

ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ & ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ



ΗΜΕΡΙΔΑ



«Μετασεισμική Περίοδος: Διενέργεια
Μετασεισμικών Ελέγχων & Άρση
Επικινδυνότητας σε Κτήρια»



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης
και Πολιτικής Προστασίας



Οργανισμός Αντισεισμικού
Σχεδιασμού & Προστασίας



Ξάνθου 32, 15451 Αθήνα

<http://www.oasp.gr>

<https://ecpfe.oasp.gr>

Δρ Βασίλης Μώκος
Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ
Γενικός Διευθυντής ΟΑΣΠ
Κύπρος, Ιούνιος 2023



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ
2. ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ
3. ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
4. ΤΥΠΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ ΒΛΑΒΩΝ (ΚΑΝΕΠΕ)
5. ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ
6. ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΚΟΜΒΟΥΣ
7. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ
8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ
9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ
10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ
11. ΣΦΗΝΩΣΗ ΜΕ ΞΥΛΙΝΕΣ ΣΦΗΝΕΣ
12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ
13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ

ΑΜΕΣΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

- ✓ Αυτοψίες για τον χαρακτηρισμό κτηρίων ως προς την καταλληλότητά τους για χρήση
- ✓ Αποκλεισμός περιοχών
- ✓ Άρση Επικινδυνότητων
- ✓ Κατεδαφίσεις

- ✓ ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ:
(σε κτήρια) 
 - Υποστυλώσεις
ή/και
Αντιστηρίξεις

ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΕΥΤΕΡΟ ΧΡΟΝΟ

- ✓ Επεμβάσεις (Επισκευές & Ενισχύσεις) – Αποκατάσταση

2. ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ

&

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ

*κτηρίων μετρά
από σεισμό*

≠

ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ

&

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ

*σε επιχειρήσεις
έρευνας και
διάσωσης*

Διαφορετική Προσέγγιση!

3. ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Ανάλογα με το είδος των βλαβών καθορίζεται και το είδος της προσωρινής επέμβασης για τα κτήρια:

✓ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΙΣ

ΚΥΡΙΩΣ όταν υπάρχουν
Σοβαρές ή Βαριές
βλάβες σε:

- *Κατακόρυφα Στοιχεία*
(Υποστυλώματα,
Τοιχώματα)
- *Κόμβοι*

Σκοπός:

Παραλαβή/Μεταφορά Κυρίως
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

✓ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ

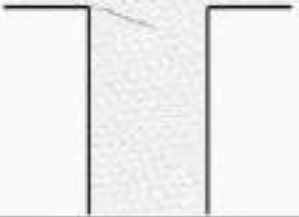
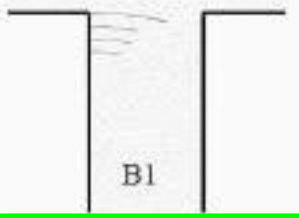
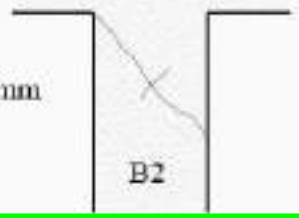
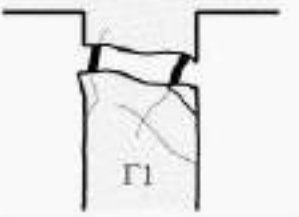
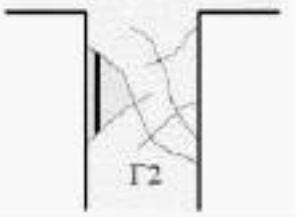
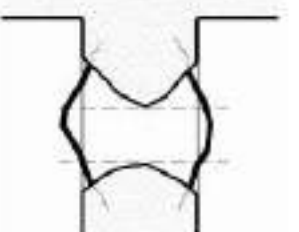
Προβλήματα Ευστάθειας:

- *Απόκλιση δομήματος από την κατακόρυφο* → *γ (drift): ~3% ΟΣ, ~1% ΦΤ* (λόγω αστοχία κατακόρυφων στοιχείων, υποχώρησης θεμελίωσης)
- *Μηχανισμός ορόφου (Pilotis)*

Σκοπός:

Παραλαβή/Μεταφορά Κυρίως
ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

4. ΤΥΠΙΚΟΙ ΒΑΘΜΟΙ ΒΛΑΒΩΝ (ΚΑΝΕΠΕ)

Περιορισμένης σπουδαιότητας	Ελαφρές βλάβες	A		$d=0$
		B	 $> 5\text{mm}$  $< 3\text{mm}$	$d<<$
Επηρεάζουν την ασφάλεια του συνόλου	Σοβαρές	Γ	 	$d<1\%$
	Βαριές	Δ ή Δ/E	 Λυγισμός ή και θραύση ραβδών, άνοιγμα ή και θραύση συνδετήρων	$d>2\%$

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

5. ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Σοβαρή Βλάβη (Βαθμός Γ)



$$\alpha_s = M \cdot V / h \rightarrow$$

$$\alpha_s = L_s / h \rightarrow$$

$$\alpha_s = L / (2 \cdot h)$$

5. ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Βαριά Βλάβη (Βαθμός Δ)



6. ΒΛΑΒΕΣ ΣΕ ΚΟΜΒΟΥΣ

- ✓ Κάθε ρηγματώση κόμβου, έστω και μικρού ανοίγματος ρωγμών, θεωρείται επικίνδυνη και πρέπει να αντιμετωπίζεται τουλάχιστον ως ΣΟΒΑΡΗ ΒΛΑΒΗ.



7. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

ΙΔΙΑ ΟΙΚΟΔΟΜΗ → Δεν υποστυλώθηκε μετά τον 1^ο Σεισμό!!!

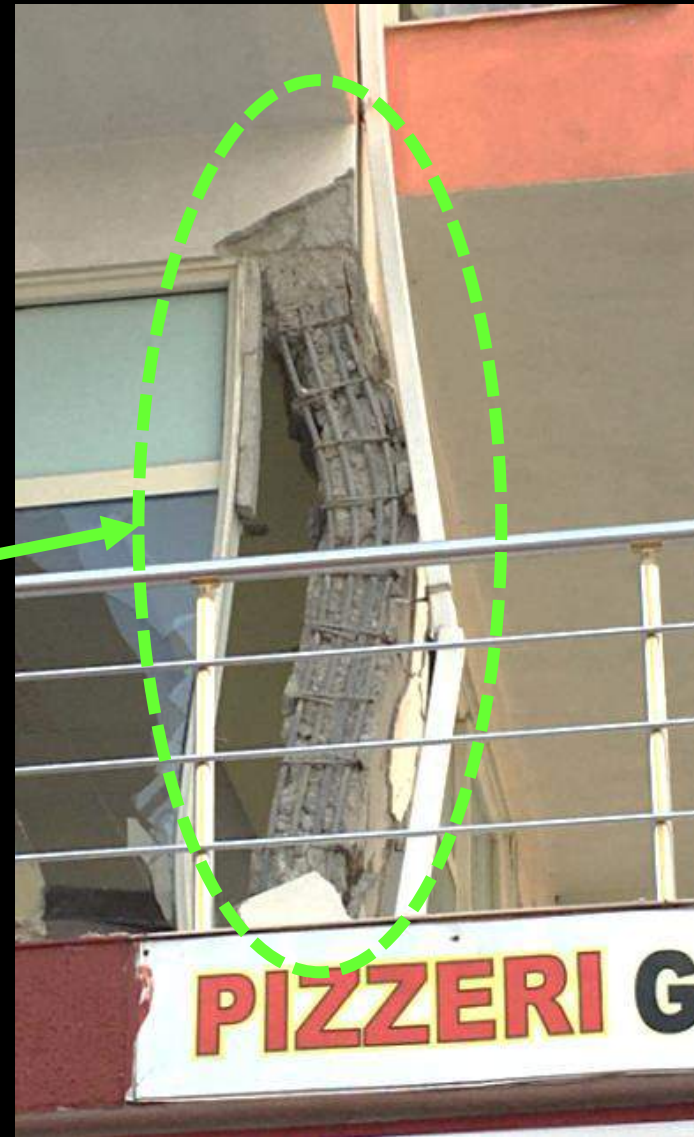


**Κεφαλονιά, μετά τον
1^ο Σεισμό (26.01.2014)**



**Κεφαλονιά, μετά τον
2^ο Σεισμό (03.02.2014)**

7. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ



Δυρράχιο, 2019

7. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ



**Κατεδάφιση κτηρίου με εκρηκτικά!
Δυρράχιο, 2019**

7. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

- ✓ *Ασφάλεια περιοίκων και διερχομένων*
- ✓ *Εξασφάλιση περιουσίας*
- ✓ *Ασφαλούς εκτέλεση εργασιών επεμβάσεων.*
- ✓ *Μείωση βλαβών από μετασεισμούς.*
- ✓ *Μείωση κινδύνου κατάρρευσης.*

Κτίριο με ψαθυρή συμπεριφορά & βαριές βλάβες έχει μεγάλη πιθανότητα να κατάρρευση ΑΚΟΜΗ ΚΑΙ με μικρούς μετασεισμούς.

Ψαθυρή Συμπεριφορά:

Γενικώς Κατασκευές ...<1985 (Ελλάδα)

(χωρίς ικανοτικό κόμβου, χωρίς ικανοτικό διάτμησης δηλ. $V_R < V_M = M_y / L_s$, χωρίς περίσφιξη στις κρίσιμες περιοχές, $\alpha_s < 2$)

8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

✓ Με την υποστύλωση προκαλείται ελάφρυνση του βλαμμένου στοιχείου, μέσω πρόσθετων προσωρινών στοιχείων (ξύλινα, μεταλλικά).



