

# Κατασκευή Παθητικών Κτιρίων με Θερμομονωτικά Υλικά κατασκευασμένα από NEOPOR & PERIPOR της BASF και ενεργειακή μελέτη αυτών από το Passive House Institute

Ριζάκος Κωνσταντίνος

*Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ – Manchester Business School MBA*  
Γ.Κ. ΡΙΖΑΚΟΣ ΑΒΕΤΕ

## 1. Εισαγωγή

Η μελέτη «Κατασκευή παθητικών κτιρίων με θερμομονωτικά υλικά κατασκευασμένα από τις α' ύλες Neopor και Peripor της BASF» αποτελεί κομμάτι μιας πολύ μεγαλύτερης μελέτης που έγινε για λογαριασμό της BASF από το Ινστιτούτο Παθητικών Κτιρίων του Ντάρμστατ, Γερμανίας. Η αρχική μελέτη έγινε για πόλεις σε όλη την Ευρώπη και βόρεια αλλά και νότια των άλπεων και με περισσότερα υλικά, θερμομονωτικά, αλλά και υλικά αλλαγής φάσης που αυξάνουν τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων. Το σύνολο της μελέτης είναι διαθέσιμο στην Αγγλική γλώσσα στην ιστοσελίδα της BASF [www.energyefficiency.basf.com](http://www.energyefficiency.basf.com).

Για τις ανάγκες της Ελλάδας χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία εκείνα που αφορούν τις Ελληνικές πόλεις και τα υλικά που είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στη χώρα μας. Δόθηκε επίσης μεγαλύτερη έμφαση στις κατασκευαστικές λύσεις που απαιτούνται για την κατασκευή τέτοιων κτιρίων, μια τεχνολογία αρκετά καινούργια για τη χώρα μας.

Η μελέτη περιλαμβάνει μια ανάλυση του θεσμικού πλαισίου που ισχύει στη χώρα μας, κάποια στοιχεία για την BASF και το Ινστιτούτο Παθητικών Κτιρίων (Passive House Institute – PHI), την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα της μελέτης. Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι είναι η

ανάλυση των κατασκευαστικών λύσεων για την υλοποίηση ενός τέτοιου κτιρίου και τέλος μια ανάλυση των θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.

## **2. Θεσμικό πλαίσιο**

Έως το 1979 τα περισσότερα κτίρια ήταν αμόνωτα αφού δεν υπήρχε κανονισμός θερμομόνωσης σε ισχύ. Η κατανάλωση τους ήταν πάνω από 150kWh ανά τετραγωνικό μέτρο κατοικήσιμης επιφάνειας το χρόνο. Δηλαδή για ένα σπίτι 100m<sup>2</sup> κατοικήσιμης επιφάνειας, απαιτούνταν 15.000kWh ενέργειας το χρόνο, σε λίτρα πετρελαίου περίπου 1.500 λίτρα το χρόνο. Από το 1979 που ίσχυσε ο 1<sup>ος</sup> Κανονισμός Θερμομόνωσης, ο οποίος στην ουσία άρχισε να εφαρμόζεται ελλειπώς από το 1990 και μετά, οδήγησε σε κτίρια τα οποία ήταν πλημμελώς θερμομονωμένα με μια κατανάλωση της τάξεως των 80 έως 100 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο. Από την 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου του 2010 ισχύει ο νέος κανονισμός θερμομόνωσης ο ΚΕΝΑΚ, Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, αποτέλεσμα της οδηγίας EPBD 2002/91, ο οποίος οδηγεί σε κτίρια με κατανάλωση ενέργειας από 50 έως 80kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο. Έχει ήδη δημιουργηθεί η νέα ευρωπαϊκή οδηγία 2010/31/EK η EPBD 2 η οποία έχει ενσωματωθεί στην Ελληνική νομοθεσία και η οποία θα επιβάλει ενεργειακά αυτόνομα νέα κτίρια από το 2019 και υπάρχοντα δημόσια από το 2018, τα οποία θα πρέπει να έχουν κατανάλωση κάτω από 15kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο, δηλαδή για 100m<sup>2</sup>, 1.500kWh ή 150 λίτρα πετρελαίου το χρόνο. Σε δέκα χρόνια αυτό θα είναι γεγονός και για αυτό πρέπει ήδη να προσαρμοζόμαστε στις νέες συνθήκες και σταδιακά να μειώνουμε τις ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων έτσι ώστε να φτάσουμε από μέσο όρο τις 65kwh/m<sup>2</sup> στις 15.

