

Ειδικά Θέματα Τεχνολογίας Δομήσιμων Υλών 5^{ου}

Μελέτη μικρής κατοικίας από άποψη θερμο-υγρο-ηχο-μόνωσης, θερμικής συμπεριφοράς και περιβαλλοντικής επίδρασης των υλικών

Κουτσονικολή Φρόσω
Χειμερινό εξάμηνο 2015 - 2016

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΔΟΜΗΣΙΜΩΝ ΥΛΩΝ 5^{ΟΥ} ΕΞΑΜΗΝΟΥ ΤΕΥΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΦΡΟΣΩ ΚΟΥΤΣΟΝΙΚΟΛΗ¹ (ar10647)

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ: ΑΛ. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ², Α.-Μ. ΜΠΟΥΓΙΑΤΙΩΤΗ³ & Γ.-ΦΟΙΒΟΣ ΣΑΡΓΕΝΤΗΣ⁴

¹ e-mail: frosso.koutsonikoli@gmail.com

² e-mail: asotiropoulou@arch.ntua.gr

³ e-mail: fbougiatioti@yahoo.com

³ e-mail: fivos.sargentis@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο στόχος του εν λόγω τεύχους είναι η παρουσίαση της μελέτης ενός συμβατικού κτιρίου κατοικίας, σε πραγματικές συνθήκες (περιοχή, απαιτήσεις κλπ). Με βάση ένα θέμα παλαιότερου θμήνου (Αρχιτεκτονική Σύνοψη 3) πραγματοποιείται μελέτη σε θέματα θερμομόνωσης, ηχομόνωσης και υδρομόνωσης και διαπιστώνονται τυχόν παραλήψεις ή αστοχίες. Αρχικά γίνεται μία σύντομη περιγραφή του θέματος και παρουσιάζονται υπολογισμοί με γραφικά στοιχεία και επεξηγήσεις για την τεκμηρίωση της μελέτης. Στη συνέχεια, γίνεται μία δεύτερη μελέτη με στόχο την κάλυψη των διόρθωση των λαθών και την δημιουργία μιας βελτιωμένης εκδοχής του εν λόγω κτιρίου. Στο πρώτο τμήμα του τεύχους αναφέρονται περιληπτικά τα ζητήματα που τέθηκαν και οι τροποποιήσεις που έγιναν εν τέλει, ενώ στο δεύτερο τμήμα (παραρτήμα) περιλαμβάνεται η συνολική μελέτη με πρόσθετες πληροφορίες (υπολογισμοί, πίνακες, γραφήματα κλπ) και την πορεία της εργασίας.

SUMMARY

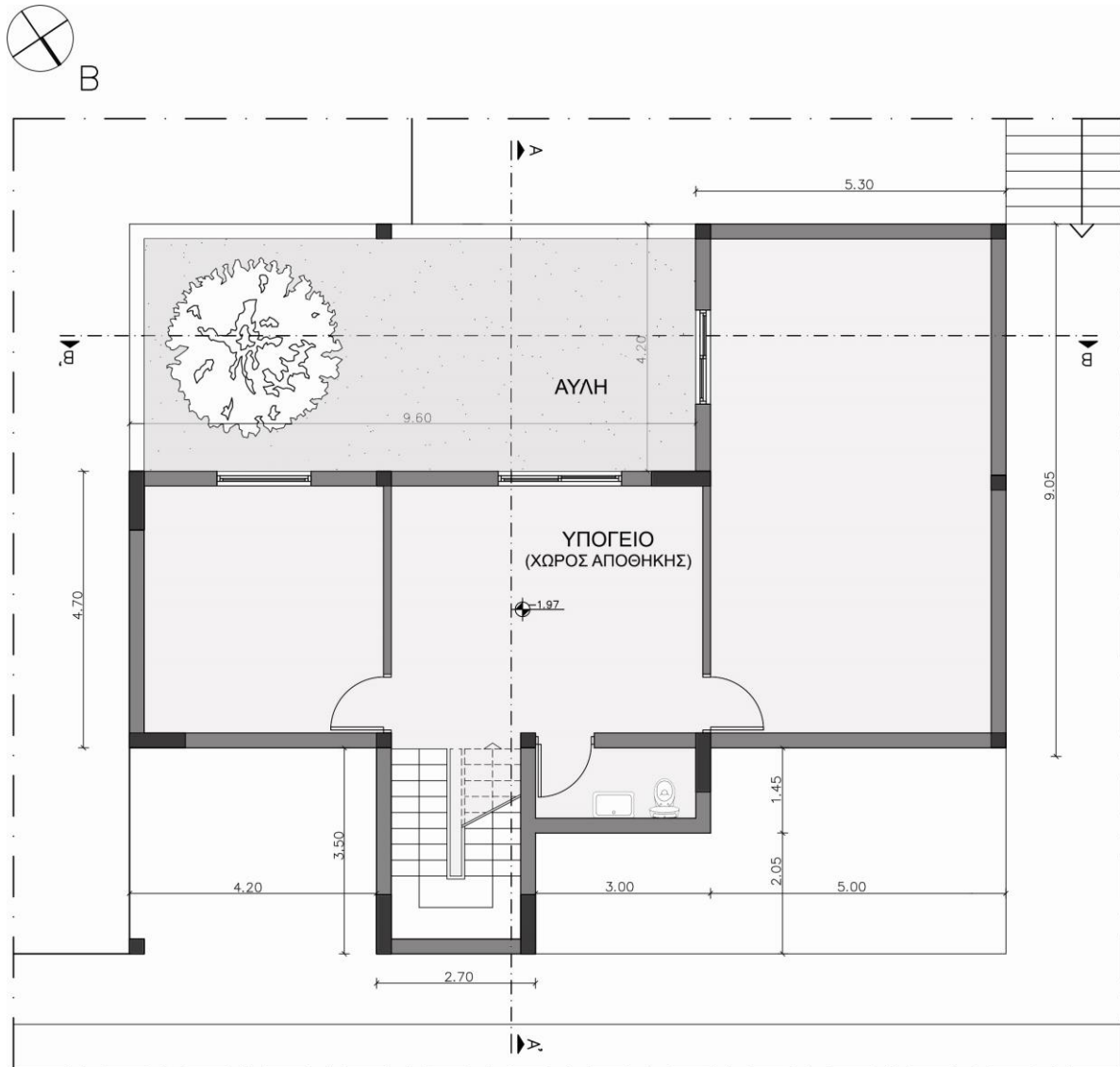
The purpose of this booklet is the presentation of the study about a conventional residential building on real life conditions (area, requirements, weather). The study is based on a student personal project of the past (Architectural Design 3) and focused on the topics of thermal and sound insulation and waterproofing, by identifying any omissions or failures. The first part of the issue starts with a small presentation of the initial design with a short explanation of the study results (with text and graphical documentation). After that, there is a brief part about a second study on an advanced and correct version of the design. In the end, there is the appendix that concludes all the additional information and all the work process (calculations, tables, diagrams etc) of the complementary study.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

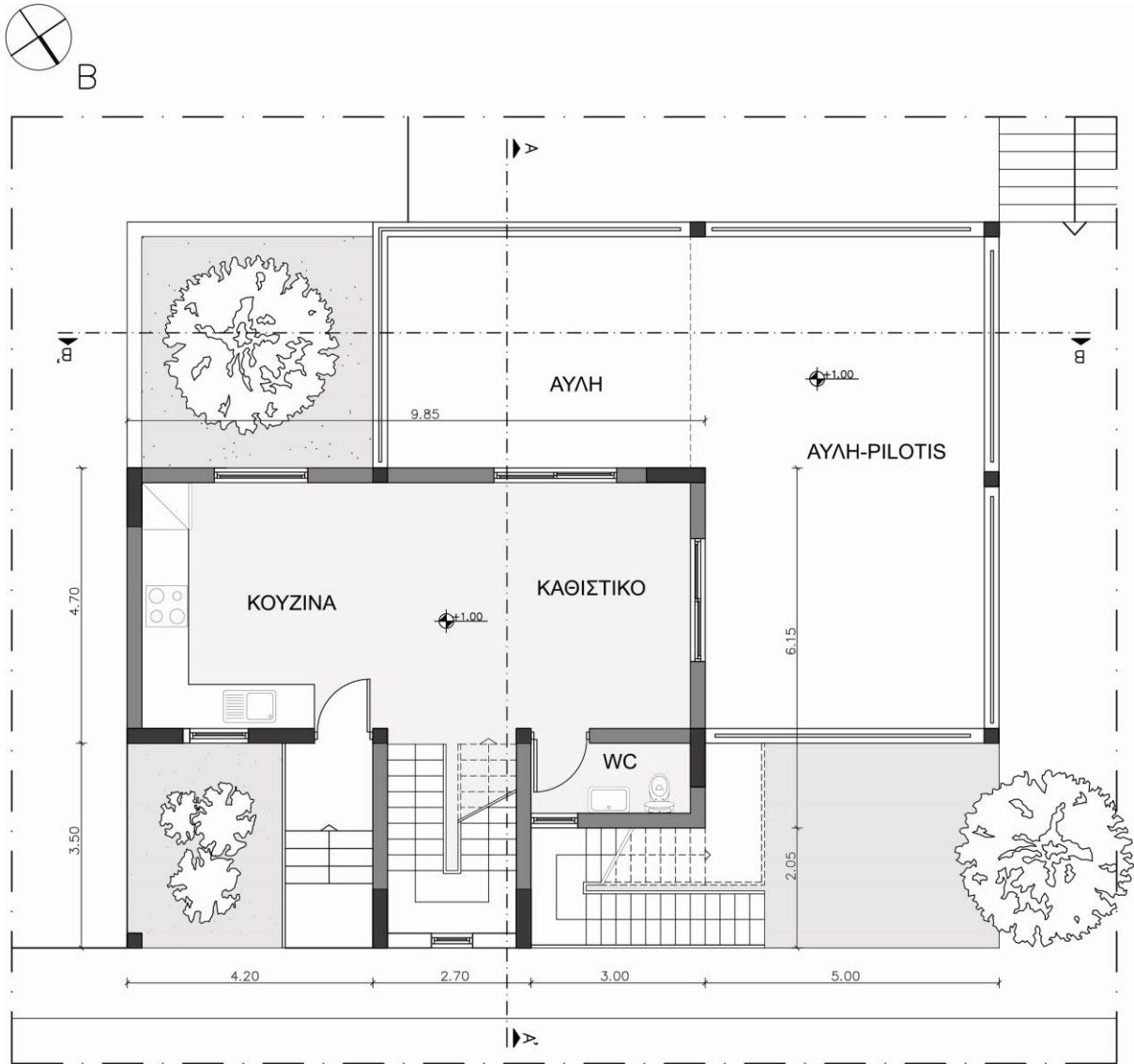
Η μελέτη αφορά την κατοικία οικογένειας 4 ατόμων με κύριους και βοηθητικούς χώρους και 1 εργαστήριο (ενός μέλους της οικογένειας). Ο συνολικός όγκος διαμορφώνεται σε 4 επίπεδα: τον υπόγειο χώρο (Εικόνα 1) που λειτουργεί ως αποθήκη, τον ισόγειο χώρο (Εικόνα 2) με βασικές χρήσεις διημέρευσης (κουζίνα, καθιστικό, μικρό WC), τον α' όροφο (Εικόνα 3) όπου υπάρχουν 2 υπνοδωμάτια και το μεγάλο λουτρό και το δώμα (Εικόνα 4) όπου υπάρχει χώρος γραφείου και λοιπών βοηθητικών χρήσεων. Στο επίπεδο του α' ορόφου διαμορφώνεται και ο χώρος του εργαστηρίου, χωρίς όμως εσωτερική σύνδεση με την κατοικία.

Η σημαντική υψομετρική διαφορά των 2 πλευρών του οικοπεδου, επιτρέπουν την διαμόρφωση αυλών στο ισόγειο και το υπόγειο. Αναλυτικά ακολουθούν κατόψεις, όψεις και τομές.

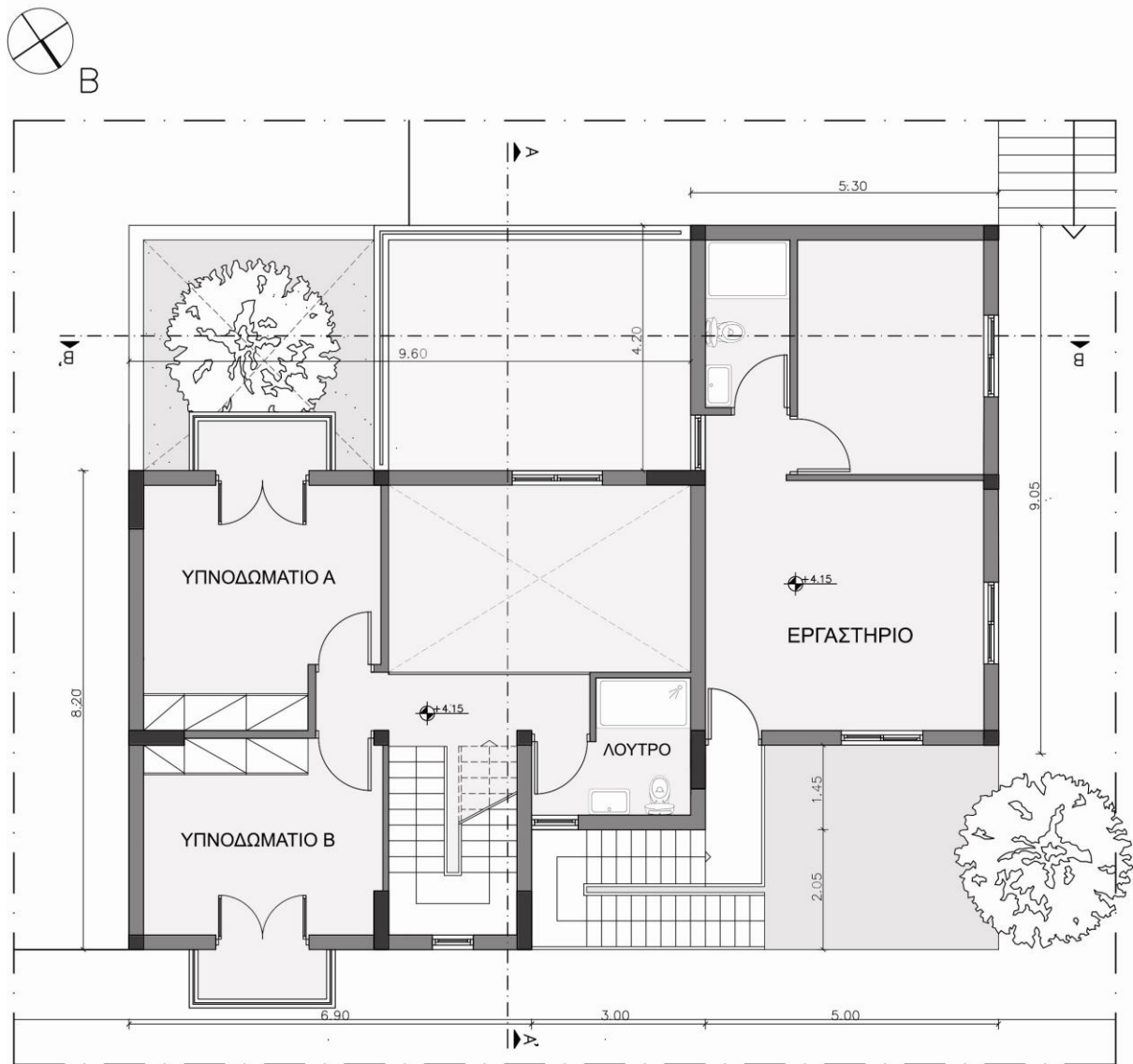
Η κατοικία βρίσκεται στο Άστρος.



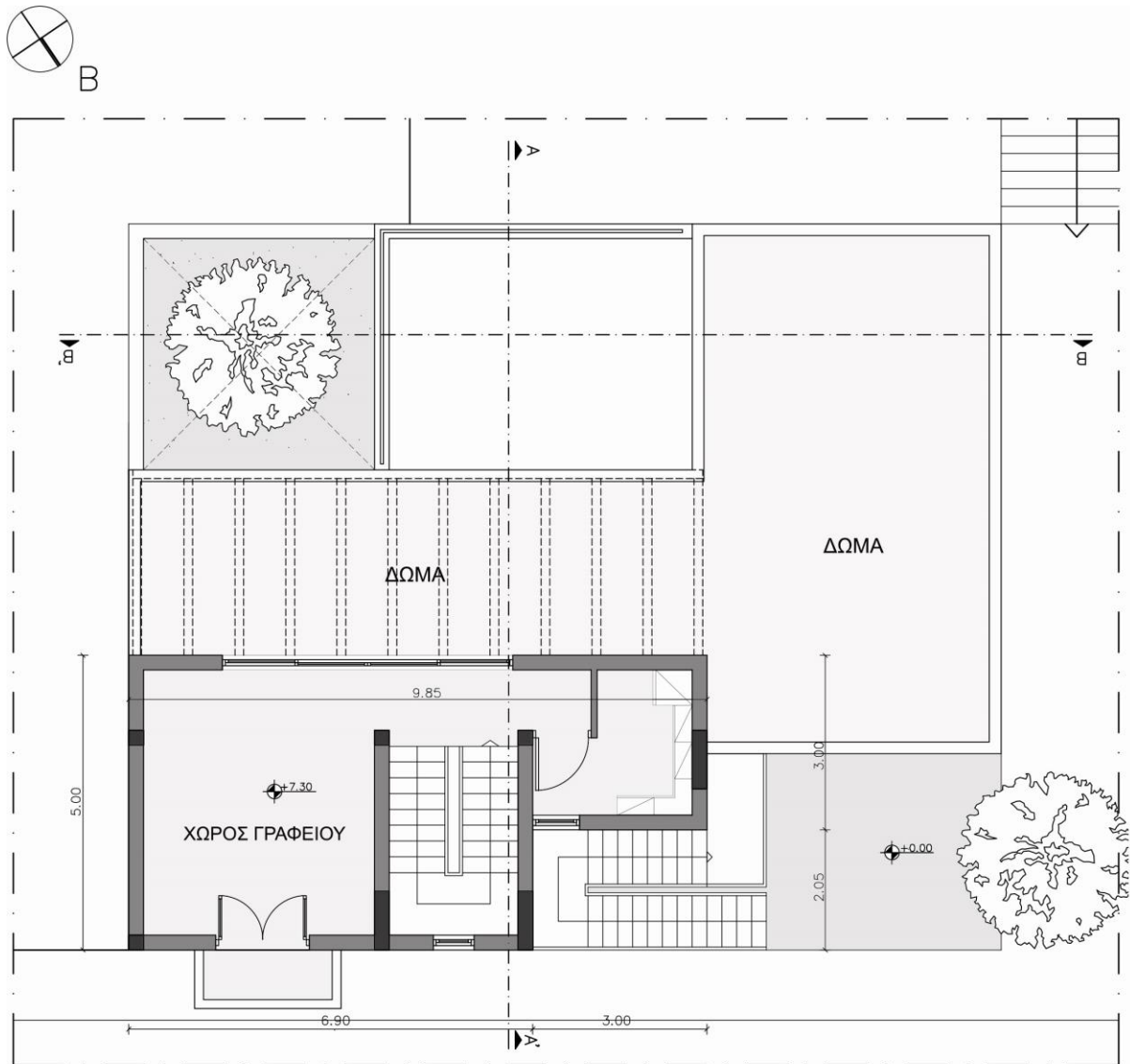
Εικόνα 1: Κάτοψη υπογείου – Κλίμακα 1.100.
[πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 ατόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]



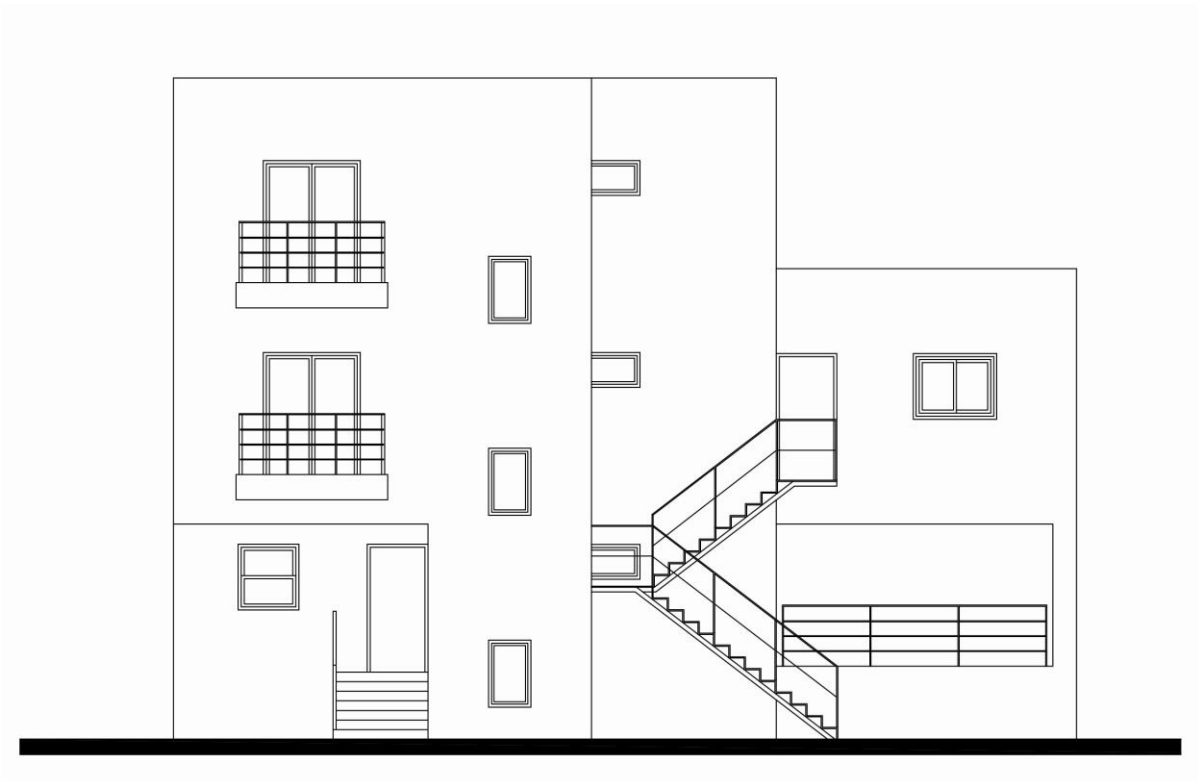
Εικόνα 2: Κάτοψη ισογείου – Κλίμακα 1.100.
 [πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 ατόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]



