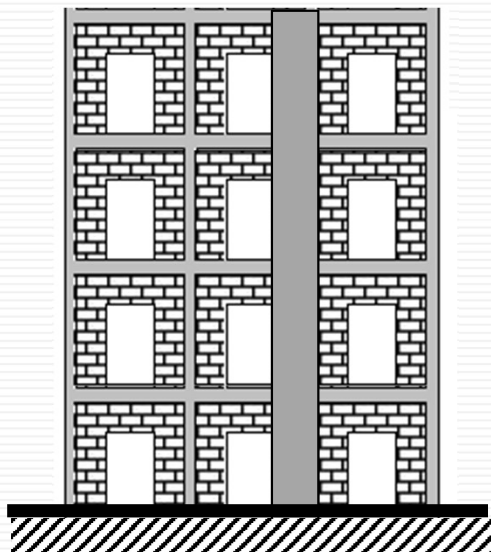


ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΝΕΠΕ 2022 σε συνδυασμό με EN 13791



**Εφαρμογή σε 4-όροφη οικοδομή
Έτος κατασκευής 1970**

16 Υποστηλώματα: 25x35

4Φ14 στις γωνίες και συνδετήρες Φ6/25

27 Δοκοί (hxb): 40x20

Άνω: Αριστερά/δεξιά 2Φ10+3Φ10, μέσον 2Φ10

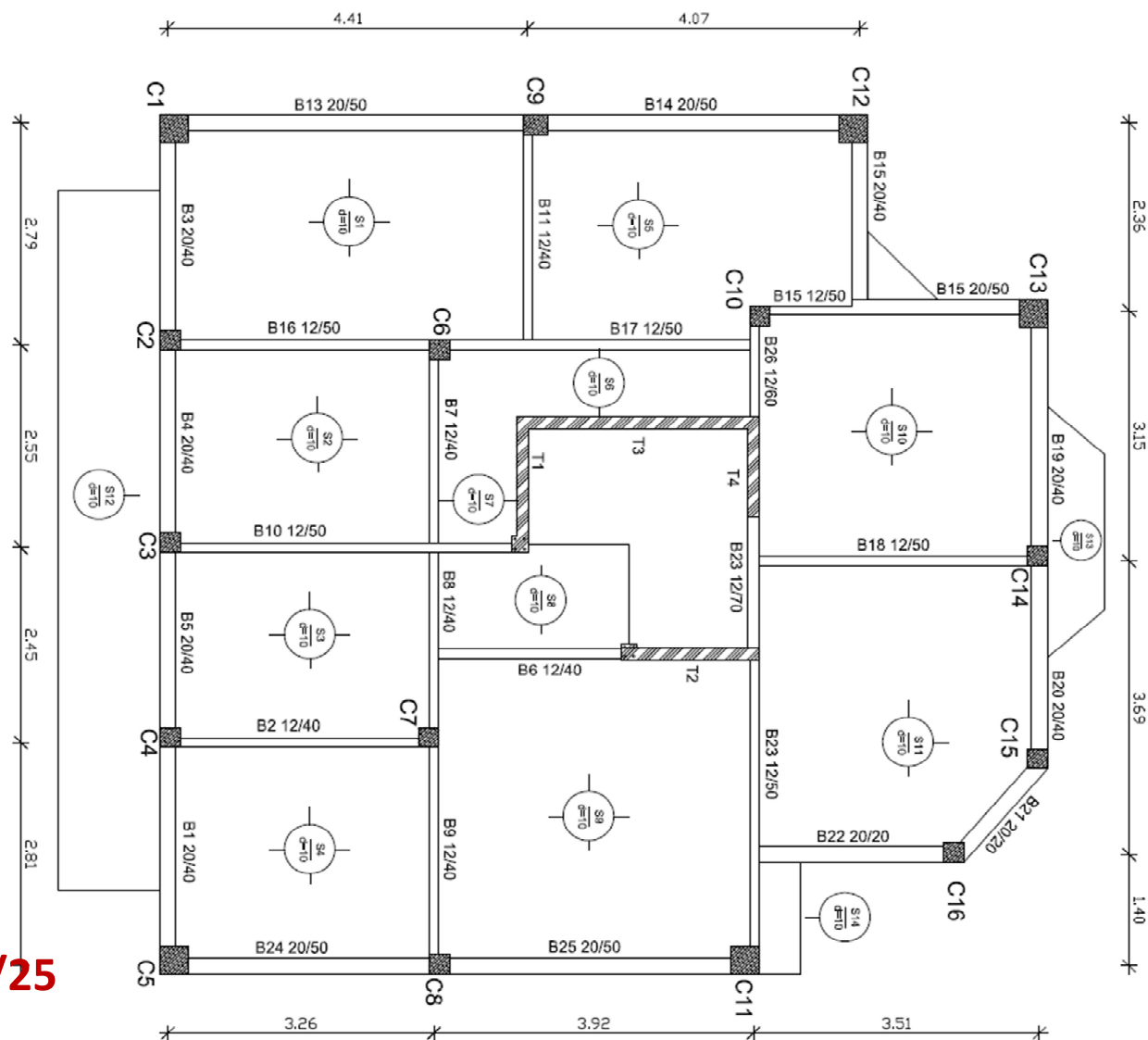
Κάτω: Αριστερά/δεξιά 2Φ10+2Φ10(μ), μέσον 4Φ10

