



Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού  
Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτηρίων

Διπλωματική Εργασία

**Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των  
ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα**

Βασίλειος Π. Γκαγκούσης

Επιβλέπων καθηγητής: Κάρολος-Νικόλαος Κοντολέων

Βέροια, Ιούλιος 2024

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



Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων  
στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

Βασίλειος Π. Γκαγκούσης

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κάρολος-Νικόλαος Κοντολέων

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών  
Μηχανικών Α.Π.Θ.

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Δημήτριος Ναλμπάντης

Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

Βέροια, Ιούλιος 2024

*Με την παρούσα μελέτη ολοκληρώνεται ένας δύσκολος κύκλος μετεκπαίδευσης, συνολικής διάρκειας 8 ετών, εν μέσω αυξανόμενων επαγγελματικών και οικογενειακών υποχρεώσεων.*

*Ευχαριστώ τον καθηγητή κο. Ζέρβα Ευθύμιο, διευθυντή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος, για την ευγενική ανάθεση εκπόνησης εργασίας με τον παρόν θέμα για δεύτερη χρονιά.*

*Ευχαριστώ θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές, κο. Κοντολέοντα Κάρολο-Νικόλαο και κο. Ναλμπάντη Δημήτριο, αφενός μεν για την αναντίρρητη αποδοχή τους να ολοκληρώσω την εργασία με το ίδιο θέμα, αφετέρου δε για για την ευγενική καθοδήγηση, συμβουλευτική υποστήριξη και άμεση ανταπόκριση που παρείχαν μέχρι την τελευταία στιγμή.*

*Δε θα έπρεπε να παραλείψω να αποδώσω ευχαριστίες και στην καθηγήτρια κα. Τσόκα Στέλλα, με την οποία ξεκίνησα την εκπόνηση της παρούσας αλλά δεν τελεσφόρησε πρώτη χρονιά.*

*Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, κατανόηση και στήριξη που μου παρείχαν, ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω τόσο την παρούσα μελέτη αλλά και ολόκληρο το πρόγραμμα σπουδών, θυσιάζοντας πολύτιμο χρόνο, στιγμές και βιώματα.*



## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά την επιρροή του ποσοστού των ανοιγμάτων στο κέλυφος (WWR) κτηρίου κατοικίας στην Ελλάδα, εξετάζοντας παράλληλα επιπλέον παραμέτρους διαφορετικών κλιματικών ζωνών, συνθηκών σκίασης και προσανατολισμού.

Συγκεκριμένα μελετάται η επιρροή του WWR εισάγοντας σε διώροφο κτήριο διαστάσεων 12,00\*12,00m και κάτοψης 144,00m<sup>2</sup>, διαφορετικό ποσοστό ανοιγμάτων στο κέλυφος με διαβάθμιση 5%-10%-15%-20%-25%, τοποθετώντας το κτήριο στην κλιματική ζώνη Α (Χανιά) και κλιματική ζώνη Δ (Καστοριά). Επιπλέον εισάγονται οι συνθήκες πλήρους σκίασης ( $f=0$ ) και πλήρους ηλιασμού ( $f=1$ ). Η εισαγωγή των ανοιγμάτων γίνεται σε μόνο μία όψη κάθε φορά, η οποία έχει κύριο προσανατολισμό (Βορινό, Ανατολικό, Νότιο ή Δυτικό), ενώ οι υπόλοιπες όψεις δε φέρουν ανοίγματα.

Κατ' αυτόν τον τρόπο μελετώνται 80 επιμέρους πολυπαραμετρικά σενάρια. Για τη μόνιμωσή τους και τη μοντελοποίηση του κτηρίου, εφαρμόστηκαν οι προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. όπως ισχύει αναθεωρημένος στο παρόν της εργασίας. Συγκεκριμένα το κτήριο φέρει προδιαγραφές κελύφους, δομικών υλικών, συντελεστών θερμοπερατότητας, μηχανολογικών συστημάτων θέρμανσης-ψύξης-ZNX, τα προβλεπόμενα του κτηρίου αναφοράς του Κ.Εν.Α.Κ., με μεταβλητές παραμέτρους τις διερευνώμενες.

Για τις αναλύσεις των κτηριακών μοντέλων χρησιμοποιήθηκε το πιστοποιημένο λογισμικό T.E.E.-Κ.Εν.Α.Κ. στο οποίο βασίζονται οι ενεργειακές μελέτες κτηρίων στην Ελλάδα.

Τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν, αναφέρονται σε ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης αλλά και στις ανάγκες για ZNX, στη διάρκεια ενός έτους. Παρατίθενται σε πίνακες και διαγράμματα ενεργειακής απαίτησης / % WWR (kWh/m<sup>2</sup> / %), ενώ γίνεται ανάλυση για τις επιμέρους περιόδους χρήσης αλλά και σωρευτικά για το σύνολο του έτους.

Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε η σημασία των παραμέτρων στη ρύθμιση των ηλιακών κερδών ώστε να ελεγχθεί η ενεργειακή απαίτηση. Συγκεκριμένα, στη θερμή ζώνη Α, η ενεργειακή απαίτηση είναι συνολικά μικρότερη της ζώνης Δ, με κρίσιμα μεγέθη να προκύπτουν από την περίοδο ψύξης και δη όταν μεγιστοποιούνται τα ηλιακά κέρδη λόγω ηλιασμού και προσανατολισμού. Η επιρροή του WWR μεγιστοποιείται την περίοδο ψύξης

και μετριάζεται την περίοδο θέρμανσης κατά την οποία τα ηλιακά κέρδη συνεισφέρουν σημαντικά.

Αντίθετα στην ψυχρή ζώνη Δ, η ολική ενεργειακή απαίτηση είναι αισθητά μεγαλύτερη και κρίσιμο μέγεθος είναι τα θερμικά φορτία του χειμώνα, ενώ η επιρροή του WWR είναι περισσότερο προφανής την περίοδο θέρμανσης. Ωστόσο στο σύνολο του έτους φαίνεται να μειώνεται η αναλογική επιρροή του WWR καθώς μεταξύ ευμενέστερου-δυσμενέστερου σεναρίου κάθε κλιματικής ζώνης, η διαφορά απαίτησης στη ζώνη Δ είναι μικρότερη από τη διαφορά στη ζώνη Α.

### **Λέξεις – Κλειδιά**

Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου

Διαφανείς επιφάνειες κτηριακού κελύφους

Αναλογία ανοιγμάτων προς τοίχο

Κλιματική ζώνη

Συνθήκες σκίασης

Προσανατολισμός

Ηλιακά κέρδη

Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων

## Parametric analysis and investigation of the role of window frames on the energy efficiency of a building in Greece

Vasileios P. Gkagkousis

### Abstract

This study investigates the role of windows frames of a building shell (window-to-wall ratio WWR) for a building located in Greece, examining also the effect of several more factors, as different climate zones, shading conditions and wall orientation.

In particular, the model in examination is a two-storey building, dimensions 12,00\*12,00m and floor area 144,00m<sup>2</sup>, having a variable clear opening area of 5%-10%-15%-20%-25% of the main wall. The building is located at climate zone A (Chania) and zone D (Kastoria). Additional parameters are the shading conditions, using two different types of shading factors,  $f=0$  for complete shading and  $f=1$  for no shading at all. The openings are part of one wall at a time, with a main orientation (North, East, South, West) and the other walls of the building do not have any openings.

The 80 scenarios that occurred this way, were modelled and analysed according to the standards of the “Regulation on the Energy Performance of Buildings” (the Hellenic Energy Code). The building’s shell, materials, thermal conductivity, heating/cooling/hot water systems, are compromising with the obligatory factors of the specific reference model of the Regulation.

The analysis of those models was made with the official software of the Technical Chamber of Greece, T.E.E.-K.Ev.A.K.

The results of the analysis are referring to the energy demand of the building for the heating and cooling periods of the year, but also the demand for hot water. They are given in tables and graphs of energy demand/% WWR (kWh/m<sup>2</sup>/% ) and are also presented in terms of demand per heating/cooling period and for the whole year.

The results ascertain the importance of each of the parameters for the adjustment of the solar gains in order to control the energy demand. In the warmer climate zone A, the demand is significantly lower than in zone D, the cooling period is critical, especially when the solar gains are maximized. The role of WWR peaks at the cooling period and lowers at the heating period, because of the solar gains.

On the contrary, in cold climate zone D, the total energy demand is quite and the winter's thermal loads are critical, while the role of WWR is more important at heating period. However, it seems that the proportional influence of WWR for the whole year is decreased, as at zone D, the difference of energy demand between the best and worst energy consuming scenarios, is lower than in zone A.

## **Keywords**

Energy demand of buildings

Transparent surfaces of a building shell

Window to wall ratio

Climate zone

Shading conditions

Wall orientation

Solar gains

Regulation on the energy performance of buildings

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract .....	vii
Περιεχόμενα .....	ix
Κατάλογος Πινάκων .....	xii
Κατάλογος Εικόνων .....	xiv
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	xvi
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xix
Poster.....	xx
Άρθρο .....	xxi
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Σκοπός εργασίας.....	1
1.2 Βιβλιογραφική επισκόπηση.....	3
2. Νομοθεσία – Λογισμικό ανάλυσης .....	6
2.1 Ευρωπαϊκές αποφάσεις και οδηγίες .....	6
2.2 Ελληνική νομοθεσία.....	7
2.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης (Κ.Εν.Α.Κ.) .....	10
2.4 Λογισμικό ενεργειακής απόδοσης (Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ.) .....	17
3. Μεθοδολογική προσέγγιση .....	20
3.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας.....	20
3.2 Ανάλυση κτηρίου - Παράμετροι .....	21
3.3 Κατάρτιση σεναρίων .....	27
3.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων – Συνεισφορά εργασίας.....	28
4. Σύνθεση κτηριακού μοντέλου – Μόρφωση σεναρίων.....	29

4.1	Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κτηρίου .....	29
4.2	Χαρακτηριστικά κελύφους .....	30
1.2.1	Αδιαφανείς επιφάνειες .....	30
1.2.2	Διαφανείς επιφάνειες .....	31
4.3	Μόρφωση σεναρίων .....	31
4.4	Μορφή αποτελεσμάτων .....	37
5.	Αποτελέσματα επίλυσης σεναρίων .....	39
5.1	Εκκαθάριση “θορύβου” στα αποτελέσματα .....	39
5.2	Πρώτη ανάγνωση αποτελεσμάτων .....	41
5.2.1	Πλήρης ηλιασμός $f=1$ .....	41
5.3	Σύνθεση συγκρίσεων .....	47
6.	Συγκριτική ανάλυση .....	49
6.1	Περίοδος Θέρμανσης .....	49
6.1.1	Κλιματική Ζώνη Α .....	49
6.1.2	Κλιματική Ζώνη Δ .....	52
6.1.3	Σύγκριση μεταξύ Ζώνης Α και Δ .....	54
6.2	Περίοδος Ψύξης .....	58
6.2.1	Κλιματική Ζώνη Α .....	58
6.2.2	Κλιματική Ζώνη Δ .....	60
6.2.3	Σύγκριση μεταξύ Ζώνης Α και Δ .....	63
6.3	Σύγκριση μεταξύ των περιόδων του έτους .....	67
6.3.1	Κλιματική Ζώνη Α .....	67
6.3.2	Κλιματική Ζώνη Δ .....	70
6.4	Ετήσια ενεργειακή απαίτηση .....	73

6.4.1	Κλιματική Ζώνη Α .....	73
6.4.2	Κλιματική Ζώνη Δ .....	76
6.5	Ενεργειακή απαίτηση σε ZNX .....	79
7.	Συγκριτική ανάλυση.....	80
7.1	Ευμενέστερα-δυσμενέστερα σενάρια.....	80
7.2	Επιρροή περιόδου θέρμανσης-ψύξης στην ετήσια ενεργειακή απαίτηση.....	82
7.3	Περιορισμοί - Συνεισφορά .....	86
	Βιβλιογραφία.....	87
	Παράρτημα Α: Αναλυτικά αποτελέσματα επίλυσης όλων των σεναρίων .....	92

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Σύνοψη Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας για την ενεργειακή εξοικονόμηση .....	9
Πίνακας 2.2 Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά Νομούς (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017) .....	12
Πίνακας 2.3 Χρήσεις κτηρίων και τυπικό ωράριο λειτουργίας (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017).....	14
Πίνακας 2.4 Γωνίες αζιμουθίου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017) .....	15
Πίνακας 4.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων .....	30
Πίνακας 4.2 Συλλογή αποτελεσμάτων ενεργειακής απαίτησης σεναρίου 01 - A1N5.....	38
Πίνακας 5.1 Σταθερή ενεργειακή απαίτηση για ZNX στη Ζώνη Α (τυχαία σενάρια A0E5 - A1S20) .....	39
Πίνακας 5.2 Σταθερή ενεργειακή απαίτηση για ZNX στη Ζώνη Δ (τυχαία σενάρια D0E5 - D1N10).....	40
Πίνακας 5.3 Όμοια ενεργειακή απαίτηση για $f=0$ , $WWR=5\%$ , χωρίς επιρροή του προσανατολισμού.....	41
Πίνακας 5.4 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=East$	42
Πίνακας 5.5 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=West$	42
Πίνακας 5.6 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=North$ .....	43
Πίνακας 5.7 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=South$ .....	43
Πίνακας 5.8 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=East$ .	44
Πίνακας 5.9 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=West$ .....	44



Πίνακας 5.10 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=North$ .....	45
Πίνακας 5.11 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για $f=1$ , $WWR=5\%$ , $WO=South$ .....	45
Πίνακας 5.12 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για $f=0$ , $WWR=5\%$ .....	46
Πίνακας 5.13 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για $f=0$ , $WWR=5\%$ .....	47

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Επιρροή ανοιγμάτων στην ενεργειακή κατανάλωση κτηρίου .....	2
Εικόνα 2.1 Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017) .....	12
Εικόνα 2.2 Σκαρίφημα γωνίας σκίασης από απέναντι εμπόδιο, συντελεστής $f_{hor}$ (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017) .....	16
Εικόνα 2.3 Σκαρίφημα γωνίας σκίασης από άνωθεν εμπόδιο, συντελεστής $f_{ov}$ (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017) .....	17
Εικόνα 2.4 Σκαρίφημα γωνίας σκίασης από πλευρικό εμπόδιο, συντελεστής $f_{fin}$ (πηγή: T.O.T.E.E.1-2017) .....	17
Εικόνα 2.5 Περιβάλλον εργασίας λογισμικού T.E.E.-K.En.A.K. ....	18
Εικόνα 3.1 Έκδοση λογισμικού T.E.E.-K.En.A.K. ....	20
Εικόνα 3.2 Σκαρίφημα όψης για $WWR=5\%$ .....	23
Εικόνα 3.3 Σκαρίφημα όψης για $WWR=10\%$ .....	24
Εικόνα 3.4 Σκαρίφημα όψης για $WWR=15\%$ .....	25
Εικόνα 3.5 Σκαρίφημα όψης για $WWR=20\%$ .....	26
Εικόνα 3.6 Σκαρίφημα όψης για $WWR=25\%$ .....	27
Εικόνα 4.1 Κάτοψη τυπικού ορόφου .....	29
Εικόνα 4.2 Εισαγωγή αρχικών στοιχείων τοποθεσίας, επιλογή Ζώνης.....	32
Εικόνα 4.3 Εισαγωγή αρχικών στοιχείων κτηρίου .....	33
Εικόνα 4.4 Παράμετροι θερμικής ζώνης.....	33
Εικόνα 4.5 Αδιαφανείς επιφάνειες κελύφους .....	34
Εικόνα 4.6 Αδιαφανείς επιφάνειες κελύφους .....	34
Εικόνα 4.7 Διαφανείς επιφάνειες κελύφους (κουφώματα) .....	35
Εικόνα 4.8 Σύστημα θέρμανσης .....	35

Εικόνα 4.9 Σύστημα ψύξης .....	36
Εικόνα 4.10 Σύστημα παραγωγής ZNX.....	36
Εικόνα 4.11 Σύστημα ηλιακού συλλέκτη .....	37

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 6.1 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Θέρμανσης, Ανατολή/Δύση, $f=0$ και $f=1$ .....	49
Διάγραμμα 6.2 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Θέρμανσης, Βορράς, $f=0$ και $f=1$ .....	50
Διάγραμμα 6.3 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Θέρμανσης, Νότος, $f=0$ και $f=1$ .....	51
Διάγραμμα 6.4 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Θέρμανσης, Ανατολή/Δύση, $f=0$ και $f=1$ .....	52
Διάγραμμα 6.5 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Θέρμανσης, Βορράς, $f=0$ και $f=1$ .....	53
Διάγραμμα 6.6 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Θέρμανσης, Νότος, $f=0$ και $f=1$ .....	54
Διάγραμμα 6.7 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης, $f=0$ .....	55
Διάγραμμα 6.8 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης, $f=1$ , Ανατολή/Δύση .....	56
Διάγραμμα 6.9 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης, $f=1$ , Βορράς ..	56
Διάγραμμα 6.10 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης, $f=1$ , Νότος ..	57
Διάγραμμα 6.11 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Ψύξης, Ανατολή/Δύση, $f=0$ και $f=1$ .....	58
Διάγραμμα 6.12 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Ψύξης, Βορράς, $f=0$ και $f=1$ .....	59
Διάγραμμα 6.13 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Ψύξης, Νότος, $f=0$ και $f=1$ .....	59
Διάγραμμα 6.14 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Ψύξης, Ανατολή/Δύση, $f=0$ και $f=1$ .....	61

Διάγραμμα 6.15 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Ψύξης, Βορράς, f=0 και f=1 .....	62
Διάγραμμα 6.16 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Ψύξης, Νότος, f=0 και f=1 .....	62
Διάγραμμα 6.17 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης, f=0 .....	64
Διάγραμμα 6.18 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης, f=1, Ανατολή/Δύση .....	65
Διάγραμμα 6.19 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης, f=1, Βορράς.....	65
Διάγραμμα 6.20 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης, f=1, Νότος .....	66
Διάγραμμα 6.21 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=0 .....	68
Διάγραμμα 6.22 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=1, Ανατολή/Δύση .....	69
Διάγραμμα 6.23 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=1, Βορράς .....	69
Διάγραμμα 6.24 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=1, Νότος .....	70
Διάγραμμα 6.25 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ , f=0.....	71
Διάγραμμα 6.26 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ , f=1, Ανατολή/Δύση .....	72
Διάγραμμα 6.27 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ , f=1, Βορράς .....	72
Διάγραμμα 6.28 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ , f=1, Νότος.....	73
Διάγραμμα 6.29 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1 .....	74
Διάγραμμα 6.30 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Βορράς, f=0 και f=1 .....	75
Διάγραμμα 6.31 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Νότος, f=0 και f=1 .....	75
Διάγραμμα 6.32 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1 ....	77
Διάγραμμα 6.33 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Βορράς, f=0 και f=1 .....	78
Διάγραμμα 6.34 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Νότος, f=0 και f=1.....	78
Διάγραμμα 6.35 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση σε ZNX .....	79
Διάγραμμα 7.1 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση όλων των σεναρίων, Ζώνη Α.....	81

Διάγραμμα 7.2 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση όλων των σεναρίων, Ζώνη Δ.....	82
Διάγραμμα 7.3 Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών απαιτήσεων στο σύνολο του έτους, Ζώνη Α.....	84
Διάγραμμα 7.4 Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών απαιτήσεων στο σύνολο του έτους, Ζώνη Δ .....	85

## Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

A.I. Artificial Intelligence

A.S.H.R.A.E. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

B.I.M. Building information Modelling

E.P.A. US Environmental Protection Agency

I.E.S.N.A. Illuminating Engineering Society of North America

I.S.O. International Organization for Standardization

N.Z.E.B. Near Zero Energy Buildings

A.Π.Ε. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Γ.Ο.Κ. Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός

E.A.A. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

E.E. Ευρωπαϊκή Επιτροπή

E.Λ.Ο.Τ. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης

Z.N.X. Ζεστό Νερό Χρήσης

I.E.Π.Β.Α. Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης

K.A.Π.Ε. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

K.Εν.Α.Κ. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων

K.Θ.Κ. Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων

M.E.A. Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

T.O.T.E.E. Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος

T.E.E. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος

Υ.Π.ΕΝ. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής

## Poster

### Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

EAP 2024

Βασίλειος Γκαγκούσης, Κάρλος-Νικόλαος Κοντολέον

<sup>1</sup>Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα, [std123758@uc.eap.gr](mailto:std123758@uc.eap.gr)

<sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη, [kontoleon.karolos@uc.eap.gr](mailto:kontoleon.karolos@uc.eap.gr)

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη διερευνά την επιρροή του ποσοστού των ανοιγμάτων στο κέλυφος (WWR) κτηρίου κατοικίας στην Ελλάδα, εξετάζοντας παράλληλα επιπλέον παραμέτρους διαφορετικών κλιματικών ζωνών, συνθηκών σκίασης και προσανατολισμού. Για το μοντέλο, εφαρμόστηκαν οι προδιαγραφές του Κ.Ε.ν.Α.Κ. και για τις αναλύσεις των κτηριακών μοντέλων χρησιμοποιήθηκε το πιστοποιημένο λογισμικό Τ.Ε.Ε.-Κ.Ε.ν.Α.Κ. Τα αποτελέσματα αναφέρονται σε ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης αλλά και στις ανάγκες για ΖΝΧ, στη διάρκεια ενός έτους.

#### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε με τη μίμηση 80 σεναρίων κτηρίου βάσει των παραμέτρων. Θεωρήθηκε διώροφο κτήριο τετραγωνικής κάτοψης 12,00m, με επιφάνεια ορόφου 144,00m<sup>2</sup>, με όψεις σε κύριο προσανατολισμό και ανοίγματα σε μία μόνο όψη. Εξετάστηκε ποσοστό WWR 5%-10%-15%-20%-25% επί της εκάστοτε όψης προς τους κύριους προσανατολισμούς.

Επιπλέον θεωρήθηκαν συνθήκες απόλυτης σκίασης (f=0) και πλήρους ηλιασμού (f=1). Το κτήριο εξετάστηκε στην κλιματική ζώνη Α (Χανιά) και κλιματική ζώνη Δ (Καστοριά).

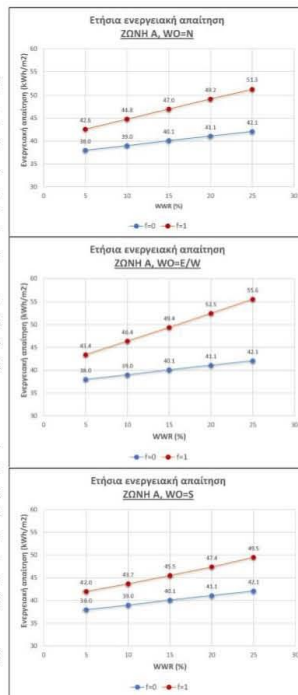
#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1. Διαπιστώνουμε ότι:  
- το κτήριο συμπεριφέρεται όμοια στον Ανατολικό και Δυτικό προσανατολισμό  
- στην πλήρη σκίαση, τα ανοίγματα συμπεριφέρονται ως αδιαφανείς επιφάνειες ανεξαρτήτως προσανατολισμού  
- στην κλιματική ζώνη Α είναι κρίσιμη η περίοδος ψύξης και στην κλιματική ζώνη Δ είναι κρίσιμη η περίοδος θέρμανσης  
- η απαίτηση για ΖΝΧ είναι ανεξάρτητη του WWR και των λοιπών παραμέτρων πλην της κλιματικής ζώνης.

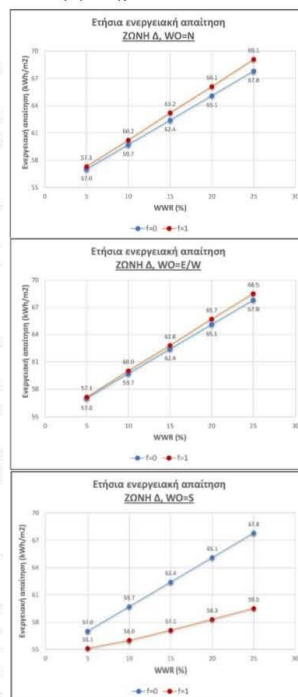
2. Στην κλιματική ζώνη Α η ενεργειακή απαίτηση κινείται σε χαμηλότερες τιμές με κρίσιμη την περίοδο ψύξης. Στην πλήρη σκίαση η αύξηση του WWR (5%-25%) οδηγεί σε μέγιστη αύξηση 11% της ετήσιας απαίτησης. Στον ηλιασμό η αντίστοιχη αύξηση βρίσκεται σε διαφορές από 18% ως 28% για τους διάφορους προσανατολισμούς (Διαγράμματα 1-3).

Αντίστοιχα, στη ζώνη Δ, η πλήρης σκίαση οδηγεί σε αύξηση απαίτησης κατά 19% και ο ηλιασμός από 8% ως 20%.

Επίσης, στον Βορινό και Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό, μεταξύ σκίασης και ηλιασμού σχεδόν δεν υπήρξε διαφορά στην απαίτηση, ενώ στον Νότιο προσανατολισμό η ενεργειακή απαίτηση μειώθηκε ως -12% λόγω ηλιασμού (Διαγράμματα 4-6)



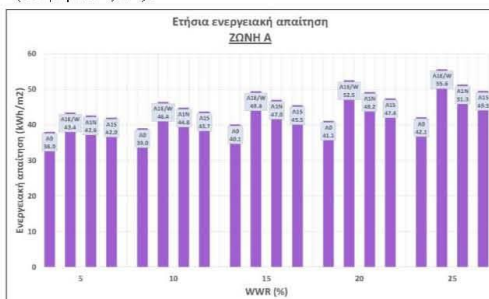
Διάγραμμα 1-3. Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, f=0 και f=1



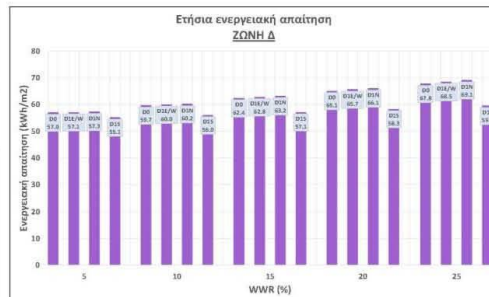
Διάγραμμα 4-6. Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, f=0 και f=1

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πέραν της εξέλιξης επιρροής WWR, αναζητήθηκαν και τα ευμενέστερα και δυσμενέστερα σενάρια απαίτησης, συνυπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους για κάθε κλιματική ζώνη (Διαγράμματα 7-8). Ευμενέστερο σενάριο της ζώνης Α είναι το A05 (ζώνη Α, f=0, WWR=5%) και στη ζώνη Δ το D1S5 (ζώνη Δ, f=1, Νότος, 5%), με απαιτήσεις 38,0kWh/m<sup>2</sup> και 55,1kWh/m<sup>2</sup> αντίστοιχα, διαφορά 45%. Δυσμενέστερα σενάρια προέκυψαν τα A1E/W25 και D1N25 με απαιτήσεις 55,6kWh/m<sup>2</sup> και 69,1kWh/m<sup>2</sup> (διαφορά 24,3%).



Διάγραμμα 7. Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, όλα τα σενάρια



Διάγραμμα 8. Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, όλα τα σενάρια

Το ποσοστό ανοιγμάτων WWR έχει αναλογική επιρροή στην ετήσια ενεργειακή απαίτηση σχεδόν σε κάθε συνθήκη που εξετάστηκε.

Επιμέρους στις περιόδους θέρμανσης-ψύξης, παρουσιάζονται μεταβολές στην επιρροή της απαίτησης, ανάλογα με τη συμμετοχή των ηλιακών κερδών. Γενικώς τα ηλιακά κέρδη δείχνουν ότι συνεπφέρον στο ετήσιο ενεργειακό ισοζύγιο, δεδομένου ότι με την εξασφάλιση συνθηκών πρόσπτωσης περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας (Νότιος προσανατολισμός, πλήρης ηλιασμός, αύξηση ποσοστού ανοιγμάτων) μειώνονται σημαντικά τα απαιτούμενα θερμικά φορτία της περιόδου θέρμανσης και θεωρείται εύλογο (αν και δεν αποτέλεσε αντικείμενο του παρόντος) ότι κατά την περίοδο ψύξης μπορούν να εξασφαλισθούν συνθήκες ελάττωσης.

Feng, G., Chi, D., Xu, X., Dou, B., Sun, Y. & Fu, Y. (2017). Study on the Influence of Window-wall Ratio on the Energy Consumption of Nearly Zero Energy Buildings

Hiyama, K. & Wen, L. (2015). Rapid response surface creation method to optimize window geometry using dynamic daylighting simulation and energy simulation

Kontoleon, K.J. & Bikas, D.E. (2002). Modeling the influence of glazed openings percentage and type of glazing on the thermal zone behavior

Tsakaloudaki, K., Laskos, K., Theodosiou, T. & Bikas, D. (2015). The energy performance of windows in Mediterranean regions



## Άρθρο

Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

---

### Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

Βασίλειος Γκαγκούσης<sup>1</sup>, Κάρολος-Νικόλαος Κοντολέων<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο,  
Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

<sup>2</sup>Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών  
Μηχανικών, Πανεπιστημιούπολη, 54124 Θεσσαλονίκη

email: [std123758@ac.eap.gr](mailto:std123758@ac.eap.gr) , [kontoleon.karolos@ac.eap.gr](mailto:kontoleon.karolos@ac.eap.gr)

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη διερευνά την επιρροή του ποσοστού των ανοιγμάτων στο κέλυφος (WWR) κτηρίου κατοικίας στην Ελλάδα, εξετάζοντας παράλληλα επιπλέον παραμέτρους διαφορετικών κλιματικών ζωνών, συνθηκών σκίασης και προσανατολισμού. Για τη μόρφωση των 80 επιμέρους σεναρίων που δημιουργήθηκαν, εφαρμόστηκαν οι προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. και για τις αναλύσεις των κτηριακών μοντέλων χρησιμοποιήθηκε το πιστοποιημένο λογισμικό Τ.Ε.Ε.-Κ.Εν.Α.Κ. στο οποίο βασίζονται οι ενεργειακές μελέτες κτηρίων στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν, αναφέρονται σε ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου για τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης αλλά και στις ανάγκες για ΖΝΧ, στη διάρκεια ενός έτους. Από τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε η σημασία των παραμέτρων στη ρύθμιση των ηλιακών κερδών ώστε να ελεγχθεί η ενεργειακή απαίτηση.

**Λέξεις κλειδιά:** Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου, Διαφανείς επιφάνειες κτηριακού κελύφους, Αναλογία ανοιγμάτων προς τοίχο, Κλιματική ζώνη, Συνθήκες σκίασης

#### ABSTRACT

This study investigates the role of windows frames of a building shell (window-to-wall ratio WWR) for a building located in Greece, examining also the effect of several more factors, as different climate zones, shading conditions and wall orientation. The 80 scenarios that were examined, are compromising with the standards of the "Regulation on the Energy Performance of Buildings" (the Hellenic Energy Code) and the analysis of the building models were made with the official software of the Technical Chamber of Greece, T.E.E.-K.En.A.K. The results of the analysis are referring to the energy demand of the building for the heating and cooling periods of the year, but also the demand for hot water. The results ascertain the importance of each of the parameters for the adjustment of the solar gains in order to control the energy demand.

**Keywords:** Energy demand of buildings, Transparent surfaces of a building shell, Window to wall ratio, Climate zone, Shading conditions

Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια παγκοσμίως, οδηγεί σε διερεύνηση στρατηγικών μείωσης της απαιτούμενης ενέργειας σε κάθε τομέα. Η δράση επεκτείνεται και στο τεράστιο κτηριακό δυναμικό παγκοσμίως, στο οποίο υπάρχει πρόσφορο έδαφος για εφαρμογές τεχνικών μείωσης των ενεργειακών αναγκών, τόσο μέσω των λιγότερο ενεργοβόρων μηχανολογικών συστημάτων, όσο και μέσω του περιορισμού των απωλειών από το κτηριακό κέλυφος.

Σημαντικό μέρος των απωλειών του κτηρίου, ως και 50%, προέρχεται από τα ανοίγματα (Lee et al 2013, Alaidroos and Krarti 2015), ποσοστό που μπορεί να ποικίλλει ανάλογα το κλίμα της περιοχής του κτηρίου, τη χρήση του, τα δομικά χαρακτηριστικά του κ.α. Για το λόγο αυτό έχει εισαχθεί στη διεθνή βιβλιογραφία ο όρος window to wall ratio WWR, που περιγράφει το ποσοστό του κελύφους που καταλαμβάνεται από ανοίγματα.

Η διερεύνηση του βέλτιστου WWR είναι συνεχής και εξετάζει διαφορετικά κλίματα (Tsilakoudaki 2015, Jaber and Ajib 2011), αλλά και χρήσεις κτηρίων, σκιάσεις (Dutta et al 2017), χρήση λογισμικών βελτιστοποίησης (Yan et al 2022), πρωτοποριακών μοντέλων για ακριβέστερα αποτελέσματα (Kontoleon and Bikas 2002, Zhang and Ong 2017) κ.α.

Στην κατεύθυνση αυτή κινούνται τις τελευταίες δεκαετίες τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση, όσο και η Ελληνική Δημοκρατία, θεσπίζοντας νόμους και ενσωματώνοντας οδηγίες, με τις οποίες προβλέπεται η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, εξάλειψη χρήσης ορυκτών καυσίμων, αύξηση του ποσοστού των Α.Π.Ε. στο εθνικό ενεργειακό μίγμα, μέχρι την επίτευξη της ενεργειακής αυτάρκειας ως ήπειρος, με έτος στόχο το 2050.

Στην Ελλάδα η πιο ολοκληρωμένη κίνηση προς αυτήν την κατεύθυνση, ήταν η θέσπιση του εθνικού κανονισμού ενεργειακής απόδοσης (KENAK) με τον οποίο τέθηκαν οι

προδιαγραφές σχεδιασμού και λειτουργίας των κτηρίων.

Με βάση τις προδιαγραφές του KENAK, επιχειρείται με την παρούσα να γίνει παραμετρική διερεύνηση της ενεργειακής συμπεριφοράς κτηρίου κατοικίας στον Ελληνικό χώρο, ως προς το ποσοστό ανοιγμάτων WWR, τα κλιματολογικά δεδομένα (κλιματική ζώνη), τις συνθήκες σκίασης του κτηρίου και τον προσανατολισμό του (wall orientation, WO).

Σκοπός της εργασίας είναι η ανίχνευση της επιρροής του WWR στην ενεργειακή απαίτηση και πώς αυτή μεταβάλλεται ανάλογα με τις επιπλέον παραμέτρους, προκειμένου να συνεισφέρει στη διαθηή έρευνα για βελτιστοποίηση του κτηριακού κελύφους ως προς την ενεργειακή απόδοση.

## 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η διερεύνηση πραγματοποιήθηκε με τη μόρφωση σεναρίων κτηρίου βάσει των εξεταζόμενων παραμέτρων. Θεωρήθηκε διώροφο κτήριο τετραγωνικής κάτοψης 12,00m, με επιφάνεια ορόφου 144,00m<sup>2</sup>, με όψεις σε κύριο προσανατολισμό και ανοίγματα σε μία μόνο όψη. Εξετάστηκε ποσοστό WWR 5%-10%-15%-20%-25% επί της εκάστοτε όψης προς τους κύριους προσανατολισμούς. Επιπλέον θεωρήθηκαν συνθήκες απόλυτης σκίασης (f=0) και πλήρους ηλιασμού (f=1). Το κτήριο εξετάστηκε στην κλιματική ζώνη Α (Χανιά) και κλιματική ζώνη Δ (Καστοριά).

Ως εκ τούτου, διαμορφώθηκαν 80 σενάρια συνδυασμών παραμέτρων, στη βάση ενός αρχικού κτηριακού μοντέλου, το οποίο επιλέχθηκε να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές κτηρίου αναφοράς του KENAK για την εκάστοτε κλιματική ζώνη.

Για τη μοντελοποίηση και εκτέλεση των αναλύσεων των εξεταζόμενων σεναρίων, χρησιμοποιήθηκε το επίσημο λογισμικό TEE-KENAK του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, πάνω στο οποίο βασίζεται η

Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

εκτέλεση των υπολογισμών ενεργειακών μελετών για τα ελληνικά κτήρια.

Τα εξαγόμενα αποτελέσματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι η ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου για τις περιόδους θέρμανσης-ψύξης και για ZNX, στη διάρκεια ενός έτους, αλλά και συνολικά η ενεργειακή απαίτηση του έτους.

Στην κλιματική ζώνη Α η ενεργειακή απαίτηση κινείται σε χαμηλότερες τιμές με κρίσιμη την περίοδο ψύξης. Στην πλήρη σκίαση η αύξηση του WWR (5%-25%) οδηγεί σε μέγιστη αύξηση 11% της ετήσιας απαίτησης. Στον ηλιασμό η αντίστοιχη αύξηση βρίσκεται σε διαφορές από 18% ως 28% για τους διάφορους προσανατολισμούς (Διαγράμματα 1-3).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. Πρώτη ανάγνωση αποτελεσμάτων – σύνθεση συγκρίσεων

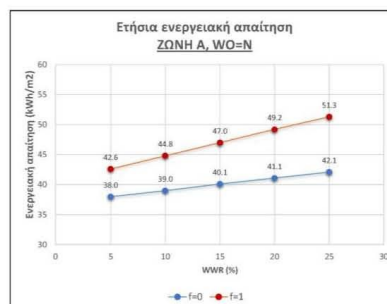
Με μια πρώτη ανάγνωση των αποτελεσμάτων, διαπιστώνουμε ότι:

- το κτήριο αντιμετωπίζεται πανομοιότυπα στον Ανατολικό και Δυτικό προσανατολισμό
- στην περίπτωση πλήρους σκίασης, τα ανοίγματα συμπεριφέρονται ως αδιαφανείς επιφάνειες, δεν έχουν επιρροή ηλιακής ακτινοβολίας και ως εκ τούτου η συμπεριφορά τους είναι ανεξάρτητη του προσανατολισμού (Πίνακας 1)
- στην κλιματική ζώνη Α είναι κρίσιμη η περίοδος ψύξης και στην κλιματική ζώνη Δ είναι κρίσιμη η περίοδος θέρμανσης
- η απαίτηση για ZNX είναι ανεξάρτητη του WWR και των λοιπών παραμέτρων πλην της κλιματικής ζώνης

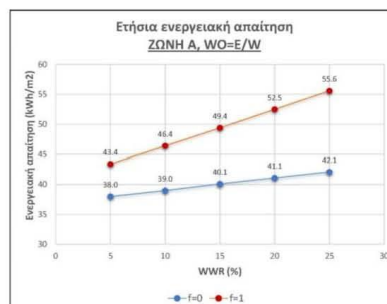
Με βάση τα παραπάνω, συγκρίθηκαν οι περίοδοι θέρμανσης και ψύξης για τις διάφορες συνθήκες σκίασης και κλιματικές ζώνες, προκειμένου να διαπιστωθεί η επιρροή των ηλιακών κερδών στις διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις, λόγω της αύξησης ή μείωσής τους (μέσω της μεταβολής του WWR).

Επιπλέον συγκρίθηκε η ετήσια ενεργειακή απαίτηση και αξιολογήθηκε η βαρύτητα της κρίσιμης περιόδου θέρμανσης/ψύξης στο σύνολο του έτους.

