
U		0,23	
Ri		0,13	
d1	0,0200	0,11	Πλακίδιο-Κόλλα
λ1	0,1840		
d2	0,1000	0,77	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα (σελ. 58)
λ2	0,1300		
d3	0,1000	3,33	Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη
λ3	0,0300		
d4	0,3000	0,12	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)
λ4	2,5000		
Ra		0,04	
Rολ		4,50	
U		0,22	

ΣΕΝΑΡΙΟ 2			
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Τοιχοποιίας			
Ri	0,13		
d1	0,0070	0,02	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (σελ. 56)
λ1	0,3500		
d2	0,2525	4,55	Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας
			§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06.
			§ Ορυκτοβάμβακας σε πάχη 10cm & 7,5cm, τοποθετημένος εσωτερικά του σκελετού με $\lambda = 0,032 \text{ W/m K}$.
λ2			§ Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.
			Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.
d3	0,0070	0,02	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (σελ. 56)
λ3	0,3500		
Ra	0,04		
Rολ	4,76		
U	0,21		
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Φέροντος Οπλισμού			
Ri	0,13		
d1	0,0070	0,02	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (σελ. 56)
λ1	0,3500		
d2	0,2525	3,57	Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας
			§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06.
			§ Ορυκτοβάμβακας σε πάχη 10cm & 7,5cm, τοποθετημένος εσωτερικά του σκελετού με $\lambda = 0,032 \text{ W/m K}$.
λ2			§ Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.
			Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.
d3	0,2000	0,01	Ανοιξείδιωτος χάλυβας
λ3	17,0000		
d6	0,0070	0,02	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (σελ. 56)
λ6	0,3500		
Ra	0,04		
Rολ	3,79		
U	0,26		
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Ταράτσας			
Ri	0,13		
d1	0,0050	0,01	Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου (σελ. 56)
λ1	0,3500		
d2	0,2525	3,57	Εξωτερικά 1 στρώση τσιμεντοσανίδας
			§ Μεταλλικός σκελετός αποτελούμενος από στρωτήρες UW75-100/40/06 και ορθοστάτες CW75-100/50/06.
			§ Ορυκτοβάμβακας σε πάχη 10cm & 7,5cm, τοποθετημένος εσωτερικά του

			σκελετού με $\lambda = 0,032 \text{ W/m K}$.
			§ Ενδιάμεσα 1 στρώση γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.
λ2			Εσωτερικά 2 στρώσεις γυψοσανίδας πάχους 12,5mm.
d3	0,0400		Διάκενο Αέρα
λ3	0,0710		
d4	0,0200		Κεραμίδια (σελ. 59)
λ4	0,4000		
Ra		0,10	Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δαπέδου
Rολ		3,76	
U		0,26	
Ri		0,13	Πλακίδιο-Κόλλα
d1	0,0200		
λ1	0,1840	0,11	Περλιτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα (σελ. 58)
d2	0,1000		
λ2	0,1300	0,77	Θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης με γραφίτη
d3	0,1000		
λ3	0,0300	3,33	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)
d4	0,3000		
λ4	2,5000	0,12	
Ra		0,04	
Rολ		4,50	
U		0,22	

ΣΕΝΑΡΙΑ 3&4			
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Τοιχοποιίας			
Ri		0,13	
d1	0,6000	0,71	Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)
λ1	0,4200		
d2	0,6000	1,00	Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου
λ2	0,1000		
d3	0,6000	2,22	Κυτταρίνη (ινώδης)
λ3	0,0450		
d4	0,6000	1,00	Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου
λ4	0,1000		
Ra		0,04	
Roλ		5,11	
U		0,20	
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Φέροντος Οπλισμού			
Ri		0,13	
d1	0,6000	0,71	Κωνοφόρα (πεύκο, έλατο κ.τ.λ.)
λ1	0,4200		
d2	0,6000	1,00	Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου
λ2	0,1000		
d3	0,6000	0,59	Οξιά
λ3	0,1700		
d4	0,6000	1,00	Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου
λ4	0,1000		
Ra		0,04	
Roλ		3,47	
U		0,29	
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Ταράτσας			
Ri		0,13	
d1	0,0210	0,15	Ραμποτέ από πεύκη
λ1	0,1400		
d2	0,1100	2,97	Ορυκτοβάμβακας
λ2	0,0370		
d3	0,0220	0,31	Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινσανίδες (MDF)-OSB 2,2cm
λ3	0,0700		
d4	0,0400		Διάκενο Αέρα
λ4	0,0710		
d5	0,0200		Κεραμίδια (σελ. 59)