Συνδετήρες Φ6/25

4 Τοιχεία: 4Φ12 και εσχάρες Φ8/25

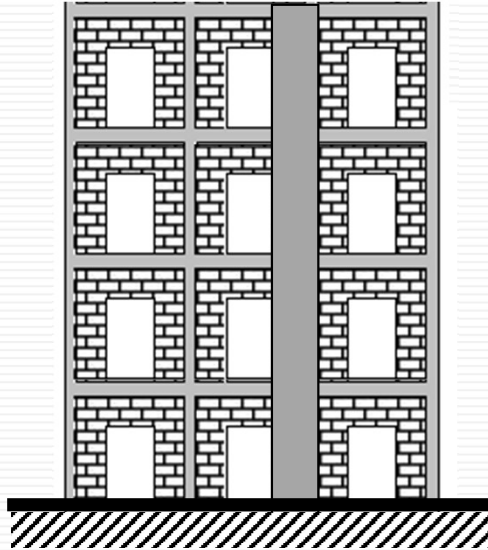
10 πλάκες πάχους 12cm με Φ8/30

Σκυρόδεμα: B225 (fck=18MPa → C16/20)



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΑΝΕΠΕ 2022

σε συνδυασμό με EN 13791



Εφαρμογή σε 4-όροφη οικοδομή
Έτος κατασκευής 1970

16 Υποστηλώματα: 25x35

4Φ14 στις γωνίες και συνδετήρες Φ6/25

27 Δοκοί (hxb): 40x20

Άνω: Αριστερά/δεξιά 2Φ10+3Φ10, μέσον 2Φ10

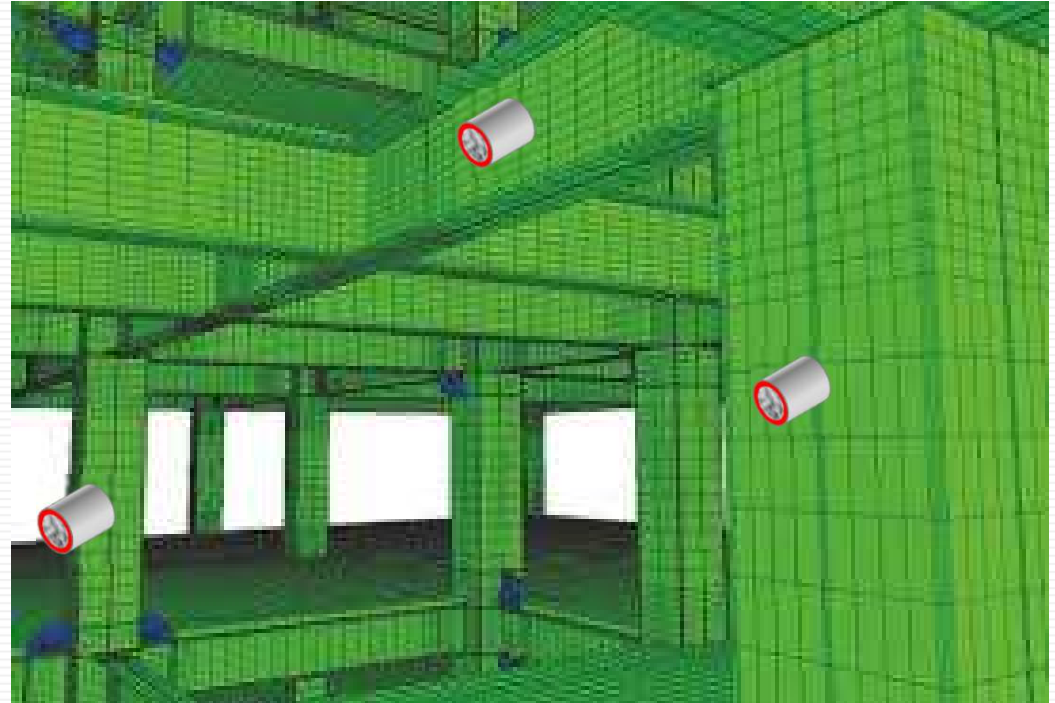
Κάτω: Αριστερά/δεξιά 2Φ10+2Φ10(μ), μέσον 4Φ10

