

Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης: τι αλλάζει στον σχεδιασμό των νέων και την αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων

10^η Τεχνική Ημερίδα Πανελλήνιου Συλλόγου
Πιστοποιημένων Ενεργειακών Επιθεωρητών

Πέμπτη 24 Ιανουαρίου 2019
Ξενοδοχείο Τιτάνια, Αθήνα

Κωνσταντίνος Λάσκος,
πρόεδρος Π.Συ.Π.Εν.Επ.

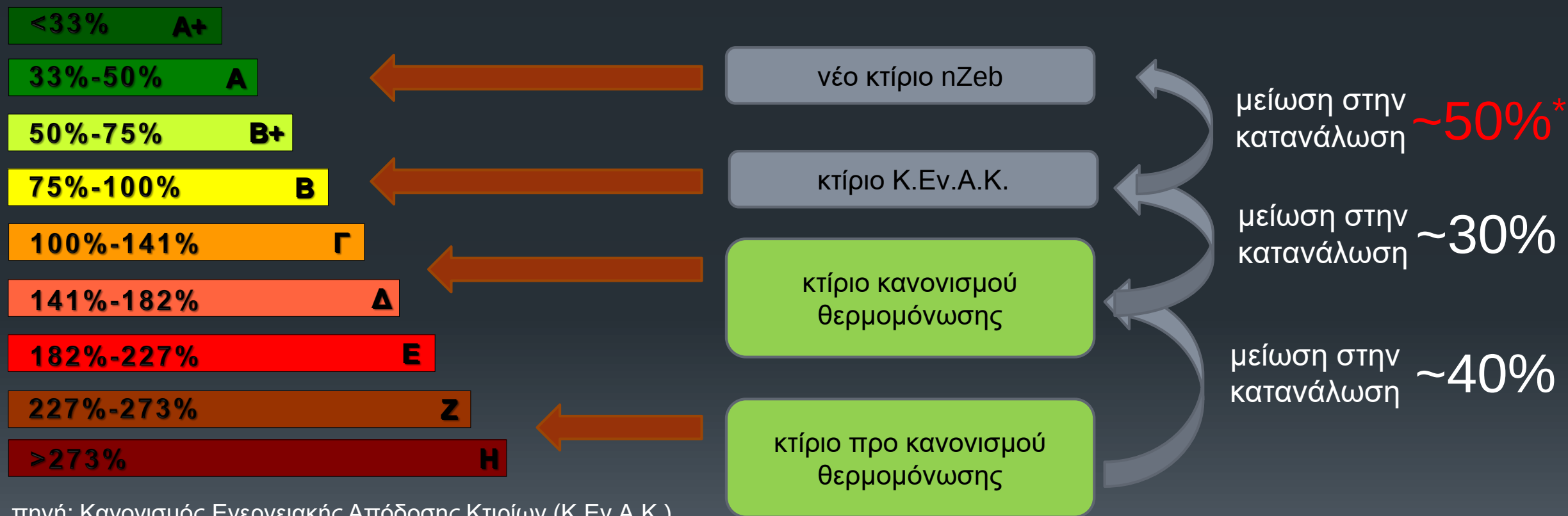
πιστοποιημένος Ενεργειακός Επιθεωρητής
Ενεργειακός Ελεγκτής
ASHRAE BEMP, ASHRAE BEAP

συνδιοργάνωση:



πρακτική σημασία ενεργειακών κατηγοριών – νέα

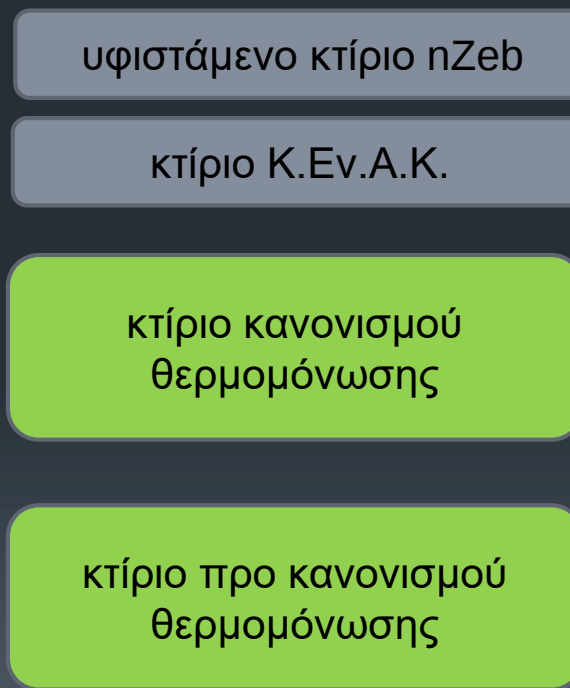
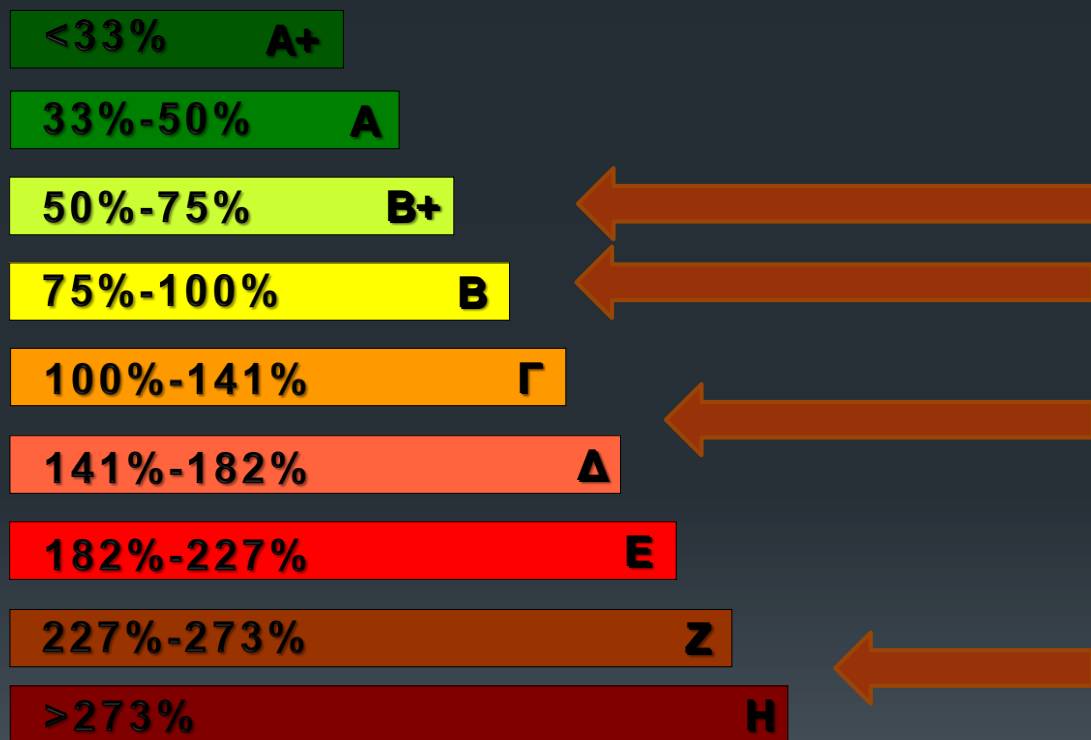
ενεργειακές κατηγορίες βάσει Κ.Εν.Α.Κ.



*Δεν έχει οριστεί ακόμη ελάχιστο ποσοστό κάλυψης της κατανάλωσης από ΑΠΕ

πρακτική σημασία ενεργειακών κατηγοριών – υφιστάμενα

ενεργειακές κατηγορίες βάσει Κ.Εν.Α.Κ.



μείωση στην κατανάλωση ~25%

μείωση στην κατανάλωση ~45%

μείωση στην κατανάλωση ~67%

πηγή: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)

πρακτική σημασία ενεργειακών κατηγοριών

$$R = \frac{Q_{building}}{Q_{KA}} = \frac{Q_{heating} + Q_{cooling} + Q_{lighting} + Q_{DHW}}{Q_{heating,KA} + Q_{cooling,KA} + Q_{lighting,KA} + Q_{DHW,KA}}$$

επηρεάζουν κατά βάση:

Q_{DHW} -> κατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, κλειστά γυμναστήρια/κολυμβητήρια

$Q_{lighting}$ -> γραφεία, καταστήματα, υγειονομικούς σταθμούς, κέντρα υγείας, ιατρεία

Σημαντική παρατήρηση

μέχρι τώρα η κάλυψη των ελάχιστων απαιτήσεων ανά σύστημα και δομικό στοιχείο “εξασφάλιζε” την κατάταξη στην κατηγορία B

