

ΗΜΕΡΙΔΑ

Ενεργειακή Απόδοση Δομικών Προϊόντων

Η εφαρμογή των Κοινοτικών Οδηγιών και οι Προοπτικές
Βελτίωσης των συνθηκών αγοράς

Αθήνα, 6 Ιουλίου 2006

**Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων
με εργαστηριακές και υπολογιστικές μεθόδους**

Ανδρέας Ανδρουτσόπουλος, Ειρήνη Κορωνάκη

Τμήμα Κτιρίων

Διεύθυνση Εξοικονόμησης Ενέργειας



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

Εισαγωγή

Οδηγία 89/106/ΕΟΚ



Εξοικονόμηση ενέργειας σε δομικά προϊόντα

«Ένα δομικό έργο πρέπει να σχεδιάζεται και να κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρησιμοποίησή του να είναι χαμηλή, ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα του τόπου αλλά και τους χρήστες»

Η αποτίμηση της ενεργειακής απόδοσης δομικών υλικών και στοιχείων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Η ενεργειακή απόδοση ενός δομικού προϊόντος συντελείται με τον προσδιορισμό των θερμικών του χαρακτηριστικών

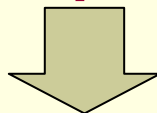


**ΚΑΠΕ
CRES**

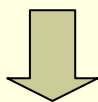
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

Εισαγωγή (συνέχεια)

Οικιακός και τριτογενής τομέας



Μεγαλύτερος καταναλωτής τελικής ενέργειας στην ΕΕ



Αυξητική τάση



Αύξηση ενεργειακής κατανάλωσης



Αύξηση εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα



Θερμικά χαρακτηριστικά δομικών υλικών/στοιχείων

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)
- Θερμική αντίσταση, R (m^2KW^{-1})
- Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας, k (ή U) ($\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$)



Πρότυπα προσδιορισμού θερμικών χαρακτηριστικών δομικών στοιχείων με εργαστηριακές μεθόδους

- ❖ ISO 8302:1991 Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Guarded hot plate apparatus
- ❖ ISO 8301:1991 Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties - Heat flow meter apparatus
- ❖ ISO 8990:1994 Thermal insulation - Determination of steady-state thermal transmission properties - Calibrated and guarded hot box
- ❖ EN ISO 12567-1:2000 Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method - Part 1: Complete windows and doors
- ❖ EN ISO 12567-2:2005 Thermal performance of windows and doors - Determination of thermal transmittance by hot box method - Part 2: Roof windows and other projecting windows
- ❖ EN 1934:1998 Thermal performance of buildings - Determination of thermal resistance by hot box method using heat flow meter - Masonry



1) Διάταξη Προστατευμένης Θερμής Πλάκας

Προσδιορισμός του

- Συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ
- Θερμικής αντίστασης, R δομικών υλικών και προϊόντων σύμφωνα με το ISO 8302

Εύρος μετρήσεων θερμικής αγωγιμότητας: από 0,02 έως 3,5 $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$



**Διαπιστευμένη διαδικασία δοκιμών από το
ΕΣΥΔ κατά ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025**

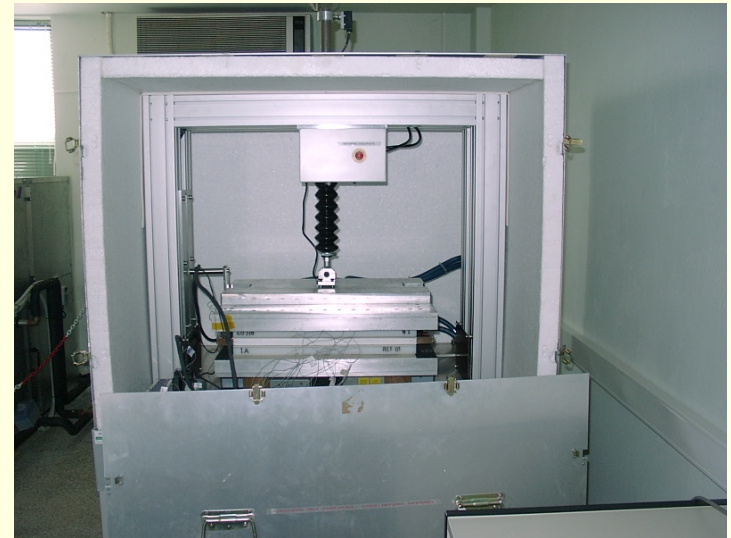


Διάταξη Προστατευμένης Θερμής Πλάκας (2)

Εύρος θερμοκρασίας
δοκιμής: -10 έως +80 °C

Διαστάσεις δοκιμίων:

- Από 20 x 20 cm έως 50 x 50 cm.
- Μέγιστο πάχος δοκιμίου: 12 cm.



2) Διάταξη Προστατευμένου Θερμού Κιβωτίου

Προσδιορισμός του

- συνολικού συντελεστή θερμικής διαπερατότητας, U , δομικών στοιχείων και συστημάτων
- Θερμικής αντίστασης, R , δομικών στοιχείων και συστημάτων

Μετρήσεις σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN ISO 8990, ΕΛΟΤ EN ISO 12567-1, EN 1946-4

Εύρος μετρήσεων θερμικής διαπερατότητας: 0,1 έως 6 $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$



**Διαπιστευμένη διαδικασία
δοκιμών από το ΕΣΥΔ κατά
ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025**

Εργαστήριο Κτιριακού Κελύφους & Εσωκλίματος

Διάταξη Προστατευμένου Θερμού Κιβωτίου (2)

Εύρος θερμοκρασιών δοκιμής: -20
έως +80 °C



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

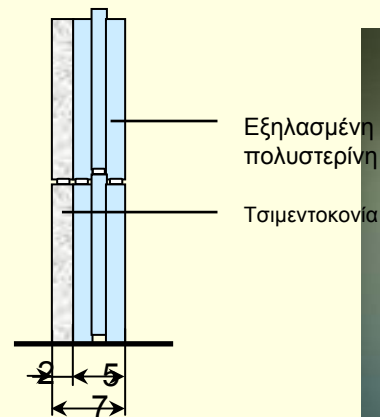
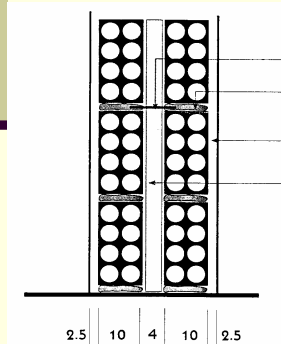
Εργαστήριο Κτιριακού Κελύφους & Εσωκλίματος

Διάταξη Προστατευμένου Θερμού Κιβωτίου (3)

Απευθύνεται στο βιομηχανικό τομέα για τον έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας μέσω της ενεργειακής επίδοσης των δομικών προϊόντων του

Η διάρκεια της δοκιμής εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις απαιτήσεις του πελάτη και την προετοιμασία του δοκιμίου

- Υπολογισμός του ολικού συντελεστή θερμοπερατότητας
- Υπολογισμός θερμικής αντίστασης
- Υπολογισμός αεροπερατότητας συστημάτων υαλοπινάκων
- Έλεγχος θερμογεφυρών μεταξύ διαφορετικών δομικών συστημάτων



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

3) Θάλαμοι Δοκιμών

Ενεργειακός έλεγχος δομικού στοιχείου πλήρους κλίμακας σε πραγματικές κλιματικές συνθήκες

Παροχή υπηρεσιών και τεχνική υποστήριξη προς το βιομηχανικό-κατασκευαστικό τομέα για τον έλεγχο των προϊόντων τους σχετικά με την ενεργειακή τους επίδοση και για την ανάπτυξη νέων προϊόντων καλύτερης ενεργειακής συμπεριφοράς, με έμφαση στην ανάπτυξη καινοτομικών στοιχείων παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.