Συνδετήρες Φ6/25

4 Τοιχεία: 4Φ12 και εσχάρες Φ8/25

10 πλάκες πάχους 12cm με Φ8/30

Σκυρόδεμα: B225 ($f_{ck}=18\text{MPa}$ → C16/20)



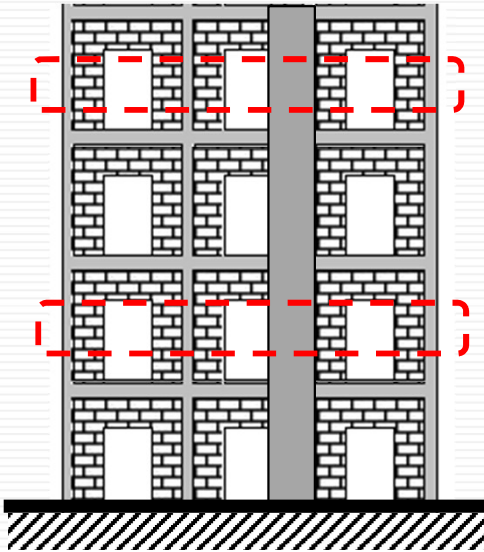
1ο βήμα: Λήψη πυρήνων. Από πού και πόσοι?

Γεωμετρία πυρήνων $H/D=1$, $D=10\text{cm}$

→ χρήση στις αναλύσεις: αντοχή κυλίνδρου

$$f_{ck,is (2:1 \text{ core})} = 0.82 f_{ck,is(1:1 \text{ core})}$$

Ελάχιστη Πυρηνοληψία κατά ΚΑΝΕΠΕ



Όροφοι	Πυρήνες
> 2	3 ανά δύο ορόφους από ομοειδή δομικά στοιχεία

2^{ος} → $n=3$ (δοκ.) + 3 (υποστ.) + 3 (τοιχεία) + 3 (πλάκες) → 12 πυρήνες

4^{ος} → $n=3$ (δοκ.) + 3 (υποστ.) + 3 (τοιχεία) + 6 (πλάκες) → 12 πυρήνες

→ Δύο αναλύσεις ξεχωριστά για 2^{ος} όροφος
 δύο περιοχές ελέγχου! 4^{ος} όροφος

Προλαμβάνουμε: στις ίδιες θέσεις και χρήση έμμεσης μεθόδου. Γιατί?

- Εκτίμηση στις κρίσιμες περιοχές του ίδιου ορόφου - «περιοχή»
- Εκτίμηση στους ορόφους που δεν έχουμε λάβει πυρήνες

• Κατά EN 13791 (εκτίμηση αντοχής μόνο με πυρήνες)

➤ $n = 3 - 14$ πυρήνες

$$\min \begin{cases} f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k \\ f_{ck,is} = f_{is,lowest} + 4 \end{cases}$$

n	k
10 to 14	5
7 to 9	6
3 to 6	7

2^{ος} όροφος

No.	fi,is	R
1 (C1)	24	25
2 (C2)	29	32
3 (C3)	21	22
4 (B1)	25	28
5 (B3)	27	28
6 (B8)	22	23
7 (W1)	21	21
8 (W2)	28	30
9 (W3)	25	26
10 (S1)	20	23
11 (S2)	24	24
12 (S4)	20	20.5

4^{ος} όροφος

No.	fi,is	R
1 (C1)	30	36
2 (C2)	29	35
3 (C3)	23	22
4 (B1)	25	28
5 (B3)	27	28
6 (B8)	28	28
7 (W1)	30	36
8 (W2)	24	30
9 (W3)	30	36
10 (S1)	23	22
11 (S2)	26	30
12 (S4)	27	33