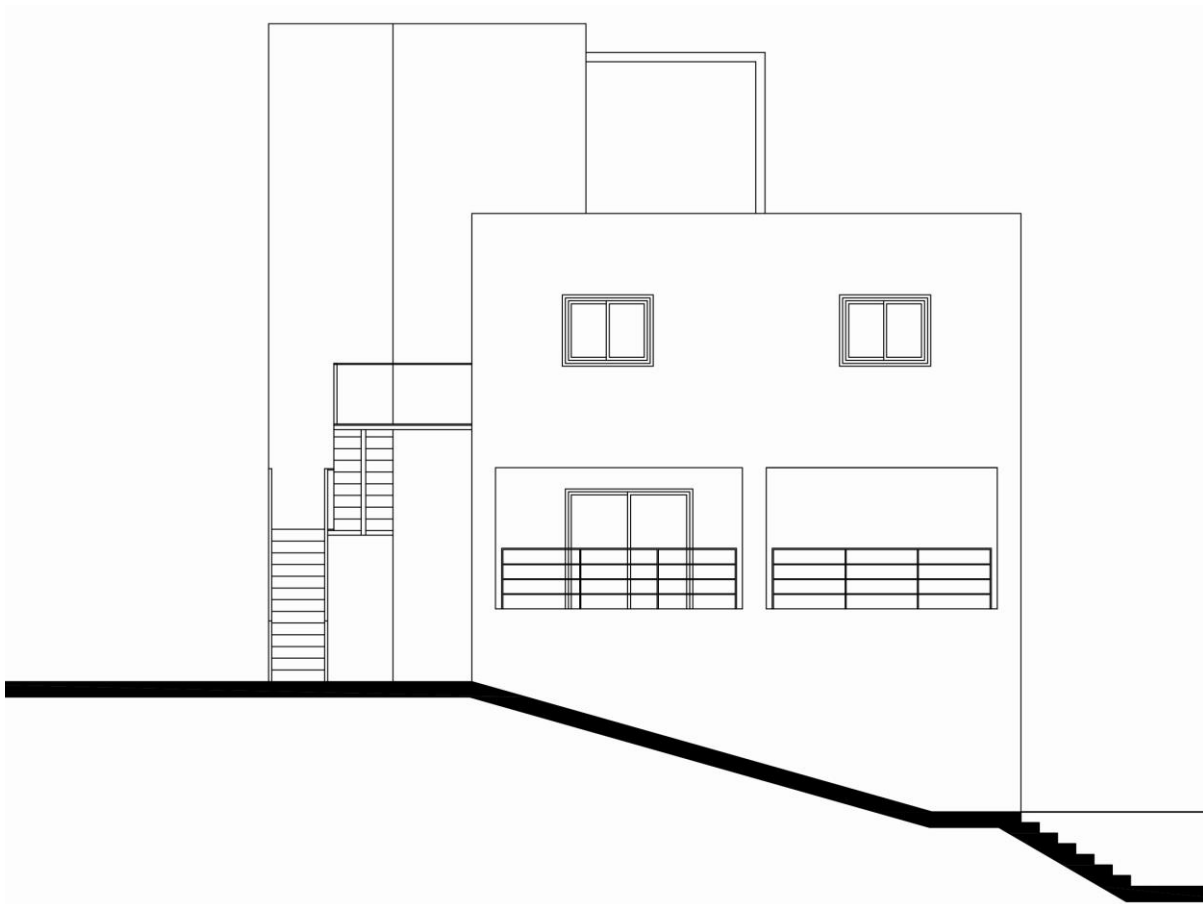
Εικόνα 3: Κάτοψη α' ορόφου – Κλίμακα 1.100.
 [πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 ατόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]



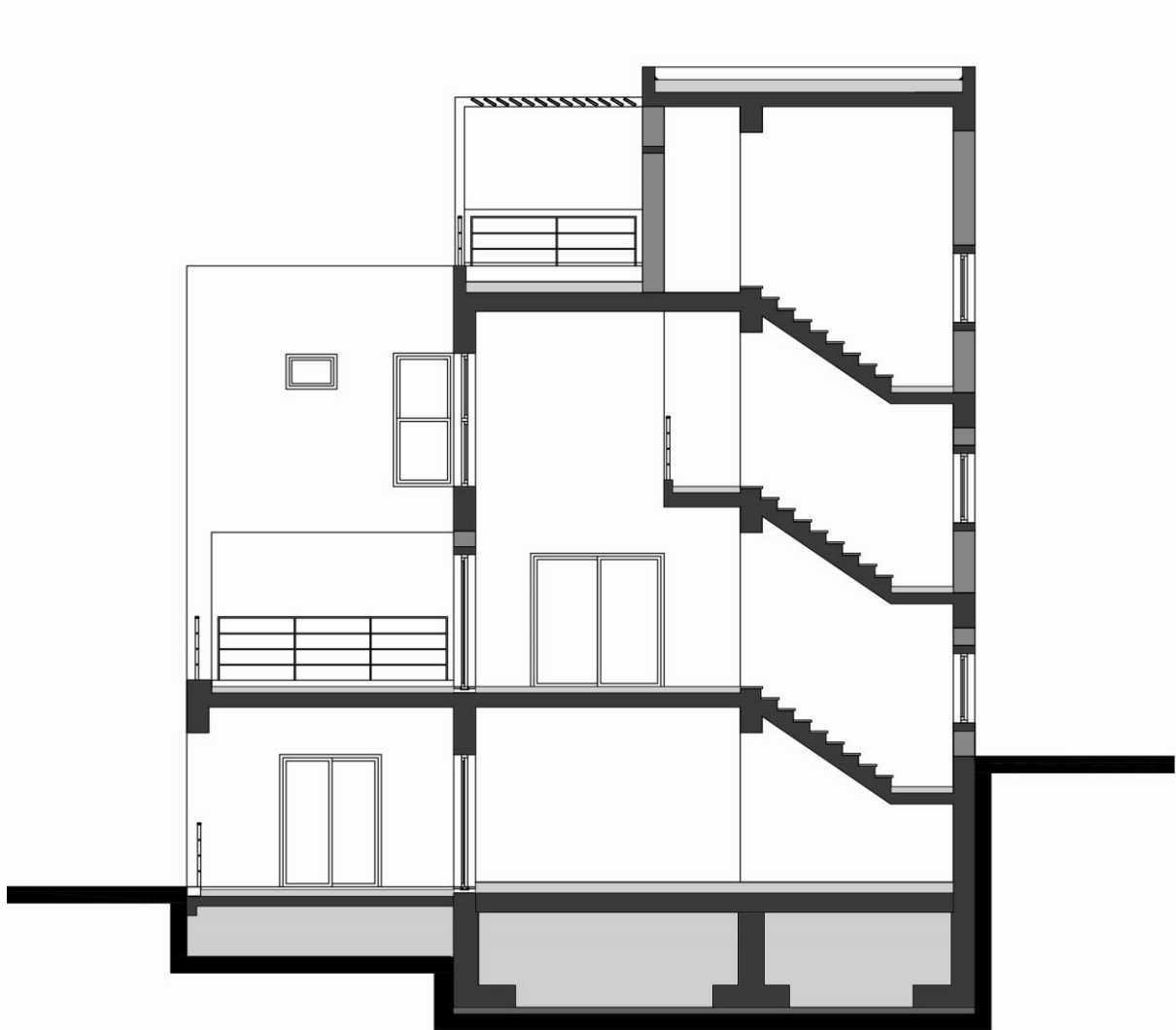
Εικόνα 4: Κάτοψη β' ορόφου – Κλίμακα 1.100.
[πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 ατόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]



Εικόνα 5: ΒΑ Όψη – Κλίμακα 1.100.
[πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 απόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]

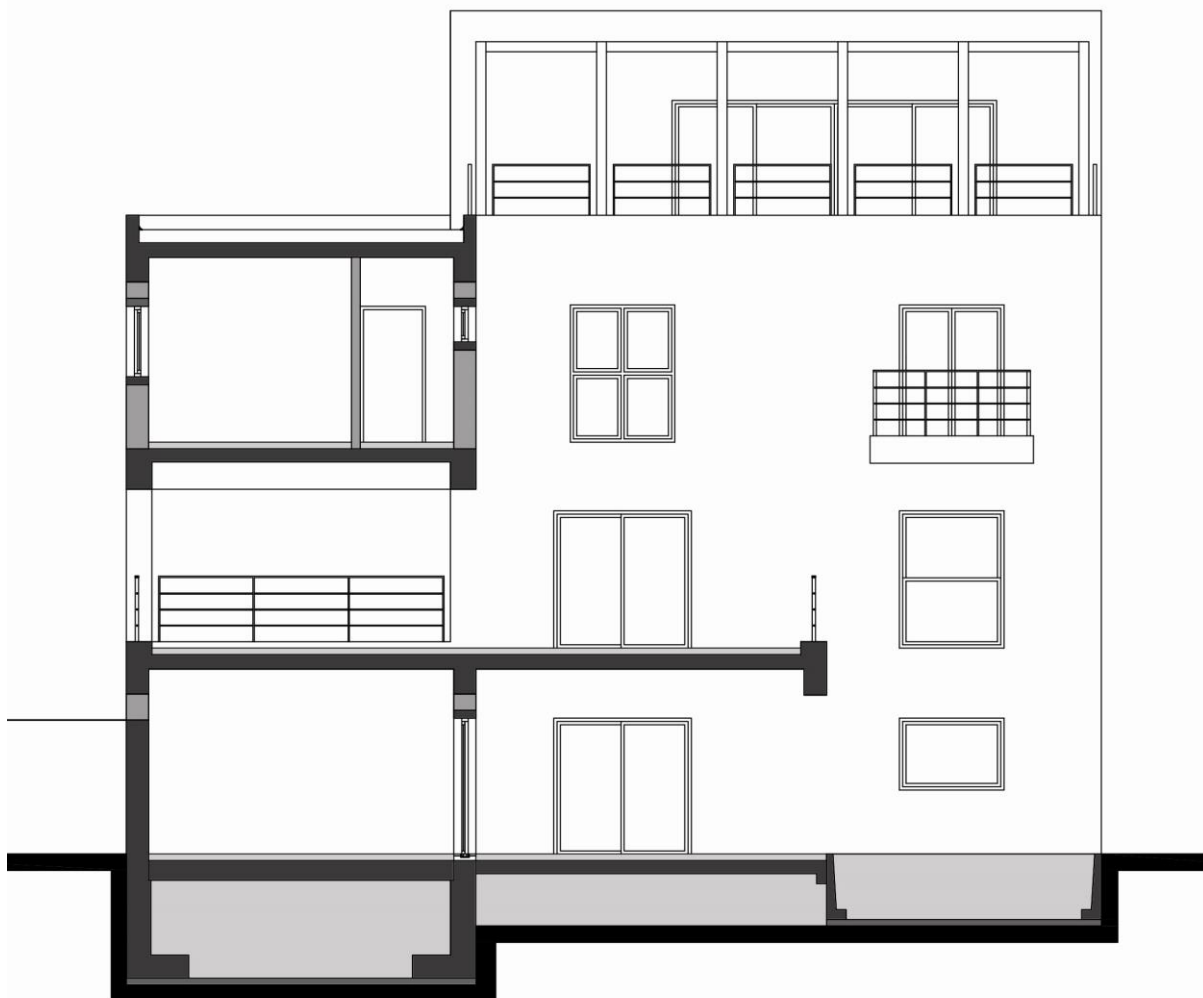


Εικόνα 6: ΒΔ Όψη – Κλίμακα 1.100.
[πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 απόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]



Εικόνα 7: Τομή A-A' – Κλίμακα 1.100.

[πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 ατόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]

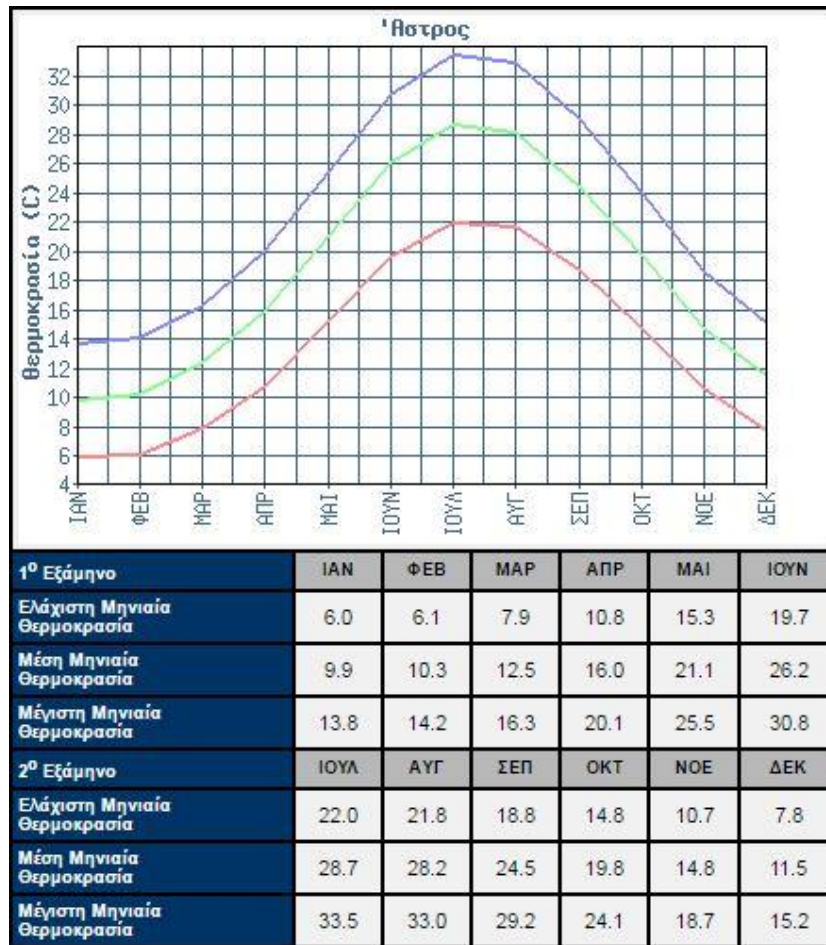


Εικόνα 8: Τομή Β-Β' – Κλίμακα 1.100.

[πηγή: εργασία σύνθεσης 3 – Κατοικία 4 ατόμων με εργαστήριο καλλιτέχνη]

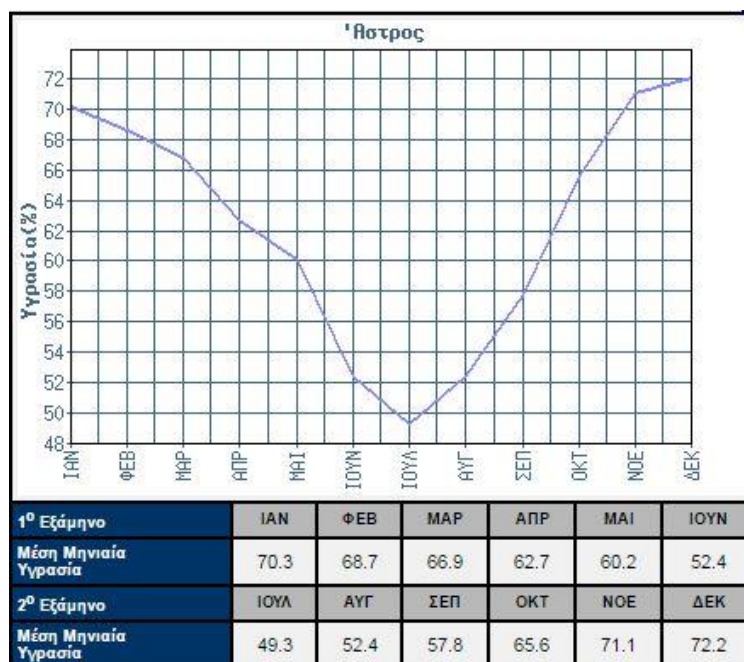
2. Κλιματικά Δεδομένα περιοχής

Κατά την αρχική σύνθεση του κτιρίου δεν λήφθηκαν υπόψιν τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής (του Άστρους), για αυτό το λόγο και η αστοχία ήταν αναμενόμενη. Τα απαραίτητα στοιχεία δίνονται παρακάτω.



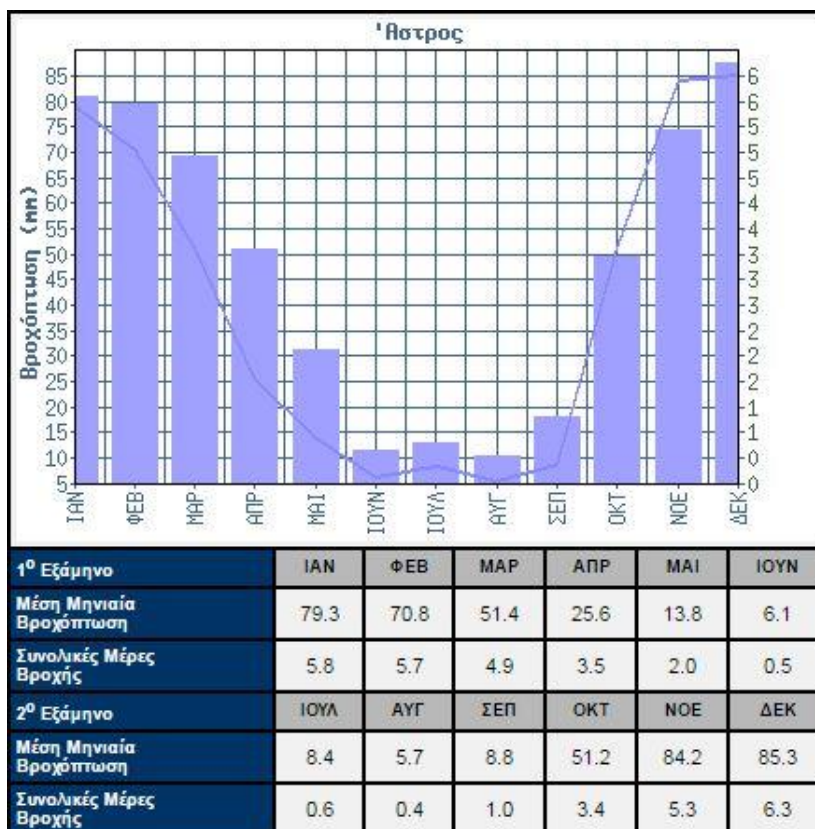
Εικόνα 9: Μέγιστα – Ελάχιστα - Διακύμανση Θερμοκρασίας.

[πηγή: Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία - <http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology.html>]



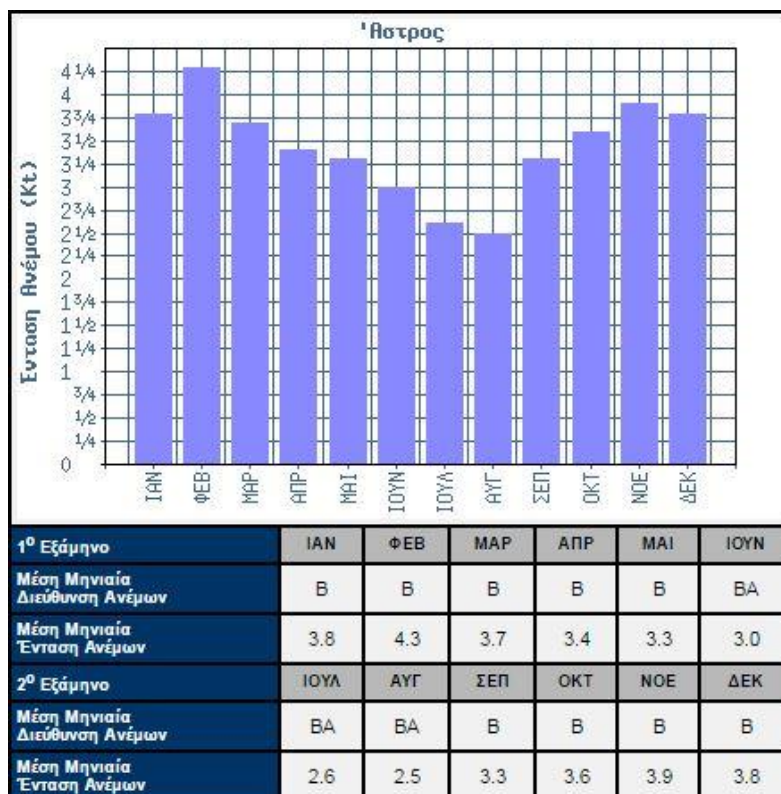
Εικόνα 10: Μέγιστα – Ελάχιστα - Διακύμανση Υγρασίας.

[πηγή: Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία - <http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology.html>]



Εικόνα 11: Μέγιστα – Ελάχιστα - Διακύμανση Τιμών Βροχόπτωσης.

[πηγή: Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία - <http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology.html>]



Εικόνα 12: Μέγιστα – Ελάχιστα - Διακύμανση Έντασης Ανέμου.

[πηγή: Ελληνική Μετεωρολογική Υπηρεσία - <http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology.html>]

3. Αστοχίες που προέκυψαν

3.1. Θερμομόνωση

Στον αρχικό σχεδιασμό δεν χρησιμοποιήθηκαν μεθοδολογίες ούτε κάποια στοιχεία-μελέτη της περιοχής με αποτέλεσμα να εντοπιστεί ένα πλήθος λαθών στην μελέτη της θερμομόνωσης. Στην πλειονότητα των τοίχων η μόνωση δεν επαρκούσε καθώς δεν πληρούσε τα ελάχιστα ή τα μέγιστα των κανονισμών (συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας, θερμοδιαφυγής, θερμικής μετάβασης, αντίστασης κλπ). Έτσι εντοπίστηκαν τα προβληματικά σημεία για βελτίωση.

3.2 Υγρομόνωση

Στο κομμάτι της υγρομόνωσης παρατηρήθηκαν εξίσου σημαντικά λάθη. Υπήρξε κίνδυνος για δημιουργία υγρασίας στις τοιχοποιίες, ο οποίος επαληθεύτηκε εν μέρει.

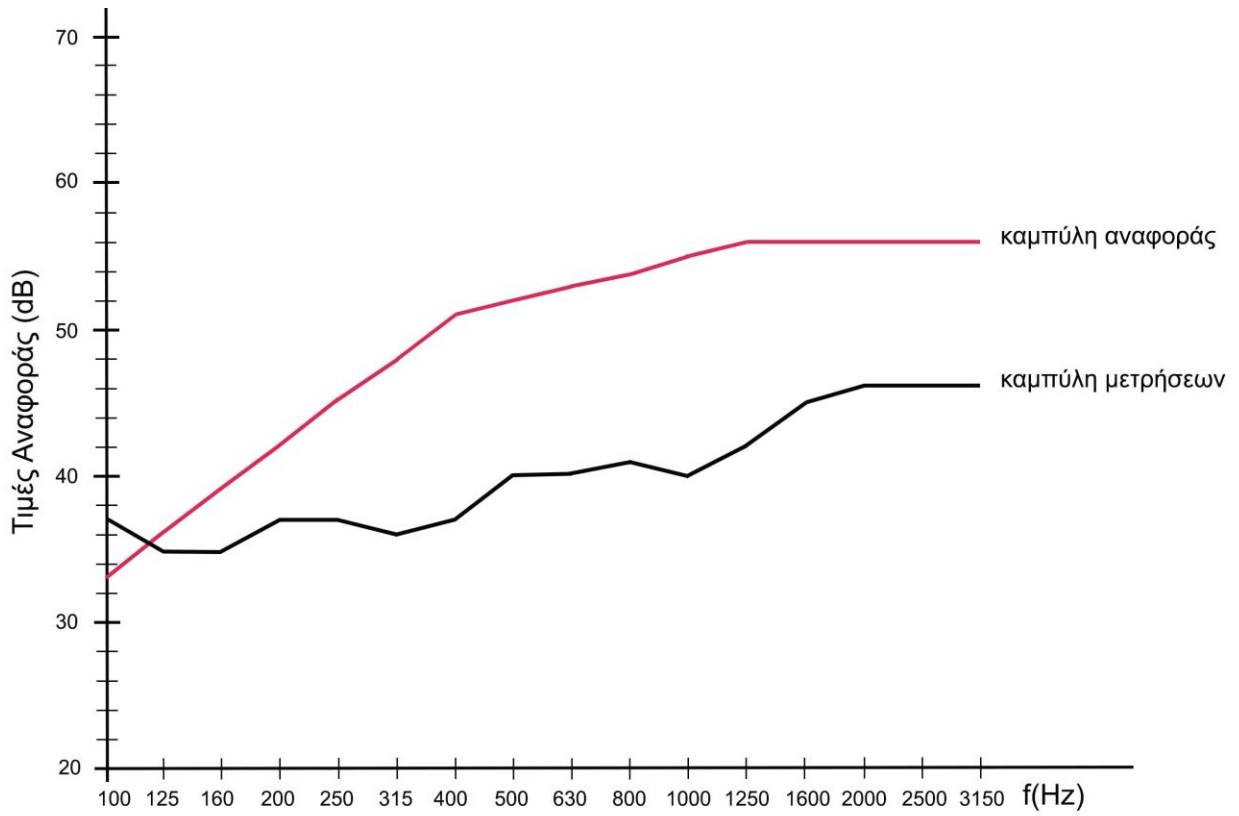
3.3 Ηχομόνωση

Παρά το γεγονός πως και σε αυτή την περίπτωση μόνωσης δεν είχε γίνει ιδιαίτερη μελέτη στο αρχικό σχέδιο τα αποτελέσματα του ελέγχου ήταν ικανοποιητικά.