σημασία των αυτοματισμών

$$Q_{heating} = f_{BAC,h} \times Q_{heating, cons}$$

$$Q_{cooling} = f_{BAC,h} \times Q_{cooling, cons}$$

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	Συντελεστής διόρθωσης θέρμανσης $f_{BAC,h}$ και ψύξης $f_{BAC,c}$							
	Α		Β		Γ		Δ	
	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$	$f_{BAC,h}$	$f_{BAC,c}$
Κατοικία	0,81	0,81	0,88	0,88	1	1	1,09	1,09
Προσωρινή διαμονή	0,61	0,76	0,85	0,79	1	1	1,17	1,76
Συνάθροισης κοινού	0,64	0,3	0,94	0,73	1	1	1,22	1,32
Εκπαίδευσης	0,80	0,80	0,88	0,88	1	1	1,20	1,20
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,86	0,86	0,91	0,91	1	1	1,31	1,31
Σωφρονισμού	0,81	0,81	0,88	0,88	1	1	1,10	1,10
Εμπορίου	0,46	0,55	0,71	0,85	1	1	1,56	1,59
Γραφείων	0,70	0,57	0,79	0,80	1	1	1,44	1,57

σημασία των αυτοματισμών

Σύμφωνα με το άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ, εφαρμόζονται ελάχιστες προδιαγραφές για το σύστημα εξαερισμού ή μηχανικού αερισμού για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια ως εξής:

- Οι απαιτήσεις για νωπό αέρα στα κτήρια του τριτογενή τομέα, θα καλύπτονται μέσω μηχανικού αερισμού (προσαγωγής νωπού, ή κεντρικής κλιματιστικής μονάδα διαχείρισης αέρα ΚΚΜ). Κάθε σύστημα μηχανικού αερισμού που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$, επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 68% για συστήματα με πτερυγιοφόρους σωλήνες και 73% για τα λοιπά συστήματα ανάκτησης.

Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα για να αυτοματισμούς κατηγορίας B

1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στο χώρο βάσει ποιότητας εσωτερικού αέρα (έλεγχος συγκέντρωσης CO₂)
2. Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (freecooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).
3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία).
4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή/και απόρριψης. Εξαίρεση αποτελούν χρήσεις με συγκέντρωση ατόμων μικρότερη από 20 άτομα/100m² σύμφωνα με τον πίνακα 2.3.

σημασία των αυτοματισμών

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m ² επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m ³ /h/άτομο]	Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²]
Νηπιαγωγείο**	50	22	11,00
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**	50	22	11,00
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας**	50	22	11,00
Φροντιστήριο, ωδείο**	55	22	12,10

Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα για να αυτοματισμούς κατηγορίας Γ

1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται αυτόματος έλεγχος της προσαγωγής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη.
2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).
3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.

σημασία του συστήματος θέρμανσης - λέβητες

ισχύς [kW]	η ΚΑ [%]	ecodesign		μείωση σε σχέση με ΚΑ		σε σχέση με ΚΑ	
		ΦΑ	πετρέλαιο	ΦΑ	πετρέλαιο	ΦΑ	πετρέλαιο
$4 < Q_n \leq 25$	78.1	98.8	95.2	28%	20%	133%	122%
$25 < Q_n \leq 50$	81.4	98.8	95.2	22%	16%	127%	117%
$50 < Q_n \leq 70$	81.8	98.8	95.2	22%	16%	127%	116%
$70 < Q_n \leq 100$	81.8	98.8	95.2	22%	16%	127%	116%
$100 < Q_n \leq 200$	85.0	103.0	99.3	22%	16%	127%	117%
$200 < Q_n \leq 300$	85.4	103.0	99.3	22%	16%	126%	116%
$300 < Q_n \leq 400$	85.6	103.0	99.3	21%	15%	126%	116%
$Q_n > 400$	86.8	-	-	-	-	-	-

σημασία του συστήματος θέρμανσης – αντλίες θερμότητας

	SCOP	SCOP-TOTEE	n*	σε σχέση με ΚΑ
ΚΑ	3.20	3.20	110%	100%
άερα<12KW	3.80	3.53	122%	110%
άερα<12KW	3.42	3.18	110%	99%
άερα>12kW	3.40	3.16	109%	99%
νερού 55°C	2.83	2.89	100%	90%
	2.83	3.11	107%	97%
νερού 35°C	3.20	3.01	104%	94%