2^{ος} όροφος

No.	f _{i,is}	R
1	24	25
2	29	32
3	21	22
4	25	28
5	27	28
6	22	23
7	21	21
8	28	30
9	25	26
10	20	23
11	24	24
12	20	20.5

- Κατά EN 13791 (εκτίμηση αντοχής μόνο με πυρήνες)

f _{m(n),is} =	23.8
f _{is,lower} =	20
s=	3.1

$$\min \begin{cases} f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k \\ f_{ck,is} = f_{is,lowest} + 4 \end{cases}$$

f_{ck,is,cube}= 18.8MPa

~~C16/20~~

f_{ck,is (2:1 core)} = 0.82f_{ck,is(1:1 core)} = 15.4MPa

- ΚΑΝΕΠΕ (2^η Αναθεώρηση 2022):
- Με την αντιπροσωπευτική επιτόπου αντοχή κάνω ελέγχους M,V,N και όχι με την κατηγορία C16/20
- γ_c

n	k
10 to 14	5
7 to 9	6
3 to 6	7

Εφαρμογή σε 4-όροφη οικοδομή
Έτος κατασκευής 1970

• Κατά
EN 13791

$f_{ck, is, cyl} = 15.4$

• ΚΑΝΕΠΕ (2^η Αναθεώρηση 2022):

Έλεγχος σε όρους δυνάμεων

(ελαστική ανάλυση & ψαθυρή συμπεριφορά, $\mu < 2$): $f_{ck, is} = f_{cm, is} - s \rightarrow f_{ck, is} / \gamma_c$

$$s = 10-20\% f_{cm, is}$$

$f_{m(n), is} =$	23.8
$f_{is, lower} =$	20
$s =$	3.1 13% f_m

$$f_{ck, is, cube} = f_{cm, is} - s = 23.8 - 3.1 = 20.7 \text{ MPa}$$

$$f_{ck, is, cyl} = 0,82 * 20,7 = \underline{17 \text{ MPa}}$$

Διαφορά 1.6 MPa στις τιμές

Ανάλογα με την Σ.Α.Δ. (στην Αποτίμηση και τον Ανασχεδιασμό):

➤ Επιλέγεται ο συντελεστής ασφαλείας γ_c σκυροδέματος

Υψηλή	Ικανοποιητική	Ανεκτή
$\gamma_c = 1.15$ (↓)	$\gamma_c = 1.3$	$\gamma_c = 1.45$ (↑)

Σε ποια Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) βρίσκομαι ΒΑΣΕΙ πυρήνων κατά ΚΑΝΕΠΕ 2022?

No.	f _{i,is}	f _{i,is} -f(m)	Έλεγχος: 15%fm(n),is= 3,6
1	24	0.2	ok
2	29	5.2	not ok
3	21	2.8	ok
4	25	1.2	ok
5	27	3.2	ok
6	22	1.8	ok
7	21	2.8	ok
8	28	4.2	not ok
9	25	1.2	ok
10	20	3.8	not ok
11	24	0.2	ok
12	20	3.8	not ok

Αν $|f_{i,\pi} - f_{i,\pi}^{ave}| < 15\% f_{i,\pi}^{ave} \rightarrow$
«ικανοποιητική» αλλιώς και
έμμεσες μέθοδοι

**Δεν καλύπτεται ο έλεγχος, άρα
ΣΑΔ «ΑΝΕΚΤΗ» $\rightarrow \gamma_c = 1.45$**

**ΚΑΝΕΠΕ: $f_{ck,is,cyl}/\gamma_c = 17\text{MPa}/1.45$
ή EN 13791: $f_{ck,is,cyl}/\gamma_c = 15.4\text{MPa}/1.45$**

fm(n),is= 23.8

ΚΑΝΕΠΕ: $f_{ck, is, cyl} / \gamma_c = 17 \text{MPa} / 1.45$

ή EN 13791: $f_{ck, is, cyl} / \gamma_c = 15.4 \text{MPa} / 1.45$

Εάν δεν κάνω κανένα έλεγχο: Ερήμην τιμή: $9 \text{MPa} / 1.45$

Πίνακας 1. «Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές Τιμές Θλιπτικής Αντοχής Σκυροδέματος.

