

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Δημήτρης Πολιτόπουλος

Πολιτικός Μηχ/κός ΕΜΠ – Υπεύθυνος Καινοτομικών Συστημάτων Δόμησης, KNAUF ABEE

Λέξεις κλειδιά: Θερμομόνωση, Σοβάτισμα, Ανακαίνιση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η ανάγκη για μια διαφορετική διαχείριση της ενέργειας, άλλα και η επιδείνωση των περιβαλλοντικών συνθηκών στα αστικά κέντρα, καθιστούν όλο και περισσότερο επίκαιρη την αναζήτηση αλλαγών στην τεχνολογία δόμησης, με ενεργειακά αποδοτικά δομικά προϊόντα. Το ολοκληρωμένο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης κτιρίων THERMOPROSOPSIS χρησιμοποιώντας διογκωμένο πολυστυρένιο, επιχρίσματα και παρελκόμενα ειδικών προδιαγραφών, καλύπτει την παραπάνω ανάγκη καθώς προσφέρει ταυτόχρονα θερμομόνωση, σοβάτισμα και βάψιμο. Όταν το σύστημα εφαρμόζεται σε υφιστάμενα αμόνωτα κτίρια τότε η επένδυση αποσβένεται σε λίγα μόνο χρόνια, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται και η ανακαίνιση των όψεων, δίνοντας στο κτίριο προστιθέμενη εμπορική αξία.

1. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ THERMOPROSOPSIS

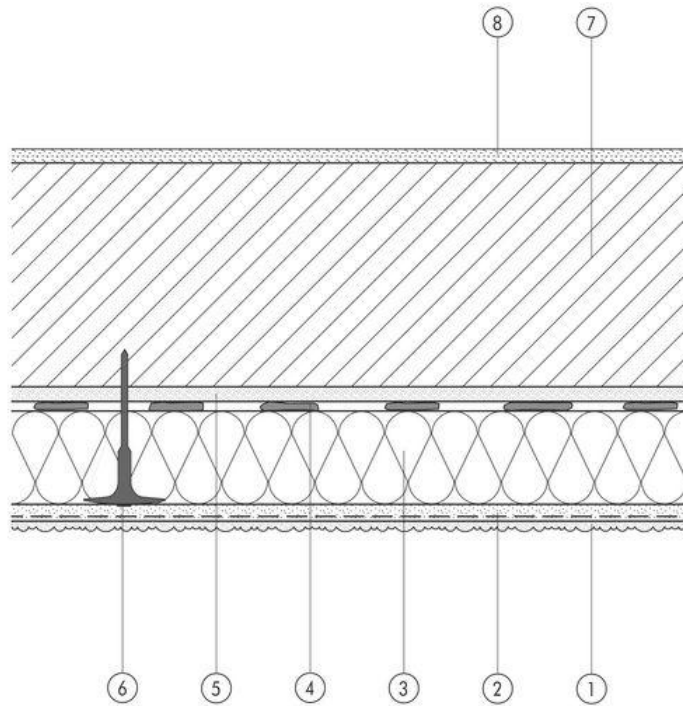
Κατάλληλα υπόβαθρα μπορούν να αποτελέσουν επιφάνειες από Beton, τούβλο, παλαιοί σοβάδες. Επίσης τσιμεντοσανίδα, ινογυψοσανίδα κατάλληλων προδιαγραφών. Το υπόβαθρο πρέπει να είναι καθαρό, στεγνό, χωρίς υπολείμματα λαδιού, σχετικά επίπεδο και χωρίς σαθρά τμήματα. Οι θερμοκρασίες κατά την εφαρμογή του συστήματος θα πρέπει να είναι μεταξύ 5 ° C και 35° C. Περιμετρικά του κτιρίου καθορίζεται η περιοχή που πρέπει να προστατευτεί από την ανιούσα υγρασία η οποία ονομάζεται Ζώνη Υψηλής Στεγάνωσης. Η περιοχή αυτή πρέπει να καλύπτει περιμετρικά το κτίριο σε μία ζώνη ελάχιστου πλάτους 30cm πάνω από το φυσικό έδαφος και 30cm μέσα σε αυτό.