#### 3.2. Αποτελέσματα



Διάγραμμα 1. Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Βορράς, f=0 και f=1

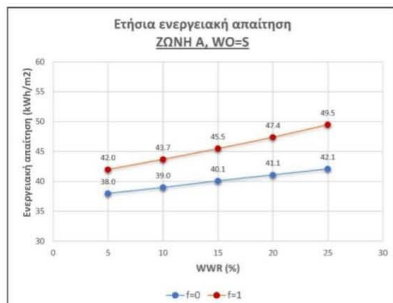


Διάγραμμα 2. Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1

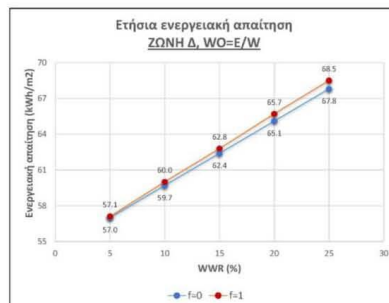
Επιπλέον διαπιστώθηκε η διαφορά στην επιρροή του ηλιασμού βάσει του WWR. Στον Βορρά, λόγω ηλιασμού υπήρξε αύξηση απαίτησης από 12% ως 22%, στην Ανατολή/Δύση από 14% ως 32% και στον Νότο από 10,5% ως 17,5%.

Αντίστοιχα, στη ζώνη Δ, η πλήρης σκίαση οδηγεί σε αύξηση απαίτησης κατά 19% και ο ηλιασμός από 8% ως 20%.

Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

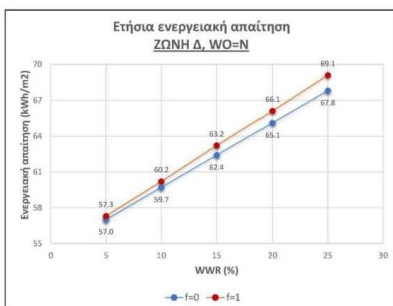


**Διάγραμμα 3.** Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Νότος, f=0 και f=1

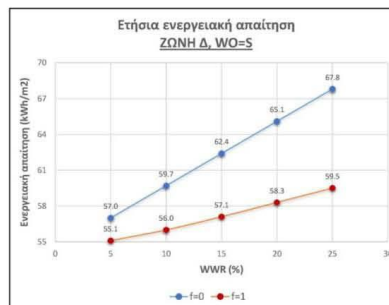


**Διάγραμμα 5.** Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1

Επίσης, στον Βορινό και Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό, μεταξύ σκίασης και ηλιασμού σχεδόν δεν υπήρξε διαφορά στην απαίτηση, ενώ στον Νότιο προσανατολισμό η ενεργειακή απαίτηση μειώθηκε ως -12% λόγω ηλιασμού (Διαγράμματα 4-6).

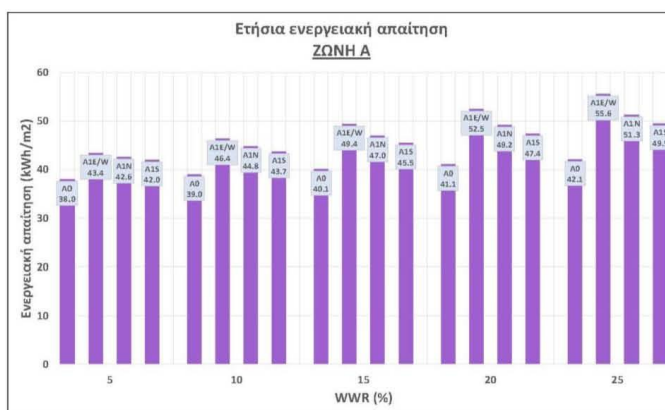


**Διάγραμμα 4.** Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Βορράς, f=0 και f=1



**Διάγραμμα 6.** Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Νότος, f=0 και f=1

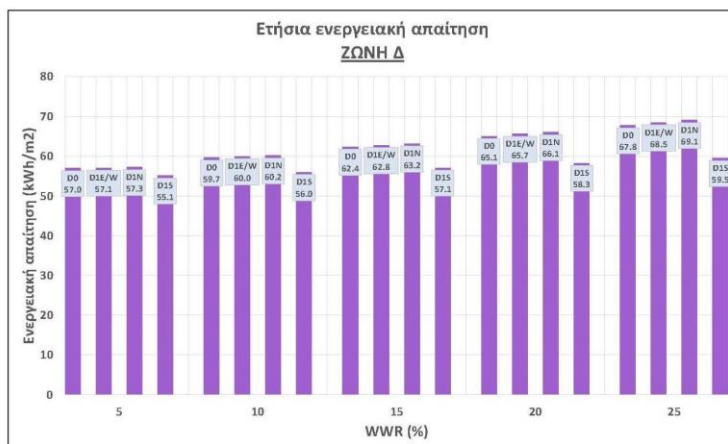
Πέραν της εξέλιξης επιρροής WWR, αναζητήθηκαν και τα ευμενέστερα και δυσμενέστερα σενάρια απαίτησης, συσυπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους για κάθε κλιματική ζώνη (Διαγράμματα 7-8).



**Διάγραμμα 7.** Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α



Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα



**Διάγραμμα 8.** Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ

Ευμενέστερο σενάριο της ζώνης Α είναι το Α05 (ζώνη Α,  $f=0$ ,  $WWR=5\%$ ) και στη ζώνη Δ το D1S5 (ζώνη Δ,  $f=1$ , Νότος,  $5\%$ ), με απαιτήσεις  $38,0\text{kWh/m}^2$  και  $55,1\text{kWh/m}^2$  αντίστοιχα, διαφορά  $45\%$ .

Δυσμενέστερα σενάρια προέκυψαν τα Α1Ε/25 και D1Ν25 με απαιτήσεις  $55,6\text{kWh/m}^2$  και  $69,1\text{kWh/m}^2$  (διαφορά  $24,3\%$ ).

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ποσοστό ανοιγμάτων  $WWR$  έχει αναλογική επιβάρυνση στην ετήσια ενεργειακή απαίτηση σχεδόν σε κάθε συνθήκη που εξετάστηκε.

Επιμέρους στις περιόδους θέρμανσης-ψύξης, παρουσιάζονται μεταβολές στην επιρροή της απαίτησης, ανάλογα με τη συμμετοχή των ηλιακών κερδών. Γενικώς τα ηλιακά κέρδη δείχνουν ότι συνεισφέρουν στο ετήσιο ενεργειακό ισοζύγιο, δεδομένου ότι με την εξασφάλιση συνθηκών πρόσπτωσης περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας (Νότιος προσανατολισμός, πλήρης ηλιασμός, αύξηση ποσοστού ανοιγμάτων) μειώνονται σημαντικά τα απαιτούμενα θερμικά φορτία της περιόδου θέρμανσης και θεωρείται εύλογο (αν και δεν

αποτελέσει αντικείμενο του παρόντος) ότι κατά την περίοδο ψύξης μπορούν να εξασφαλισθούν συνθήκες ελάττωσης.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – ΚΕΝΑΚ, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 407/Β/09.04.2010)  
Νόμος 1577/1985, Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Γ.Ο.Κ), Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 210/Α/18.12.1985)  
Νόμος 4122/2013, Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 42/Α/19.02.2013)  
Απόφ. Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 2367/Β/12.07.2017)  
Νόμος 4685/2020, Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 92/Α/07.05.2023)

Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

- Απόφαση Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365, Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό τη ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 4003/Β/17.11.2017)
- Απόφαση Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365, Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 4003/Β/17.11.2017)
- Αριθμ. Οικ. 2618/2014, Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων, Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 2945/Β/03.11.2014)
- Λογισμικό Τ.Ε.Ε. Κ.Ε.ν.Α.Κ.: <https://web.tee.gr/kenak/logismiko-tee-kenak/>
- ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009: Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων
- Alaidroos, A. & Krarti, M. (2015). Optimal Design of Residential Building Envelope Systems in the Kingdom of Saudi Arabia, *Journal of Energy and Buildings*, vol. 86, pp. 104-117. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.083>
- Albatayneh, A., Juaidi, A., Abdallah, R. & Manzano-Agugliaro, F. (2021). Influence of the Advancement in the LED Lighting Technologies on the Optimum Windows-to-Wall Ratio of Jordanians Residential Buildings, *Energies*, 14, 5446. <https://doi.org/10.3390/en14175446>
- Alsehail, A. & Almhafdy, A. (2020). The Effect of Window-to-Wall Ratio (WWR) and Window Orientation (WO) on the Thermal Performance: A preliminary overview, AMEABRA International Virtual Conference on Environment-Behaviour Studies, 02-03 December, Universiti Teknologi MARA, Shah Alam. <https://doi.org/10.21834/ebpi.v5i15.2500>
- Chen, Z., Hammad, A.W.D., Kamardeen, I. & Haddad, A. (2020). Optimising Window Design on Residential Building Facades by Considering Heat Transfer and Natural Lighting in Nontropical Regions of Australia, *Buildings*, 10, 0206. <https://doi.org/10.3390/buildings10110206>
- Chi, F., Wang, Y., Wang, R., Li, G. & Peng, C. (2020). An investigation of optimal window-to-wall ratio based on changes in building orientations for traditional dwellings, *Solar Energy*, vol. 195, pp. 64-81. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.033>
- Chiesa, G., Acquaviva, A., Grosso, M., Botacciolli, L., Floridia, M., Proisteri, E. & Maria Sanna, E. (2019). Parametric Optimization of Window-to-Wall Ratio for Passive Buildings Adopting A Scripting Methodology to Dynamic-Energy Simulation, *Sustainability*, 11, 3078. <https://doi.org/10.3390/su11113078>
- Dutta, A., Samanta, A. & Neogi, S. (2017). Influence of orientation and the impact of external window shading on building thermal performance in tropical climate, *Energy and Buildings*, vol. 139, pp. 680-689. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.018>
- Feng, G., Chi, D., Xu, X., Dou, B., Sun, Y. & Fu, Y. (2017). Study on the Influence of Window-wall Ratio on the Energy Consumption of Nearly Zero Energy Buildings, *Procedia Engineering*, vol.205, pp. 730-737. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.033>
- Ghisi, E. & Tinker, J. (2005). An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings, *Building and Environment*, vol. 40, pp. 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.004>
- Goia, F. (2016). Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential, *Solar Energy*, vol. 132, pp. 467-492. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.031>
- Hiyama, K. & Wen, L. (2015). Rapid response surface creation method to optimize window geometry using dynamic daylighting simulation and energy simulation, *Energy and Buildings*, vol. 107, pp. 417-423. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.035>
- Jaber, S. & Ajib, S. (2011). Thermal and economic windows design for different climate zones, *Energy and Buildings*, vol. 43, pp. 3208-3215.



Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα

- <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.08.019>  
Kontoleon, K.J. & Bikas, D.K. (2002). Modeling the influence of glazed openings percentage and type of glazing on the thermal zone behavior, Energy and Buildings, vol. 34, pp. 389–399.  
[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00125-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00125-6)  
Lee, J.W., Jung, H.J., Park, J.Y., Lee, J.B. & Yoon, Y. (2013). Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylighting elements, Renewable Energy, vol. 50, pp. 522–531.  
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.07.029>  
Li, J., Zheng, B., Bedra, K.B., Li, Z. & Chen, X. (2021). Evaluating the Effect of Window-to-Wall Ratios on Cooling-Energy Demand on a Typical Summer Day, International Journal of Environmental Research and Public Health, 18, 8411.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12803>  
Ma, R., Ma, R. & Long, E. (2023). Analysis of the rule of window-to-wall ratio on energy demand of residential buildings in different locations in China, Heliyon, 9, e12803.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12803>  
Marino, C., Nucara, A. & Pietrafesa, M. (2017). Does window-to-wall ratio have a significant effect on the energy consumption of buildings? A parametric analysis in Italian climate conditions, Journal of Building Engineering, vol. 13, pp. 169-183.  
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.08.001>  
Szczeniak, J., Ang, Y.Q., Letellier-Duchesne, S. & Reinhart, C. (2022). A method for using street view imagery to auto-extract window-to-wall ratios and its relevance for urban-level daylighting and energy simulations, Building and Environment, vol. 207, 108108.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108108>  
Shaeri, J., Habibi, A., Yaghoubi, M. & Chokhachian, A. (2019). The Optimum Window-to-Wall Ratio in Office Buildings for Hot-Humid, Hot-Dry, and Cold Climates in Iran, Environments, 6(4):1-16.  
<https://doi.org/10.3390/environments6040045>  
Tian, C., Chen, T., Yang, H. & Chung, T. (2010). A generalized window energy rating system for typical office buildings, Solar Energy, vol. 84, pp. 1232–1243.  
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.03.030>  
Troup, L., Phillips, R., Eckelman, M.J. & Fannon, D. (2019). Effect of window-to-wall ratio on measured energy consumption in US office buildings, Energy and Buildings, vol. 203, 109434.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109434>  
Tsikaloudaki, K., Laskos, K., Theodosiou, T. & Bikas, D. (2015). The energy performance of windows in Mediterranean regions, Energy and Buildings, vol. 92, pp. 180-187.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.059>  
Wen, L., Hiyama, K. & Koganei, M. (2017). A method for creating maps of recommended window-to-wall ratios to assign appropriate default values in design performance modeling: A case study of a typical office building in Japan, Energy and Buildings, vol. 145, pp. 304-317.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.028>  
Yan, X.Y., Wang, X.D., Li, D.W., Yan, X., Fan, K.X. & Liu, D.L. (2022). Automatic Compliance Check of Window-to-Wall Ratio Software Embedded Intelligent Algorithms in Revit Modeling, E3S Web of Conferences, vol. 356, 01073.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235601073>  
Yang, Q., Liu, M., Shu, C., Mmerekki, D., Hossain, U. & Zhan, X. (2015). Impact Analysis of Window-Wall Ratio on Heating and Cooling Energy Consumption of Residential Buildings in Hot Summer and Cold Winter Zone in China, Journal of Engineering – Hindawi Publishing Corporation, vol. 2015, ID 538254.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12803>  
Yeom, S., Kim, H., Hong, T. & Lee, M. (2020). Determining the optimal window size of office buildings considering the workers' task performance and the building's energy consumption, Building and Environment, vol. 177, 106872.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106872>  
Zhang, C. & Ong, L. (2017). Optimization of Window-Wall-Ratio Using BIM-Based Energy Simulation, Protocols, Flows and Glitches, Proceedings of the 22nd International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, pp. 397-406.  
<https://doi.org/10.3390/en14071974>  
Zolfaghari, Z. & Jones, J. (2022). A multi-variable building energy optimization:

*Βασίλειος Γκαγκούσης, Παραμετρική ανάλυση και διερεύνηση του ρόλου των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου στην Ελλάδα*

---

assessing the role of energy efficient lighting technology in changing the optimal window-to-wall ratio in an office building, International Journal of Sustainable Energy, vol. 41:11, pp. 1819-1835.  
<https://doi.org/10.1080/14786451.2022.2118276>



## 1. Εισαγωγή

### 1.1 Σκοπός εργασίας

Η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια οδηγεί τις τελευταίες δεκαετίες σε χάραξη στρατηγικών μείωσης της ενεργειακής απαίτησης των επιμέρους δραστηριοτήτων και εξορθολογισμό της ενεργειακής δαπάνης. Τίθεται εξ' αρχής λοιπόν στο μικροσκόπιο το τεράστιο κτηριακό δυναμικό, προκειμένου να τηρούνται οι ανεκτές συνθήκες λειτουργίας και παραμονής των χρηστών.

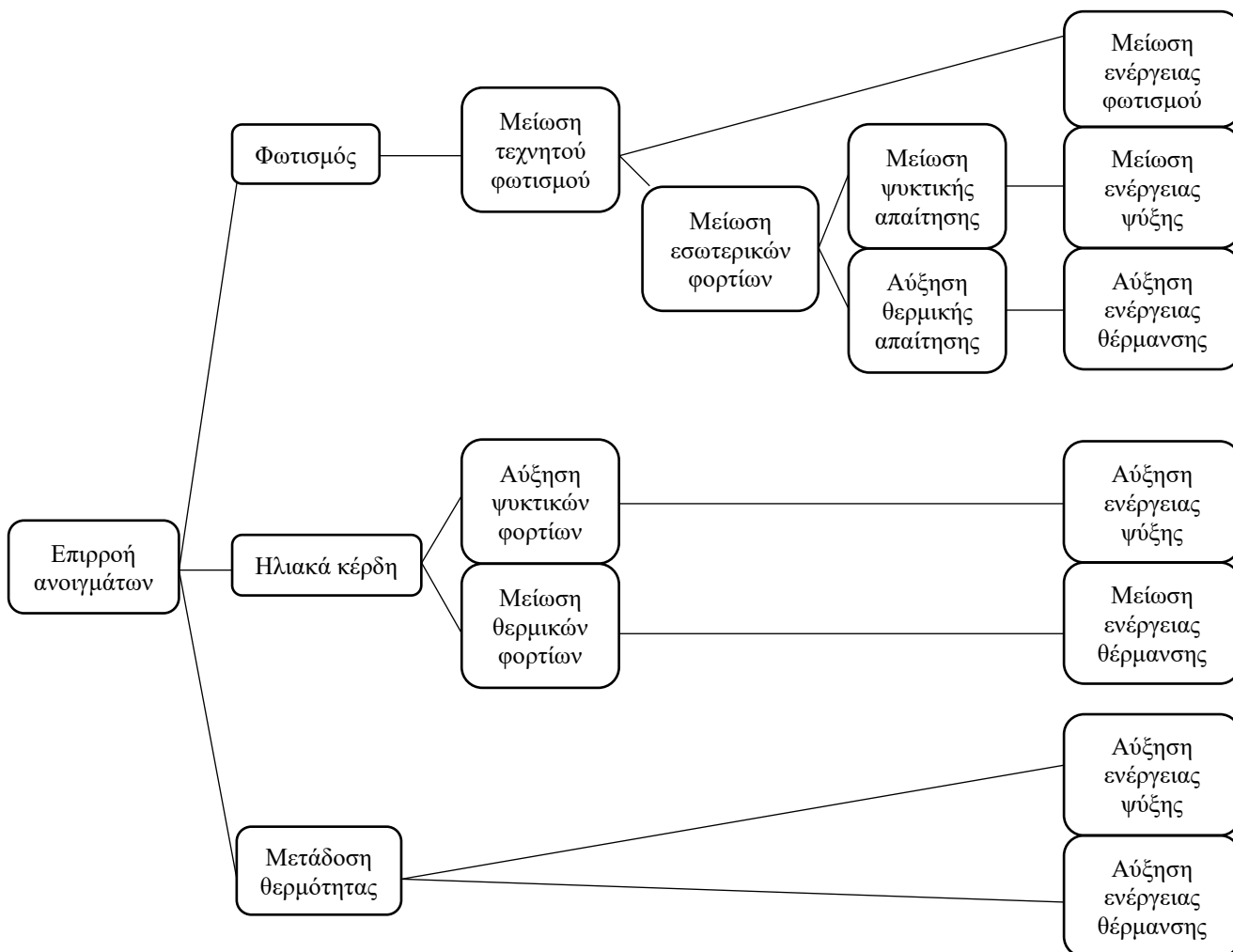
Οι απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης των κτηρίων, καλύπτονται από μηχανικά συστήματα που καταναλώνουν ενέργεια, συνεπώς η μείωση των απαιτήσεων ήδη από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, είναι κρίσιμη. Η ελαχιστοποίηση της ενεργειακής απαίτησης, αποτελεί πρόκληση για τη σύνθεση των διαστάσεων, του όγκου, των δομικών στοιχείων και τη διαστρωμάτωση των υλικών αυτών, λαμβάνοντας υπ' όψιν μια πλειάδα παραμέτρων που αφορούν στη θέση του κτηρίου, τον προσανατολισμό, τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, τις συνθήκες ηλιασμού, τη χρήση και τις ώρες λειτουργίας.

Στο πλαίσιο αυτό και λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι οι περισσότερες παράμετροι του κτηρίου είναι σε μεγάλο βαθμό παγιωμένες κατά τον σχεδιασμό, εκεί που μπορεί να εστιάσει ο μελετητής είναι στη βελτιστοποίηση του κελύφους. Ένα κτηριακό κέλυφος που διαχειρίζεται ορθά τις θερμικές συναλλαγές κατά τη διάρκεια του έτους, μπορεί να αποτελέσει καταλύτη στην αποδοτική λειτουργία του κτηρίου.

Αν σκεφτεί κανείς δε, ότι μεγάλο μέρος των ενεργειακών απωλειών οφείλεται στα ανοίγματα του κελύφους, τότε ο μελετητής αξίζει να ασχοληθεί περισσότερο με αυτά, τη θέση, τις διαστάσεις, το είδος των κουφωμάτων και υαλοπινάκων και την αεροστεγανότητά τους, τη σκίαση, τις επιλογές προσανατολισμού, πάντα υπό το πρίσμα της τήρησης προδιαγραφών ως προς τον φυσικό φωτισμό και αερισμό των χώρων, την αισθητική αρτιότητα των όψεων, τη συμβατότητα με το ύφος της περιοχής, τη λειτουργικότητα κλπ

Η συμμετοχή των ανοιγμάτων στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου, γίνεται με τρεις τρόπους (Εικόνα 1.1). Αφ' ενός με την άμεση μετάδοση θερμότητας μέσω συναγωγής από την επιφάνεια των υαλοπινάκων και τα προφίλ των κουφωμάτων, από τη συμμετοχή των ηλιακών κερδών μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται από τους υαλοπίνακες, αλλά

και πιο έμμεσα, με τη συμμετοχή στις συνθήκες εσωτερικού φωτισμού και τον τρόπο που αυτές συμμετέχουν στην ενεργειακή απαίτηση για φωτισμό αλλά και στην παραγωγή χαμηλών εσωτερικών θερμικών φορτίων.



Εικόνα 1.1 Επιρροή ανοιγμάτων στην ενεργειακή κατανάλωση κτηρίου

Με γνώμονα τα παραπάνω, η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει την επιρροή των ανοιγμάτων του κελύφους στην ενεργειακή απαίτηση κτηρίου με οικιστική χρήση στον Ελλαδικό χώρο, εξετάζοντας τη μεταβολή στην ενεργειακή απαίτηση δεδομένου κτηρίου, ως συνάρτηση της μεταβολής του ποσοστού του κελύφους που καταλαμβάνεται από ανοίγματα, για διάφορες συνθήκες κλίματος, προσανατολισμού και σκιασμού.

Επιπλέον, η διερεύνηση καλείται να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα:

- Πώς μεταβάλλονται οι ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου όταν αυξάνεται το ποσοστό των ανοιγμάτων;
- Τι ρόλο παίζει ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απαίτηση;
- Πώς συμπεριφέρεται το κτήριο όταν σκιάζεται και όταν δεν έχει εμπόδια σκίασης;
- Τι διαφορές προκύπτουν ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του κτηρίου;
- Ποιος ο βαθμός επιρροής των παραπάνω παραμέτρων κατά την περίοδο θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου;
- Πώς διαφοροποιείται η ενεργειακή απαίτηση στη διάρκεια του έτους, όταν μεταβάλλονται οι παραπάνω παράμετροι;

Προσδοκάται να εξαχθούν συμπεράσματα για τη βαρύτητα του ποσοστού των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση ενός οικιστικού κτηρίου, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για επόμενες μελέτες (σε παράλληλο βηματισμό με πλειάδα διεθνών επιστημονικών μελετών που ερευνούν το θέμα).

Απώτερος σκοπός (όπως τον αντιλαμβάνεται και εύχεται ο γράφων) και δεδομένης της ραγδαίας ανάπτυξης της AI και BIM τεχνολογίας, τέτοιου τύπου μελέτες, κατόπιν διερεύνησης και ενσωμάτωσης πολλών ακόμη παραμέτρων σχεδιασμού, ίσως μπορέσουν να αποτελέσουν εργαλεία πρωταρχικού κτηριακού σχεδιασμού, αυτοματοποιημένων ελέγχων και βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης, προτού υπεισέλθουν οι μελετητές σε σύνθετο αρχιτεκτονικό και μηχανολογικό σχεδιασμό.

## 1.2 Βιβλιογραφική επισκόπηση

Κάθε χρησιμοποιούμενο κτήριο, απαιτείται να καλύπτει τις εκάστοτε απαιτήσεις θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης των χρηστών του. Ως προς τη θερμική άνεση, οι συναλλαγές θερμότητας του εσωτερικού των κτηρίων με το εξωτερικό περιβάλλον, γίνονται διαμέσου του περιβλήματος του κτηρίου, από το οποίο προκύπτουν οι ενεργειακές απώλειες.

Υπολογίζεται πως το 20-50% της απωλεσθείσας ενέργειας των κτηρίων, προέρχεται από τα ανοίγματα (Lee et al., 2013, Alaidroos & Krarti, 2015). Ποσοστό δυσανάλογα μεγάλο δεδομένης της συνήθως μικρής επιφάνειας που καλύπτουν στο κτηριακό κέλυφος σε σχέση

με τις αδιαφανείς επιφάνειες (φέρων οργανισμός και τοιχοπληρώσεις/επενδύσεις). Ταυτόχρονα, η πολύπλοκη αλληλεπίδραση των διαφανών επιφανειών με το εξωτερικό περιβάλλον, καθιστά επιτακτική την ανάγκη για τη βέλτιστη διαμόρφωση των ανοιγμάτων από τον πρωτόλειο σχεδιασμό ενός κτηρίου.

Η αναλογία ανοιγμάτων στο κέλυφος δίνει τη δυνατότητα της μελέτης για την εύρεση της χρυσής τομής μεταξύ οπτικής-θερμικής άνεσης και ηλιακών κερδών (Zolfaghari & Jones, 2022). Ο όρος WWR (window to wall ratio) απαντάται διεθνώς και ορίζεται ως το ποσοστό του κελύφους ανωδομής που καλύπτεται από κουφώματα.

Από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό βάσει WWR, η κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτήριο παίζει σημαντικό ρόλο καθώς το εξωτερικό περιβάλλον είναι ο ρυθμιστής των συνθηκών στις οποίες καλείται να προσαρμοστεί το κέλυφος για εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών διαμονής. Πολλές μελέτες εξετάζουν περισσότερα κλίματα θέτοντας παραμέτρους σχεδιασμού (Tsikaloudaki, 2015, Jaber & Ajib, 2011).

Σε τροπικά κλίματα, τα ηλιακά κέρδη τους θερινούς μήνες οδηγούν σε αυξημένες απαιτήσεις ψύξης και η συνεισφορά της σκίασης είναι σημαντική ως και 10% στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης (Dutta et al. 2017), ενώ σε πολύ ψυχρά κλίματα, όπου τα ηλιακά κέρδη είναι επιθυμητά, ο προσανατολισμός ηγείται των παραμέτρων για τον επιτελικό σχεδιασμό με μεγαλύτερη επιρροή των όψεων σε φθίνουσα σειρά East(West)>South>North και εν γένει χαμηλές βέλτιστες αναλογίες WWR (Feng et al., 2017).

Άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η χρήση του κτηρίου. Για παράδειγμα άλλες απαιτήσεις έχουν τα κτήρια εμπορικών χρήσεων, άλλες οι κατοικίες και άλλες τα νοσοκομεία ή τα εκπαιδευτήρια.

Τα εμπορικά κτήρια λειτουργούν με συγκεκριμένο ωράριο, επομένως είναι επιθυμητή η άμεση θέρμανση-ψύξη για όσο διαρκεί η λειτουργία τους, ενώ στα κτήρια κατοικίας απαιτείται εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης όλο το 24ωρο.

Στα κτήρια γραφείων επιδιώκεται η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού για μείωση του τεχνητού φωτισμού και αύξηση παραγωγικότητας, το οποίο οδηγεί σε μεγάλα ανοίγματα, υψηλό WWR και αντίστοιχα εισάγει το πρόβλημα αντιμετώπισης των αυξημένων ηλιακών

κερδών και τα αυξημένα φορτία ψύξης (Troup et al., 2019, Tian et al., 2010, Yeom et al., 2020, Shaeri et al., 2019).

Στα κτήρια κατοικίας, η ανάγκη αδιάλειπτης λειτουργίας δημιουργεί εξίσου πολύπλοκες συνθήκες καθώς ανάλογα το κλίμα μπορεί μέσα στην ίδια ημέρα να δημιουργούνται ανάγκες θέρμανσης και ψύξης για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις θερμικής και οπτικής άνεσης (Chi et al., 2020, Yang et al., 2015, Li et al., 2021, Chen et al., 2020, Albatayneh et al., 2021, Ma et al., 2023).

Η συνθετότητα του προβλήματος για την εύρεση του βέλτιστου WWR, λόγω των πολλών παραμέτρων που υπεισέρχονται στις εξισώσεις βελτιστοποίησης, οδηγεί στο να χρησιμοποιηθούν τα σύγχρονα εργαλεία της τεχνολογίας λογισμικών για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών ελέγχου και τήρησης προδιαγραφών, καθώς και η ένταξή τους σε αρχιτεκτονικά λογισμικά σχεδιασμού (Yan et al., 2022).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι διάφορες μέθοδοι μοντελοποίησης για την παραμετρική διερεύνηση του βέλτιστου WWR καθώς έχουν χρησιμοποιηθεί μοντέλα θερμικών κυκλωμάτων (Kontoleon & Bikas, 2002), ως μοντέλα BIM (Zhang & Ong, 2017), ενώ σε επίπεδο αποτίμησης και στατιστικής επεξεργασίας μεγάλης κλίμακας αξίζει να αναφερθεί η χρήση του Street View για μαζική καταγραφή όψεων και υπολογισμό WWR σε κτήρια, περιοχές αλλά και πόλεις (Szczeniak et al., 2022).

Καθ' όσον ο σχεδιασμός ενός κτηρίου ξεκινά με την αρχική αρχιτεκτονική πρόταση, η οποία όσο συντίθεται σε επίπεδο λειτουργικότητας και αισθητικής, τόσο δυσκολότερα προσαρμόζεται όταν αρχίσουν να υπεισέρχονται παράμετροι μηχανολογικών μελετών, κάλυψης ενεργειακών απαιτήσεων, φωτισμού, εξαερισμού αλλά και διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού και λεπτομερειών οικοδομικής. Συνεπώς η εξαρχής ένταξη της επιλογής και γεωμετρίας των ανοιγμάτων στο αρχιτεκτονικό προσχέδιο, είναι κομβικής σημασίας και προτείνονται μέθοδοι και εργαλεία προελέγχου για επιτάχυνση της ανακυκλικής διαδικασίας βελτιστοποίησης (Hiyama & Wen, 2015, Tian et al., 2010).

Οι διάφορες μέθοδοι που αναπτύσσονται, εξετάζουν ολοένα και περισσότερες παραμέτρους, δεδομένης της πολυπλοκότητας μιας σύγχρονης κατασκευής και σ' αυτό το πεδίο επιχειρεί να συνεισφέρει η παρούσα μελέτη.

## 2. Νομοθεσία – Λογισμικό ανάλυσης

Προκειμένου να είναι όσο το δυνατόν πιο αντικειμενική και επιστημονικά άρτια η διερεύνηση της παρούσας, απαιτείται η ένταξή της στο πλαίσιο των διεθνών κανονισμών και η χρήση έγκυρου λογισμικού προσομοίωσης και ανάλυσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κτηρίων.

Λόγω του περιορισμού της μελέτης στον Ελλαδικό χώρο, θα γίνει εναρμόνιση με τις Ευρωπαϊκές οδηγίες και τον Ελληνικό Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, ενώ θα χρησιμοποιηθεί το επίσημο ελληνικό λογισμικό ενεργειακής απόδοσης του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, Τ.Ε.Ε.-Κ.Εν.Α.Κ.

### 2.1 Ευρωπαϊκές αποφάσεις και οδηγίες

Ο περιορισμός της ενεργειακής σπατάλης και διαφύλαξης των πολύτιμων γήινων πόρων, αποτελεί αντικείμενο μελέτης και κεντρικό πυλώνα χάραξης πολιτικής στρατηγικής για την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Έτσι, με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ τέθηκαν οι αρχικές προδιαγραφές υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης, ακολουθώντας το πρότυπο EN ISO 13790, ενώ δόθηκαν κατευθύνσεις μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub>, εξορθολογισμού στην κατανάλωση ενέργειας και χρήση υλικών, ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους ενεργειακούς χάρτες των χωρών κ.α.

Κατόπιν, εκδόθηκαν και άλλες κοινοτικές οδηγίες, εντάσσοντας νέες παραμέτρους και περιορισμούς ή επικαιροποιώντας τις υφιστάμενες διατάξεις.

Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- Οδηγία 2009/28/ΕΚ με συγκεκριμένη στοχοθεσία ως προς το ποσοστό Α.Π.Ε. στο ενεργειακό μίγμα των χωρών
- Οδηγία 2010/31/ΕΕ με την οποία έγινε επικαιροποίηση και εμβάθυνση στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης της προηγούμενης οδηγίας (2002/91)
- Οδηγία 2010/30/ΕΕ ως προς την Ενεργειακή Σήμανση των Συσκευών

- Έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2014 με στοχοθεσία για μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> ως το 2030 κατά 32%
- Παρουσίαση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο με την οποία σηματοδοτείται σειρά δράσεων για κλιματική ουδετερότητα της Ευρώπης ως το 2050
- Απόφαση Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου 2023 για αύξηση των στόχων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο 40% ως το 2030, προκειμένου για ευκολότερη επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας.

## 2.2 Ελληνική νομοθεσία

Στην Ελλάδα η πρώτη νομοθετική κίνηση για ενεργειακή εξοικονόμηση, έγινε το 1975 για λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, ακολούθησε το 1979 με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ.) και στη συνέχεια με τον ατελή Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και εξοικονόμησης Ενέργειας περί το 2000 (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.).

Έτος	Νόμος/Οδηγία	Τίτλος
1975	40/75	Λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
1979		Κ.Θ.Κ - Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των Κτηρίων
1985	1577/85	Άρθρο 26: Γ.Ο.Κ.
1985	1512/85	Άρθρο 6: Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας
1986	1650/86	Προστασία του περιβάλλοντος
1989	3046/304	Κτηριοδομικός Κανονισμός

1992	2052/92	Μέτρα για την καταπολέμηση του αστικού νέφους
1993	93/76/ΕΟΚ	Περιορισμός των εκπομπών CO <sub>2</sub> μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης
1995		Σχέδιο Δράσης: Ενέργεια 2001
1995		Κανονισμός Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης
1998	880B/19-898	Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας 21475/4707: Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων
1999	ΥΑ 11038	Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων
2001		Στρατηγική Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτήρια: Σχέδιο Δράσης: Ενέργεια 2001
2001	2831/00	Τροποποίηση του Γ.Ο.Κ. (Ν.1577/85)
2002	2002/91/ΕΚ	Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων
2005		Κ.Εν.Α.Κ., Σχέδιο Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών
2010	2010/30/ΕΕ	Επισήμανση με πινακίδες και πληροφορίες για τις προδιαγραφές του προϊόντος, της κατανάλωσης ενέργειας και άλλων πηγών των ενεργειακών προϊόντων
2010	2010/31/ΕΕ	Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (κατάργηση της 2002/91/ΕΕ)



2010	Άρθρο 9, 2010/31/ΕΕ	Εθνικό Σχέδιο αύξησης του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας
2011	305/2011/ΕΕ	Πιστοποίηση των δομικών υλικών
2012	244/2012/ΕΕ	Οδηγίες συμπλήρωσης της οδηγίας 2010/31/ΕΕ
2012	2012/27/ΕΕ	Ενεργειακή Απόδοση (κατάργηση των 2004/8/ΕΚ & 2006/32/ΕΚ και τροποποίηση των 2009/125/ΕΚ & 2010/30/ΕΕ)
2013	N.4122/2013	Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου
2017	ΦΕΚ Β/2367/12-7-2017	Νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ.
2017	ΦΕΚ Β/4003/17-11-2017	Έγκριση των Τεχνικών Οδηγιών του Τ.Ε.Ε. αναφορικά με τον Νέο Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ.
2017	ΦΕΚ Β/4108/23-11-2017	Τροποποίηση του ΦΕΚ Β/4003/17-11-2017
2023	ΦΕΚ Α/92/07-05-2023	Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις.

**Πίνακας 2.1 Σύνοψη Ευρωπαϊκής και Ελληνικής νομοθεσίας για την ενεργειακή εξοικονόμηση**

Η εναρμόνιση με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία έγινε με τον Ν.3661/2008, με τον οποίο εισήχθη η υποχρέωση θέσπισης Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης (Κ.Εν.Α.Κ.). Ο Κανονισμός εκδόθηκε εν τέλει με τον Ν.4122/2013, ο οποίος εναρμονιζόταν με την Οδηγία

2010/31/ΕΕ, καθόριζε όλες τις παραμέτρους και μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και εισήγαγε παράλληλα την έννοια των κτηρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (N.Z.E.B.).

Επόμενη σημαντική κίνηση ήταν η έκδοση του Νέου Κ.Εν.Α.Κ. το 2017 και των σχετικών Τεχνικών Οδηγιών του Τ.Ε.Ε., ενώ πρόσφατα επικαιροποιήθηκε συνολικά το πλαίσιο με τον Ν.4685/2020 ενσωματώνοντας τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες 2018/844 και 2019/692.

## 2.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης (Κ.Εν.Α.Κ.)

Έχοντας θεσπισθεί αρχικά το 2010 και εν μέσω τροποποιήσεων και αναθεωρήσεων, ο Κ.Εν.Α.Κ. ισχύει τα τελευταία 14 χρόνια, έχει παγιωθεί στην αντίληψη των μελετητών κτηριακών έργων, αποτελεί το μέσο υλοποίησης χρηματοδοτούμενων προγραμμάτων ενεργειακής αναβάθμισης του παλαιού κτηριακού δυναμικού και οι χρήστες των κτηρίων αρχίζουν να απολαμβάνουν τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας.

Οι τροποποιήσεις που γίνονται κατά διαστήματα, εναρμονίζουν τον Κανονισμό με τις νέες Ευρωπαϊκές οδηγίες και στόχους μείωσης εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, μείωσης χρήσης ορυκτών καυσίμων, μείωσης εξάρτησης από πηγές ενέργειας στις οποίες η Ε.Ε. δεν έχει αυτάρκεια, αύξηση χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κ.α.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. και στις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. εφαρμογής του, παρέχονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες, τεχνικές λεπτομέρειες και προδιαγραφές για την έγκυρη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Παρατίθενται ενδεικτικά ορισμένα βασικά στοιχεία και ορισμοί, που θα αποτελέσουν τις βάσεις για την ανάλυση και συγκρίσεις της παρούσας μελέτης.

«Κτήριο»: στεγασμένη κατασκευή με τοίχους για την οποία χρησιμοποιείται ενέργεια προς ρύθμιση των κλιματικών συνθηκών εσωτερικού χώρου.

«Κέλυφος κτηρίου – κτηριακής μονάδας»: τα ενσωματωμένα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου ή κτηριακής μονάδας που διαχωρίζουν το εσωτερικό του από το εξωτερικό περιβάλλον.

«Τεχνικό σύστημα κτηρίου – κτηριακής μονάδας»: ο τεχνικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) και φωτισμό κτηρίου ή κτηριακής μονάδας.