## **3. Σύνταξη & Χρηματοδότηση της μελέτης**

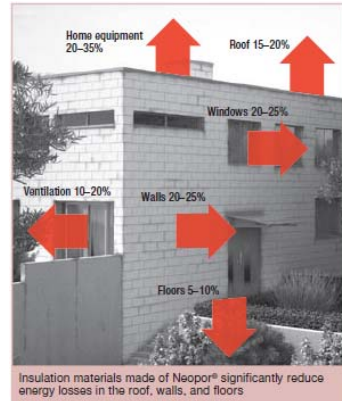
Η αρχική μελέτη χρηματοδοτήθηκε από την εταιρεία BASF και υλοποιήθηκε από το Passive House Institute που είναι στο Ντάρμστατ της Γερμανίας. Έγινε ανάλυση της επίδρασης της θερμομόνωσης στο ίδιο κτίριο σε διαφορετικές πόλεις της Ευρώπης, μεταξύ αυτών η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη. Χρησιμοποιήθηκαν θερμομονωτικά υλικά παραγόμενα από πρώτες ύλες της BASF, το Neopor και το Peripor.

Η BASF, είναι γερμανικός κολοσσός χημικών και πλαστικών, με πωλήσεις το 2009 51 δις Ευρώ και 105.000 εργαζομένους. Το 1951 ανακαλύπτει και πατεντάρει το Διογκωμένο Πολυστυρένιο (Expanded Polystyrene - EPS), από πολυμερισμό του στυρενίου και προσθήκη πεντανίου ως διογκωτικό μέσο με την εμπορική ονομασία **Styropor**. Το EPS έχει κυριαρχήσει σε όλο τον κόσμο σε εφαρμογές Μόνωσης, Δόμησης, Διακόσμησης και Συσκευασίας εξαιτίας της πολυποικιλιότητάς του και των εξαιρετικών μηχανικών του και θερμομονωτικών του ιδιοτήτων σε σχέση με το πολύ μικρό βάρος του. Το 1994 ανακαλύπτει και πατεντάρει το γραφитоύχο διογκωμένο πολυστυρένιο το **Neopor**, το οποίο απευθύνεται κυρίως στον κλάδο των κατασκευών και μπορεί να επιτύχει βασιζόμενο στα πλεονεκτήματα του EPS ακόμη χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα με μικρότερο βάρος, τα οποία σε συνδυασμό με την κατά 100% δυνατότητα ανακύκλωσης το καθιστούν ως ένα εξαιρετικό οικολογικό θερμομονωτικό προϊόν.

#### 4. Παθητικό κτίριο

Το παθητικό κτίριο εμπνεύστηκαν το 1990, μέσα από τη διπλωματική τους εργασία με τίτλο «Ένα σπίτι χωρίς θέρμανση», δύο οραματιστές ο Bo Andersen και ο Wolfgang Feist. Εκτός από τη μεγιστοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί ένα σπίτι με εξαιρετική θερμική άνεση και μικροκλίμα. Η ενεργειακή επένδυση σε θέρμανση και δροσισμό είναι κάτω από 15kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο, το μέγιστο U Value των αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι έως 0,15 W/m<sup>2</sup>K και των διαφανών δομικών στοιχείων κάτω από 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Για να φτάσουμε στο παθητικό κτίριο πρέπει να ελαχιστοποιήσουμε τις θερμογέφυρες σε όλα τα δομικά στοιχεία και απαιτείται πάρα πολύ μεγάλη αεροστεγανότητα με πολύ μικρή εναλλαγή αέρα εσωτερικά του χώρου, συνήθως με χρήση μηχανικού εξαερισμού και εναλλάκτη με ανάκτηση θερμότητας. Για το δροσισμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί γεωθερμικός εναλλάκτης για τη μείωση της θερμοκρασίας στον εισερχόμενο αέρα. Ένα παθητικό κτίριο έχει εξαιρετική ποιότητα εσωτερικού αέρα η οποία αποδεδειγμένα βελτιώνει την εργασία, την αυτοσυγκέντρωση και την υγιεινή. Είναι πάρα πολύ σημαντικό επομένως να εφαρμόζεται σε κτίρια σχολείων, πανεπιστημίων και χώρους εκπαίδευσης γενικότερα.