* λαμβάνοντας συντελεστή πρ.ενέργειας ηλεκτρισμού = 2,9

σημασία του συστήματος ψύξης - τριτογενής

	SEER	SEER-TOTEE	n*	σε σχέση με ΚΑ
ΚΑ	2.80	2.80	97%	100%
άερα<6KW	4.60	2.76	95%	99%
άερα<12KW	4.30	2.58	89%	92%
άερα>12kW	4.60	2.76	95%	99%
ψύκτες<400kW	3.80	2.28	79%	81%
ψύκτες>400kW	4.10	2.46	85%	88%
γεωθ<400	4.98	2.99	103%	107%
γεωθ<1500	5.75	3.45	119%	123%
γεωθ>1500	6.20	3.72	128%	133%

* λαμβάνοντας συντελεστή πρ.ενέργειας ηλεκτρισμού = 2,90

Προσοχή: όλοι οι χώροι πρέπει να ψύχονται αλλιώς SEER=2,2 (αύξηση στην κατανάλωση σε σχέση με ΚΑ 127%)



σημασία του συστήματος φωτισμού

μείωση σε σχέση με ΚΑ									
Στάθμη φωτισμού	Ισχύς για ΚΑ	Ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις	T8	T5	LED	LED	LED+αυτ.. ΦΦ	LED +αυτ. παρουσίας	LED +αυτ. ΦΦ+παρ
[lx]	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	%	%	%	%
500	16.00	14.00	17.00	16.00	12.50	22%	45%-53%	38%-42%	56%-59%
400	12.80	11.20	13.60	12.80	10.00				
300	9.60	8.40	10.20	9.60	7.50				
200	6.40	5.60	6.80	6.40	5.00				
100	3.20	2.80	3.40	3.20	2.50				

σημασία του συστήματος φωτισμού

Για να μπορεί να γίνει αξιοποίηση του ΦΦ πρέπει να υπάρχει επάρκεια δυναμικού για την αξιοποίηση ΦΦ

Ο έλεγχος επάρκειας δυναμικού για αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού γίνεται με τον παράγοντα φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ), (DaylightFactor, DF). Σύμφωνα με το CEN/TC 169/WG 11 -Daylight η ελάχιστη τιμή του ΠΦΦ για να υπάρχουν στη ζώνη φυσικού φωτισμού πάνω από 500lx στο 50% των ωρών με φυσικό φωτισμό είναι 2,6% για την περιοχή της Αθήνας. Αντίστοιχα για 100lx, 300lx και 750lx ο παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ) είναι 0,5%, 1,5% και 3,9%. Σύμφωνα με το EN 15193 εφόσον η τιμή του ΠΦΦ στην ΖΦΦ είναι μεγαλύτερη του 3 τότε η διείσδυση του φυσικού φωτισμού είναι ισχυρή ενώ αν είναι μεταξύ 2 και 3 μέτρια, μεταξύ 1 και 2 αδύναμη και κάτω από ένα αμελητέα.

σημασία της θερμομόνωσης - νέο

Κατακόρυφα δ.σ.

μείωση απωλειών σε σχέση με ΚΑ λόγω επιπλέον εκατοστών μόνωσης*													
ζώνη	ελ. απαιτ.	ΚΑ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0.55	0.60	-6%	-17%	-24%	-30%	-35%	-39%	-42%	-44%	-47%	-49%	-50%
B	0.45	0.50	-7%	-15%	-22%	-27%	-31%	-34%	-37%	-40%	-42%	-44%	-45%
Γ	0.40	0.45	-8%	-15%	-20%	-25%	-29%	-32%	-35%	-37%	-39%	-41%	-42%
Δ	0.35	0.40	-8%	-14%	-19%	-23%	-26%	-29%	-32%	-34%	-36%	-38%	-39%

* Έχουν ληφθεί υπόψη θερμογέφυρες με $\Delta U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

σημασία της θερμομόνωσης - υφιστάμενα

Κατακόρυφα δ.σ.