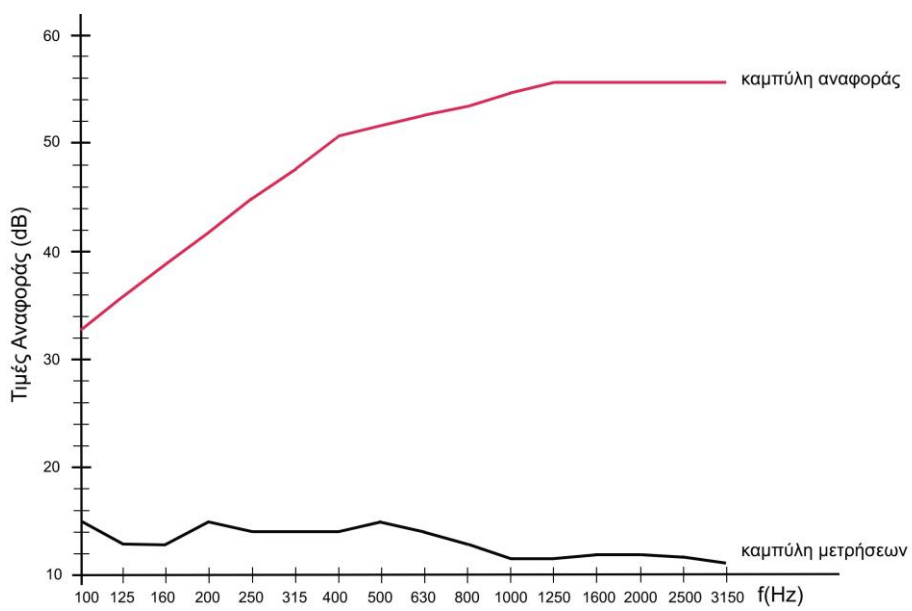
Για παράδειγμα ο τοίχος 5 που είχε ικανοποιητικές τιμές προστασίας στον αερόφερτο ήχο (Εικόνα 13) και σωστές τιμές ανάφοράς (Εικόνα 14), ενώ όταν δεν ήταν σωστή η δυσμενής απόκλιση όπως πχ στον τοίχο 12 (Εικόνα 15), με μία μικρή μετατόπιση της καμπύλης αναφοράς και μεταβολή του σταθμισμένου δείκτη ηχομείωσης, πληρούσε τα κριτήρια (με μικρό αρνητικό περιθώριο ηχομόνωσης).

f	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L ₁ dB	80	78	77	77	76	75	75	76	74	74	73	73	74	73	72	70
L ₂ dB	43	44	43	41	40	40	39	37	35	34	34	32	30	28	27	25
T _R sec	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
D dB	36	34	34	36	36	35	36	39	39	40	39	41	44	45	45	45
10log S/A dB	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
R' _{c,α} π dB	37,6	35,6	35,6	37,6	37,6	36,6	37,6	40,6	40,6	41,6	40,6	42,6	45,6	46,6	46,6	46,6
R' dB	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Εικόνα 13: Προστασία στον αερόφερτο ήχο – τοίχος 5



Εικόνα 14: Τιμές αναφοράς Τοίχου 5



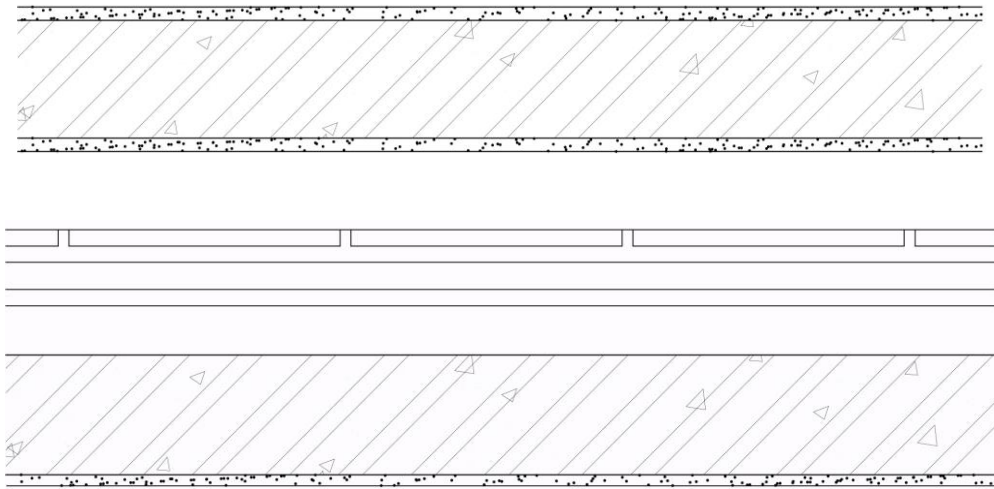
Εικόνα 15: Τιμές αναφοράς Τοίχου 12

Έτσι κρίθηκε ικανοποιητική η ηχομόνωση και δεν προτάθηκε κάποια αλλαγή.

4. Μηχανισμοί διόρθωσης

4.1 Θερμομόνωση

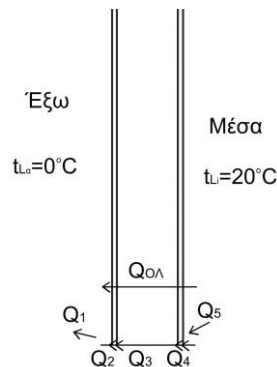
Κατά τον έλεγχο εντοπίστηκαν τα προβληματικά σημεία και στην 2^η φάση (βελτίωση της κατασκευής) διορθώθηκαν. Δεν είχαν τηρηθεί οι δείκτες που με νέους υπολογισμούς, δημιούργησαν συνθήκες θερμικής άνεσης ενώ υπήρχαν βασικές ελλείψεις. Χαρακτηριστικότερη η έλλειψη μονωτικών στρώσεων και η τοποθέτηση επιπλέον αναγκαίων υλικών ή η διεύρυνση άλλων (πχ μεγαλύτερο πάχος σοβά). Ενδεικτικά:



Εικόνα 16: Τομή δώματος στο αρχικό σχέδιο και στην βελτιωμένη εκδοχή

4.2 Υγρομόνωση

Με την νέα μελέτη και τα πρόσθετα υλικά δημιουργήθηκαν νέα δεδομένα για την υγρομόνωση της κατοικίας. Η χρήση των κλιματικών δεδομένων και τα αποτελέσματα των υπολογισμών και των πινάκων συνέβαλλαν στην πλήρη κατανόηση των προβλημάτων (Εικόνα 17). Έτσι με κατάλληλα διαγράμματα εντοπίστηκαν τα προβλήματα υγρασίας και υγροποίησης υδρατμών.

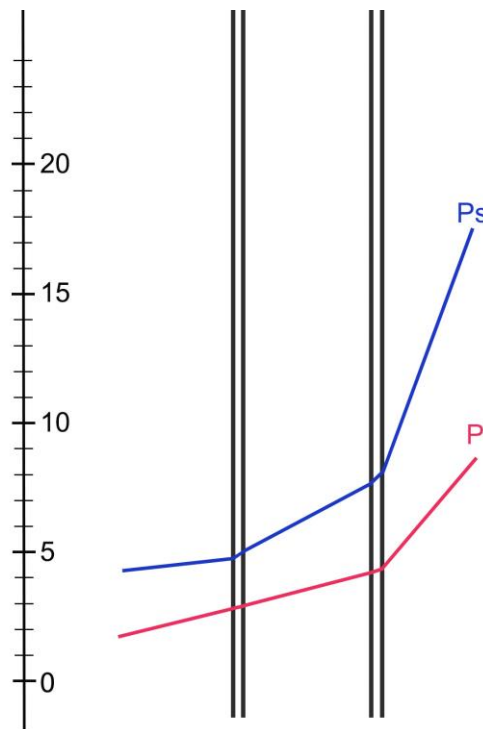


Εικόνα 17: Η ροή της θερμότητας στο σκυρόδεμα (αρχικά)

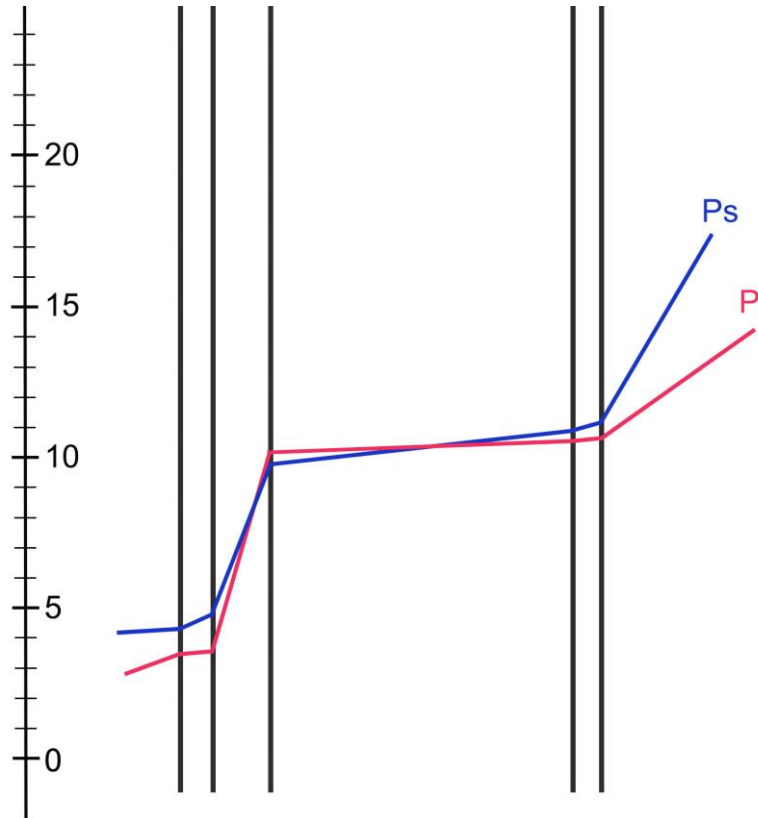
Έτσι με κατάλληλους τύπους στους πίνακες Υδρατμών (Εικόνα 18) προέκυψαν και αντίστοιχα διαγράμματα που επαλήθευσαν την παρουσία (Εικόνα 20) ή μη (Εικόνα 19) υδρατμών μέσα στην κατασκευή και την ανάγκη χρήσης φράγματος υδρατμών.

Στρώσεις	T	Ps _n (από πίνακα 4)	ΔP	P _n
Εξωτερικός αέρας	$t_{L\alpha} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_{\alpha} = 4,58$		2,977
Εξωτερικός σοβάς	$t_1 = 0,91\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_1 = 4,78$	0,0065	2,977
	$t_2 = 1,36\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_2 = 4,99$		2,983
Τοιχοποιία	$t_2 = 1,36\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_2 = 4,99$	1,187	2,983
	$t_3 = 7,29\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_3 = 7,73$		4,17
Εσωτερικός σοβάς	$t_3 = 7,29\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_3 = 7,73$	0,0207	4,17
	$t_4 = 7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_4 = 8,02$		4,19
Εσωτερικός αέρας	$t_{Li} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$Ps_i = 17,53$		8,765

Εικόνα 18: Πίνακας τιμών για το σκυρόδεμα (B)



Εικόνα 19: Διάγραμμα τάσεων για το B
οι γραμμές δεν τέμνονται → δεν σχηματίζεται υγρασία → δεν χρειάζεται φράγμα



Εικόνα 20: Διάγραμμα τάσεων για το A
οι γραμμές τέμνονται → σχηματίζεται υγρασία → χρειάζεται φράγμα υδρατμών

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αν και η παρουσίαση της μελέτης ήταν σύντομη με λίγες συγκεκριμένες αναφορές -στο παράρτημα υπάρχουν όλα τα βήματα, με περισσότερα γραφήματα και επεξηγήσεις-, είναι προφανής η ανάγκη βελτίωσης και διόρθωσης. Ίσως το παράδειγμα του κτιρίου να ήταν αναμενόμενο να έχει προβλήματα ως συμβατική κατασκευή μικρού έτους και άλλης κατεύθυνσης. Όμως είναι ένα καλό παράδειγμα για τις πολλές παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνει υπόψιν ο αρχιτέκτονας και την μελέτη που οφείλει να πραγματοποιεί πριν από κάθε κατασκευή. Μπορεί η μελέτη να επαναληφθεί αν αλλάξουν τα δεδομένα, όπως συνέβη και στην περίπτωση αυτή (πχ νέα υλικά → επανέλεγχος) αλλά είναι αναγκαία για την επιβίωση του κτιρίου και την άνεση και ασφάλεια των ενοίκων του.

Τέλος, αν και δεν έγινε ιδιαίτερη αναφορά μέσα στο τεύχος, έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον οι τιμές των ενεργειακών επιδράσεων των υλικών και πως με τις σωστές επιλογές μπορούμε να θωρακίσουμε το κτίριό μας φροντίζοντας το περιβάλλον, εναρμονίζοντας κατά μία έννοια κατασκευή και υλικά με αυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τουλιάτος Π., Τεχνικά Υλικά - Τόμος , Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005.
2. Εφεσίου Ε., Π. Τουλιάτος και Γ.-Φ. Σαργέντης, *Τίτλος άρθρου σε περιοδικό*, Περιοδικό Τεχνικά Χρονικά, τεύχος 25, σελ. 34-65, Αθήνα 2013.
3. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), [Online] Available, <http://www.cres.gr>, (πρόσβαση: 12 Απριλίου 2015).
4. Ένθετο Τεχνικού Επιμελητηρίου (ΤΕΕ), online available <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-2-Final-%D4%C5%C5....pdf> (πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2016).
5. Σχολή Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ, online <http://arch.ntua.gr> (διαφάνειες μαθήματος)

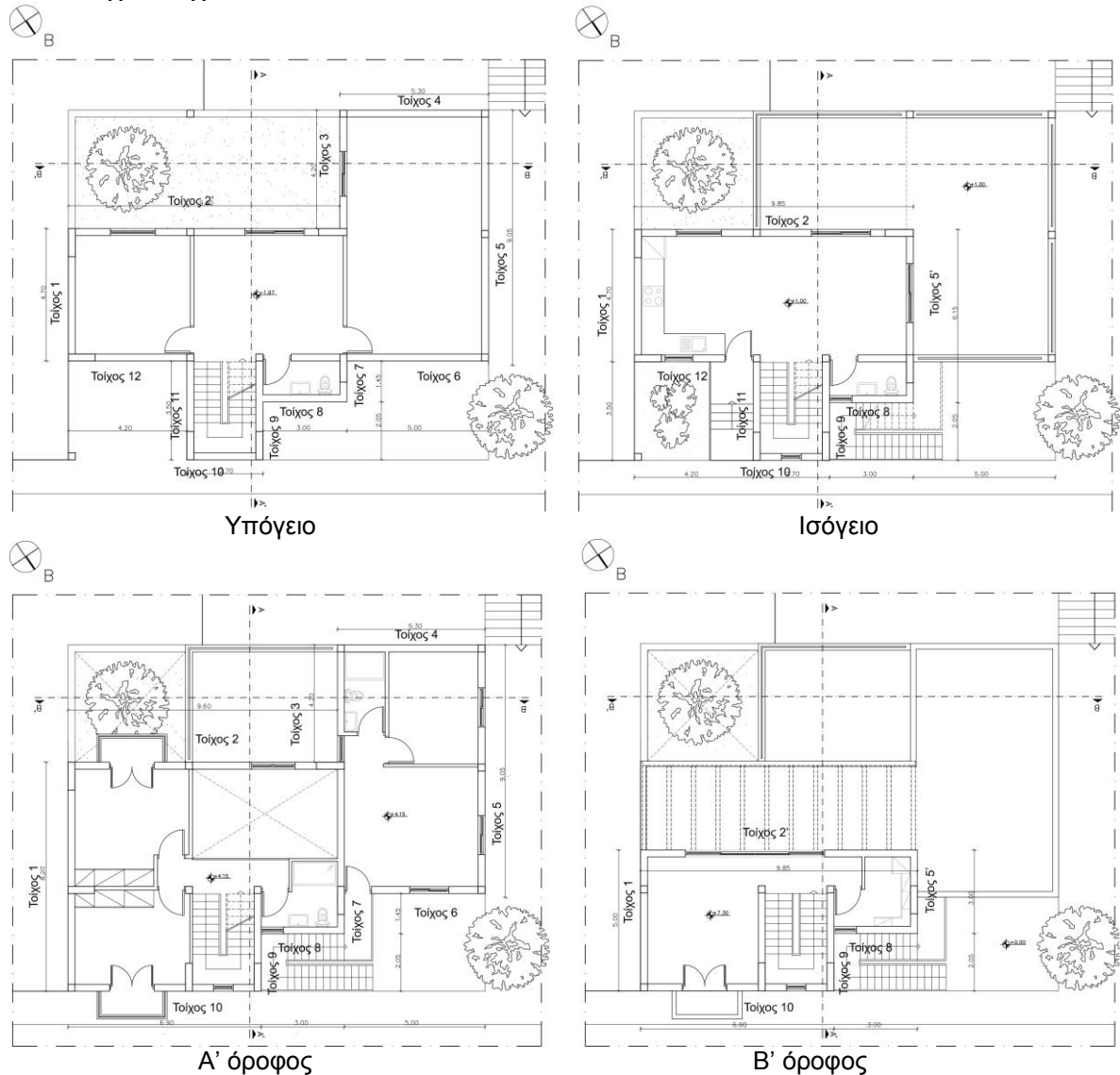
**η πλειονότητα των βιβλιογραφικών αναφορών βρίσκονται στα αντίστοιχα κομμάτια στο παράρτημα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΣΧΕΔΙΑ

Μελέτη Θερμο-Υγρα-Ηχομόνωσης

Μελέτη Θερμομόνωσης

Αντιστοιχία Τοίχων



Καθώς η θερμότητα έχει συγκεκριμένες οδούς διαφυγής μέσα από τα τοιχώματα (ΦΟ-σκυρόδεμα, τοιχοποιία, κουφώματα) ορίζουμε Α την περιοχή του οπλισμένου σκυροδέματος, Β την περιοχή της τοιχοποιίας και Γ το εμβαδόν των κουφωμάτων (αν υπάρχουν ανά περίπτωση) και προκύπτει η μελέτη των τοίχων. (με διακεκομμένη γραμμή φαίνεται ο ΦΟ)

Τοίχος 1

$$S_A = 21,21 \text{ m}^2$$

$$S_B = 88,48 - 21,21 = 67,27 \text{ m}^2$$

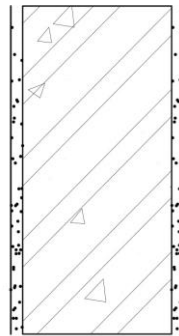
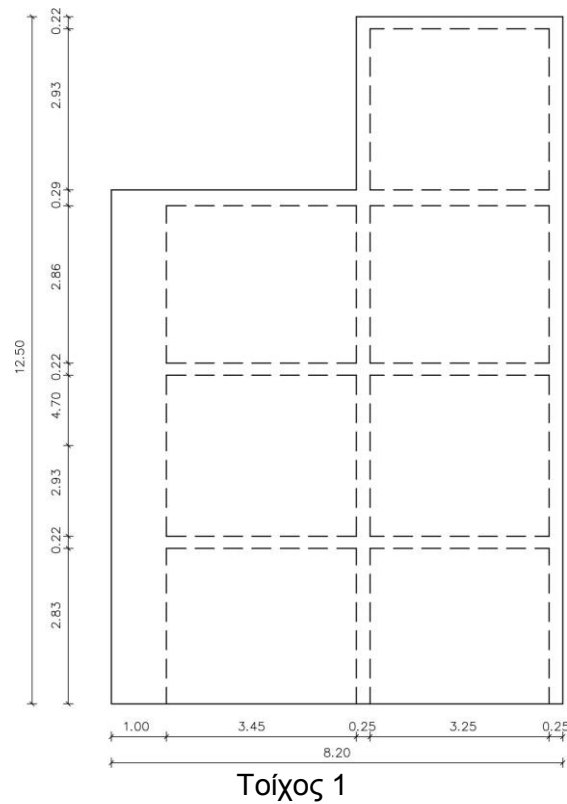
$$S_{ΟΛ} = 88,48 \text{ m}^2$$

Δεν υπάρχει κούφωμα.

$$\Lambda_{\text{τοιχίου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B$$

$$P_A = S_A / S_{\text{ολ}} = 21,21 / 88,48 = 0,24 = 24\%$$

$$P_B = S_B / S_{\text{ολ}} = 67,27 / 88,48 = 0,76 = 76\%$$



d1 d2 d3

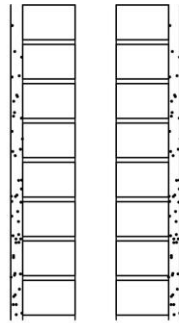
Τομή στο οπλ. Σκυρόδεμα (Α)

Εξωτερικό επίχρισμα d1= 0,02 m , λ1= 0,95 W/mK (από πίνακα)

Οπλισμένο σκυρόδεμα d2= 0,25 m , λ2= 2,00 W/mK (από πίνακα)

Εσωτερικό επίχρισμα d3= 0,02 m , λ3= 0,70 W/mK (από πίνακα)

$$\text{Έτσι } 1/\Lambda_A = d1/\lambda1 + d2/\lambda2 + d3/\lambda3 = 0,02/0,95 + 0,25/2,00 + 0,02/0,70 = 0,21 + 0,125 + 0,285 = 0,62 \Leftrightarrow \Lambda_A = 1/0,62 = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$$



d1 d2 d3
Τομή στην τοιχοποιία (B)

Εξωτερικό επίχρισμα d1= 0,02 m , λ1= 0,95 W/mK (από πίνακα)

Λιθοδομή d2= 0,25 m, λ2= 0,90 W/mK (από πίνακα)

Εσωτερικό επίχρισμα d3= 0,02 m , λ3= 0,70 W/mK (από πίνακα)

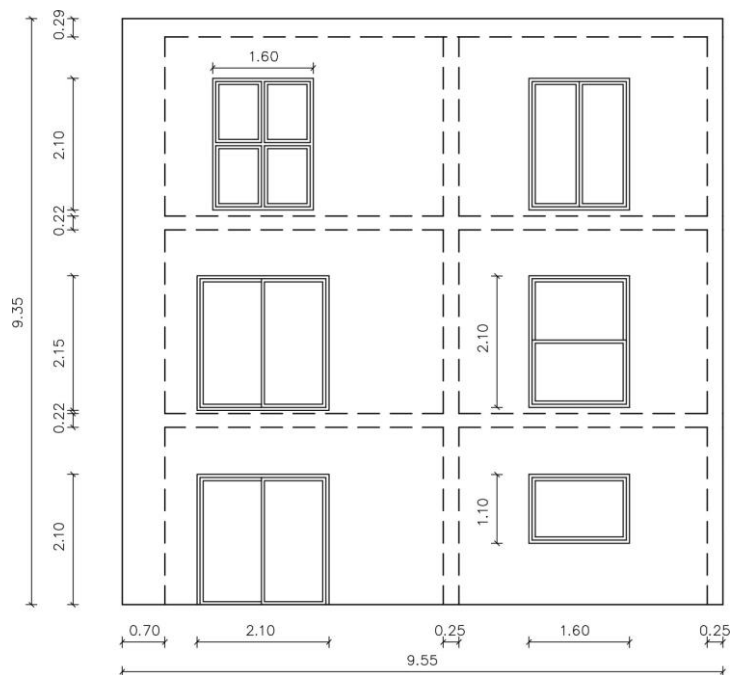
$$\text{Έτσι } 1/\Lambda_B = d1/\lambda1 + d2/\lambda2 + d3/\lambda3 = 0,02/0,95 + 0,25/0,90 + 0,02/0,70 = 0,21 + 0,27 + 0,285 = 0,765 \Leftrightarrow \Lambda_B = 1/0,765 = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Άρα } \Lambda_{\text{τοιχίου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,24 * 1,61 + 0,76 * 1,3 = 0,39 + 0,98 = 1,37 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/ K_{\text{τοιχίου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοιχίου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K, } \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,37 + 1/23,26 = 0,12 + 0,73 + 0,43 = 1,28 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοιχίου}} = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Από πίνακα K_{\max} όλων των κλιματολογικών ζωνών (Τεχνικά Υλικά, σελ 14, Τόμος 2 και αντίστοιχος παρουσίασης pdf), προκύπτει $K_{\max} = 0,7$ άρα $K_{\text{τοιχίου}} = 0,78 > 0,7 = K_{\max}$
Ο τοίχος δεν παρέχει επαρκή θερμομόνωση.