«Ενεργειακή απόδοση κτηρίου – κτηριακής μονάδας»: η υπολογισθείσα ή μετρούμενη ποσότητα ενέργειας που χρειάζεται για να ικανοποιηθεί η ενεργειακή ζήτηση που συνδέεται με την τυπική χρήση του κτηρίου, η οποία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό.

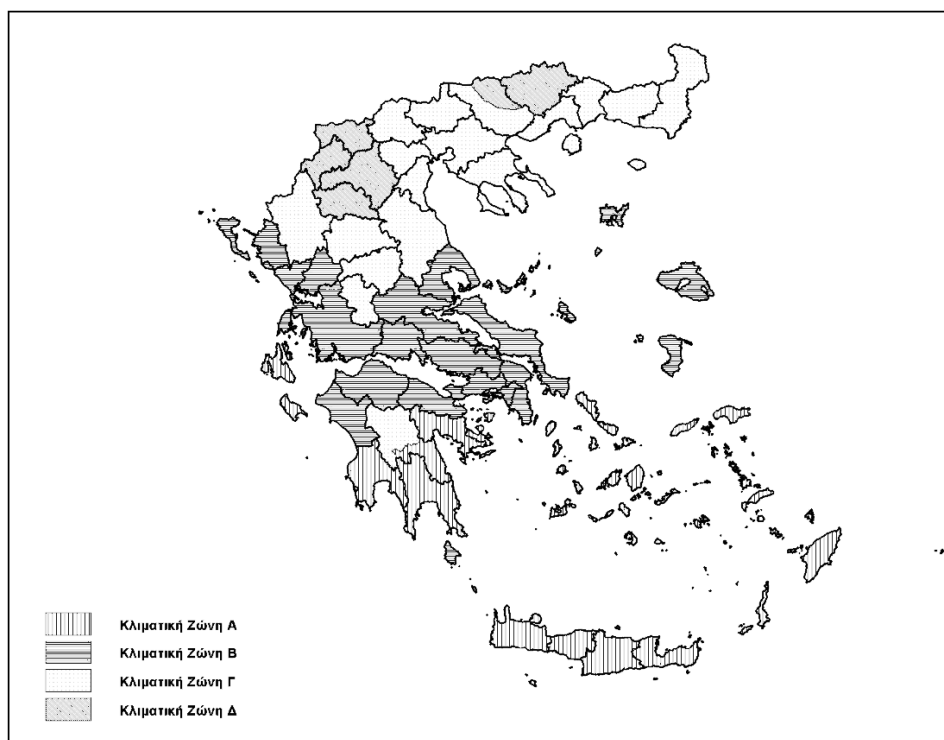
«Κτήριο αναφοράς»: αποτελεί το μέτρο σύγκρισης του υπό μελέτη κτηρίου, για τον καθορισμό της ενεργειακής απόδοσης. Θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως περιγράφονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στα ηλεκτρομηχανολογικά τεχνικά συστήματα που αφορούν στη Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμό των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στον φωτισμό.

«Κλιματική ζώνη»: ζώνη ομαδοποίησης παρόμοιων κλιματολογικών χαρακτηριστικών. Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα 2.2 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στην εικόνα 2.1.

Για κάθε Νομό, τα κτίρια σε περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εξετάζονται βάσει των προδιαγραφών της επόμενης ψυχρότερης κλιματικής ζώνης από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.

<b>ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ</b>	<b>ΝΟΜΟΙ</b>
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

**Πίνακας 2.2 Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά Νομούς (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)**



**Εικόνα 2.1 Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)**

«Κατηγορίες κτηρίων – ωράριο λειτουργίας»: καθορίζονται οι κατηγορίες χρήσης των κτηρίων βάσει του Κτηριοδομικού κανονισμού, προκειμένου να καθοριστούν οι συνθήκες και το ωράριο λειτουργίας, όπως παρατίθενται στον Πίνακα 2.3

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	18	7	12
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	24	7	12
	θερινής λειτουργίας	24	7	7 (Απρ.-Οκτ.)
	χειμερινής λειτουργίας	24	7	8 (Σεπτ.-Απρ.)
	Οικοτροφείο και κοιτώνας	24	7	12
	Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	12	7	ανά χρήση
	Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	24	7	ανά χρήση
Συνάθροισης κοινού	Εστιατόριο	12	7	12
	Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	15	7	12
	Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	6	4	12
	Θέατρο, κινηματογράφος	7	7	12
	Χώρος συναυλιών	6	7	12
	Χώρος εκθέσεων, μουσείο	6	7	12
	Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	6	5	12
	Τράπεζα	8	5	12
	Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	14	3	12
	Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	14	7	12
	Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση
	Λουτρό (κοινόχρηστο) *	ανά χρήση	ανά χρήση	ανά χρήση

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο	8	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
	Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	8	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
	Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	13	5	10(Σεπτ.-Ιουν.)
	Φροντιστήριο, ωδείο	7	5	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
Υγείας και κοινωνικής πρόνοια	Νοσοκομείο, κλινική	24	7	12
	Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	24	7	12
	Χειρουργείο (τακτικό)	8	5	12
	Εξωτερικά ιατρεία	8	5	12
	Αίθουσες αναμονής	8	5	12
	Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	12	5	12
	Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρόνιως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο	24	7	12
	Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	8	5	11
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	24	7	12
	Αστυνομική διεύθυνση	24	7	12
Εμπορίου	Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	12	6	12
	Κατάστημα, φαρμακείο	9	6	12
	Ινστιτούτο γυμναστικής	12	6	12
	Κουρείο, κομμωτήριο	12	6	12
Γραφείων	Γραφείο	10	5	12
	Βιβλιοθήκη	6	5	12

Πίνακας 2.3 Χρήσεις κτηρίων και τυπικό ωράριο λειτουργίας (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)

«Περίοδος Θέρμανσης – Ψύξης»: Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για τη θέρμανση και ψύξη ανάλογα με την κλιματική ζώνη.

Για τη ζώνη Α' και Β' η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.

Για τη ζώνη Γ' και Δ' η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

«Προσανατολισμός – Wall Orientation - WO»: Ο προσανατολισμός μιας επιφάνειας ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια προς την κατεύθυνση του βορρά. Οι γωνίες αζιμουθίου των επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους παρουσιάζονται στον πίνακα 2.4.

Προσανατολισμός	Βόρειος (N)	Ανατολικός (Ε)	Νότιος (S)	Δυτικός (W)
Γωνία αζιμουθίου [ο]	0	90	180	270

Πίνακας 2.4 Γωνίες αζιμουθίου επιφανειών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)

«Συντελεστής θερμοπερατότητας – U»: ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα. Μετράται σε  $W/(m^2K)$  και ορίζει τις θερμικές απώλειες δομικού στοιχείου. Ο Κ.Εν.Α.Κ. θεσπίζει τα μέγιστα όρια θερμοπερατότητας

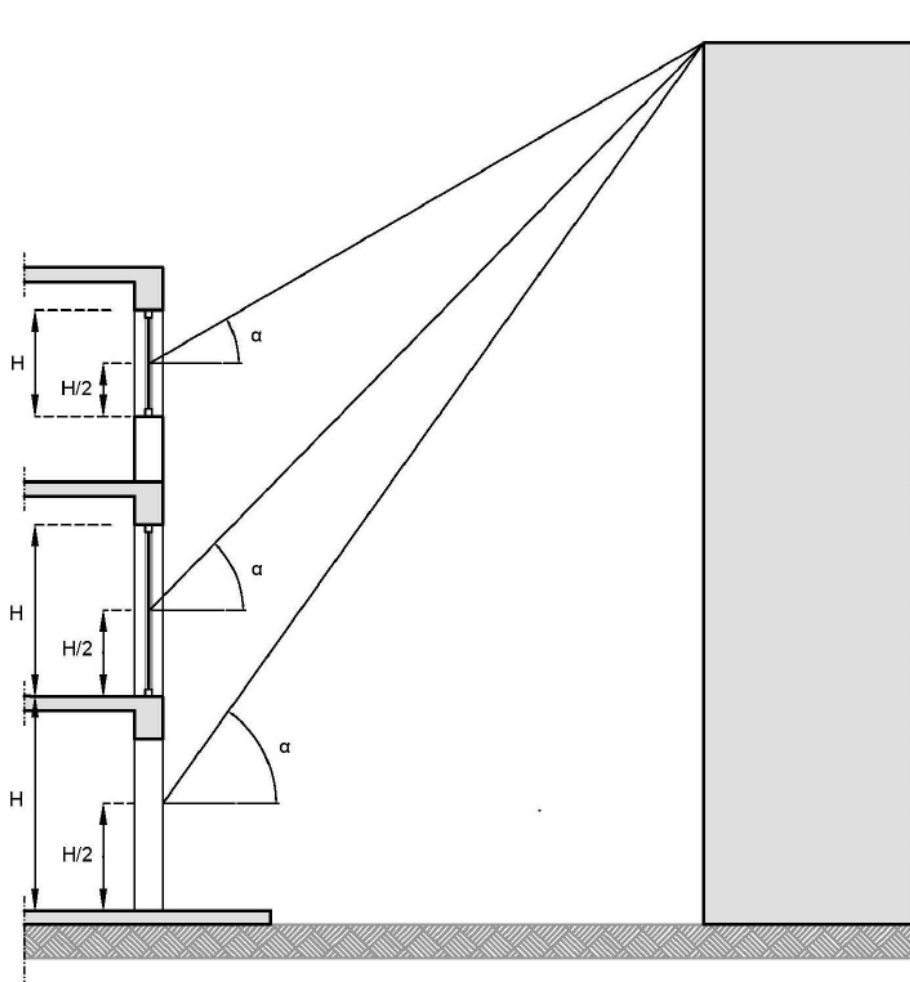
«Ενεργειακή απαίτηση»: η ποσότητα ενέργειας, ανηγμένη στην ωφέλιμη επιφάνεια του κτηρίου, που απαιτείται για να καλυφθούν τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού για την εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών λειτουργίας του κτηρίου. Μετράται σε  $kWh/m^2$ .

«Συντελεστές σκίασης f»: Τα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως προστεγάσματα, πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής (π.χ. εσοχές). Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς, είτε πρόκειται για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης ενός νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου είτε για την ενεργειακή επιθεώρηση, με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταξύ του συντελεστών σκίασης.

Οι συντελεστές σκίασης, καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα) και την γεωμετρία τους. Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

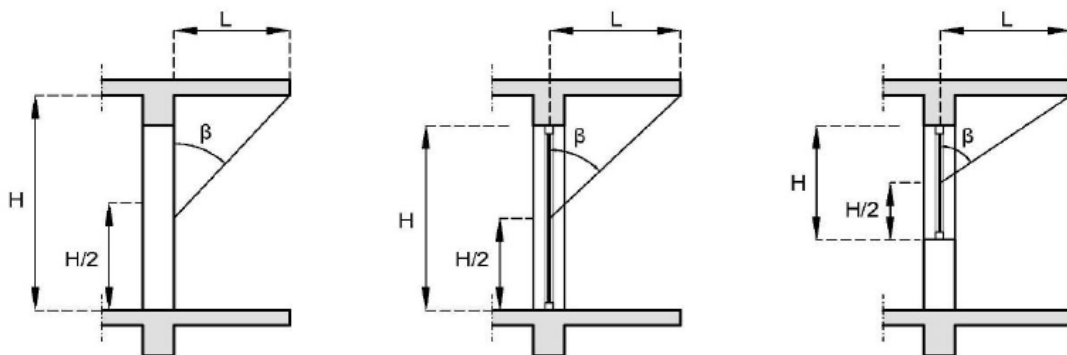
- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.),  $f_{hor}$  - εικόνα 2.2,
- του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο,  $f_{ov}$  - εικόνα 2.3.
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο,  $f_{fin}$  - εικόνα 2.4,

Τονίζεται ότι όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί λαμβάνοντας τιμή ίση με την μονάδα ( $f=1$ ), όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και ίση με μηδέν ( $f=0$ ) για πλήρη σκίαση.

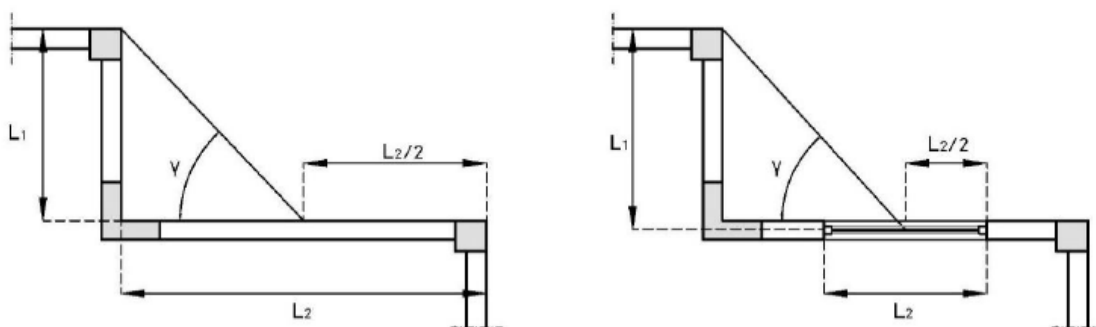


Εικόνα 2.2 Σκαρίφημα γωνίας σκίασης από απέναντι εμπόδιο, συντελεστής  $f_{hor}$  (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)





Εικόνα 2.3 Σκαρίφημα γωνίας σκίασης από άνωθεν εμπόδιο, συντελεστής  $f_{\text{ov}}$  (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)

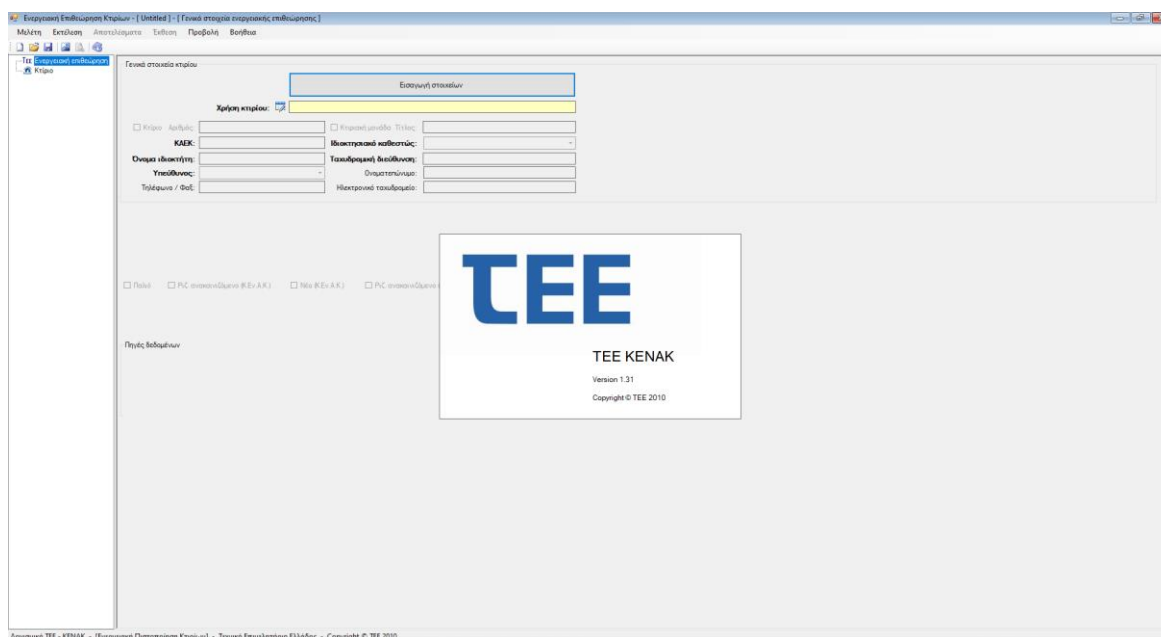


Εικόνα 2.4 Σκαρίφημα γωνίας σκίασης από πλευρικό εμπόδιο, συντελεστής  $f_{\text{fin}}$  (πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.1-2017)

## 2.4 Λογισμικό ενεργειακής απόδοσης (Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ.)

Για την εύρεση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, την εισαγωγή όλων των παραμέτρων, την τήρηση των προδιαγραφών, την επίλυση των πολύπλοκων εξισώσεων θερμοφυσικής και την τελική λήψη έγκυρων και αξιόπιστων αποτελεσμάτων, απαιτείται η χρήση ειδικών λογισμικών.

Η τρέχουσα μελέτη έγινε με το πιστοποιημένο λογισμικό του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ., προϊόν συνεργασίας του Τ.Ε.Ε. με το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (Ι.Ε.Π.Β.Α.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.), το οποίο βασίζεται σε ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα (ΕΛΟΤ EN 13790) και τις τρέχουσες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και είναι σχεδιασμένο να υπολογίζει την ενεργειακή απόδοση κτηρίων στον ελλαδικό χώρο.



**Εικόνα 2.5 Περιβάλλον εργασίας λογισμικού T.E.E.-Κ.Εν.Α.Κ.**

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων), που υποβάλλονται για τα νέα κτήρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου. Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή η αδυναμία εφαρμογής (στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται) των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτιρίου, κτιριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. Η τεκμηρίωση εφαρμογής ή αδυναμίας εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών θα πρέπει να αναφέρονται – περιγράφονται στο τεύχος της μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ.

Το λογισμικό Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ. χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης – Π.Ε.Α. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Ε.Π.Ε.Ν.), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.).

Για τα υπόλοιπα στάδια εκπόνησης και σύνταξης της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας, τεκμηρίωση ηλεκτρομηχανολογικού σχεδιασμού), μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστικά ή σχεδιαστικά εργαλεία κατά την κρίση και επιθυμία του μελετητή.

Στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αναγράφεται υποχρεωτικά η έκδοση και η έγκριση του λογισμικού που χρησιμοποιείται όπως επίσης και το S/N και η έκδοση του ειδικού λογισμικού Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ. που χρησιμοποιήθηκε για την ενεργειακή κατάταξη και αποτελεί τον υπολογιστικό πυρήνα και των υπολοίπων αξιολογημένων λογισμικών της αγοράς σε ό,τι αφορά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου.

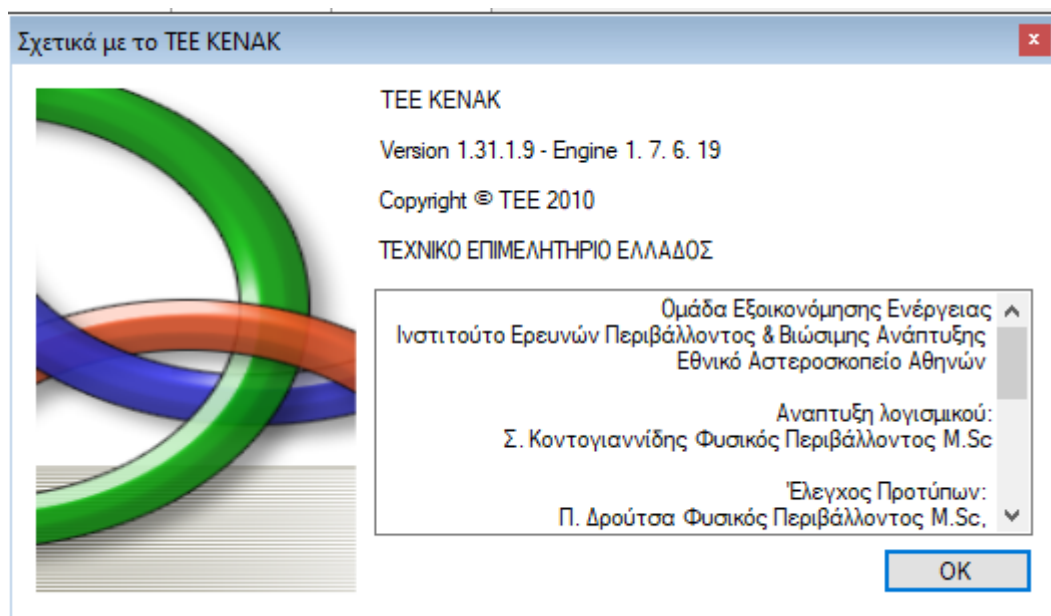
### 3. Μεθοδολογική προσέγγιση

#### 3.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας

Η ακολουθούμενη μεθοδολογία βασίζεται στη λογική της παραμετρικής ανάλυσης για την εύρεση του βέλτιστου λόγου ανοιγμάτων προς κέλυφος (window to wall ratio / WWR) για τους διαφορετικούς προσανατολισμούς των όψεων του κτηρίου (wall orientation / WO), τα διαφορετικά επίπεδα σκίασης και τα διαφορετικά κλιματολογικά δεδομένα της γεωγραφικής θέσης (κλιματική ζώνη).

Τα συγκρινόμενα αποτελέσματα θα αφορούν στην ενεργειακή απαίτηση και όχι στην ενεργειακή απόδοση, προκειμένου να αποφευχθεί η ανάμιξη των παραμέτρων κάλυψης των ενεργειακών αναγκών και αποπροσανατολιστεί ο σκοπός της εργασίας.

Για το σκοπό αυτό γίνεται η θεώρηση ενός βασικού διώροφου κτηρίου κατοικίας σε περιαστική περιοχή. Το κτήριο θα φέρει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά, αμετάβλητα σε όλα τα σενάρια, προκειμένου να μελετηθεί μια σειρά παραμέτρων. Η ανάλυση όλων των σεναρίων της μελέτης γίνεται, όπως αναφέρθηκε, με το επίσημο λογισμικό ενεργειακής απόδοσης βάσει Κ.Εν.Α.Κ. του Τ.Ε.Ε., το Τ.Ε.Ε. - Κ.Εν.Α.Κ., έκδοση 1.31.1.9.



Εικόνα 3.1 Έκδοση λογισμικού Τ.Ε.Ε.-Κ.Εν.Α.Κ.

### 3.2 Ανάλυση κτηρίου - Παράμετροι

Το υπό μελέτη κτήριο φέρει ορισμένα σταθερά χαρακτηριστικά, προκειμένου να υπάρχει μια βάση αναφοράς στη διερεύνηση και να αξιολογηθούν ορισμένες μεταβλητές παράμετροι.

Τα σταθερά χαρακτηριστικά του κτηρίου θα είναι:

- Η κάτοψη του κτηρίου θα έχει απλοποιημένο τετράγωνο σχήμα, διαστάσεων 12,00\*12,00m. Επιλέγεται η πιο ουδέτερη μορφή περιγράμματος προκειμένου να μην υπάρχουν αρχιτεκτονικοί όγκοι και λειτουργικά ή διακοσμητικά στοιχεία στις όψεις που μπορούν να αλλοιώσουν τη βάση της μελέτης και να παραποιήσουν τη σημασία των αποτελεσμάτων.
- Σύμφωνα με τις διαστάσεις, η καλυπτόμενη επιφάνεια του κτηρίου θα είναι 12,00\*12,00m=144,00m<sup>2</sup>, επιφάνεια επαρκής για τη σύνθεση μιας σύγχρονης, λειτουργικής κατοικίας που στεγάζει μία οικογένεια.
- Επιλέγεται η μελέτη διώροφου κτηρίου, με απολύτως ίδια κάτοψη και στις δύο στάθμες. Προτιμήθηκε η ανάπτυξη σε δύο ορόφους, ώστε το μοντέλο να προσεγγίζει το μέσο κτήριο περιστατικής κατοικίας στην Ελλάδα, ώστε να ληφθούν αποτελέσματα για συχνότερα συναντώμενο λόγο Ανηγμένης Επιφάνειας Κελύφους / Όγκο Κτηρίου, ο οποίος επηρεάζει την ενεργειακή απόδοση.
- Η συνολική (ωφέλιμη) επιφάνεια του κτηρίου είναι 144,00\*2=288,00m<sup>2</sup>.
- Το ύψος κάθε ορόφου ορίζεται στο τυπικό, μικτό ύψος σε ελληνικά οικιστικά κτήρια, 3,00m επομένως το κτήριο θα έχει ωφέλιμο όγκο 144,00\*6,00=840,00m<sup>3</sup>.
- Το κτήριο θα είναι πανταχόθεν ελεύθερο, δε θα εφάπτεται σε καμία πλευρά με άλλα κτήρια ή κατασκευές. Επίσης θα έχει απλή έδραση/επαφή σε έδαφος χωρίς να είναι υπερυψωμένο ή καταχωμένο στο έδαφος.
- Το κέλυφος του κτηρίου θα είναι ενιαίο και η διαστρωμάτωση των αδιαφανών επιφανειών θα είναι τέτοια ώστε να τηρεί τα ελάχιστα απαιτούμενα του Κ.Εν.Α.Κ. ανά κλιματική ζώνη (δομικά υλικά, θερμομόνωση σύμφωνα με την εκάστοτε κλιματική ζώνη)

- Οι διαφανείς επιφάνειες του κελύφους θα τηρούν επίσης τα ελάχιστα τρέχοντα όρια του Κ.Εν.Α.Κ. και θα είναι αμετάβλητα.
- Η παρούσα μελέτη δεν ασχολείται καθόλου με την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων. Ως εκ τούτου, και προκειμένου να είναι εφικτή η επίλυση των μοντέλων από το λογισμικό, επιλέγεται ο απαραίτητος μηχανολογικός εξοπλισμός για θέρμανση-ψύξη και ZNX, σύμφωνα με το κτήριο αναφοράς του Κ.Εν.Α.Κ.

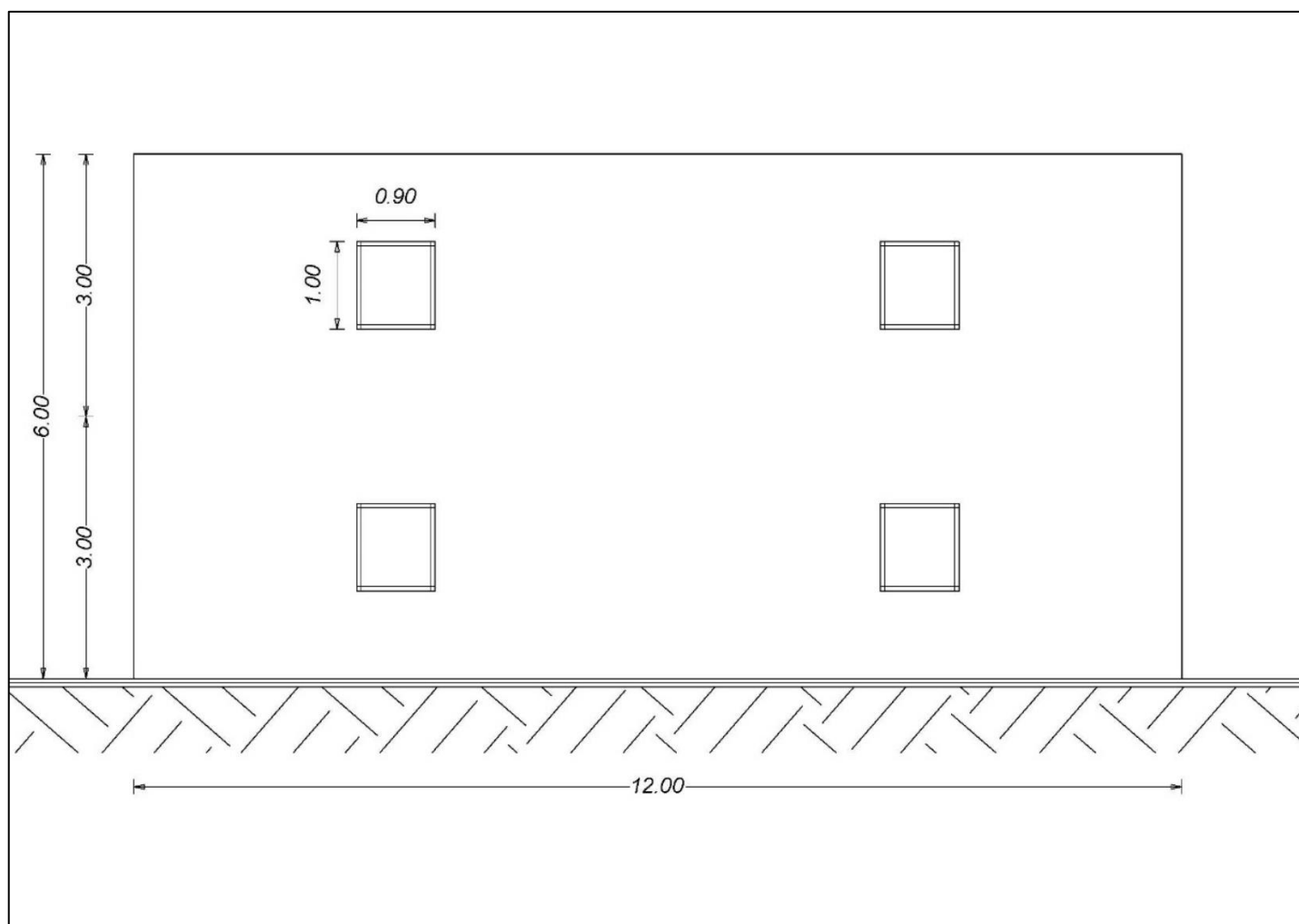
Αντίστοιχα, οι μεταβλητές παράμετροι που θα επηρεάσουν και τη μελέτη είναι:

- Επιλέγεται η γεωγραφική θέση του κτηρίου στην ελληνική επικράτεια. Για λόγους πιο εποπτικών διαφορών στη σύγκριση αποτελεσμάτων, τοποθετούμε το κτήριο σε περιοχές με αντιδιαμετρικά κλιματολογικά χαρακτηριστικά, τα Χανιά (κλιματική ζώνη Α) και την Καστοριά (κλιματική ζώνη Δ).
- Επόμενη μεταβλητή παράμετρος είναι ο βασικός προσανατολισμός του κτηρίου και συγκεκριμένα της μελετώμενης όψης. Ορίζονται καθαροί προσανατολισμοί Βορράς, Νότος, Ανατολή, Δύση (σύμφωνα με τον Πίνακα 2.4) και λαμβάνουν κωδικοποίηση WO (wall orientation) = North, South, East, West.
- Ως συνθήκες σκίασης του κτηρίου, ορίζονται οι πιο ακραίες περιπτώσεις, για πλήρη σκίαση ( $f=0$ ) και πλήρη ηλιασμό ( $f=1$ ). Αυτοί οι συντελεστές στο σύνολό τους είναι δύσκολο να επιτευχθούν σε κανονικές συνθήκες περιαστικών, ακόμη και αστικών εμποδίων, ωστόσο για εποπτικούς λόγους ενίσχυσης των αποτελεσμάτων, γίνεται αυτή η επιλογή.
- Τέλος, η πιο σημαντική παράμετρος που αποτελεί και το βασικό αντικείμενο μελέτης της παρούσας, είναι το ποσοστό που καταλαμβάνουν τα ανοίγματα στο κέλυφος. Ακόμη πιο συγκεκριμένα, επιλέγεται η διερεύνηση ενός μόνο εκ των τεσσάρων τοίχων του κτηρίου, να διαθέτει ανοίγματα προς τον κύριο προσανατολισμό, συνεπώς αναφερόμαστε σε ποσοστό ανοιγμάτων προς τοίχο, κατά το διεθνώς χρησιμοποιούμενο window-to-wall ratio (WWR).

Η διερεύνηση θα γίνει για 5 περιπτώσεις WWR με βήμα 5%, δηλαδή 5%-10%-15%-20%-25%.

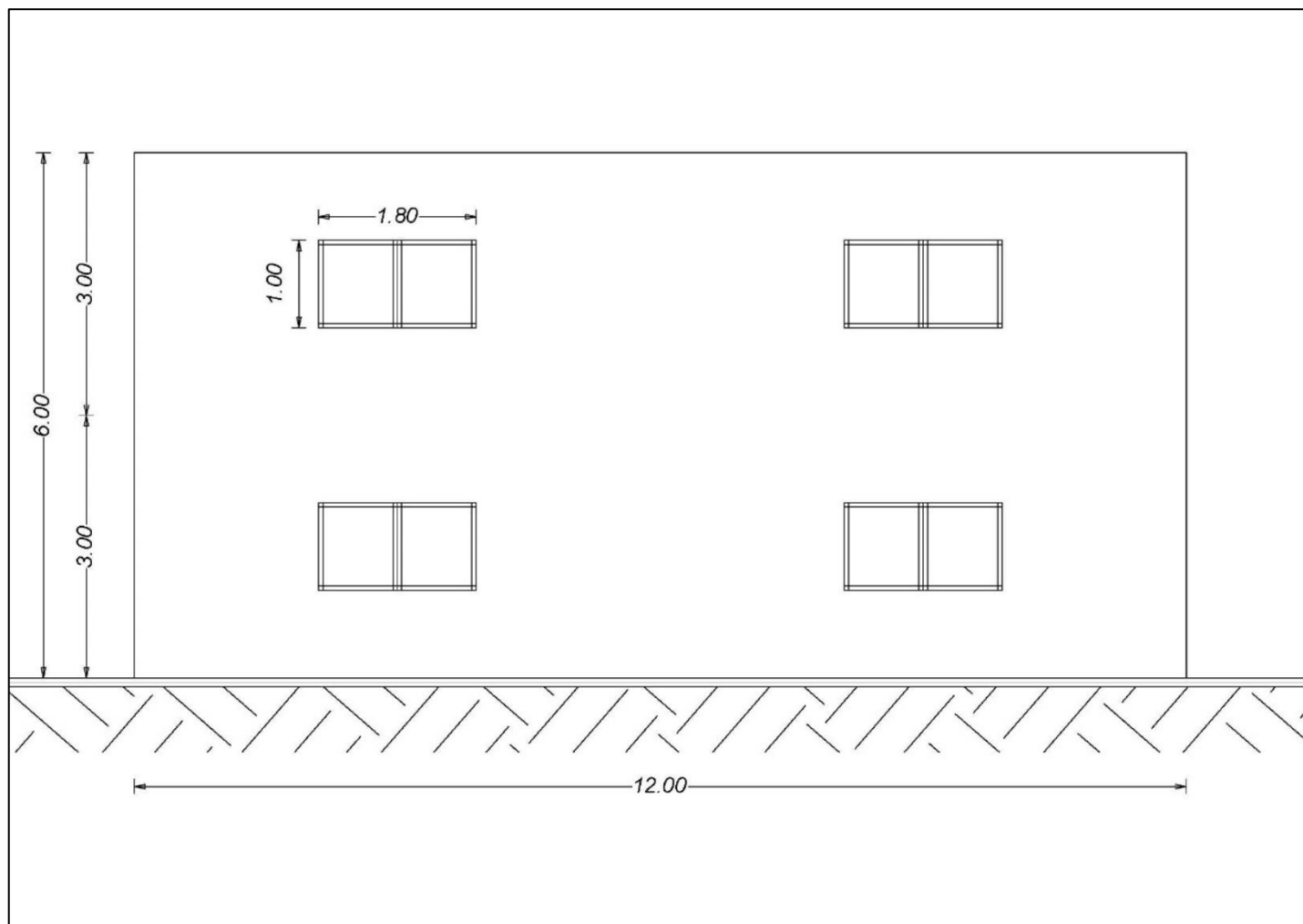
Για κάθε περίπτωση, σε δεδομένη κύρια όψη διαστάσεων (Μήκος-Ύψος όψης)  
12,00\*6,00m με επιφάνεια 72, 00m<sup>2</sup> , για κάθε βήμα WWR έχουμε:

- WWR = 5% → Επιφάνεια ανοιγμάτων 72,00\*0,05 = 3,60m<sup>2</sup> (Εικόνα 3.2)



Εικόνα 3.2 Σκαρίφημα όψης για WWR=5%

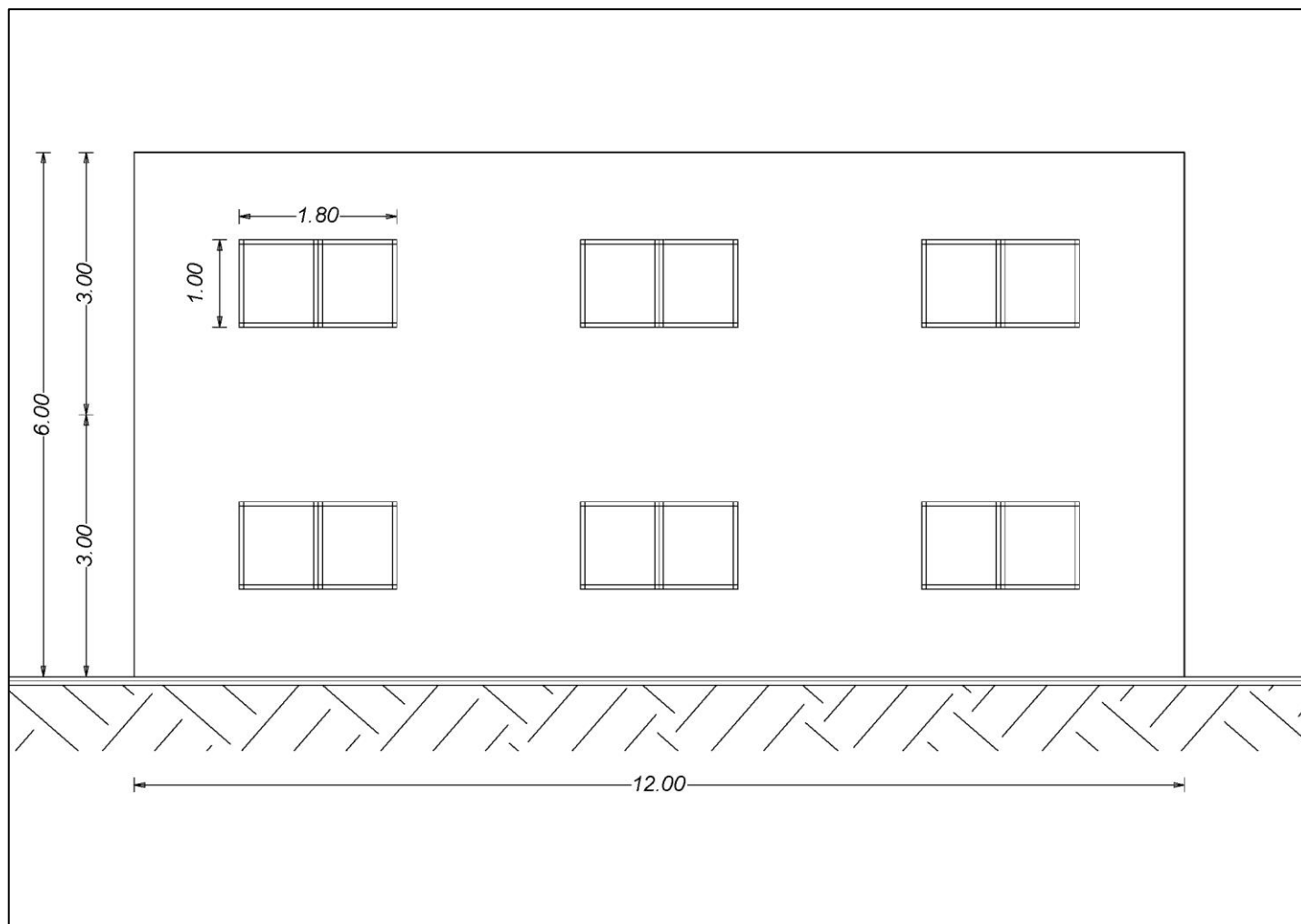
- $WWR = 10\% \rightarrow$  Επιφάνεια ανοιγμάτων  $72,00 \cdot 0,10 = 7,20\text{m}^2$  (Εικόνα 3.3)