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	«Ονομαστική» Μέση τιμή $f_{cm} \text{ (MPa)}$	«Χαρακτηριστική» Μέση τιμή μείον μία τυπική απόκλιση $f_{ck} \text{ (MPa)}$
...<1985	13	9
1985≤...	17	13

Επειδή χρειάζονται έλεγχοι στις κρίσιμες περιοχές (απ' όπου δεν πήρα τα καρότα), θα εφαρμόσω και έμμεση μέθοδο (κρουσίμετρο). Άρα θα αυξήσω την ΣΑΔ.

- ΙΚΑΝΟΠ. $\rightarrow \gamma_c = 1.3$**
- ΥΨΗΛΗ $\rightarrow \gamma_c = 1.15$**

έμμεση μέθοδος (στις κρίσιμες θέσεις)

πλήθος μετρήσεων ↔ Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων – ΣΑΔ

- **ΥΨΗΛΗ**

Οι θέσεις εφαρμογής της έμμεσης μεθόδου σε κάθε όροφο πρέπει να καλύπτουν:

- Το 45% των κατακορύφων στοιχείων
- Το 25% των οριζοντίων στοιχείων (δοκοί ή πλάκες).

- **ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ**

- Το 30% των κατακορύφων στοιχείων
 - Το 15% των οριζοντίων στοιχείων (δοκοί ή πλάκες).
- Στην περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση ($S \leq 0,20 X_m$), τότε η Σ.Α.Δ. μπορεί να θεωρείται «υψηλή».

- **ΑΝΕΚΤΗ**

Εφαρμογή στο μισό των ποσοστών για ΣΑΔ «Ικανοποιητική»

Στην περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζουν ικανοποιητική σύγκλιση ($S \leq 0,20 X_m$), τότε η Σ.Α.Δ. μπορεί να θεωρείται «Ικανοποιητική».

Μήπως και ευνοηθώ...

2ος όροφος

No.	f _i ,i _s	R	f _R	Δf=f _i ,i _s -f _R
1	24	25	8.75	15.25
2	29	32	20.86	8.14
3	21	22	4.5	16.5
4	25	28	13.94	11.06
5	27	28	13.94	13.06
6	22	23	5.75	16.25
7	21	21	3.25	17.75
8	28	30	17.4	10.6
9	25	26	10.48	14.52
10	20	23	5.75	14.25
11	24	24	7.02	16.98
12	20	20.5	2.625	17.375

Βαθμονόμηση κρουσιμέτρου
(πυρήνες και μετρήσεις σε μη κρίσιμες περιοχές)

$$f_R = 1,25 \times R - 23 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1,73 \times R - 34,5 \quad 24 \leq R \leq 50$$