Τοίχος 2



Τοίχος 2

$$S_{O\Lambda} = 89,29 \text{ m}^2$$

$$S_A = 10,80 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 2,10 \cdot 2,10 + 2,10 \cdot 2,15 + 2,10 \cdot 1,60 \cdot 3 + 1,10 \cdot 1,60 = 4,41 + 4,51 + 10,08 + 1,76 = 20,76 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 89,29 - (10,80 + 20,76) = 57,73 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 20,76/89,29 = 0,24 = 24\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A/S_{O\Lambda} = 10,80/89,29 = 0,13$, $P_B = S_B/S_{O\Lambda} = 57,73/89,29 = 0,67$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,13 \cdot 1,61 + 0,67 \cdot 1,3 = 0,21 + 0,87 = 1,08 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1/\Lambda_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,08 + 1/23,26 = 0,12 + 0,93 + 0,43 = 1,48 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow \Lambda_{\text{τοίχου}} = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 \text{ (από πίνακα ανέμων)} \cdot V(t_{Li} - t_{La}) \text{ (όπου } V = V_L \cdot l \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 89,29 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 68,53 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 20,76 \text{ m}^2$$

$$l = 18 \cdot 2,10 + 10 \cdot 1,60 + 3 \cdot 2,15 + 2 \cdot 1,1 = 20,1 + 16 + 6,45 + 2,2 = 44,75 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} \cdot K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 68,53 \cdot 0,67 \cdot (20-6) = 642,81 \text{ W}$ (6 ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες)

λτζαμιού: $0,75 \text{ W/mK}$ (από πίνακα) $\Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dtζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Άρα $1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 20,76 \cdot 0,816 \cdot 14 = 31,53 \text{ W}$

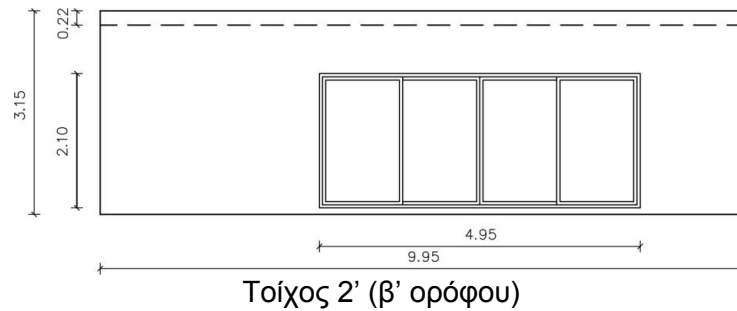
$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 \cdot 0,4 \cdot 44,75 \cdot 14 = 31,504 \text{ W}$$

Άρα $Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 642,81 + 31,53 + 31,504 = 705,844 \text{ W}$

άρα $K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda}/F_{O\Lambda} \cdot (t_{Li} - t_{La}) = 705,844/89,29 \cdot 14 = 705,844/1250,06 = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$

$K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55$ (Τεχνικά Υλικά, πίνακας 2 σελ 27, Τόμος 2)

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋθέσεις θερμομόνωσης.



$$S_{O\Lambda} = 31,34 \text{ m}^2$$

$$S_A = 2,19 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 2,10 * 4,95 = 10,40 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 31,34 - (2,19 + 10,40) = 18,75 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 10,40/31,34 = 0,33 = 33\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 2,19/31,34 = 0,07$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 18,75 / 31,34 = 0,598$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,07 * 1,61 + 0,598 * 1,3 = 0,13 + 0,78 = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/0,91 + 1/23,26 = 0,12 + 1,099 + 0,43 = 1,65 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) * V(t_{Li} - t_{La}) \quad (\text{όπου } V = V_L * I \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 31,34 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 20,94 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 10,40 \text{ m}^2$$

$$I = 2 * 4,95 + 5 * 2,10 = 9,9 + 10,5 = 20,4 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} * \text{m}$$

$$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} * K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 20,94 * 0,61 * (20 - 6) = 178,83 \text{ W} \quad (6 \text{ ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες})$$

$$\text{λτζαμιού: } 0,75 \text{ W/mK (από πίνακα)} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dτζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Άρα } 1 / K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 10,40 * 0,816 * 14 = 118,81 \text{ W}$$

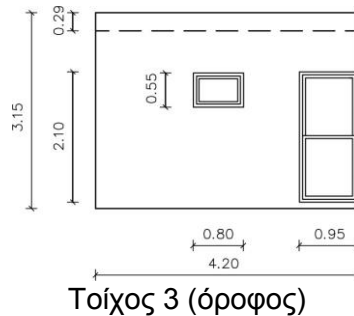
$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 * 0,4 * 20,4 * 14 = 50,27 \text{ W}$$

$$\text{Άρα } Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 178,83 + 118,81 + 50,27 = 347,91 \text{ W}$$

$$\text{άρα } K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda} / F_{O\Lambda} * (t_{Li} - t_{La}) = 347,91 / 31,34 * 14 = 347,91 / 438,76 = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55$ (Τεχνικά Υλικά, πίνακας 2 σελ 27, Τόμος 2)

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Τοίχος 3

$$S_{O\Lambda} = 13,23 \text{ m}^2$$

$$S_A = 1,22 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 0,55 \cdot 0,80 + 0,95 \cdot 2,10 = 2,92 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 13,23 - (1,22 + 2,92) = 14,93 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 2,92/13,23 = 0,22 = 22\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 1,22/13,23 = 0,092$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 14,93 / 13,23 = 1,128$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,092 \cdot 1,61 + 1,128 \cdot 1,3 = 1,659 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1/K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,659 + 1/23,26 = 0,072 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 13,89 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) \cdot V(t_{Li} - t_{La}) \quad (\text{όπου } V = V_L \cdot l \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 13,23 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 16,15 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 2,92 \text{ m}^2$$

$$l = 2 \cdot 0,55 + 2 \cdot 0,80 + 2 \cdot 0,95 + 2 \cdot 2,10 = 13,138 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} \cdot K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 16,15 \cdot 13,89 \cdot (20 - 6) = 3140,529 \text{ W} \quad (6 \text{ ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες})$$

$$\text{λτζαμιού: } 0,75 \text{ W/mK (από πίνακα)} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dtζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Άρα } 1/K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 2,92 \cdot 0,816 \cdot 14 = 33,35 \text{ W}$$

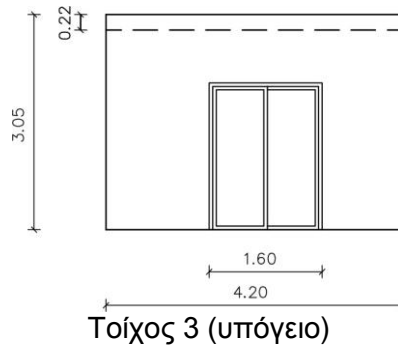
$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 \cdot 0,4 \cdot 13,89 \cdot 14 = 34,22 \text{ W}$$

$$\text{Άρα } Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 3140,529 + 33,35 + 34,22 = 3208,099 \text{ W}$$

$$\text{άρα } K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda}/F_{O\Lambda} \cdot (t_{Li} - t_{La}) = 3208,099 / 13,23 \cdot 14 = 3394,81 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$K_{\text{ισοδυναμο}} > K_{\text{max}} = 1,55 \text{ (Τεχνικά Υλικά, πίνακας 2 σελ 27, Τόμος 2)}$$

Άρα ο τοίχος δεν πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.



$$S_{O\Lambda} = 12,81 \text{ m}^2$$

$$S_A = 0,924 \text{ m}^2$$

$$S_\Gamma = 3,36 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_\Gamma) = 12,81 - (0,924 + 3,36) = 8,526$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_\Gamma / F_{O\Lambda} = 3,26 / 12,81 = 0,254 = 25\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 0,924 / 12,81 = 0,072$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 8,526 / 12,81 = 0,665$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,072 * 1,61 + 0,665 * 1,3 = 0,16 + 0,86 = 1,02 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,02 + 1/23,26 = 0,123 + 0,98 + 0,043 = 1,533 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,652 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) * V(t_{Li} - t_{La}) \text{ (όπου } V = V_L * l \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_\Gamma = 12,81 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 7,88 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_\Gamma = 3,36 \text{ m}^2$$

$$l = 2 * 1,6 + 2 * 2,10 = 3,2 + 4,20 = 7,40 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} * \text{m}$$

$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} * K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 7,88 * 0,652 * (20 - 6) = 71,93 \text{ W}$ (6 ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες)

λτζαμιού: $0,75 \text{ W/mK}$ (από πίνακα) $\Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dtζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Άρα $1 / K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$

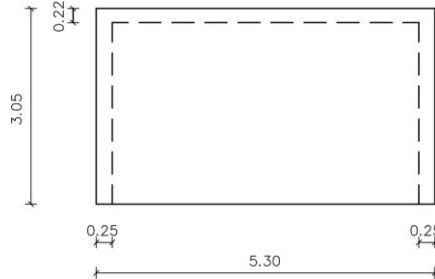
$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 3,36 * 0,816 * 14 = 38,385 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 * 0,4 * 7,40 * 14 = 18,234 \text{ W}$$

Άρα $Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 3140,529 + 38,385 + 18,234 = 3208,099 \text{ W}$

Άρα $K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda} / F_{O\Lambda} * (t_{Li} - t_{La}) = 3208,099 / 12,81 * 14 = 17,89 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $K_{\text{ισοδυναμο}} > K_{\text{max}} = 1,55$ (Τεχνικά Υλικά, πίνακας 2 σελ 27, Τόμος 2)
 Άρα ο τοίχος δεν πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Τοίχος 4



$$S_{O\Lambda} = 16,165 \text{ m}^2$$

$$S_B = 4,80 * 2,83 = 13,584 \text{ m}^2$$

$$S_A = S_{O\Lambda} - S_B = 2,581 \text{ m}^2$$

Δεν υπάρχει κούφωμα.

$$\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B$$

$$P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 2,581 / 16,165 = 0,16 = 16\%$$

$$P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 13,584 / 16,165 = 0,84 = 84\%$$

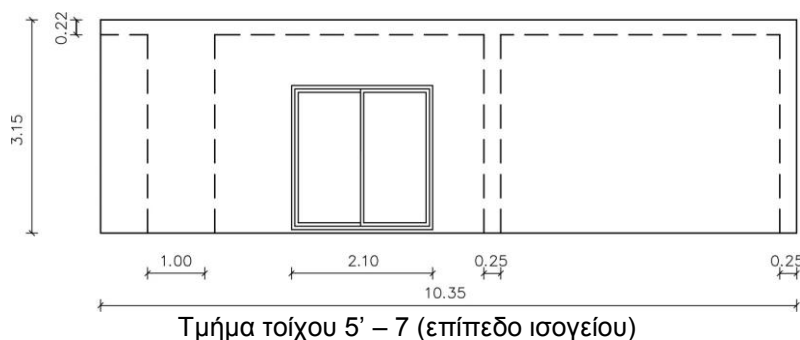
Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\text{Άρα } \Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,16 * 1,61 + 0,84 * 1,3 = 0,258 + 1,092 = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1 / \alpha_i + 1 / \Lambda_{\text{τοίχου}} + 1 / \alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1 / 8,14 + 1 / 1,35 + 1 / 23,26 = 0,12 + 0,74 + 0,43 = 1,29 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Από πίνακα K_{max} όλων των κλιματολογικών ζωνών (Τεχνικά Υλικά, σελ 14, Τόμος 2 και αντίστοιχος παρουσίασης pdf), προκύπτει $K_{\text{max}} = 0,7$ άρα $K_{\text{τοίχου}} = 0,77 > 0,7 = K_{\text{max}}$
 Ο τοίχος δεν παρέχει επαρκή θερμομόνωση.

Τοίχος 5



$$S_{O\Lambda} = 32,63 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 4,41 \text{ m}^2$$

$$S_A = 7,275 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 32,63 - (7,275 + 4,41) = 20,945 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 4,41/32,63 = 0,134 = 13\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 7,275 / 32,63 = 0,223$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 20,945 / 32,63 = 0,642$
 Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,223 * 1,61 + 0,642 * 1,3 = 0,359 + 0,835 = 1,194 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a$ (Τεχνικά Υλικά, πίνακας σελ 15, Τόμος 2: $\alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 $= 1/8,14 + 1/1,194 + 1/23,26 = 0,123 + 0,838 + 0,43 = 1,391 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow$
 $K_{\text{τοίχου}} = 0,719 \text{ W/m}^2\text{K}$

$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$
 $Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$
 $Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$
 $Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44$ (από πίνακα ανέμων) * $V(t_{Li} - t_{La})$ (όπου $V = V_L * I \text{ m}^3$)

$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 32,63 \text{ m}^2$
 $F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 28,22 \text{ m}^2$
 $F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 4,41 \text{ m}^2$
 $I = 5 * 2,10 = 10,50 \text{ m}$, $V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} * \text{m}$

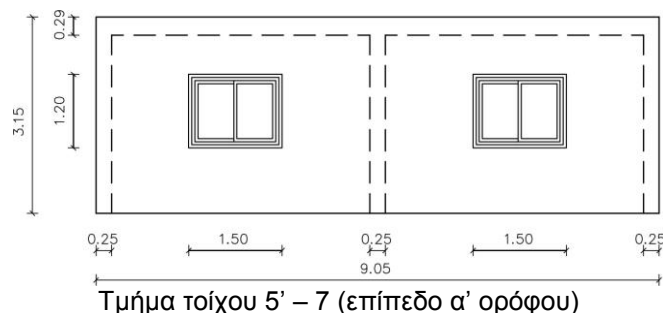
$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} * K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 28,22 * 0,719 * (20 - 6) = 284,06 \text{ W}$ (6 ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες)

λτζαμιού: $0,75 \text{ W/mK}$ (από πίνακα) $\Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dtζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Άρα $1 / K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 4,41 * 0,816 * 14 = 50,38 \text{ W}$
 $Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 * 0,4 * 10,50 * 14 = 25,87 \text{ W}$

Άρα $Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 284,06 + 50,38 + 25,87 = 360,31 \text{ W}$
 άρα $K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda} / F_{O\Lambda} * (t_{Li} - t_{La}) = 360,31 / 32,63 * 14 = 360,31 / 456,82 = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55$ (Τεχνικά Υλικά, από πίνακα 2 σελ 27, Τόμος 2)
 Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.



$S_{O\Lambda} = 28,51 \text{ m}^2$

$S_{\Gamma} = 2 * 1,50 * 1,20 = 3,60 \text{ m}^2$

$S_A = 0,25 * 3,15 * 3 + 8,30 * 0,29 = 2,362 + 2,401 = 4,763 \text{ m}^2$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 28,51 - (4,763 + 3,60) = 20,147 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 3,60/28,51 = 0,126 = 12,6\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 4,763 / 28,51 = 0,167$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 20,147 / 28,51 = 0,707$
 Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,167 * 1,61 + 0,707 * 1,3 = 0,269 + 0,92 = 1,189 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1 / \alpha_i + 1 / \Lambda_{\text{τοίχου}} + 1 / \alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,189 + 1/23,26 = 0,123 + 0,841 + 0,043 = 1,007 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,993 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} * K_{\text{ισσοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ισσοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) * V(t_{Li} - t_{La}) \quad (\text{όπου } V = V_L * I \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 28,51 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 24,91 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 3,60 \text{ m}^2$$

$$I = 4 * 1,50 + 6 * 1,20 = 13,20 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} * \text{m}$$

$$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} * K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 24,91 * 0,993 * (20 - 6) = 340,05 \text{ W} \quad (6 \text{ ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες})$$

$$\text{λτζαμιού: } 0,75 \text{ W/mK (από πίνακα)} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{δτζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Άρα } 1 / K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1 / \alpha_i + 1 / \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1 / \alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 3,60 * 0,816 * 14 = 41,33 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 * 0,4 * 13,20 * 14 = 32,52 \text{ W}$$

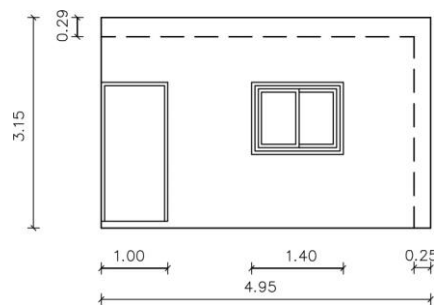
$$\text{Άρα } Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 340,05 + 41,33 + 32,52 = 413,90 \text{ W}$$

$$\text{άρα } K_{\text{ισσοδυναμο}} = Q_{O\Lambda} / F_{O\Lambda} * (t_{Li} - t_{La}) = 413,90 / (28,51 * 14) = 1,007 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$K_{\text{ισσοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55 \text{ (Τεχνικά Υλικά, από πίνακα 2 σελ 27, Τόμος 2)}$$

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Τοίχος 6



Τοίχος 6 (επίπεδο ορόφου)

$$S_{O\Lambda} = 15,59 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 1 \cdot 2,10 + 1,40 \cdot 1 = 2,10 + 1,40 = 3,50 \text{ m}^2$$

$$S_A = 0,25 \cdot 3,15 + 4,70 \cdot 0,29 = 0,79 + 1,36 = 2,15 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 15,59 - (2,15 + 3,50) = 9,94 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 3,50/15,59 = 0,22 = 22\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A/S_{O\Lambda} = 2,15/15,59 = 0,138$, $P_B = S_B/S_{O\Lambda} = 9,94/15,59 = 0,637$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,138 \cdot 1,61 + 0,637 \cdot 1,3 = 0,22 + 0,83 = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1/\Lambda_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,05 + 1/23,26 = 0,123 + 0,952 + 0,43 = 1,505 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow \Lambda_{\text{τοίχου}} = 0,664 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) \cdot V(t_{Li} - t_{La}) \quad (\text{όπου } V = V_L \cdot I \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 15,59 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 12,09 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 3,50 \text{ m}^2$$

$$I = 2 \cdot 2,10 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 1,40 + 3 \cdot 1,00 = 4,40 + 2 + 2,80 + 3 = 12,20 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} \cdot K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 12,09 \cdot 0,664 \cdot (20 - 6) = 112,39 \text{ W}$ (6 ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες)

λτζαμιού: $0,75 \text{ W/mK}$ (από πίνακα) $\Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{δτζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Άρα $1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 3,50 \cdot 0,816 \cdot 14 = 39,98 \text{ W}$$

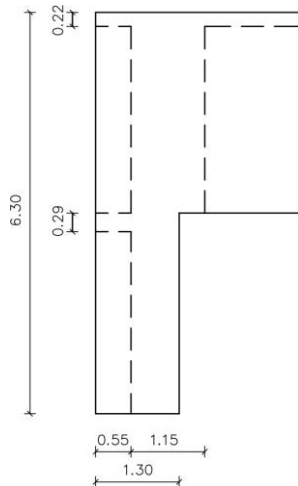
$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 \cdot 0,4 \cdot 12,20 \cdot 14 = 39,98 \text{ W}$$

Άρα $Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 112,39 + 39,98 + 39,98 = 192,35 \text{ W}$

άρα $K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda}/F_{O\Lambda} \cdot (t_{Li} - t_{La}) = 192,35 / (15,59 \cdot 14) = 192,35 / 218,26 = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$

$K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55$ (Τεχνικά Υλικά, από πίνακα 2 σελ 27, Τόμος 2)

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Τοίχος 7

Τοίχος 7 (επίπεδα ορόφων)

$$S_{O\Lambda} = 14,11 \text{ m}^2$$

$$S_A = 6,59 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - S_A = 7,52 \text{ m}^2$$

Δεν υπάρχει κούφωμα.

$$\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B$$

$$P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 6,59 / 14,11 = 0,47 = 47\%$$

$$P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 7,52 / 14,11 = 0,53 = 53\%$$

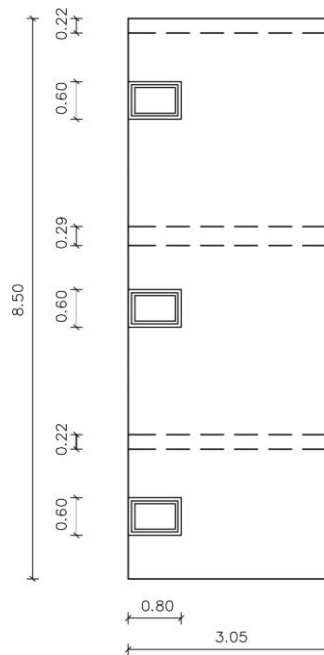
Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\text{Άρα } \Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,47 * 1,61 + 0,53 * 1,3 = 0,756 + 0,689 = 1,445 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1 / \alpha_i + 1 / \Lambda_{\text{τοίχου}} + 1 / \alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά , από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1 / 8,14 + 1 / 1,445 + 1 / 23,26 = 0,12 + 0,692 + 0,43 = 1,242 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Από πίνακα K_{max} όλων των κλιματολογικών ζωνών (Τεχνικά Υλικά , σελ 14, Τόμος 2 και αντίστοιχος παρουσίασης pdf), προκύπτει $K_{\text{max}} = 0,7$ άρα $K_{\text{τοίχου}} = 0,80 > 0,7 = K_{\text{max}}$

Ο τοίχος δεν παρέχει επαρκή θερμομόνωση.