Εικόνα 3.3 Σκαρίφημα όψης για  $WWR=10\%$

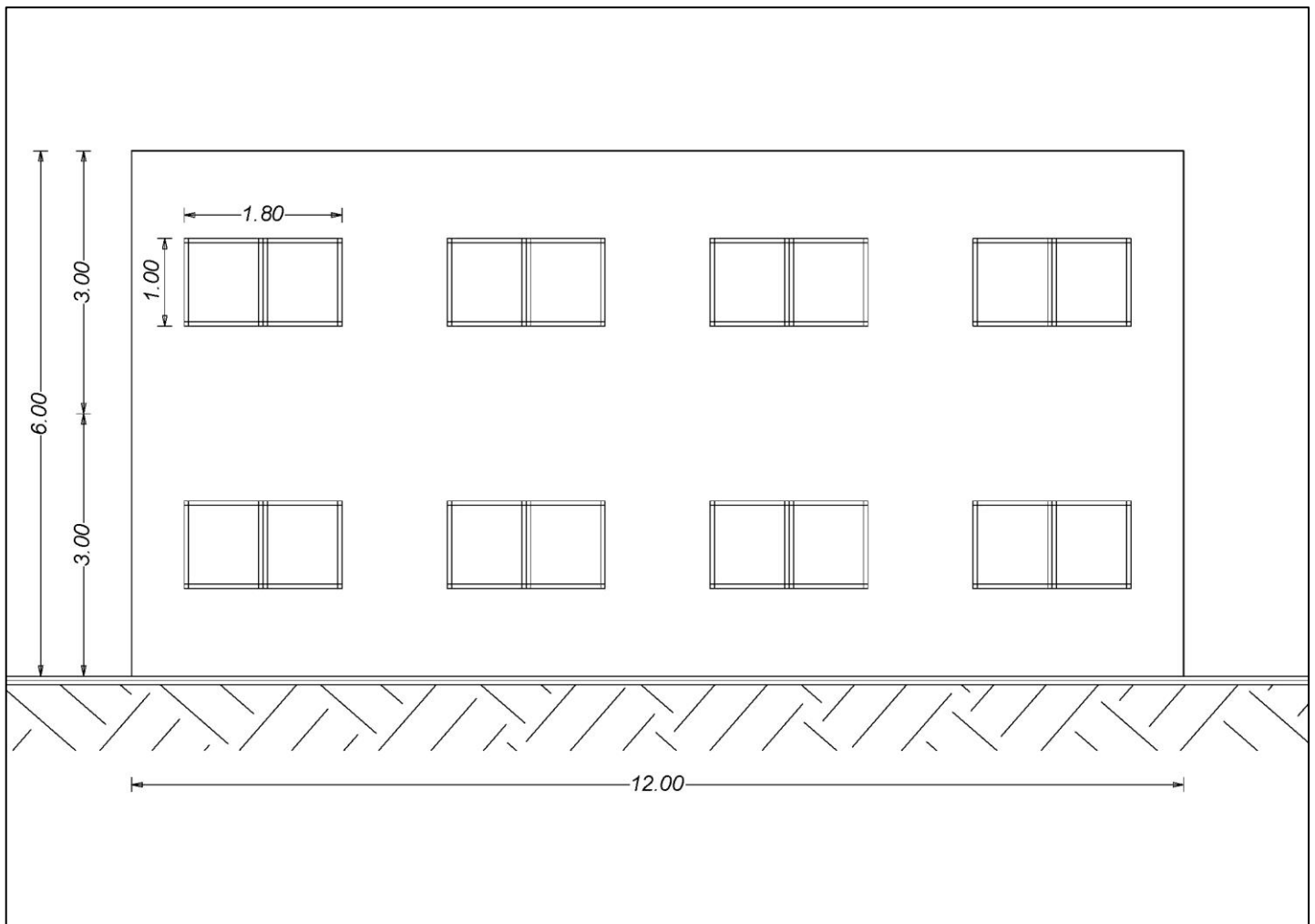


- $WWR = 15\% \rightarrow$  Επιφάνεια ανοιγμάτων  $72,00 \cdot 0,15 = 10,80\text{m}^2$  (Εικόνα 3.4)



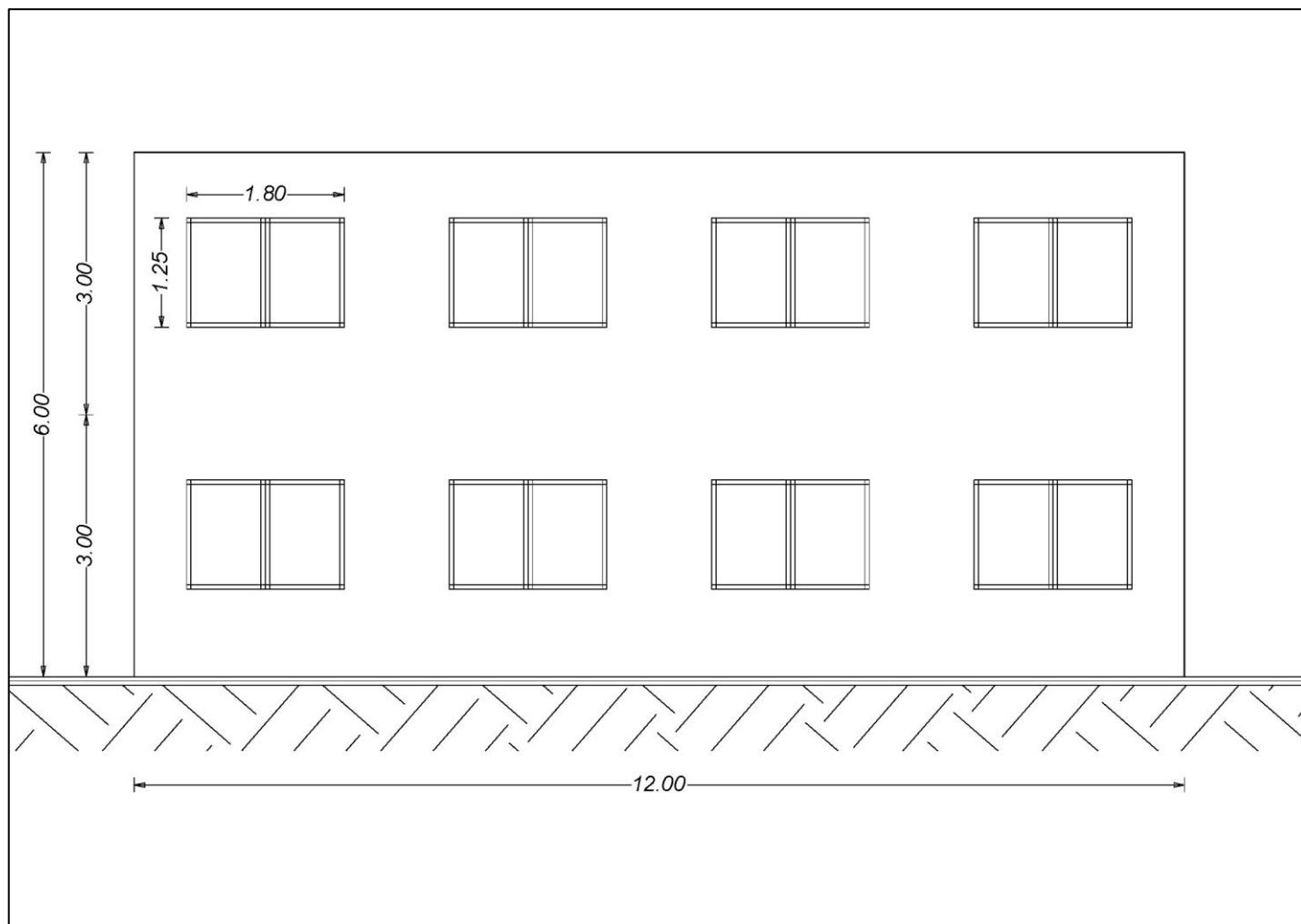
Εικόνα 3.4 Σκαρίφημα όψης για  $WWR=15\%$

- $WWR = 20\% \rightarrow$  Επιφάνεια ανοιγμάτων  $72,00 \cdot 0,20 = 14,40\text{m}^2$  (Εικόνα 3.5)



Εικόνα 3.5 Σκαρίφημα όψης για  $WWR=20\%$

- $WWR = 25\% \rightarrow$  Επιφάνεια ανοιγμάτων  $72,00 \cdot 0,25 = 18,0\text{m}^2$  (Εικόνα 3.6)



Εικόνα 3.6 Σκαρίφημα όψης για  $WWR=25\%$

### 3.3 Κατάρτιση σεναρίων

Σύμφωνα με τις σταθερές και μεταβλητές παραμέτρους καταρτίζονται τα σενάρια ανάλυσης και σύγκρισης. Έτσι έχουμε:

- μία σειρά 5 σεναρίων για το ποσοστό WWR με βήμα 5% (5-10-15-20-25%)
- μία σειρά 4 σεναρίων για τους κύριους προσανατολισμούς WO = East, North, West, South
- μία σειρά 2 σεναρίων για τις 2 κλιματικές ζώνες Α και Δ
- μία σειρά 2 σεναρίων για τις συνθήκες σκίασης  $f=0$  και  $f=1$

Συνολικά εξετάζονται  $5*4*2*2=80$  σενάρια τα οποία θα αναλυθούν και θα προκύψει ως συγκρίσιμο μέγεθος η ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου σε kWh/m<sup>2</sup>/έτος, kWh/m<sup>2</sup> θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού ZNX.

### 3.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων – Συνεισφορά εργασίας

Κατόπιν της επίλυσης του μοντέλου σε όλα τα σενάρια και συγκέντρωση των αποτελεσμάτων, δημιουργούνται πίνακες και διαγράμματα εποπτικής και ποσοτικής παρουσίασης των συγκρινόμενων μεγεθών.

Η ανάλυση βασίζεται στην κατανομή της ενεργειακής απαίτησης ανά σενάριο και ανά διερευνώμενη παράμετρο, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τις διαφορές στην ενεργειακή απαίτηση για τη βασική παράμετρο της αναλογίας ανοίγματος προς κέλυφος WWR.

Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει το βέλτιστο WWR ανά συνθήκη, υποδεικνύοντας βασικές κατευθύνσεις του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ως προς τον προσανατολισμό και τη σύνθεση του κελύφους των κτηρίων για χαμηλή ενεργειακή απαίτηση.

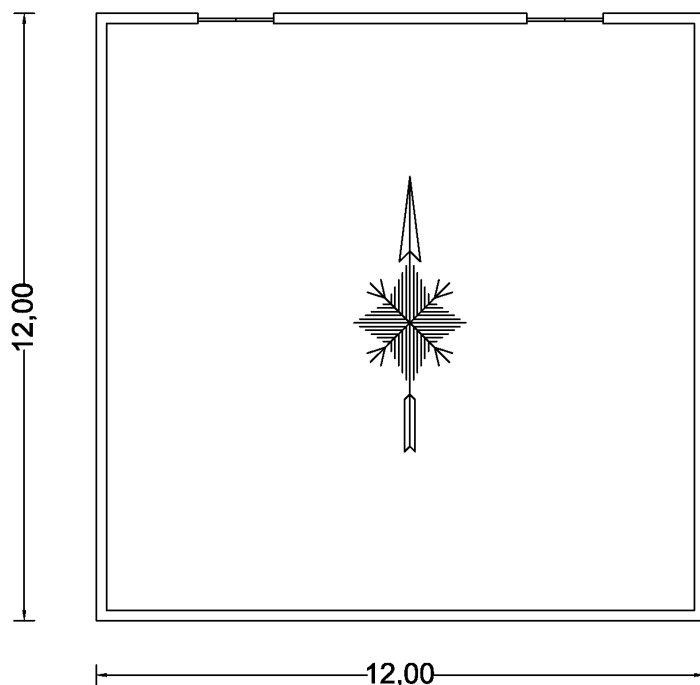
Επιπλέον, αυτή η μορφή συγκρίσεων θα δώσει τη δυνατότητα στον μελετητή να αντιληφθεί άμεσα, και ως ένα βαθμό ποσοτικά, ποιες παραμέτρους μπορεί να διαφοροποιήσει στον σχεδιασμό, προκειμένου να βελτιστοποιήσει γρήγορα και ικανοποιητικά το κτηριακό μοντέλο, χωρίς να μπει στη διαδικασία να μορφώσει το ενεργειακό μοντέλο του κτηρίου.

## 4. Σύνθεση κτηριακού μοντέλου – Μόρφωση σεναρίων

### 4.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κτηρίου

Το υπό μελέτη κτήριο έχει διαστάσεις κάτοψης 12,00\*12,00μ με εμβαδόν ανά στάθμη 144,00τμ, εκτείνεται δε σε δύο ορόφους (ισόγειο και Α όροφο) με μικό ύψος ορόφου 3,00μ.

Το κτήριο έχει βατό δώμα ως τελική οροφή προς αέρα και το δάπεδό του είναι σε επαφή με το έδαφος χωρίς θεώρηση υπογείου τμήματος ή υπερύψωσης.



#### ΚΑΤΟΨΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ

Εικόνα 4.1 Κάτοψη τυπικού ορόφου

Οι πλευρές του κτηρίου έχουν καθαρό προσανατολισμό (WO) χωρίς απόκλιση (0ο, 90ο, 180ο, 270ο) και η μελέτη του ποσοστού ανοιγμάτων στην εκάστοτε πλευρά (WWR) βάσει του WO γίνεται με θεώρηση καθόλου ανοιγμάτων σε όλες τις άλλες πλευρές. Η παραδοχή απλής μορφολογίας κτηρίου γίνεται ώστε η μελέτη να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεπηρέαστη από δευτερεύουσες παραμέτρους μικτών όγκων, πολλών διαφορετικών προσανατολισμών πλευρών ανά στάθμη, πολλών ειδών σκιάσεων, διαφόρων τύπων

εκτεθειμένων επιφανειών και διαφόρων ειδών θερμογεφυρών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι λίγες παράμετροι που μεταβάλλονται ανά σενάριο στο θεωρούμενο κτήριο, να έχουν υψηλό συντελεστή βαρύτητας προκειμένου να συγκρίνονται εύκολα οι διάφορες περιπτώσεις μελέτης και να εξαχθούν πιο ασφαλή και χρήσιμα συμπεράσματα.

## 4.2 Χαρακτηριστικά κελύφους

### 1.2.1 Αδιαφανείς επιφάνειες

Το κέλυφος του κτηρίου τηρεί τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. και οι τιμές που αποδίδονται στα χαρακτηριστικά των επιφανειών, αντιστοιχούν στις τιμές που λαμβάνει το κτήριο αναφοράς.

Έτσι έχουμε:

	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ Α	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ Δ
Δομικό στοιχείο	Συντελεστής θερμοπερατότητας ( $W/m^2K$ )	
Οροφή σε επαφή με αέρα	0,45	0,30
Εξωτερικός τοίχος	0,55	0,35
Δάπεδο σε επαφή με έδαφος	1,10	0,60
Κούφωμα ανοίγματος	2,80	2,20

**Πίνακας 4.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων**

Επιπλέον ορίζονται οι τιμές κτηρίου αναφοράς για την απορροφητικότητα (0,40 σε όλα τα στοιχεία) και τον συντελεστή εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία (0,80 σε όλα τα στοιχεία).

Επειδή το βασικό αντικείμενο μελέτης δεν είναι οι αδιαφανείς επιφάνειες και η επιρροή της θερμομόνωσης, έγινε παραδοχή ως προς την επαύξηση λόγω θερμογεφυρών του συντελεστή θερμοπερατότητας με  $\Delta\Psi=+0,20$  (W/m<sup>2</sup>K).

Ως προς τις σκιάσεις, λαμβάνεται η παραδοχή πλήρους ηλιασμού ( $f=1$ ) και πλήρους σκίασης ( $f=0$ ) σε εκτεθειμένο και προστατευμένο περιβάλλον αντίστοιχα.

### 1.2.2 Διαφανείς επιφάνειες

Για τη μελέτη επιλέχθηκαν συνθετικά κουφώματα PVC με ποσοστό πλαισίου 20%, διπλό υαλοπίνακα διάκενου 12mm και επίστρωση χαμηλής εκπομπής low-e, χωρίς πιστοποίηση αεροστεγανότητας, χωρίς εξώφυλλα ή ρολά, προκειμένου να ληφθούν τιμές θερμοπερατότητας όσο πιο κοντά στις ελάχιστες βάσει Κ.Εν.Α.Κ.

Συνεπώς λαμβάνουμε  $U_w=2,80$  W/m<sup>2</sup>K για τη Ζώνη Α και  $U_w=2,20$  W/m<sup>2</sup>K για τη Ζώνη Δ.

Επιπλέον, λαμβάνεται συντελεστής διαπερατότητας υαλοπίνακα ίσος με του κτηρίου αναφοράς, ήτοι  $g_w=0,55$ , ενώ για τη διείσδυση αέρα λαμβάνεται παροχή 5,50 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>.

## 4.3 Μόρφωση σεναρίων

Ακολουθεί ενδεικτικό σενάριο που αντιστοιχεί σε κτήριο που βρίσκεται στην Κλιματική Ζώνη Α (πχ στα Χανιά), σε περιοχή ελεύθερη από εμπόδια (πλήρης ηλιασμός  $f=1$ ), με κύρια όψη σε Βορινό προσανατολισμό ( $WO=North$ ) και ποσοστό ανοίγματος 5% ( $WWR=5\%$ ). Ως εκ τούτου το σενάριο κωδικοποιείται ως A1N5 και για λόγους ευκολίας τα υπόλοιπα σενάρια ακολουθούν την ίδια κωδικοποίηση (πχ D0S20= Ζώνη Δ,  $f=0$ ,  $WO=South$ ,  $WWR=20\%$ ).

Σε αντιστοιχία με το κτήριο αναφοράς, όλες οι παράμετροι συστημάτων (θέρμανση, ψύξη, ZNX, ηλιακός συλλέκτης), ακολουθούν τις αποδιδόμενες τιμές και παραδοχές του κτηρίου αναφοράς.

Ακολουθούν στιγμιότυπα της καταχώρισης των βασικών στοιχείων του κτηρίου του σεναρίου A1N5 για λόγους επικύρωσης των προηγούμενων αναφορών στις παραδοχές αλλά και για εποπτικούς λόγους του λογισμικού.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τεε Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

Ζώνη 1

Κέλυφος

Συστήματα

Γενικά στοιχεία κτηρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτηρίου: Πολυκατοικία

☒ Κτίριο Αριθμός:  ☐ Κτιριακή μονάδα Τίτλος:

ΚΑΕΚ:  Ιδιοκτησιακό καθεστώς:

Όνομα ιδιοκτήτη:  Ταχυδρομική διεύθυνση:

Υπεύθυνος:  Ονοματεπώνυμο:

Τηλέφωνο / Φαξ:  Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Κατάσταση κατασκευής	Συνοπτική περιγραφή	Πηγή	Έτος Οικ. Αδ.	Έτος
▶				

☐ Παλιό ☐ Ριζ. ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.) ☐ Ριζ. ανακαινιζόμενο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.) ☒ Νέο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.)

Κλιματολογικά δεδομένα

Χανιά  ☐ Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη: Ζώνη Α

Πηγές δεδομένων

☐ Αρχιτεκτονικά σχέδια ☐ Φύλλο Συντήρησης Λέβητα ☐ Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων, μελέτη φωτισμού

☐ Η/Μ Σχέδια ☐ Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού ☐ Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

☐ Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων ☐ Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

☐ Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών ☐ Πληροφορίες από ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

**Εικόνα 4.2 Εισαγωγή αρχικών στοιχείων τοποθεσίας, επιλογή Ζώνης**



Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Ζώνη 1

Επιλέξτε τα συστήματα του κτηρίου: ☐ ΣΗΘ ☐ Φωτοβολταϊκά ☐ Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση Αεολιαστήρες

Περιγραφή: Υπόγειο κτήριο

Χρήση κτηρίου: Πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 288 Συνολικός όγκος (m³): 864  
Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): 288 Ωφέλιμος όγκος (m³): 864  
Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 144 Ψυχόμενος όγκος (m³): 432  
Αριθμός ορόφων: 2 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3 Ύψος ισογείου (m): 3

Έκθεση κτηρίου: Εκτεθειμένο

Αριθμός θερμαινόμενων χώρων: 1  
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
Πετρέλαιο θέρμανσης	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	lt	00/00/00 - 01/01/10
Ηλεκτρική	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	kWh	00/00/00 - 01/01/10
*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

☐ Συνθήκες θερμικής άνεσης ☐ Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☐ Συνθήκες οπτικής άνεσης ☐ Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Λογισμικό ΤΕΕ - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

**Εικόνα 4.3 Εισαγωγή αρχικών στοιχείων κτηρίου**

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Ζώνη 1

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 288 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): 164.28 ☐ Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m²K): 250

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Γ Ψύξη Τύπος Γ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 19.8

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Λογισμικό ΤΕΕ - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

**Εικόνα 4.4 Παράμετροι θερμικής ζώνης**

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 ☐ Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	a* (°)	e* (°)	F <sub>hor_h</sub> (-)	F <sub>hor_c</sub> (-)	F <sub>ov_h</sub> (-)	F <sub>ov_c</sub> (-)	F <sub>fn_h</sub> (-)	F <sub>fn_c</sub> (-)
1	Ταίχος	ΒΟΡΕΙΟΣ	90	68.4	0.55	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
2	Ταίχος	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	90	72	0.55	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
3	Ταίχος	ΝΟΤΙΟΣ	180	90	0.55	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
4	Ταίχος	ΔΥΤΙΚΟΣ	270	72	0.55	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
5	Όροφή	ΔΩΜΑ	0	144	0.45	0.40	0.80	1	1	1	1	1	1
* 6													

Θερμογέφυρες	Σημ (W/K)
1	0.20

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 4.5 Αδιαφανείς επιφάνειες κελύφους

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 ☐ Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
1	Δάπεδο -	144	1.10	0		48
* 2						

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 4.6 Αδιαφανείς επιφάνειες κελύφους

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 ☐ Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τύπος	Περιγραφή	$\gamma$ (deg)	$\beta$ (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος ανοίγματος*	U (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> (-)	F <sub>hor,h</sub> (-)	F <sub>hor,c</sub> (-)	F <sub>ov,h</sub> (-)	F <sub>ov,c</sub> (-)	F <sub>fn,h</sub> (-)	F <sub>fn,c</sub> (-)
1	Αναγόμενο κουφώμα	ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	0	90	3.60	Χωρίς προστατευτικά φύλλα Συνθετικό 20% δίκτυο με μεταβλήτη και επι. με δίκτυο αέρα 10mm	2.80	0.55	1	1	1	1	1
2													

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 4.7 Διαφανείς επιφάνειες κελύφους (κουφώματα)

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: ☐ Ύψιρα ☐ Μηχανικός αερισμός ☒ Ηλεκτρικός συλλέκτης ☐ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΗΧ Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An. (-)	COP (-)	Jan (-)	Feb (-)	Mar (-)	Apr (-)	Mai (-)	Jun (-)	Jul (-)	Aug (-)	Sep (-)	Oct (-)	Nov (-)	Dec (-)
1	Λέβητας	Πετρέλαιο	20	0.65	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
2					1	1										

Δίκτυο διανομής

Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση	
1	Δίκτυο διανομής θερμότητας	12	Πάνω από 20% σε εξωτερικούς	0.945	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

Τύπος	B. An. (-)
1	0.917

Βοηθητικές μονάδες

Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)	
1	Κυκλοφορητές	1	0.0001
2		1	0

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 4.8 Σύστημα θέρμανσης

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: ☐ Ύγρανση ☐ Μηχανικός αερισμός ☒ Ηλεκτρικός συλλέκτης ☐ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	EER' (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	10	1.0	3	0	0	0	0	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής νερού μέσου	30	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.98	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1		0.958

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

**Εικόνα 4.9 Σύστημα ψύξης**

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: ☐ Ύγρανση ☐ Μηχανικός αερισμός ☒ Ηλεκτρικός συλλέκτης ☐ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλεκτρικός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν. β (-)	Επιφάνεια (m²)	γ (deg)	β (deg)	F <sub>s</sub> (-)
▶ 1	Επιλεκτικός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0	3.85	180	45	1.0

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © TEE 2010

**Εικόνα 4.10 Σύστημα παραγωγής ZNX**

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: ☐ Υγρασία ☐ Μηχανικός αερισμός ☒ Ηλιακός συλλέκτης ☐ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ZNX Ηλιακός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν.° (°)	Ιαν (°)	Φεβ (°)	Μαρ (°)	Απρ (°)	Μαι (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
1	Λέβητας	Πετρέλαιο	20	0.781	1	1	1	1	0.5	0	0	0	0	0	1	1
2	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4	1.0	0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	0	0
* 3				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	B. Αν.° (°)
1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.92

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. Αν.° (°)
1		0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
1	Κυκλοφορητές	1	0.0001
* 2		1	0

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © TEE 2010

Εικόνα 4.11 Σύστημα ηλιακού συλλέκτη

## 4.4 Μορφή αποτελεσμάτων

Μετά την εκτέλεση του σεναρίου και επίλυση, συλλέγονται τα αποτελέσματα σε πινακοποιημένη μορφή. Τα μεγέθη που ενδιαφέρουν την παρούσα ανάλυση είναι η ενεργειακή απαίτηση για κάθε λειτουργική διαδικασία (θέρμανση, ψύξη, ZNX) σε ετήσια και μηνιαία βάση.

Παρατίθενται τα αποτελέσματα του σεναρίου 01 (A1N5), ενώ αντίστοιχα γίνεται η συλλογή των αποτελεσμάτων των υπολοίπων σεναρίων και η παραγωγή διαγραμμάτων σύγκρισης και ανάλυσης.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.0	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.1	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.1	1.1
ΑΥΓ	0.0	5.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.4	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.5	18.1	17.0

Πίνακας 4.2 Συλλογή αποτελεσμάτων ενεργειακής απαίτησης σεναρίου 01 - A1N5

## 5. Αποτελέσματα επίλυσης σεναρίων

### 5.1 Εκκαθάριση “θορύβου” στα αποτελέσματα

Από την πρώτη ανάγνωση των αποτελεσμάτων και λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μια πρώτη εκκαθάριση των χρήσιμων προς μελέτη στοιχείων, προκειμένου να μην δοθεί περιττή βαρύτητα σε κοινά εμφανιζόμενα ή αδιάφορα ευρήματα.

Για παράδειγμα, λόγω της χρήσης του κτηρίου (κατοικία), δε λαμβάνεται υπ’όψιν η ενεργειακή συμπεριφορά σε επίπεδο φωτισμού, όπως απαιτείται βάσει KENAK σε άλλες, επαγγελματικές χρήσεις. Επομένως τα παραγόμενα αποτελέσματα (τα οποία είναι αυτόματα μηδενικά), δεν παρατίθενται καθόλου στην παρούσα μελέτη.

Επιπλέον, παρατηρείται εύλογα πως η μηνιαία και συνολική ετήσια απαίτηση για ζεστό νερό χρήσης ZNX δεν εξαρτάται από καμία παράμετρο πλην της κλιματικής ζώνης (πίνακες 5.1-5.2). Έτσι για τη ζώνη Α και για κάθε συνθήκη σκίασης, WO και WWR, η απαίτηση για ZNX είναι σταθερή. Ομοίως για τη ζώνη Δ.

Επομένως δε θα ασχοληθούμε με λεπτομερέστερη παραμετρική ανάλυση για τη συγκεκριμένη απαίτηση, παρά μόνον θα σχολιασθεί σε επόμενο κεφάλαιο ως προς τη διαφορά για τις κλιματικές ζώνες και θα συμπεριληφθεί στη συνολική ενεργειακή απαίτηση ανά σενάριο.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0E5				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S20			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX		ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8	ΙΑΝ	1.9	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6	ΦΕΒ	1.4	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8	ΜΑΡ	0.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6	ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4	ΜΑΙ	0.0	1.2	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2	ΙΟΥΝ	0.0	5.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1	ΙΟΥΛ	0.0	8.0	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0	ΑΥΓ	0.0	7.8	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1	ΣΕΠ	0.0	2.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5	ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7	ΔΕΚ	0.9	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0	ΣΥΝ	4.9	25.5	17.0

Πίνακας 5.1 Σταθερή ενεργειακή απαίτηση για ZNX στη Ζώνη Α (τυχαία σενάρια A0E5 - A1S20)



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0E5				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1N10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ZNX		ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ZNX
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3	ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0	ΦΕΒ	6.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	2.1	ΜΑΡ	3.8	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.8	ΑΠΡ	0.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6	ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.4	ΙΟΥΝ	0.0	2.3	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.8	1.3	ΙΟΥΛ	0.0	3.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.4	1.3	ΑΥΓ	0.0	3.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4	ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.6	ΟΚΤ	0.4	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.9	ΝΟΕ	3.9	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2	ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.4	3.8	20.8	ΣΥΝ	30.3	9.1	20.8

Πίνακας 5.2 Σταθερή ενεργειακή απαίτηση για ZNX στη Ζώνη Δ (τυχαία σενάρια D0E5 - D1N10)

Ακόμη ένα ενδιαφέρον, πλην όμως εύλογο, εύρημα που χρήζει εκκαθάρισης, είναι το γεγονός ότι, στην περίπτωση της πλήρους σκίασης ( $f=0$ ), οι τοίχοι που φέρουν ανοίγματα συμπεριφέρονται πανομοιότυπα ανεξαρτήτως του WO. Κατ' ουσίαν λαμβάνονται από το λογισμικό ως αδιαφανείς επιφάνειες. Με αυτήν τη θεώρηση, το κτήριο έχει πάντα τέσσερις τοίχους χωρίς ανοίγματα, έναν σε κάθε κύριο προσανατολισμό, επομένως τα σενάρια με  $f=0$  οδηγούν σε ίδιες ενεργειακές απαιτήσεις κτηρίου για κάθε WO (πίνακας 5.2).

Η διαφοροποίηση γίνεται διότι τα ανοίγματα συμπεριφέρονται ως τμήμα των αδιαφανών επιφανειών του κελύφους, αλλά με διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας από το υπόλοιπο κέλυφος, επομένως η επιρροή του WWR μπορεί να αναλυθεί και σε αυτές τις περιπτώσεις.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0Ε5				ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0Ν5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX		ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )				(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8	ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6	ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8	ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6	ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4	ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2	ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1	ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0	ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1	ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5	ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7	ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0	ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0

Πίνακας 5.3 Όμοια ενεργειακή απαίτηση για  $f=0$ ,  $WWR=5\%$ , χωρίς επιρροή του προσανατολισμού

Οι ίδιες ενεργειακές απαιτήσεις φυσικά αλλάζουν για διαφορετική κλιματική ζώνη, οπότε πρακτικά από τα 40 σενάρια πλήρους σκίασης απαλείφεται η παράμετρος WO και ομαδοποιούνται σε  $40/4=10$  σενάρια. Ακολούθως γίνεται η απομείωση των αρχικώς εκτιμώμενων σεναρίων μελέτης από 80 σε 50 σενάρια (40 σενάρια για πλήρη ηλιασμό και 10 σενάρια πλήρους σκίασης).

## 5.2 Πρώτη ανάγνωση αποτελεσμάτων

Προκειμένου να αξιολογηθούν τα ευρήματα κατά τρόπον ώστε να προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα βάσει της πολυπαραμετρικής διερεύνησης, είναι σκόπιμο να γίνει μια πρώτη ανάγνωση αυτών και να γίνει αντιληπτή η αρχική επιρροή των δευτερευουσών παραμέτρων ανάλυσης (κλιματική ζώνη, σκίαση, προσανατολισμός).

### 5.2.1 Πλήρης ηλιασμός $f=1$

Αρχικά επιλέχθηκαν τα αποτελέσματα από όλα τα σενάρια που αφορούν σε  $WWR 5\%$  με παραδοχή πλήρους ηλιασμού  $f=1$  (8/40 σενάρια), ώστε να φανεί η επιρροή των λοιπών συνθηκών για σταθερό  $WWR$  και να εξαχθούν κατ' αρχάς τα πρώτα συμπεράσματα.

Επιπλέον, αυτό το βήμα διευκολύνει τον σχεδιασμό της χάρτας των συγκρίσεων του  $WWR$ , καθώς με δεδομένη τη συσχέτιση των παραπάνω αποτελεσμάτων, θα είναι ευκολότερο να γίνουν πιο στοχευμένες συγκρίσεις της ενεργειακής απαίτησης βάσει ποσοστού ανοιγμάτων

(για παράδειγμα κρισιμότητα περιόδου θέρμανσης/ψύξης, κρίσιμος προσανατολισμός ανά κλιματική ζώνη κλπ).

Ακολουθούν πίνακες με τα αποτελέσματα ενεργειακής απαίτησης ανά σενάριο (όπως περιγράφηκαν) όπου υπολογίζεται η ενεργειακή απαίτηση σε kWh/m<sup>2</sup> ωφέλιμης επιφάνειας κάτοψης του κτηρίου, σε μηνιαία και ετήσια βάση, για την κάλυψη των αναγκών Θέρμανσης, Ψύξης και Ζεστού Νερού Χρήσης ZNX.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1E5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	2.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.5	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.0	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	19.4	17.0

Πίνακας 5.4 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για f=1, WWR=5%, WO=East

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1W5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	2.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.5	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.0	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	19.4	17.0

Πίνακας 5.5 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για f=1, WWR=5%, WO=West

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.0	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.1	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.1	1.1
ΑΥΓ	0.0	5.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.4	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.5	18.1	17.0

Πίνακας 5.6 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για f=1, WWR=5%, WO=North

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	2.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.2	1.1
ΑΥΓ	0.0	5.8	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.3	0.0	1.7
ΣΥΝ	6.3	18.7	17.0

Πίνακας 5.7 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για f=1, WWR=5%, WO=South

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1E5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	7.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.5	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.7	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.2	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.5	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	27.4	8.9	20.8

Πίνακας 5.8 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για f=1, WWR=5%, WO=East

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1W5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	7.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.5	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.7	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.2	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.5	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	27.4	8.9	20.8

Πίνακας 5.9 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για f=1, WWR=5%, WO=West

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1N5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	7.7	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.6	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.6	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.3	1.3
ΑΥΓ	0.0	2.8	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.7	0.0	2.2
ΣΥΝ	28.4	8.1	20.8

Πίνακας 5.10 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για f=1, WWR=5%, WO=North

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1S5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	7.1	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.7	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.0	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.2	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	25.8	8.5	20.8

Πίνακας 5.11 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για f=1, WWR=5%, WO=South

Όπως παρατηρείται στους πίνακες 5.4-5.5 και 5.8-5.9, το κτήριο συμπεριφέρεται πανομοιότυπα στον Ανατολικό και Δυτικό προσανατολισμό. Αυτό είναι κάτι που εκκαθαρίζει ακόμη περισσότερο τα αποτελέσματα των σεναρίων (40 τελικά σεσάρια), καθώς μπορούμε να λάβουμε τα δεδομένα από έναν από τους 2 κύριους προσανατολισμούς με σαφή επεξήγηση ότι  $E=W$ .

Επιπλέον, συγκρίνοντας τους πίνακες 5.4-5.7 και 5.8-5.11, βλέπουμε πως υπάρχει σαφής διαφορά στις απαιτήσεις του κτηρίου ανάλογα με την κλιματική ζώνη όπου βρίσκεται.

Στην Ζώνη Α, ως θερμή ζώνη με ήπιους χειμώνες, η περίοδος θέρμανσης δημιουργεί χαμηλές εν γένει ενεργειακές απαιτήσεις, ενώ αντίθετα στην ψυχρή Ζώνη Δ οι απαιτήσεις θέρμανσης εκτοξεύονται.

Κατά την περίοδο ψύξης οι ρόλοι αντιστρέφονται και στην Ζώνη Α η ενεργειακή απαίτηση σε ψύξη είναι η κύρια ανάγκη, ενώ στην Ζώνη Δ η ψύξη δημιουργεί χαμηλότερες απαιτήσεις.

### 5.2.2 Πλήρης σκίαση $f=0$

Αντίστοιχα για την περίπτωση της πλήρους σκίασης, εξετάζονται αρχικά τα 2 σεσάρια για  $WWR=5\%$  στις κλιματικές ζώνες Α και Δ, δεδομένου ότι δεν υπάρχει επιρροή του  $WO$ , όπως αναλύθηκε.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0Ε5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0

Πίνακας 5.12 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α για  $f=0$ ,  $WWR=5\%$



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0E5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.8	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.4	3.8	20.8

**Πίνακας 5.13** Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ για f=0, WWR=5%

Όπως γίνεται εμφανές από τους πίνακες 5.12-5.13, η σκίαση λειτουργεί καταλυτικά και στις δύο κλιματικές ζώνες σε σημείο να ελαχιστοποιούνται οι απαιτήσεις ψύξης στη Ζώνη Δ.

Αντιστρόφως ανάλογη είναι η επιρροή στις απαιτήσεις θέρμανσης, οι οποίες αυξάνονται σημαντικά λόγω του μηδενισμού των ηλιακών κερδών από τα ανοίγματα στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Υπενθυμίζεται ότι η ενεργειακή απαίτηση σε ZNX δεν εξαρτάται από τον προσανατολισμό και τις συνθήκες σκίασης, παρά μόνον από την κλιματική ζώνη, όπως γίνεται εμφανές συνολικά από τους πίνακες 5.4-5.13.

### 5.3 Σύνθεση συγκρίσεων

Η αρχική αποκωδικοποίηση των αποτελεσμάτων, επιτρέπει τη χάραξη στρατηγικής συγκρίσεων του συνόλου των αποτελεσμάτων. Καθ' όσον με την αύξηση του WWR αναμένεται γενικά αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων, η συγκριτική ανάλυση πρόκειται να εκτιμήσει την ποσοτική επίδραση και στις 2 κλιματικές ζώνες.

Κατά την περίοδο θέρμανσης θα συγκριθεί η ενεργειακή απαίτηση των μηνών θέρμανσης (συνολικά αποτελέσματα για την περίοδο) ανά συνθήκη σκίασης, καθώς η επιρροή των ηλιακών κερδών είναι κρίσιμη, ωστόσο δεν είναι μονοσήμαντη διότι αμβλύνεται από την επιρροή του παθητικού αερισμού μέσω των κουφωμάτων.

Κατά την περίοδο ψύξης θα ληφθούν αντίστοιχα υπ' όψιν οι θερμοί μήνες και η απαίτηση ανά συνθήκη σκίασης, όπου αναμένουμε σημαντικές διαφοροποιήσεις κατά την πλήρη σκίαση λόγω της αποκοπής των ηλιακών κερδών, μέγεθος κρίσιμο κατά το θέρος.

Επιπλέον θα συγκριθεί η επιρροή του προσανατολισμού στις συνθήκες πλήρους ηλιασμού, καθώς στην πλήρη σκίαση δεν επηρεάζει όπως ήδη αναφέρθηκε.

Επίσης θα γίνει σύγκριση των παραπάνω επιμέρους μεγεθών και συμπερασμάτων ανάμεσα στις 2 κλιματικές ζώνες και τις ιδιαιτερότητές τους, καθώς όπως αναλύθηκε, δεν εμφανίζουν την κρίσιμη ενεργειακή απαίτηση στις ίδιες περιόδους.