Ανάπτυξη μεθοδολογιών και διαδικασιών για δοκιμή και έλεγχο δομικών στοιχείων, με έμφαση σε στοιχεία που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια ή τις περιβαλλοντικές πηγές για τη θέρμανση και το δροσισμό κτιρίων.



Εργαστήριο Κτιριακού Κελύφους & Εσωκλίματος

Θάλαμοι Δοκιμών (2)

Διάρκεια δοκιμής

Ο έλεγχος ενός δοκιμίου διαρκεί 2 εβδομάδες, ενώ η συνολική διάρκεια που απαιτείται για την κατασκευή του δοκιμίου, την υλοποίηση μετρήσεων και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων είναι 8 εβδομάδες.

Παραδείγματα Εφαρμογών

- Καινοτομική οπτοπλινθοδομή Ελληνικής κατασκευής.
- Σειρά θερμομονωμένων και μη δομικών στοιχείων.
- Δομικά στοιχεία με ενσωματωμένο φράγμα ακτινοβολίας.
- Θερμική και οπτική απόδοση συστήματος εξωτερικών σκιάστρων.
- Μετρήσεις φωτεινότητας και λαμπρότητας εσωτερικών χώρων με χρήση συστήματος εξωτερικών σκιάστρων.
- Σειρά αεριζόμενων δομικών στοιχείων.
- Θερμική απόδοση δομικού στοιχείου με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά πανέλα.



4) Διάταξη Τεχνητού ουρανού

- Ποιοτική και ποσοτική μελέτη των συνθηκών φωτισμού στο εσωτερικό και εξωτερικό κτιρίων

Μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης του ηλιακού φωτός για βελτίωση οπτικών συνθηκών και εξοικονόμηση ενέργειας



Δυνατότητα αναπαραγωγής **τυπικών** και **τυχαίων κατανομών λαμπρότητας**, ακολουθώντας μεθοδολογία κατάτμησης του ουράνιου θόλου



5) Διάταξη Αεροσήραγγας

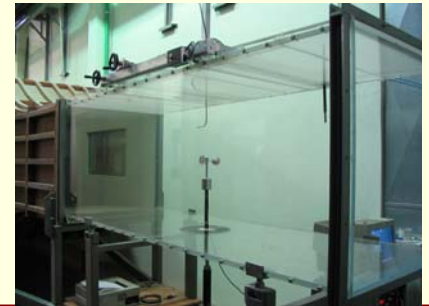
Ποιοτική και ποσοτική μελέτη της ροής του αέρα σε κτίρια και οικοδομικά συγκροτήματα με χρήση μοντέλων

Διερεύνηση της επίδρασης της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου

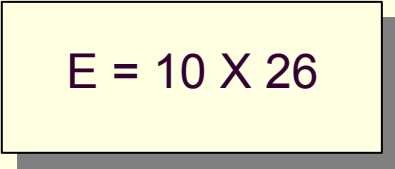
- Στον φυσικό αερισμό κτιρίων
- Γύρω και ανάμεσα σε κτίρια και οικιστικά σύνολα
- Στη διασπορά αερίων ρύπων στον περιβάλλοντα χώρο κτιρίων

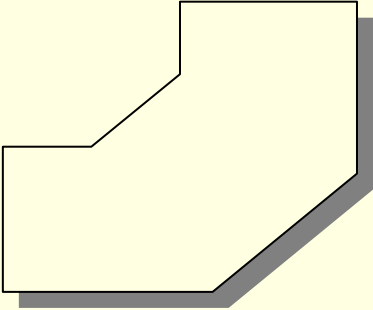


Διερεύνηση της επίδρασης της μορφής των κτιρίων και οικοδομικών συγκροτημάτων στην κατανομή της ταχύτητας του ανέμου



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ 7 ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΣΕ 2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΤΥΠΟΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΤΥΠΟΣ - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΤΥΠΟΣ - ΣΧΗΜΑ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΜΗΣΗΣ
I		
4οροφη κατοικία Χρήση κατοικίας ~ 260m ² / όροφο	 E = 10 X 26	πανταχόθεν ελεύθερο

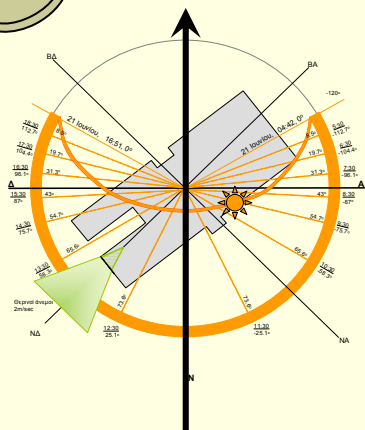
II		
4όροφο ειδική χρήση ισογείου δώμα 2 υπόγεια ~ 1400m ² / όροφο		πανταχόθεν ελεύθερο



ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ - ΚΤΙΡΙΑ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΤΟΜΕΑ

Μεθοδολογία Ανάλυσης

Ανάλυση κλιματολογικών συνθηκών



Προσδιορισμός λ
από Μετρήσεις
ή
Προσδιορισμός U
από μετρήσεις

Έλεγχος θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου αναφοράς με βάση τις μετρούμενες τιμές

Διερεύνηση του ενεργειακού προφίλ, των ιδιαίτερων αναγκών των χώρων καθώς και των συνθηκών άνεσης



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Συνιστώσες Κελύφους

Αδιαφανείς Συνιστώσες

- Εξωτερική τοιχοποιία

Τυπολογίες τοιχοποιίας που μετρήθηκαν

Διαφανείς Συνιστώσες

- Συστήματα υαλοστασίων κτιρίου

Διπλός υαλοπίνακας καλής θερμικής συμπεριφοράς

Αερισμός χώρων κτιρίου

2 ACH χώρων κτιρίου καθημερινά

4 ACH νυκτερινός αερισμός

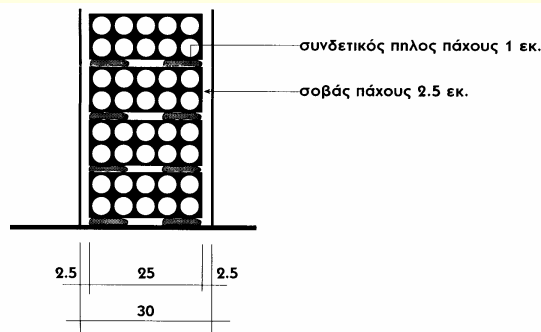


ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

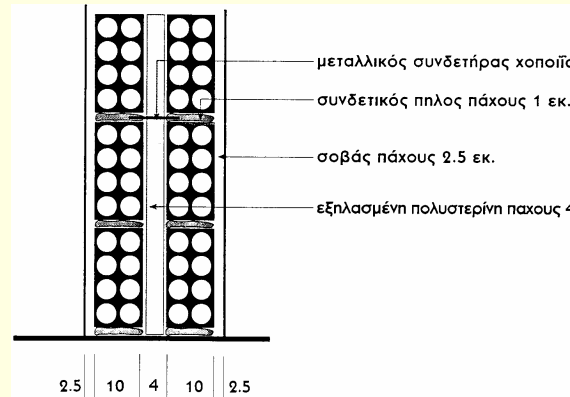
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΓΙΑ 7 ΔΟΜΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Ελεγχόμενα δομικά στοιχεία