Χονδροξυλεία
(Μη εξειδικευμένο προσωπικό)



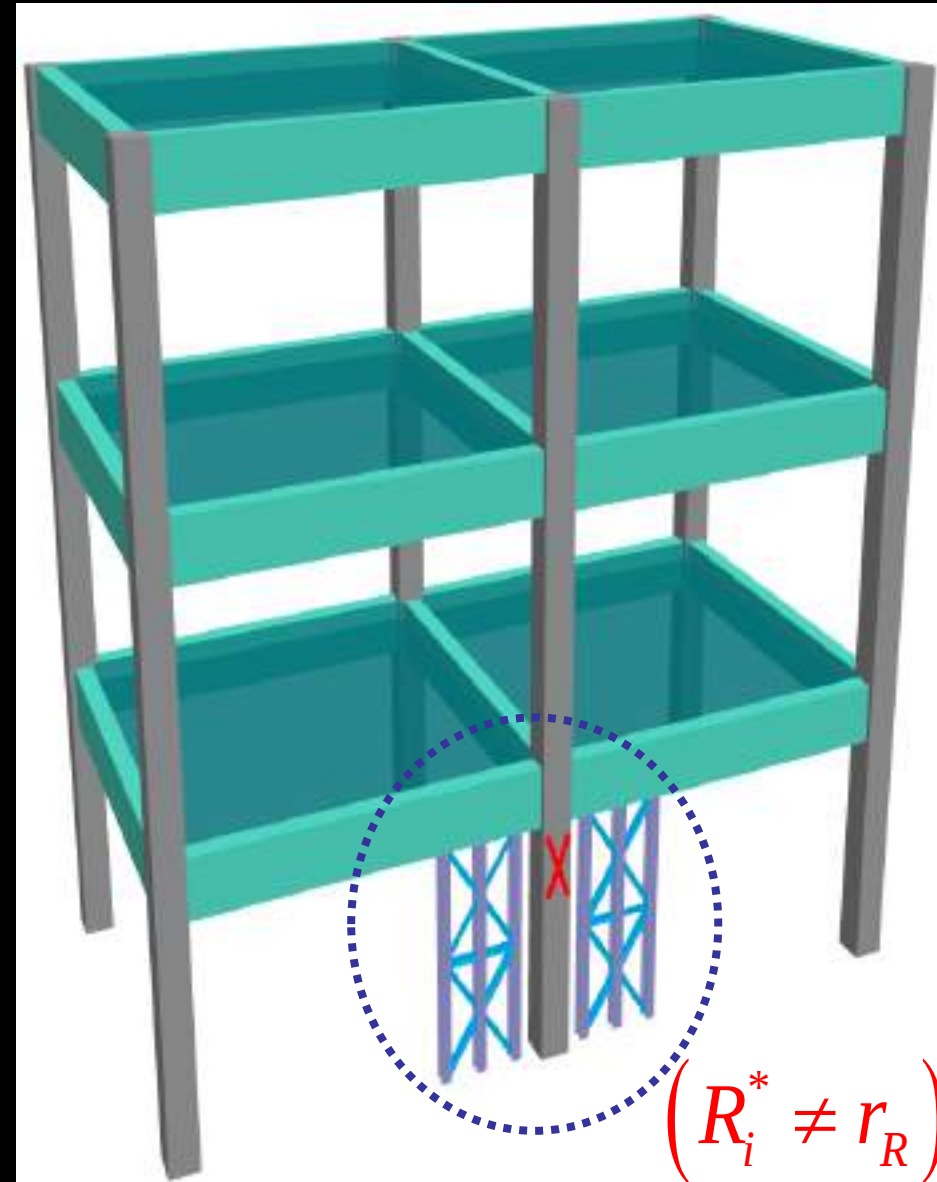
Δομικός Χάλυβας
(Εξειδικευμένο προσωπικό)
(Πιο καλή, Πιο ελεγχόμενη) 15

8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

✓ Η αξονική ένταση που παραλαμβάνει το βλαμμένο στοιχείο N_B μπορεί να ορισθεί ως:

$$N_B = N_A \cdot R_i^*$$

όπου, N_A η αξονική ένταση του στοιχείου πριν τη βλάβη, και R_i^* συντελεστής (μειωτικός) παραλαβής αξονικής έντασης του βλαμμένου στοιχείου, ο προσδιορισμός του οποίου εκτιμάται κατά κρίση Μηχανικού!

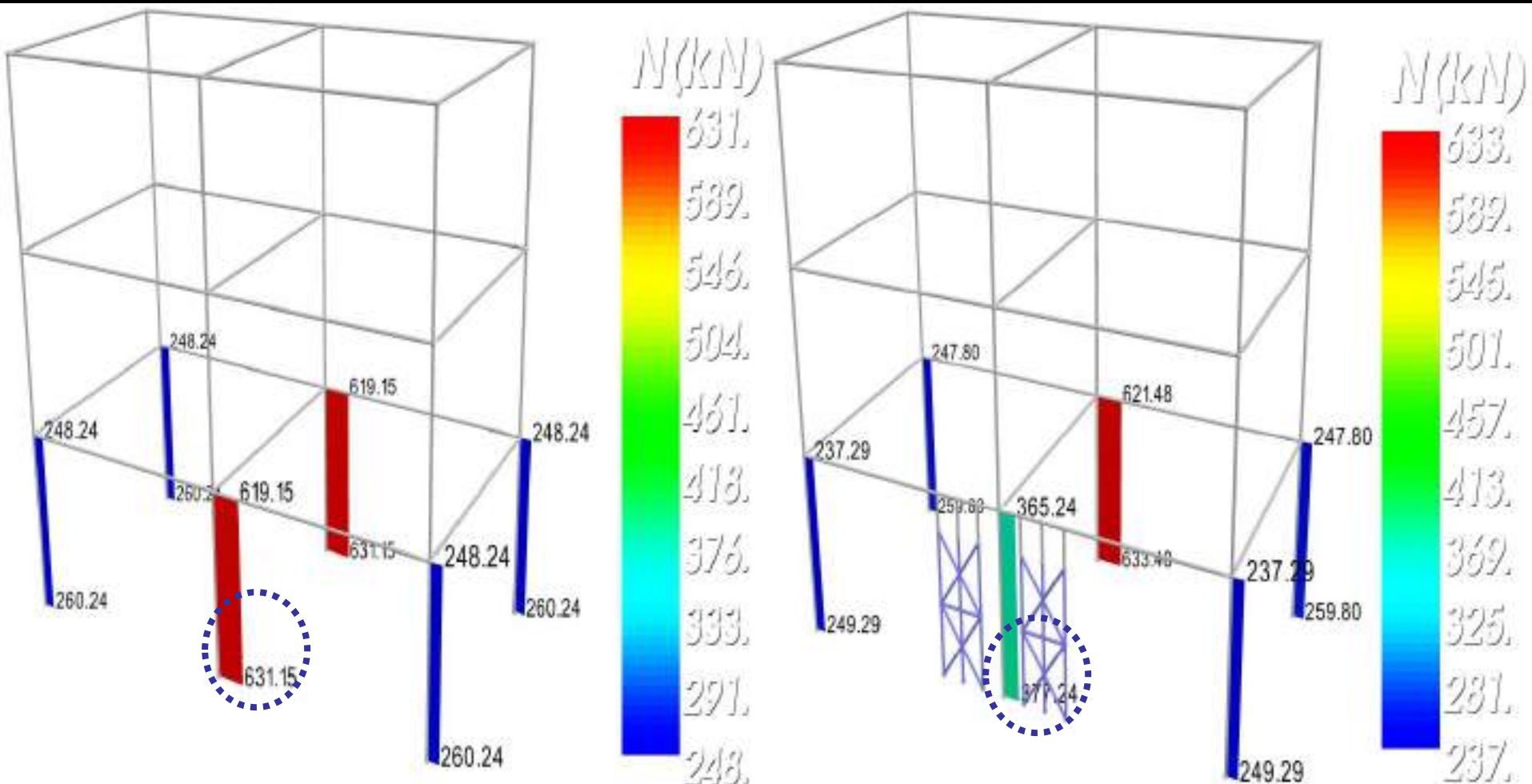


(Υπέρ της ασφαλείας: $R_i^*=0$) 16



8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

Αξονική ένταση υποστυλωμάτων στάθμης ισογείου (για $G+0.3Q$)



Με την υποστύλωση προκαλείται ελάφρυνση του βλαμμένου στοιχείου

631kN vs. 377kN → Ελάφρυνση 40%

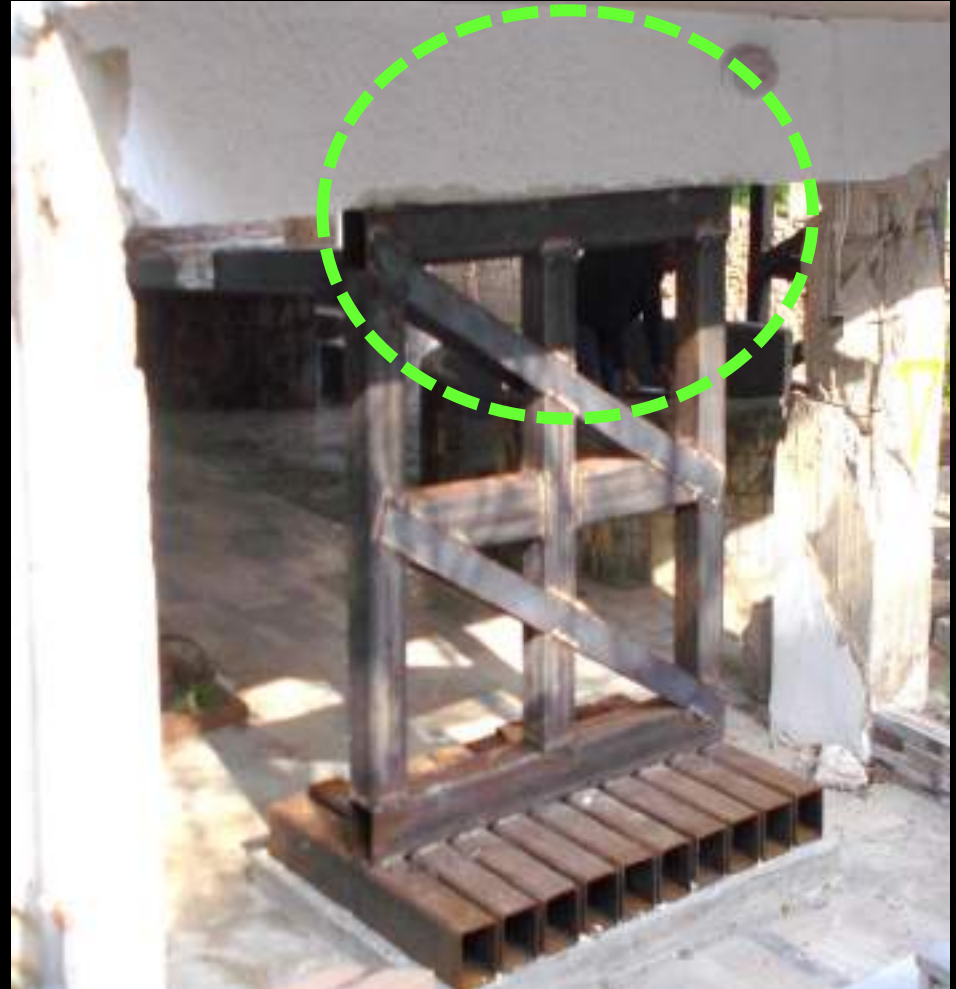
(Συντελεστής βλαμμένου υποστυλώματος $R_i^* \rightarrow 1.00$)