Κατόπιν των παραπάνω θα συγκριθούν οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις σε ετήσια βάση, προκειμένου να εμφανισθεί η καθολική εικόνα της συμπεριφοράς του κτηρίου στο έτος, και να αξιολογηθεί η βαρύτητα των κρίσιμων περιόδων ενεργειακής απαίτησης.

Η παρουσίαση των συγκρίσεων θα γίνει με χρήση γραφημάτων ενεργειακής απαίτησης σε  $\text{kWh/m}^2$  // WWR%, καθώς και κατανομής ενεργειακής απαίτησης % // WWR% με εισαγωγή πολλαπλών παραμέτρων διερεύνησης σε ενιαία γραφήματα, προκειμένου να είναι εποπτική η διαφοροποίηση και η επιρροή των διερευνώμενων παραμέτρων.

Τα γραφήματα αναλύονται και σχολιάζονται κατά την παρουσίασή τους για μετέπειτα εξαγωγή συμπερασμάτων.

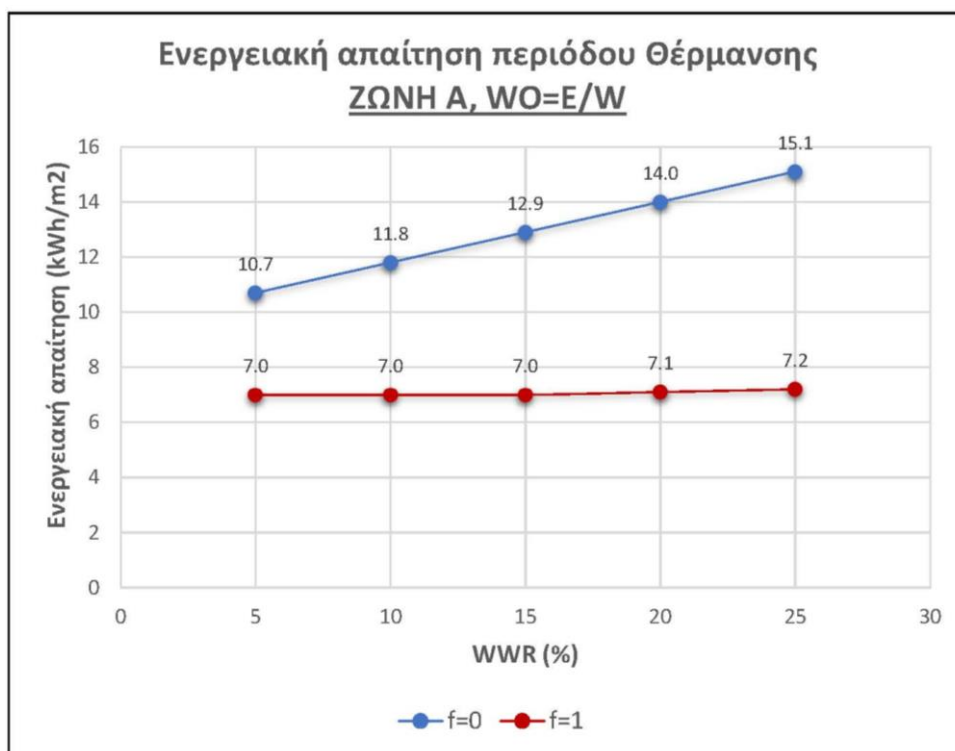
Επισημαίνεται ότι τα εξαχθέντα αποτελέσματα για όλα τα σενάρια, παρατίθενται σε πίνακες στο Παράρτημα Α για τη σχετική τεκμηρίωση των διαγραμμάτων.

## 6. Συγκριτική ανάλυση

### 6.1 Περίοδος Θέρμανσης

#### 6.1.1 Κλιματική Ζώνη Α

Στην κλιματική ζώνη Α, με ήπιους χειμώνες και θερμά καλοκαίρια, οι ενεργειακές απαιτήσεις στην πλήρη σκίαση είναι μεγαλύτερες απ' ό,τι στον πλήρη ηλιασμό.



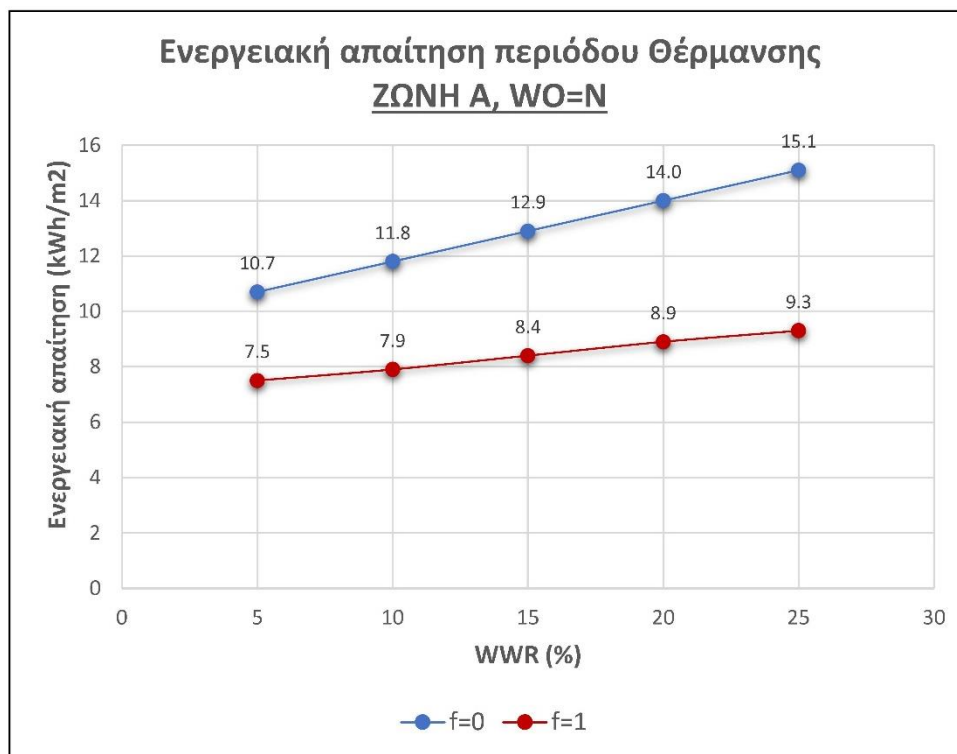
Διάγραμμα 6.1 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Θέρμανσης, Ανατολή/Δύση,  $f=0$  και  $f=1$

Συγκεκριμένα, για σταδιακά αυξανόμενο WWR από 5% ως και 25%, στην πλήρη σκίαση ( $f=0$ ) έχουμε εύρος τιμών 10,7-15,1 kWh/m<sup>2</sup> (ανεξαρτήτως προσανατολισμού), δηλαδή σταδιακή αύξηση απαίτησης ως και 41%.

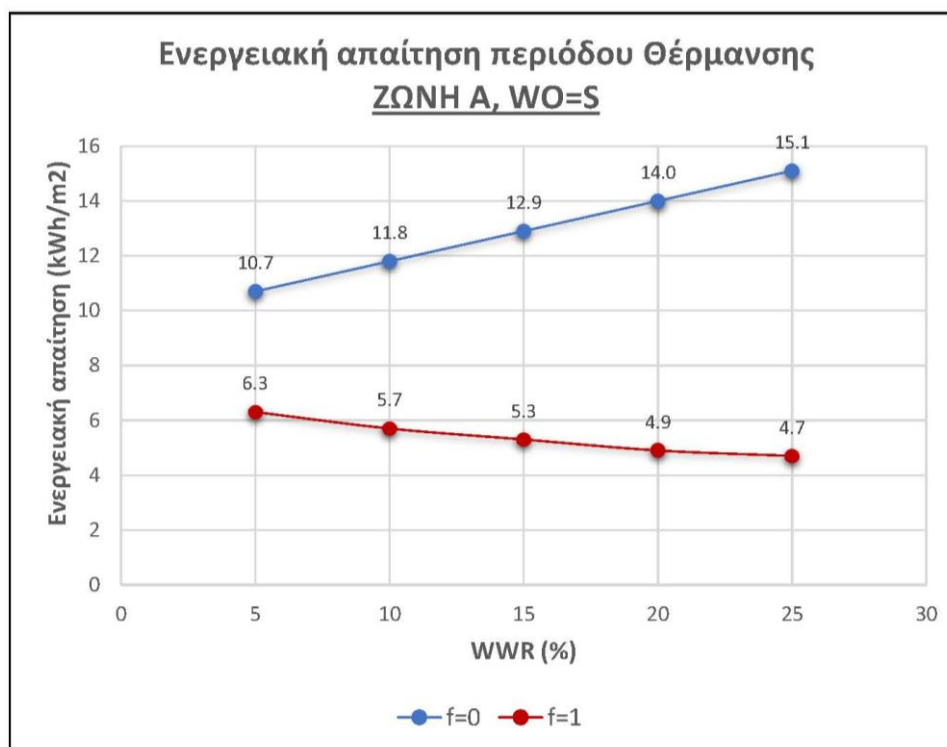
Στον απρόσκοπτο ηλιασμό, τα ηλιακά κέρδη οδηγούν σε μικρής επιρροής μεταβολές της ενεργειακής απαίτησης με την αύξηση του WWR και την αλλαγή προσανατολισμού:

- Σε Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό προκύπτει απαίτηση 7,0-7,2 kWh/m<sup>2</sup> (σταθερή απαίτηση) (Διάγραμμα 6.1)

- Σε Βορινό προσανατολισμό αυξανόμενη απαίτηση 7,5-9,3 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη αύξηση 24%) (Διάγραμμα 6.2)
- Σε Νότιο προσανατολισμό μειούμενη απαίτηση 6,3-4,7 kWh/m<sup>2</sup> (μείωση ως 25%) (Διάγραμμα 6.3).



Διάγραμμα 6.2 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Θέρμανσης, Βορράς, f=0 και f=1



**Διάγραμμα 6.3 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Θέρμανσης, Νότος,  $f=0$  και  $f=1$**   
Αυτό συμβαίνει διότι κατά την ψυχρή περίοδο, η σκίαση αποκόπτει τα ηλιακά κέρδη που εισέρχονται στο κτήριο από τα ανοίγματα, τα οποία κέρδη λόγω κλιματικής ζώνης αναμένεται να κινούνται σε υψηλές τιμές. Η απώλεια αυτής της εισερχόμενης θερμικής ενέργειας οδηγεί σε αύξηση της αντίστοιχης ενεργειακής απαίτησης για κάλυψη των θερμικών φορτίων.

Παρατηρούμε επίσης ότι η ενεργειακή απαίτηση στην πλήρη σκίαση αυξάνεται αναλογικά με την αύξηση του WWR καθώς, όπως έχει γραφεί, η εξάλειψη της συναλλαγής ενέργειας μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας από τα ανοίγματα, τα καθιστούν λειτουργικά αδιαφανείς επιφάνειες με διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  σε σχέση με το υπόλοιπο κέλυφος.

Η αναλογική επιρροή του WWR δεν ακολουθεί την περίπτωση πλήρους ηλιασμού  $f=1$ , καθώς τα σημαντικά ηλιακά κέρδη της Ζώνης Α δύνανται να καλύψουν μεγάλο μερίδιο της ενεργειακής απαίτησης σε θέρμανση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η τελική ενεργειακή απαίτηση θέρμανσης να μην επηρεάζεται σε μεγάλη κλίμακα από το WWR, ενώ σε Νότιο προσανατολισμό φτάνει ακόμη και να μειώνεται (Διάγραμμα 6.3) με την αύξηση της επιφάνειας των ανοιγμάτων, λόγω της μέγιστης αξιοποίησης ηλιακών κερδών, παρά την

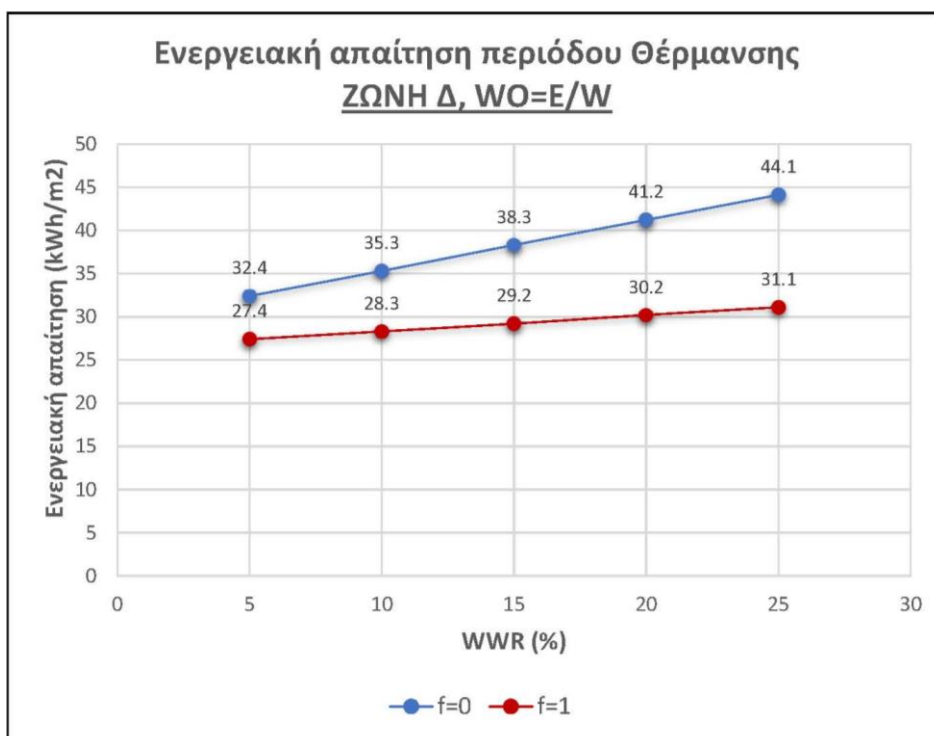
αύξηση επιφάνειας του κελύφους με δυσμενέστερο συντελεστή θερμοπερατότητας, την αύξηση θερμογεφυρών και παθητικού αερισμού των κουφωμάτων.

Επιπροσθέτως μπορεί να παρατηρηθεί η αλλαγή στη συμπεριφορά του κτηρίου με την αύξηση του WWR, σε σχέση με την αλλαγή στις συνθήκες σκίασης. Πράγματι, εφόσον μελετούμε τα θερμικά φορτία και τα ηλιακά κέρδη συνεισφέρουν στη μείωσή τους, παρατηρούμε τις παρακάτω αυξήσεις όταν αποκόπτεται ο ηλιασμός:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η επιβολή σκίασης οδηγεί σε αύξηση θερμικών φορτίων 53% ως 110% (Διάγραμμα 6.1)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση είναι από 43% ως 62% (Διάγραμμα 6.2)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση κινείται από 70% ως 222% (Διάγραμμα 6.3)

### 6.1.2 Κλιματική Ζώνη Δ

Η κλιματική ζώνη Δ που έχει ψυχρούς χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια, παρουσιάζει εικόνα παρόμοιας λογικής, με μικρότερες διαφορές στην ενεργειακή απαίτηση, ωστόσο ιδιαιτέρως αισθητή είναι η διαφορά ενεργειακών των αντίστοιχων σεναρίων απαιτήσεων σε απόλυτες τιμές.

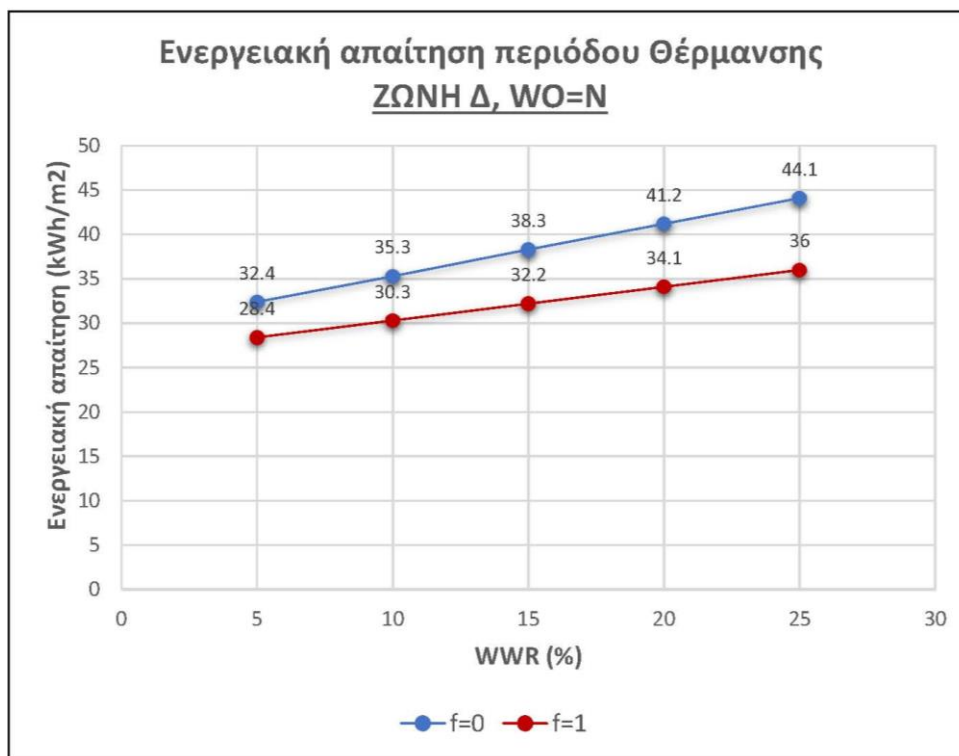


Διάγραμμα 6.4 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Θέρμανσης, Ανατολή/Δύση,  $f=0$  και  $f=1$

Κατ' αντιστοιχία με τη ζώνη Α και για αυξανόμενο WWR από 5% ως και 25%, στην πλήρη σκίαση ( $f=0$ ) έχουμε εύρος τιμών 32,4-44,1 kWh/m<sup>2</sup> (ανεξαρτήτως προσανατολισμού), δηλαδή σταδιακή αύξηση απαίτησης ως και 36%.

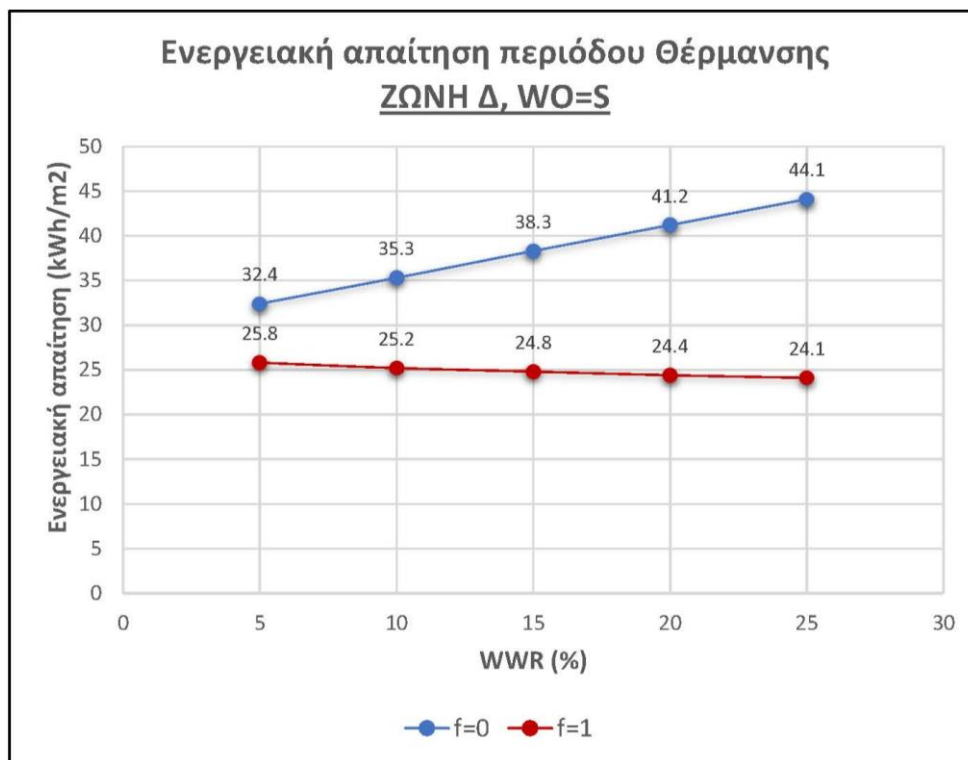
Στον ανεμπόδιστο ηλιασμό, τα αντίστοιχα μεγέθη διαμορφώνονται ως

- Σε Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό προκύπτει απαίτηση 27,4-31,1 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη αύξηση 13,5%) (Διάγραμμα 6.4)
- Σε Βορινό προσανατολισμό αυξανόμενη απαίτηση 28,4-36,0 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη αύξηση 26,7%) (Διάγραμμα 6.5)
- Σε Νότιο προσανατολισμό μειούμενη (ξανά) απαίτηση 25,8-24,1 kWh/m<sup>2</sup> (μείωση ως 6,5%) (Διάγραμμα 6.6).



Διάγραμμα 6.5 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Θέρμανσης, Βορράς,  $f=0$  και  $f=1$





Διάγραμμα 6.6 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Θέρμανσης, Νότος,  $f=0$  και  $f=1$

Όμοια με τη ζώνη Α, μπορεί να παρατηρηθεί η αλλαγή στη συμπεριφορά του κτηρίου με την αύξηση του WWR, σε σχέση με την αλλαγή στις συνθήκες σκίασης:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η επιβολή σκίασης οδηγεί σε αύξηση θερμικών φορτίων 18% ως 42% (Διάγραμμα 6.4)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση είναι από 14% ως 23% (Διάγραμμα 6.5)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση κινείται από 26% ως 83% (Διάγραμμα 6.6)

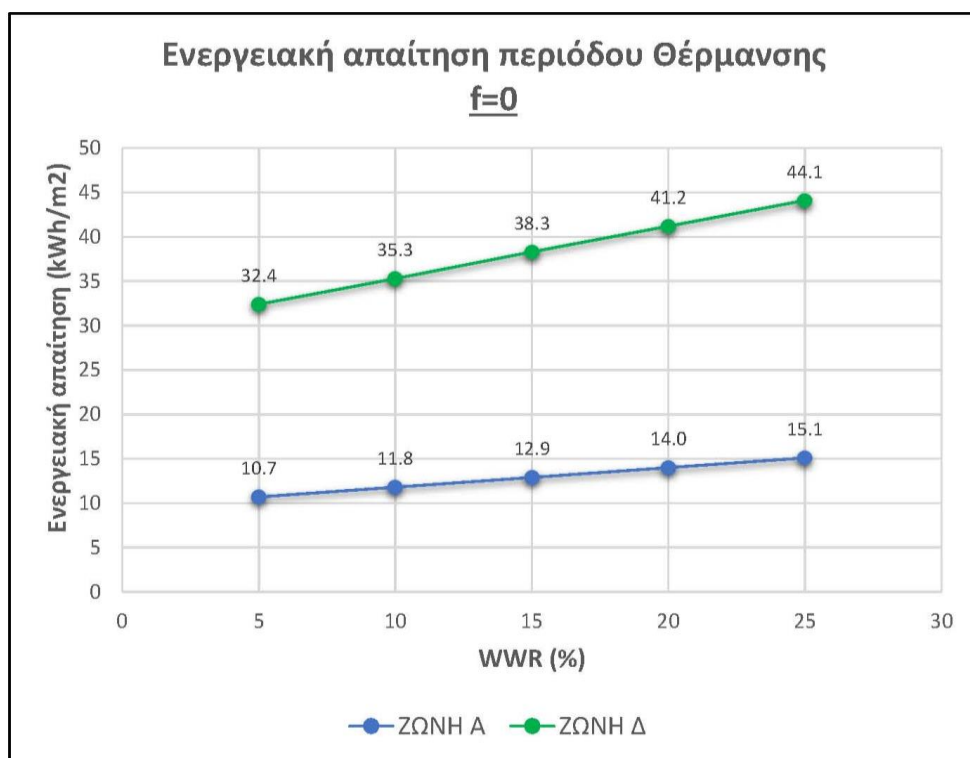
Επέρχονται δηλαδή επιβαρύνσεις στα θερμικά φορτία λόγω αποκοπής των ηλιακών κερδών, ωστόσο οι διαφορές είναι σημαντικά μικρότερες καθώς στη Ζώνη Δ τα ηλιακά κέρδη μπορούν να αποδώσουν αξιοπρεπή θερμικά φορτία κυρίως στον Νότιο προσανατολισμό.

### 6.1.3 Σύγκριση μεταξύ Ζώνης Α και Δ

Το ψυχρότερο κλίμα της ζώνης Δ οδηγεί σε υψηλές απαιτήσεις θέρμανσης, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μεν μικρές ποσοστιαίες διαφορές ανά σενάριο αύξησης του WWR, αλλά είναι ήδη αναλογικά πολύ υψηλότερες οι τιμές της ενεργειακής απαίτησης σε σχέση με τη

ζώνη Α. Η ποσοστιαία μεταβολή απαίτησης μεταξύ των σεναρίων υπολογίζεται από τον λόγο ενεργειακής απαίτησης Ζώνη Δ/Ζώνη Α.

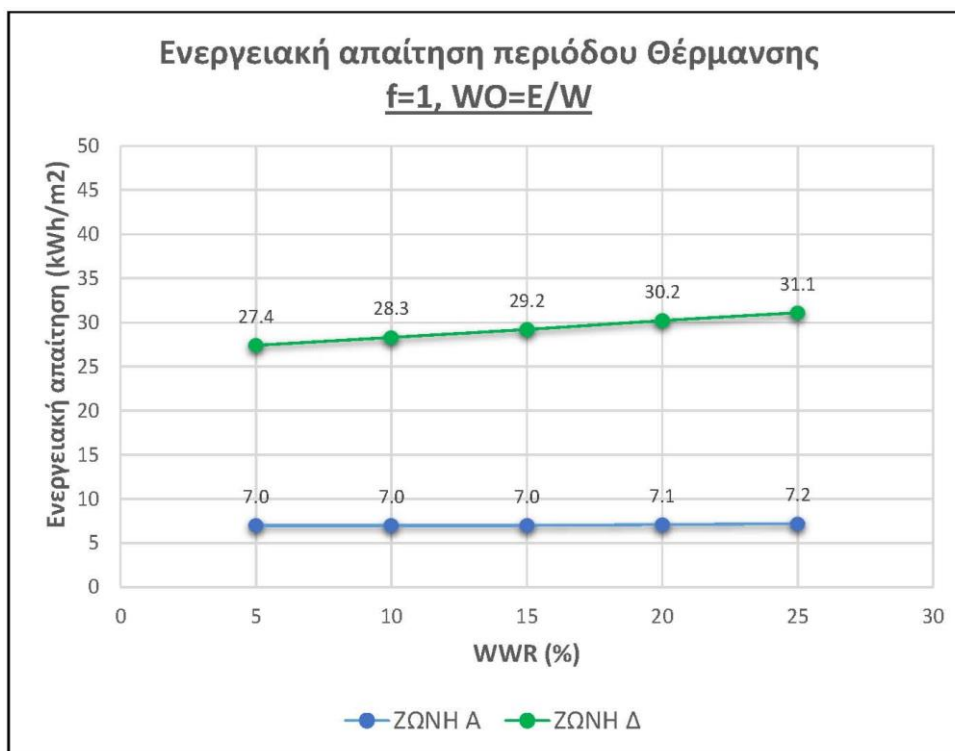
Στην περίπτωση πλήρους σκίασης  $f=0$  η ενεργειακή απαίτηση μεταξύ των ζωνών παρουσιάζει διαφορά (με το ίδιο βήμα άυξης WWR 5-25%) από 203% ως 192%. (Διάγραμμα 6.7)



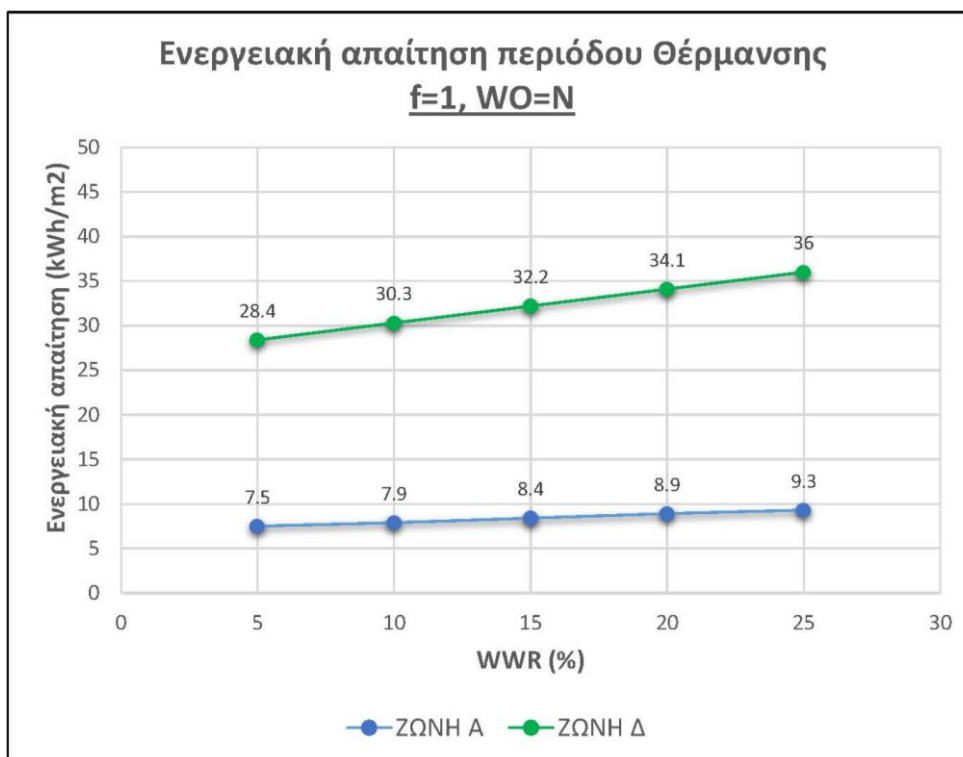
**Διάγραμμα 6.7 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης,  $f=0$**

Αντίστοιχα, για τον πλήρη ηλιασμό, οι διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των κλιματικών ζωνών είναι:

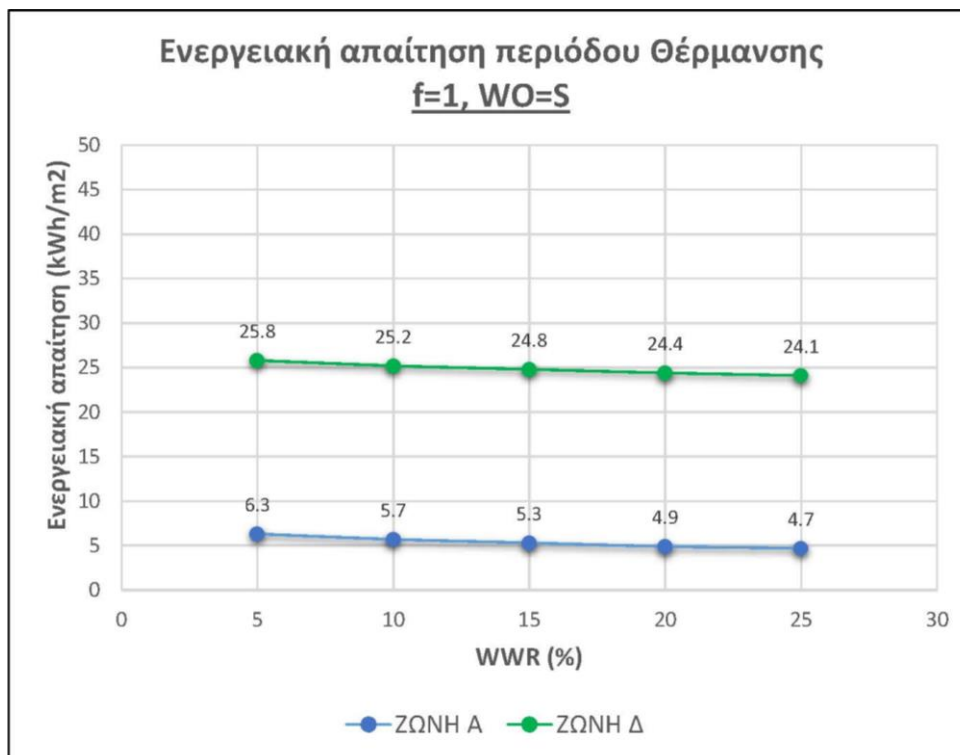
- Ανατολικός/Δυτικός προσανατολισμός – από 291% έως 332% (Διάγραμμα 6.8)
- Βορινός προσανατολισμός – από 279% έως 287% (Διάγραμμα 6.9)
- Νότιος προσανατολισμός – από 310% έως 413% (Διάγραμμα 6.10)



Διάγραμμα 6.8 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης,  $f=1$ , Ανατολή/Δύση



Διάγραμμα 6.9 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης,  $f=1$ , Βορράς



Διάγραμμα 6.10 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Θέρμανσης, f=1, Νότος

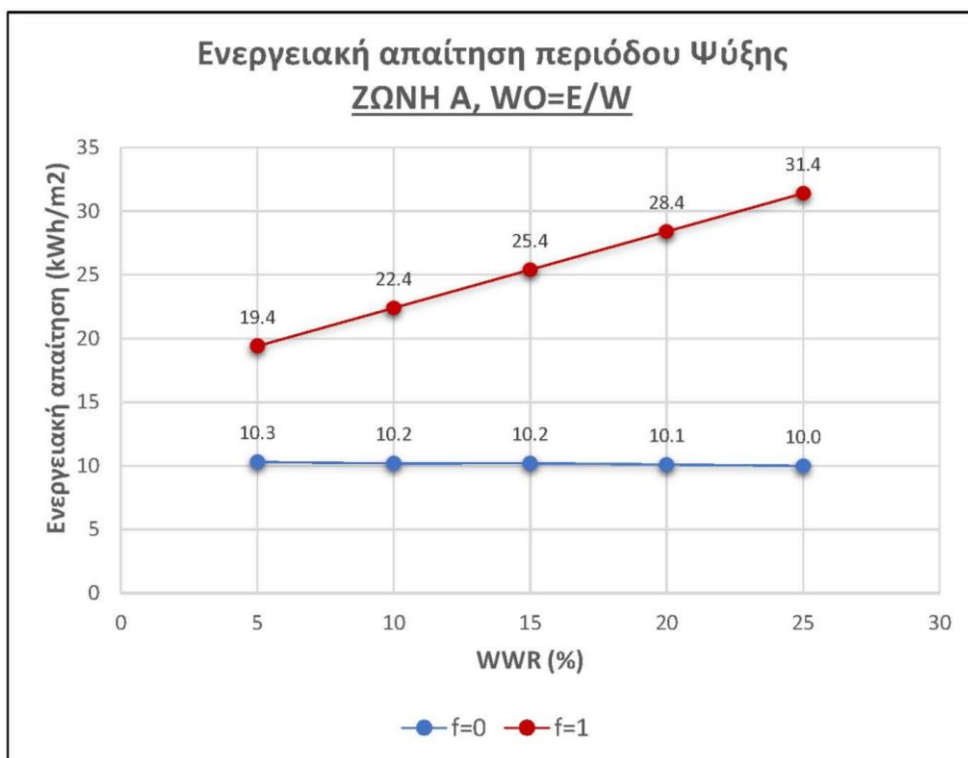
Η διαφορά ενεργειακής απαίτησης σε όλους τους προσανατολισμούς είναι μεγάλη (χονδρικά αναφερόμαστε σε τετραπλάσιες τιμές kWh/m<sup>2</sup>), ωστόσο παρατηρούμε στους προσανατολισμούς Ανατολή/Δύση και Βορρά, πως η διαφορά ενεργειακής απαίτησης παραμένει σχεδόν σταθερή με την αύξηση του WWR.

Αντίθετα, στον Νότιο προσανατολισμό η διαφορά αυξάνεται με την αύξηση του WWR, κατά σχεδόν 33% (από 310% σε 413%), το οποίο σημαίνει ότι στη ζώνη Δ μειώνεται η συνεισφορά των ηλιακών κερδών σε σχέση με τη ζώνη Α. Παραμένει πάντως θετική η επίδραση της αύξησης της επιφάνειας των νότιων ανοιγμάτων.

## 6.2 Περίοδος Ψύξης

### 6.2.1 Κλιματική Ζώνη Α

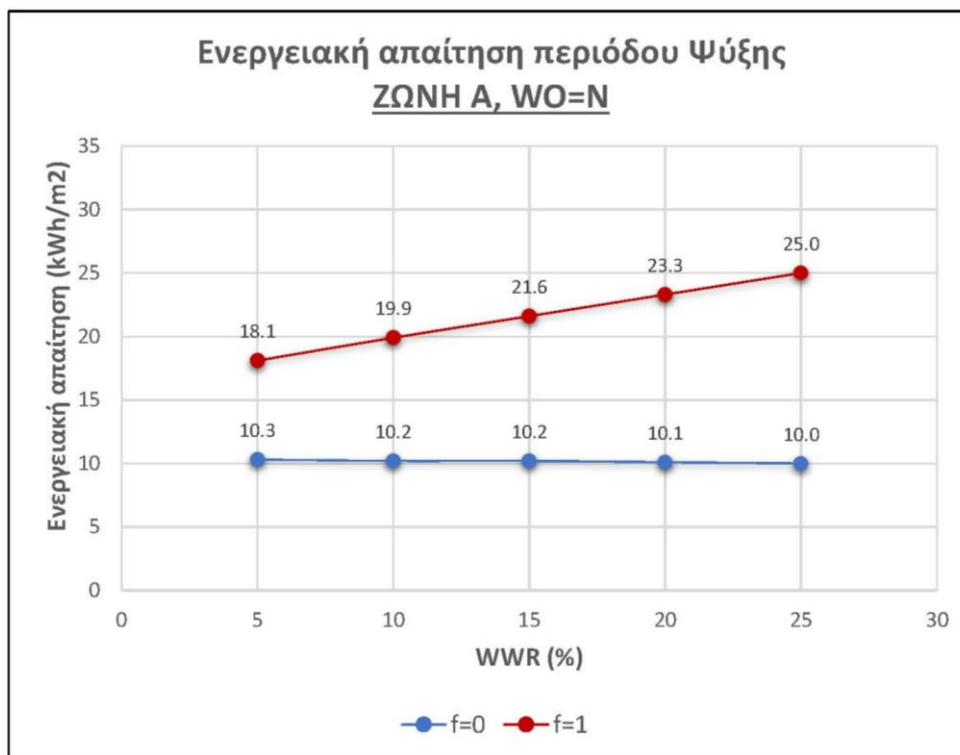
Στη θερμή περίοδο της ζώνης Α, όπου απαιτείται σημαντική κάλυψη ψυκτικών φορτίων, η συμπεριφορά του κτηρίου αντιστρέφεται, καθώς ο περιορισμός των ηλιακών κερδών είναι επιθυμητός. Έτσι η πλήρης σκίαση δημιουργεί μειούμενη, σχεδόν σταθερή ενεργειακή απαίτηση για αυξανόμενο WWR (10,3-10,0 kWh/m<sup>2</sup>) (Διάγραμμα 6.11).