Αφού ζυγιστούν οι όψεις του κτιρίου γίνεται η επικόλληση των μονωτικών πλακών, Φωτογραφία 1, αναμιγνύοντας το υλικό επικόλλησης SM 700 με νερό ώστε να δημιουργηθεί ένα ομοιογενές μίγμα. Η εργασία μπορεί να γίνει με μίξερ βαρέως τύπου ή για μεγαλύτερη απόδοση χρησιμοποιούμε κάποια από τις μηχανές PFT (Swing, Ritmo, G 54). Το

μίγμα τοποθετείται με μυστρί ή με το πιστόλι εκτόξευσης των μηχανών PFT, Φωτογραφίες 2, 3, στο περίγραμμα του μονωτικού υλικού (λευκές αυτοσβενύμενες πλάκες Διογκωμένου Πολυστυρενίου EPS 80, με $\lambda=0,037\text{W}/(\text{m.k.})$) οι οποίες παράγονται με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 13163:2001 και διαθέτουν CE) και σε ενδιάμεσα σημεία του, ώστε η επιφάνεια που θα καλύπτει να αντιστοιχεί τουλάχιστον στο 40% της επιφάνειας της πλάκας. Οι μονωτικές πλάκες επικολλώνται πάντοτε διασταυρώνοντας τους αρμούς και ελέγχοντας την επιπεδότητά τους. Χρειάζεται προσοχή οι πρώτοι αρμοί πάνω από τα ανοίγματα πορτών ή παραθύρων να μην διαμορφώνονται σε συνέχεια των λαμπάδων αυτών. Στα σημεία επαφής του μονωτικού με επιφάνειες άλλων δομικών υλικών (πχ. Beton, στέγη) τοποθετείται ειδική αυτοδιογκούμενη ταινία THERMOPROSOPSIS για την αποφυγή θερμογεφυρών. Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών επικόλλησης και τουλάχιστον μετά από 48 ώρες οι τυχόν διαφορές στις επιφάνειες των θερμομονωτικών πλακών εξομαλύνονται με τριβίδι για την επίτευξη τέλει επιπεδότητας, Φωτογραφία 4. Έπειτα ακολουθεί η τοποθέτηση 6 βυσμάτων ανά m^2 με βάθος αγκύρωσης μεγαλύτερο των 5cm, Φωτογραφία 5, για την επιπλέον προστασία του συστήματος από τους σεισμούς και τις ανεμοπιέσεις. Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η εργασία αυτή όταν η επικόλληση των θερμομονωτικών πλακών γίνεται σε μη σταθερά υπόβαθρα (πχ παλαιοί σοβάδες). Με χρήση του υλικού επικόλλησης τοποθετούνται τα γωνιόκρανα, οι νεροσταλάκτες και όπου απαιτούνται, τα προφίλ αρμού διαστολής, προσδίδοντας άριστο αισθητικό αποτέλεσμα στις όψεις του κτιρίου, Φωτογραφία 6.

Το υλικό επικόλλησης SM 700, λόγω της άριστης ποιότητάς του, χρησιμοποιείται και ως βασικό επίχρισμα του συστήματος. Όλη η επιφάνεια καλύπτεται σε πάχος περίπου 5-7mm, Φωτογραφία 7, και στη συνέχεια ενσωματώνεται πλήρως σ' αυτή το πλέγμα ενίσχυσης THERMOPROSOPSIS, Φωτογραφία 8, το οποίο πρέπει να βρίσκεται στο άνω 1/3 του πάχους του βασικού επίχρισματος και να επικαλύπτεται στα σημεία συναρμογής του κατά τουλάχιστον 10cm. Στα σημεία διαγώνια των ανοιγμάτων τοποθετούνται επιπλέον τεμάχια πλέγματος ενίσχυσης THERMOPROSOPSIS διαστάσεων περίπου 30x50cm για επιπλέον προστασία, Φωτογραφία 9.