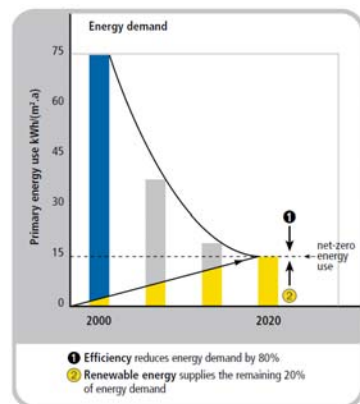
Σε ένα κτίριο (φωτ.1) το 40 έως 45% των απωλειών είναι από τα αδιαφανή δομικά στοιχεία, από τους τοίχους, τη στέγη, το δώμα, την pilotis. Άλλο ένα 20 έως 25% είναι απώλειες από τα διαφανή στοιχεία δηλαδή παράθυρα, πόρτες, 10 με 20% ακόμη από αερισμό και 20 έως 35% από συσκευές που παράγουν ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό, κουζίνες κλπ. Επομένως 60 έως 70% συνολικά είναι απώλειες από τα δομικά στοιχεία οι οποίες πρέπει να ελαχιστοποιηθούν. Η στρατηγική σχεδιασμού παθητικών κτιρίων



επιτάσσει σαν πρώτο στάδιο την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής απαίτησης για θέρμανση και δροσισμό μέσω της θερμομόνωσης (φωτ.2)

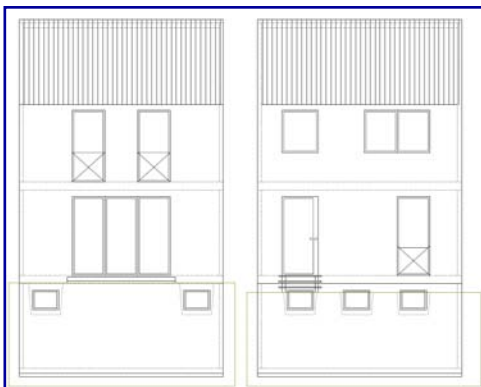
χρησιμοποιώντας μεγάλα πάχη θερμομονωτικών υλικών, σύγχρονα θερμομονωτικά πλαίσια και υαλοπίνακες, μείωση των θερμογεφυρών και χρήση των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Σε επόμενο στάδιο έρχεται η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εφόσον παραμένει η απαίτηση για ορυκτά καύσιμα μετά τα πρώτα δύο στάδια τότε πρέπει να επιλέγονται τα καθαρότερα από αυτά.

Ο μελετητής καλείται επομένως να παραλάβει ένα κτίριο το οποίο έχει κατανάλωση ενέργειας περίπου 75kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο, όσο προκύπτει με τη χρήση του KENAK σήμερα και να μειώσει αυτή την κατανάλωση ενέργειας κατά 80%, περίπου στις 15kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο. Οι 15kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο που απομένουν πρέπει να καλυφθούν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Άρα αυτό το κτίριο στην ουσία δεν καταναλώνει ενέργεια από ορυκτά καύσιμα αλλά χρησιμοποιεί για να καλύψει τις ανάγκες του σε ενέργεια ανανεώσιμες πηγές όπως η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια. Αυτό το κτίριο ονομάζεται παθητικό κτίριο ή αλλιώς net zero energy house.



## 5. Μεθοδολογία

Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση το λογισμικό δυναμικής προσομοίωσης DYNBIL του ΡΗΙ. Το κτίριο υπό μελέτη είναι μια διόροφη μονοκατοικία με 120m<sup>2</sup> συνολικής επιφάνειας σε συνεχές σύστημα δόμησης χωρίς εξώστες και με μη θερμαινόμενο υπόγειο το οποίο τοποθετήθηκε στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη με τον ίδιο προσανατολισμό. Οι εξωτερικές τοιχοποιίες και η στέγη είναι κατασκευασμένα με βαριά κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και μονή τοιχοποιία με τουβλίνα 35 cm πάχους. Τα παράθυρα και οι μπαλκονόπορτες είναι ανοιγόμενου τύπου και έχουν πατζούρια κλειστά το καλοκαίρι κατά τις μεσημεριανές ώρες. Η κεκλιμένη στέγη είναι αεριζόμενη καθώς ο αερισμός είναι σημαντικότερος στη χώρα μας όπου παρατηρούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες στη στέγη κατά το καλοκαίρι και με τον αερισμό ένα σημαντικό ποσοστό αυτής της θερμότητας απάγεται (φωτ.3).