συμμετοχή κατά 50%

συμμετοχή κατά 50%, με
πλάτος το 1/3

συμμετοχή κατά 50%

συμμετοχή κατά 50%, με
πλάτος το 1/3

λ5	0,4000		
Ra		0,10	
Rολ		3,61	
U		0,27	
Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δαπέδου			
Ri		0,13	
d1	0,0210	0,15	Σανίδες πεύκης-ελάτης 21mm
λ1	0,1400		
d2	0,0500	1,28	Θερμομόνωση δαπέδου με πετροβάμβακα
λ2	0,0390		
d3	0,1000	1,43	Διογκωμένος περλίτης (σελ. 57)
λ3	0,0700		
d4	0,3000	0,12	Οπλισμένο σκυρόδεμα (σίδηρο >2%)
λ4	2,5000		
Ra		0,04	
Rολ		3,15	
U		0,32	
0,4710			

Παράρτημα Β: «Προσομοιώσεις Σεναρίων βάσει λογισμικού KENAK»

Στη συνέχεια παρατίθενται η έκθεση δεδομένων, αποτελεσμάτων και η ενεργειακή κατάταξη από το λογισμικό του KENAK και για τα 4 σενάρια.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1

Έκθεση δεδομένων

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 1

Υπάρχον κτίριο

Χρήση Στενοδοχείο - Θερμής λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός ορόφων	1
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Ύψος τυπικού ορόφου (m)	3.4
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Ύψος ισογείου (m)	3.4
Συνολικός όγκος (m ³)	124.03		
Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Έκθεση κτιρίου *	1	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

* -1: Μη επίγειο, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδεδωμένο, 2: Προστατευμένο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1

Χρήση Στενοδοχείο - Θερμής λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός καμινάδων	0
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² K)	280	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	1	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	2
Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h)	6.96	Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	0

ΚΕΛΥΦΟΣ

Αδιαφανείς επιφάνειες

Τύπος	Τείχος	Τείχος	Πόρτα	Οροφή
Περιγραφή	N	Iσογείου	B	Iσογείου
Προσ/σμός (deg)	180	0	0	---
Κλίση (deg)	90	90	90	0
Εμβαδόν (m ²)	9.55	17.87	1.98	36.48
U (W/m ² K)	0.22	0.21	0.75	0.27
R _{se} (m ² K/W)	0.04	0.04	0.04	0.04
Απορροφητικότητα	0.40	0.40	0.2	0.65
Συν. εκπομπής	0.80	0.80	0.20	0.80
F _{hor_h} (-)	0.88	1.00	1.00	1.00
F _{hor_c} (-)	1.00	0.85	1.00	1.00
F _{ov_h} (-)	0.58	0.33	1.00	1.00
F _{ov_c} (-)	0.24	0.30	1.00	1.00
F _{fin_h} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
F _{fin_c} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
Κόστος (€/m ²)				

Έκθεση Αποτελεσμάτων

Κτίριο Αναφοράς

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.7.5.19

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.4	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	4.8	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	15.5	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	22.0	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	25.4	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	9.9	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.4	77.5	8.2	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.7	0.0	2.1	15.8
ΜΑΙ	0.0	6.3	1.9	15.8
ΙΟΥΝ	0.0	16.1	1.5	15.8
ΙΟΥΛ	0.0	22.2	1.4	15.8
ΑΥΓ	0.0	25.3	1.4	15.8
ΣΕΠ	0.0	10.9	1.5	15.8
ΟΚΤ	1.6	0.0	1.8	15.8
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	4.3	80.9	11.5	110.6

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.9	5.5
ΜΑΙ	0.0	2.2	1.7	5.5
ΙΟΥΝ	0.0	5.6	1.4	5.5
ΙΟΥΛ	0.0	7.7	1.3	5.5
ΑΥΓ	0.0	8.7	1.3	5.5
ΣΕΠ	0.0	3.8	1.3	5.5
ΟΚΤ	0.5	0.0	1.6	5.5
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.5	27.9	10.4	38.2

Υπάρχον Κτίριο

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.7.6.19

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
		(kWh/m ²)		
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.5	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.1	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.2	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	14.6	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	5.8	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	0.2	47.2	8.3	0.0

ΤΡΙΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ B+

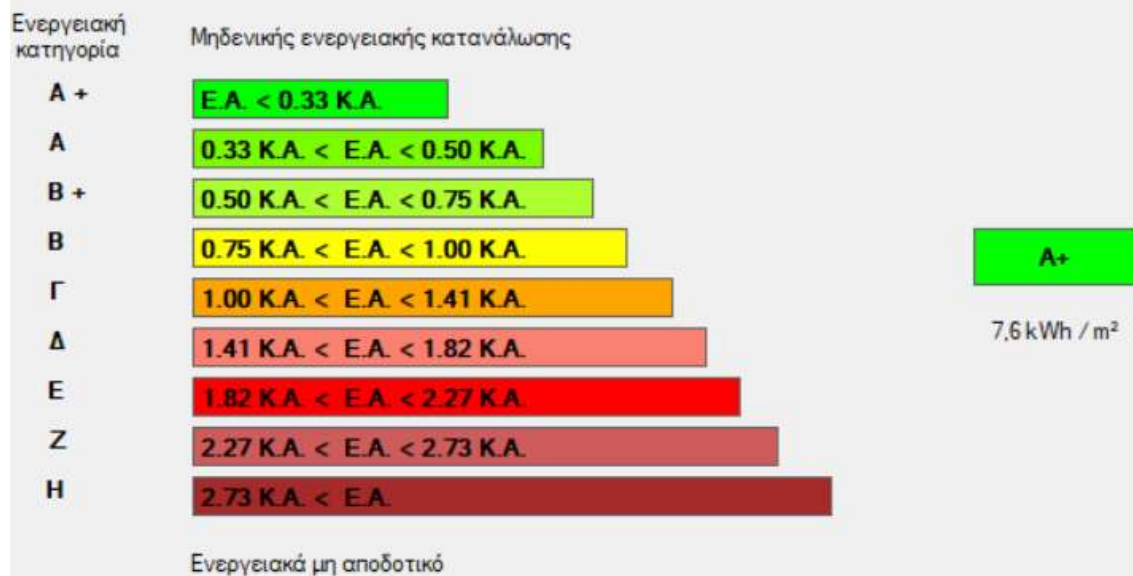
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
		(kWh/m ²)		
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.0	0.0	0.0	14.1
ΜΑΙ	0.0	3.4	0.0	14.1
ΙΟΥΝ	0.0	6.2	0.0	14.1
ΙΟΥΛ	0.0	7.6	0.0	14.1
ΑΥΓ	0.0	8.2	0.0	14.1
ΣΕΠ	0.0	4.3	0.0	14.1
ΟΚΤ	1.9	0.0	0.0	14.1
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	3.8	29.8	0.0	98.9

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
		(kWh/m ²)		
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.7	0.0	0.0	4.9
ΜΑΙ	0.0	1.2	0.0	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	0.0	4.9
ΙΟΥΛ	0.0	2.6	0.0	4.9
ΑΥΓ	0.0	2.8	0.0	4.9
ΣΕΠ	0.0	1.5	0.0	4.9
ΟΚΤ	0.6	0.0	0.0	4.9
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.3	10.3	0.0	34.1

Ενεργειακή Κατάταξη

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 18.08.2018 00.49



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	3,9	3,2
	Ψύξη	74,0	26,4
	ΖΝΧ	9,7	0,0
	Φωτισμός	112,0	85,6
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	107,6
	Σύνολο	199,5	7,6
	Κατάταξη	-	A+

ΣΕΝΑΡΙΟ 2

Έκθεση δεδομένων

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ¹

Υπάρχον κτίριο

Χρήση Σενοδοχείο - Θερμής Λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός ορόφων	1
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Υψος τυπικού ορόφου (m)	3.4
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Υψος ισογείου (m)	3.4
Συνολικός όγκος (m ³)	124.03		
Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Εκθεση κτιρίου *	1	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

* -1: Μη απλόη, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ ¹

Χρήση Σενοδοχείο - Θερμής Λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός καμινάδων	0
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² K)	280	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	1	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	2
Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h)	6.96	Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	0

ΚΕΛΥΦΟΣ

Αδιαφανείς επιφάνειες

Τύπος	Τείχος	Τείχος	Πόρτα	Οροφή
Περιγραφή	N	Ισογείου	B	Ισογείου
Προσ/σμός (deg)	180	0	0	---
Κλίση (deg)	90	90	90	0
Εμβαδόν (m ²)	9.55	17.87	1.98	36.48
U (W/m ² K)	0.22	0.21	0.75	0.27
R _{se} (m ² K/W)	0.04	0.04	0.04	0.04
Απορροφητικότητα	0.40	0.40	0.2	0.65
Συν. εξαερισμός	0.80	0.80	0.20	0.80
F _{hor_h} (-)	0.88	1.00	1.00	1.00
F _{hor_c} (-)	1.00	0.85	1.00	1.00
F _{ov_h} (-)	0.58	0.33	1.00	1.00
F _{ov_c} (-)	0.24	0.30	1.00	1.00
F _{fin_h} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
F _{fin_c} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
Κόστος (€/m ²)				

Έκθεση Αποτελεσμάτων

Κτίριο Αναφοράς

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.75.19

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.4	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	4.8	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	15.5	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	22.0	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	25.4	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	9.9	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΣΥΝ	1.4	77.5	8.3	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.7	0.0	2.1	15.8
ΜΑΙ	0.0	6.3	1.9	15.8
ΙΟΥΝ	0.0	16.1	1.5	15.8
ΙΟΥΛ	0.0	22.2	1.4	15.8
ΑΥΓ	0.0	25.3	1.4	15.8
ΣΕΠ	0.0	10.9	1.5	15.8
ΟΚΤ	1.6	0.0	1.8	15.8
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΣΥΝ	4.3	80.9	11.5	110.6

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.9	5.5
ΜΑΙ	0.0	2.2	1.7	5.5
ΙΟΥΝ	0.0	5.6	1.4	5.5
ΙΟΥΛ	0.0	7.7	1.3	5.5
ΑΥΓ	0.0	8.7	1.3	5.5
ΣΕΠ	0.0	3.8	1.3	5.5
ΟΚΤ	0.5	0.0	1.6	5.5
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΣΥΝ	1.5	27.9	10.4	38.2

Υπάρχον Κτίριο

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.7.6.15

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.5	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.1	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.2	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	14.6	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	5.8	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	0.3	47.2	8.3	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ B+

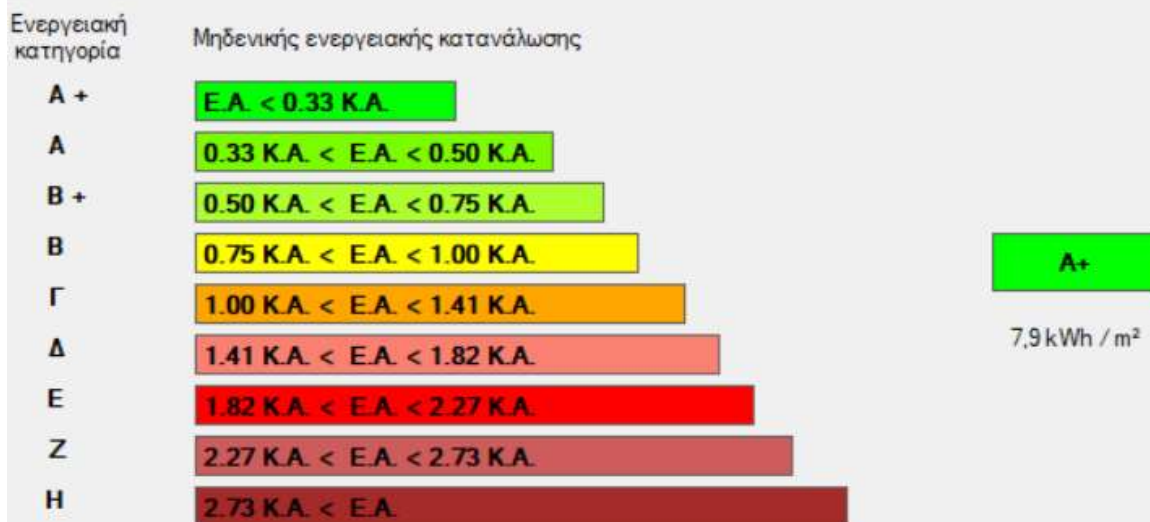
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.0	0.0	0.0	14.1
ΜΑΙ	0.0	3.4	0.0	14.1
ΙΟΥΝ	0.0	6.2	0.0	14.1
ΙΟΥΛ	0.0	7.6	0.0	14.1
ΑΥΓ	0.0	8.2	0.0	14.1
ΣΕΠ	0.0	4.3	0.0	14.1
ΟΚΤ	1.9	0.0	0.0	14.1
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	3.8	29.8	0.0	98.9

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.7	0.0	0.0	4.9
ΜΑΙ	0.0	1.2	0.0	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	0.0	4.9
ΙΟΥΛ	0.0	2.6	0.0	4.9
ΑΥΓ	0.0	2.8	0.0	4.9
ΣΕΠ	0.0	1.5	0.0	4.9
ΟΚΤ	0.6	0.0	0.0	4.9
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.3	10.3	0.0	34.1

Ενεργειακή Κατάταξη

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 18.08.2018 00:53



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	3,9	3,4
	Ψύξη	75,6	26,0
	ΖΝΧ	10,1	0,0
	Φωτισμός	111,5	88,7
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	110,3
	Σύνολο	201,1	7,9
	Κατάταξη	-	A+

ΣΕΝΑΡΙΟ 3

Έκθεση δεδομένων

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 1

Υπάρχον κτίριο

Χρήση Στενοδοχείο - Θερμής λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός ορόφων	1
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Υψος τυπικού ορόφου (m)	3.4
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Υψος ισογείου (m)	3.4
Συνολικός όγκος (m ³)	124.03		
Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Έκθεση κτιρίου *	1	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

* -1: Μη επίοψη, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδεδειγμένο, 2: Προστατευμένο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1

Χρήση Στενοδοχείο - Θερμής λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός καμινάδων	0
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² K)	280	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	1	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	2
Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h)	6.96	Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	0

ΚΕΛΥΦΟΣ

Αδιαφανείς επιφάνειες

Τύπος	Τοίχος	Τοίχος	Πόρτα	Οροφή
Περιγραφή	N	Isoγείου	B	Isoγείου
Προσ/σμός (deg)	180	0	0	---
Κλίση (deg)	90	90	90	0
Εμβαδόν (m ²)	9.55	17.87	1.98	36.48
U (W/m ² K)	0.22	0.21	0.75	0.27
R _{se} (m ² K/W)	0.04	0.04	0.04	0.04
Απορροφητικότητα	0.40	0.40	0.2	0.65
Συν. εκπομπής	0.80	0.80	0.20	0.80
F _{hor_h} (-)	0.88	1.00	1.00	1.00
F _{hor_a} (-)	1.00	0.85	1.00	1.00
F _{ov_h} (-)	0.58	0.33	1.00	1.00
F _{ov_a} (-)	0.24	0.30	1.00	1.00
F _{fin_h} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
F _{fin_a} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
Κόστος (€/m ²)				