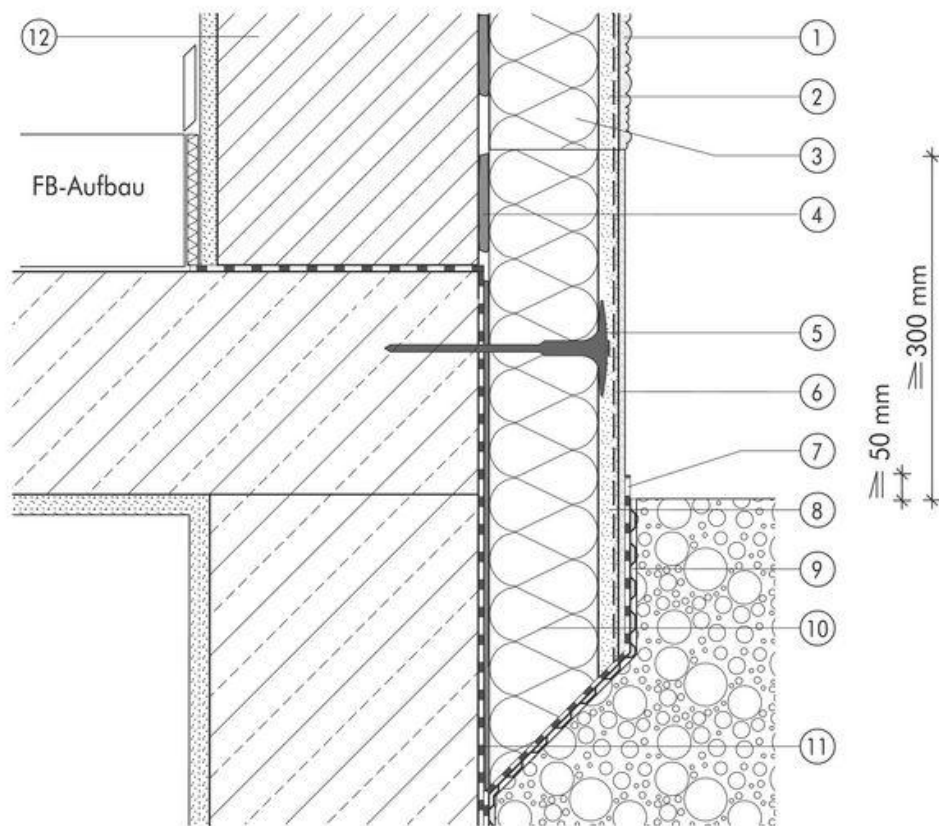
Ως τελικό επίχρισμα εφαρμόζεται έπειτα από περίπου πέντε ημέρες το SM 700 natur weiß, είτε με το χέρι είτε με τις μηχανές PFT. Το βασικό επίχρισμα καλύπτεται με το τελικό σε πάχος από 2mm έως 3mm. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν έγχρωμα υλικά όπως το ακρυλικό addi S, Φωτογραφία 10, ή το σιλικονούχο conpi S με παράλληλη χρήση του κατάλληλου ασταριού. Λόγω της εξαιρετικής ποιότητας και της ελαστομέρειας των υλικών του συστήματος οι τελικές επιφάνειες δεν ρηγματώνουν και η μόνη συντήρηση που χρειάζονται είναι βαφή κάθε 15-20 έτη.