Στο συγκεκριμένο κτίριο εφαρμόστηκαν 4 διαφορετικοί τύποι κτιριακών χαρακτηριστικών με βασικές διαφοροποιήσεις στο πάχος της θερμομόνωσης και των κουφωμάτων. Τα **Ελάχιστα** κτιριακά χαρακτηριστικά δεν περιλαμβάνουν θερμομόνωση, έχουν μονούς υαλοπίνακες και πολύ μικρή αεροστεγανότητα με φυσικό αερισμό.

Τα **Μέτρια** κτιριακά χαρακτηριστικά έχουν θερμομόνωση 6cm στη στέγη και 4cm στις τοιχοποιίες από Neopor, 2cm στα περιμετρικά υπόγεια τοιχεία από Peripor και αμόνωτο δάπεδο. Οι υαλοπίνακες είναι μονοί όπως και στην 1<sup>η</sup> περίπτωση και υπάρχει μηχανικός εξαερισμός. Τα **Καλά** κτιριακά χαρακτηριστικά έχουν θερμομόνωση 12cm στη στέγη και 10cm στις τοιχοποιίες από Neopor, 4cm στα περιμετρικά υπόγεια τοιχεία από Peripor και αμόνωτο δάπεδο. Οι υαλοπίνακες είναι διπλοί με πιο χοντρό ξύλινο προφίλ κουφώματος και υπάρχει μηχανικός εξαερισμός. Τα **Βέλτιστα** κτιριακά χαρακτηριστικά έχουν θερμομόνωση 22cm στη στέγη και 15cm στις τοιχοποιίες από Neopor, 6cm στα περιμετρικά υπόγεια τοιχεία από Peripor και αμόνωτο δάπεδο. Οι υαλοπίνακες είναι διπλοί χαμηλής εκπομπής με αέριο και με ξύλινο προφίλ κουφώματος 68mm και υπάρχει μηχανικός εξαερισμός με εναλλάκτη με ανάκτηση θερμότητας 85%. Είναι σημαντικό να επισημάνθει ότι η μη χρήση θερμομόνωσης στο δάπεδο λειτουργεί ευεργετικά το

καλοκαίρι για το δροσισμό αφού έτσι αποφεύγεται η υπερθέρμανση. Τα

τέσσερα αυτά κτιριακά χαρακτηριστικά οδηγούν σε συντελεστές θερμοπερατότητας  $U$  που περιλαμβάνονται

Case	U-value roof [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-value wall [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-value floor slab [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-value basement wall [W/(m <sup>2</sup> K)]
minimal	1.019	1.158	4	4
moderate	0.368	0.473	4	1.139
good	0.224	0.251	4	0.699
very good	0.133	0.18	4	0.496

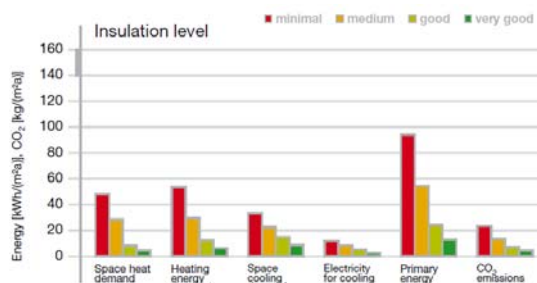
στον Πίνακα 1. Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά γίναν 4 μελέτες για κάθε κτίριο για κάθε ένα από τα 4 κτιριακά χαρακτηριστικά σε κάθε μία από τις 2 πόλεις, Αθήνα και Θεσσαλονίκη. Υπολογίστηκαν η ετήσια ζήτηση θερμότητας για θέρμανση στους 20 βαθμούς κελσίου, από αυτή υπολογίστηκε η απαίτηση σε καύσιμο, το ίδιο έγινε και για το δροσισμό σε 25°C με την υπόθεση ότι χρησιμοποιείται μια τυπική μονάδα split και από αυτά υπολογίστηκε η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση και δροσισμό και οι εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Η μελέτη επεκτάθηκε σε υπολογισμούς χωρίς τη χρήση δροσισμού για να αναδείξει τη διαφορά στις θερμοκρασίες το καλοκαίρι με τα διαφορετικά κτιριακά χαρακτηριστικά. Υπολογίστηκε το ημερήσιο ποσοστό ωρών με θερμοκρασίες άνω των 28°C χωρίς δροσισμό και η μέση μέγιστη ωριαία θερμοκρασία οποιουδήποτε δωματίου επίσης χωρίς δροσισμό. Συνήθως αυτή η θερμοκρασία εμφανιζόταν στα νότια δωμάτια κάτω από τη στέγη.