8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

- ✓ Υποστυλώνουμε τις δοκούς και όχι τις πλάκες!
(Ομαλή μεταφορά δυνάμεων: Ανωδομή → Θεμελίωση)



Λάθος

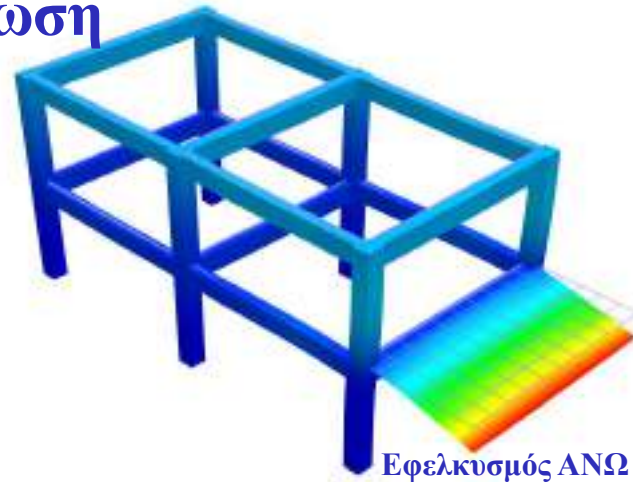
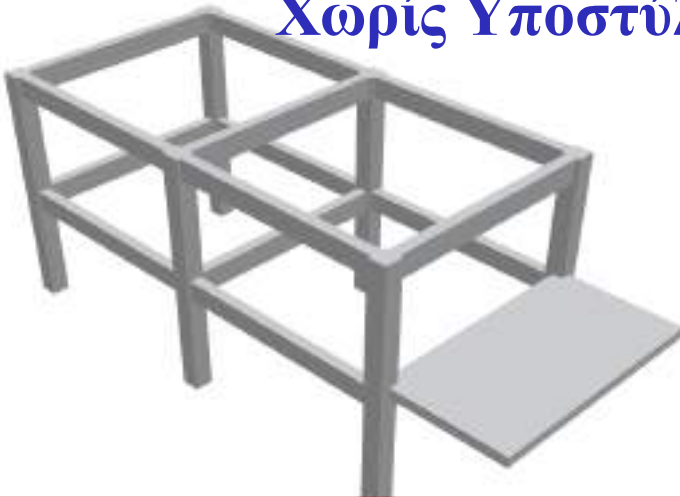


Σωστό

8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

✓ Υποστύλωση μπαλκονιών
Προσοχή στην αλλαγή του στατικού συστήματος!!!

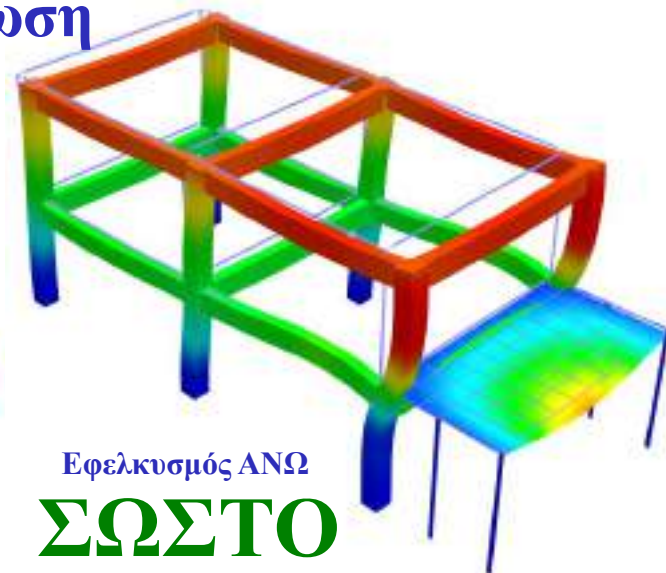
Χωρίς Υποστύλωση



Με Υποστύλωση



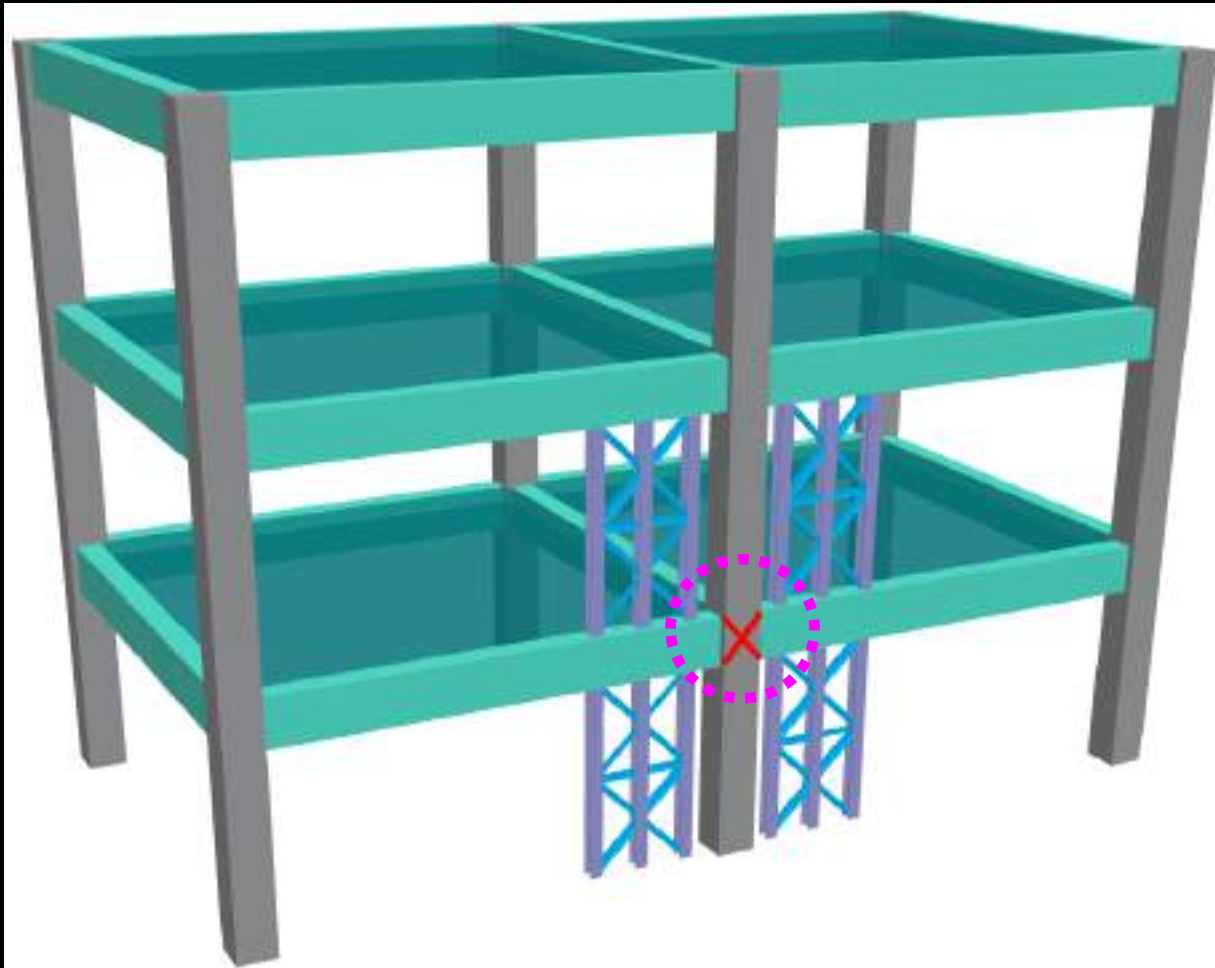
ΛΑΘΟΣ



ΣΩΣΤΟ

8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

✓ Για βλάβες **σε κόμβο**, απαιτείται υποστύλωση που θα εκτείνεται **τουλάχιστον έναν όροφο πάνω και έναν όροφο κάτω** από τον κόμβο.