Λεπτομέρεια 1. Κατασκευή του συστήματος THERMOPROSOPSIS

1. Τελικό επίχρισμα SM 700 natur weiß (DIN EN 998-1, DIN V 18550 / 4109) που διαθέτει CE. Εναλλακτικά ακρυλικό addi S (DIN EN 13914, DIN 18558 / 55699, DIN 18345 / 18350 DIN 18558 / 52617) ή σιλικονούχο conni S (DIN EN 13914, DIN V 18550, DIN 18558 / 55699 DIN 18558 / 52617) με χρήση του ασταριού Quarzgrund (με χαλαζιακή άμμο DIN 4226).
2. Βασικό επίχρισμα SM 700 (DIN EN 998-1) που διαθέτει CE, με ενσωματωμένο το πλέγμα ενίσχυσης THERMOPROSOPSIS βάρους 200gr/m², με αντιαλκαλική προστασία.
3. Λευκές αυτοσβενύμενες πλάκες Διογκωμένου Πολυστυρενίου EPS 80, με $\lambda=0,037W/(m.k.)$ οι οποίες παράγονται με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 13163:2001 και διαθέτουν CE.
4. Υλικό επικόλλησης SM 700 (DIN EN 998-1) που διαθέτει CE.
5. Παλιός σοβάς (στην περίπτωση που εφαρμόζεται το σύστημα THERMOPROSOPSIS σε υφιστάμενο κτίριο).
6. Βύσμα αγκύρωσης THERMOPROSOPSIS (ETA-07-0026)
7. Υπόβαθρο (beton, τούβλο).
8. Εσωτερικός σοβάς.

Στην ζώνη υψηλής στεγάνωσης χρησιμοποιούνται μονωτικές πλάκες από αυτοσβενύμενο Διογκωμένο Πολυστερένιο EPS 250, οι οποίες επικολλούνται με χρήση του υλικού επικόλλησης SM 700. Η επιφάνεια του μονωτικού επιχρίεται με το επίχρισμα υψηλής στεγάνωσης Sockel SM, ενώ εγκιβωτίζεται και το πλέγμα ενίσχυσης. Στην επιφάνεια επάνω από το φυσικό έδαφος τοποθετείται το τελικό επίχρισμα. Στην ζώνη που περιλαμβάνεται μεταξύ 5cm επάνω από το φυσικό έδαφος και 5cm κάτω από το τέλος της EPS 250 μέσα στο έδαφος, χρησιμοποιείται το ελαστομερές σφραγιστικό υπογείων Sockel Dicht για επιπλέον προστασία από την υγρασία. Επάνω από το Sockel Dicht είναι καλό να χρησιμοποιείται αποστραγγιστική μεμβράνη.



Λεπτομέρεια 2. Κατασκευή της ζώνης υψηλής στεγάνωσης του συστήματος THERMOPROSOPSIS

1. Τελικό επίχρισμα SM 700 natur weiß (DIN EN 998-1, DIN V 18550 / 4109) που διαθέτει CE. Εναλλακτικά ακρυλικό addi S (DIN EN 13914, DIN 18558 / 55699, DIN 18345 / 18350 DIN 18558 / 52617) ή σιλικονούχο conni S (DIN EN 13914, DIN V 18550, DIN 18558 / 55699 DIN 18558 / 52617) με χρήση του ασταριού Quarzgrund (με χαλαζιακή άμμο DIN 4226).
2. Βασικό επίχρισμα SM 700 (DIN EN 998-1) που διαθέτει CE, με ενσωματωμένο το πλέγμα ενίσχυσης THERMOPROSOPSIS βάρους 200gr/m², με αντιαλκαλική προστασία.
3. Λευκές αυτοσβενύμενες πλάκες Διογκωμένου Πολυστυρενίου EPS 80, με $\lambda=0,037W/(m.k.)$ οι οποίες παράγονται με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 13163:2001 και διαθέτουν CE.
4. Υλικό επικόλλησης SM 700 (DIN EN 998-1) που διαθέτει CE.
Παλαιός σοβάς (στην περίπτωση που το σύστημα THERMOPROSOPSIS εφαρμόζεται σε υφιστάμενο κτίριο).
5. Βύσμα αγκύρωσης THERMOPROSOPSIS (ETA-07-0026)
6. Βασικό επίχρισμα SOCKEL SM (DIN V 18550 / DIN EN 998-1) που διαθέτει CE ως τελικό επίχρισμα με την κατάλληλη βαφή.
7. Ελαστομερές σφραγιστικό υπογείων Sockel Dicht (DIN EN 998-1, DIN V 18550).
8. Βασικό επίχρισμα SOCKEL SM (DIN V 18550 / DIN EN 998-1) που διαθέτει CE, με ενσωματωμένο το πλέγμα ενίσχυσης THERMOPROSOPSIS βάρους 200gr/m², με αντιαλκαλική προστασία.
9. Αποστραγγιστική μεμβράνη.
10. Μονωτικές πλάκες από αυτοσβενύμενο Διογκωμένο Πολυστυρένιο EPS 250 οι οποίες παράγονται με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 13163:2001 και διαθέτουν CE.
11. Στεγάνωση υπογείου.
12. Υπόβαθρο (beton, τούβλο).