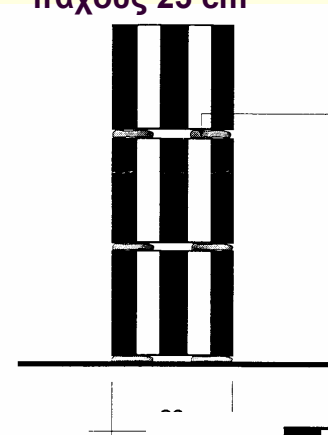
ΔΟΚΙΜΙΟ 1: Τούβλο
25 cm χωρίς μόνωση



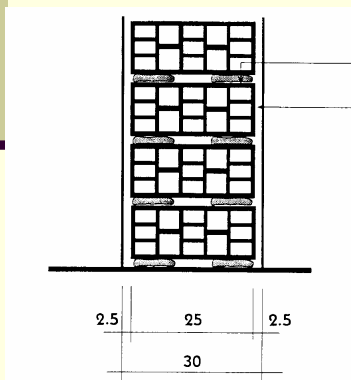
ΔΟΚΙΜΙΟ 2: Διπλή δρομική τοιχοποιία



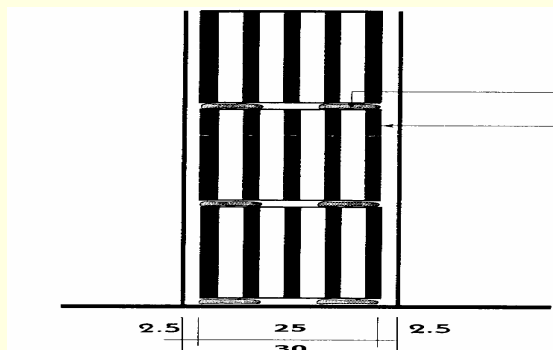
ΔΟΚΙΜΙΟ 3: Τσιμεντότουβλο
πάχους 25 cm



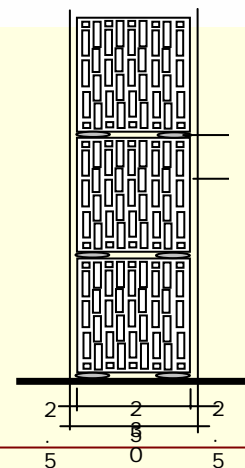
ΔΟΚΙΜΙΟ 4: Τούβλο
πάχους 25 cm



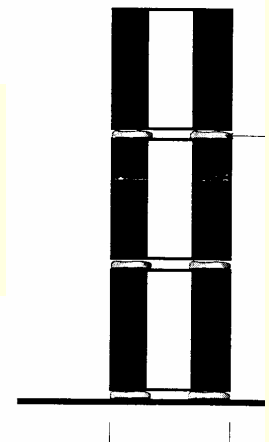
ΔΟΚΙΜΙΟ 5: Αμόνωτη τοιχοποιία με τούβλο πάχους 25 cm



ΔΟΚΙΜΙΟ 6: Αμόνωτη τοιχοποιία με τούβλο πάχους 25 cm



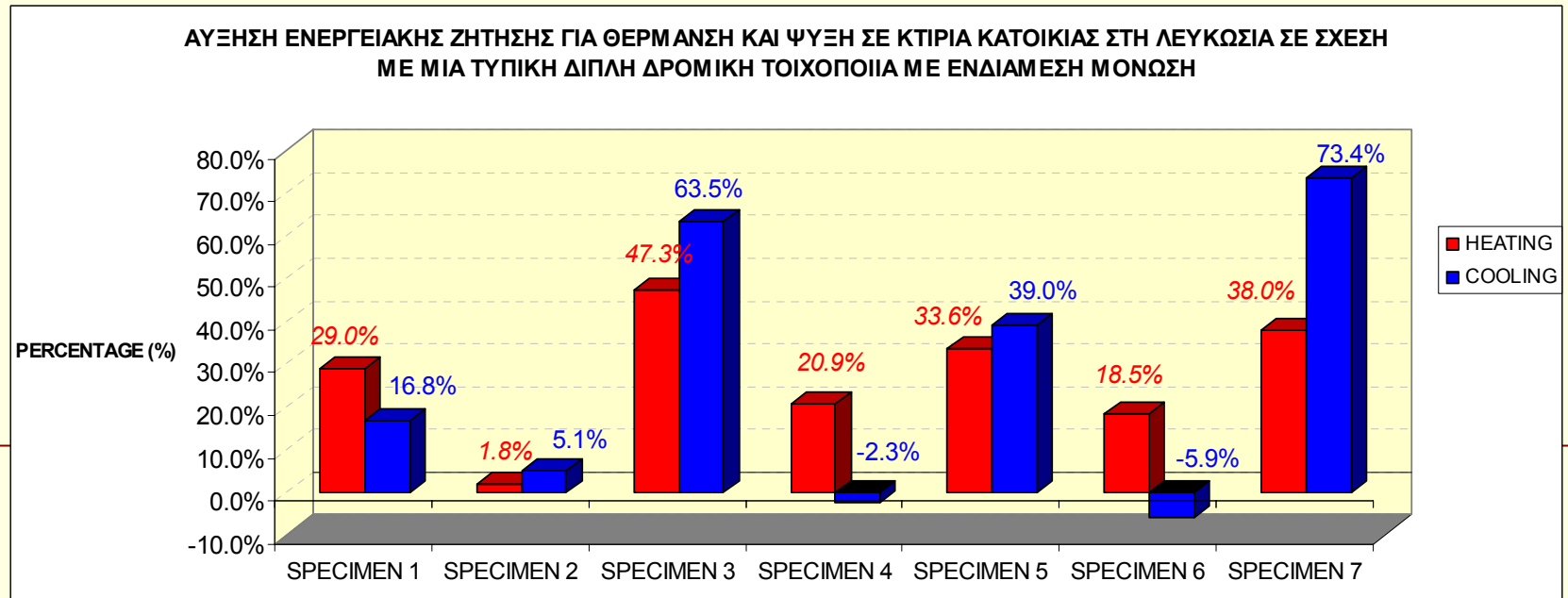
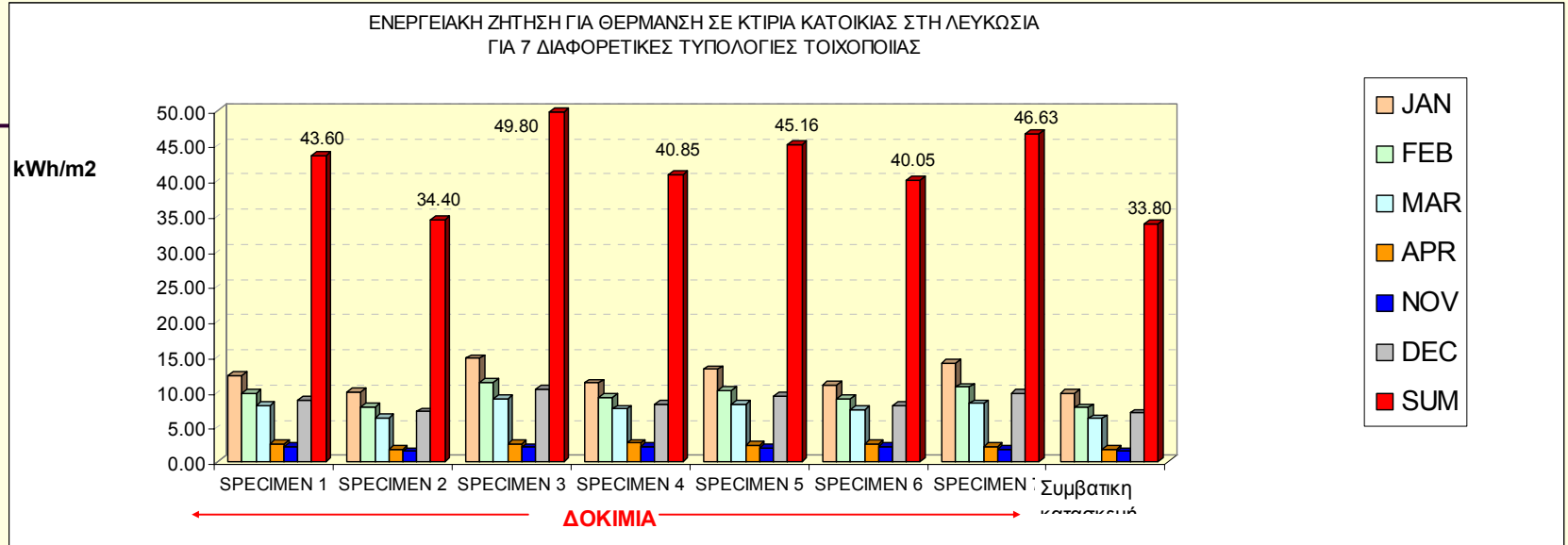
ΔΟΚΙΜΙΟ 7:
Τσιμεντότουβλο, πάχους 20 cm