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}_{(m)} - k_1 \cdot s$$

$$\delta f = 9.6$$

$$f_R = 1,25 \times R - 23$$

$$f_R = 1,73 \times R - 34,5$$

$$+$$
 \mathcal{F}

• Κατά EN 13791

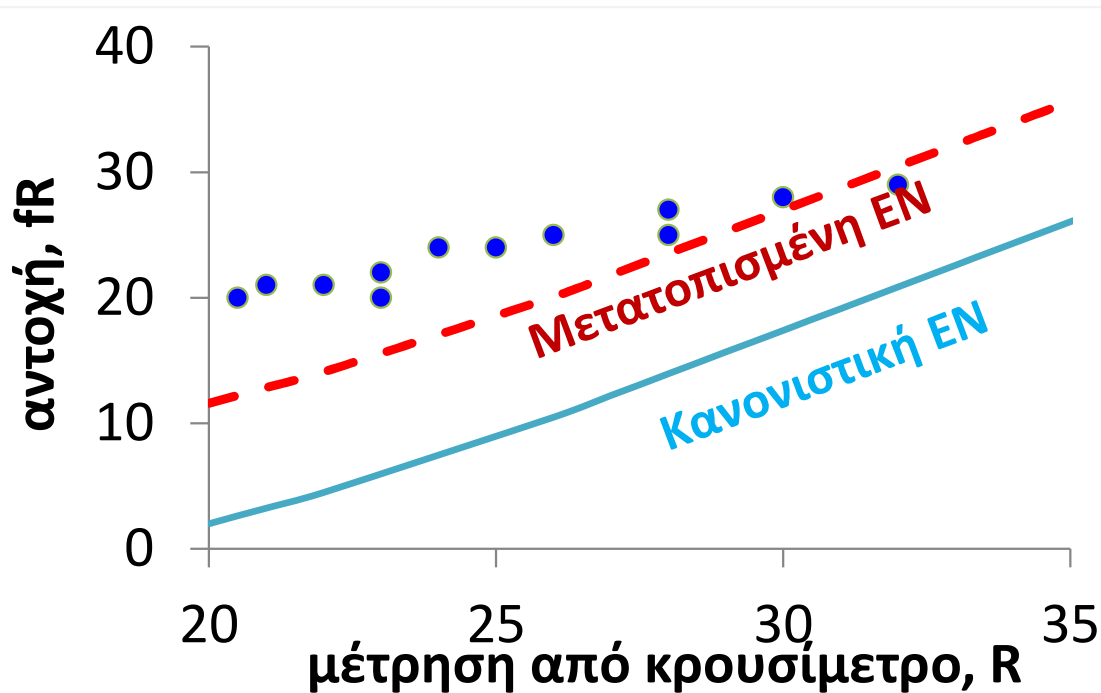
$$\delta f(m) = 14.3$$

$$s = 3.04$$

Number of paired test results <i>n</i>	Coefficient <i>k</i> ₁
9	1,67
10	1,62
11	1,58
12	1,55
13	1,52
14	1,50
≥15	1,48

$$f_R = 1.25xR - 13.4 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1.73xR - 24.9 \quad 24 \leq R \leq 50$$



Βαθμονόμηση κρουσιμέτρου
(πυρήνες και μετρήσεις σε μη
κρίσιμες περιοχές)

$$f_R = 1,25 \times R - 23 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1,73 \times R - 34,5 \quad 24 \leq R \leq 50$$

$$\delta f = \delta f_{(m)} - k_1 \cdot s$$

 $\delta f =$
 9.6

$$f_R = 1,25 \times R - 23$$

$$f_R = 1,73 \times R - 34,5$$

+

 δf

$$f_R = 1.25xR - 13.4 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1.73xR - 24.9 \quad 24 \leq R \leq 50$$

2ος όροφος

No.	f _i ,is	R
1	24	25
2	29	32
3	21	22
7	25	28
8	27	28
9	22	23
10	21	21
11	28	30
12	25	26
13	20	23
14	24	24
15	20	20.5

23.8 25.2 f_R= 9.1

Βαθμονόμηση κρουσιμέτρου
(πυρήνες και μετρήσεις σε μη
κρίσιμες περιοχές)

$$f_R = 1,25 \times R - 23 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1,73 \times R - 34,5 \quad 24 \leq R \leq 50$$

$$f_R = 1.25xR - 8.3 \quad 20 \leq R \leq 24$$

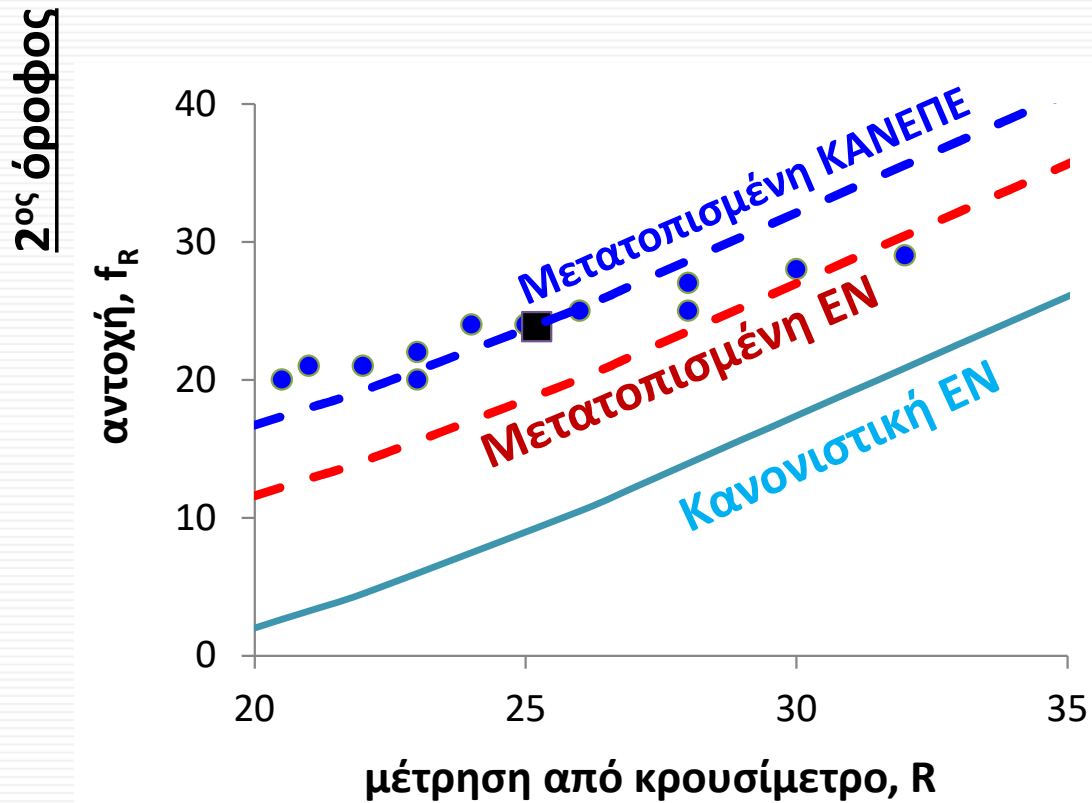
$$f_R = 1.73xR - 19.8 \quad 24 \leq R \leq 50$$