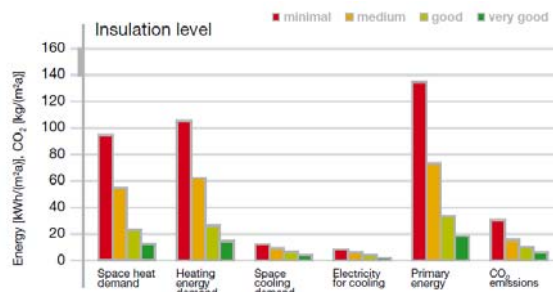
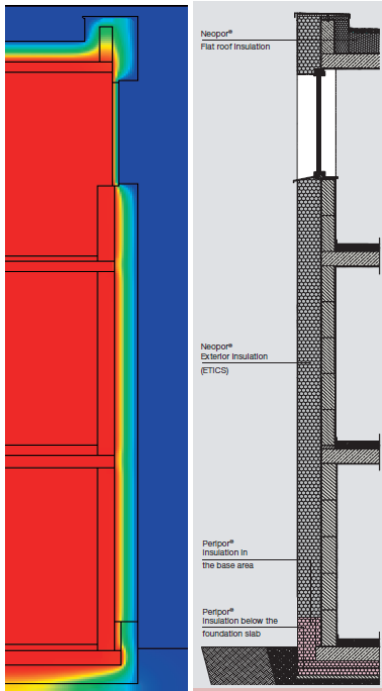
## 6. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της μελέτης για την Αθήνα δείχνουν ότι ένα κτίριο με τα ελάχιστα κτιριακά χαρακτηριστικά, δηλαδή χωρίς θερμομόνωση, έχει κατανάλωση της τάξης των 95kWh/m<sup>2</sup> το χρόνο για θέρμανση και δροσισμό, η οποία με τα καλά χαρακτηριστικά

πέφτει κατά 75% στις 25kwh/m<sup>2</sup> το χρόνο περίπου στην κατηγορία A βάσει KENAK και με τα πολύ καλά χαρακτηριστικά στην κατηγορία A+ με μια



κατανάλωση της τάξης των 12kwh/m2 το χρόνο (φωτ.4). Πλέον δεν υπάρχει ανάγκη συστήματος θέρμανσης στα πολύ καλά κτιριακά χαρακτηριστικά και οι εκπομπές CO2 πέφτουν από τα 25gr/m2 το χρόνο, μόλις σε 5. Μπορεί με μια αντλία θερμότητας να εξυπηρετηθεί και η θέρμανση και ο δροσισμός. Αν επαναληφθεί η μελέτη χωρίς σύστημα δροσισμού του κτιρίου τότε σε ένα αμόνωτο κτίριο θα είχαμε κατά έξι ώρες την ημέρα θερμοκρασία 34°C, (φωτ.5) στο νότιο δωμάτιο κάτω από τη στέγη ενώ με τα καλά κτιριακά χαρακτηριστικά αυτό θα έπεφτε σε 4,3 ώρες την ημέρα στους 30 βαθμούς και με τα πολύ καλά στις 3,5 ώρες την ημέρα με μέγιστη θερμοκρασία 28 βαθμούς, άρα στην ουσία και ο δροσισμός που απαιτείται είναι ελάχιστος. Η απόσβεση του κόστους της θερμομόνωσης έρχεται στα 7,8 χρόνια για τα καλά κτιριακά χαρακτηριστικά.



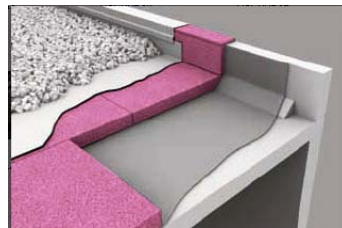
Στη Θεσσαλονίκη το ίδιο κτίριο αν ήταν αμόνωτο θα είχε 135 kWh/m2 το χρόνο κατανάλωση ενέργειας και με τα μέτρια κτιριακά χαρακτηριστικά θα οδηγούταν στις 75 kWh/m2 το χρόνο και με τα πολύ καλά σε μια κατανάλωση της τάξης των 20 kWh/m2 το χρόνο και πάλι χωρίς ανάγκη συστήματος θέρμανσης (φωτ.6). Οι θερμοκρασίες χωρίς δροσισμό στη Θεσσαλονίκη θα ήταν ακόμη χαμηλότερες από ότι στην Αθήνα. Το αμόνωτο κτίριο έχει για τρεις ώρες την ημέρα μέγιστη θερμοκρασία 28 βαθμούς και με πολύ καλά κτιριακά χαρακτηριστικά, με πολύ καλή θερμομόνωση κατά μόνο 45 λεπτά την ημέρα η μέγιστη θερμοκρασία θα είναι 25°C στο νότιο δωμάτιο κάτω από τη στέγη. Η απόσβεση της θερμομόνωσης έρχεται σε 5,9