ΚΑΠΕ
CRES

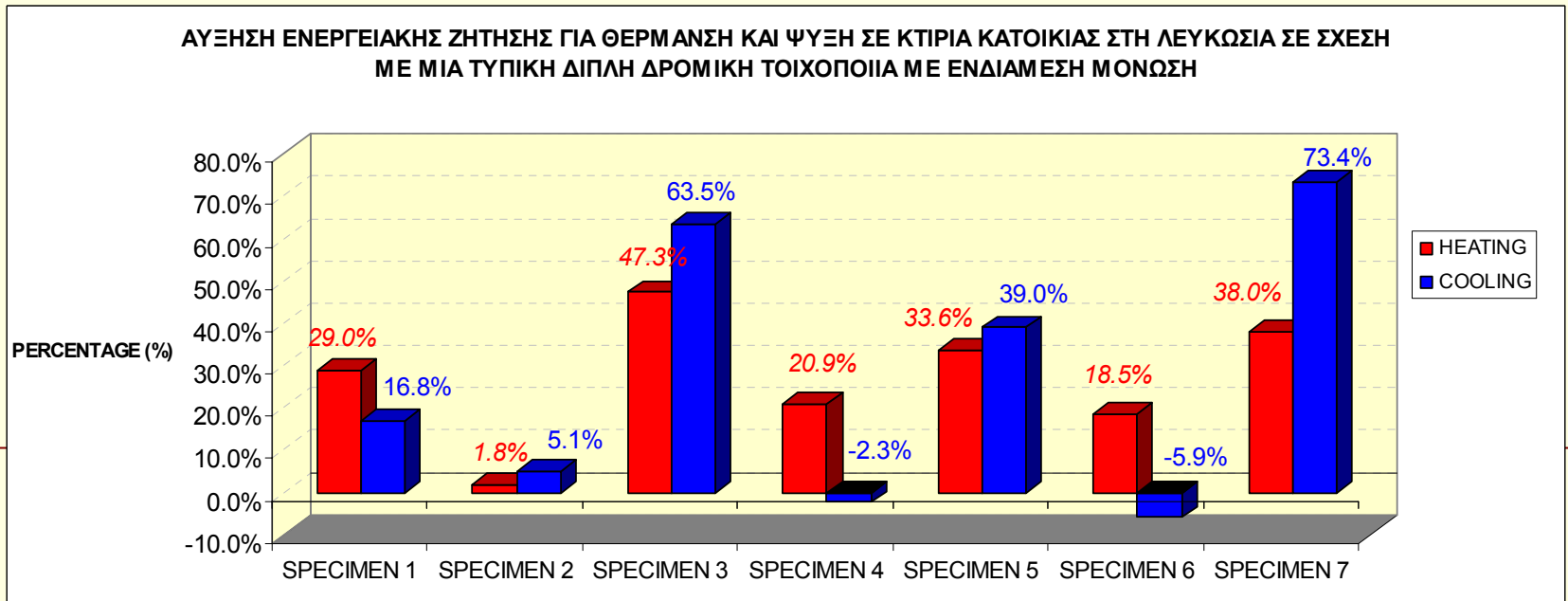
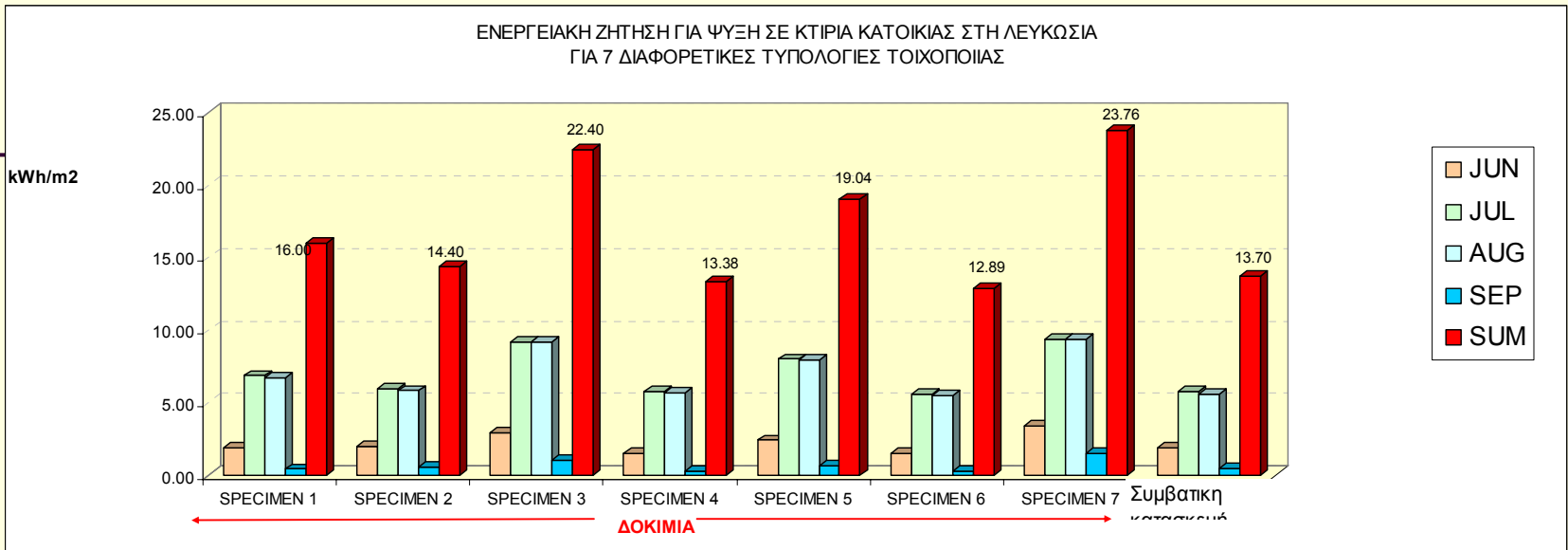
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

ΣΕ 4- ΟΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΨΥΞΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