- Κατά ΚΑΝΕΠΕ

- μέση τιμή πυρήνων = 23.8

- Μέση τιμή κρουσιμετρήσεων = 25.2 (που δίνει $f_R = 1.73 * 25.2 - 34.5 = 9.1$)

Η διαφορά $23.8 - 9.1 = 14.7$ είναι η μετατόπιση δf !



Βαθμονόμηση κρουσιμέτρου
(πυρήνες και μετρήσεις σε μη
κρίσιμες περιοχές)

$$f_R = 1,25 \times R - 23 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1,73 \times R - 34,5 \quad 24 \leq R \leq 50$$

$$f_R = 1.25xR - 8.3 \quad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1.73xR - 19.8 \quad 24 \leq R \leq 50$$

- Κατά ΚΑΝΕΠΕ

- μέση τιμή πυρήνων = 23.8

- Μέση τιμή κρουσιμετρήσεων = 25.2 (που δίνει $f_R = 1.73 \times 25.2 - 34.5 = 9.1$)

Η διαφορά $23.8 - 9.1 = 14.7$ είναι η μετατόπιση Δf !

Είχαμε:

ΚΑΝΕΠΕ: $f_{ck,is,cyl}/\gamma_c = 17\text{MPa}/1.45$

ΣΑΔ «ΑΝΕΚΤΗ»

ή EN 13791: $f_{ck,is,cyl}/\gamma_c = 15.4\text{MPa}/1.45$

Με χρήση και της καμπύλης: Έστω ότι θέλω να αυξήσω το ΣΑΔ του 2^{ου} ορόφου σε «ΥΨΗΛΗ» αρχικά ελέγχοντας για ΣΑΔ «Ικανοποιητική» το 30% των κατακορύφων στοιχείων και το 15% των οριζοντίων στοιχείων στις κρίσιμες περιοχές (δοκοί ή πλάκες)

ΠΡΟΣΔΟΚΟΝΤΑΣ ότι οι μετρήσεις θα έχουν $S \leq 0,20 X_m$ (αν όχι τότε έλεγχος σε 45% και 25% αντίστοιχα)

- **ΙΚΑΝΟΠ.** → $\gamma_c = 1.3$
- **ΥΨΗΛΗ** → $\gamma_c = 1.15$

2^{ος} όροφος

No.	fi,is	R
1	24	25
2	29	32
3	21	22
4	25	28
5	27	28
6	22	23
7	21	21
8	28	30
9	25	26
10	20	23
11	24	24
12	20	20.5

mean 25.2

Μια πρώτη εκτίμηση των κρουσιμετρήσεων για την βαθμονόμηση του οργάνου δείχνει δείχνει: $S < 20\%R_m$!

$S_R = 3.65$ (14% R_m)

Είχαμε:

ΚΑΝΕΠΕ: $f_{ck, is, cyl} / \gamma_c = 17 \text{MPa} / 1.45$

ΣΑΔ «ΑΝΕΚΤΗ»

ή EN 13791: $f_{ck, is, cyl} / \gamma_c = 15.4 \text{MPa} / 1.45$

Με χρήση και της καμπύλης: μπορώ να αυξήσω το ΣΑΔ του 2^{ου} ορόφου σε «ΥΨΗΛΗ» αρχικά ελέγχοντας για ΣΑΔ «Ικανοποιητική» το 30% των κατακορύφων στοιχείων και το 15% των οριζοντίων στοιχείων (δοκοί ή πλάκες) **ΠΡΟΣΔΟΚΟΝΤΑΣ** ότι οι μετρήσεις θα έχουν $S \leq 0,20 X_m$ (αν όχι τότε έλεγχος σε 45% και 25% αντίστοιχα)

Έλεγχος στις κρίσιμες θέσεις

30% x 20 (υποστ. + τοιχ) ≈ 6 κατ. Στοιχ.