Τοίχος 8

$$S_{O\Lambda} = 25,925 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 3 \cdot 0,80 \cdot 0,60 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$S_A = 2 \cdot 0,22 \cdot 3,05 + 0,29 \cdot 3,05 = 1,342 + 0,88 = 2,22 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 25,925 - (2,22 + 1,44) = 22,265 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 1,44 / 25,925 = 0,05 = 5\% < 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος δεν λαμβάνεται υπόψιν στα ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου, καθώς θεωρείται αμελητέα η διαρροή θερμότητας.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 2,22 / 25,925 = 0,085$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 22,265 / 25,925 = 0,859$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,085 \cdot 1,61 + 0,859 \cdot 1,3 = 0,137 + 1,116 = 1,235 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1/K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,235 + 1/23,26 = 0,123 + 0,81 + 0,43 = 1,363 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,734 \text{ W/m}^2\text{K}$

Από πίνακα K_{max} όλων των κλιματολογικών ζωνών (Τεχνικά Υλικά, σελ 14, Τόμος 2 και αντίστοιχος παρουσίασης pdf), προκύπτει $K_{\text{max}} = 0,7$ άρα $K_{\text{τοίχου}} = 0,734 > 0,7 = K_{\text{max}}$

Άρα ο τοίχος δεν καλύπτει της ανάγκες θερμομόνωσης.

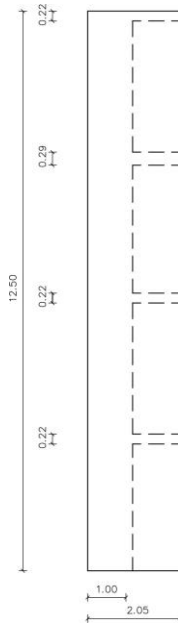
Τοίχος 9

$$S_{O\Lambda} = 25,625 \text{ m}^2$$

$$S_A = 12,50 + 1,05 \cdot 0,22 \cdot 2 + 1,05 \cdot 0,29 = 12,50 + 0,053 + 0,304 = 12,857 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - S_A = 25,625 - 12,857 = 12,768 \text{ m}^2$$

Δεν υπάρχει κούφωμα.



$$\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B$$

$$P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 12,857 / 25,625 = 0,502 = 50\%$$

$$P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 12,768 / 25,625 = 0,498 = 50\%$$

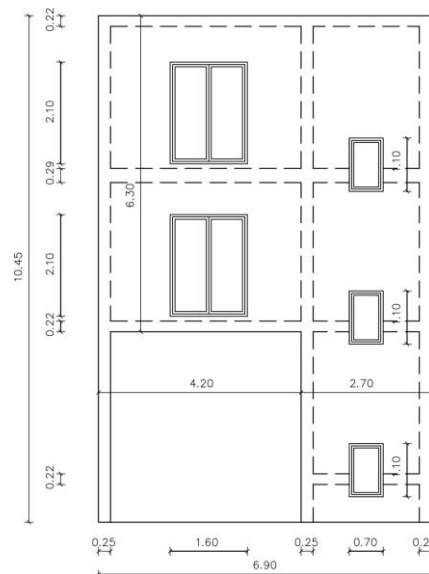
Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\text{Άρα } \Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,498 * 1,61 + 0,502 * 1,3 = 0,802 + 0,653 = 1,455 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1 / K_{\text{τοίχου}} = 1 / \alpha_i + 1 / \Lambda_{\text{τοίχου}} + 1 / \alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά , από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1 / 8,14 + 1 / 1,455 + 1 / 23,26 = 0,12 + 0,687 + 0,43 = 1,237 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,808 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Από πίνακα K_{max} όλων των κλιματολογικών ζωνών (Τεχνικά Υλικά , σελ 14, Τόμος 2 και αντίστοιχος παρουσίασης pdf), προκύπτει $K_{\text{max}} = 0,7$ άρα $K_{\text{τοίχου}} = 0,808 > 0,7 = K_{\text{max}}$
Ο τοίχος δεν παρέχει επαρκή θερμομόνωση.

Τοίχος 10



$$S_{O\Lambda} = 6,90 * 10,45 - 16,52 = 72,105 - 16,52 = 55,58 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 2 \cdot 2,10 \cdot 1,60 + 3 \cdot 0,70 \cdot 1,10 = 6,72 + 2,31 = 9,03 \text{ m}^2$$

$$S_A = (3 \cdot 0,25 \cdot 10,45 + 3 \cdot 0,22 \cdot 2,2 + 2,2 \cdot 0,29 + 2 \cdot 0,22 \cdot 3,70 + 0,29 \cdot 3,70 = 7,84 + 1,45 + 0,64 + 1,63 + 1,07) - 0,25 \cdot 4,25 = 12,63 - 1,06 = 11,57 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 55,82 - (11,57 + 9,03) = 35,22 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 9,03 / 55,82 = 0,16 = 16\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$\text{Και } P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 11,57 / 55,82 = 0,207, P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 35,22 / 55,82 = 0,631$$

$$\text{Άρα } \Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,207 \cdot 1,61 + 0,631 \cdot 1,3 = 0,333 + 0,82 = 1,153 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/ K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά, από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,153 + 1/23,26 = 0,123 + 0,867 + 0,43 = 1,42 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,704 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) \cdot V(t_{Li} - t_{La}) \quad (\text{όπου } V = V_L \cdot I \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 155,82 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 46,79 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 9,03 \text{ m}^2$$

$$I = 6 \cdot 2,20 + 4 \cdot 1,60 + 8 \cdot 1,10 + 6 \cdot 0,70 = 13,2 + 6,40 + 8,80 + 4,2 = 32,6 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} \cdot K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 46,79 \cdot 0,704 \cdot (20 - 6) = 461,16 \text{ W} \quad (6 \text{ ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες})$$

$$\text{λτζαμιού: } 0,75 \text{ W/mK (από πίνακα)} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dτζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Άρα } 1/ K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 9,03 \cdot 0,816 \cdot 14 = 103,16 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V(t_{Li} - t_{La}) = 0,44 \cdot 0,4 \cdot 32,6 \cdot 14 = 80,33 \text{ W}$$

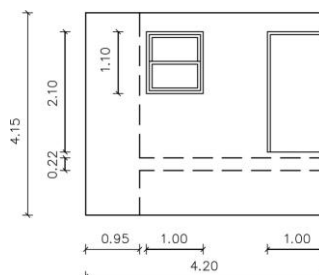
$$\text{Άρα } Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 461,16 + 103,16 + 80,33 = 644,65 \text{ W}$$

$$\text{άρα } K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda} / F_{O\Lambda} \cdot (t_{Li} - t_{La}) = 644,65 / (155,82 \cdot 14) = 644,65 / 2181,26 = 0,295 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55 \text{ (Τεχνικά Υλικά, από πίνακα 2 σελ 27, Τόμος 2)}$$

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Τοίχος 12



$$S_{O\Lambda} = 17,43 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 1 \cdot 2, 10 + 1 \cdot 1, 10 = 3, 20 \text{ m}^2$$

$$S_A = 4, 07 \text{ m}^2$$

$$S_B = S_{O\Lambda} - (S_A + S_{\Gamma}) = 17,43 - (4, 07 + 3, 20) = 10, 16 \text{ m}^2$$

Έλεγχος για τα κουφώματα: $F_{\Gamma}/F_{O\Lambda} = 3, 20 / 17,43 = 0,18 = 18\% > 10\%$ άρα το εμβαδόν του κουφώματος λαμβάνεται υπόψιν κατά τον προσδιορισμό των ποσοστών συμμετοχής των διαφορετικών στοιχείων του εξωτερικού τοίχου.

Έχουμε ίδιους τοίχους, έτσι προκύπτει από Τοίχο 1: $\Lambda_A = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\Lambda_B = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $P_A = S_A / S_{O\Lambda} = 4, 07 / 17,43 = 0,233$, $P_B = S_B / S_{O\Lambda} = 10, 16 / 17,43 = 0,583$

Άρα $\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,233 \cdot 1,61 + 0,583 \cdot 1,3 = 0,375 + 0,758 = 1,133 \text{ W/m}^2\text{K}$

$1/ K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = (\text{Τεχνικά Υλικά , από πίνακα σελ 15, Τόμος 2: } \alpha_i = 8,14 \text{ W/m}^2\text{K}, \alpha_a = 23,26 \text{ W/m}^2\text{K}) = 1/8,14 + 1/1,133 + 1/23,26 = 0, 123 + 0,883 + 0,43 = 1,436 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{τοίχου}} = 0,696 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{O\Lambda} = F_{O\Lambda} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{Li} - t_{La})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 (\text{από πίνακα ανέμων}) \cdot V(t_{Li} - t_{La}) \quad (\text{όπου } V = V_L \cdot I \text{ m}^3)$$

$$F_{O\Lambda} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 17,43 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 7, 27 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 3, 20 \text{ m}^2$$

$$I = 3 \cdot 1 + 1, 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2 + 2,10 \cdot 2 = 11, 40 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} \cdot K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}}(t_{Li} - t_{La}) = 7, 27 \cdot 0,696 \cdot (20 - 6) = 70, 84 \text{ W}$ (6 ελαχιστη τιμή θερμοκρασίας, από πίνακες)

λτζαμιού: $0,75 \text{ W/mK}$ (από πίνακα) $\Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \text{λτζαμιού}/\text{dτζαμιού} = 0,75/0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Άρα $1/ K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$

Και $Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ΚΟΥΦ}}(t_{Li} - t_{La}) = 3, 20 \cdot 0,816 \cdot 14 = 36, 56 \text{ W}$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V(t_{Li} - t_{La}) = 0, 44 \cdot 0,4 \cdot 11, 40 \cdot 14 = 28, 09 \text{ W}$$

Άρα $Q_{O\Lambda} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 70, 84 + 36, 56 + 28, 09 = 135, 49 \text{ W}$

άρα $K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{O\Lambda} / F_{O\Lambda} \cdot (t_{Li} - t_{La}) = 135, 49 / (17,43 \cdot 14) = 135, 49 / 244, 02 = 0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

$K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}} = 1,55$ (Τεχνικά Υλικά , από πίνακα 2 σελ 27, Τόμος 2)

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Μελέτη Δαπέδου

Γίνεται μελέτη δαπέδου του κατώτερου πατώματος.



Όπου το1 αντιστοιχεί σε τσιμεντόπλακες, με $d_1=0,03$ m και $\lambda_1=1,05$ W/mK (από διαφάνειες)
 το 2 σε τσιμεντοκονίαμα με $d_2=0,04$ m και $\lambda_2=1,4$ W/mK (από διαφάνειες)
 το 3 σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος με $d_3=0,20$ m και $\lambda_3=2$ W/mK (από διαφάνειες)

$$1/\Lambda_{\text{δαπέδου}}=d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 = 0,03/1,05 + 0,04/1,4 + 0,20/2 = 0,29 + 0,29 + 0,1 = 0,68 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Άρα } 1/K_{\text{δαπέδου}}=1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{δαπέδου}} + 1/\alpha_a$$

$1/\alpha_a=0$ καθώς δεν υπάρχει αέρας κάτω από δάπεδο (είμαστε στο κατώτερο)

$\alpha_i=5,81$ W/m²K καθώς έχουμε θερμική μεταβίβαση από πάνω προς τα κάτω (Τεχνικά Υλικά, σελ 15, Τόμος 2)

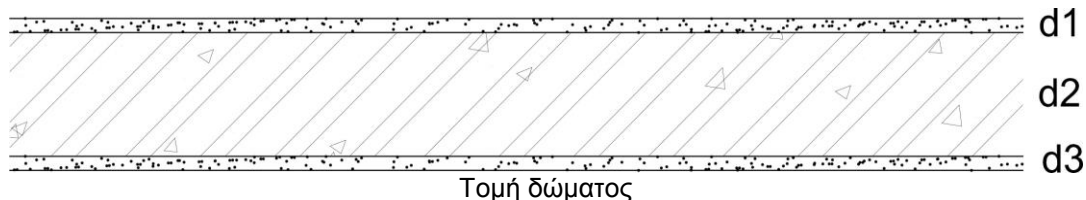
$$\text{Έτσι } 1/K_{\text{δαπέδου}}=1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{δαπέδου}} + 1/\alpha_a=1/5,81+0,68+0=0,17+0,68=0,85 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$K_{\text{δαπέδου}}=1/0,85=1,176 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Σύμφωνα με τον χάρτη κλιματικών ζωνών (από ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, σελ. 14) το Άστρος βρίσκεται στην Ζώνη Α και κατά τον ΚΕΝΑΚ (ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010, σελ. 57) το K_{max} για την περιοχή για την περίπτωση αυτή είναι 1,20. Άρα $K_{\text{max}}=1,20 > 1,176 = K_{\text{δαπέδου}}$

Άρα το δάπεδο πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Μελέτη Δώματος



Όπου το1 αντιστοιχεί στο εξωτερικό επίχρισμα με $d_1=0,025$ m και $\lambda_1=0,95$ W/mK (από διαφάνειες)
 το 2 σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος $d_2=0,20$ m και $\lambda_2=2,10$ W/mK (από διαφάνειες)
 το 3 σε στο εσωτερικό επίχρισμα με $d_3=0,025$ m και $\lambda_3=0,80$ W/mK (από διαφάνειες)

$$1/\Lambda_{\text{δώματος}}=d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 = 0,025/0,95 + 0,20/2,10 + 0,025/0,80 = 0,026 + 0,95 + 0,031 = 1,007 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$1/K_{\text{δώματος}}=1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{δώματος}} + 1/\alpha_a$$

$\alpha_i=8,14$ W/m²K καθώς έχουμε θερμική μεταβίβαση από κάτω προς τα πάνω (Τεχνικά Υλικά, σελ 15, Τόμος 2)

$\alpha_a=23,26$ W/m²K (Τεχνικά Υλικά, σελ 15, Τόμος 2)

$$\text{Έτσι } 1/K_{\text{δώματος}}=1/8,14 + 1/1,007 + 1/23,26 = 0,123 + 0,993 + 0,043 = 1,159 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$K_{\text{δώματος}}=1/1,159=0,863 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Σύμφωνα με τον χάρτη κλιματικών ζωνών (από ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, σελ. 14) το Άστρος βρίσκεται στην Ζώνη Α και κατά τον ΚΕΝΑΚ (ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010, σελ. 57) το K_{max} για την περιοχή για την περίπτωση αυτή είναι 0,60. Άρα $K_{\text{max}}=0,60 < 0,863 = K_{\text{δώματος}}$

Άρα το δώμα δεν πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Μελέτη Υγρομόνωσης

Από τις τιμές που δίνει ο πίνακας της σελίδας 14, του τόμου 2 των Τεχνικών Υλικών (και υπάρχει και στις σημειώσεις), για την ζώνη Α στην οποία είμαστε, πρέπει να έχουμε:

- Για εξωτερικούς τοίχους χωρίς παράθυρα $K_{max}= 0,7$
- Για εξωτερικούς τοίχους με παράθυρα $K_{max}= 3,00$
- Για δώμα $K_{max}= 0,5$
- Για δάπεδο $K_{max}= 3,00$

Ενδεικτικά για την κύρια κατοικία, καθώς είναι συμβατική κατασκευή, είναι αναμενόμενο να μην πληρούνται πλήρως οι απαιτήσεις.

Τοίχος 1: $K= 0,78$

Τοίχος 2: $K= 0,56$ (OK)

Τοίχος 5: $K= 0,79$

Τοίχος 7: $K= 0,79$

Τοίχος 8: $K= 0,73$

Τοίχος 9: $K= 0,80$

Τοίχος 10: $K= 0, 55$ (OK)

Δάπεδο: $K= 0,64$ (OK)

Δώμα: $K= 1,176$

Για την υγρομόνωση πρέπει να βρεθεί K_{max} ώστε στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου να μην δημιουργείται υγραποίηση. Από τ κλιματικά δεδομένα του Άστρους λαμβάνουμε τις τιμές:

$\Phi_i = 60\%$

$\Phi_a = 65\%$

$t_{Li} = 20^\circ\text{C}$

$t_{La} = 6^\circ\text{C}$

$t_{Lu} = 0^\circ\text{C}$

Από τον πίνακα 4 και το σχήμα 23 της σελίδας 35 του Τόμου 2 των Τεχνικών Υλικών (και στις διαφάνειες), βρίσκουμε ότι η θερμοκρασία υγραποίησης των υδρατμών για τις παραπάνω συνθήκες είναι $t_s = 8,5^\circ\text{C}$.

Άρα για τους εξωτερικούς τοίχους θα είναι: $K_{max} = \alpha_i(t_{Li} \cdot t_s) / (t_{Li} - t_{La}) = 4,681 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $\alpha_i = 8,14$

Για το δώμα: $K_{max} = \alpha_i(t_{Li} \cdot t_s) / (t_{Li} - t_{La}) = 4,681 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $\alpha_i = 8,14$

Για το δάπεδο: $K_{max} = \alpha_i(t_{Li} \cdot t_s) / (t_{Li} - t_{Lu}) = 66,815/14 = 4,773 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $\alpha_i = 5,81$

Για τους εξωτερικούς τοίχους $K_{max} = 4,681 \text{ W/m}^2\text{K}$

Για το τμήμα Α (σκυρόδεμα)

$1/K_A = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_A + 1/\alpha_a = 1/8,14 + 1/1,61 + 1/23,26 = 0,123 + 0,621 + 0,043 = 0,787 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $K_A = 1/0,787 = 1,27$

Άρα με αυτά τα δεδομένα γίνεται υγραποίηση των υδρατμών και πρέπει να βελτιωθεί η θερμομονωτική ικανότητα του τοίχου, μικραίνοντας το K_A ώστε να ισχύει $K_A < K_{max}$.

Για το στοιχείο Β (τοιχοποιία)

$1/K_B = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_B + 1/\alpha_a = 1/8,14 + 1/1,3 + 1/23,26 = 0,123 + 0,769 + 0,043 = 0,935 \text{ m}^2\text{K/W}$

$K_B=1/0,935=1,069 < K_{max}$ άρα αποφεύγεται η παραγωγή υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής.

Έτσι για το Β έχουμε

Στρώσεις	d	μ	δ	Δ
Εξωτερικός σοβάς	0,02	11	0,0773	3,865
Οπτοπλινθοδομή	0,25	16	0,0053	0,0212
Εσωτερικός σοβάς	0,02	3,5	0,0243	1,215

$$\delta_1=0,085/\mu_1=0,085/11=0,0773$$

$$\delta_2=0,085/\mu_2=0,085/16=0,0053$$

$$\delta_3=0,085/\mu_3=0,085/3,5=0,0243$$

$$\Delta_1=\delta_1/d_1=0,0773/0,02=3,865$$

$$\Delta_2=\delta_2/d_2=0,0053/0,25=0,0212$$

$$\Delta_3=\delta_3/d_3=0,0243/0,02=1,215$$

Άρα

$$1/\Delta_{\text{τοιχου}}=1/\Delta_1+1/\Delta_2+1/\Delta_3=1/3,865+1/0,0053+1/0,0243=0,2587+188,6794+41,1523=230,0904 \text{ m}^2\text{hmmQs/g}$$

Οι τάσεις κορεσμένων υδρατμών εξαρτώνται αποκλειστικά από τη θερμοκρασία. Έτσι από τον πίνακα 4, σελ 35 του τόμου 2 των Τεχνικών Υλικών, προκύπτει:

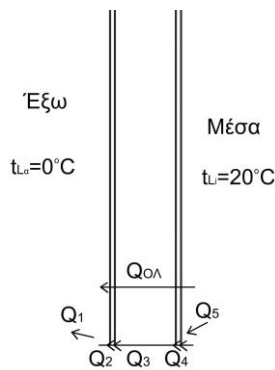
- Για $t_{Li}=20^\circ\text{C} \rightarrow P_{si}=17,53 \text{ mmQ}_s$

- Για $t_{La}=6^\circ\text{C} \rightarrow P_{sa}=4,58 \text{ mmQ}_s$

$$P_i = \Phi_i P_{si}/100=60*17,53/100= 8,765 \text{ mmQ}_s$$

$$P_a = \Phi_a P_{sa}/100=65*4,58/100= 2,977 \text{ mmQ}_s$$

Θερμοκρασιακό Διάγραμμα του Β



Η ροή της θερμότητας

$$Q_1 = F_B \cdot \alpha_a (t_1 - t_{La}) \quad (1)$$

$$Q_2 = F_B \cdot \Lambda_1 (t_2 - t_1) \quad (2)$$

$$Q_3 = F_B \cdot \Lambda_2 (t_3 - t_2) \quad (3)$$

$$Q_4 = F_B \cdot \Lambda_3 (t_4 - t_{Li}) \quad (4)$$

$$Q_5 = F_B \cdot \alpha_i (t_{Li} - t_4) \quad (5)$$

$$Q_{0\lambda} = F_B \cdot K_B (t_{Li} - t_{La}) \quad (6)$$

Προκύπτει:

$$(1)-(6) \rightarrow t_1 = t_{La} + K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \alpha_a = 0 + 1,069 \cdot (20 - 6) / 23,26 \Leftrightarrow t_1 = 0,91^\circ\text{C} \quad (7)$$

$$(2)-(6) \rightarrow \Lambda_1 = \lambda_1/d_1 = 0,95/0,02 = 47,5 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (8)$$

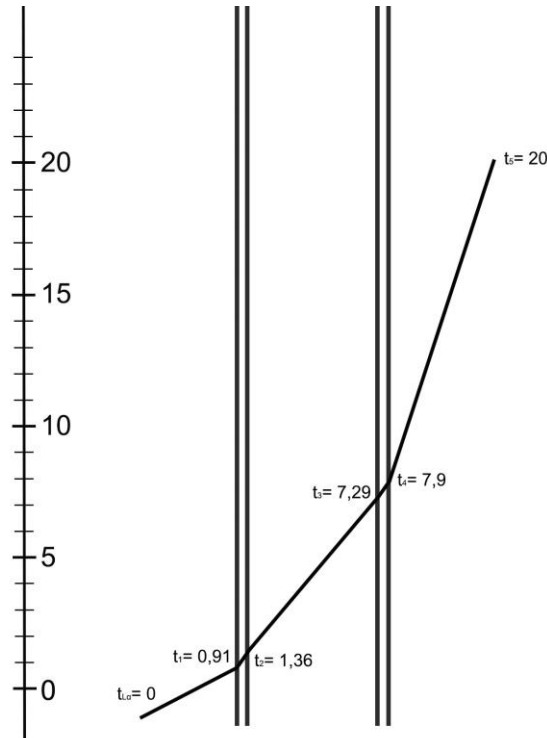
$$t_2 = t_1 + K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_1 = 0,91 + 1,069 \cdot 14 / 47,5 \Leftrightarrow t_2 = 1,36 \text{ }^\circ\text{C} \quad (9)$$

$$(3)-(9) \rightarrow \Lambda_2 = \lambda_2/d_2 = 0,90/0,25 = 3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$t_3 = t_2 + K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_2 = 1,36 + 1,069 \cdot (20-6) / 3,6 \Leftrightarrow t_3 = 7,29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$(4)-(9) \rightarrow \Lambda_3 = \lambda_3/d_3 = 0,7/0,02 = 35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$t_4 = t_3 + K_B \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_3 = 7,29 + 1,069 \cdot (20-6) / 35 \Leftrightarrow t_4 = 7,9 \text{ }^\circ\text{C}$$



Θερμοκρασιακό διάγραμμα του Β

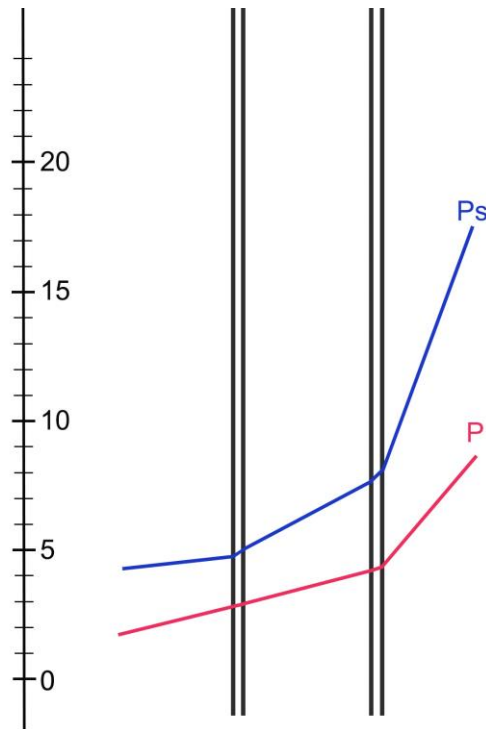
Πίνακας Τάσεων Υδρατμών

Στρώσεις	T	Ps _n (από πίνακα 4)	ΔP	P _n
Εξωτερικός αέρας	t _{La} = 0 °C	Ps _α = 4,58		2,977
Εξωτερικός σοβάς	t ₁ = 0,91 °C t ₂ = 1,36 °C	Ps ₁ = 4,78 Ps ₂ = 4,99	0,0065	2,977 2,983
Τοιχοποιία	t ₂ = 1,36 °C t ₃ = 7,29 °C	Ps ₂ = 4,99 Ps ₃ = 7,73	1,187	2,983 4,17
Εσωτερικός σοβάς	t ₃ = 7,29 °C t ₄ = 7,9 °C	Ps ₃ = 7,73 Ps ₄ = 8,02	0,0207	4,17 4,19
Εσωτερικός αέρας	t _{Li} = 20 °C	Ps _i = 17,53		8,765

$$\Delta P_1 = P_2 - P_1 = (1/\Delta_1)(P_i - P_\alpha) / 1/\Delta = (1/3,865)(8,765 - 2,977) / 230,0904 = 0,259 \cdot 5,79 / 230,0904 = 0,0065 \text{ mmQS}$$

$$\Delta P_2 = P_3 - P_2 = (1/\Delta_2)(P_i - P_\alpha) / 1/\Delta = (1/0,0212)(8,765 - 2,977) / 230,0904 = 47,17 \cdot 5,79 / 230,0904 = 1,187 \text{ mmQS}$$

$$\Delta P_3 = P_4 - P_3 = (1/\Delta_3)(P_i - P_\alpha) / 1/\Delta = (1/1,215)(8,765 - 2,977) / 230,0904 = 0,823 \cdot 5,79 / 230,0904 = 0,0207 \text{ mmQS}$$



Διάγραμμα Τάσεων

Οι γραμμές δεν τέμνονται οπότε δεν χρειάζεται φράγμα υδρατμών.