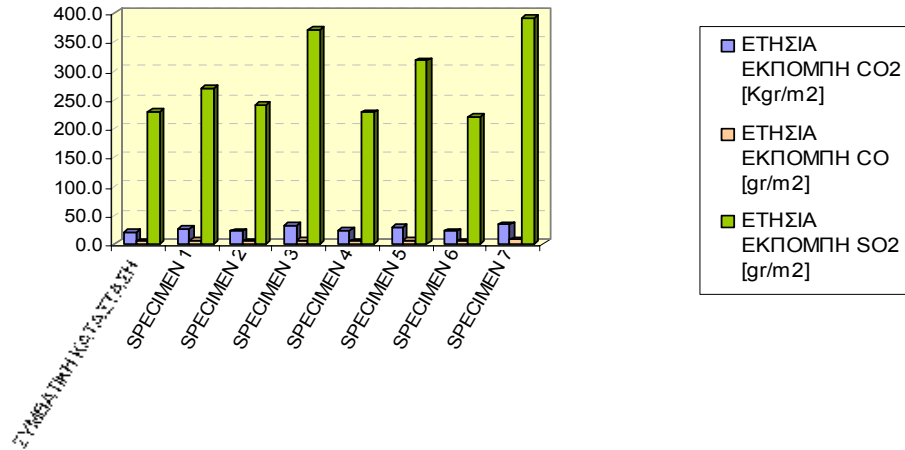
ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



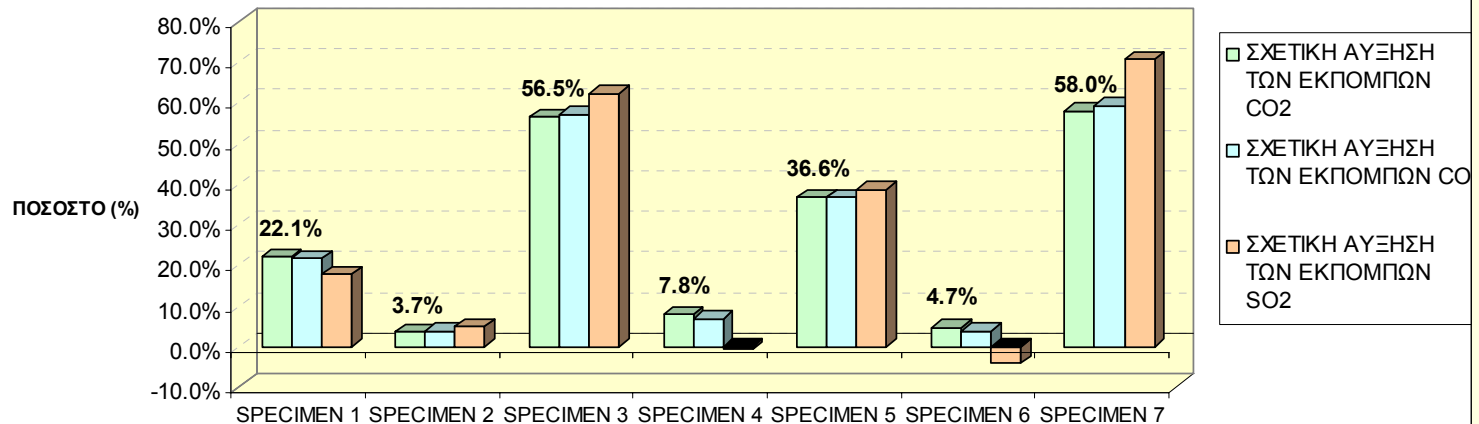
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

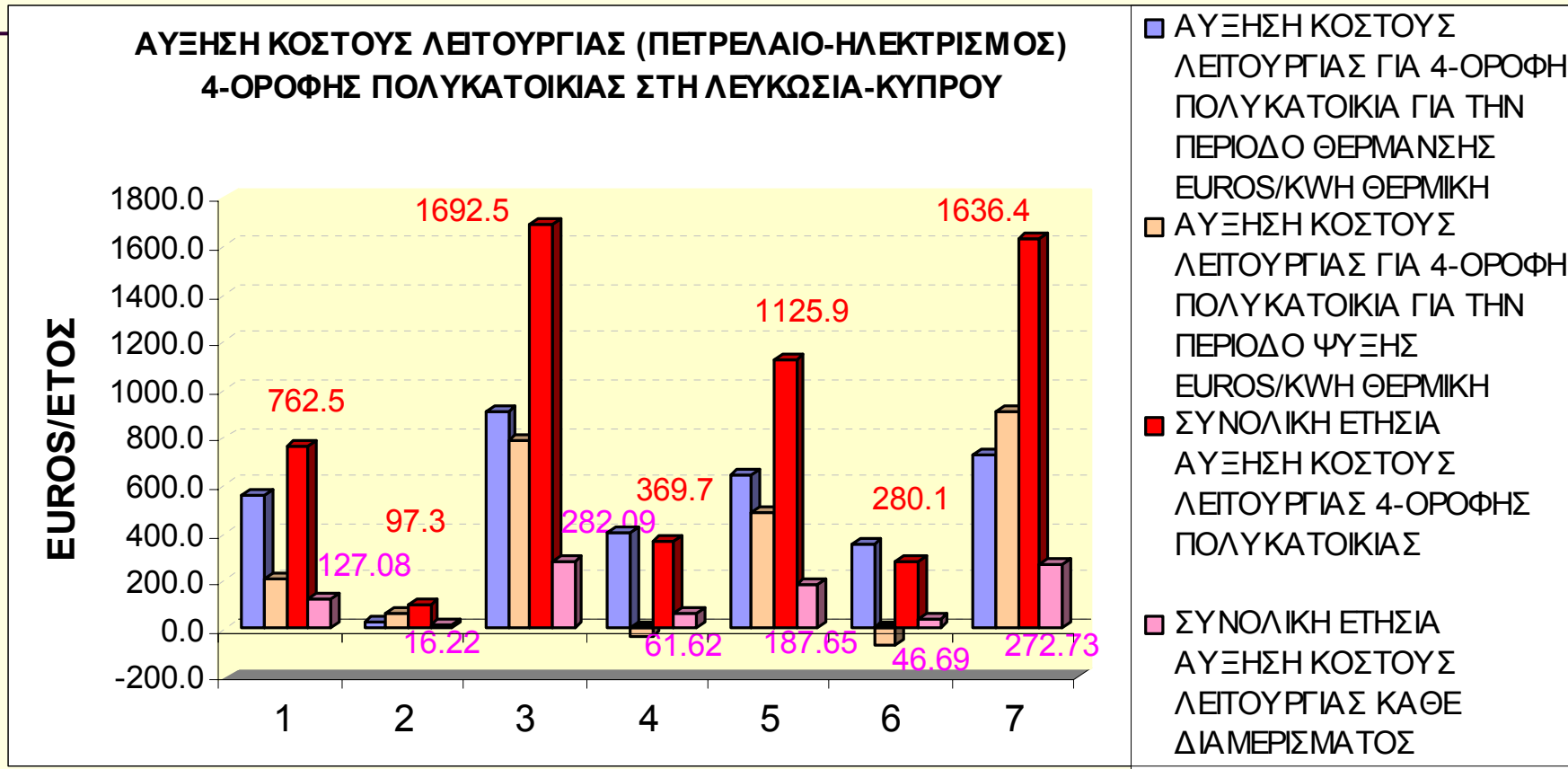
ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΓΙΑ 7 ΤΥΠΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ (ΔΟΚΙΜΙΑ)
ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΛΕΥΚΩΣΙΑ ΚΥΠΡΟΥ



ΑΥΞΗΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗ ΛΕΥΚΩΣΙΑ
ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ



ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ 4-ΟΡΟΦΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ 7 ΔΟΚΙΜΙΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ



16 - 282 €/διαμέρισμα έτος

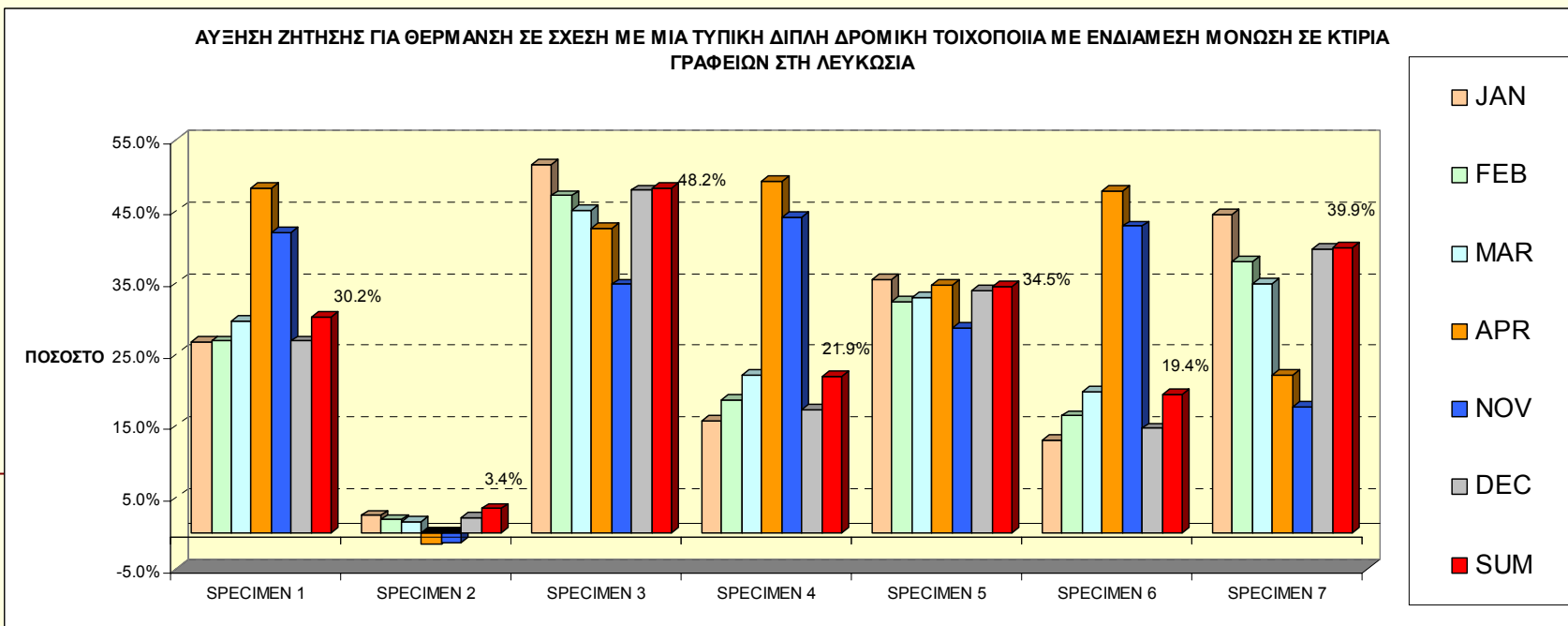
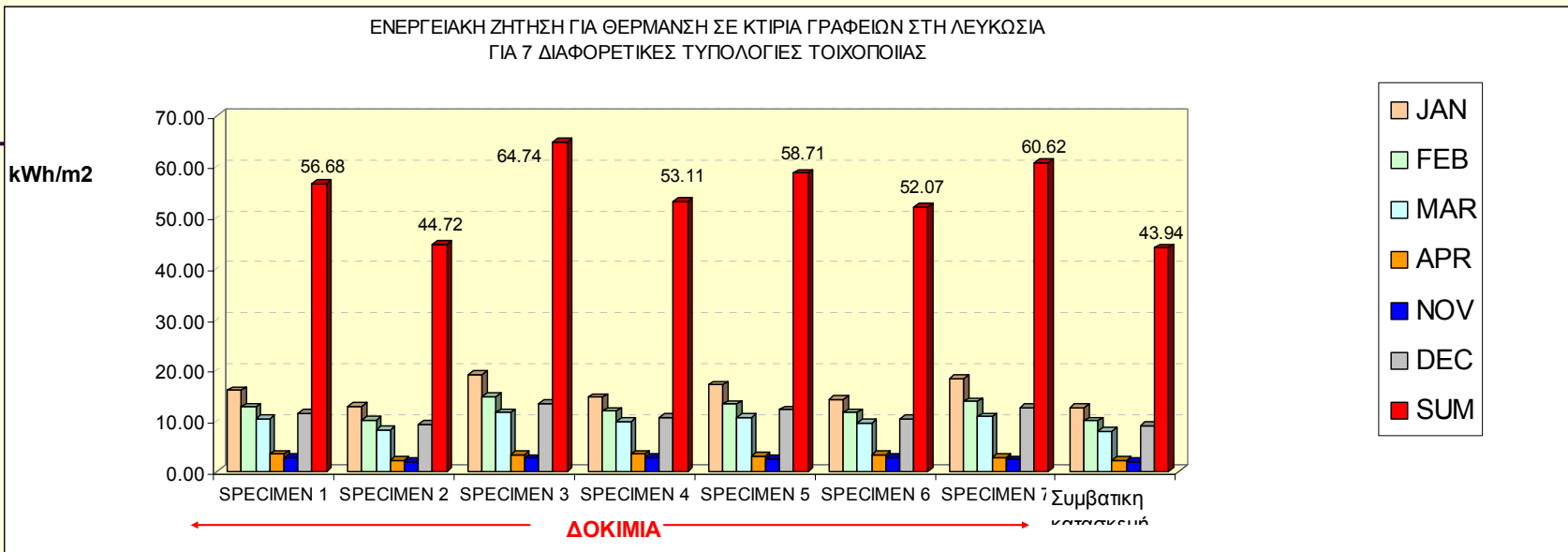


**ΚΑΠΕ
CRES**

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

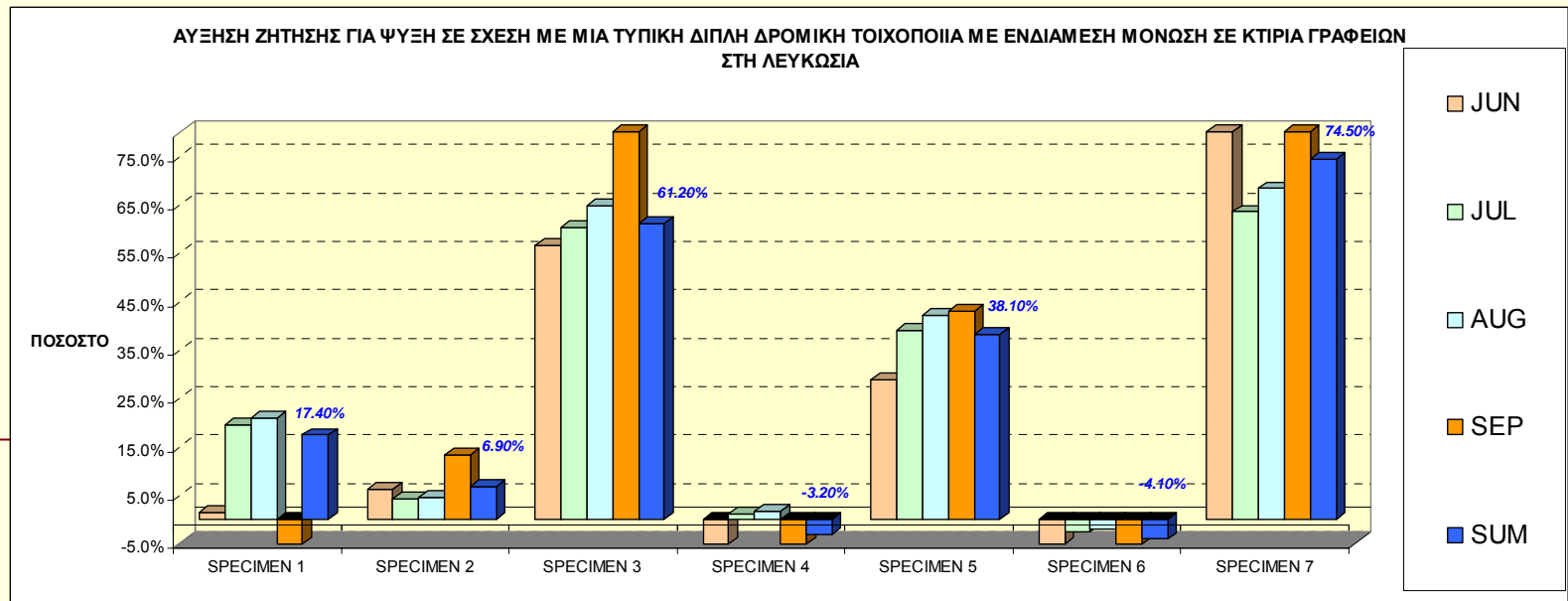
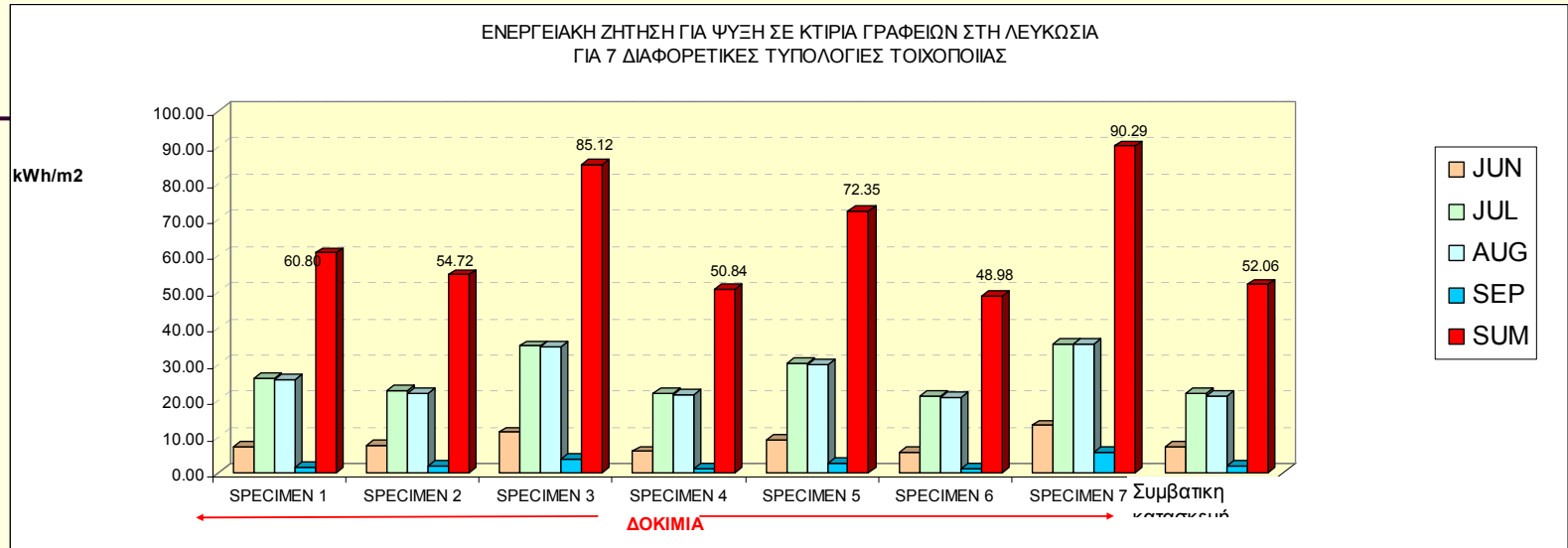
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ



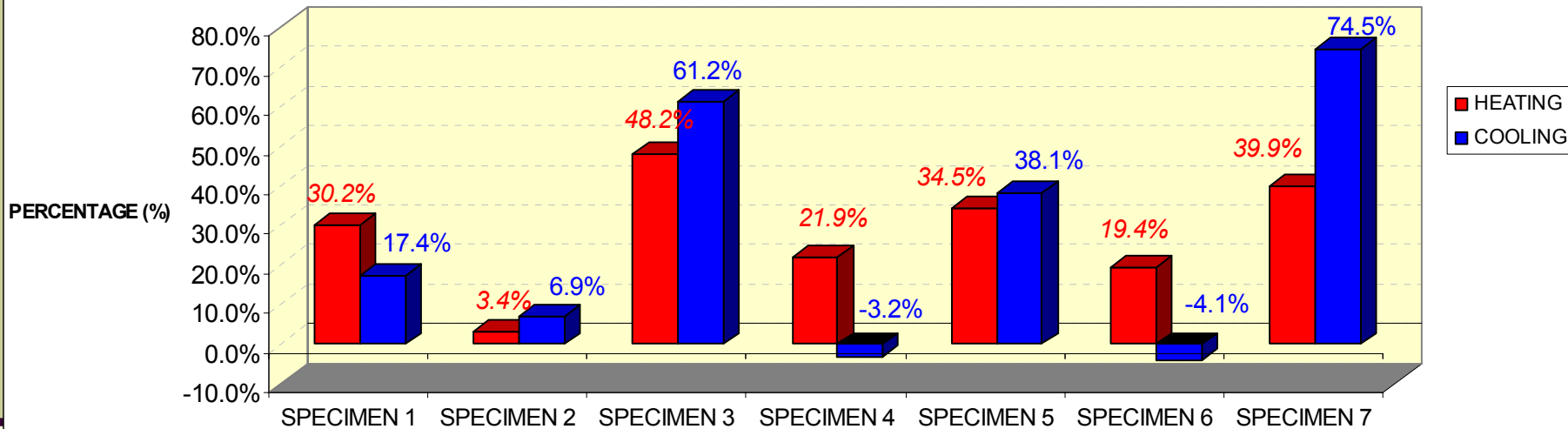
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ ΣΕ ΨΥΞΗ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ

ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

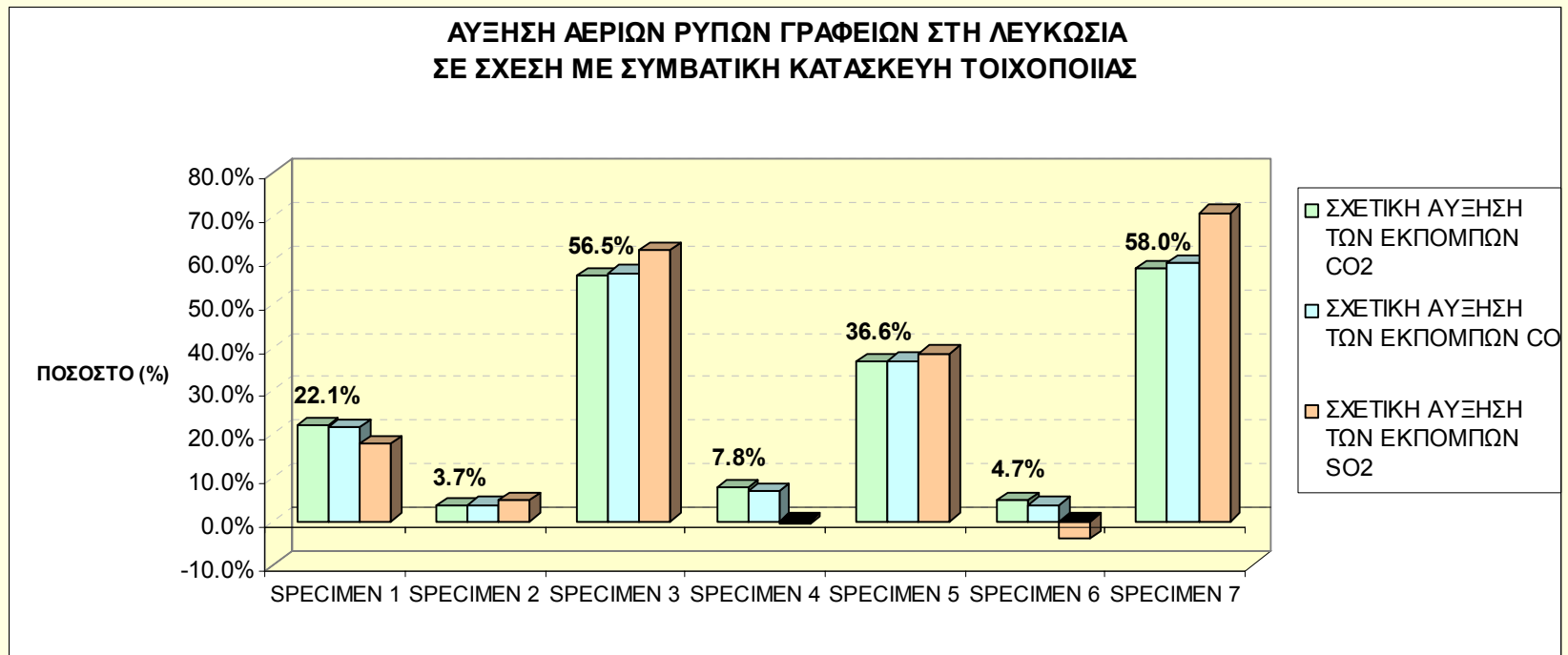


ΑΥΞΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ) ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

ΑΥΞΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ
ΣΤΗ ΛΕΥΚΩΣΙΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ
ΜΕ ΜΙΑ ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΠΛΗ ΔΡΟΜΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΜΟΝΩΣΗ

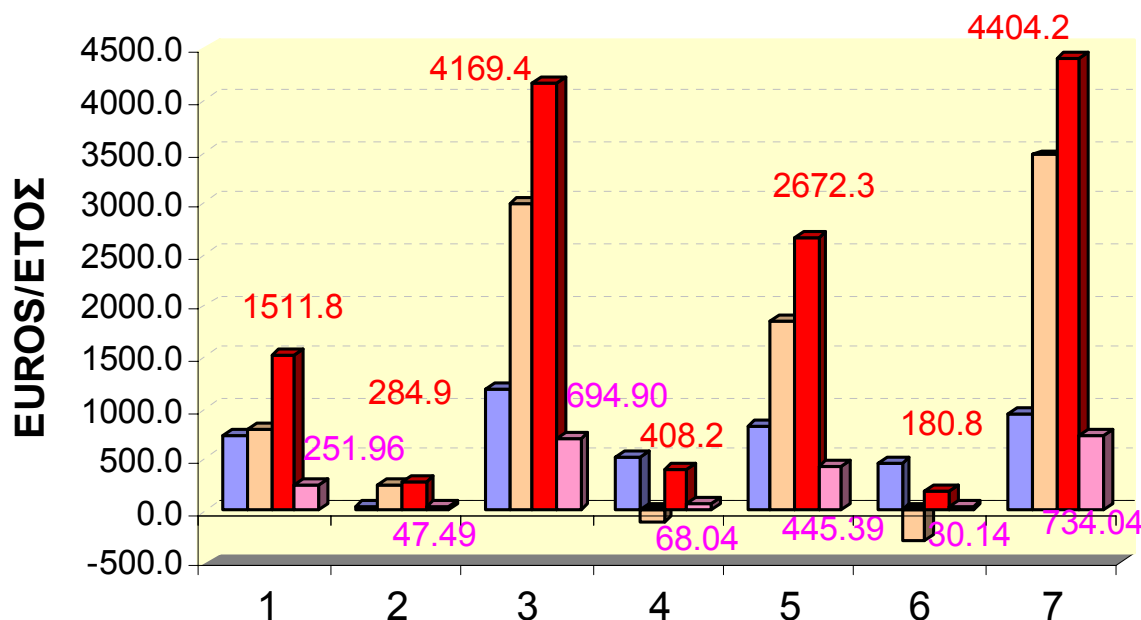


ΑΥΞΗΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΗ ΛΕΥΚΩΣΙΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ



ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ-ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ)
ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΗ ΛΕΥΚΩΣΙΑ-ΚΥΠΡΟΥ



- ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ EUROS/ΚΩΗ ΘΕΡΜΙΚΗ
- ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΨΥΞΗΣ EUROS/ΚΩΗ ΘΕΡΜΙΚΗ
- ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ
- ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΑΥΞΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΘΕ ΓΡΑΦΕΙΟΥ

47-734 €/γραφείο έτος



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων

Συμπεράσματα

- Οι Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δίνουν σαφή προτεραιότητα στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.
- Ο προσδιορισμός της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων αποτελεί σημαντικό δείκτη της θερμικής τους συμπεριφοράς και έμπρακτη συμμόρφωση στις Οδηγίες.
- Ο πειραματικός προσδιορισμός των ενεργειακών χαρακτηριστικών δομικών προϊόντων αποτυπώνει μια ρεαλιστική εικόνα της συμπεριφοράς τους.
- Ο συνδυασμός εργαστηριακών και υπολογιστικών μεθόδων για τον προσδιορισμό της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων βοηθά σημαντικά στην κατανόηση των χαρακτηριστικών τους και τις δυνατότητες βελτίωσής τους.
- Η ενεργειακή πιστοποίηση δίνει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στον παραγωγό και δυνατότητα ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής αγοράς δομικών προϊόντων.



Συμπεράσματα (2)

- Επικοινωνία και συνεργασία με διαπιστευμένα εργαστήρια για τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των δομικών προϊόντων.
- Κοινοτικά προγράμματα (όπως το έργο GREEN-IT) δραστηριοποιούν τον παραγωγικό τομέα δομικών προϊόντων στην αξιολόγηση των προϊόντων τους, στην ενεργειακή (πιλοτική) σήμανσή τους και την περαιτέρω προώθησή τους.
- Η Πολιτεία στα πλαίσια του προγράμματος ανταγωνιστικότητας παρέχει δυνατότητες χρηματοδότησης δράσεων για τον προσδιορισμό της ενεργειακής απόδοσης δομικών προϊόντων και πιστοποίησής τους.



Ευχαριστώ για την προσοχή σας



ΚΑΠΕ
CRES

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Τμήμα Κτιρίων