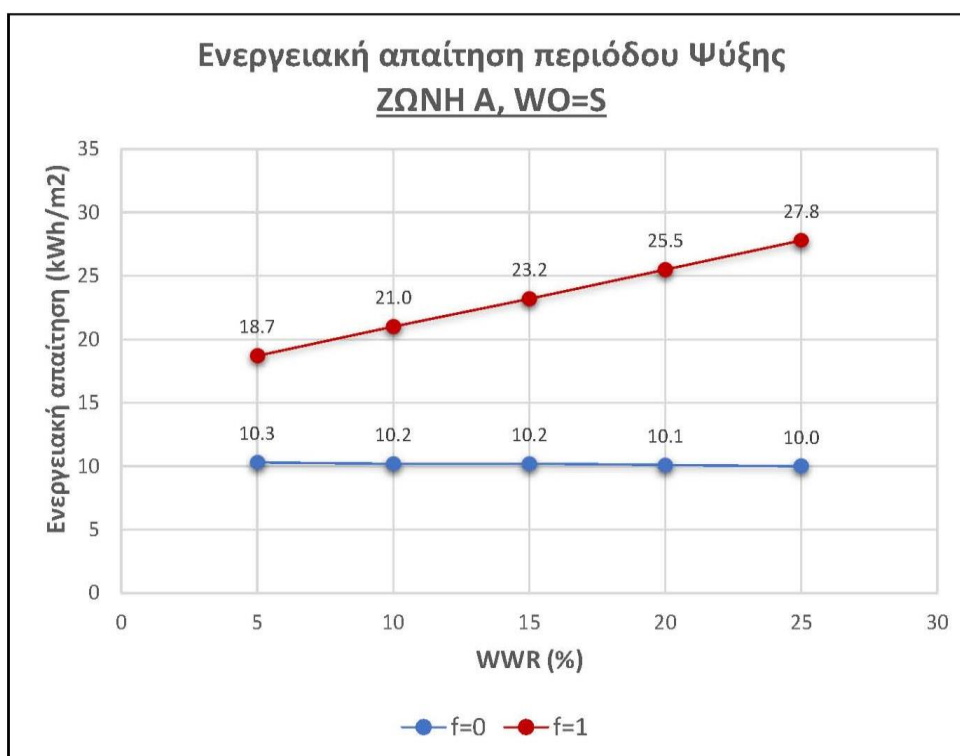
Διάγραμμα 6.11 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Ψύξης, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1

Αντίθετα, στον πλήρη ηλιασμό η ενεργειακή απαίτηση ψυκτικών φορτίων αυξάνεται σημαντικά:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αύξηση του WWR οδηγεί σε αύξηση της απαίτησης με τιμές μεταξύ 19,4-31,4 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 62%) (Διάγραμμα 6.11)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης είναι 18,1-25,0 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 38%) (Διάγραμμα 6.12)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης κινείται σε 18,7-27,8 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 49%) (Διάγραμμα 6.1)



Διάγραμμα 6.12 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Ψύξης, Βορράς,  $f=0$  και  $f=1$



Διάγραμμα 6.13 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Α, περίοδος Ψύξης, Νότος,  $f=0$  και  $f=1$

Επιπλέον συσχέτιση μεταξύ των παραπάνω διαγραμμάτων, προκύπτει από την άμεση σύγκριση της αλλαγής στην ενεργειακή απαίτηση με την αλλαγή στις συνθήκες σκίασης.

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αλλαγή σκίασης οδηγεί σε αύξηση 88% ως 214% (Διάγραμμα 6.11)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση είναι από 76% ως 150% (Διάγραμμα 6.12)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση κινείται από 82% ως 178% (Διάγραμμα 6.16)

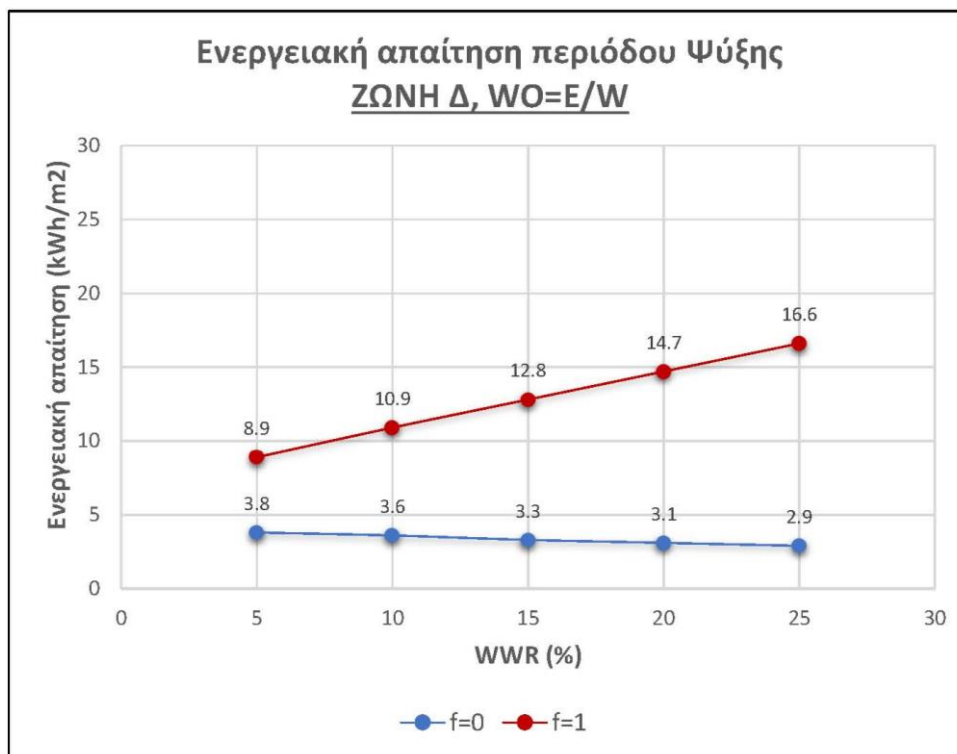
Σημαντική τροποποίηση ψυκτικών φορτίων όταν αποκόπτεται η ευμενής επίδραση της σκίασης τους θερινούς μήνες, καθώς σε καθαρή ενεργειακή απαίτηση, η αύξηση του WWR οδηγεί σε κρίσιμη αύξηση στα ψυκτικά φορτία και επομένως στο ετήσιο ισοζύγιο.

### 6.2.2 Κλιματική Ζώνη Δ

Στη ζώνη Δ τα αποτελέσματα κινούνται στην ίδια λογική αύξησης των ψυκτικών φορτίων, με τη διαφορά ότι τα μεγέθη είναι σημαντικά χαμηλότερα λόγω του ψυχρότερου κλίματος.

Έτσι, η ενεργειακή απαίτηση σε συνθήκες πλήρους σκίασης είναι εξαιρετικά χαμηλή και μάλιστα παρουσιάζει μείωση ως και 24% με την αύξηση του WWR (3,8-2,9 kWh/m<sup>2</sup>) (Διάγραμμα 6.14).

Αυτή είναι ένα ενδιαφέρον δεδομένο, καθώς θα περιμέναμε με την αύξηση του WWR να επέρχεται αύξηση της συναλλαγής θερμότητας τις θερμές ημέρες και λόγω μεγαλύτερου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  στο συνολικό κέλυφος, να επιβαρύνεται το κτήριο (έστω και λίγο) ως προς τα ψυκτικά φορτία. Αντίθετα, η μείωσή τους, ίσως οφείλεται στην αύξηση της διείσδυσης αέρα από τα κουφώματα, που γενικά, εν είδει εξαερισμού, πιθανόν να είναι επιθυμητή κάποιες θερμές ημέρες του έτους.

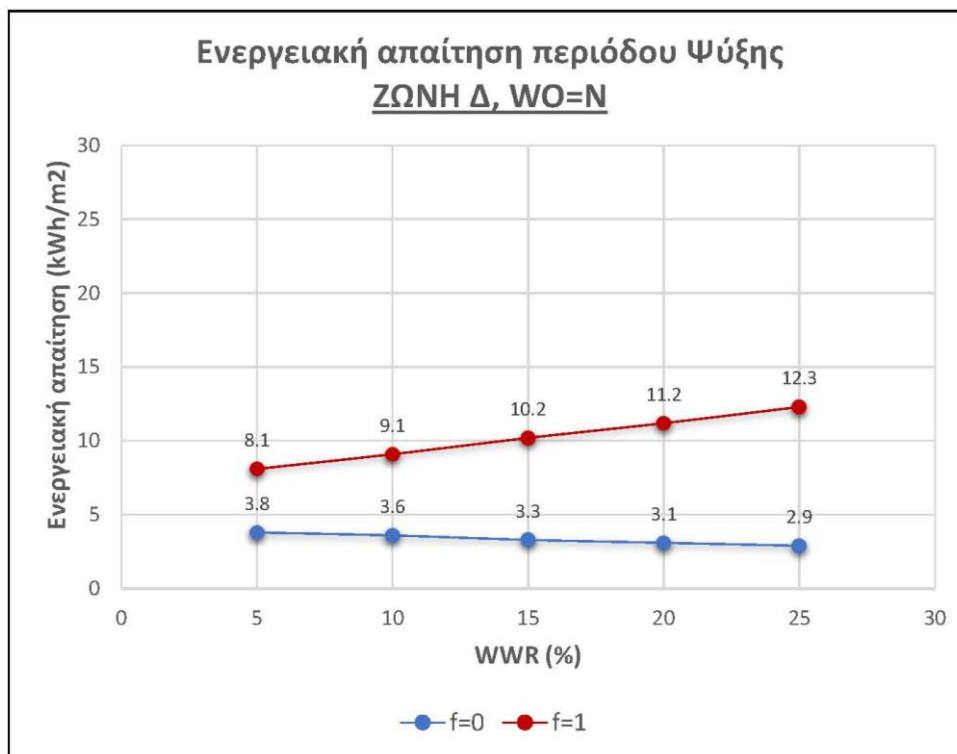


**Διάγραμμα 6.14** Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Ψύξης, Ανατολή/Δύση,  $f=0$  και  $f=1$

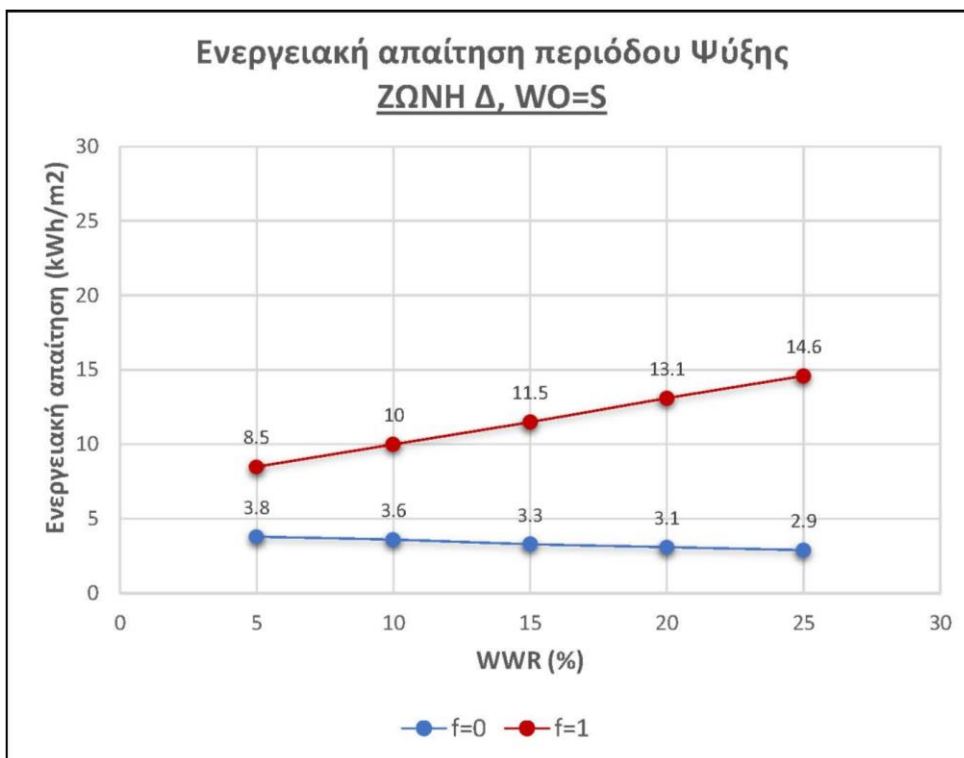
Στον αντίποδα, όταν  $f=1$ , τα ηλιακά κέρδη αυξάνουν την ενεργειακή απαίτηση ψυκτικών φορτίων:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αύξηση του WWR οδηγεί σε αύξηση της απαίτησης με τιμές μεταξύ 8,9-16,6 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 87%) (Διάγραμμα 6.14)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης είναι 8,1-12,3 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 52%) (Διάγραμμα 6.15)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης κινείται σε 8,5-14,6 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 72%) (Διάγραμμα 6.16)





Διάγραμμα 6.15 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Ψύξης, Βορράς, f=0 και f=1



Διάγραμμα 6.16 Ενεργειακή απαίτηση κτηρίου στη Ζώνη Δ, περίοδος Ψύξης, Νότος, f=0 και f=1

Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε τη διαφορά μεταξύ σκίασης και ηλιασμού για τις μεταβαλλόμενες συνθήκες WWR και WO.

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αλλαγή στις συνθήκες οδηγεί σε αύξηση της απαίτησης ψυκτικών φορτίων μεταξύ 134% και 472% (Διάγραμμα 6.14)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση είναι από 113% ως 324% (Διάγραμμα 6.15)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση κινείται από 124% ως 403% (Διάγραμμα 6.16)

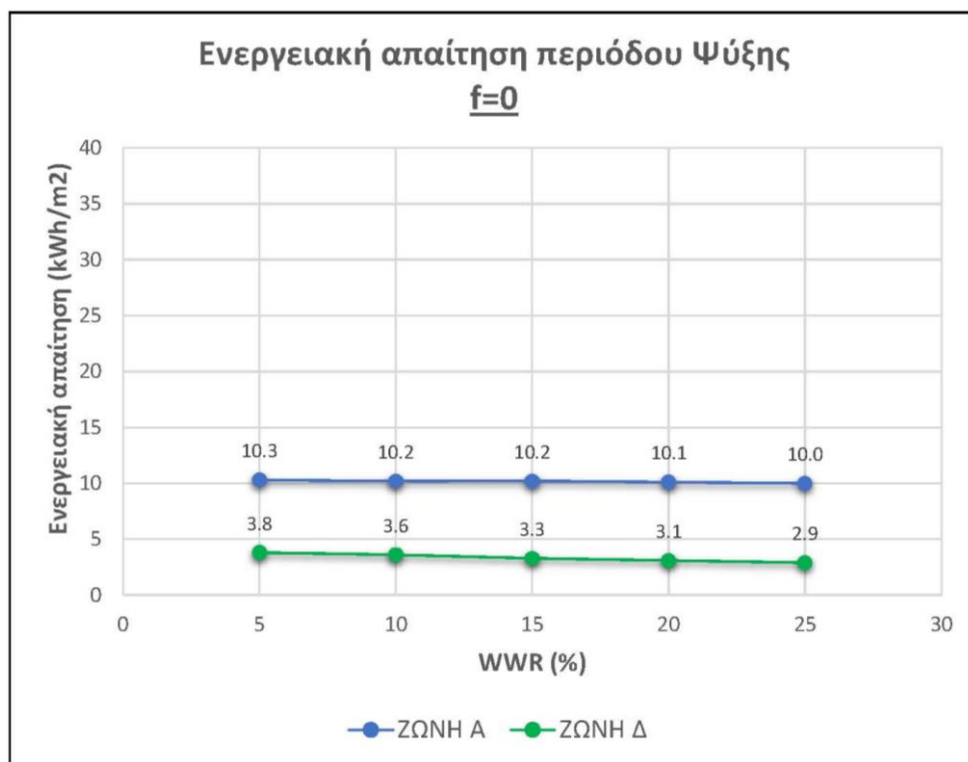
Επομένως η συμμετοχή του ηλιασμού κατά το θέρος επιφέρει σημαντική ποσοστιαία διαφοροποίηση στα ψυκτικά φορτία, ωστόσο τα χαμηλά μεγέθη σε kWh/m<sup>2</sup> υποβαθμίζουν τη βαρύτητα της παρατήρησης.

### 6.2.3 Σύγκριση μεταξύ Ζώνης Α και Δ

Στα επόμενα διαγράμματα απεικονίζεται η ποιοτική σύγκριση μεταξύ των ζωνών Α και Δ ως προς την ενεργειακή απαίτηση κατά την περίοδο ψύξης.

Το θερμότερο κλίμα της ζώνης Α οδηγεί σε υψηλές απαιτήσεις ψύξης, επομένως τα αντίστοιχα διαγράμματα αντιστρέφονται σε σχέση με την περίοδο θέρμανσης και συγκρίνουμε λόγους ενεργειακής απαίτησης Ζώνη Α/Ζώνη Δ για να εξαχθεί η ποσοστιαία μεταβολή.

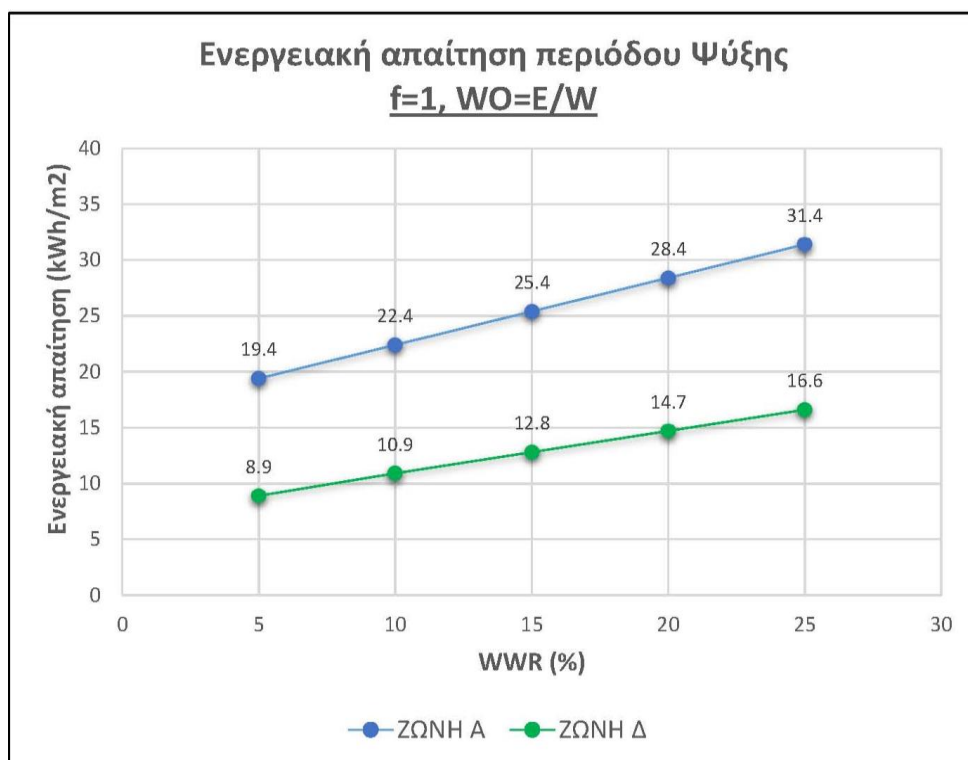
Στην περίπτωση πλήρους σκίασης  $f=0$  η ενεργειακή απαίτηση μεταξύ των ζωνών παρουσιάζει σχετικά μικρή διακύμανση με την αύξηση του WWR, στα 171%-245% (Διάγραμμα 6.17), καθώς λόγω πλήρους εξάλειψης των ηλιακών φορτίων, τα ανοίγματα συμμετέχουν μόνο με τον συντελεστή θερμοπερατότητας και δευτερευόντως με τις θερμογέφυρες και διείσδυση αέρα.



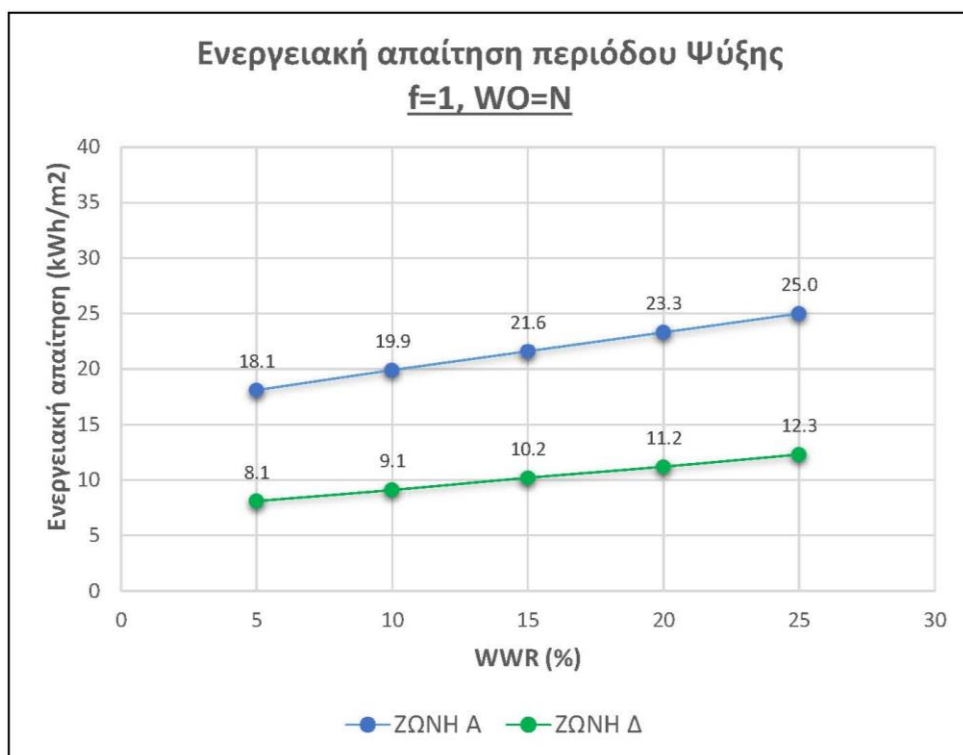
**Διάγραμμα 6.17 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης,  $f=0$**

Ακολουθώς, για τον πλήρη ηλιασμό, οι διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των κλιματικών ζωνών είναι:

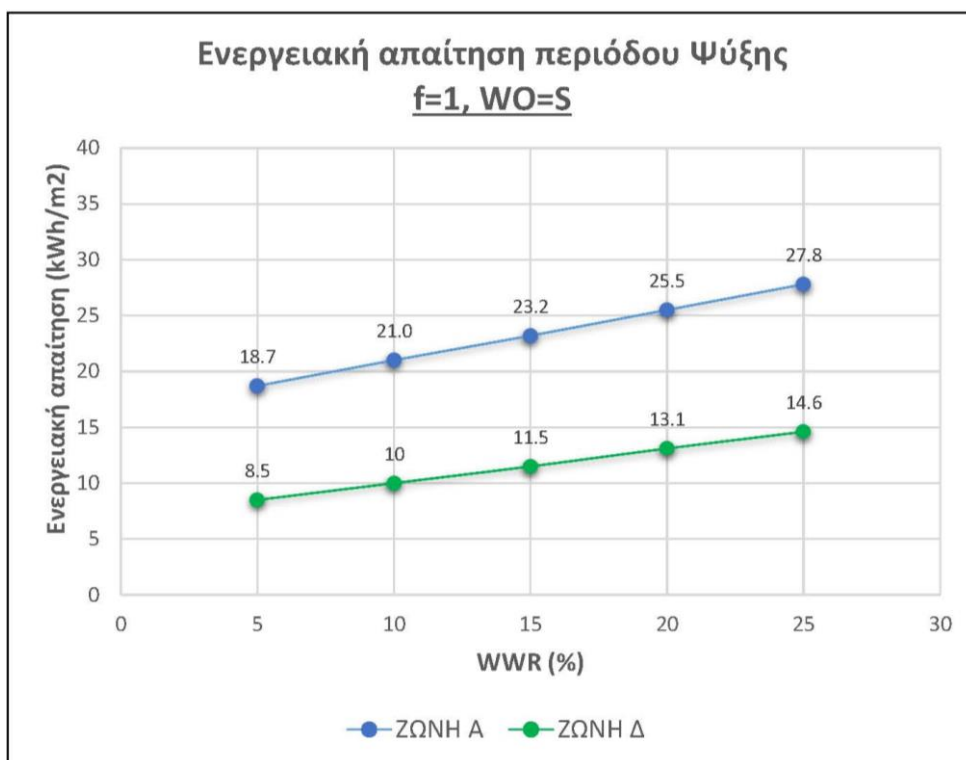
- Ανατολικός/Δυτικός προσανατολισμός – από 118% έως 89% (Διάγραμμα 6.18)
- Βορινός προσανατολισμός – από 123% έως 103% (Διάγραμμα 6.19)
- Νότιος προσανατολισμός – από 120% έως 90% (Διάγραμμα 6.20)



Διάγραμμα 6.18 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης,  $f=1$ , Ανατολή/Δύση



Διάγραμμα 6.19 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης,  $f=1$ , Βορράς



Διάγραμμα 6.20 Σύγκριση κλιματικών ζωνών για την περίοδο Ψύξης, f=1, Νότος

Η διαφορά ενεργειακής απαίτησης σε ψύξη σε όλους τους προσανατολισμούς είναι σημαντική (περίπου διπλάσια απαίτηση στη Ζώνη Α έναντι της Ζώνης Δ) και παρουσιάζει σχετική σταθερότητα με την αλλαγή προσανατολισμού αλλά και την αύξηση του WWR.

Αξίζει να αναφερθεί η παρόμοια, μικρή μείωση μεταβολής της απαίτησης μεταξύ των Ζωνών με την αύξηση του WWR σε όλους τους προσανατολισμούς, στη συνθήκη πλήρους ηλιασμού (από περίπου 120% για WWR=5% σε περίπου 95-100% για WWR=25% αντίστοιχα).

Παρ' όλ' αυτά, η παραπάνω μεταβολή είναι χαμηλής βαρύτητας καθώς σε απόλυτες τιμές ενεργειακής απαίτησης, η διαφορά σε kWh/m<sup>2</sup> μεταξύ των ζωνών είναι σημαντική για να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα πιθανής συνεισφοράς λόγω αύξησης του WWR.

## 6.3 Σύγκριση μεταξύ των περιόδων του έτους

Για επιπλέον εποπτικούς λόγους, μορφώνονται διαγράμματα που περιλαμβάνουν την ενεργειακή απαίτηση κάθε περιόδου και ανάγκης κάλυψης φορτίων. Έτσι παρατίθενται διαγράμματα ενεργειακής απαίτησης ανά κλιματική ζώνη, συνθήκες σκίασης και προσανατολισμό για αυξανόμενο WWR, με πληροφορία για απαίτηση θέρμανσης, ψύξης και ZNX.

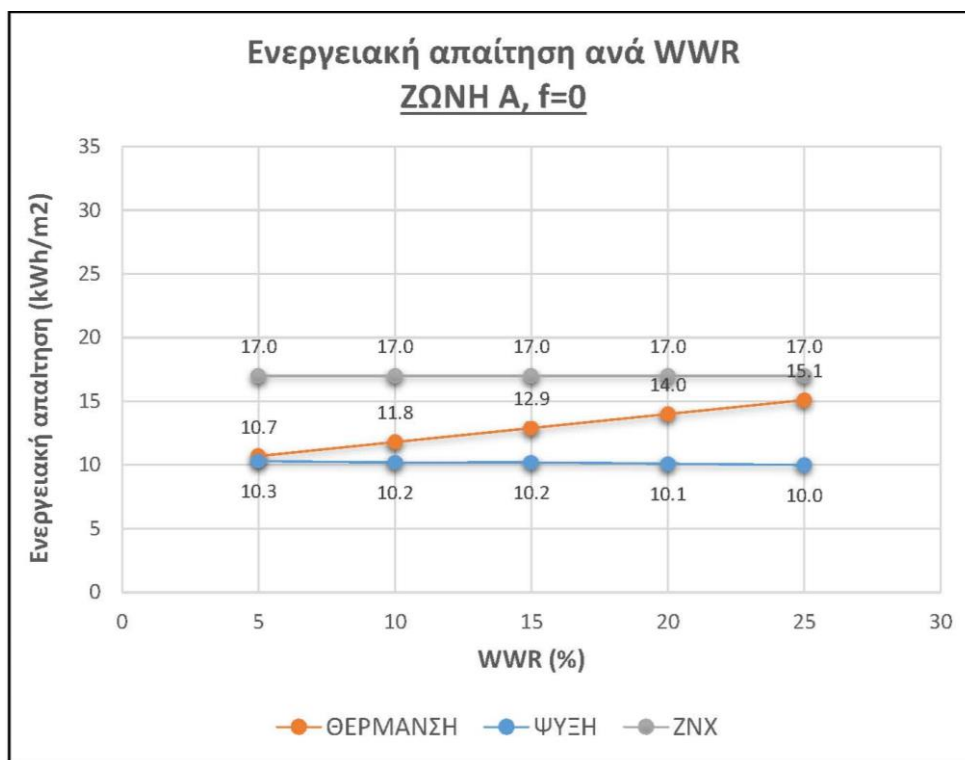
Αυτή η εποπτική συγκέντρωση των επιμέρους ενεργειακών απαιτήσεων, αρχίζει να μας δίνει το στίγμα της βαρύτητας επιρροής κάθε παραμέτρου σε σχέση με τις υπόλοιπες, δίνει τη δυνατότητα να εκτιμηθούν συνδυαστικά τα πιθανά κρισιμότερα σενάρια, ενώ πλέον η μελέτη καλείται να ασχοληθεί και με το ζήτημα της απαίτησης σε ZNX που είναι ανεξάρτητο της περιόδου του έτους.

### 6.3.1 Κλιματική Ζώνη Α

Για την περίπτωση της πλήρους σκίασης και ανεξαρτήτως προσανατολισμού, η ενεργειακή απαίτηση δεν παρουσιάζει σημαντική κλιμάκωση με την αύξηση του WWR, ενώ και μεταξύ των περιόδων θέρμανσης-ψύξης, η διαφορά απαίτησης δεν είναι μεγάλη.

Έτσι για WWR=5% οι απαιτήσεις των δύο περιόδων είναι σχεδόν ίσες (10,3 kWh/m<sup>2</sup> με 10,7 kWh/m<sup>2</sup>) και στο μέγιστο WWR=25% παρουσιάζουν αύξηση 51% (10,0-15,1 kWh/m<sup>2</sup>) (Διάγραμμα 6.21).

Αξίζει να αναφερθεί η παρατήρηση ότι το πιο κρίσιμο μέγεθος στη συγκεκριμένη συνθήκη είναι η απαίτηση για ZNX με 17,0 kWh/m<sup>2</sup>.

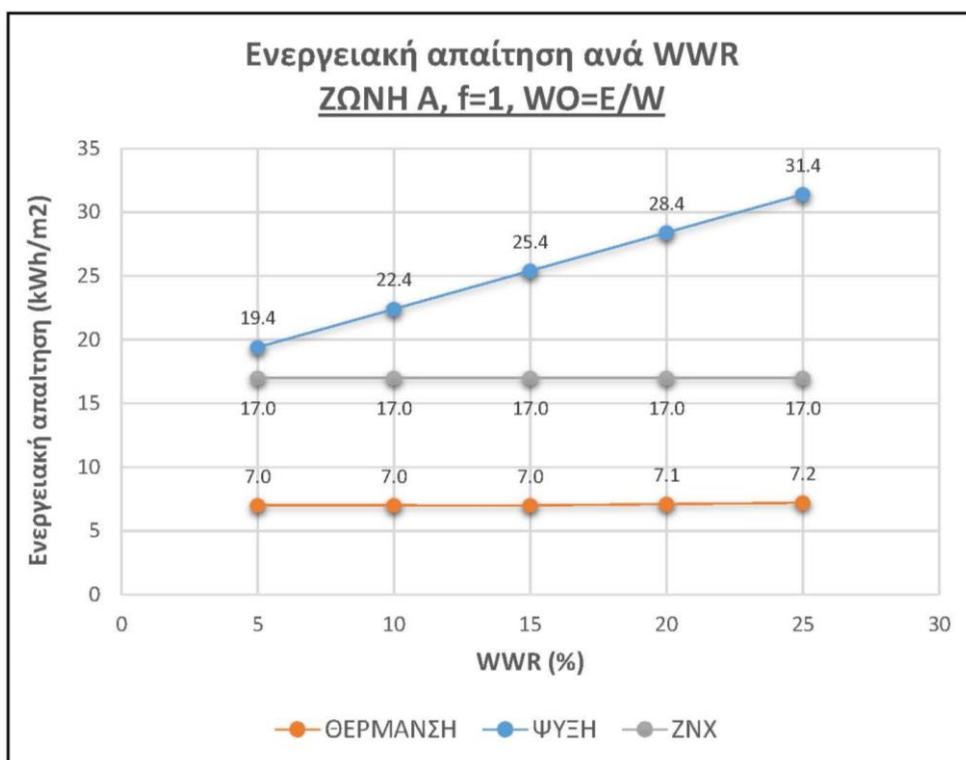


**Διάγραμμα 6.21 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=0**

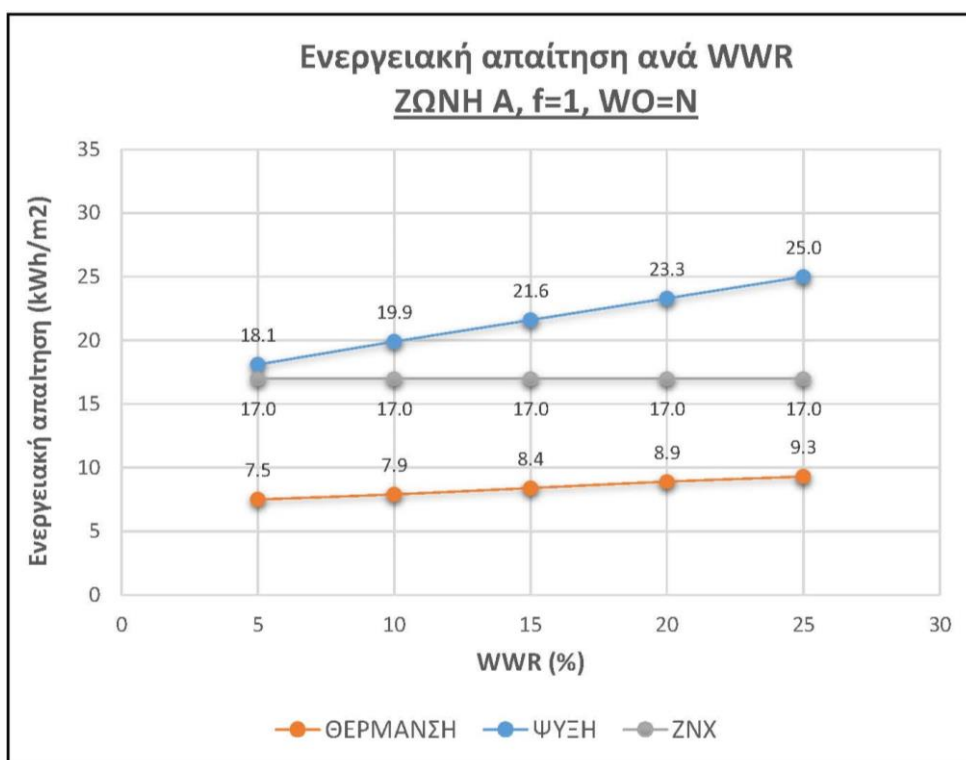
Όπως συνδυαστικά συναγάζεται από τα διαγράμματα επιμέρους απαιτήσεων κάθε περιόδου, το θερμό κλίμα της ζώνης Α και τα ηλιακά κέρδη του πλήρους ηλιασμού, καθιστούν την περίοδο ψύξης ως την πλέον κρίσιμη, με την ενεργειακή απαίτηση γενικώς να αυξάνεται με την αύξηση του WWR.

Αυτό φαίνεται καθαρά πλέον και στα επόμενα, συγκεντρωτικά διαγράμματα απαίτησης σε κάθε προσανατολισμό:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αύξηση του WWR οδηγεί σε διαφορά της απαίτησης μεταξύ περιόδου ψύξης-θέρμανσης από 177% σε 336% (Διάγραμμα 6.22)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αντίστοιχη διαφορά κυμαίνεται μεταξύ 141%-169% (Διάγραμμα 6.23)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η διαφορά είναι 197%-491% (Διάγραμμα 6.24)

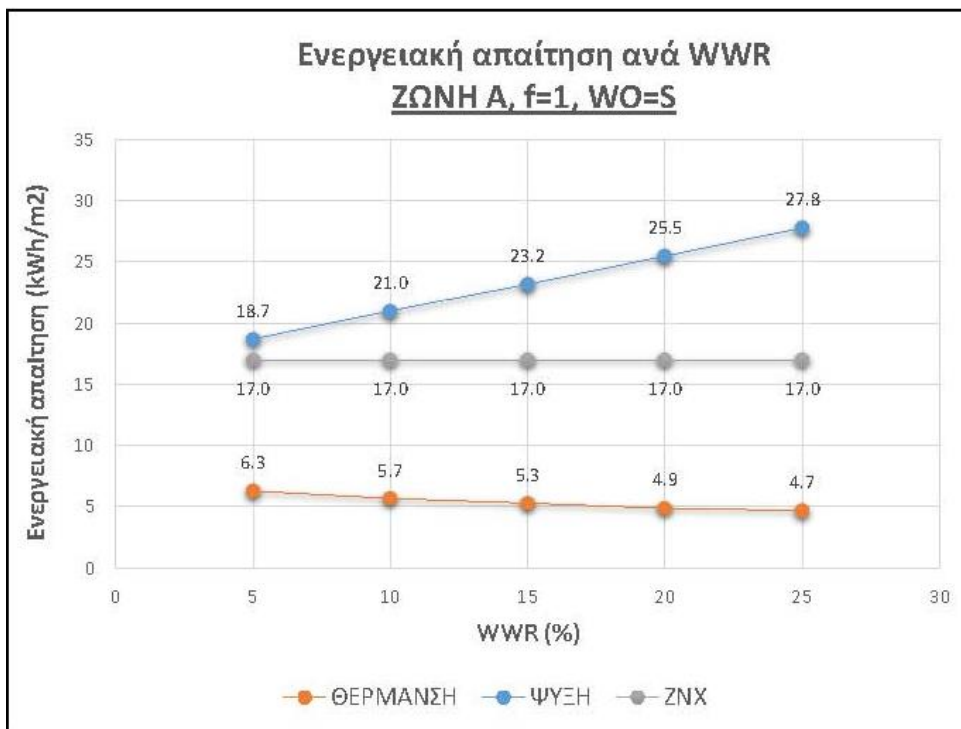


Διάγραμμα 6.22 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=1, Ανατολή/Δύση



Διάγραμμα 6.23 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=1, Βορράς





**Διάγραμμα 6.24 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Α , f=1, Νότος**

Η αύξηση του WWR δημιουργεί επιβάρυνση στα ψυκτικά φορτία, ωστόσο συνεισφέρει στη μερική κάλυψη θερμικών φορτίων της ψυχρής περιόδου (πλην της περίπτωσης του Βορινού προσανατολισμού).