Για το δώμα ισχύει: $K_{\max} = 4,681 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $K_{\delta\omega\mu\alpha\tau\omicron\varsigma} = 1,176 \text{ W/m}^2\text{K}$. Άρα δεν γίνεται υγροποίηση στην εσωτερική επιφάνεια της κατασκευής.

Αντίστοιχα για το δάπεδο: $K_{\max} = 4,773 \text{ W/m}^2\text{K}$ και $K_{\delta\alpha\pi\epsilon\delta\omicron\upsilon} = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ άρα δεν παρατηρείται πρόβλημα υγρασίας στην κατασκευή. Όμως τόσο η ταράτσα όπως και δάπεδο ως συμβατικές κατασκευές, χρήζουν βελτίωσης στο κομμάτι της θερμομόνωσης.

Μελέτη Ηχομόνωσης

Τοίχος 2 (Υπνοδωμάτιο)

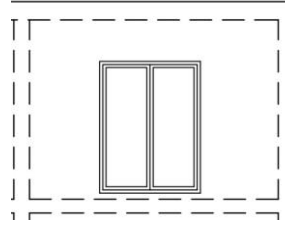
$$S_{O\lambda} = 14 \text{ m}^2$$

$$S_A = 2,7 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 3,31 \text{ m}^2$$

$$S_B = 7,99 \text{ m}^2$$

$$\text{Όγκος δωματίου} = 3,95 * 4,20 * 3,15 = 52,23 \text{ m}^3$$



Προστασία από τον αερόφερτο ήχο

f	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L ₁ dB	80	78	77	77	76	75	75	76	74	74	73	73	74	73	72	70
L ₂ dB	39	39	39	38	36	35	31	29	30	29	28	28	27	27	25	24
T _R sec	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
D dB	41	39	38	39	40	40	44	47	44	45	45	45	47	46	47	44
10log S/A dB	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
R' _{c,α} π dB	67,2	38,2	37,2	38,2	39,2	39,2	43,2	46,2	43,2	44,2	44,2	44,2	46,2	45,2	46,2	43,2
R' dB	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

$$D = L_1 - L_2$$

$$A = 0,163V/T_R = 0,163 * 52,23 / 0,5 = 17,03$$

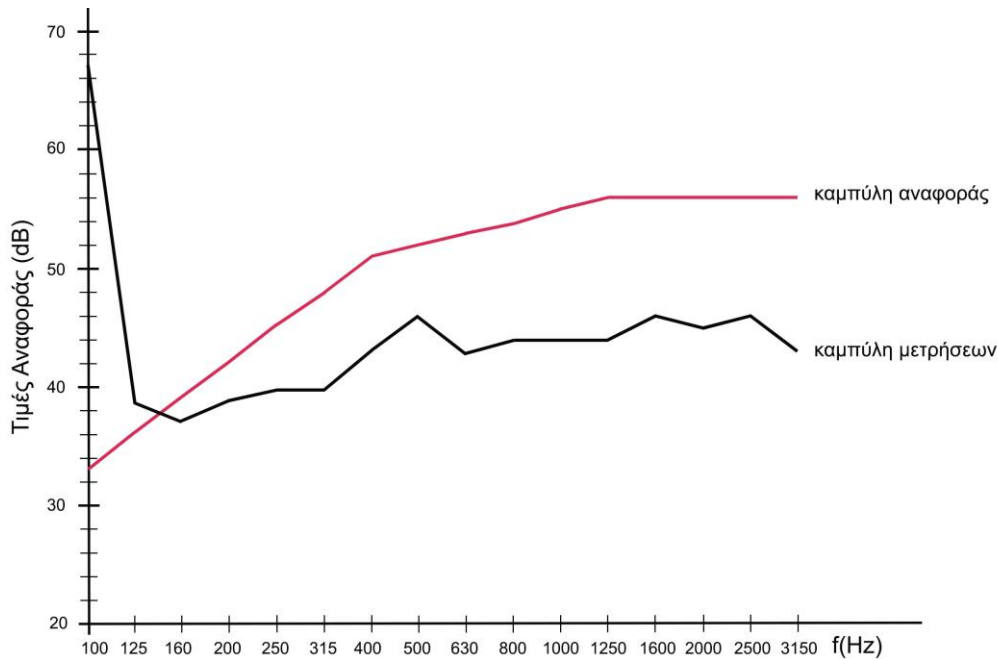
$$S/A = 14 / 17,03 = 0,822$$

$$10 \log S/A = 10 \log 0,822 = -0,8$$

$$R'_{c,\alpha\pi} = D + 10 \log S/A$$

Προσδιορισμός του απαιτούμενου σταθμισμένου δείκτη ηχομείωσης R'_{c,απ,ω}

$$R'_{c,\alpha\pi} = \sum_{i=1}^{16} R'_{c,\alpha\pi,i} / 16 = (705,2 - 16 * 0,8) / 16 = 43,275$$



Πρέπει η μέση δυσμενής απόκλιση να γίνει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αλλά μικρότερη του 2.

(Δυσμενή απόκλιση έχουμε όταν το αποτέλεσμα των μετρήσεων είναι μικρότερο από την αντίστοιχη τιμή της καμπύλης αναφοράς.)

Έτσι $[(39-37,2)+(42-38,2)+(45-39,2)+(48-39,2)+(51-43,2)+(52-46,2)+(53-43,2)+(54-44,2)+(55-44,2)+(56-44,2)+(56-46,2)+(56-45,2)+(56-46,2)+(56-43,2)]/16=(1,8+3,8+5,8+8,8+7,8+5,8+9,8+5,8+4,2+10,8+11,8+9,8+10,8+9,8+12,8)/16=119,2/16=7,45>2$

Μπορούμε να μετακινήσουμε την καμπύλη αναφοράς 8 μονάδες προς τα κάτω $(0,8+1,8+1,8+3,8+3,8+1,8+2,8+1,8+4,8)/16=1,45<2$ ΟΚ!

Άρα ο απαιτούμενος σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης θα είναι $R'_{c,απ,ω}=52-8=44$ dB
Έτσι έχουμε αρνητικό περιθώριο ηχομόνωσης -8 dB.

Υπολογισμός του υπάρχοντος δείκτη ηχομείωσης

$$S_{OΛ} = 14 \text{ m}^2$$

$$S_A = 2,7 \text{ m}^2$$

$$S_{Γ} = 3,31 \text{ m}^2$$

$$S_B = 7,99 \text{ m}^2$$

$$\text{Όγκος δωματίου} = 3,95 \cdot 4,20 \cdot 3,15 = 52,23 \text{ m}^3$$

$$R'_{A,ω} = 55 \text{ dB}$$

$$R'_{B,ω} = 50 \text{ dB}$$

$$R'_{Γ,ω} = 35 \text{ dB}$$

$$S_B/S_A = 2,96$$

$$R'_A - R'_B = 5 \text{ dB}$$

Έτσι από τον διάγραμμα της σελίδας 47, Τόμος 2, Τεχνικά Υλικά, έχουμε $R_{α}=4$ dB $\rightarrow R_{OΛ}=R_{AB}-R_{α}=47$ dB άρα $R'_{cυπ,ω}=47$ dB

Παρατηρείται ότι $R'_{cυπ,ω}=47$ dB $> 44=R'_{c,απ}$ άρα ο τοίχος παρέχει επαρκή ηχοπροστασία

Τοίχος 12 (Κουζίνα)

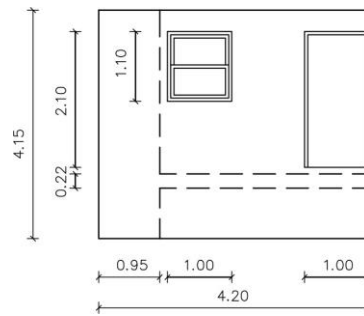
$S_{O\Lambda} = 17,43 \text{ m}^2$

$S_{\Gamma} = 3,20 \text{ m}^2$

$S_A = 4,07 \text{ m}^2$

$S_B = 10,16 \text{ m}^2$

Όγκος δωματίου = $3,95 \cdot 4,20 \cdot 2,75 = 45,62 \text{ m}^3$



Προστασία από τον αερόφερτο ήχο

f	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L ₁ dB	80	78	77	77	76	75	75	76	74	74	73	73	74	73	72	70
L ₂ dB	64	64	63	61	61	60	60	59	59	60	61	61	61	60	60	59
T _R sec	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
D dB	16	14	14	16	15	15	15	16	15	14	12	12	13	13	12	11
10log S/A dB	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
R' _{c,α} π dB	15,3	13,3	13,3	15,3	14,3	14,3	14,3	15,3	14,3	13,3	11,3	11,3	12,3	12,3	11,3	10,3
R' dB	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

$D = L_1 - L_2$

$A = 0,163V/T_R = 0,163 \cdot 45,62 / 0,5 = 14,87$

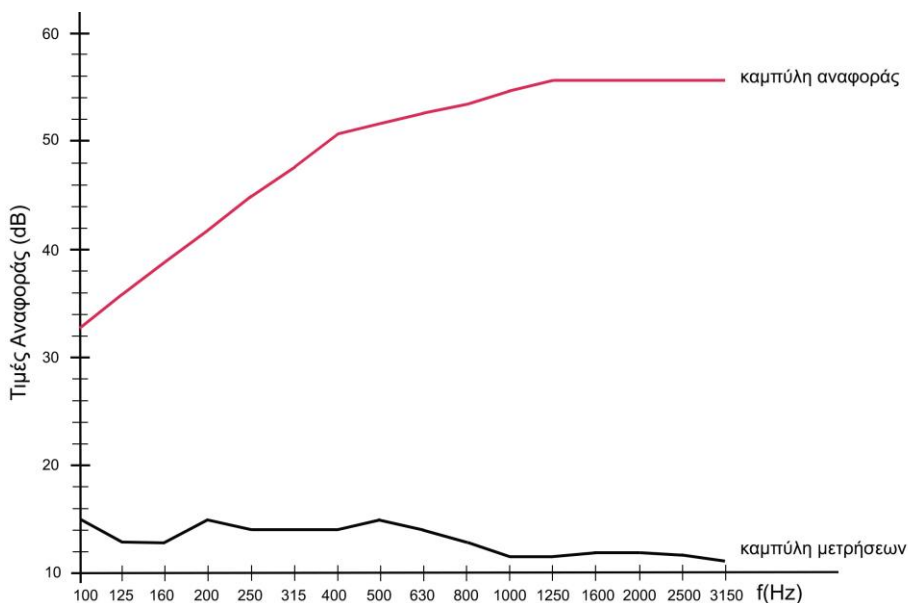
$S/A = 17,43 / 14,87 = 1,17$

$10\log S/A = 10\log 1,17 = -0,7$

$R'_{c,απ} = D + 10\log S/A$

Προσδιορισμός του απαιτούμενου σταθμισμένου δείκτη ηχομείωσης R'_{c,απ,ω}

$R'_{c,απ} = \sum_{i=1}^{16} R'_{c,απ,i} / 16 = (211,8 - 16 \cdot 0,7) / 16 = 12,54 \text{ dB}$



Πρέπει η μέση δυσμενής απόκλιση να γίνει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αλλά μικρότερη του 2.

Δυσμενής απόκλιση έχουμε όταν το αποτέλεσμα των μετρήσεων είναι μικρότερο από την αντίστοιχη τιμή της καμπύλης αναφοράς.

Από το διάγραμμα είναι εμφανής η μεγάλη απόκλιση που ξεπερνά το 2.

Μπορούμε να μετακινήσουμε την καμπύλη αναφοράς 25 μονάδες προς τα κάτω
 $(0,7+1,7+5,7+8,7+11,7+11,7+13,7+15,7+18,7+19,7+2,6+20,7+21,7+22,7)/16=10,98 > 2$

Αν μετακινήσουμε την καμπύλη αναφοράς ακόμα 15 μονάδες προς τα κάτω
 $(0,7+3,7+4,7+5,7+6,7+7,7)/16=1,825 < 2$ ΟΚ!

Άρα ο απαιτούμενος σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης θα είναι $R'_{c,απ,ω}=52-40=12$ dB
 Έτσι έχουμε αρνητικό περιθώριο ηχομόνωσης -40 dB.

Υπολογισμός του υπάρχοντος δείκτη ηχομείωσης

$$S_{OΛ} = 17,43 \text{ m}^2$$

$$S_{Γ} = 3,20 \text{ m}^2$$

$$S_A = 4,07 \text{ m}^2$$

$$S_B = 10,16 \text{ m}^2$$

$$\text{Όγκος δωματίου} = 3,95 \cdot 4,20 \cdot 2,75 = 45,62 \text{ m}^3$$

$$R'_{A,ω} = 55 \text{ dB}$$

$$R'_{B,ω} = 50 \text{ dB}$$

$$R'_{Γ,ω} = 35 \text{ dB}$$

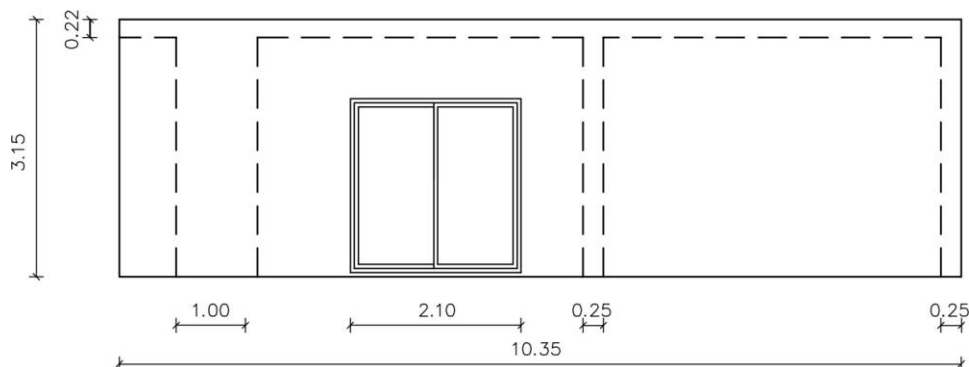
$$S_B/S_A = 2,49$$

$$R'_A - R'_B = 5 \text{ dB}$$

Έτσι από τον διάγραμμα της σελίδας 47, Τόμος 2, Τεχνικά Υλικά, έχουμε $R_α = 9$ dB $\rightarrow R_{OΛ} = R_{AB} - R_α = 42$ dB άρα $R'_{cυπ,ω} = 42$ dB

Παρατηρείται ότι $R'_{cυπ,ω} = 42$ dB $> 12 = R'_{c,απ}$ άρα ο τοίχος παρέχει επαρκή ηχοπροστασία.

Τοίχος 5 (καθιστικό)



$$S_{OΛ} = 32,63 \text{ m}^2$$

$$S_{Γ} = 4,41 \text{ m}^2$$

$$S_A = 7,275 \text{ m}^2$$

$$S_B = 20,945 \text{ m}^2$$

Όγκος δωματίου=
 $5,18 \cdot 4,20 \cdot 3,15 = 68,53 \text{ m}^3$

Προστασία από τον αερόφερτο ήχο

f	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L ₁ dB	80	78	77	77	76	75	75	76	74	74	73	73	74	73	72	70
L ₂ dB	43	44	43	41	40	40	39	37	35	34	34	32	30	28	27	25
T _R sec	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
D dB	36	34	34	36	36	35	36	39	39	40	39	41	44	45	45	45
10log S/A dB	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
R' _{c,α} π dB	37,6	35,6	35,6	37,6	37,6	36,6	37,6	40,6	40,6	41,6	40,6	42,6	45,6	46,6	46,6	46,6
R' dB	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

$D=L_1-L_2$

$A=0,163V/T_R=0,163 \cdot 68,53/0,5=22,34$

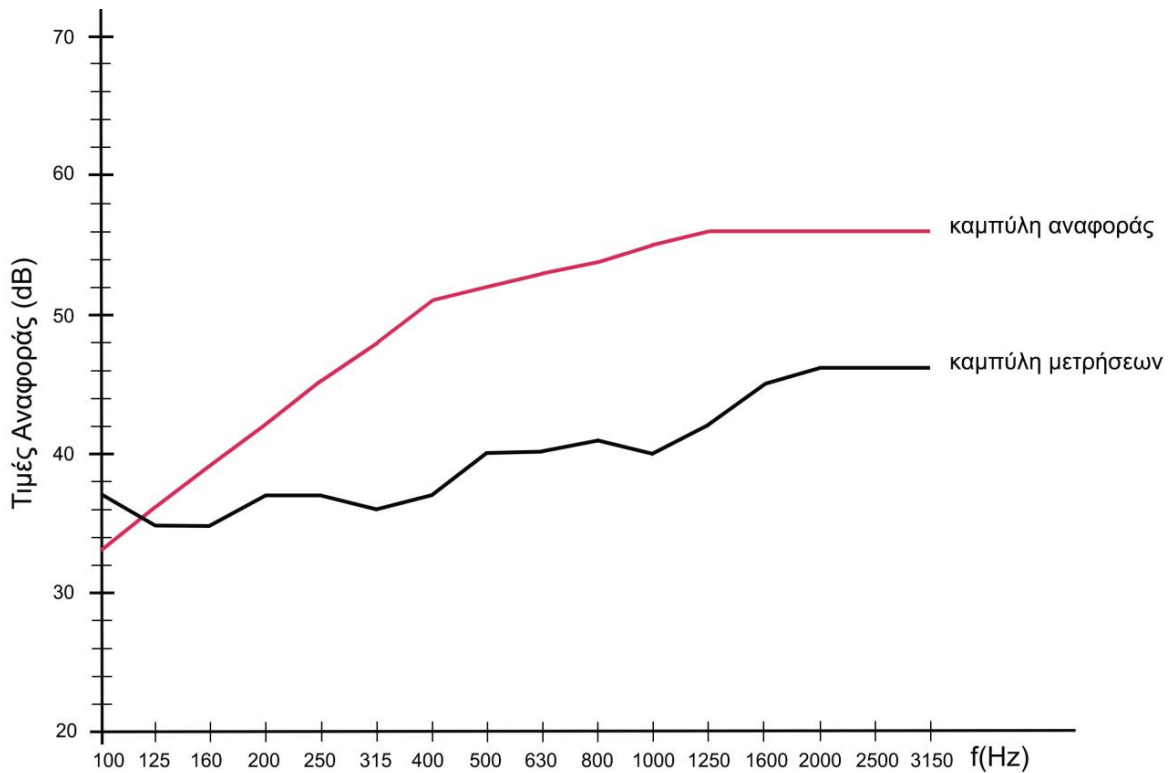
$S/A= 32,63 /22,34=1,46$

$10\log S/A=10\log 1,46=1,6$

$R'_{c,απ}=D+10\log S/A$

Προσδιορισμός του απαιτούμενου σταθμισμένου δείκτη ηχομείωσης R'_{c,απ,ω}

$R'_{c,απ}=\sum_{i=1}^{16} R'_{c,απ,i}/16=(649,6-16 \cdot 1,6)/16=39 \text{ dB}$



Πρέπει η μέση δυσμενής απόκλιση να γίνει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αλλά μικρότερη του 2.

$$\begin{aligned} \text{Έχουμε: } & [(36-35,6)+(39-35,6)+(42-37,6)+(45-37,6)+(48-36,6)+(51-37,6)+(52-40,6)+(53- \\ & 40,6)+(54-41,6)+(55-40,6)+(56-42,6)+(56-45,6)+(56-46,6)+(56-46,6)]/16 = \\ & (0,4+3,4+4,6+7,4+11,4+13,4+11,4+12,4+12,4+14,4+13,4+10,4+9,4+9,4+9,4)/16=143,2/16= \\ & 8,95>2 \end{aligned}$$

Μπορούμε να μετακινήσουμε την καμπύλη αναφοράς 10 μονάδες προς τα κάτω
(1,4+3,4+1,4+2,4+2,4+4,4+3,4+0,4)/16=1,2<2 OK!

Άρα ο απαιτούμενος σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης θα είναι $R'_{c,στ,ω}=52-10=42$ dB
Έτσι έχουμε αρνητικό περιθώριο ηχομόνωσης -10 dB.

Υπολογισμός του υπάρχοντος δείκτη ηχομείωσης

$$S_{OΛ} = 32,63 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 4,41 \text{ m}^2$$

$$S_A = 7,275 \text{ m}^2$$

$$S_B = 20,945 \text{ m}^2$$

$$\text{Όγκος δωματίου} = 68,53 \text{ m}^3$$

$$R'_{A,\omega} = 55 \text{ dB}$$

$$R'_{B,\omega} = 50 \text{ dB}$$

$$R'_{\Gamma,\omega} = 35 \text{ dB}$$

$$S_B/S_A = 2,87$$

$$R'_A - R'_B = 5 \text{ dB}$$

Έτσι από τον διάγραμμα της σελίδας 47, Τόμος 2, Τεχνικά Υλικά, έχουμε $R_{\alpha} = 4 \text{ dB} \rightarrow R_{OΛ} = R_{AB} - R_{\alpha} = 48 \text{ dB}$ άρα $R'_{c,στ} = 48 \text{ dB}$

Παρατηρείται ότι $R'_{c,στ\omega} = 48 \text{ dB} > 42 = R'_{c,στ}$ άρα ο τοίχος πληροί τις απαιτήσεις ηχοπροστασία.