μείωση απωλειών σε σχέση με ΚΑ λόγω επιπλέον εκατοστών μόνωσης*													
ζώνη	ελ. απαιτ.	ΚΑ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0.60	0.60	0%	-12%	-21%	-28%	-33%	-37%	-40%	-43%	-46%	-48%	-49%
B	0.50	0.50	0%	-10%	-17%	-23%	-28%	-32%	-35%	-38%	-40%	-42%	-44%
Γ	0.45	0.45	0%	-9%	-16%	-21%	-25%	-29%	-32%	-35%	-37%	-39%	-41%
Δ	0.40	0.40	0%	-8%	-14%	-19%	-23%	-26%	-29%	-32%	-34%	-36%	-38%

* Έχουν ληφθεί υπόψη θερμογέφυρες με $\Delta U=0,20W/m^2K$

σημασία των κουφωμάτων – νέα κτίρια

ζώνη	ελ.απαιτ.	KA	U _{tot} λαμβάνοντας + αερισμό			μείωση σε σχέση με KA	
			KA	κλάση 3	κλάση 4	κλάση 3	κλάση 4
A	2.80	3.20	5.13	3.29	2.98	36%	42%
B	2.60	3.00	4.93	3.09	2.78	37%	44%
Γ	2.40	2.80	4.73	2.89	2.58	39%	46%
Δ	2.20	2.60	4.53	2.69	2.38	41%	48%

$$Q = U_w \times A_w \times \Delta T + a \times c_p \times \rho_{air} \times A_w \times \Delta T \Rightarrow Q = U_{tot} \times A_w \times \Delta T$$

$$U_{tot} = U_w + a \times 0.35$$

σημασία των κουφωμάτων – νέα κτίρια

Παρατήρηση:
τα κουφώματα του ΚΑ έχουν
 $g_w=0,76 \times 0,90 \times 0,80=0,547$

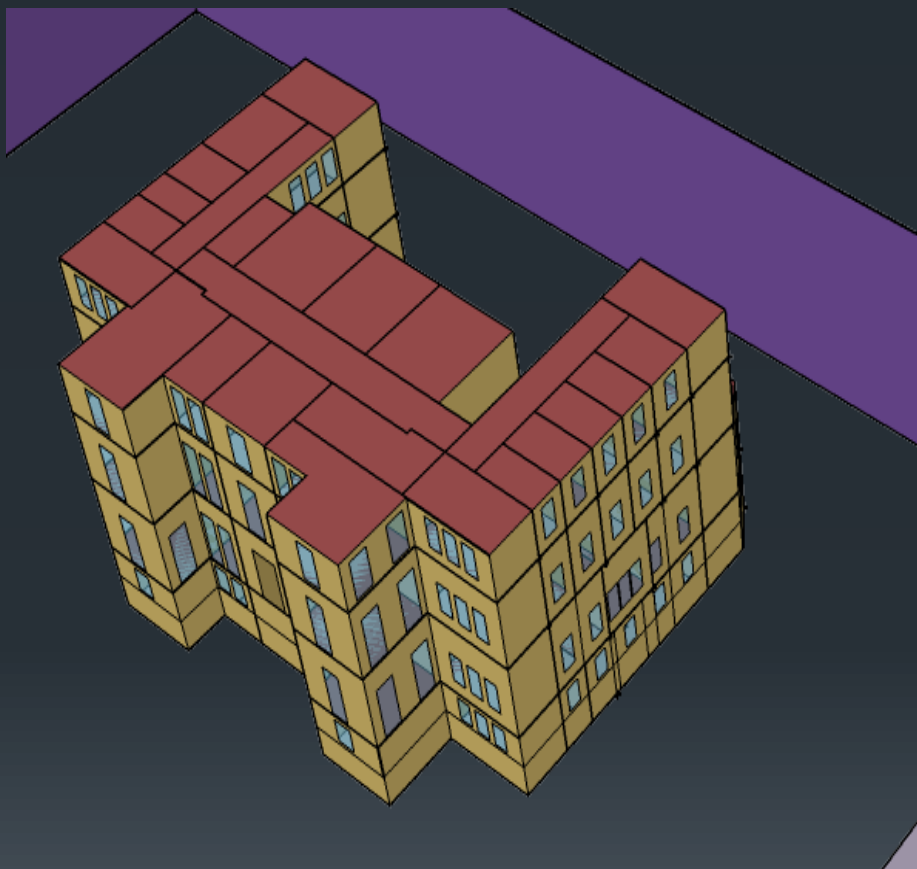
σημασία των κουφωμάτων – υφιστάμενα κτίρια