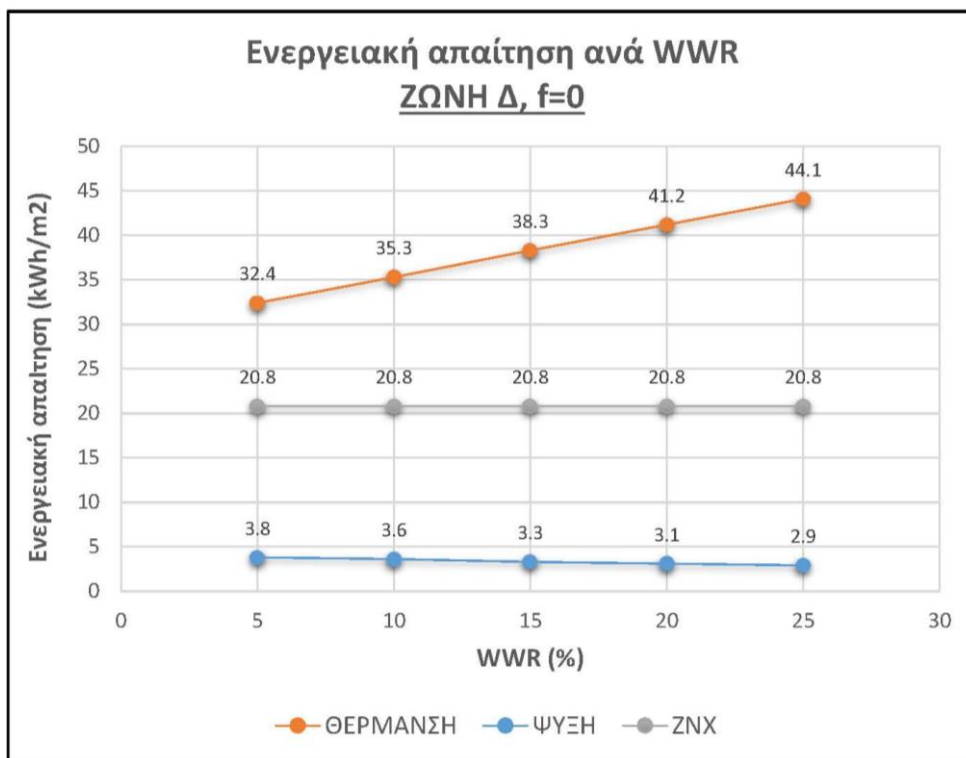
Σημειώνεται δε, ότι η ενεργειακή απαίτηση θερμικών φορτίων στη ζώνη Α είναι τόσο χαμηλή ώστε σε όλα τα σενάρια εμφανίζεται μεγαλύτερη απαίτηση για ZNX αντί για θέρμανση, με αποκορύφωμα την περίπτωση WWR=25% στον Νότιο προσανατολισμό όπου αυτή η διαφορά φτάνει στο 262%.

### 6.3.2 Κλιματική Ζώνη Δ

Η εικόνα αντιστρέφεται στη Ζώνη Δ, καθώς πλέον κρίσιμότερο μέγεθος είναι η απαίτηση της περιόδου θέρμανσης.

Έτσι χαρακτηριστικά, και δεδομένης της μη συμμετοχής ηλιακών κερδών, στη πλήρη σκίαση έχουμε διαφορά απαίτησης μεταξύ θέρμανσης-ψύξης από 752% ως 1420%, ενώ η

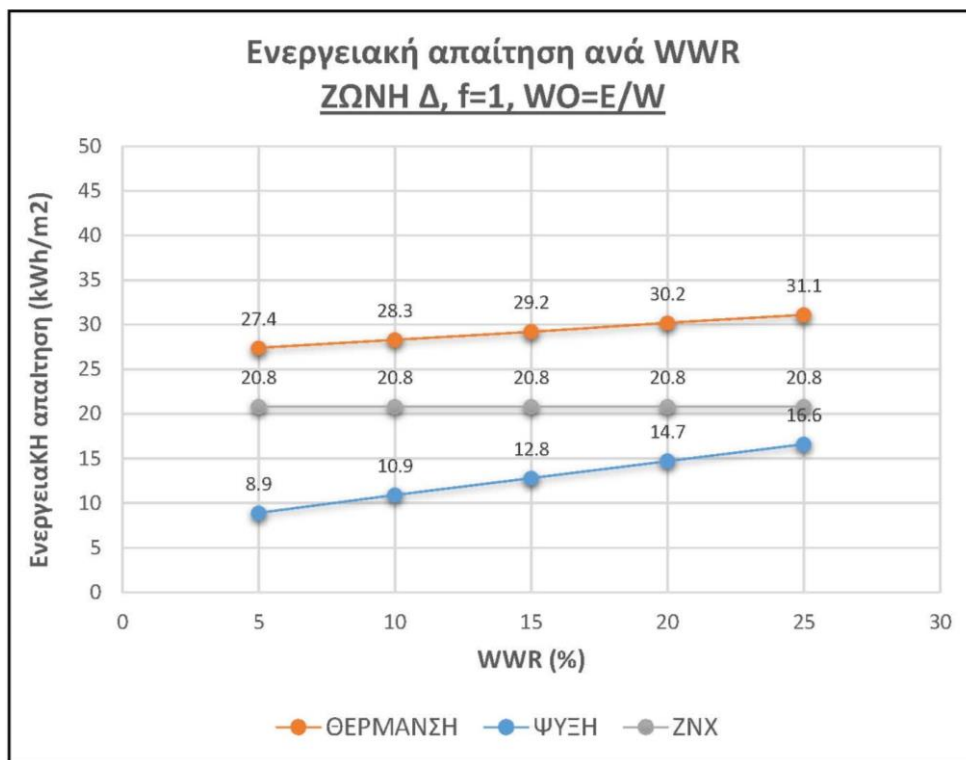
συμμετοχή της απαίτησης ψυκτικών φορτίων στο ετήσιο ισοζύγιο είναι τόσο μικρή, ώστε η απαίτηση σε ZNX είναι σχεδόν επτά φορές μεγαλύτερη για κάθε WWR (Διάγραμμα 6.25)



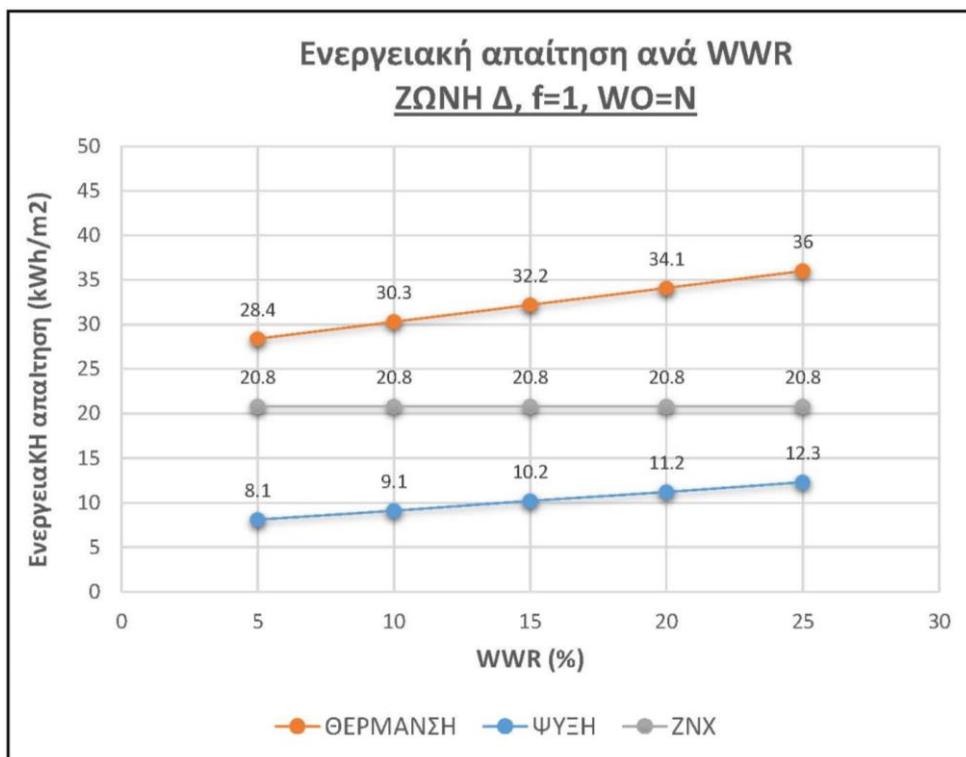
**Διάγραμμα 6.25 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ, f=0**

Οι μεγάλες διαφορές στις ενεργειακές απαιτήσεις των περιόδων μετριάζονται με τη συνεισφορά του ηλιασμού, καθώς, όπως είδαμε νωρίτερα, στο ψυχρό κλίμα έχει ευεργετική επιρροή.

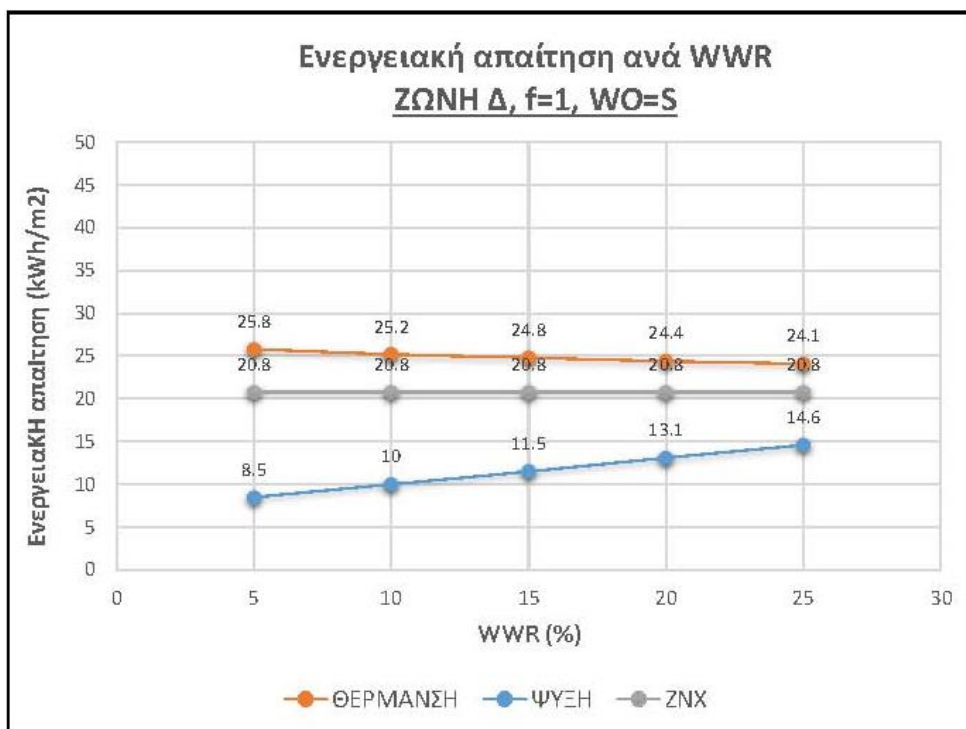
- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αύξηση του WWR οδηγεί σε διαφορά της απαίτησης μεταξύ περιόδου θέρμανσης-ψύξης από 208% σε 87% (Διάγραμμα 6.26)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αντίστοιχη διαφορά κυμαίνεται μεταξύ 250%-193% (Διάγραμμα 6.27)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η διαφορά είναι 203%-65% (Διάγραμμα 6.28)



Διάγραμμα 6.26 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ, f=1, Ανατολή/Δύση



Διάγραμμα 6.27 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ, f=1, Βορράς



Διάγραμμα 6.28 Ενεργειακές απαιτήσεις Ζώνης Δ, f=1, Νότος

## 6.4 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση

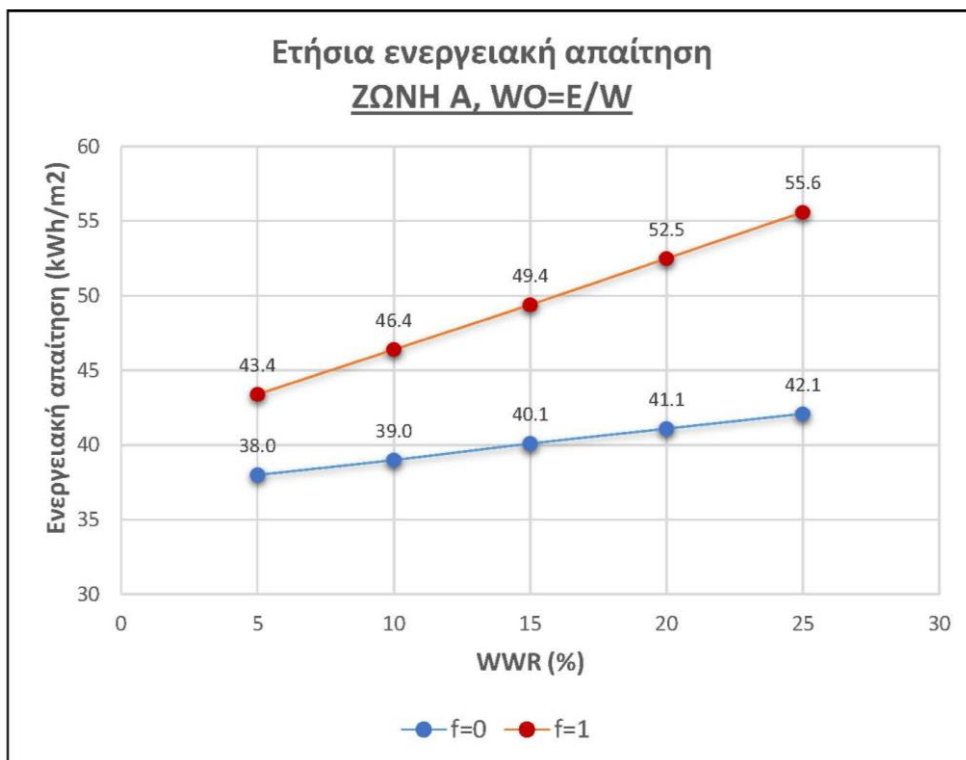
Κατόπιν της αποτίμησης των μεταβολών ενεργειακής απαίτησης για τις διαφορετικές ανάγκες κάλυψης φορτίων του έτους, είναι σκόπιμο να συγκεντρωθούν τα αποτελέσματα των αναλύσεων σε διαγράμματα ετήσιας βάσης, ώστε να φανεί η καθολική επιρροή των υπό μελέτη παραμέτρων στη συνολική ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα ακολουθήσει το ίδιο μοτίβο, αναλύοντας αυτοτελώς τις κλιματικές ζώνες για τις εκάστοτε συνθήκες σκίασης και προσανατολισμού.

### 6.4.1 Κλιματική Ζώνη Α

Παρατίθενται διαγράμματα συνολικής ετήσιας απαίτησης προς αυξανόμενο WWR για τη θερμή ζώνη Α, για κάθε προσανατολισμό, ενσωματώνοντας τις δύο συνθήκες σκίασης.

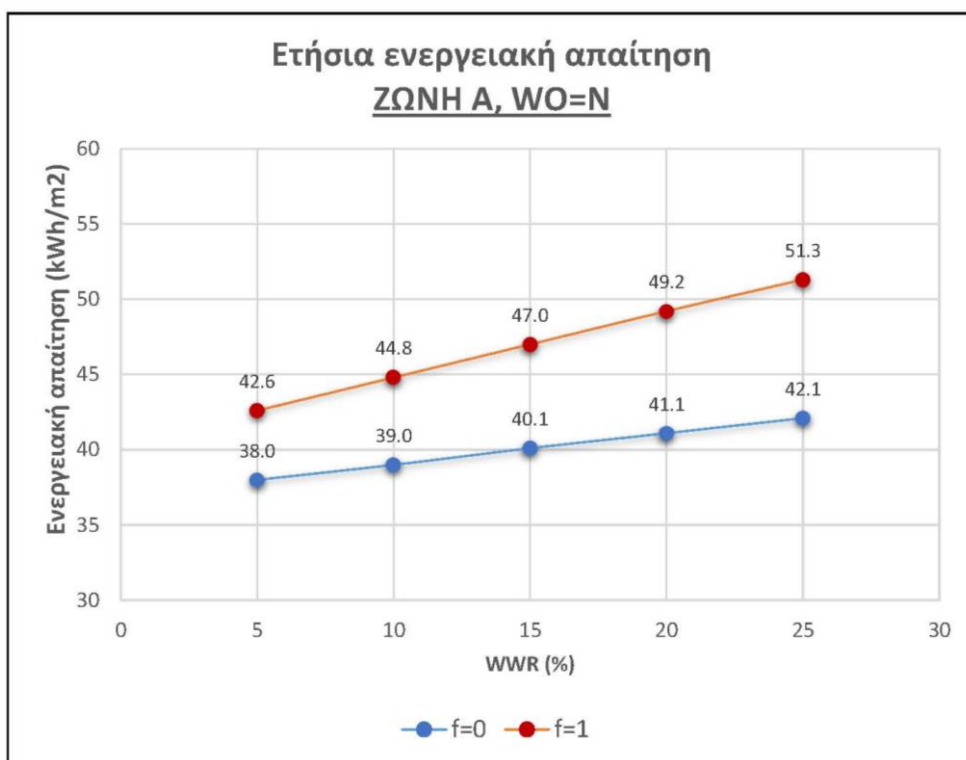
Η πλήρης σκίαση δίνει κοινή απαίτηση για όλους τους προσανατολισμούς, κυμαινόμενη από 38,0 kWh/m<sup>2</sup> ως 42,1 kWh/m<sup>2</sup> (αναλογική αύξηση ως 11%) επομένως σε μακροκλίμακα μπορεί να θεωρηθεί μικρή η επιρροή του WWR (Διάγραμμα 6.29).



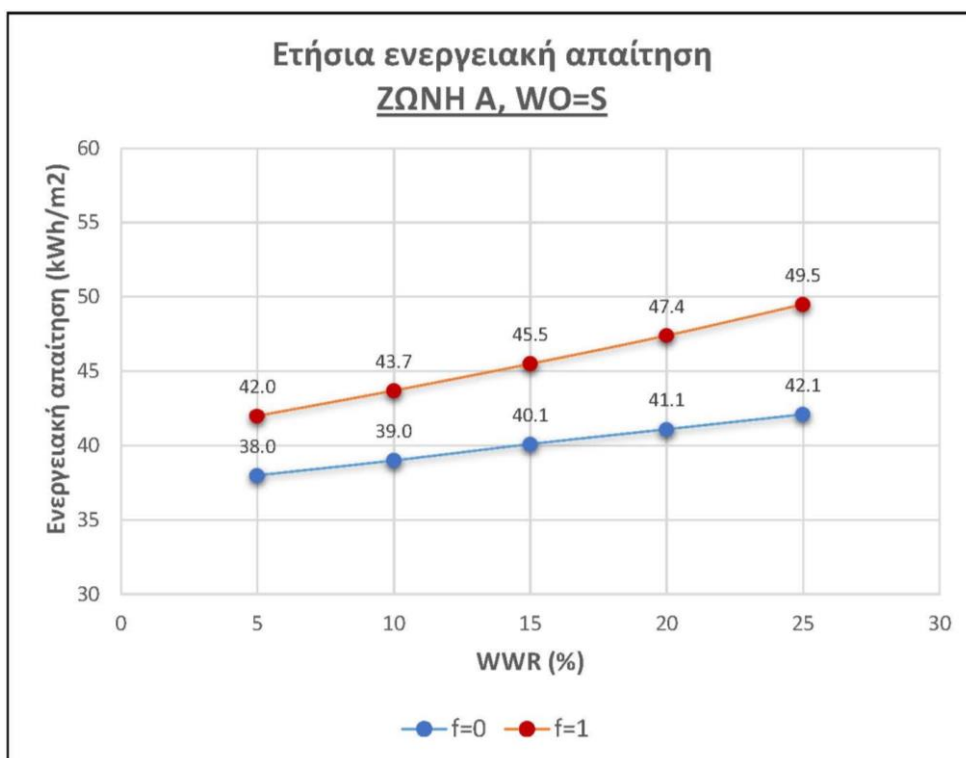
Διάγραμμα 6.29 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1

Κατ' αντιστοιχία, σε πλήρη ηλιασμό, τα αποτελέσματα ανά προσανατολισμό έχουν ως:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η αύξηση του WWR οδηγεί σε αναλογική αύξηση της απαίτησης με τιμές μεταξύ 43,4-55,6 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 28%) (Διάγραμμα 6.29)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης είναι μικρότερη, μεταξύ 42,6-51,3 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 20%) (Διάγραμμα 6.30)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης κινείται σε 42,0-49,5 kWh/m<sup>2</sup> (μέγιστη διαφορά 18%) (Διάγραμμα 6.31)



Διάγραμμα 6.30 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Βορράς,  $f=0$  και  $f=1$



Διάγραμμα 6.31 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Α, Νότος,  $f=0$  και  $f=1$

Επιπλέον, παρατηρούμε την ποιοτική και ποσοτική τάση μεταβολής της ετήσιας ενεργειακής απαίτησης (πάντα σε σχέση με τη μεταβολή του WWR) μεταξύ πλήρους σκίασης και πλήρους ηλιασμού:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η διαφορά είναι από 38,0-43,4 kWh/m<sup>2</sup> (14%) έως 42,1-55,6 kWh/m<sup>2</sup> (32%) (Διάγραμμα 6.29)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης είναι από 38,0-42,6 kWh/m<sup>2</sup> (12%) έως 42,1-51,3 kWh/m<sup>2</sup> (22%) (Διάγραμμα 6.30)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης κινείται από 38,0-42,0 kWh/m<sup>2</sup> (10,5%) σε 42,1-49,5 kWh/m<sup>2</sup> (17,5%) (Διάγραμμα 6.31)

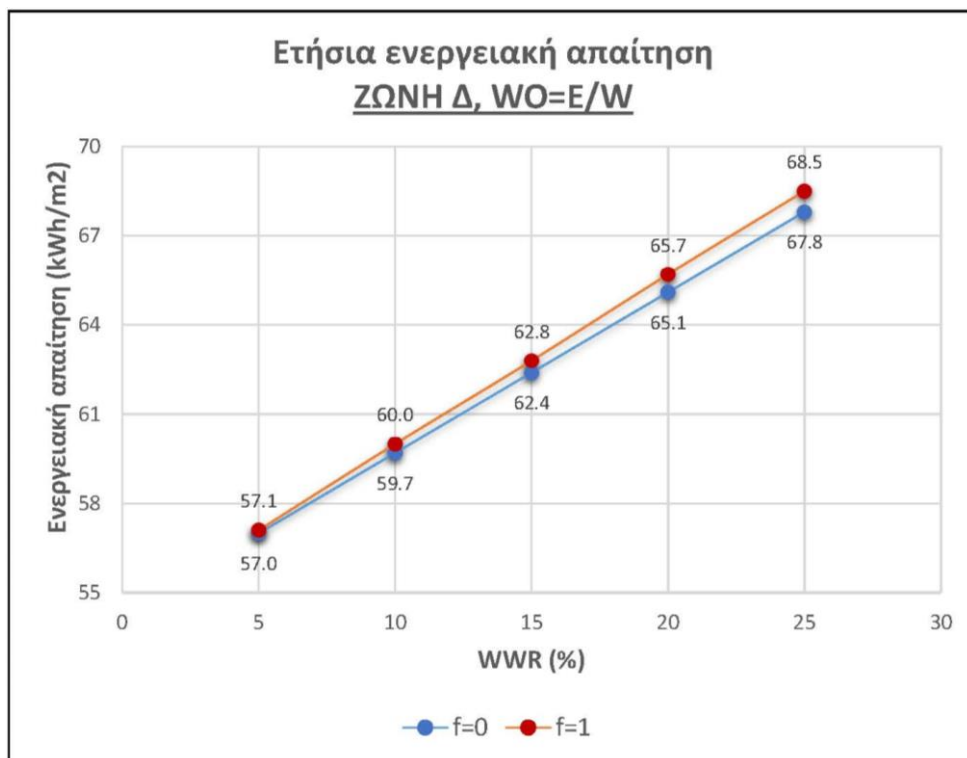
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι στο σύνολο του έτους, η διαφορετική συνθήκη σκίασης επιφέρει ποιοτικά παρόμοιες διαφορές στη ζώνη Α για όλους τους προσανατολισμούς.

#### 6.4.2 Κλιματική Ζώνη Δ

Ακολουθούν τα διαγράμματα συνολικής ετήσιας απαίτησης προς αυξανόμενο WWR για τη θερμή ζώνη Δ, ανά προσανατολισμό, συγκρίνοντας τις δύο συνθήκες σκίασης.

Η εικόνα της ζώνης Δ παρουσιάζει ενδιαφέρουσες διαφορές. Αρχικά παρατηρούμε τις σημαντικά υψηλότερες τιμές ετήσιας ενεργειακής απαίτησης σχ σχέση με τη ζώνη Α. Επιπλέον βλέπουμε πολύ μικρή απόκλιση μεταξύ σκίασης και ηλιασμού στους περισσότερους προσανατολισμούς και αντιστροφή κρίσιμης συνθήκης σκίασης στον Νότιο προσανατολισμό.

Η πλήρης σκίαση δίνει κοινή απαίτηση, από 57,0 kWh/m<sup>2</sup> ως 67,8 kWh/m<sup>2</sup> (αναλογική αύξηση ως 19%) μεγαλύτερη από την αντίστοιχη στη Ζώνη Α (Διάγραμμα 6.32).

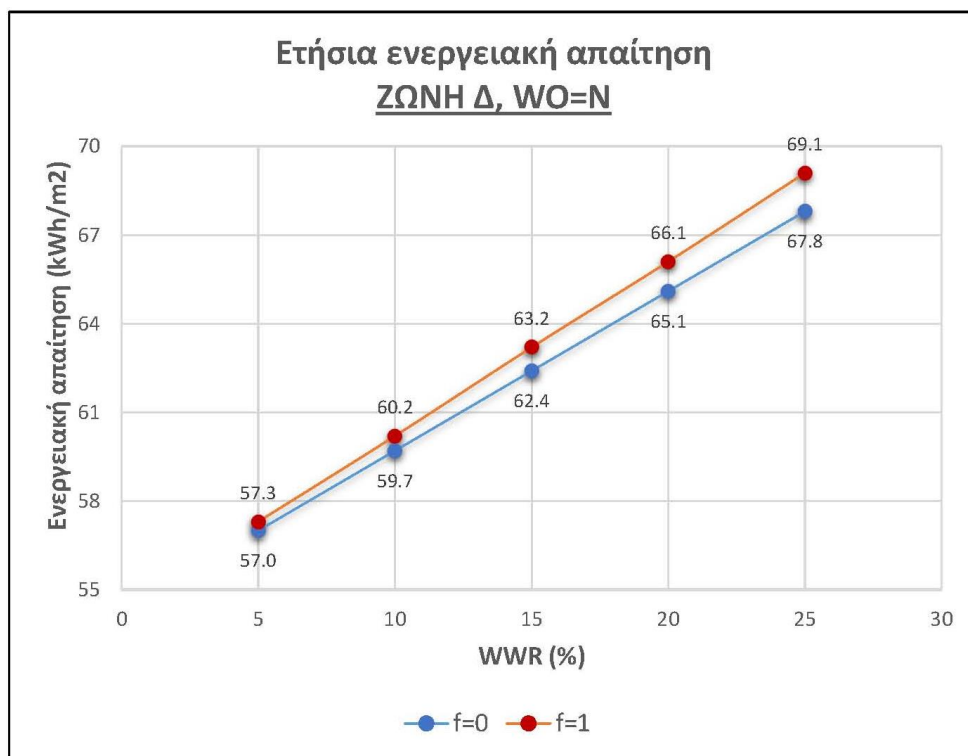


Διάγραμμα 6.32 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Ανατολή/Δύση, f=0 και f=1

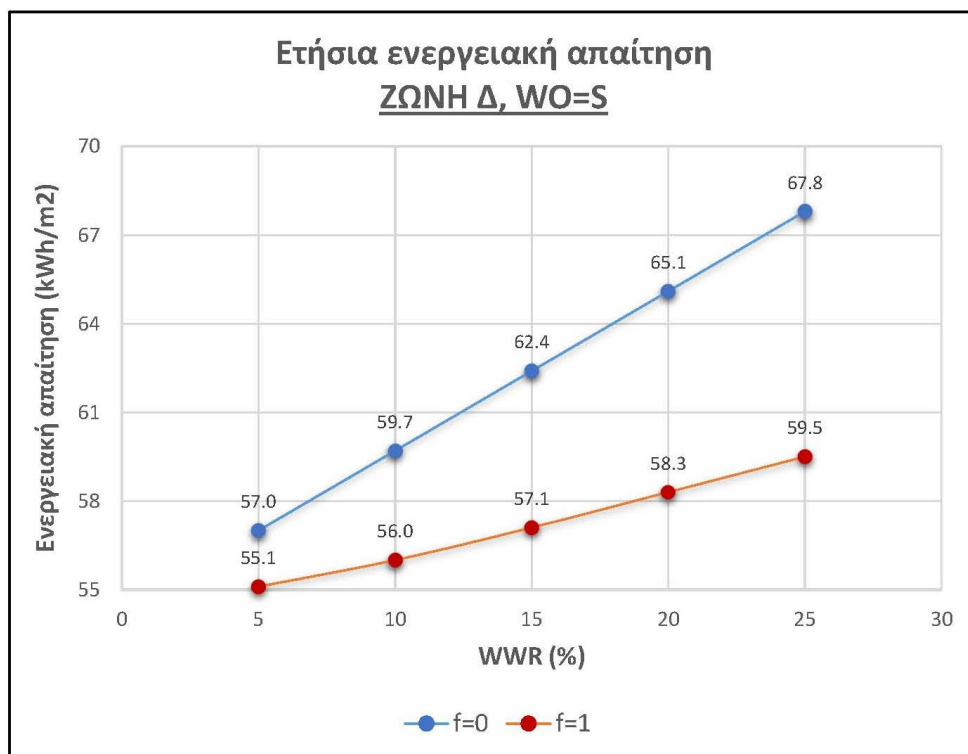
Αντίστοιχα, για πλήρη ηλιασμό, διαβάζουμε:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό έχουμε αύξηση της απαίτησης μεταξύ 57,1-68,5 kWh/m<sup>2</sup> (αύξηση ως 20%) (Διάγραμμα 6.32)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης είναι ελαφρώς μεγαλύτερη, μεταξύ 57,3-69,1 kWh/m<sup>2</sup> (ως 20%) (Διάγραμμα 6.33)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης κινείται σε 55,1-59,5 kWh/m<sup>2</sup> (αύξηση ως 8%) (Διάγραμμα 6.34)





Διάγραμμα 6.33 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Βορράς, f=0 και f=1



Διάγραμμα 6.34 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση Ζώνης Δ, Νότος, f=0 και f=1

Επιπλέον, παρατηρούμε την τάση μεταβολής της ετήσιας ενεργειακής απαίτησης μεταξύ πλήρους σκίασης και πλήρους ηλιασμού:

- Στον Ανατολικό/Δυτικό προσανατολισμό η διαφορά είναι από 57,0-57,1 kWh/m<sup>2</sup> (0%) έως 67,8-68,5 kWh/m<sup>2</sup> (1%) (Διάγραμμα 6.29)
- Στον Βορινό προσανατολισμό η αύξηση της απαίτησης είναι από 57,0-57,3 kWh/m<sup>2</sup> (0,5%) έως 67,8-69,1 kWh/m<sup>2</sup> (2%) (Διάγραμμα 6.30)
- Στον Νότιο προσανατολισμό η μεγαλύτερη απαίτηση προκύπτει στην περίπτωση της πλήρους σκίασης με διαφορές από 57,0-55,1 kWh/m<sup>2</sup> (-3,5%) σε 67,8-59,5 kWh/m<sup>2</sup> (-12%) (Διάγραμμα 6.31)

## 6.5 Ενεργειακή απαίτηση σε ZNX

Για λόγους πληρότητας της μελέτης, χρειάζεται να γίνει αναφορά στην ενεργειακή απαίτηση σε ζεστό νερό χρήσης. Η ανάγκη για ZNX είναι ανεξάρτητη των συνθηκών σκίασης και προσανατολισμού, εξαρτάται από τη χρήση του κτηρίου, το μέγεθός του και το κλίμα της θέσης του.

Έτσι, για την υπ' όψιν μελέτη, η απαίτηση για ZNX είναι 17,0 kWh/m<sup>2</sup> για την κλιματική ζώνη Α και 20,8 kWh/m<sup>2</sup> για τη ζώνη Β (Διάγραμμα 6.35).

Όπως έχει αναφερθεί ήδη, σε αρκετά σενάρια η απαίτηση για ZNX είναι σημαντικό μέγεθος και οφείλουμε να αναφέρουμε ότι μπορεί να μην επηρεάζεται από τις συνθήκες σκίασης, ωστόσο η σκίαση ή μη αποτελεί βασικό παράγοντα για τη δυνατότητα εύκολης και οικονομικής κάλυψης μέρους της απαίτησης, από ΑΠΕ με χρήση ηλιακών συλλεκτών.



Διάγραμμα 6.35 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση σε ZNX

## 7. Συγκριτική ανάλυση

Με το παρόν σύγγραμμα επιχειρείται η διερεύνηση της επιρροής των ανοιγμάτων στην ενεργειακή απόδοση κτηρίου κατοικίας. Επιλέχθηκε η μελέτη του ποσοστού των ανοιγμάτων στο κτηριακό κέλυφος, καθ' ότι μπορεί να αποτελέσει ενεργειακό σύμμαχο ή εχθρό στη διάρκεια του έτους, ανάλογα τις επεμβάσεις και τον χειρισμό από τους χρήστες του κτηρίου.

Αντίθετα, οι υπόλοιπες επιφάνειες του κελύφους, δεν έχουν αυτό το πλεονέκτημα και δέχονται παρεμβάσεις μεγαλύτερης κλίμακας, όχλησης και κόστους, προκειμένου να αλλάξουν ενεργειακή συμπεριφορά.

### 7.1 Ευμενέστερα-δυσμενέστερα σενάρια

Επιχειρώντας συγκρίσεις μεταξύ όλων των σεναρίων (συνυπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους), είναι εφικτό και σκόπιμο να βρεθούν τα ευμενέστερα και δυσμενέστερα σενάρια με βάση την απόλυτη τιμή της ενεργειακής απαίτησης σε ετήσια βάση (Διαγράμματα 7.1 και 7.2).

- Ως συνολικά ευμενέστερα σενάρια ως προς τη συνολική ετήσια ενεργειακή απαίτηση, αναγνωρίζονται τα σενάρια A05 (ανεξαρτήτως προσανατολισμού) και D1S5 για τη ζώνη Α και Δ αντίστοιχα.

Στη ζώνη Α με κρίσιμη περίοδο το θέρος, η ανάσχεση των θερμικών φορτίων από τα ηλιακά κέρδη (ελάχιστο WWR, πλήρης σκίαση) οδηγεί στη μικρότερη δυνατή ετήσια απαίτηση, ήτοι 38,0 kWh/m<sup>2</sup>

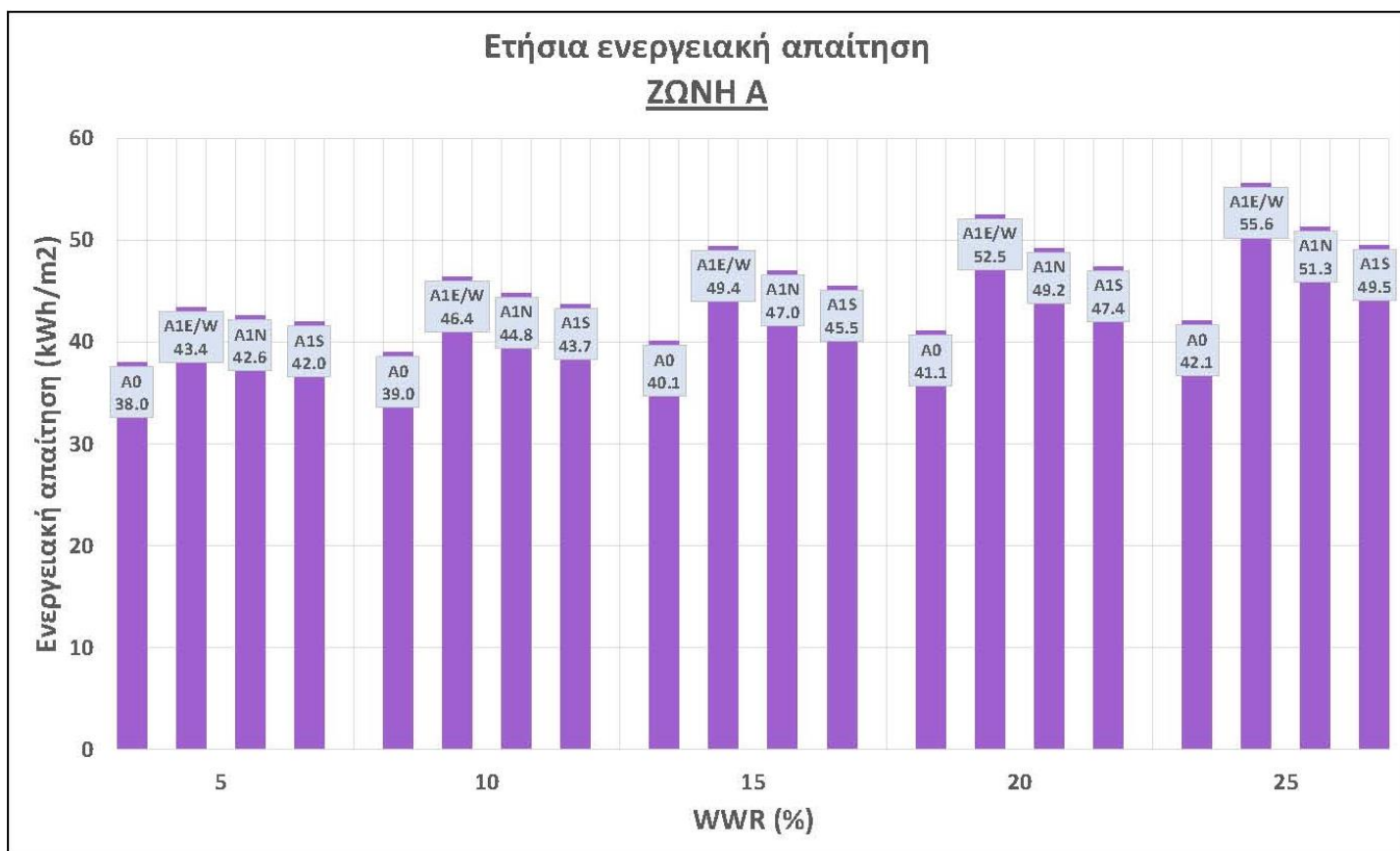
Αντίθετα στη ζώνη Δ η μεγιστοποίηση των ηλιακών κερδών το χειμώνα (ελάχιστο WWR αλλά πλήρης ηλιασμός και Νότιος προσανατολισμός) διαμορφώνει τη βέλτιστη ετήσια απαίτηση σε 55,1 kWh/m<sup>2</sup>

Η διαφορά των δύο σεναρίων είναι της τάξεως του 45% με επιβαρυνμένη την ψυχρή ζώνη Δ.