Τοίχος 2' (β' ορόφου)(διάδρομος)

$$S_{OΛ} = 31,34 \text{ m}^2$$

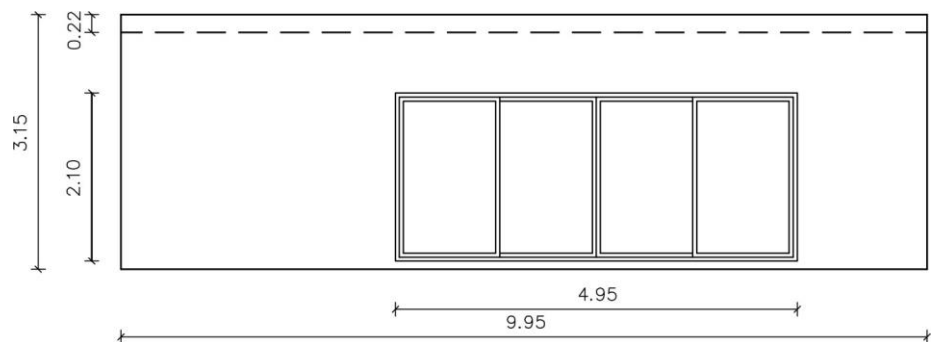
$$S_A = 2,19 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 10,40 \text{ m}^2$$

$$S_B = 18,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Όγκος δωματίου} =$$

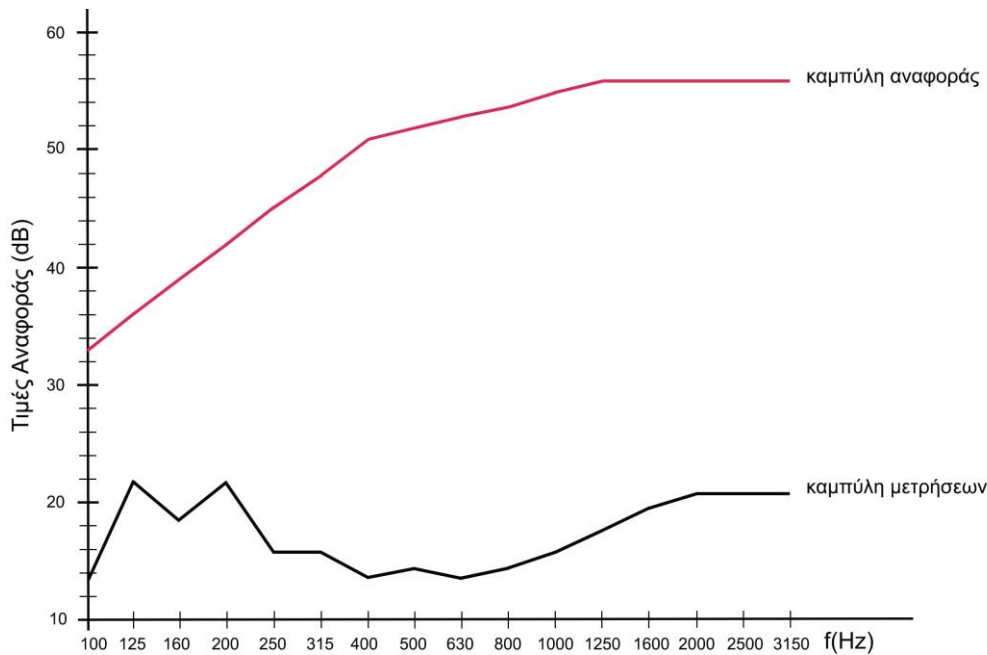
$$7,65 * 1,03 * 3,15 = 24,82 \text{ m}^3$$



f	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
L ₁ dB	80	78	77	77	76	75	75	76	74	74	73	73	74	73	72	70
L ₂ dB	62	63	64	62	66	65	67	67	66	65	63	61	60	58	57	55
T _R sec	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
D dB	18	15	13	15	10	10	8	9	8	9	10	12	14	15	15	15
10log S/A dB	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
R' _{c,α} π dB	13,8	20,8	18,8	20,8	15,8	15,8	13,8	14,8	13,8	14,8	15,8	17,8	19,8	20,8	20,8	20,8
R' dB	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

$D=L_1-L_2$
 $A=0,163V/T_R=0,163*24,82/0,5=8,09$
 $S/A= 31,34 /8,09=3,87$
 $10\log S/A=10\log 3,87=5,8$
 $R'_{c,απ}=D+10\log S/A$

Προσδιορισμός του απαιτούμενου σταθμισμένου δείκτη ηχομείωσης R'_{c,απ,ω}
 $R'_{c,απ,ω}=\sum_{i=1}^{16} R'_{c,απ,i}/16=(278,8-16*5,8)/16=11,625$ dB



Πρέπει η μέση δυσμενής απόκλιση να γίνει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αλλά μικρότερη του 2. (Δυσμενής απόκλιση έχουμε όταν το αποτέλεσμα των μετρήσεων είναι μικρότερο από την αντίστοιχη τιμή της καμπύλης αναφοράς.) Χωρίς υπολογισμό, από το διάγραμμα είναι προφανής η μεγάλη απόκλιση (>>2).

Προκύπτει: $[(33-13,8)+(36-20,8)+(39-18,8)+(42-20,8)+(45-15,8)+(48-15,8)+(51-13,8)+(52-14,8)+(53-13,8)+(54-14,8)+(55-15,8)+(56-17,8)+(56-19,8)+(56-20,8)+(56-20,8)+(56-20,8)]/16=(19,2+15,2+20,2+21,2+29,2+32,2+37,2+37,2+39,2+39,2+39,2+39,2+38,2+36,2+35,2+35,2)/16=513,2/16=32,075>2$ όπως ήταν αναμενόμενο.

Μπορούμε να μετακινήσουμε την καμπύλη αναφοράς 20 μονάδες προς τα κάτω
 $(0,2+1,2+9,2+12,2+17,2+17,2+19,2+19,2+19,2+18,2+16,2+15,2+15,2)/16=12,425>2$

Αν μετακινήσουμε την καμπύλη αναφοράς ακόμα 10 μονάδες προς τα κάτω
 $(2,2+7,2+7,2+9,2+9,2+9,2+8,2+6,2+5,2+5,2)/16=4,875>2$

Κατεβαίνοντας 5 μονάδες ακόμα
 $(2,2+2,2+4,2+4,2+4,2+3,2+1,2+0,2+0,2)/16=1,625<2$ ΟΚ!

Άρα ο απαιτούμενος σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης ($R=52$) θα είναι $R'_{c,απ,ω}=52-35=17$ dB

Έτσι έχουμε αρνητικό περιθώριο ηχομόνωσης -0 dB.

Υπολογισμός του υπάρχοντος δείκτη ηχομείωσης

$$S_{OΛ} = 31,34 \text{ m}^2$$

$$S_A = 2,19 \text{ m}^2$$

$$S_{Γ} = 10,40 \text{ m}^2$$

$$S_B = 18,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Όγκος δωματίου} = 24,82 \text{ m}^3$$

$$R'_{A,ω} = 55 \text{ dB}$$

$$R'_{B,ω} = 50 \text{ dB}$$

$$R'_{Γ,ω} = 35 \text{ dB}$$

$$S_B/S_A = 8,56$$

$$R'_A - R'_B = 5 \text{ dB}$$

Έτσι από τον διάγραμμα της σελίδας 47, Τόμος 2, Τεχνικά Υλικά, έχουμε $R_{α}=5 \text{ dB} \rightarrow R_{OΛ} = R_{AB} - R_{α} = 46 \text{ dB}$ άρα $R'_{c,απ} = 46 \text{ dB}$

Παρατηρείται ότι $R'_{c,απ,ω} = 46 \text{ dB} > 17 = R'_{c,απ}$ άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις ηχομόνωσης.

Βελτίωση Κατασκευής

Θερμομόνωση

Ενδεικτικά για τους τοίχους της κατοικίας.

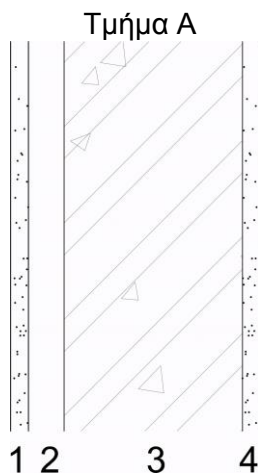
Τοίχος 1

(δεν έχει κουφώματα)

$$P_A = 0,24 = 24\%$$

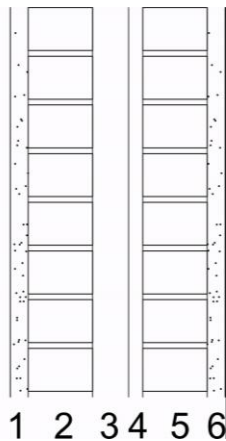
$$P_B = 0,76 = 76\%$$

Σύνθεση βελτιωμένου τοίχου



- 1) Εξωτερικό επίχρισμα $d_1 = 0,025 \text{ m}$, $\lambda_1 = 0,95$
- 2) Θερμομονωτικό υλικό $d_2 = 0,05 \text{ m}$, $\lambda_2 = 0,041$
- 3) Οπλισμένο σκυρόδεμα $d_3 = 0,25 \text{ m}$, $\lambda_3 = 2$
- 4) Εσωτερικό επίχρισμα $d_4 = 0,025 \text{ m}$, $\lambda_4 = 0,7$

Τμήμα Β



- 1) Εξωτερικό επίχρισμα $d_1 = 0,025 \text{ m}$, $\lambda_1 = 0,95$
- 2) Οπτοπλινθοδομή $d_2 = 0,09 \text{ m}$, $\lambda_2 = 0,9$
- 3) Θερμομονωτικό υλικό $d_3 = 0,05 \text{ m}$, $\lambda_3 = 0,041$
- 4) Στρώμα αέρα $d_4 = 0,07 \text{ m}$
- 5) Οπτοπλινθοδομή $d_5 = 0,09 \text{ m}$, $\lambda_5 = 0,9$
- 6) Εσωτερικό επίχρισμα $d_6 = 0,025 \text{ m}$, $\lambda_6 = 0,7$

Έτσι προκύπτουν:

$$1/\Lambda_A = d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 + d_4/\lambda_4 = 0,025/0,95 + 0,05/0,041 + 0,25/2 + 0,025/0,7 = 1/0,711 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/\Lambda_B = d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_3/\lambda_3 + d_4/\lambda_4 + d_5/\lambda_5 + d_6/\lambda_6 = 0,025/0,95 + 0,09/0,9 + 0,05/0,041 + 0,09/0,9 + 0,025/0,7 = 1/0,591 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$\Lambda_{\text{τοιχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,24 * 0,711 + 0,76 * 0,591 = 0,171 + 0,449 = 0,62 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/K_{\text{τοιχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοιχου}} + 1/\alpha_e = 1/8,14 + 1/0,61 + 1/23,26 = 0,123 + 1,639 + 0,043 = 1,805 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Άρα } K_{\text{τοιχίου}} = 1/1,805 = 0,554 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Έτσι $K_{\text{τοιχίου}} = 0,55 < K_{\text{max}} = 0,7$, είναι μικρότερος ο συντελεστής αλλά δεν απέχει πολύ και καλύπτονται οι τις ανάγκες θερμομόνωσης του τοίχου.

Επίσης

$$1/K_A = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_A + 1/\alpha_e = 1/8,14 + 1/0,711 + 1/23,26 = 0,123 + 1,406 + 0,043 = 1,572 \text{ m}^2 \text{ K/W} \rightarrow K_A = 0,636 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/K_B = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_B + 1/\alpha_e = 1/8,14 + 1/0,591 + 1/23,26 = 0,123 + 1,692 + 0,043 = 1,858 \text{ m}^2 \text{ K/W} \rightarrow K_B = 0,538 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Άρα για όλους τους βελτιωμένους τοίχους (αφού θα είναι ίδιας κατασκευής) ισχύουν:

$\Lambda_A = 0,711 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$K_A = 0,636 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
$\Lambda_B = 0,591 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$K_B = 0,538 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Τοίχος 7

$$P_A = 0,47$$

$$P_B = 0,53$$

Δεν υπάρχει κούφωμα

$$\Lambda_{\text{τοιχίου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,47 * 0,711 + 0,53 * 0,591 = 0,334 + 0,313 = 0,647 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/K_{\text{τοιχίου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοιχίου}} + 1/\alpha_e = 1/8,14 + 1/0,647 + 1/23,26 = 0,123 + 1,545 + 0,043 = 1,711 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Άρα } K_{\text{τοιχίου}} = 1/1,711 = 0,584 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Έτσι $K_{\text{τοιχίου}} = 0,584 < K_{\text{max}} = 0,7$, είναι μικρότερος ο συντελεστής αλλά δεν απέχει πολύ και καλύπτονται οι τις ανάγκες θερμομόνωσης του τοίχου.

Τοίχος 8

$$P_A = 0,085$$

$$P_B = 0,859$$

$$S_{\text{ΟΛ}} = 25,925 \text{ m}^2$$

$$S_{\Gamma} = 1,44 \text{ m}^2$$

$$S_A = 2,22 \text{ m}^2$$

$$S_B = 22,265 \text{ m}^2$$

Ελέγχουμε αν πληροί τις προϋποθέσεις και αν δεν το κάνει, βελτιώνουμε την κατασκευή του με το να μικρύνουμε τα ανοίγματα.

$$\Lambda_{\text{τοιχίου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,085 * 0,711 + 0,859 * 0,591 = 0,06 + 0,508 = 0,568 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/K_{\text{τοιχίου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοιχίου}} + 1/\alpha_e = 1/8,14 + 1/0,568 + 1/23,26 = 0,123 + 1,761 + 0,043 = 1,927 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Άρα } K_{\text{τοιχίου}} = 1/1,702 = 0,519 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$Q_{\text{ΟΛ}} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}}$$

$$Q_{\text{ΟΛ}} = F_{\text{ΟΛ}} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{\text{Li}} - t_{\text{La}})$$

$$Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} * K_{\text{ισοδυναμο}}(t_{\text{Li}} - t_{\text{La}})$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 \text{ (από πίνακα ανέμων)} * V(t_{\text{Li}} - t_{\text{La}}) \text{ (όπου } V = V_L * I \text{ m}^3 \text{)}$$

$$F_{\text{ΟΛ}} = S_A + S_B + S_{\Gamma} = 25,925 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΤΟΙΧ}} = S_A + S_B = 24,485 \text{ m}^2$$

$$F_{\text{ΚΟΥΦ}} = S_{\Gamma} = 1,44 \text{ m}^2$$

$$l = 6 \cdot 0,6 + 6 \cdot 0,80 = 3,6 + 4,8 = 8,4 \text{ m}, V_L = 0,4 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$$

$$Q_{\text{ΤΟΙΧ}} = F_{\text{ΤΟΙΧ}} \cdot K_{\text{ΤΟΙΧΟΥ}} (t_{Li} - t_{La}) = 24,485 \cdot 0,519 \cdot (20 - 6) = 177,901 \text{ W}$$

$$\lambda_{\text{τζαμιού}}: 0,75 \text{ W/mK (από πίνακα)} \Rightarrow \Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} = \lambda_{\text{τζαμιού}} / d_{\text{τζαμιού}} = 0,75 / 0,05 = 15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Άρα } 1/K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ΚΟΥΦ}} + 1/\alpha_a = 1,123 + 0,06 + 0,043 = 1,226 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow K_{\text{ΚΟΥΦ}} = 0,816 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Και } Q_{\text{ΚΟΥΦ}} = F_{\text{ΚΟΥΦ}} \cdot K_{\text{ΚΟΥΦ}} (t_{Li} - t_{La}) = 1,44 \cdot 0,816 \cdot 14 = 16,45 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 0,44 V (t_{Li} - t_{La}) = 0,44 \cdot 0,4 \cdot 8,4 \cdot 14 = 20,7 \text{ W}$$

$$\text{Άρα } Q_{\text{ΟΛ}} = Q_{\text{ΤΟΙΧ}} + Q_{\text{ΚΟΥΦ}} + Q_{\text{ΑΡΜΩΝ}} = 177,901 + 16,45 + 20,7 = 215,051 \text{ W}$$

$$\text{Άρα } K_{\text{ισοδυναμο}} = Q_{\text{ΟΛ}} / F_{\text{ΟΛ}} \cdot (t_{Li} - t_{La}) = 215,051 / (25,925 \cdot 14) = 215,051 / 362,95 = 0,592 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$K_{\text{ισοδυναμο}} < K_{\text{max}}$ για την περίπτωση του εξωτερικού τοίχου με ανοίγματα, στην ζώνη Α.

Άρα ο τοίχος πληροί τις προϋποθέσεις θερμομόνωσης.

Τοίχος 9

$$P_A = 0,502$$

$$P_B = 0,498$$

Δεν υπάρχει κούφωμα

$$\Lambda_{\text{τοίχου}} = P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B = 0,502 \cdot 0,711 + 0,498 \cdot 0,591 = 0,357 + 0,294 = 0,651 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$1/K_{\text{τοίχου}} = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{τοίχου}} + 1/\alpha_a = 1/8,14 + 1/0,651 + 1/23,26 = 0,123 + 1,536 + 0,043 = 1,702 \text{ m}^2\text{K/W}$$

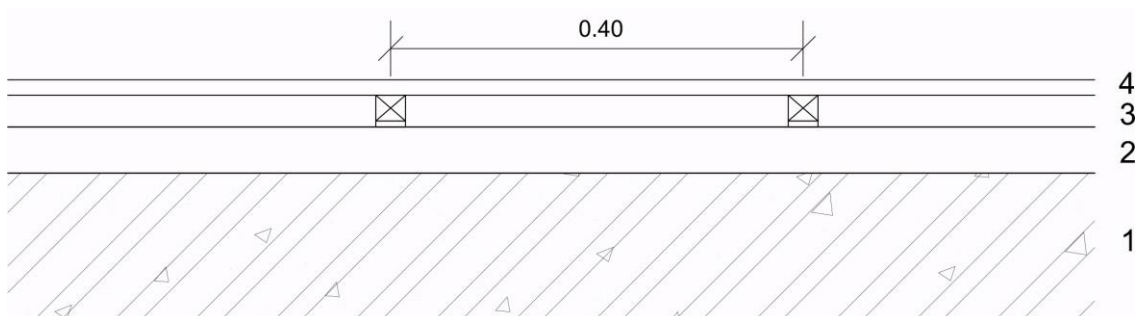
$$\text{Άρα } K_{\text{τοίχου}} = 1/1,702 = 0,587 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Έτσι $K_{\text{τοίχου}} = 0,587 < K_{\text{max}} = 0,7$, είναι μικρότερος ο συντελεστής αλλά δεν απέχει πολύ και καλύπτονται οι τις ανάγκες θερμομόνωσης του τοίχου.

Οι τοίχοι 2, 5, 10, 12 πληρούσαν εξαρχής τις προϋποθέσεις. Με τη βελτιωμένη σύνθεση, θα έχουν σαφώς καλύτερη απόδοση αλλά δεν χρήζουν ανάγκης ελέγχου σε αυτή τη φάση.

Δάπεδο

Η σύνθεση του βελτιωμένου δαπέδου είναι η εξής



$$1) \text{ Οπλισμένο σκυρόδεμα } d_1 = 0,20 \text{ m}, \lambda_1 = 2$$

$$2) \text{ Γαρμπιλομετέτον } d_2 = 0,08 \text{ m}, \lambda_2 = 0,081$$

- 3) Ξύλινα καδρόνια $d_3= 0,05 \text{ m}, \lambda_3= 0,14$
 4) Ξύλινες σανίδες $d_4= 0,03 \text{ m}, \lambda_4= 0,20$

Η θερμότητα μπορεί να διαφύγει
 Α) μέσα από τα ξύλινα καδρόνια
 Β) μέσα από το στρώμα αέρα

Υπολογίζουμε ποσοστό συμμετοχής των Α και Β για πάτωμα με Εμβαδόν $S=0,40 \text{ m}^2$

Έτσι για το Α: $S=(0,025+0,025)*l$

$P_A= (0,05*l)/(0,40*l)=0,125$

$P_B=1- P_A=0,875$

$$1/\Lambda_A=d_1/\lambda_1+d_2/\lambda_2+d_3/\lambda_3+d_4/\lambda_4=0,20/2+0,08/0,81+0,05/0,14+0,03/0,2=0,1+0,099+0,15=0,349 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

$$\Lambda_A=2,87 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/\Lambda_B=d_1/\lambda_1+d_2/\lambda_2+d_3/\lambda_3+d_4/\lambda_4$$

$$d_3/\lambda_3=1/ \Lambda_{\text{αερα}}$$

(από σχήμα 17, σελίδα 20, Τόμου 2, Τεχνικών Υλικών: $1/ \Lambda_{\text{αερα}}=0,26 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$ για οριζόντιο στρώμα αέρα πάχους 5 cm και με ροή θερμότητας από πάνω προς τα κάτω)

Άρα $1/\Lambda_B= 0,1+0,099+0,26+0,15=0,609 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$

$$\Lambda_B=1,64 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$\Lambda_{\text{δάπεδου}}=P_A \Lambda_A + P_B \Lambda_B=0,125*2,87 +0,875*1,64 = 0,25+1,435=1,685 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$1/ \Lambda_{\text{δάπεδου}}=1/1,685=0,593 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

$$1/ K_{\text{δάπεδου}}=1/\alpha_i+1/ \Lambda_{\text{δάπεδου}}+1/\alpha_a$$

$1/\alpha_i=5,81 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ αφού υπάρχει ροή θερμότητας από πάνω προς τα κάτω

$1/\alpha_a=0$ αφού δεν υπάρχει αέρας από κάτω

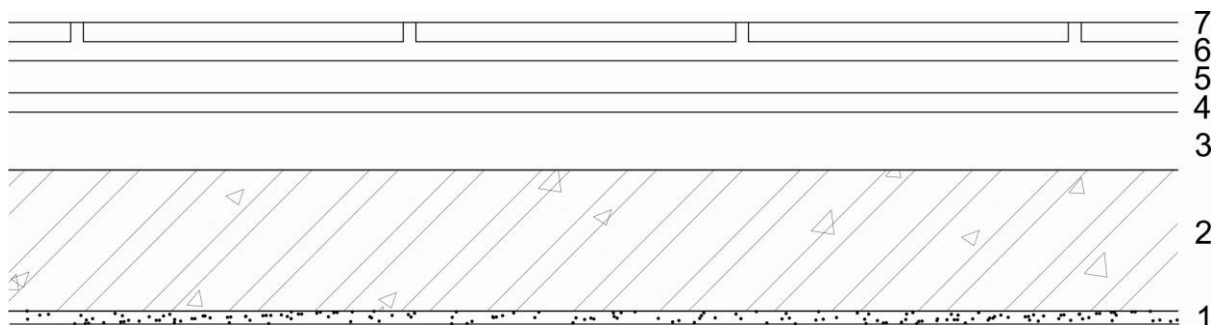
$$\rightarrow 1/ K_{\text{δάπεδου}}=1/5,81+1,685=1,857 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

$$K_{\text{δάπεδου}}=1/1,857=0,538 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Έτσι $K_{\text{δάπεδου}}=0,538 < 3,00=K_{\text{max}}$ για την περίπτωση αυτή (δάπεδο, ζώνη Α).