ζώνη	ελ.απαιτ.	KA	U _{tot} λαμβάνοντας + αερισμό			μείωση σε σχέση με KA	
			KA	κλάση 3	κλάση 4	κλάση 3	κλάση 4
A	3.20	3.20	5.13	3.69	3.38	28%	34%
B	3.00	3.00	4.93	3.49	3.18	29%	36%
Γ	2.80	2.80	4.73	3.29	2.98	30%	37%
Δ	2.60	2.60	4.53	3.09	2.78	32%	39%

$$Q = U_w \times A_w \times \Delta T + a \times c_p \times \rho_{air} \times A_w \times \Delta T \Rightarrow Q = U_{tot} \times A_w \times \Delta T$$

$$U_{tot} = U_w + a \times 0.35$$

παράδειγμα

**Κτίριο γραφείων στη Θεσσαλονίκη:**

1.540m² γραφειακοί χώροι

1.130m² διάδρομοι και βοηθητικοί χώροι

110m² αίθουσα πολλαπλών χρήσεων

παράδειγμα

Σχεδιάζοντας με τις ελάχιστες απαιτήσεις το κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία

B

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 24.01.2019 15.10

Ενεργειακή
κατηγορία

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A +

E.A. < 0.33 K.A.

A

0.33 K.A. < E.A. < 0.50 K.A.

B +

0.50 K.A. < E.A. < 0.75 K.A.

B

0.75 K.A. < E.A. < 1.00 K.A.

Γ

1.00 K.A. < E.A. < 1.41 K.A.

Δ

1.41 K.A. < E.A. < 1.82 K.A.

E

1.82 K.A. < E.A. < 2.27 K.A.

Z

2.27 K.A. < E.A. < 2.73 K.A.

H

2.73 K.A. < E.A.

B

126.1 kWh / m²

Ενεργειακά μη αποδοτικό

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	29.8	28.3
	Ψύξη	45.6	34.8
	ZNX	0.0	0.0
	Φωτισμός	69.9	63.0
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	145.2	126.1
	Κατάταξη	-	B

$$R = \frac{126}{145} = 0,87$$

παράδειγμα

Τελική λύση

- $U_{κ.δ.σ} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ (10cm)
- $U_{op} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (15cm)
- κουφώματα με $U=1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- φωτισμός LED με έλεγχο ΦΦ και παρουσίας/απουσίας
- VRF για θέρμανση/ψύξη
- αερισμός με αισθητήρες CO_2 ανά χώρο
- αυτοματισμοί κατηγορίας A

Δημιουργία αρχείου αποτελεσμάτων 24.01.2019 15.33

Ενεργειακή
κατηγορία

Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης

A +

$E.A. < 0.33 \text{ K.A.}$

A

$0.33 \text{ K.A.} < E.A. < 0.50 \text{ K.A.}$

B +

$0.50 \text{ K.A.} < E.A. < 0.75 \text{ K.A.}$

B

$0.75 \text{ K.A.} < E.A. < 1.00 \text{ K.A.}$

Γ

$1.00 \text{ K.A.} < E.A. < 1.41 \text{ K.A.}$

Δ

$1.41 \text{ K.A.} < E.A. < 1.82 \text{ K.A.}$

E

$1.82 \text{ K.A.} < E.A. < 2.27 \text{ K.A.}$

Z

$2.27 \text{ K.A.} < E.A. < 2.73 \text{ K.A.}$

H

$2.73 \text{ K.A.} < E.A.$

A

69.7 kWh / m²

Ενεργειακά μη αποδοτικό

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
►	Θέρμανση	30.8	18.2
	Ψύξη	47.8	14.6
	ΖΝΧ	0.0	0.0
	Φωτισμός	69.9	36.9
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	148.5	69.7
	Κατάταξη	-	A

$$R = \frac{70}{145} = 0,48$$

Κτίρια Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης: τι αλλάζει στον σχεδιασμό των νέων και την αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων

10^η Τεχνική Ημερίδα Πανελλήνιου Συλλόγου
Πιστοποιημένων Ενεργειακών Επιθεωρητών

Πέμπτη 24 Ιανουαρίου 2019
Ξενοδοχείο Τιτάνια, Αθήνα

Κωνσταντίνος Λάσκος,
πρόεδρος Π.Συ.Π.Εν.Επ.

πιστοποιημένος Ενεργειακός Επιθεωρητής
Ενεργειακός Ελεγκτής
ASHRAE BEMP, ASHRAE BEAP

συνδιοργάνωση:

