



ΕΤΕΚ, Λευκωσία, 16.05.2013

**Θερμομόνωση κτιρίων,
θερμομονωτικά υλικά, τεχνικές
και εισαγωγή στις στρατηγικές παθητικού σχεδιασμού**

Άγης Μ. Παπαδόπουλος
Καθηγητής Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.
agis@eng.auth.gr



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα θερμικής προστασίας κτιρίου

2

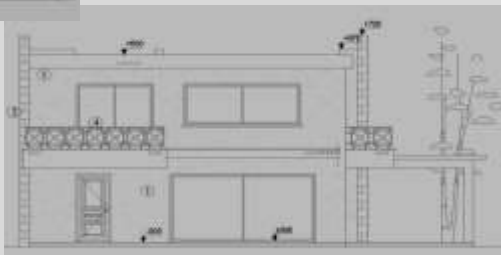
- Επιλογή κτιρίου.
- Προσδιορισμός αρχικών συνθηκών.
- Υπολογισμός ενεργειακών απαιτήσεων.
- Εκτίμηση κόστους παρεμβάσεων.
- Εκτίμηση κόστος κεφαλαίου.
- Πρόβλεψη μεταβολής κόστους ενέργειας σε βάθος χρόνου.
- Κυρίως, όμως, σε ποια ερώτηση θέλουμε να απαντήσουμε.



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Το κτίριο

3

- Μονοκατοικία 170 m², διόροφη



[Παυλίδου Σ., Πτυχιακή εργασία, 2012]



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Το κτίριο

4

- Μονοκατοικία 170 m², διώροφη



Παυλίδου Σ., Πτυχιακή εργασία, 2012]



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Αρχικές συνθήκες

5

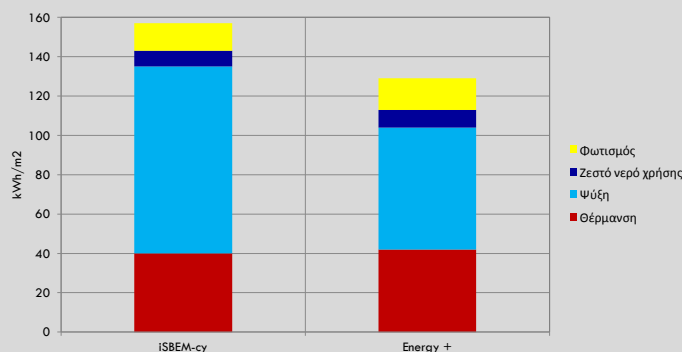
- Σενάριο A:
Αξιολόγηση ενεργειακής αναβάθμισης υφιστάμενης, μη θερμομονωμένης, κατοικίας
- Σενάριο B:
Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με τις επιταγές του κανονισμού σήμερα
-
-



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Υπολογισμός ενεργειακών απαιτήσεων

6

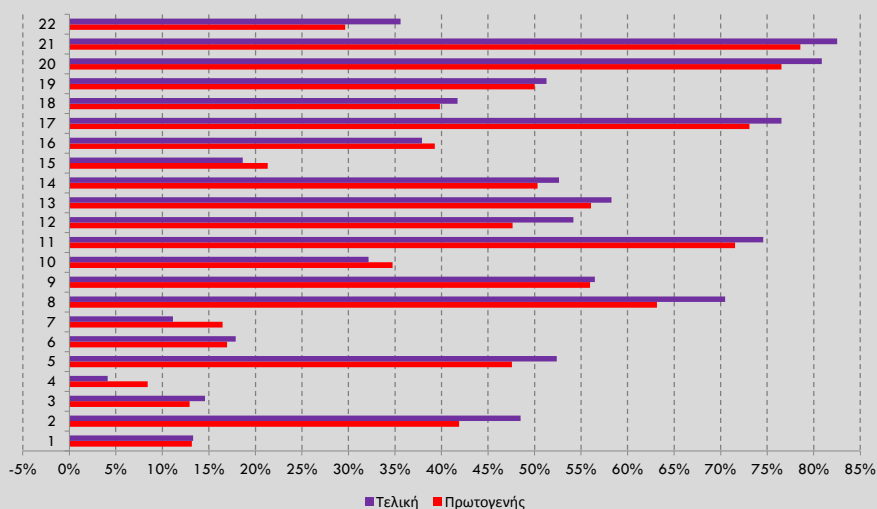
- Δίλημμα:
iSBEM-Cy ή δυναμική ενεργειακή προσομοίωση (Energy Plus);
- Σε κάθε περίπτωση υιοθετούνται οι παραδοχές του Κυπριακού κανονισμού ως προς τις H-M εγκαταστάσεις και το προφίλ λειτουργίας του κτιρίου
Ερώτημα: Πόσο ρεαλιστικές είναι οι παραδοχές αυτές;





Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα:
Απόδοση συνδυασμών παρεμβάσεων

9



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα:
Απόδοση συνδυασμών παρεμβάσεων

10

Σενάριο	Ενεργειακή Κλάση	Εξοικονόμηση
Υφιστάμενη	Ε	-
Θερμομόνωση στέγης	Ε	7.4%
Αντικατάσταση κουφωμάτων + θερμομόνωση τοίχων + θερμομόνωση στέγης	Δ	53.38%
Θερμομόνωση οροφής + τοίχων + αντικατάσταση κουφωμάτων + αντικατάσταση κλιματιστικών	Γ	78.58%
Θερμομόνωση οροφής + τοίχων + αντικατάσταση κουφωμάτων + αλλαγή κλιματιστικών + θερμομόνωση σωληνώσεων + αλλαγή λέβητα	Β	84.52%



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Εκτίμηση κόστους παρεμβάσεων

11

- Με τι στοιχεία κόστους θα δουλέψουμε;
 - Κόστος μεγάλου έργου ή μεμονωμένου μικρού;
 - Ονομαστικές τιμές ή με εκπτώσεις;
 - Ασφαλιστικές εισφορές και κόστος αδειοδότησης; (αν και όπου υπάρχει)
 - Ο ΦΠΑ θα εκπίπτει;
 - Σε περίπτωση ανακαίνισης, θα χρειαστεί σκαλωσιά; Αν ναι πώς θα επιμεριστεί το κόστος;
 -



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Εκτίμηση κόστους κεφαλαίου

12

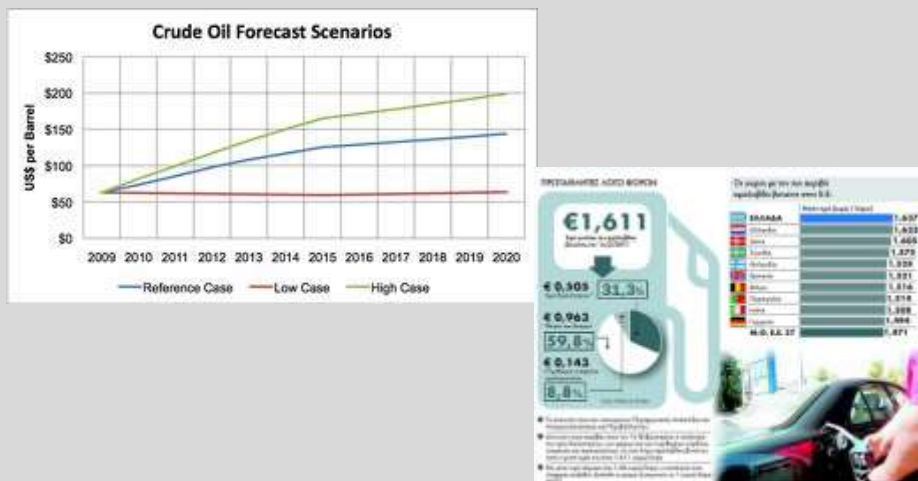
- Το έργο θα χρηματοδοτηθεί με ίδια κεφάλαια, με δανειακά ή με συνδυασμό;
- Κόστος ιδίων κεφαλαίων;
- Κόστος δανεισμού;
- Δανεισμός με σταθερό επιτόκιο;
- Περίπτωση επιχορήγησης;
- Φορολογικές απαλλαγές;



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Μεταβολή κόστους ενέργειας σε βάθος χρόνου

13

- Τριάντα χρόνια είναι μεγάλο χρονικό διάστημα.....



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Ενδεικτικά αποτελέσματα

14

- Σενάριο Α: Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενης, μη θερμομονωμένης, κατοικίας
 - Έστω το κτίριο στην υφιστάμενη κατάσταση με οπτοπλίνθους 20 cm, με μη μονωμένο δώμα και με συρόμενα κουφώματα αλουμινίου με μονό υαλοπίνακα.
 - Χρήση συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με εξηλασμένη πολυστερίνη 5cm στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία.
 - Αντεστραμμένο δώμα με εξηλασμένη πολυστερίνη 5cm και επικολημένα τσιμεντοπλακίδια
 - Τοποθέτηση συρόμενων κουφωμάτων αλουμινίου, με διπλό υαλοπίνακα 5 – 12 – 6 και συντελεστή U από 2,6 έως 3,2 W/m²K
 - Χρηματοδότηση εργασιών εξ ιδίων πόρων (κόστος κεφαλαίου 6%)
 - Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 0,21 €/kWh, κόστος πετρελαίου 1,15 €/l
 - Ετήσιος ρυθμός αύξησης τιμής ενέργειας 3%.
 - Πληθωρισμός 2%



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα:
Ενδεικτικά αποτελέσματα

15

Παρέμβαση	Τιμή μονάδας [€/m ²]	Επιφάνεια [m ²]	Κόστος [€]
Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης, εξηλασμένη πολυστερίνη 5 cm	46	108,0	4.968
Σύστημα αντεστραμμένου δώματος, εξηλασμένη πολυστερίνη 5cm	32	98,0	3.136
Κουφώματα αλουμινίου, συρόμενα, με διπλό υαλοπίνακα 5-12-6, low-e	185	42,6	7.888
Σύνολο			15.992



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα:
Ενδεικτικά αποτελέσματα

16

Ανηγγμένη Κατανάλωση [kWh/m ²]	Πριν	Μετά	Εξοικονόμηση	Εξοικονόμηση [%]
Θέρμανση	45	19	26	57,78%
Ψύξη	95	58	37	38,95%

	Ετήσια κατανάλωση πριν [kWh]	Ετήσια κατανάλωση μετά [kWh]	Δαπάνη πριν [€]	Δαπάνη μετά [€]	Μείωση δαπάνης [€]
Θέρμανση	7.650	3.060	956	383	574
Ψύξη	16.150	9.860	3.392	2.071	1321
Σύνολο	23.800	12.920	4.348	2.453	1.895



Οικονομοτεχνική σκοπιμότητα: Ενδεικτικά αποτελέσματα

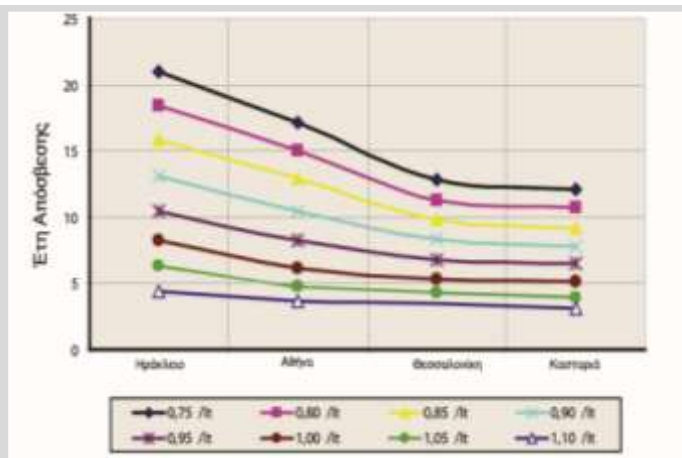
17

	Υφιστάμενο	Με την παρέμβαση
Περίοδος Αποπληρωμής [Ετη]		8,4
Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης [%]		10,5%
Καθαρή Παρούσα Αξία [€]		8.956
Κόστος Κύκλου Ζωής, τρέχουσες τιμές [€]	196.583	108.641
Κόστος Κύκλου Ζωής, αποπληθωρισμένο [€]	138.070	73.488



Και μία ιστορία από το (πρόσφατο) παρελθόν

18



Παπαδόπουλος Α.Μ., Θεοδοσίου Θ.Γ. και Οξυζίδης Σ. (2008), Ολοκληρωμένη αξιολόγηση συστημάτων θερμομόνωσης κατακόρυφων δομικών στοιχείων, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών & Στοιχείων, 21-23 Μαΐου 2008, Αθήνα, 1227-1238