Άρα το δάπεδο πληροί τις προϋποθέσεις

Δώμα



- 1) Εσωτερικό επίχρισμα $d_1= 0,025 \text{ m}, \lambda_1= 0,7$
 2) Οπλισμένο σκυρόδεμα $d_2= 0,20 \text{ m}, \lambda_2= 2,00$
 3) Ελαφρομπετόν $d_3= 0,09 \text{ m}, \lambda_3= 0,35$
 4) Τσιμεντοκονία εξομάλυνσης $d_4= 0,03 \text{ m}, \lambda_4= 1,40$
 5) Θερμομονωτικό υλικό $d_5= 0,05 \text{ m}, \lambda_5= 0,041$
 6) Ασβεστοτσιμεντοκονία $d_6= 0,03 \text{ m}, \lambda_6= 1,40$
 7) Τσιμεντόπλακες $d_7= 0,03 \text{ m}, \lambda_7= 1,05$

$$1/\Lambda_{\tau\alpha\rho}=d1/\lambda1+d2/\lambda2+d3/\lambda3+d4/\lambda4+d5/\lambda5+d6/\lambda6+d7/\lambda7=0,025/0,70+0,20/2+0,09/0,35+0,03/1,4+0,05/0,041+0,03/1,4+0,03/1,05=0,035+0,1+0,257+0,022+1,220+0,220+0,029=1,685 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

$$1/ K_{\tau\alpha\rho}=1/\alpha_i+1/\Lambda_{\tau\alpha\rho}+1/\alpha_a=1/8,14+1,685+1/23,26=1,851 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

$\alpha_i=8,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (ροή θερμότητας από κάτω προς τα πάνω)

$\alpha_a=23,26 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$K_{\tau\alpha\rho}=0,540 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Για την περίπτωση μας $K_{\max}=5$ (πίνακας 1, σελ 14, τόμος 2, Τεχνικά Υλικά) άρα $K_{\tau\alpha\rho} < K_{\max}$, το $K_{\tau\alpha\rho}$ πρέπει να αλλάξει.

Η βελτίωση μπορεί να πραγματοποιηθεί εύκολα αν αυξηθεί ελάχιστα το πάχος του θερμομονωτικού υλικού του δώματος. Για αύξηση 2 cm (από 5 cm σε 7 cm), προκύπτει

$$1/\Lambda_{\tau\alpha\rho}=d1/\lambda1+d2/\lambda2+d3/\lambda3+d4/\lambda4+d5/\lambda5+d6/\lambda6+d7/\lambda7=0,035+0,1+0,257+0,022+1,71+0,220+0,029=2,373 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$$

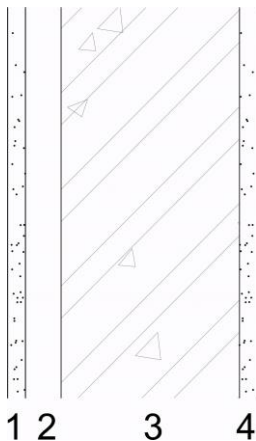
Άρα $1/ K_{\tau\alpha\rho}=1/\alpha_i+1/\Lambda_{\tau\alpha\rho}+1/\alpha_a=1/8,14+2,373+1/23,26=2,539 \text{ m}^2 \text{ K/ W}$

Και $K_{\tau\alpha\rho}=0,394 < 0,5 = K_{\max}$

Έτσι και το δώμα καλύπτει τις θερμομονωτικές απαιτήσεις

Υγρομόνωση

Για το Α



- 1) Εξωτερικό επίχρισμα
- 2) Θερμομονωτικό υλικό
- 3) Οπλισμένο σκυρόδεμα
- 4) Εσωτερικό επίχρισμα

$K_A=0,636 < K_{\max}=4,681$ (K_{\max} της υγρομόνωσης) άρα δεν πραγματοποιείται υγροποίηση στην εσωτερική πλευρά του τοίχου.

Έλεγχος για υγροποίηση στο εσωτερικό του τοίχου.

Στρώσεις	d	μ	δ	Δ
Εξωτερικός σοβάς	0,025	14	0,0061	4,098
Θερμομονωτικό υλικό	0,05	2	0,0425	1,177
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,020	28	0,003	66,67
Εσωτερικός σοβάς	0,025	11	0,0077	3,247

$$\delta=0,085/\mu$$

$$\delta_1 = 0,085/\mu_1 = 0,085/14 = 0,0061$$

$$\delta_2 = 0,085/\mu_2 = 0,085/2 = 0,0425$$

$$\delta_3 = 0,085/\mu_3 = 0,085/28 = 0,003$$

$$\delta_4 = 0,085/\mu_3 = 0,085/11 = 0,007$$

$$\Delta = \delta/d$$

$$\Delta_1 = \delta_1/d_1 = 0,0061/0,025 = 0,244 \rightarrow 1/\Delta_1 = 4,098$$

$$\Delta_2 = \delta_2/d_2 = 0,0425/0,05 = 0,85 \rightarrow 1/\Delta_2 = 1,177$$

$$\Delta_3 = \delta_3/d_3 = 0,0030/0,2 = 0,015 \rightarrow 1/\Delta_3 = 66,67$$

$$\Delta_4 = \delta_4/d_4 = 0,0077/0,025 = 0,308 \rightarrow 1/\Delta_4 = 3,247$$

$$\text{Άρα } 1/\Delta_{\text{τοιχίου}} = 1/\Delta_1 + 1/\Delta_2 + 1/\Delta_3 + 1/\Delta_4 = 4,098 + 1,177 + 66,67 + 3,247 = 75,192 \text{ m}^2\text{hmmQS/g}$$

Οι τάσεις κορεσμένων υδρατμών εξαρτώνται αποκλειστικά από τη θερμοκρασία. Έτσι από τον πίνακα 4, σελ 35 του τόμου 2 των Τεχνικών Υλικών, προκύπτει:

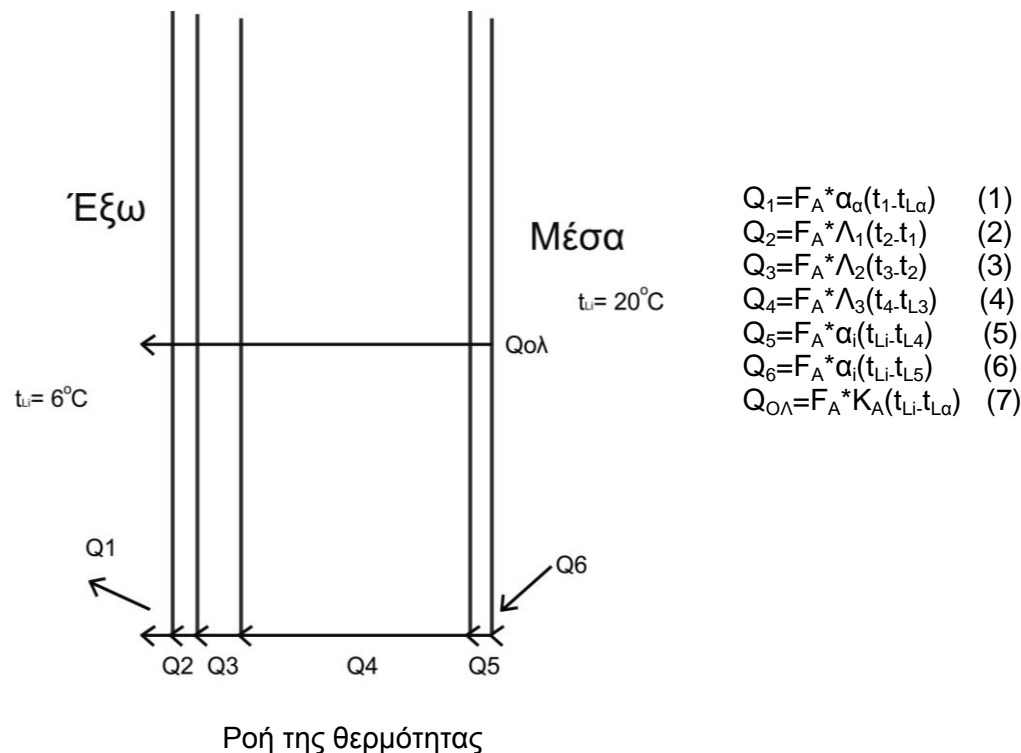
- Για $t_{Li} = 20^\circ\text{C} \rightarrow P_{si} = 17,53 \text{ mmQ}_s$

- Για $t_{La} = 6^\circ\text{C} \rightarrow P_{sa} = 4,58 \text{ mmQ}_s$

$$P_i = \Phi_i P_{si}/100 = 60 \cdot 17,53/100 = 10,518 \text{ mmQ}_s$$

$$P_a = \Phi_a P_{sa}/100 = 65 \cdot 4,58/100 = 2,977 \text{ mmQ}_s$$

Θερμοκρασιακό Διάγραμμα για το στοιχείο Α



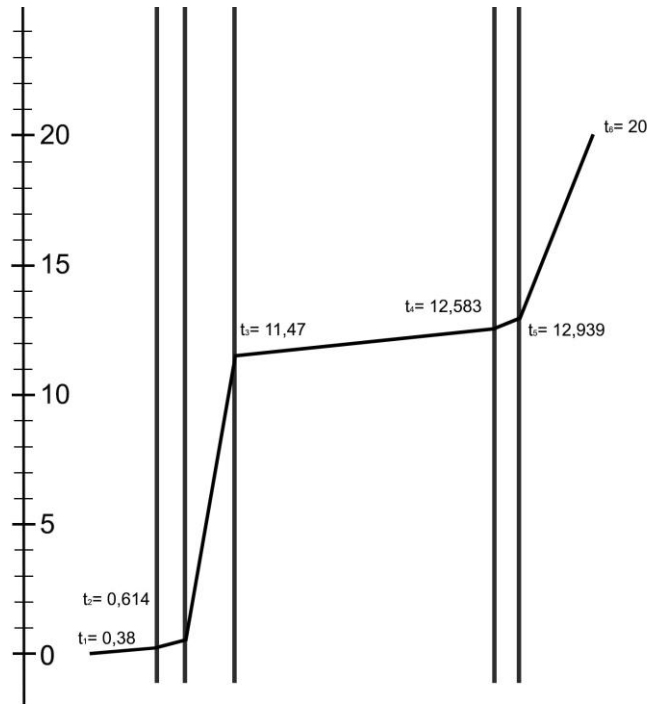
Προκύπτει:

$$(1)-(7) \rightarrow t_1 = t_{La} + K_A \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \alpha_a = 0 + 0,636 (20 - 6) / 23,26 \Leftrightarrow t_1 = 0,38^\circ\text{C}$$

$$(2)-(7) \rightarrow t_2 = t_1 + K_A \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_1 = 0,38 + 0,636 \cdot 14 / 38 \Leftrightarrow t_2 = 0,614^\circ\text{C}$$

$$\Lambda_1 = \lambda_1/d_1 = 0,95/0,025 = 38 \text{ W/m}^2\text{K}$$

(3)-(7) $\rightarrow t_3 = t_2 + K_A \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_2 = 0,614 + 0,636 \cdot 14 / 0,82 \Leftrightarrow t_3 = 11,47 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Lambda_2 = \lambda_2 / d_2 = 0,041 / 0,03 = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
 (4)-(7) $\rightarrow t_4 = t_3 + K_A \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_3 = 11,47 + 0,636 \cdot 14 / 8 \Leftrightarrow t_4 = 12,583 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Lambda_3 = \lambda_3 / d_3 = 2,00 / 0,25 = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$
 (5)-(7) $\rightarrow t_5 = t_4 + K_A \cdot (t_{Li} - t_{La}) / \Lambda_4 = 12,583 + 0,636 \cdot 14 / 25 \Leftrightarrow t_5 = 12,939 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Lambda_4 = \lambda_4 / d_4 = 0,70 / 0,025 = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$



Θερμοκρασιακό διάγραμμα του Α

Πίνακας Τάσεων Υδρατμών

Στρώσεις	T	Ps _n (από πίνακα 4)	ΔP	P _n
Εξωτερικός αέρας	t _{La} = 0 °C	Ps _α = 4,58		2,977
Εξωτερικός σοβάς	t ₁ = 0,38 °C t ₂ = 0,614 °C	Ps ₁ = 4,37 Ps ₂ = 4,77	0,4098	2,977 3,387
Θερμομονωτικό υλικό	t ₂ = 0,614 °C t ₃ = 11,47 °C	Ps ₂ = 4,77 Ps ₃ = 9,68	0,1177	3,387 3,505
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	t ₃ = 11,47 °C t ₄ = 12,583 °C	Ps ₃ = 9,68 Ps ₄ = 10,87	6,667	3,505 10,171
Εσωτερικός σοβάς	t ₄ = 12,583 °C t ₅ = 12,939 °C	Ps ₄ = 10,87 Ps ₅ = 11,20	0,3247	10,171 10,49
Εσωτερικός αέρας	t _{Li} = 20 °C	Ps _i = 17,53		10,518

$\Delta P_1 = P_2 - P_1 = (1/\Delta 1)(P_i - P_\alpha) / 1/\Delta = 4,098(10,518 - 2,977) / 75,192 = 4,098 \cdot 0,100 = 0,4098 \text{ mmQS}$

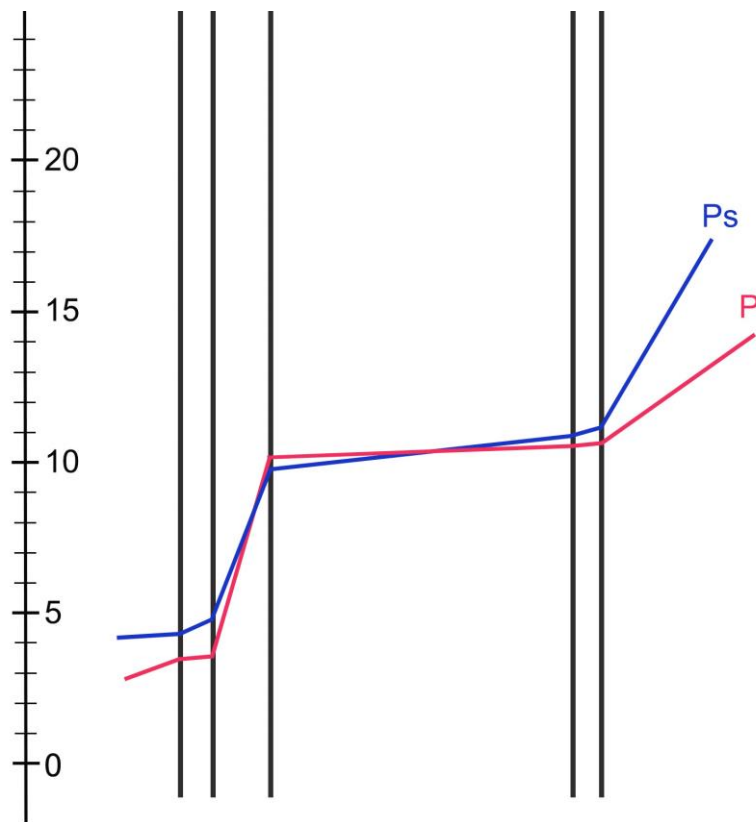
$\Delta P_2 = P_3 - P_2 = (1/\Delta 2)(P_i - P_\alpha) / 1/\Delta = 1,177(10,518 - 2,977) / 75,192 = 1,177 \cdot 0,100 = 0,1177 \text{ mmQS}$

$\Delta P_3 = P_4 - P_3 = (1/\Delta 3)(P_i - P_\alpha) / 1/\Delta =$

$$(66,67) (10,518-2,977) / 75,192 = 66,67 * 0,100 = 6,667 \text{ mmQS}$$

$$\Delta P_4 = P_5 - P_4 = (1 / \Delta 4) (P_i - P_a) / 1 / \Delta =$$

$$(3,247) (10,518-2,977) / 75,192 = 3,247 * 0,100 = 0,3247 \text{ mmQS}$$



Διάγραμμα Τάσεων

Οι γραμμές μερικών και κυρεσμένων υδρατμών τέμνονται που σημαίνει πως έχουμε υγραποίηση στο εσωτερικό της κατασκευής. Για αυτό αι θα χρησιμοποιήσουμε φράγμα υδρατμών στην εσωτερική πλευρά της στρώσης στη οποία παρατηρείται η υγραποίηση.

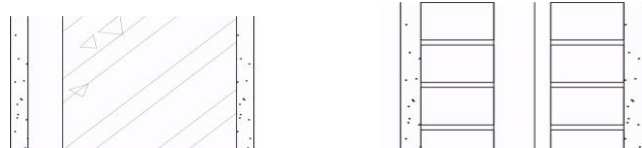
Το στοιχείο Β του τοίχου, όπως μελετήθηκε στο κομμάτι της υγραμόνωσης στην αρχική κατασκευή, δεν έφερε αστοχία. Έτσι, θα καλύπτει και τις ανάγκες υγραμόνωσης (ακόμα περισσότερο) και στην βελτιωμένη κατασκευή.

Ηχομόνωση

Όπως υπολογίστηκε στην μελέτη της ηχομόνωσης της συμβατικής αρχικής κατασκευής, όλοι οι τοίχοι της κατοικίας πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις ηχοπροστασίας. Για αυτό και είναι αναμενόμενο να λειτουργούν ανάλογα (και ακόμα πιο αποδοτικά), στην βελτιωμένη κατασκευή.

Υπολογισμός* περιβαλλοντικής επίδρασης των υλικών

Τοίχος 1

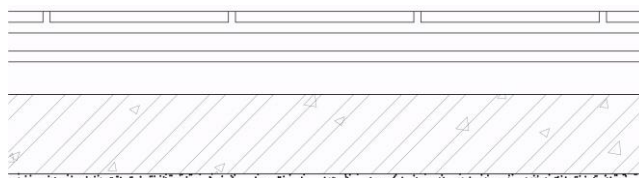


Ενσωματωμένη ενέργεια

Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικός Τοίχος				
	Υλικό	Πάχος d (m)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. (kWh/kg)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. x ρ (kWh/m ³)
Ασβεστοκονίαμα (Επίχρισμα/Κονίαμα)	0,025	1800	0,403	724,5	10,87
Θερμομονωτικό υλικό (XPS)	0,05	23	27,857	640,7	32,04
Οπτοπλινθοδομή	0,09	1200	0,45	540	48,6
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2400	0,694	1665,6	333,12
Συνολική εμπεριεχόμενη ενέργεια (Kg CO₂ /m²)	0,415				424,63

Εκπομπές CO₂

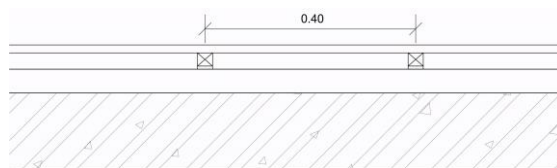
Δομικό Στοιχείο	Εξωτερικός Τοίχος				
	Υλικό	Πάχος d (m)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Εκπομπές CO ₂ GWP (g CO ₂ /kg)	Εκπομπές CO ₂ GWP x ρ (g CO ₂ /m ³)
Ασβεστοκονίαμα (Επίχρισμα/Κονίαμα)	0,025	1800	271	487800	7317
Θερμομονωτικό υλικό (XPS)	0,05	23	1650	37950	1897,5
Οπτοπλινθοδομή	0,09	1200	190	228000	20520
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2400	579	1389600	277920
Συνολική εμπεριεχόμενη ενέργεια (Kg CO₂ /m²)	0,415				307644,5

Δώμα**Ενσωματωμένη ενέργεια**

Δομικό Στοιχείο	Δώμα					
	Υλικό	Πάχος d (m)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. (kWh/kg)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. x ρ (kWh/m ³)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. x ρ x d (kWh/m ²)
Ασβεστοκονίαμα (Επίχρισμα)		0,025	1800	0,403	725,4	18,135
Θερμομονωτικό υλικό (XPS)		0,05	23	27,857	640,7	32,04
Ασφαλτική μεμβράνη		0,005	1100	13,88	15268	76,34
Γεώφασμα		0,001	-	-	-	-
Οπλισμένο σκυρόδεμα		0,20	2400	0,694	1665,6	333,12
Ελαφρομπετόν		0,09	600	0,806	483,6	8,36
Τσιμεντοκονία εξομάλυνσης		0,03	200	0,917	183,4	5,502
Ασβεστοτσιμεντοκονία		0,03	1800	0,403	725,4	21,762
Τσιμεντόπλακες		0,03	200	0,57	114	3,42
Συνολική εμπεριεχόμενη ενέργεια (Kg CO₂ /m²)		0,461				498,679

Εκπομπές CO₂

Δομικό Στοιχείο	Δώμα					
	Υλικό	Πάχος d (m)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Εκπομπές CO ₂ GWP (g CO ₂ /kg)	Εκπομπές CO ₂ GWP x ρ (g CO ₂ /m ³)	Εκπομπές CO ₂ GWP x ρ x d (g CO ₂ /m ²)
Ασβεστοκονίαμα (Επίχρισμα)		0,025	1800	271	487800	12195
Θερμομονωτικό υλικό (XPS)		0,05	23	1650	37950	1897,5
Ασφαλτική μεμβράνη		0,005	1100	1039	1142900	5714,5
Γεώφασμα		0,001	-	-	-	-
Οπλισμένο σκυρόδεμα		0,20	2400	579	1389600	277920
Ελαφρομπετόν		0,09	600	445	267000	26700
Τσιμεντοκονία εξομάλυνσης		0,03	200	98	19600	588
Ασβεστοτσιμεντοκονία		0,03	1800	271	487800	14634
Τσιμεντόπλακες		0,03	200	307	61400	1842
Συνολική εμπειριεχόμενη ενέργεια (Kg CO₂/m²)		0,461				341491

Δάπεδο**Ενσωματωμένη ενέργεια**

Δομικό Στοιχείο	Δάπεδο				
	Υλικό	Πάχος d (m)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. (kWh/kg)	Εμπεριεχόμενη ενέργεια Ε.Ε. x ρ (kWh/m ³)
Ξύλινες σανίδες (Δρυς)	0,03	800	0,3	240	7,2
Ξύλινα καδρόνια	0,05	800	0,3	240	12
Γαρμπιλομπετόν	0,08	1500	0,5	750	60
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,20	2400	0,694	1665,6	333,12
Συνολική εμπεριεχόμενη ενέργεια (Kg CO₂ /m²)	0,36				412,32

Εκπομπές CO₂

Δομικό Στοιχείο	Δάπεδο				
	Υλικό	Πάχος d (m)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Εκπομπές CO ₂ GWP (g CO ₂ /kg)	Εκπομπές CO ₂ GWP x ρ (g CO ₂ / m ³)
Ξύλινες σανίδες (Δρυς)	0,03	800	116	92800	2784
Ξύλινα καδρόνια	0,05	800	116	92800	4640
Γαρμπιλομπετόν	0,08	1500	445	667500	53400
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,20	2400	0,694	1665,6	333,12
Συνολική εμπεριεχόμενη ενέργεια (Kg CO₂ /m²)	0,36				61157,12

*οι τιμές λήφθηκαν από τις διάφανιες του μαθήματος και το <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tpree/totee/TOTEE-20701-2-Final-%D4%C5%C5....pdf>