8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

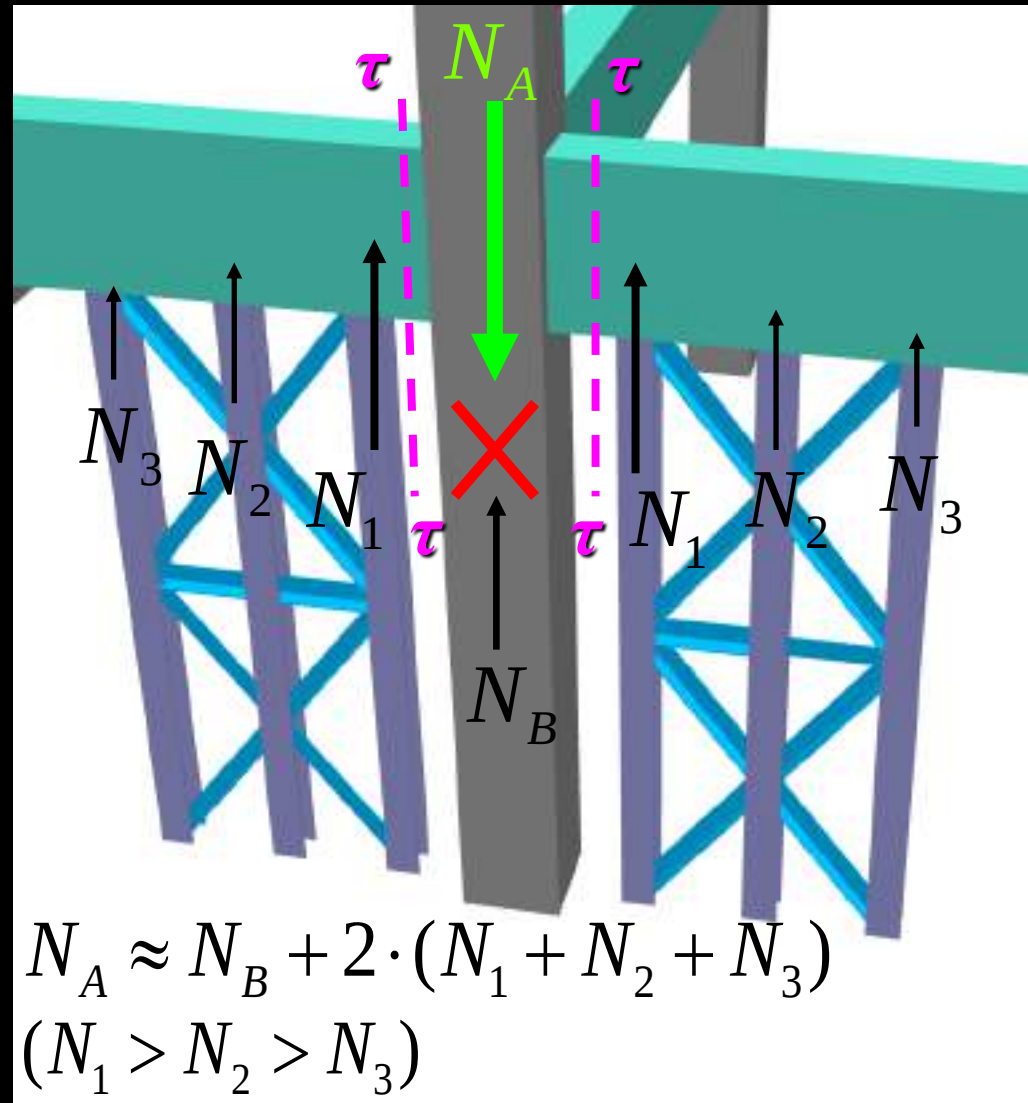
✓ Η υποστύλωση πρέπει να γίνεται **οποσδήποτε** στον όροφο του βλαμμένου κατακόρυφου στοιχείου.

✓ Ωστόσο, η υποστύλωση προκαλεί πρόσθετη ένταση, κυρίως **ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ**, στις δοκούς που υποστυλώνονται κυρίως στις διατομές **$\tau-\tau$** .



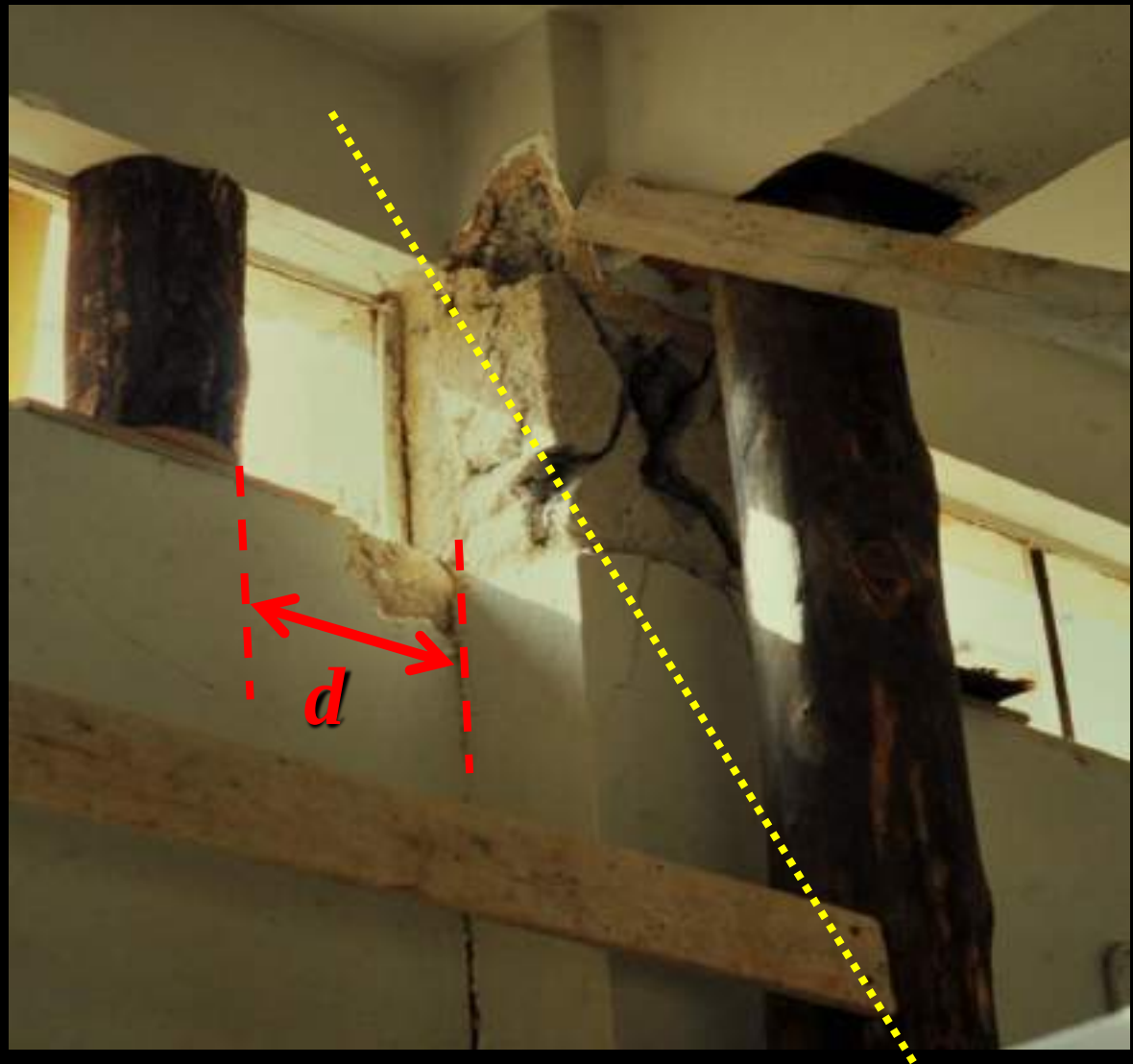
Υπολογιστικός Έλεγχος!

(«Συστάσεις για τις ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ βλαμμένων από σεισμό», παρ.3.4, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1988)



8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

✓ Η υποστύλωση πρέπει να εφαρμόζεται σε όσο δυνατόν μικρότερη **απόσταση d** από το βλαμμένο στοιχείο **δηλ. d περίπου ίση $20-30cm$** (αρκεί να μην δημιουργούνται λειτουργικά προβλήματα)

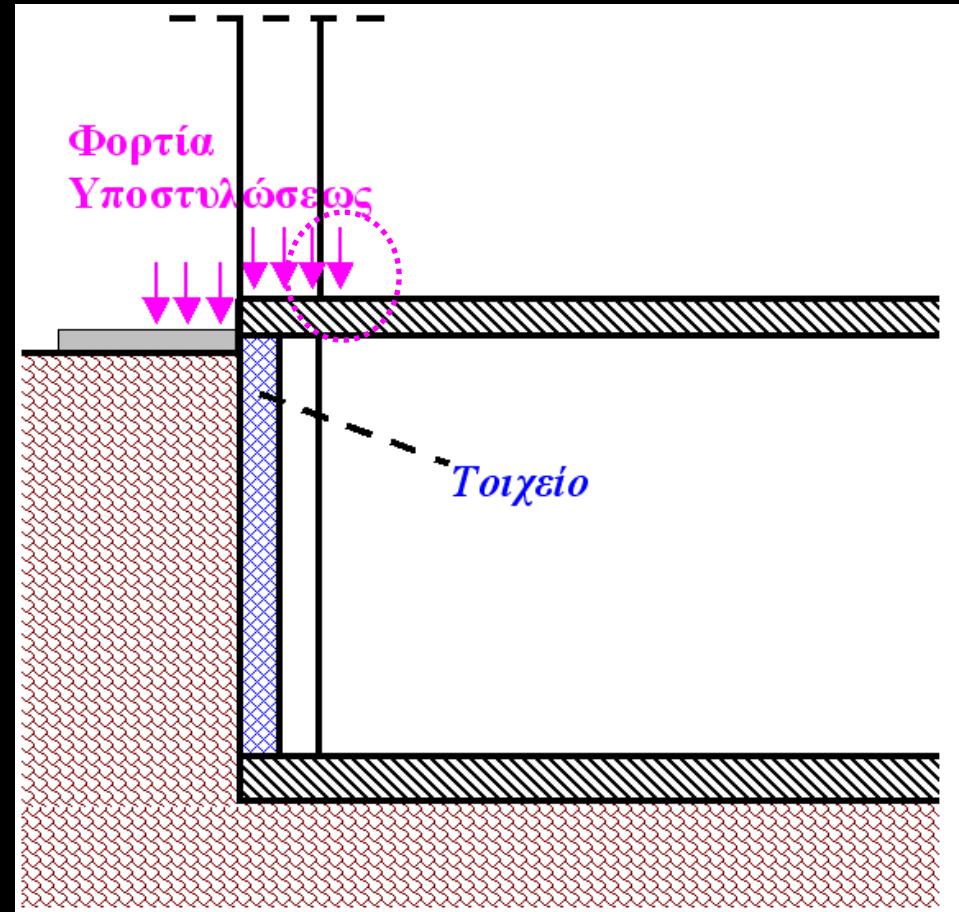


Ο αυξάνει η **απόσταση d** , τόσο αυξάνει και η καταπόνηση της δοκού που υποστυλώνεται.

8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

✓ **ΙΔΙΑΙΤΕΡΗ ΠΡΟΣΟΧΗ** στη μεταφορά των φορτίων στο έδαφος στην περίπτωση ύπαρξης υπογείων.