χρόνια. Το κτίριο με τα πολύ καλά κτιριακά χαρακτηριστικά και στην Αθήνα και στη Θεσσαλονίκη αποτελεί παθητικό κτίριο και αρκεί μικρή και οικονομικά προσιτή χρήση ΑΠΕ για την κάλυψη των αναγκών του.



## 7. Κατασκευαστικές λύσεις

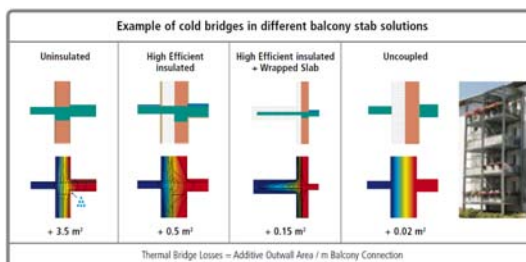
Οι κατασκευαστικές λύσεις που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός παθητικού κτιρίου είναι σημαντικές και απαιτούν σύγχρονα υλικά και εκπαιδευμένους τεχνίτες και επιβλέποντες μηχανικούς. Οι λεπτομέρειες είναι πολλές στις οποίες η προσοχή του μελετητή κατ' αρχήν πρέπει να εστιάσει. Οι τοιχοποιίες κατ' αρχήν πρέπει να γίνουν αποκλειστικά με εξωτερική θερμομόνωση, με Neopor στη συγκεκριμένη μελέτη, για να αποφευχθούν τελείως οι θερμογέφυρες (φωτ.7). Στο δώμα αν έχει στηθαίο πρέπει να επενδυθεί περιμετρικά με εξωτερική θερμομόνωση με Neopor. Το δώμα μπορεί να έχει συμβατική θερμομόνωση με κλίσεις από το Neopor, και στεγανωτική μεμβράνη που θα το καλύπτει ή αντεστραμμένη θερμομόνωση με Peripor (φωτ.8, Μη βατό αντεστραμμένο δώμα) πάνω από τη στεγανωτική στρώση η οποία ακολουθεί τις κλίσεις που δίνονται με τη χρήση ελαφροσκυροδέματος με κόκκους EPS. Αν πρόκειται για στέγη πρέπει να είναι αεριζόμενη με θερμομόνωση από Neopor (φωτ.8) και πάνω από τη θερμομόνωση μία διαπνέουσα μεμβράνη για τη στεγάνωση (φωτ.8). Τα περιμετρικά τοιχία από 30cm πάνω από το έδαφος μέχρι και τα θεμέλια θερμομονώνονται επίσης με Peripor σαν συνέχεια του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης. Οι σημειακές θερμογέφυρες των βυσμάτων πρέπει να καλύπτονται με κυλίνδρους από Neopor για να εξαλειφονται.



Τα στηθαία και οι εξώστες επιβαρύνουν σημαντικά ένα κτίριο διότι λειτουργούν σαν πτερύγια απαγωγής της θερμότητας από το εσωτερικό το χειμώνα και το αντίθετο το

καλοκαίρι. Από μελέτες και μετρήσεις αποδεικνύεται ότι ένα τρέχων μέτρο μπαλκονιού σε αμόνωτο κτίριο ισοδυναμεί σε απώλειες 3,5m<sup>2</sup> τοιχοποιίας. Αν γίνει εξωτερική θερμομόνωση στο κτίριο, αλλά όχι στο

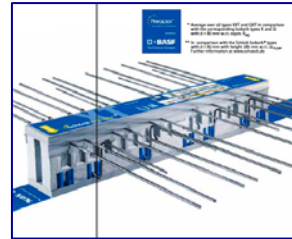
μπαλκόνι, τα 3,5m<sup>2</sup> ισοδυναμίας μειώνονται σε 0,5m<sup>2</sup> (φωτ.9). Αν μονωθεί περιμετρικά το μπαλκόνι και από τις 5 πλευρές τότε μειώνεται ακόμη