Φωτογραφία 1. Επικόλληση των μονωτικών πλακών



Φωτογραφία 2. Τοποθέτηση του υλικού επικόλλησης με το χέρι



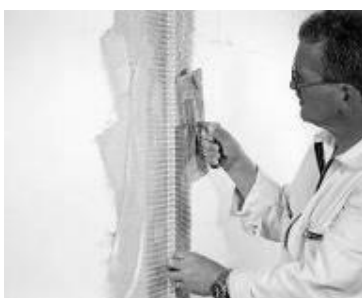
Φωτογραφία 3. Τοποθέτηση του υλικού επικόλλησης με μηχανή



Φωτογραφία 4. Εξομάλυνση των θερμομονωτικών πλακών με τριβίδι



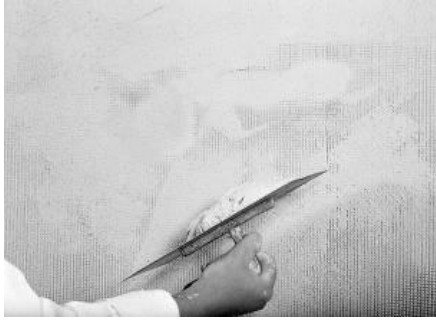
Φωτογραφία 5. Τοποθέτηση βυσμάτων αγκύρωσης



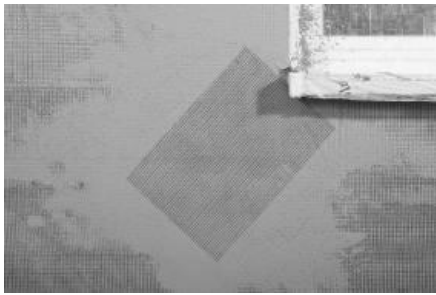
Φωτογραφία 6. Τοποθέτηση γωνιοκράνου



Φωτογραφία 7. Εφαρμογή του βασικού επιχρίσματος



Φωτογραφία 8. Ενσωμάτωση του πλέγματος ενίσχυσης



Φωτογραφία 9. Πλέγμα ενίσχυσης ανοιγμάτων



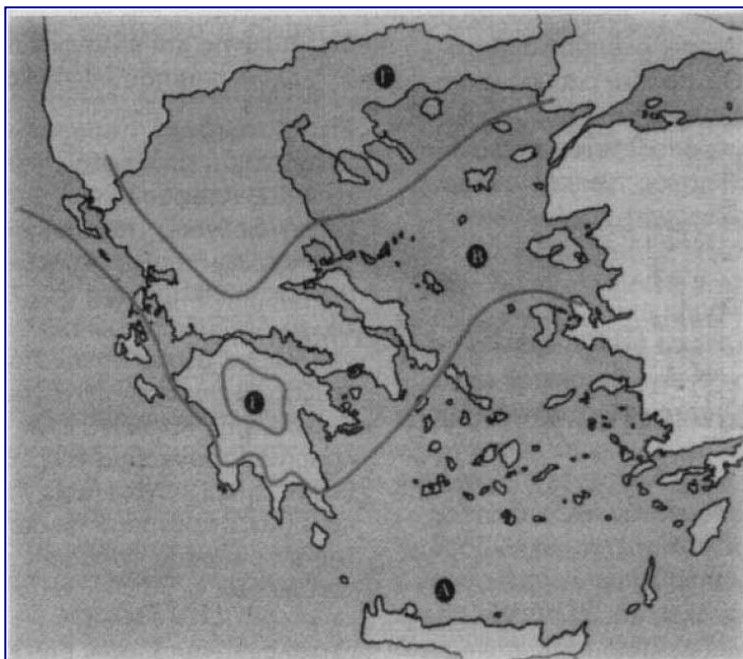
Φωτογραφία 10. Εφαρμογή έγχρωμου τελικού οργανικού επιχρίσματος

2. ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

2.1 Παραδοχές

Προκειμένου να γίνει ποσοτικοποίηση της εξοικονομούμενης ενέργειας και του χρόνου απόσβεσης του συστήματος, μελετήθηκε ενδεικτικά διώροφη μονοκατοικία χωρίς θερμομόνωση συνολικής επιφάνειας 144m², με ξύλινη στέγη, 25% ποσοστό ανοιγμάτων και διπλούς υαλοπίνακες. Η μονοκατοικία αυτή τοποθετήθηκε σε 3 κλιματολογικές ζώνες της Ελλάδας (Α΄ ζώνη – Ηράκλειο Κρήτης, Β΄ ζώνη – Αθήνα, Γ΄ ζώνη – Θεσσαλονίκη), Σχήμα 10. Το κόστος του πετρελαίου θέρμανσης υπολογίστηκε στα 0,70 €/lt και το κόστος της κιλοβατώρας του ηλεκτρικού ρεύματος για ψύξη 0,12 €/kWh. Ο κάθε όροφος υπολογίστηκε με διαστάσεις 8 x 9 x 3 m. Άρα περίμετρος ορόφου 34m, εμβαδό όψεων ορόφων 204m² και εμβαδό τοίχων πλην ανοιγμάτων 153m². Υπολογίστηκε το συνολικό ετήσιο κόστος ενέργειας για τη θέρμανση και το δροσισμό σε τρεις περιπτώσεις:

- Αμόνωτο κτίριο.
- Μονωμένο με THERMOPROSOPSIS με 5 cm EPS 80.
- Μονωμένο με THERMOPROSOPSIS με 10 cm EPS 80.



Σχήμα 10

2.2 Υπολογισμοί

Υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας k για κάθε δομικό στοιχείο και στις τρεις περιπτώσεις και στη συνέχεια με βάση τα τετραγωνικά μέτρα κάθε επιφάνειας, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου k_m .

Πίνακας 1. Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου k_m $W/m^2.K$

Πάχος μόνωσης	k_m
0 cm	2,398
5 cm	1,699
10 cm	1,597

Παρατηρούμε ότι εφαρμόζοντας THERMOPROSOPSIS με 5 cm EPS 80, πετυχαίνουμε μείωση της ροής της θερμότητας κατά 29% και εφαρμόζοντας THERMOPROSOPSIS με 10 cm EPS 80, πετυχαίνουμε μείωση της ροής της θερμότητας κατά 33%. Στην περίπτωση που το κτίριο που μελετήσαμε είχε θερμομόνωση στην στέγη και το δάπεδο επί του φυσικού εδάφους, η μείωση της ροής της θερμότητας θα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη.