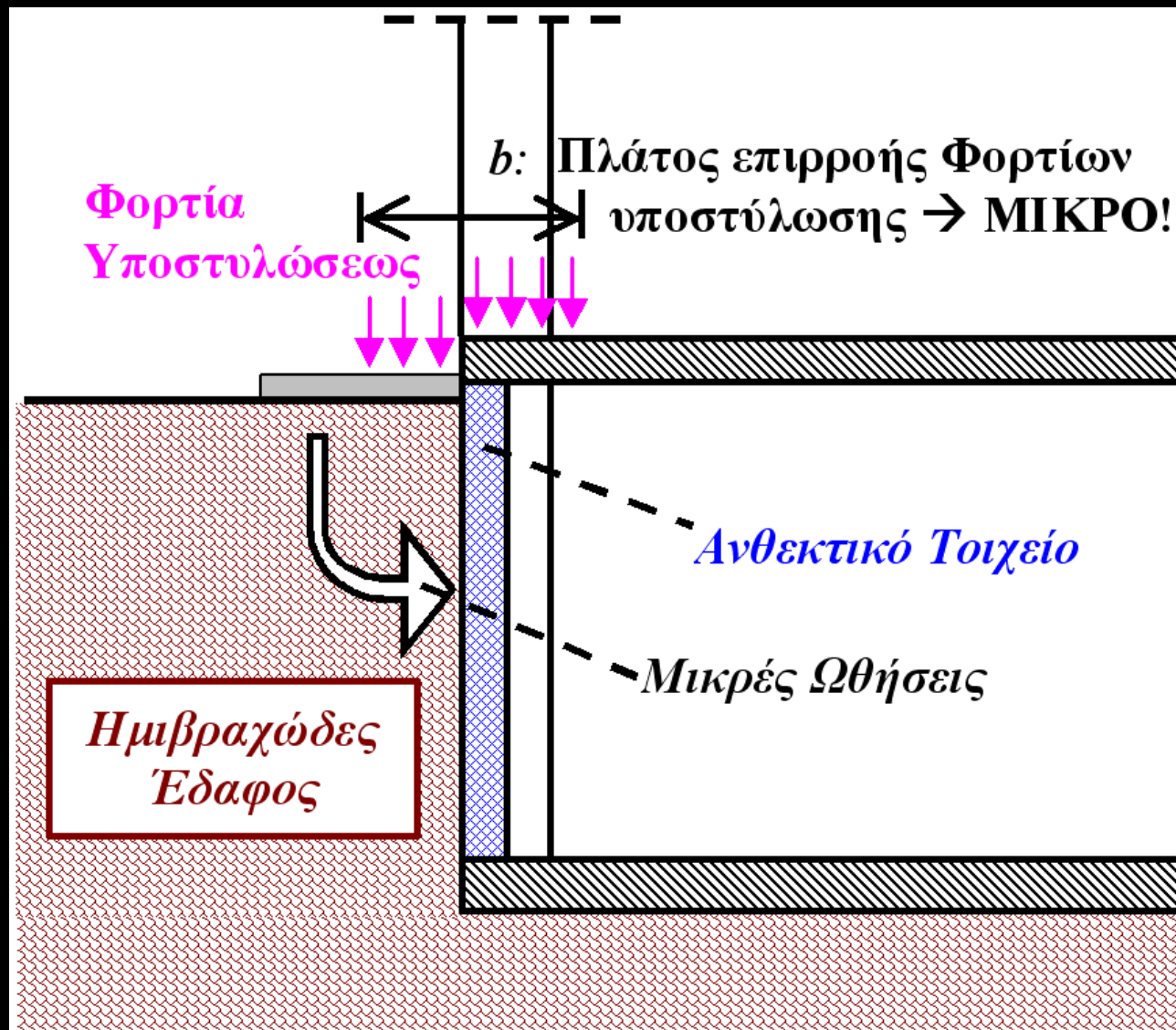
Οριζόντιες ωθήσεις
στη κατακόρυφη
παρειά του υπογείου
→ πιθανή εξέλιξη:
παραμόρφωση ή
θραύση τοιχείου →
Αχρήστευση
Υποστύλωσης!



Επομένως υπάρχουν δύο περιπτώσεις:

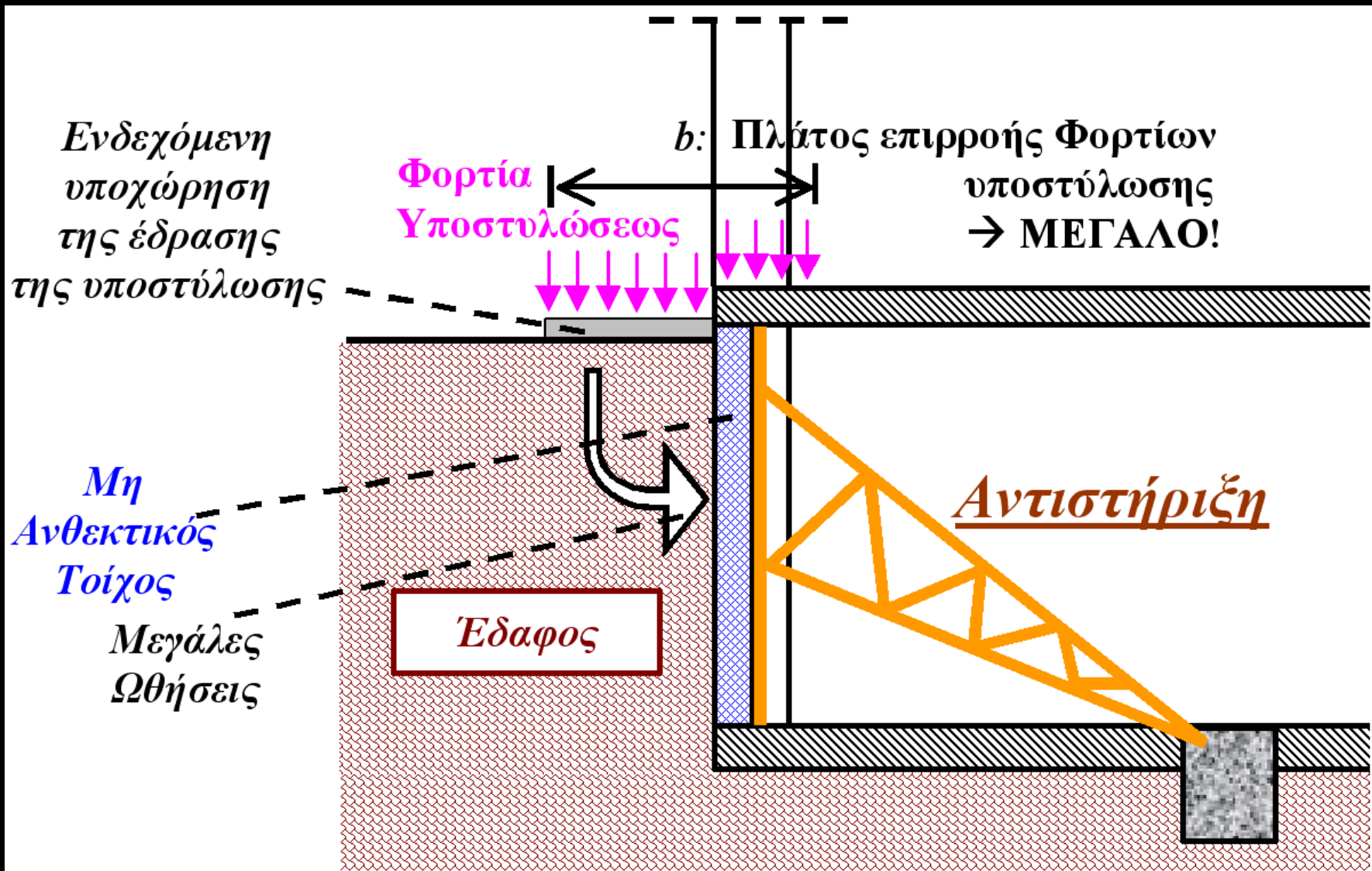
8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

1^η Περίπτωση: Δεν χρειάζεται λήψη άλλων μέτρων.



8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

2^η Περίπτωση: Χρειάζεται λήψη άλλων μέτρων → **Αντιστήριξη.**



8. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

- ✓ Εξασφάλιση **ασφάλειας** εργαζομένων.
- ✓ Ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής στο έργο.
Επί τόπου λήψη δεδομένων, προκατασκευή της υποστύλωσης **μακριά** από την κατασκευή.
- ✓ Απαραίτητη προϋπόθεση: **ΚΑΛΗ ΣΦΗΝΩΣΗ!!!**
- ✓ Δεν επιτρέπεται να απομακρυνθεί η υποστύλωση προτού περατωθούν οι εργασίες επισκευών—ενισχύσεων και προτού ο **Επιβλέπων Μηχανικός** πεισθεί για τη δυνατότητα ανάληψης των φορτίων από τα επισκευασμένα ή ενισχυμένα φέροντα στοιχεία.



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.1 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ: Σωληνωτοί Στύλοι

- ✓ Ανάλυσης μικρών κατακόρυφων φορτίων ή σε περιπτώσεις ελαφριών ζημιών
- ✓ Φέρουσα ικανότητα κάθε στύλου περίπου $20kN$ (για ύψος περίπου $3.00m$).
- ✓ Σφήνωση με βιδωτούς γρύλους.
- ✓ Πλεονέκτημα:
Εύκολη & Ταχεία
- ✓ Μειονέκτημα:
Μικρή Φέρουσα Ικανότητα



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.1 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ: Σωληνωτοί Στύλοι



ΑΣΤΟΧΙΑ ΑΠΟ ΛΥΓΙΣΜΟ!