Έκθεση Αποτελεσμάτων

Κτίριο Αναφοράς

ΤΕΕ KENAK Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.7.5.19

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.4	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	4.8	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	15.5	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	22.0	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	25.4	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	9.9	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.4	77.5	8.2	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.7	0.0	2.1	15.8
ΜΑΙ	0.0	6.2	1.9	15.8
ΙΟΥΝ	0.0	16.1	1.5	15.8
ΙΟΥΛ	0.0	22.2	1.4	15.8
ΑΥΓ	0.0	25.2	1.4	15.8
ΣΕΠ	0.0	10.9	1.5	15.8
ΟΚΤ	1.6	0.0	1.8	15.8
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	4.2	80.9	11.5	110.6

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.9	5.5
ΜΑΙ	0.0	2.2	1.7	5.5
ΙΟΥΝ	0.0	5.6	1.4	5.5
ΙΟΥΛ	0.0	7.7	1.3	5.5
ΑΥΓ	0.0	8.7	1.3	5.5
ΣΕΠ	0.0	3.8	1.3	5.5
ΟΚΤ	0.5	0.0	1.6	5.5
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.5	27.9	10.4	38.2

Υπάρχον Κτίριο

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.76.19

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.5	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.1	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.2	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	14.6	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	5.8	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	0.3	47.2	8.3	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ B+

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.0	0.0	0.0	14.1
ΜΑΙ	0.0	3.4	0.0	14.1
ΙΟΥΝ	0.0	6.2	0.0	14.1
ΙΟΥΛ	0.0	7.6	0.0	14.1
ΑΥΓ	0.0	8.2	0.0	14.1
ΣΕΠ	0.0	4.3	0.0	14.1
ΟΚΤ	1.9	0.0	0.0	14.1
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	3.8	29.8	0.0	98.9

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.7	0.0	0.0	4.9
ΜΑΙ	0.0	1.2	0.0	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	0.0	4.9
ΙΟΥΛ	0.0	2.6	0.0	4.9
ΑΥΓ	0.0	2.8	0.0	4.9
ΣΕΠ	0.0	1.5	0.0	4.9
ΟΚΤ	0.6	0.0	0.0	4.9
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.3	10.3	0.0	34.1

Ενεργειακή Κατάταξη

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 18.08.2018 00:55

Ενεργειακή
κατηγορία

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A +

$E.A. < 0.33 \text{ K.A.}$

A

$0.33 \text{ K.A.} < E.A. < 0.50 \text{ K.A.}$

B +

$0.50 \text{ K.A.} < E.A. < 0.75 \text{ K.A.}$

B

$0.75 \text{ K.A.} < E.A. < 1.00 \text{ K.A.}$

Γ

$1.00 \text{ K.A.} < E.A. < 1.41 \text{ K.A.}$

Δ

$1.41 \text{ K.A.} < E.A. < 1.82 \text{ K.A.}$

E

$1.82 \text{ K.A.} < E.A. < 2.27 \text{ K.A.}$

Z

$2.27 \text{ K.A.} < E.A. < 2.73 \text{ K.A.}$

H

$2.73 \text{ K.A.} < E.A.$

A+

6,4 kWh / m²

Ενεργειακά μη αποδοτικά

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	3,6	3,0
	Ψύξη	69,5	24,9
	ZNX	8,8	0,0
	Φωτισμός	111,7	78,1
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	99,6
	Σύνολο	193,6	6,4
	Κατάταξη	-	A+

ΣΕΝΑΡΙΟ 4

Έκθεση δεδομένων

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ 1

Υπάρχον κτίριο

Χρήση Στενοδοχείο - Θερμής λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός ορόφων	1
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Υψος τυπικού ορόφου (m)	3.4
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²)	36.48	Υψος ισόγειου (m)	3.4
Συνολικός όγκος (m ³)	124.03		
Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m ³)	124.03	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Έκθεση κτιρίου *	1	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

* -1: Μη επόλη, 0: Εκθεσμένο, 1: Ενδιδόμο, 2: Προστατευμένο

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΩΝΗΣ 1

Χρήση Στενοδοχείο - Θερμής λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m ²)	36.48	Αριθμός καμινάδων	0
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² K)	280	Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	1	Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	2
Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h)	6.96	Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	0