περισσότερο η ισοδυναμία σε 0,15m<sup>2</sup> τοιχοποιίας. Μόνο αν απομονώσουμε τελείως το μπαλκόνι από την υπόλοιπη κατασκευή με ειδικά στοιχεία θερμοδιακοπής με Neopor, εξαλείφουμε τελείως την θερμογέφυρα. Τα ειδικά τεμάχια ISOKORB παράγονται κατά παραγγελία

με βάση τη στατική μελέτη και διακόπτουν το σκυρόδεμα και προσθέτοντας μόνο οπλισμό σύνδεσης για τη συγκράτηση του μπαλκονιού (φωτ.10). Από την πάνω και κάτω πλευρά του ISOKORB συνεχίζεται η στρώση εξωτερικής θερμομόνωσης. Θερμοδιακοπή πρέπει να γίνεται

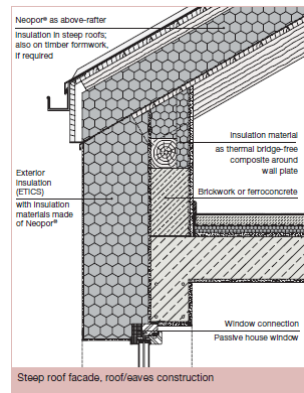


και στις τσιμεντοκονίες των δαπέδων από πόρτες και μπαλκονόπορτες ώστε να αντιμετωπίζεται και αυτή η θερμογέφυρα (φωτ.11).

Αυτό γίνεται με ένα ειδικό τεμάχιο από Neopor στο οποίο εδράζεται πάνω το κούφωμα της μπαλκονόπορτας ή η ποδιά της πόρτας και απομονώνει την εσωτερική από την εξωτερική τσιμεντοκονία του δαπέδου.

Η στέγη αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι των απωλειών και τα πάχη

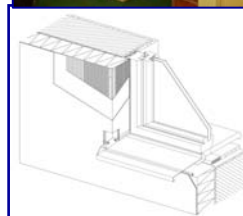
θερμομόνωσης πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερα από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία. Η συναρμογή της τοιχοποιίας με τη στέγη είναι σημαντική για να αποφευχθούν τυχόν θερμογέφυρες. Η στέγη πρέπει να είναι αεριζόμενη (φωτ.12) με τη στρώση αερισμού επάνω από τη θερμομονωτική και τη στεγανωτική μεμβράνη. Τεγίδες βιδώνονται επάνω από τη θερμομονωτική στρώση του Neopor με βίδες που αγκυρώνουν στους αμείβοντες στην απόσταση των κεραμιδιών ανάλογα με τον τύπο τους. Οπές αερισμού απαιτούνται βάσει υπολογισμού στον κορφιά και στη βάση της στέγης για τη σωστή λειτουργία της στρώσης αερισμού.



Σε κτίριο με εξωτερική θερμομόνωση το κούφωμα στερεώνεται στην άκρη του τοίχου προς τα έξω και η θερμομόνωση επικαλύπτει το κούφωμα κατά τουλάχιστον δύο πόντους όπως βλέπετε, (φωτ.13) ούτως ώστε να μην υπάρχει θερμογέφυρα. Αν η μελέτη του κτιρίου απαιτεί ρολά ή στόρια είναι πολύ σημαντικό να απομονωθούν αυτές οι θερμογέφυρες οι οποίες είναι πολύ σημαντικές με ειδικά θερμομονωτικά κουτιά από Neopor. Στην φωτογραφία 14 μπορείτε να δείτε διαφόρους τύπους κουτιών για ρολά ή για στόρια.

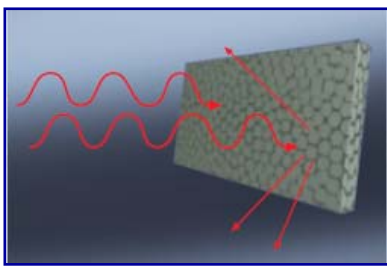
Η εξάλειψη των θερμογεφυρών σε ένα παθητικό κτίριο είναι ακόμη πιο σημαντική από ότι σε ένα συμβατικό διότι τα μεγάλα πάχη θερμομόνωσης αν γειτνιάζουν με σημαντικές θερμογέφυρες αποτελούν σημεία συμπύκνωσης υδρατμών και εμφάνισης μούχλας πέρα από την επιδείνωση της θερμικής άνεσης που προκαλούν στο εσωτερικό του κτιρίου.