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.2 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ: Μεταλλικοί Πύργοι

- ✓ Παραλαβή μικρών κατακόρυφων φορτίων **όπως φορτία πλακών.**
- ✓ Τα μεταλλικά ικριώματα συναρμολογούνται ανά δύο σε πύργους, με τη βοήθεια διαγωνίων. Η φέρουσα ικανότητα των πύργων είναι περίπου **80kN (=4x20kN).**



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

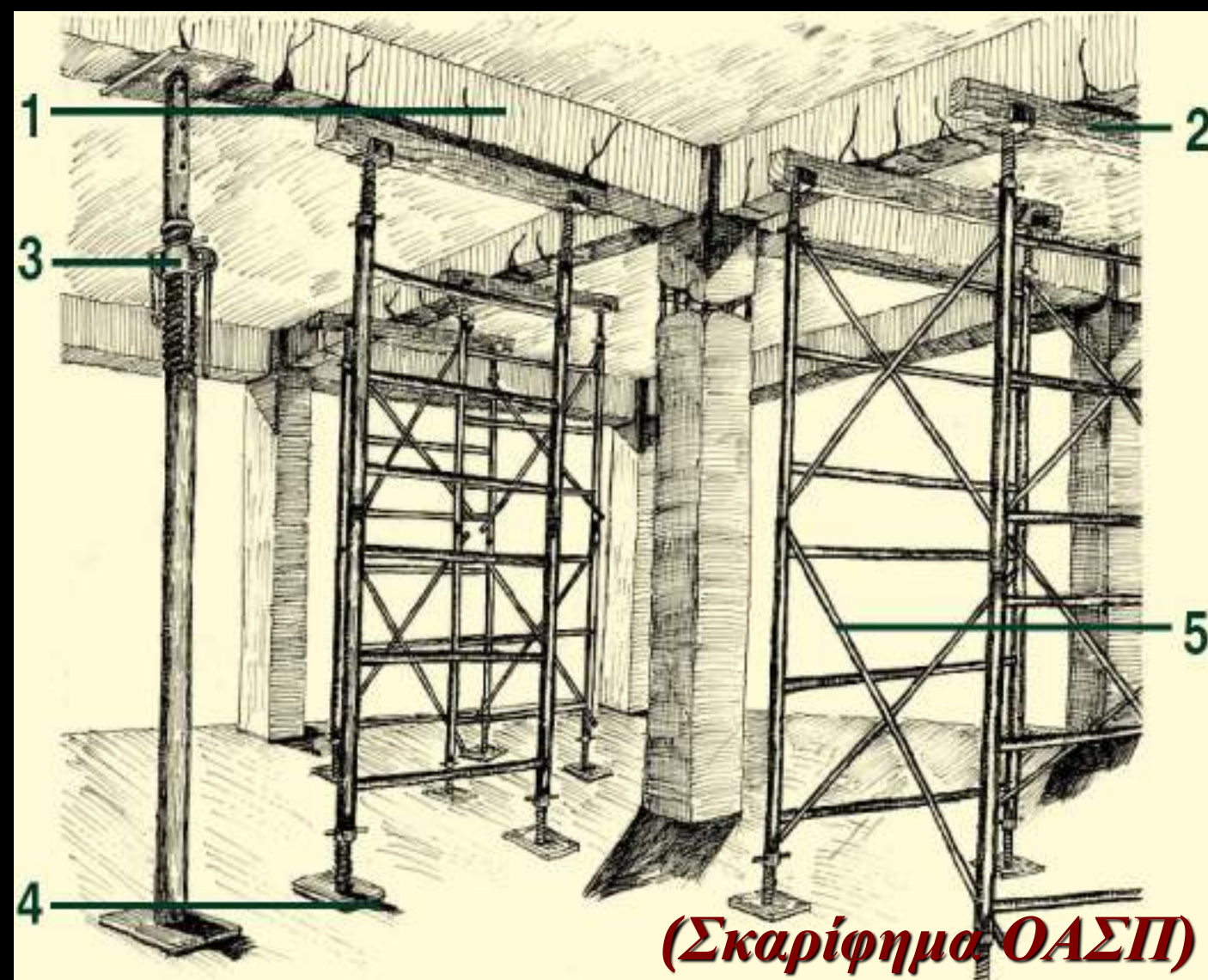
9.2 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ: Μεταλλικοί Πύργοι



Αστοχία ισογείου λόγω εσφαλμένης υποστήλωσης

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.1&9.2 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.3 ΧΟΝΔΡΟΞΥΛΕΙΑ

- ✓ Χρησιμοποιείται υπό μορφή **κορμών, τηλεφωνικών στύλων ή τακαρίας**, για την παραλαβή κατακόρυφων φορτίων.
- ✓ Για κάθε βλαμμένο υποστύλωμα πρέπει να χρησιμοποιηθούν δύο τουλάχιστον κορμοί, διαμέτρου ~25cm, τοποθετημένοι εκατέρωθεν.



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.3 ΧΟΝΔΡΟΞΥΛΕΙΑ

✓ Το max φορτίο για ξύλινο στύλο με διάμετρο **D=25cm** και ύψος μέχρι **H=3.00m** εκτιμάται περίπου στα **275 έως 300kN**. Για μεγαλύτερα ύψη ή μικρότερες διαμέτρους απαιτείται έλεγχος σε λυγισμό (υπολογισμός κατά EC5).

Για την εφαρμογή του EC5 → Κατάταξη Ευλείας

EN338: min Ποιότητες/Αντοχές:

✓ C14 → Κωνοφόρα

✓ D20 → Φυλλοβόλα

✓ GL20 → Συγκολλητή Ευλεία

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.3 ΧΟΝΔΡΟΞΥΛΕΙΑ

Κατά EC5:

ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΟ ΕΝΤΑΣΗ, Λυγισμός

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6.3.2)

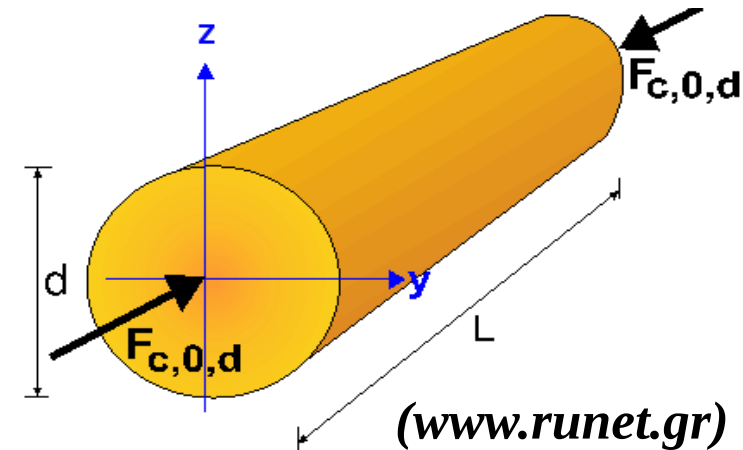
Ιδιότητες υλικών (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C14

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Κλάσεις διάρκειας : Μόνιμη (Πίνακας 2.1)

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2,
περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 20\%$ (§2.3.1.3)



D=25cm, C14 (χαρακτηριστική αντοχή σε κάμψη $f_{m,k}=14\text{MPa}$):

- $H=3.00\text{m} \rightarrow N_{Rd}=275\text{kN}$ ▪ $H=4.00\text{m} \rightarrow N_{Rd}=195\text{kN}$
- $H=3.50\text{m} \rightarrow N_{Rd}=235\text{kN}$ ▪ $H=4.50\text{m} \rightarrow N_{Rd}=165\text{kN}$

**Για αύξηση ύψους 1.5m $\rightarrow$ μείωση
φέρουσας ικανότητας 40%.**

(Λυγισμός!)

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

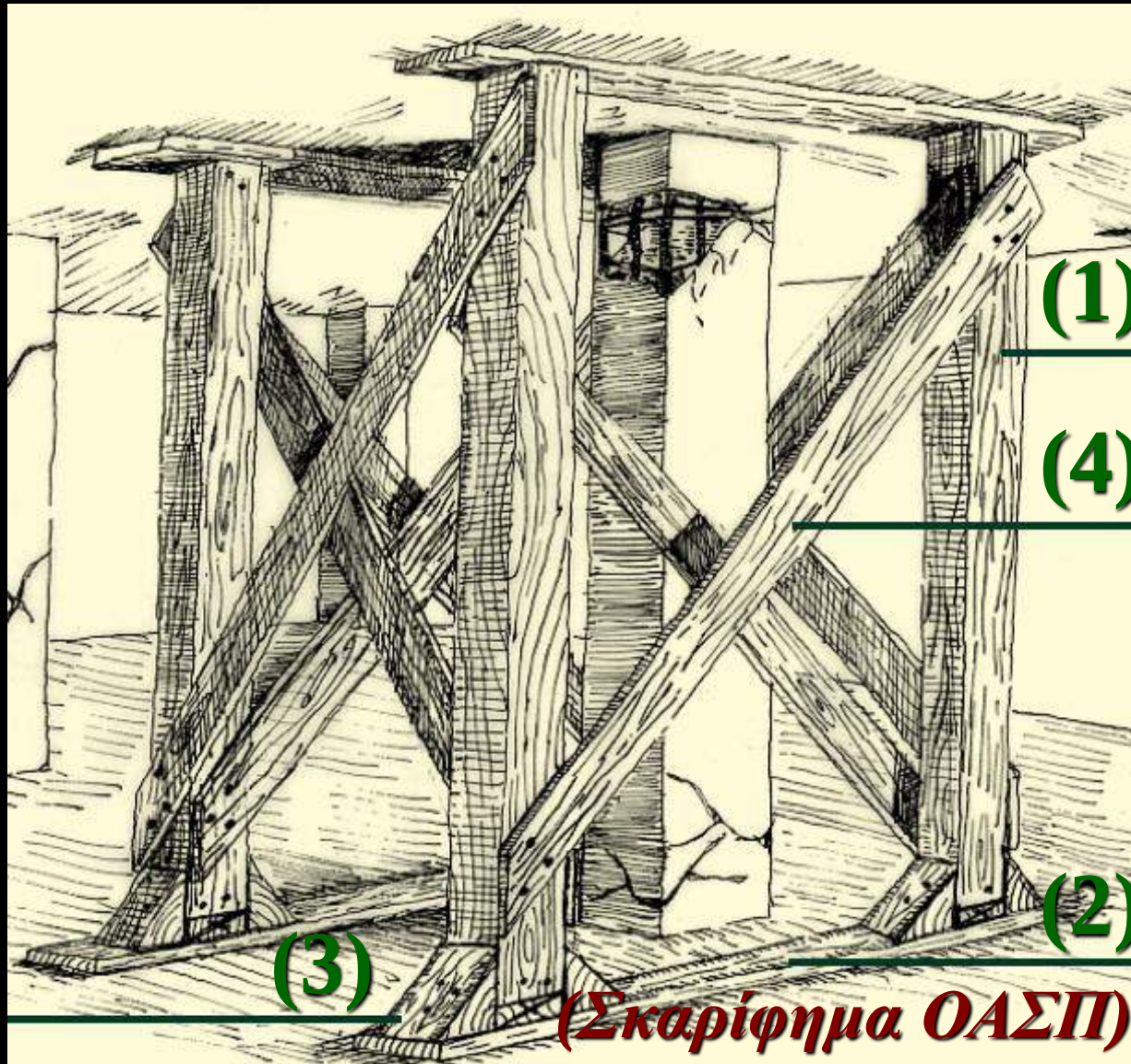
9.3 ΧΟΝΔΡΟΞΥΛΕΙΑ

- ✓ Σε περίπτωση χρήσης περισσότερων ξύλινων στύλων, προτείνεται (αύξηση δυσκαμψίας) ανά δύο να συνδέονται με χιαστί συνδέσμους.