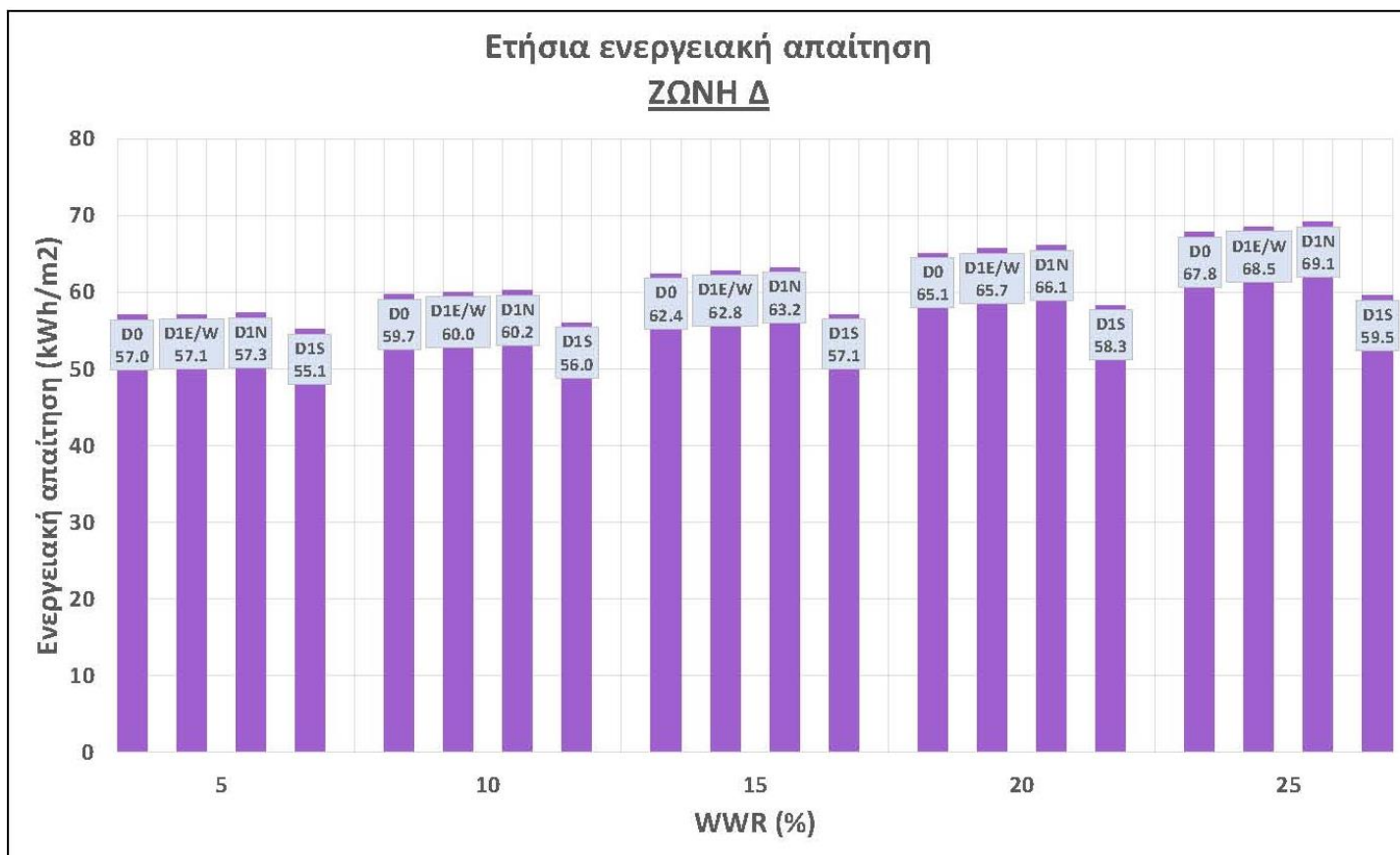
- Τα δυσμενέστερα σενάρια είναι τα A1(E/W)25 με απαίτηση 55,6 kWh/m<sup>2</sup> και D1N25 με 69,1 kWh/m<sup>2</sup> και διαφορά μεταξύ τους της τάξεως του 24,3%.

Όπως είναι εύλογο, το μέγιστο WWR επιβαρύνει την ενεργειακή απαίτηση του έτους, ωστόσο με μια δεύτερη ανάγνωση γίνεται αντιληπτό ότι η αύξηση της συμμετοχής των ανοιγμάτων στα ηλιακά κέρδη του χειμώνα, μετριάξει την αύξηση της ετήσιας ενεργειακής απαίτησης.

Επιπλέον, γίνεται αντιληπτό ότι η αύξηση του WWR οδηγεί σε αναλογική αύξηση της ενεργειακής απαίτησης σε κάθε σενάριο, με διαφορετικό συντελεστή αναλογίας.



Διάγραμμα 7.1 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση όλων των σεναρίων, Ζώνη Α



Διάγραμμα 7.2 Ετήσια ενεργειακή απαίτηση όλων των σεναρίων, Ζώνη Δ

- Ενδεικτικά, η διαφορά μεταξύ ευμενέστερων – δυσμενέστερων σεναρίων είναι για τη ζώνη Α 38,0-55,6 kWh/m<sup>2</sup> (διαφορά 46%) και για τη ζώνη Δ 55,1-69,1 kWh/m<sup>2</sup> (διαφορά 25,4%). Παρατηρείται δηλαδή μείωση στην αυξητική μεταβολή της ενεργειακής απαίτησης της ζώνης Δ, ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι είναι εξ' ορισμού επιβαρυνμένη ενεργειακά και στο ευμενέστερο σενάριο έχει ήδη πολύ υψηλή ενεργειακή απαίτηση, περίπου ίση με το δυσμενέστερο σενάριο της ζώνης Α (55,1-55,6 kWh/m<sup>2</sup>).

## 7.2 Επιρροή περιόδου θέρμανσης-ψύξης στην ετήσια ενεργειακή απαίτηση

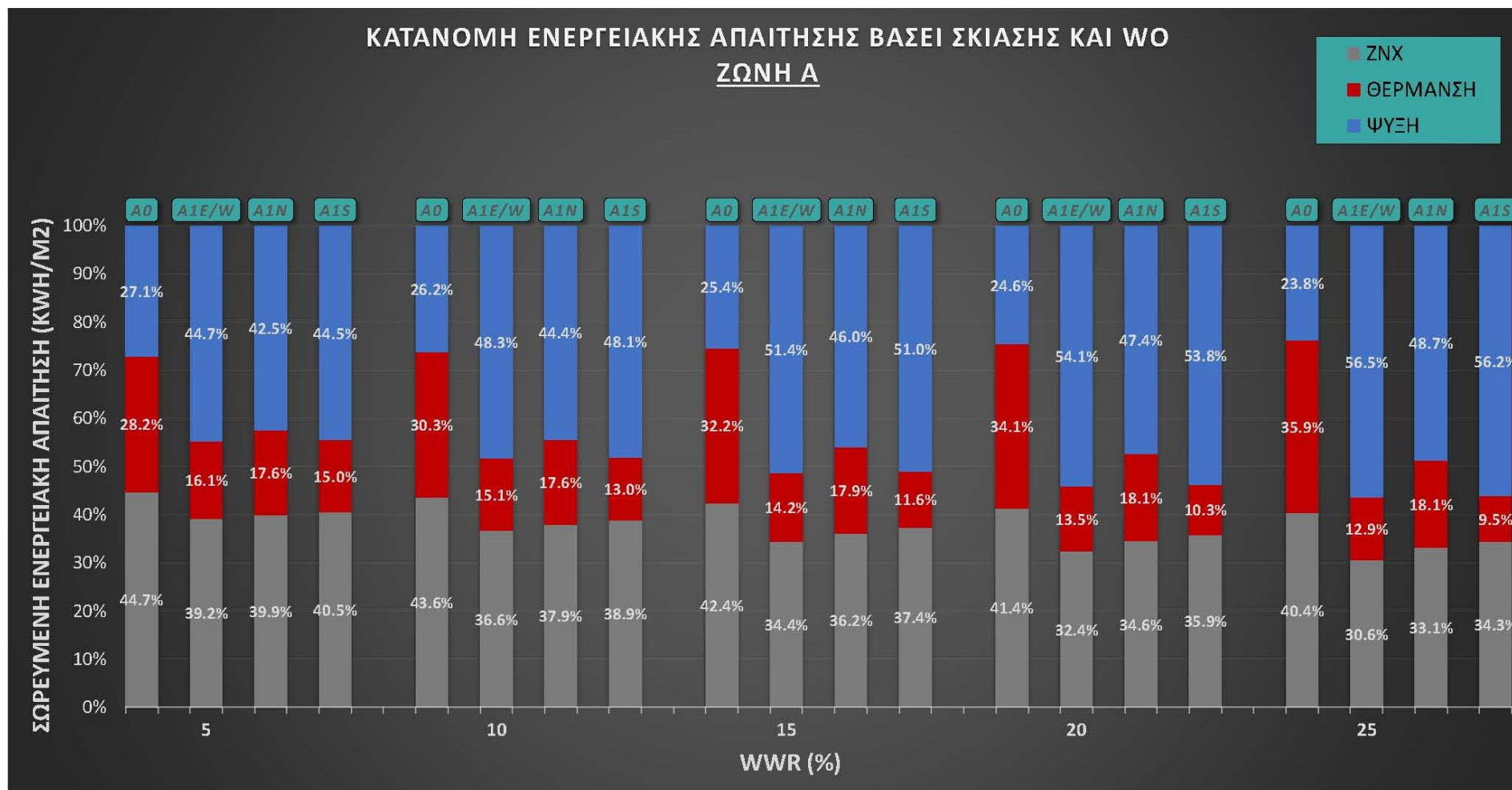
Προκειμένου να είναι εφικτή κάποια διαδικασία βελτιστοποίησης στο σχεδιασμό κτηρίου, ως προς τη μείωση της ενεργειακής απαίτησης, είναι σκόπιμο να διευκολυνθεί η ποιοτική αναγνώριση των κρισιμότερων στοιχείων κάθε περίπτωσης της μελέτης.

Για τον σκοπό αυτό, στα επόμενα διαγράμματα, αναλύεται κάθε σενάριο ως προς τη βαρύτητα κάθε τομέα ενεργειακής απαίτησης στο ετήσιο ισοζύγιο.

Είναι σημαντικό να σχολιασθεί ότι στη ζώνη Α γίνεται άμεσα και ποιοτικά αντιληπτός, ο συντελεστής βαρύτητας της ανάγκης κάλυψης ψυκτικών φορτίων, τα οποία «ανταγωνίζονται» την πάγια απαίτηση για ZNX. Αντίθετα, η ανάγκη κάλυψης θερμικών φορτίων καθίσταται δευτερεύουσα όταν υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης των ηλιακών κερδών (Διάγραμμα 7.3).

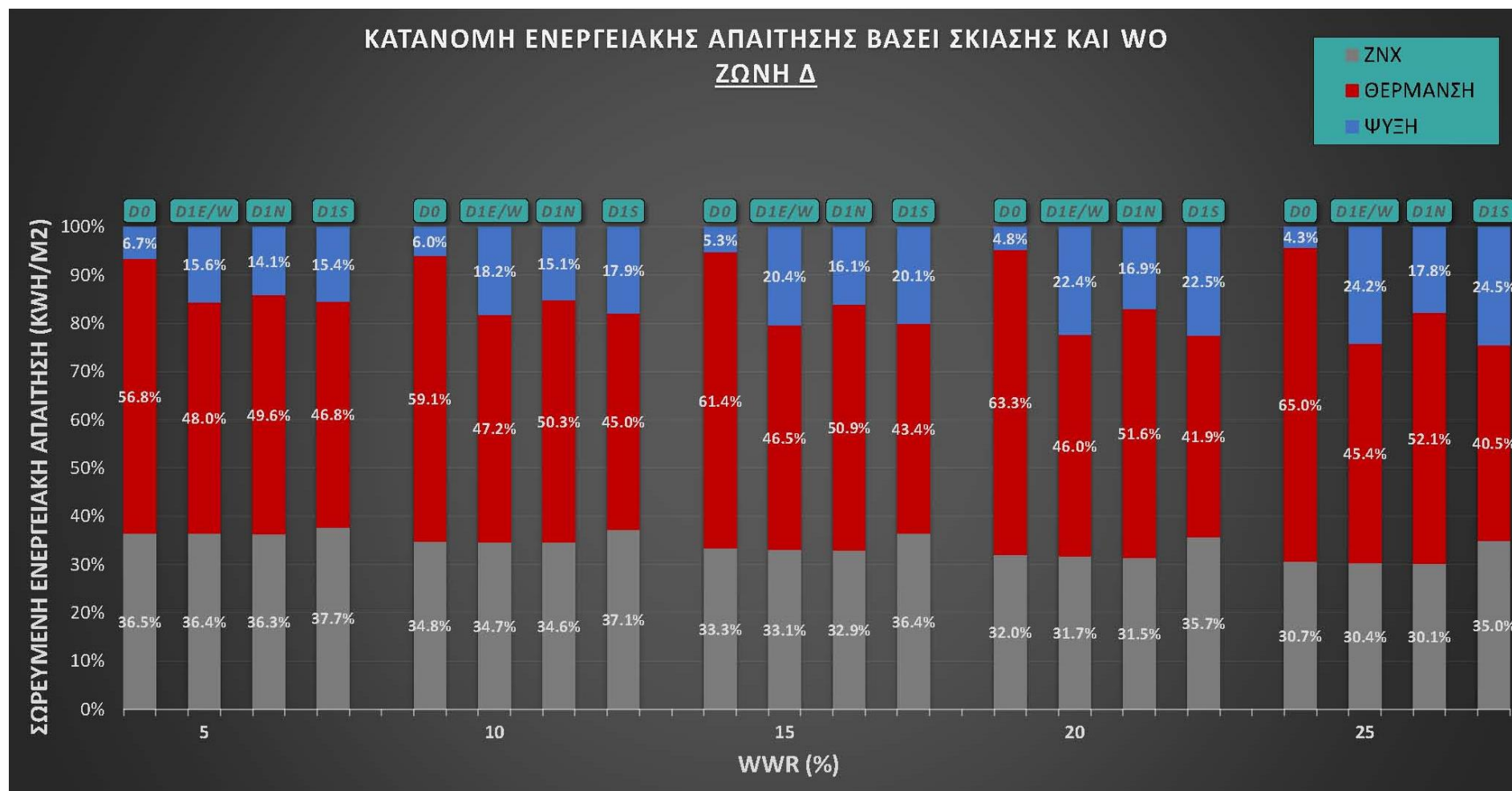
Στον αντίποδα, στη ζώνη Δ, τη μερίδα του λέοντος λαμβάνει η ανάγκη κάλυψης των θερμικών φορτίων σε όλα τα σενάρια, ανεξαρτήτως λοιπών παραμέτρων.

Είναι χρήσιμο να αναφέρουμε ωστόσο ότι τα επιθυμητά ηλιακά κέρδη μπορούν να συνεισφέρουν στο ενεργειακό ισοζύγιο και να βελτιώσουν την εικόνα ενεργειακής απαίτησης στον ορίζοντα του έτους (Διάγραμμα 7.4).



Διάγραμμα 7.3 Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών απαιτήσεων στο σύνολο του έτους, Ζώνη Α





Διάγραμμα 7.4 Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών απαιτήσεων στο σύνολο του έτους, Ζώνη Δ



### **7.3 Περιορισμοί - Συνεισφορά**

Δόθηκε έμφαση στην ποικιλία παραμέτρων ανάλυσης και διαφοροποίησης του κτηρίου, οι οποίες έχουν να κάνουν με σταθερά, γνωστά και εύκολα αναγνωρίσιμα δεδομένα: τη γεωγραφική θέση και κλιματολογικά στοιχεία του κτηρίου (κλιματική ζώνη), τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων και τις συνθήκες σκίασης (εξαιρετικά σκιαζόμενο και πλήρως ανεμπόδιστο). Οι λόγοι γι' αυτό ήταν η δυνατότητα ομαδοποίησης του κτηριακού δυναμικού μιας τοπικής περιοχής με παρόμοια χαρακτηριστικά και η εξαγωγή γρήγορων, ποιοτικών συμπερασμάτων για την ενεργειακή τους απαίτηση, αλλά επίσης και η χρήση αυτής της μακροκλίμακας ως εργαλείο αρχικού σχεδιασμού κτηρίου σε δεδομένη θέση, προσανατολισμό και εμπόδια, προκειμένου να λάβει ο μελετητής γρήγορες και εύκολες σχεδιαστικές αποφάσεις για τη λειτουργικότητα και αισθητική του κτηρίου του.

Η μελέτη υπόκειται σε περιορισμούς, καθώς ασχολείται μόνο με συγκεκριμένες περιοχές του Ελλαδικού χώρου και λαμβάνει παραδειγματικά ακραίες συνθήκες σκίασης που σπάνια είναι ρεαλιστικές. Επιπλέον μελετάται η ύπαρξη ανοιγμάτων σε έναν κάθε φορά κύριο προσανατολισμό, το οποίο είναι επίσης μη ρεαλιστικό για την πλειονότητα των κτηρίων. Επομένως είναι εύλογα αντιληπτό ότι τα ακόλουθα συμπεράσματα θα πρέπει να λάβουν αξία μεταχείρισης ως προς τον ποιοτικό τους χαρακτήρα και λιγότερο ποσοτικά. Επόμενες μελέτες που θα αναλύουν και κατακερματίζουν τις ειλημμένες παραμέτρους της παρούσας, θα μπορέσουν να δώσουν περισσότερο αξιόπιστα ποσοτικά στοιχεία.

## Βιβλιογραφία

### Νομοθεσία - Πρότυπα

Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – ΚΕΝΑΚ, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 407/Β/09.04.2010)

Νόμος 1577/1985, Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Γ.Ο.Κ), Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 210/Α/18.12.1985)

Νόμος 4122/2013, Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 42/Α/19.02.2013)

Απόφ. Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 2367/Β/12.07.2017)

Νόμος 4685/2020, Εκσυγχρονισμός περιβαλλοντικής νομοθεσίας, ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των Οδηγιών 2018/844 και 2019/692 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 92/Α/07.05.2023)

Απόφαση Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365, Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό τη ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 4003/Β/17.11.2017)

Απόφαση Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365, Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων, ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017 Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 4003/Β/17.11.2017)

Αριθμ. Οικ. 2618/2014, Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων, Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 Κλιματικά

δεδομένα ελληνικών περιοχών, Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (ΦΕΚ 2945/Β/03.11.2014)

Λογισμικό του Τ.Ε.Ε. Κ.Εν.Α.Κ.: <https://web.tee.gr/kenak/logismiko-tee-kenak/>

ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009: Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων

### Μελέτες-Άρθρα-Εργασίες

Alaidroos, A. & Krarti, M. (2015). Optimal Design of Residential Building Envelope Systems in the Kingdom of Saudi Arabia, *Journal of Energy and Buildings*, vol. 86, pp. 104-117. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.083>

Albatayneh, A., Juaidi, A., Abdallah, R. & Manzano-Agugliaro, F. (2021). Influence of the Advancement in the LED Lighting Technologies on the Optimum Windows-to-Wall Ratio of Jordanians Residential Buildings, *Energies*, 14, 5446. <https://doi.org/10.3390/en14175446>

Alsehail, A. & Almhafdy, A. (2020). The Effect of Window-to-Wall Ratio (WWR) and Window Orientation (WO) on the Thermal Performance: A preliminary overview, *AMEABRA International Virtual Conference on Environment-Behaviour Studies*, 02-03 December, Universiti Teknologi MARA, Shah Alam. <https://doi.org/10.21834/ebpj.v5i15.2500>

Chen, Z., Hammad, A.W.D., Kamardeen, I. & Haddad, A. (2020). Optimising Window Design on Residential Building Facades by Considering Heat Transfer and Natural Lighting in Nontropical Regions of Australia, *Buildings*, 10, 0206. <https://doi.org/10.3390/buildings10110206>

Chi, F., Wang, Y., Wang, R., Li, G. & Peng, C. (2020). An investigation of optimal window-to-wall ratio based on changes in building orientations for traditional dwellings, *Solar Energy*, vol. 195, pp. 64-81. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.033>

Chiesa, G., Acquaviva, A., Grosso, M., Botaccioli, L., Floridia, M., Proisteri, E. & Maria Sanna, E. (2019). Parametric Optimization of Window-to-Wall Ratio for Passive Buildings

- Adopting A Scripting Methodology to Dynamic-Energy Simulation, *Sustainability*, 11, 3078. <https://doi.org/10.3390/su11113078>
- Dutta, A., Samanta, A. & Neogi, S. (2017). Influence of orientation and the impact of external window shading on building thermal performance in tropical climate, *Energy and Buildings*, vol. 139, pp. 680-689. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.018>
- Feng, G., Chi, D., Xu, X., Dou, B., Sun, Y. & Fu, Y. (2017). Study on the Influence of Window-wall Ratio on the Energy Consumption of Nearly Zero Energy Buildings, *Procedia Engineering*, vol.205, pp. 730-737. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.003>
- Ghisi, E. & Tinker, J. (2005). An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings, *Building and Environment*, vol. 40, pp. 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.004>
- Goia, F. (2016). Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential, *Solar Energy*, vol. 132, pp. 467–492. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.031>
- Hiyama, K. & Wen, L. (2015). Rapid response surface creation method to optimize window geometry using dynamic daylighting simulation and energy simulation, *Energy and Buildings*, vol. 107, pp. 417-423. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.035>
- Jaber, S. & Ajib, S. (2011). Thermal and economic windows design for different climate zones, *Energy and Buildings*, vol. 43, pp. 3208-3215. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.08.019>
- Kontoleon, K.J. & Bikas, D.K. (2002). Modeling the influence of glazed openings percentage and type of glazing on the thermal zone behavior, *Energy and Buildings*, vol. 34, pp. 389–399. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00125-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00125-6)
- Lee, J.W., Jung, H.J., Park, J.Y., Lee, J.B. & Yoon, Y. (2013). Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylighting elements, *Renewable Energy*, vol. 50, pp. 522–531. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.07.029>
- Li, J., Zheng, B., Bedra, K.B., Li, Z. & Chen, X. (2021). Evaluating the Effect of Window-to-Wall Ratios on Cooling-Energy Demand on a Typical Summer Day, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 8411. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12803>

- Ma, R., Ma, R. & Long, E. (2023). Analysis of the rule of window-to-wall ratio on energy demand of residential buildings in different locations in China, *Heliyon*, 9, e12803. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12803>
- Marino, C., Nucara, A. & Pietrafesa, M. (2017). Does window-to-wall ratio have a significant effect on the energy consumption of buildings? A parametric analysis in Italian climate conditions, *Journal of Building Engineering*, vol. 13, pp. 169-183. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.08.001>
- Szczesniak, J., Ang, Y.Q., Letellier-Duchesne, S. & Reinhart, C. (2022). A method for using street view imagery to auto-extract window-to-wall ratios and its relevance for urban-level daylighting and energy simulations, *Building and Environment*, vol.207, 108108. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108108>
- Shaeri, J., Habibi, A., Yaghoubi, M. & Chokhachian, A. (2019). The Optimum Window-to-Wall Ratio in Office Buildings for Hot-Humid, Hot-Dry, and Cold Climates in Iran, *Environments*, 6(4):1-16. <https://doi.org/10.3390/environments6040045>
- Tian, C., Chen, T., Yang, H. & Chung, T. (2010). A generalized window energy rating system for typical office buildings, *Solar Energy*, vol. 84, pp. 1232–1243. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2010.03.030>
- Troup, L., Phillips, R., Eckelman, M.J. & Fannon, D. (2019). Effect of window-to-wall ratio on measured energy consumption in US office buildings, *Energy and Buildings*, vol. 203, 109434. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109434>
- Tsikaloudaki, K., Laskos, K., Theodosiou, T. & Bikas, D. (2015). The energy performance of windows in Mediterranean regions, *Energy and Buildings*, vol. 92, pp. 180-187. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.059>
- Wen, L., Hiyama, K. & Koganei, M. (2017). A method for creating maps of recommended window-to-wall ratios to assign appropriate default values in design performance modeling: A case study of a typical office building in Japan, *Energy and Buildings*, vol. 145, pp. 304-317. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.028>
- Yan, X.Y., Wang, X.D., Li, D.W., Yan, X., Fan, K.X. & Liu, D.L. (2022). Automatic Compliance Check of Window-to-Wall Ratio Software Embedded Intelligent Algorithms in

Revit Modeling, *E3S Web of Conferences*, vol. 356, 01073.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235601073>

Yang, Q., Liu, M., Shu, C., Mmereki, D., Hossain, U. & Zhan, X. (2015). Impact Analysis of Window-Wall Ratio on Heating and Cooling Energy Consumption of Residential Buildings in Hot Summer and Cold Winter Zone in China, *Journal of Engineering – Hindawi Publishing Corporation*, vol. 2015, ID 538254.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12803>

Yeom, S., Kim, H., Hong, T. & Lee, M. (2020). Determining the optimal window size of office buildings considering the workers' task performance and the building's energy consumption, *Building and Environment*, vol. 177, 106872.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106872>

Zhang, C. & Ong, L. (2017). Optimization of Window-Wall-Ratio Using BIM-Based Energy Simulation, *Protocols, Flows and Glitches, Proceedings of the 22nd International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia*, pp. 397-406. <https://doi.org/10.3390/en14071974>

Zolfaghari, Z. & Jones, J. (2022). A multi-variable building energy optimization: assessing the role of energy efficient lighting technology in changing the optimal window-to-wall ratio in an office building, *International Journal of Sustainable Energy*, vol. 41:11, pp. 1819-1835. <https://doi.org/10.1080/14786451.2022.2118276>

## Παράρτημα Α: Αναλυτικά αποτελέσματα επίλυσης όλων των σεναρίων

Για λόγους πληρότητας και τεκμηρίωσης της παρούσας μελέτης, παρατίθενται όλα τα αποτελέσματα ενεργειακής απαίτησης των υπό μελέτη σεναρίων σε πινακοποιημένη μορφή.

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης σκίαση f=0, Βορινός προσανατολισμός WO=N

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0N5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0N10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.1	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.3	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.4	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.3	0.0	1.7
ΣΥΝ	11.8	10.2	17.0



#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0N15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.8	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.3	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.5	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.5	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	12.9	10.2	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0N20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.1	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.6	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.6	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.8	0.0	1.7
ΣΥΝ	14.0	10.1	17.0



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΑΘΗΝΕΣ			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ΖΝΧ
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.4	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	1.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	4.0	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.7	0.0	1.5
ΔΕΚ	3.0	0.0	1.7
ΣΥΝ	15.1	10.0	17.0

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης σκίαση  $f=0$ , Ανατολικός προσανατολισμός  $WO=E$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΑΘΕ5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΑΘΕ10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.1	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.3	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.4	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.3	0.0	1.7
ΣΥΝ	11.8	10.2	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΑΘΕ15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.8	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.3	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.5	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.5	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	12.9	10.2	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΑΘΕ20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.1	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.6	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.6	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.8	0.0	1.7
ΣΥΝ	14.0	10.1	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΑΘΕ25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.4	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	1.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	4.0	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.7	0.0	1.5
ΔΕΚ	3.0	0.0	1.7
ΣΥΝ	15.1	10.0	17.0

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης σκίαση f=0, Νότιος προσανατολισμός WO=S

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ A0S5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0S10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.1	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.3	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.4	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.3	0.0	1.7
ΣΥΝ	11.8	10.2	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0S15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.8	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.3	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.5	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.5	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	12.9	10.2	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0S20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.1	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.6	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.6	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.8	0.0	1.7
ΣΥΝ	14.0	10.1	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0S25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.4	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	1.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	4.0	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.7	0.0	1.5
ΔΕΚ	3.0	0.0	1.7
ΣΥΝ	15.1	10.0	17.0

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης σκίαση  $f=0$ , Δυτικός προσανατολισμός  $WO=W$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0W5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.1	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.3	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	10.7	10.3	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α0W10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.1	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.3	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.4	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.3	0.0	1.7
ΣΥΝ	11.8	10.2	17.0



**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0W15**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.8	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.3	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.5	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.5	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	12.9	10.2	17.0

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0W20**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	4.1	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.6	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.6	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.8	0.0	1.7
ΣΥΝ	14.0	10.1	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A0W25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	4.4	0.0	1.8
ΦΕΒ	3.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	2.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.1	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	1.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	4.0	1.1
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	0.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.7	0.0	1.5
ΔΕΚ	3.0	0.0	1.7
ΣΥΝ	15.1	10.0	17.0

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης ηλιασμός f=1, Βορινός προσανατολισμός WO=N

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.0	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.1	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.1	1.1
ΑΥΓ	0.0	5.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.4	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.5	18.1	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.7	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.1	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.2	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.8	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.8	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.7	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.0	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.5	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.2	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.7	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.9	19.9	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.9	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.2	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.2	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.9	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	5.3	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	7.3	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.2	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.8	0.0	1.7
ΣΥΝ	8.4	21.6	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	3.1	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.3	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.3	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.0	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	5.8	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	7.8	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.9	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.7	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.2	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.9	0.0	1.7
ΣΥΝ	8.9	23.3	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1N25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	3.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	2.5	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.3	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.2	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	6.3	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	8.4	1.1
ΑΥΓ	0.0	7.4	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.8	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.2	0.0	1.5
ΔΕΚ	2.0	0.0	1.7
ΣΥΝ	9.3	25.0	17.0

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης ηλιασμός f=1, Ανατολικός προσανατολισμός WO=E

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1E5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.5	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.0	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	19.4	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1E10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.0	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	5.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	7.3	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.8	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.9	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	22.4	17.0

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α1Ε15**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.3	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	6.2	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	8.2	1.1
ΑΥΓ	0.0	7.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.1	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	25.4	17.0

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Α1Ε20**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.5	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	7.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	9.1	1.1
ΑΥΓ	0.0	8.4	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.4	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.1	28.4	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1E25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.7	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.8	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.8	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	7.7	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	9.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	9.2	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.7	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.2	31.4	17.0



- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης ηλιασμός  $f=1$ , Νότιος προσανατολισμός  $WO=S$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.2	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.8	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.2	1.1
ΑΥΓ	0.0	5.8	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.3	0.0	1.7
ΣΥΝ	6.3	18.7	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.1	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.6	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.8	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.8	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.8	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.0	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.1	0.0	1.7
ΣΥΝ	5.7	21.0	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.0	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.5	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.0	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	5.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	7.4	1.1
ΑΥΓ	0.0	7.2	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.3	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.0	0.0	1.7
ΣΥΝ	5.3	23.2	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	1.9	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.4	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.7	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.2	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	5.9	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	8.0	1.1
ΑΥΓ	0.0	7.8	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	0.9	0.0	1.7
ΣΥΝ	4.9	25.5	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1S25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	1.8	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.3	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.6	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.4	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	6.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	8.6	1.1
ΑΥΓ	0.0	8.5	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.9	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	0.9	0.0	1.7
ΣΥΝ	4.7	27.8	17.0

- Κλιματική Ζώνη Α, Πλήρης ηλιασμός  $f=1$ , Δυτικός προσανατολισμός  $WO=W$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1W5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	6.5	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.0	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.6	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	19.4	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1W10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.5	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	1.0	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.0	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	5.4	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	7.3	1.1
ΑΥΓ	0.0	6.8	1.0
ΣΕΠ	0.0	1.9	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	22.4	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1W15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.3	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	6.2	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	8.2	1.1
ΑΥΓ	0.0	7.6	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.1	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.0	25.4	17.0

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1W20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	2.6	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.9	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.5	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	7.0	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	9.1	1.1
ΑΥΓ	0.0	8.4	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.4	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.5	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.1	28.4	17.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - A1W25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	2.7	0.0	1.8
ΦΕΒ	1.9	0.0	1.6
ΜΑΡ	0.8	0.0	1.8
ΑΠΡ	0.0	0.0	1.6
ΜΑΙ	0.0	1.8	1.4
ΙΟΥΝ	0.0	7.7	1.2
ΙΟΥΛ	0.0	9.9	1.1
ΑΥΓ	0.0	9.2	1.0
ΣΕΠ	0.0	2.7	1.1
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3
ΝΟΕ	0.1	0.0	1.5
ΔΕΚ	1.6	0.0	1.7
ΣΥΝ	7.2	31.4	17.0

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης σκίαση f=0, Βορινός προσανατολισμός WO=N

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΟΝ5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.8	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.4	3.8	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΟΝ10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.9	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.3	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.7	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.8	0.0	2.2
ΣΥΝ	35.3	3.6	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΟΝ15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	9.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.3	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.1	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.2	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.8	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	8.4	0.0	2.2
ΣΥΝ	38.3	3.3	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΟΝ20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	10.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.7	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.3	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.9	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.4	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.0	0.0	2.2
ΣΥΝ	41.2	3.1	20.8



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0N25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	10.8	0.0	2.3
ΦΕΒ	8.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	6.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	1.0	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.5	0.0	2.2
ΣΥΝ	44.1	2.9	20.8

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης σκίαση f=0, Ανατολικός προσανατολισμός WO=E

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Δ0Ε5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.8	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.4	3.8	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Δ0Ε10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.9	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.3	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.7	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.8	0.0	2.2
ΣΥΝ	35.3	3.6	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΘΕ15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	9.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.3	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.1	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.2	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.8	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	8.4	0.0	2.2
ΣΥΝ	38.3	3.3	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΘΕ20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	10.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.7	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.3	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.9	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.4	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.0	0.0	2.2
ΣΥΝ	41.2	3.1	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - DOE25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	10.8	0.0	2.3
ΦΕΒ	8.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	6.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	1.0	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.5	0.0	2.2
ΣΥΝ	44.1	2.9	20.8

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης σκίαση f=0, Νότιος προσανατολισμός WO=S

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0S5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.8	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.4	3.8	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0S10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.9	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.3	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.7	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.8	0.0	2.2
ΣΥΝ	35.3	3.6	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0S15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	9.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.3	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.1	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.2	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.8	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	8.4	0.0	2.2
ΣΥΝ	38.3	3.3	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0S20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	10.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.7	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.3	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.9	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.4	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.0	0.0	2.2
ΣΥΝ	41.2	3.1	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0S25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	10.8	0.0	2.3
ΦΕΒ	8.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	6.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	1.0	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.5	0.0	2.2
ΣΥΝ	44.1	2.9	20.8

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης σκίαση  $f=0$ , Δυτικός προσανατολισμός  $WO=W$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΩWS			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.7	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.8	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.6	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.4	3.8	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΔΩW10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.9	0.0	2.1
ΑΠΡ	1.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.6	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.3	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.7	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.8	0.0	2.2
ΣΥΝ	35.3	3.6	20.8



**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0W15**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	9.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.3	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.1	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.2	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.8	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	8.4	0.0	2.2
ΣΥΝ	38.3	3.3	20.8

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0W20**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	10.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.8	0.0	2.0
ΜΑΡ	5.7	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.3	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.9	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.4	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.0	0.0	2.2
ΣΥΝ	41.2	3.1	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D0W25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	10.8	0.0	2.3
ΦΕΒ	8.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	6.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	2.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	0.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	1.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	1.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	1.0	0.0	1.6
ΝΟΕ	5.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	9.5	0.0	2.2
ΣΥΝ	44.1	2.9	20.8

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης ηλιασμός f=1, Βορινός προσανατολισμός WO=N

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Δ1N5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.7	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.6	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.6	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.0	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.3	1.3
ΑΥΓ	0.0	2.8	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.7	0.0	2.2
ΣΥΝ	28.4	8.1	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Δ1N10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.8	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.8	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.3	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.4	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.9	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	30.3	9.1	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1N15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.7	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.3	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.0	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.7	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	4.1	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.4	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.2	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.7	0.0	2.2
ΣΥΝ	32.2	10.2	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1N20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	9.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.7	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	3.0	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	4.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.7	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.4	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.5	0.0	1.9
ΔΕΚ	8.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	34.1	11.2	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1N25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	9.8	0.0	2.3
ΦΕΒ	7.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	4.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.9	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	3.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	4.9	1.3
ΑΥΓ	0.0	4.0	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.5	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.7	0.0	1.9
ΔΕΚ	8.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	36.0	12.3	20.8

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης ηλιασμός f=1, Ανατολικός προσανατολισμός WO=E

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1E5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.5	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.7	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.2	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.5	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	27.4	8.9	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1E10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.7	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.8	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	4.3	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.7	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.9	0.0	2.2
ΣΥΝ	28.3	10.9	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1E15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.9	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	3.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	5.0	1.3
ΑΥΓ	0.0	4.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.7	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	29.2	12.8	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1E20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	4.0	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	5.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	5.0	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	30.2	14.7	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1E25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	6.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	5.6	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.9	0.0	2.2
ΣΥΝ	31.1	16.6	20.8



- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης ηλιασμός  $f=1$ , Νότιος προσανατολισμός  $WO=S$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1S5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.1	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.2	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.7	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.1	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.0	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.2	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.1	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	25.8	8.5	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1S10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.1	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.1	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.1	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.5	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.9	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.2	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	25.2	10.0	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1S15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.1	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.1	0.0	2.0
ΜΑΡ	2.9	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.9	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	4.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	4.2	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.1	0.0	1.6
ΝΟΕ	2.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	24.8	11.5	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1S20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.1	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	2.8	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	3.3	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	5.0	1.3
ΑΥΓ	0.0	4.7	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.1	0.0	1.6
ΝΟΕ	2.7	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	24.4	13.1	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1S25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	7.0	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	2.7	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	3.8	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	5.5	1.3
ΑΥΓ	0.0	5.3	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.1	0.0	1.6
ΝΟΕ	2.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.1	0.0	2.2
ΣΥΝ	24.1	14.6	20.8

- Κλιματική Ζώνη Δ, Πλήρης ηλιασμός  $f=1$ , Δυτικός προσανατολισμός  $WO=W$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1W5			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.5	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.7	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.2	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	3.6	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.1	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.5	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	27.4	8.9	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1W10			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	7.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.7	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	2.8	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	4.3	1.3
ΑΥΓ	0.0	3.7	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.6	0.0	1.9
ΔΕΚ	6.9	0.0	2.2
ΣΥΝ	28.3	10.9	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1W15

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.2	0.0	2.3
ΦΕΒ	5.9	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.6	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	3.4	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	5.0	1.3
ΑΥΓ	0.0	4.4	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.7	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.2	0.0	2.2
ΣΥΝ	29.2	12.8	20.8

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1W20

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
		(kWh/m <sup>2</sup> )	
ΙΑΝ	8.5	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.0	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	4.0	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	5.7	1.3
ΑΥΓ	0.0	5.0	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	3.8	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.6	0.0	2.2
ΣΥΝ	30.2	14.7	20.8

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - D1W25			
	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX
	(kWh/m <sup>2</sup> )		
ΙΑΝ	8.9	0.0	2.3
ΦΕΒ	6.2	0.0	2.0
ΜΑΡ	3.4	0.0	2.1
ΑΠΡ	0.5	0.0	1.8
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.6
ΙΟΥΝ	0.0	4.6	1.4
ΙΟΥΛ	0.0	6.4	1.3
ΑΥΓ	0.0	5.6	1.3
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.4
ΟΚΤ	0.3	0.0	1.6
ΝΟΕ	4.0	0.0	1.9
ΔΕΚ	7.9	0.0	2.2
ΣΥΝ	31.1	16.6	20.8

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.