2.2 Αποτελέσματα

Με βάση τις παραδοχές που αναφέρθηκαν και αναλυτικούς υπολογισμούς μελέτης θέρμανσης – δροσισμού, προκύπτει το ετήσιο κόστος θέρμανσης – δροσισμού, αλλά και το ετήσιο όφελος από την εφαρμογή του THERMOPROSOPSIS όπως παρουσιάζεται στους τρεις παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 2. Ετήσιο κόστος θέρμανσης - δροσισμού €

Ζώνη	Μόνωση cm	Ετήσιο κόστος θέρμανσης	Ετήσιο κόστος δροσισμού
A	0	1117	1204
	5	792	853
	10	744	802
B	0	1609	1656
	5	1140	1173
	10	1071	1102
Γ	0	3523	1580
	5	2496	1119
	10	2346	1052

Πίνακας 3. Συνολικό ετήσιο κόστος θέρμανσης - δροσισμού €

Ζώνη	Μόνωση cm	Συνολικό ετήσιο κόστος θέρμανσης- δροσισμού
Α	0	2321
	5	1645
	10	1546
Β	0	3265
	5	2313
	10	2173
Γ	0	5103
	5	3615
	10	3398

Πίνακας 4. Ετήσιο όφελος από την εφαρμογή του THERMOPROSOPSIS €

Ζώνη	Μόνωση cm	Ετήσιο όφελος
Α	5	677
	10	776
Β	5	952
	10	1091
Γ	5	1488
	10	1705

Υπολογίζοντας το κόστος του συστήματος THERMOPROSOPSIS (υλικών, εφαρμογής, ΙΚΑ) σε 40 €/m² για πάχος μόνωσης 5 cm και 45 €/m² για πάχος μόνωσης 10 cm προκύπτουν τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5. Κόστος εφαρμογής του THERMOPROSOPSIS €

Μόνωση cm	Κόστος εφαρμογής
5	6120
10	6885

Συνδυάζοντας τα στοιχεία του πίνακα 4 με τα στοιχεία του πίνακα 5, προκύπτει ο χρόνος απόσβεσης του συστήματος THERMOPROSOPSIS σε έτη, μετά την εφαρμογή του στην αμόνωτη κατοικία που μελετήθηκε και με βάση τις παραδοχές που αναφέρθηκαν.

Πίνακας 5. Χρόνος απόσβεσης σε έτη

Ζώνη	Μόνωση cm	Χρόνος απόσβεσης
Α	5	9,0
	10	8,9
Β	5	6,4
	10	6,3
Γ	5	4,1
	10	4,0

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την παραπάνω μελέτη αλλά και καθώς σύντομα τα κτίρια θα αποκτήσουν ενεργειακή ταυτότητα σύμφωνα με τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς, (Οδηγία 2002/91/ΕΚ) ανάλογα με την συνολική κατανάλωση ενέργειάς τους σε Kwh/m², προκύπτει ότι η εφαρμογή του συστήματος THERMOPROSOPSIS στα αμόνωτα κτίρια αποτελεί επένδυση.

Η εξοικονόμηση ενέργειας ξεκινάει από το 29% και ο χρόνος απόσβεσης κυμαίνεται από 4,0 έως 9,0 έτη ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και το πάχος της μόνωσης. Δεν μπορούσαν να συμπεριληφθούν στη μελέτη οφέλη όπως της εκμετάλλευσης της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων, της εξάλειψης των θερμογεφυρών και της ανακαίνισης των όψεων κτιρίου, που θα βελτίωναν τα αποτελέσματα.

Όσο αφορά τα νέα κτίρια το σύστημα κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρον σε σύγκριση με τον συμβατικό τρόπο μόνωσης και επίχρισης των εξωτερικών τοίχων καθώς:

- Καταργεί τις θερμογέφυρες
- Αξιοποιεί την θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων
- Διαθέτει αξιόπιστα, μη ρηγματούμενα εξωτερικά επιχρίσματα

4. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Κανονισμός Θερμομόνωσης (ΦΕΚ 362/4.7.1979)

KNAUF – MARMORIT, «WARM WAND Die Systeme»

KNAUF ABEE, «Ολοκληρωμένο Σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης»

Γ.Κ. ΡΙΖΑΚΟΣ ΑΒΕΤΕ, «Μελέτη Θέρμανσης – Δροσισμού»