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.3 ΧΟΝΔΡΟΞΥΛΕΙΑ



1: Ορθοστάτες

2: Σανίδωμα
στήριξης
πάχους 4cm

3: Σφήνες
τριγωνικές από
σκληρή ξυλεία

4: Χιαστί
σύνδεσμοι
μπρος–πίσω

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.4 ΤΑΚΑΡΙΑ

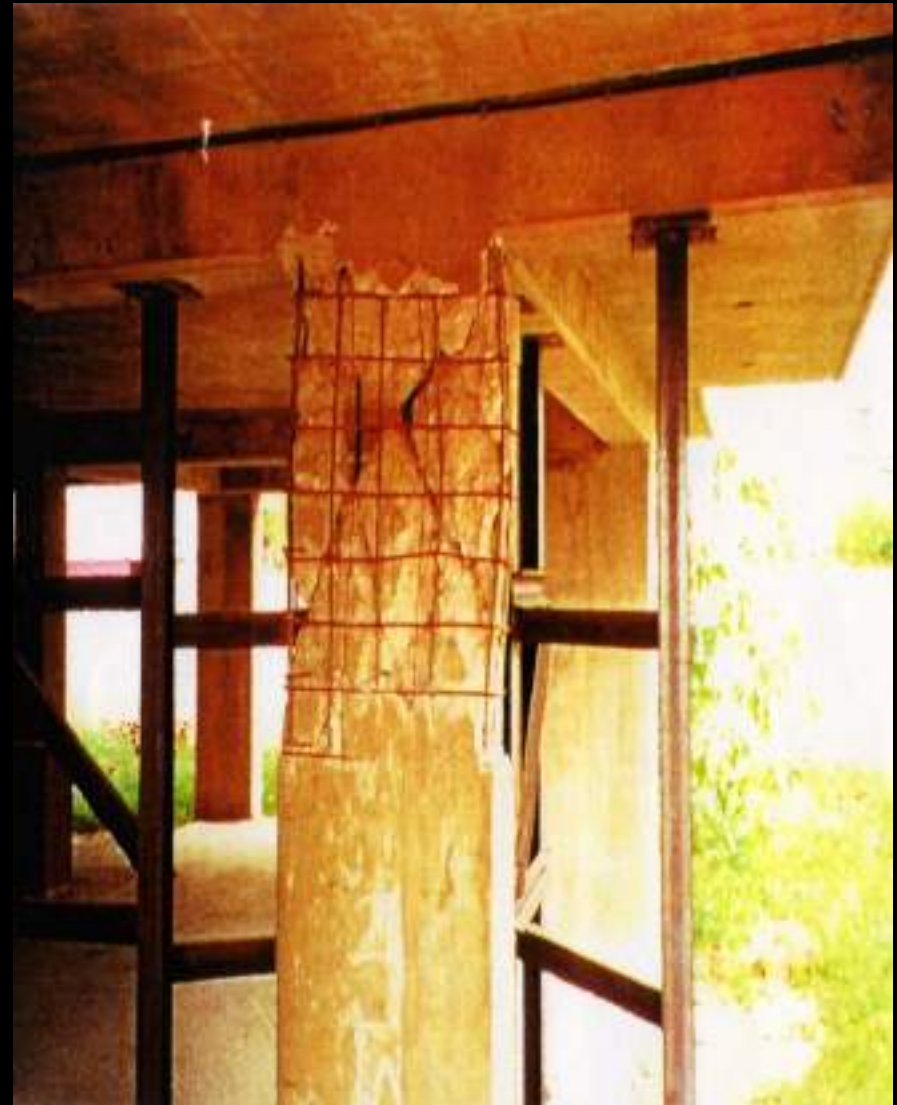


- ✓ Εφόσον είναι διαθέσιμοι ξύλινοι στρωτήρες σιδηροδρόμων ή άλλα ανάλογα είδη ξυλείας, η υποστύλωση μπορεί να γίνει και με τακαρία.
- ✓ Οι στρωτήρες τοποθετούνται σε στρώσεις εναλλάξ και εκατέρωθεν του βλαμμένου υποστυλώματος (σφήνωση → άνω & κάτω).
- ✓ Πλεονέκτημα: Μεγάλη Φέρουσα Ικανότητα
- ✓ Μειονέκτημα: Χρονοβόρα, Μεγάλο κόστος, Απαιτείται υπερβολικά μεγάλος αριθμός ξύλινων στρωτήρων που είναι δύσκολο να βρεθούν σε μια σεισμόπληκτη περιοχή.

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.5 ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: Διπλά Ταυ ή Κοιλοδοκοί

- ✓ Ανάλογα με τη βλάβη (→ συνήθως όταν υπάρχουν βαριές βλάβες) του υποστυλώματος χρησιμοποιούνται πολλές φορές, διπλά ταυ ή κοιλοδοκοί αντί για χονδροξυλεία, για τη δημιουργία ξεχωριστών μεταλλικών υποστυλωμάτων εκατέρωθεν του βλαμμένου υποστυλώματος σε απόσταση περίπου **25–30cm**.



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

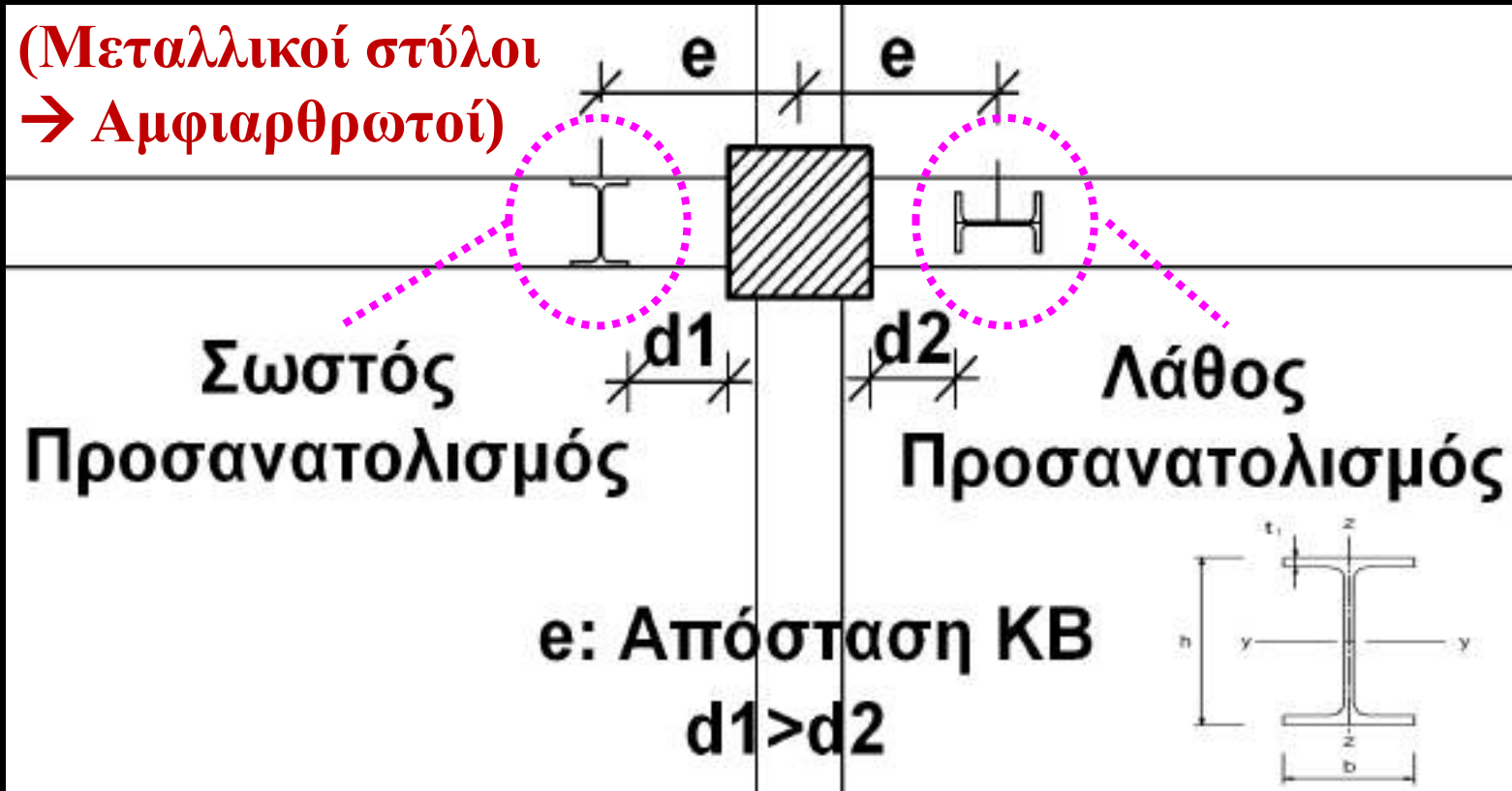
9.5 ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: Διπλά Ταυ ή Κοιλοδοκοί

- ✓ Έχουν **μεγάλη φέρουσα ικανότητα**.
- ✓ Προσδιορισμός N_{Rd} βάσει EC3 (κρίσιμος ο **Καμπτικός Λυγισμός**).
- ✓ Η N_{Rd} στην περίπτωση πρότυπων διατομών (γεωμετρικά χαρακτηριστικά, **ποιότητα** $\rightarrow$ γνωστά) προσδιορίζεται με **μεγαλύτερη αξιοπιστία** σε σχέση με τη χονδροξυλεία.
- ✓ Σε κάθε μεταλλικό στύλο ηλεκτροσυγκολλούνται μεταλλικά ελάσματα ικανού πάχους, στο άνω και κάτω άκρο τους ώστε να εξασφαλιστεί το **ανένδοτο της στήριξης**.
- ✓ Σε περίπτωση που απαιτείται η παραλαβή **αυξημένων** φορτίων τοποθετούνται περισσότεροι μεταλλικοί στύλοι, οι οποίοι συνδέονται με διαγώνια και οριζόντια στοιχεία (π.χ. με διατομές μορφής L) προκειμένου να λειτουργήσουν ως ένα **ενιαίο «σύνθετο υποστύλωμα»** και να **μειώσουν τα μήκη λυγισμού** των μεταλλικών στύλων.