ΚΕΛΥΦΟΣ

Αδιαφανείς επιφάνειες

Τύπος	Τείχος	Τείχος	Πόρτα	Οροφή
Περιγραφή	H	Ισόγειο	B	Ισόγειο
Προσ/σμός (deg)	180	0	0	---
Κλίση (deg)	90	90	90	0
Εμβαδόν (m ²)	9.55	17.87	1.98	36.48
U (W/m ² K)	0.22	0.21	0.75	0.27
R _{se} (m ² K/W)	0.04	0.04	0.04	0.04
Απορροφητικότητα	0.40	0.40	0.2	0.65
Ενν. εξαερισμού	0.80	0.80	0.20	0.80
F _{hor_h} (-)	0.88	1.00	1.00	1.00
F _{hor_c} (-)	1.00	0.85	1.00	1.00
F _{ov_h} (-)	0.58	0.33	1.00	1.00
F _{ov_c} (-)	0.24	0.30	1.00	1.00
F _{fin_h} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
F _{fin_c} (-)	1.00	1.00	1.00	1.00
Κόστος (€/m ²)				

Έκθεση Αποτελεσμάτων

Κτίριο Αναφοράς

TEE KENAK Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.7.6.19

18/8/2018

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	1.4	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	4.8	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	15.5	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	22.0	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	25.4	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	9.9	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.2	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.4	77.5	8.3	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.7	0.0	2.1	15.8
ΜΑΙ	0.0	6.3	1.9	15.8
ΙΟΥΝ	0.0	16.1	1.5	15.8
ΙΟΥΛ	0.0	22.2	1.4	15.8
ΑΥΓ	0.0	25.2	1.4	15.8
ΣΕΠ	0.0	10.9	1.5	15.8
ΟΚΤ	1.6	0.0	1.8	15.8
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	4.3	80.9	11.5	110.6

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.9	5.5
ΜΑΙ	0.0	2.2	1.7	5.5
ΙΟΥΝ	0.0	5.6	1.4	5.5
ΙΟΥΛ	0.0	7.7	1.3	5.5
ΑΥΓ	0.0	8.7	1.3	5.5
ΣΕΠ	0.0	3.8	1.3	5.5
ΟΚΤ	0.5	0.0	1.6	5.5
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.5	27.9	10.4	38.2

Υπάρχον Κτίριο

TEE KENAK Έκδοση 1.30.12 - Engine 1.7.5.19

18/8/2011

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.5	1.4	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	10.1	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	13.2	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	14.6	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	5.8	1.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	0.3	47.2	8.3	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ B+

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	2.0	0.0	0.0	14.1
ΜΑΙ	0.0	3.4	0.0	14.1
ΙΟΥΝ	0.0	6.2	0.0	14.1
ΙΟΥΛ	0.0	7.6	0.0	14.1
ΑΥΓ	0.0	8.2	0.0	14.1
ΣΕΠ	0.0	4.3	0.0	14.1
ΟΚΤ	1.9	0.0	0.0	14.1
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	3.8	29.8	0.0	98.9

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m ²)	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΦΕΒ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.7	0.0	0.0	4.9
ΜΑΙ	0.0	1.2	0.0	4.9
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	0.0	4.9
ΙΟΥΛ	0.0	2.6	0.0	4.9
ΑΥΓ	0.0	2.8	0.0	4.9
ΣΕΠ	0.0	1.5	0.0	4.9
ΟΚΤ	0.6	0.0	0.0	4.9
ΝΟΕ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΕΥΝ	1.3	10.3	0.0	34.1

Ενεργειακή Κατάταξη

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 18.08.2018 00:59

Ενεργειακή
κατηγορία

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A +

E.A. < 0.33 K.A.

A

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

B +

0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.

B

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

Γ

1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.

Δ

1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.

E

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

Z

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

H

2.73 K.A. < E.A.

A+

9 kWh / m²

Ενεργειακά μη αποδοτικό

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	4,3	3,8
	Ψύξη	80,9	27,7
	ZNX	11,4	0,0
	Φωτισμός	110,6	98,9
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	121,5
	Σύνολο	207,2	9,0
	Κατάταξη	-	A+

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.