→ 4 υποστ. C (x 2 κρίσιμες θέσεις) + 2 τοιχεία W (x μία κρισ. Θέση)

15% x 27 Δοκοί = 4 δοκοί B (x 2 κρίσιμες θέσεις)

Σύνολο θέσεων = 18

$S/R_m = 4.93/25.7 = 0.19 \rightarrow$ ΣΑΔ 2^{ου} ορόφου ΥΨΗΛΗ $\rightarrow \gamma_c = 1.15$

Η ΣΑΔ για την αποτίμηση του κτιρίου θα προκύψει αφού αναλυθεί και ο 4^{ος} όροφος. Λαμβάνεται η μικρότερη ΣΑΔ από τις δύο αναλύσεις.

Θέση	R _{new}
C4 – άνω	30
C4 – κάτω	21
C5 – άνω	28
C5 – κάτω	22
C6 – άνω	27
C6 – κάτω	40
C7 – άνω	28
C7 – κάτω	21
W1 – κάτω	21
W2 – κάτω	30
B5 – αρ.	22
B5 – δεξ.	27
B7 – αρ.	24
B7 – δεξ.	26
B9 – αρ.	21
B9 – δεξ.	28
B4 – αρ.	27
B4 – δεξ.	20
R _m =	25.7
S=	4.93

Μόνο με πυρήνες →

Στις κρίσιμες θέσεις χρησιμοποιώ την μετατοπισμένη καμπύλη

- Με τα R_{new} εκτίμηση αντοχής f_R . Επειδή οι καμπύλες έγιναν με πυρήνες 1:1, οι εκτιμήσεις αντοχής: $0.82 * f_R$

- Ενδιαφέρουν οι θέσεις με τις μικρότερες τιμές ως προς την αντοχή μόνο με πυρήνες (δηλ. $< f_{ck,is,cyl}$): επανεξέταση ή υιοθέτηση τιμής

- Για τις υπόλοιπες θέσεις, η ανάλυση γίνεται με $f_{ck,is,cyl}$

Στο παράδειγμα: οι δύο μεθοδολογίες διαφοροποιούνται κατά 1.6 MPa στην εκτίμηση αντοχής βάσει πυρήνων καθώς και κατά μία θέσεις όπου απαιτείται επανέλεγχος ή υιοθέτηση τιμής αντοχής μικρότερης της $f_{ck,is,cyl}$

ΚΑΝΕΠΕ:		EN 13791:		Θέση	R_{new}
$f_{ck,is,cyl}=17\text{MPa}$	f_R (KAN)	$f_{ck,is,cyl}=15.4\text{MPa}$	f_R (EN)		
	$f_R * 0.82$		$f_R * 0.82$		
32.1	26.3	27.0	22.1	C4 – άνω	30
18.0	14.8	12.8	10.5	C4 – κάτω	21
28.7	23.5	23.5	19.3	C5 – άνω	28
19.2	15.7	14.1	11.6	C5 – κάτω	22
26.9	22.0	21.8	17.9	C6 – άνω	27
49.4	40.5	44.3	36.3	C6 – κάτω	40
28.7	23.5	23.5	19.3	C7 – άνω	28
18.0	14.8	12.8	10.5	C7 – κάτω	21
18.0	14.8	12.8	10.5	W1 – κάτω	21
32.1	26.3	27.0	22.1	W2 – κάτω	30
19.2	15.7	14.1	11.6	B5 – αρ.	22
26.9	22.0	21.8	17.9	B5 – δεξ.	27
21.7	17.8	16.6	13.6	B7 – αρ.	24
25.2	20.7	20.1	16.5	B7 – δεξ.	26
18.0	14.8	12.8	10.5	B9 – αρ.	21
28.7	23.5	23.5	19.3	B9 – δεξ.	28
26.9	22.0	21.8	17.9	B4 – αρ.	27
16.7	13.7	11.6	9.5	B4 – δεξ.	20