Κλείνοντας το κομμάτι των κατασκευαστικών λύσεων σημαντικότερο κομμάτι για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι η αεροστεγανότητα η οποία επιβάλλει κλειστά τα κουφώματα συνεχώς για χρήση αερισμού. Το ρόλο του αερισμού αναλαμβάνει μηχανικός εξαερισμός με εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας κατά 85% (φωτ.15). Συνήθως γίνεται μια κατασκευή με ψευδοροφές στις οποίες κρύβονται κανάλια αερισμού τα οποία ανανεώνουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα τον αέρα στο χώρο απολύτως ελεγχόμενα. Μάλιστα παίρνουν τον αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου και τον ανανεώνουν με νωπό από το περιβάλλον, αλλά εκμεταλλεύονται μέσω του εναλλάκτη το 85% της ενέργειας που αποβάλλουν. Τον χειμώνα ο ζεστός αέρας που εξάγεται προθερμαίνει τον νωπό μου βάζει στο εσωτερικό και το καλοκαίρι δροσίζει τον ζεστό νωπό αέρα που βάζει μέσα. Το σύστημα αυτό συνδυάζεται και με γεωθερμικούς εναλλάκτες για ακόμη χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.



## 8. Neopor & Peripor

Τα Neopor & Peripor αποτελούν α' ύλης της BASF τις οποίες χρησιμοποιούν εξουσιοδοτημένοι παραγωγοί θερμομονωτικών πλακών ανά τον κόσμο. Τα θερμομονωτικά προϊόντα από Neopor και Peripor αποτελούν ειδικές ποιότητες διογκωμένου πολυστυρενίου κατάλληλες για συγκεκριμένες εφαρμογές.



Το Neopor (φωτ. 16) είναι γραφιτούχο διογκωμένο



πολυστυρένιο το οποίο παρουσιάζει πολύ χαμηλές τιμές θερμικής αγωγιμότητας από 0,030-0,032 W/mK εξαιτίας του γραφίτη ο οποίος περιορίζει επιπλέον την μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας (φωτ.17). Παρουσιάζει 20% χαμηλότερη μετάδοση θερμότητας από το συμβατικά θερμομονωτικά υλικά και επιτρέπει χαμηλότερα πάχη σε παθητικά κτίρια. Από το Neopor παράγονται πολλά ειδικά τεμάχια θερμοδιακοπής για όλων των τύπων τις θερμογέφυρες εξαιτίας της δυνατότητας μορφοποίησης που προσφέρει.

Το Peripor (φωτ.18) είναι διογκωμένο πολυστυρένιο χαμηλής υδαταπορροφητικότητας παραγόμενο από καλούπι, το οποίο είναι κατάλληλο για εφαρμογές όπου η θερμομονωτική στρώση δεν προστατεύεται από την στεγανωτική όπως η αντεστραμμένη θερμομόνωση δώματος και η θερμομόνωση περιμετρικών υπόγειων τοιχείων. Επιτυγχάνει υδαταπορρόφηση χαμηλότερη από 1% κ.ο. μετά από 28 ημέρες πλήρους βύθισης σε νερό. Το Peripor είναι κατάλληλο και για εφαρμογές όπου απαιτούνται πολύ μικρά πάχη θερμομόνωσης σε κατασκευαστικές λεπτομέρειες όπως οι θερμογέφυρες λαμπάδων και κουφωμάτων όπου το κούφωμα εδράζεται πάνω σε θερμομονωτικό.



Και τα δυο θερμομονωτικά παράγονται σύμφωνα με το πρότυπο EN 13163 και απαιτούν σήμανση CE από κοινοποιημένο φορέα εξωτερικού ο οποίος πραγματοποιεί τον εργαστηριακό έλεγχο δειγμάτων σε κοινοποιημένο εργαστήριο και τον έλεγχο των αρχείων ποιότητας στο εργοστάσιο παραγωγής διασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα του τελικού προϊόντος.

## **Βιβλιογραφία**

PHI, 2006, Influence of Thermal Insulation and Phase-Change Material on Energy Demand and CO2 emissions in Different European Climates

EUMEPS, 2009, Low and Net Zero Energy Buildings with EPS Insulation

ETICSQ, 2007, VERARBEITUNGSRICHTLINIE für Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme

[www.energyefficiency.basf.com](http://www.energyefficiency.basf.com)

[www.neopor.de](http://www.neopor.de)

[www.passiv.de](http://www.passiv.de)

[www.peripor.de](http://www.peripor.de)

[www.eumeps.com](http://www.eumeps.com)

[www.schoeck.com](http://www.schoeck.com)

[www.rizakos.com](http://www.rizakos.com)