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.5.α ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: Διπλά Ταυ

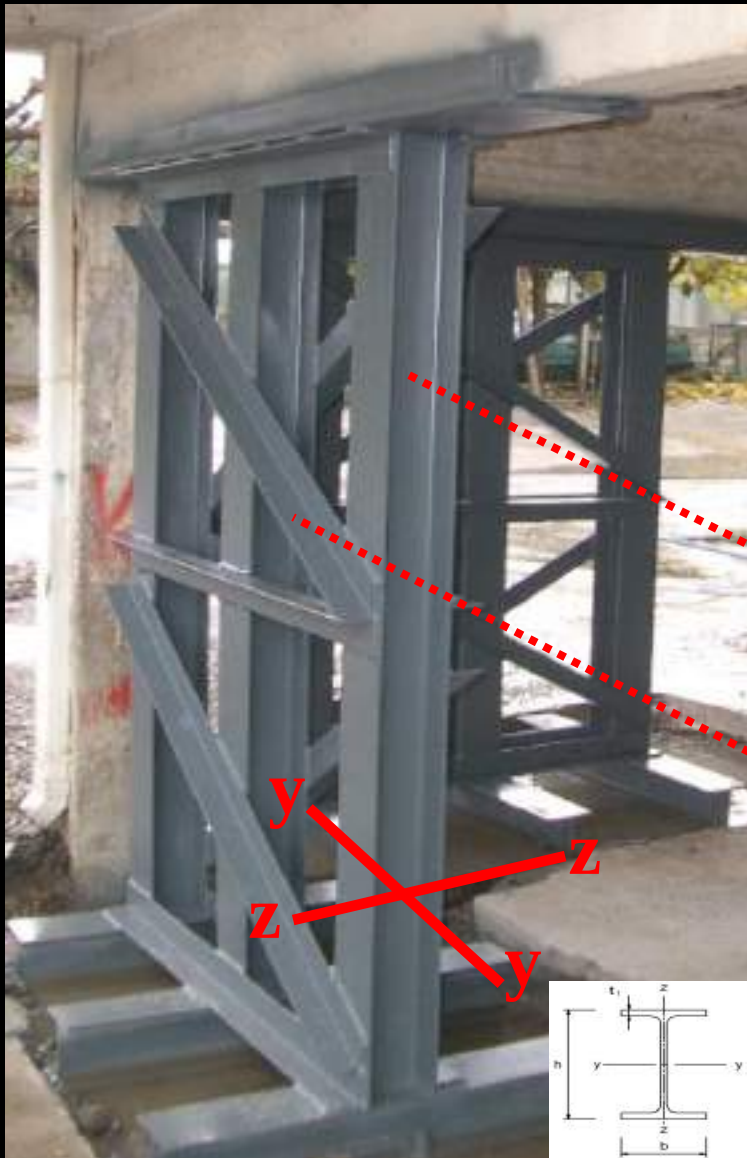


1. Μεγαλύτερος ωφέλιμος χώρος (για ίδιο e)
2. Μείωση μήκους λυγισμού περί τον ασθενή άξονα zz

✓ e : Το ελάχιστο δυνατό, ώστε μείωση της διατμητικής καταπόνησης της δοκού που υποστυλώνεται.

9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.5.α ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: Διπλά Ταυ

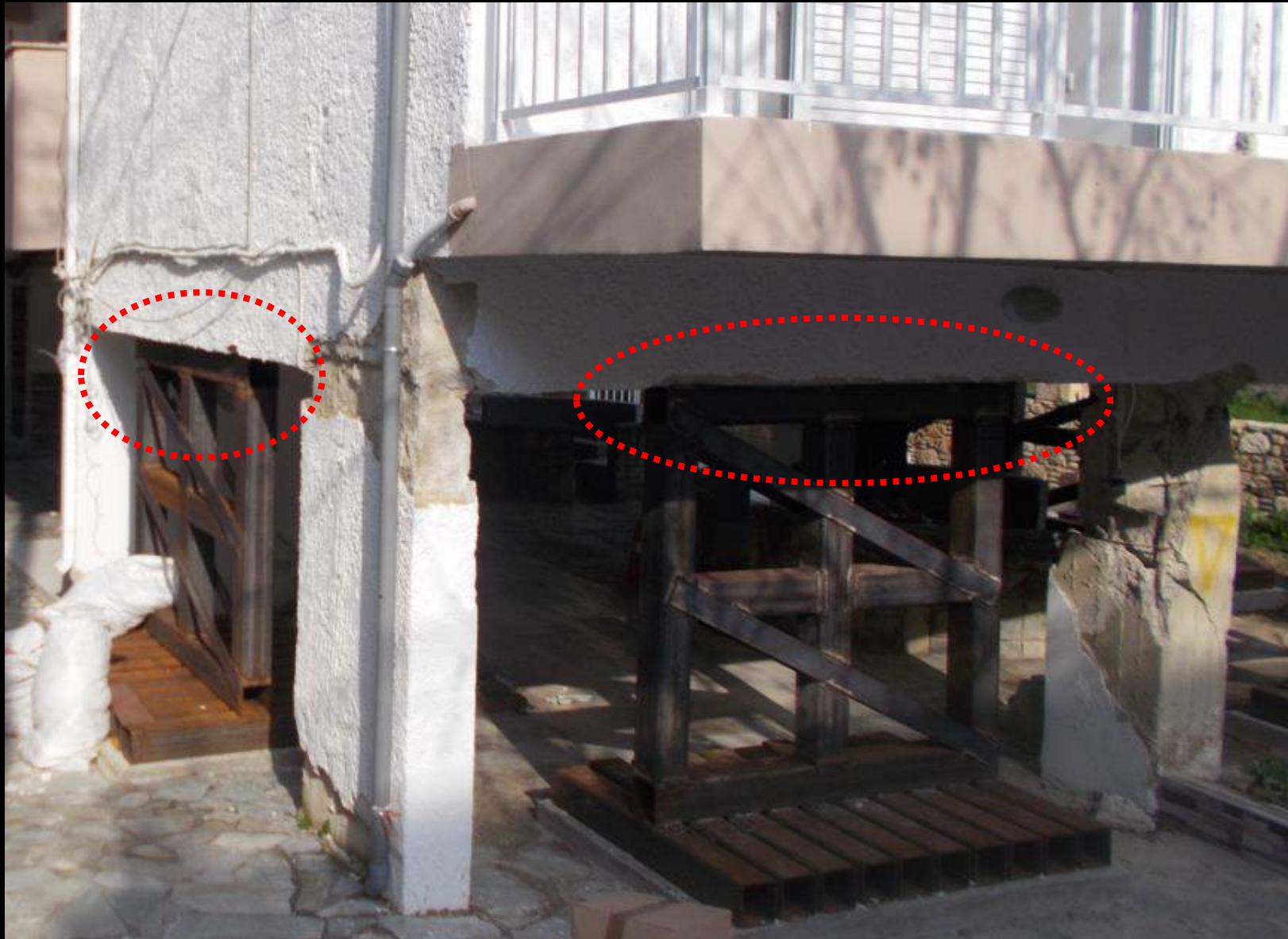


Σωστός
Προσανατολισμός
Διατομές L →
Μείωση μήκους
λυγισμού περί τον
ασθενή άξονα zz
του διπλού ταυ



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.5.β ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: Κοιλοδοκοί



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

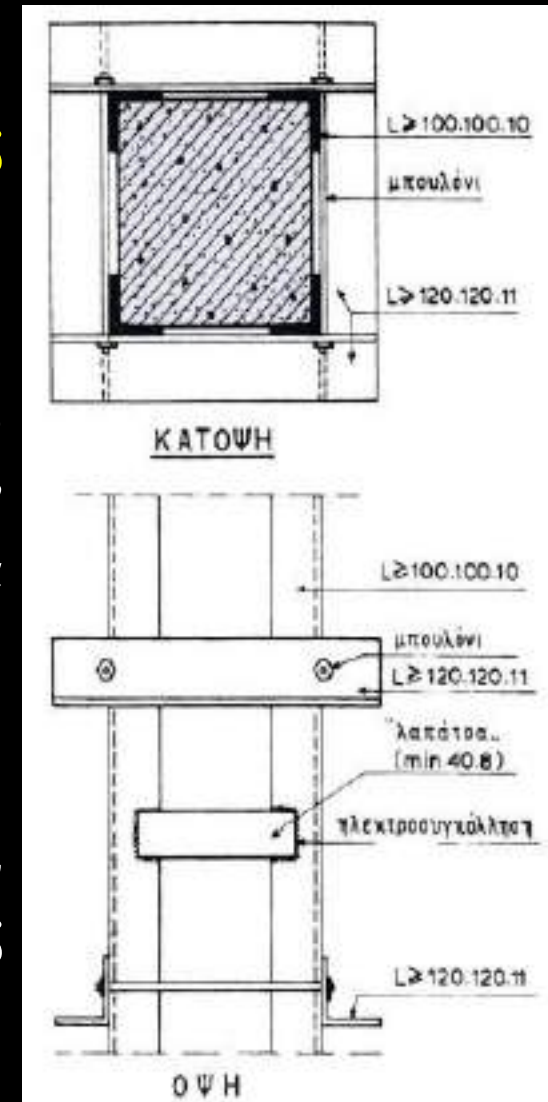
9.5.γ ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: ΠΕΡΙΣΦΙΞΗ

Η περίσφιξη του βλαμμένου στοιχείου εφαρμόζεται κυρίως στις εξής περιπτώσεις:

✓ Όταν υπάρχει **ανάγκη παραλαβής ενός τμήματος του αξονικού φορτίου** του βλαμμένου υποστυλώματος (αύξηση R_i^*).

✓ Όταν υπάρχουν **ελαφρές βλάβες** στο υποστύλωμα που μπορεί να επισκευασθούν με ρητινενέσεις (προσοχή όταν γίνονται συγκολλήσεις).

✓ Προϋπόθεση επιτυχίας αποτελεί η σύσφιξη των γωνιακών ακμών με εγκάρσια γωνιακά και κοχλίες **πριν συγκολληθούν** οι εγκάρσιες λάμες σύνδεσης.



9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

9.5.γ ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ: ΠΕΡΙΣΦΙΓΗ

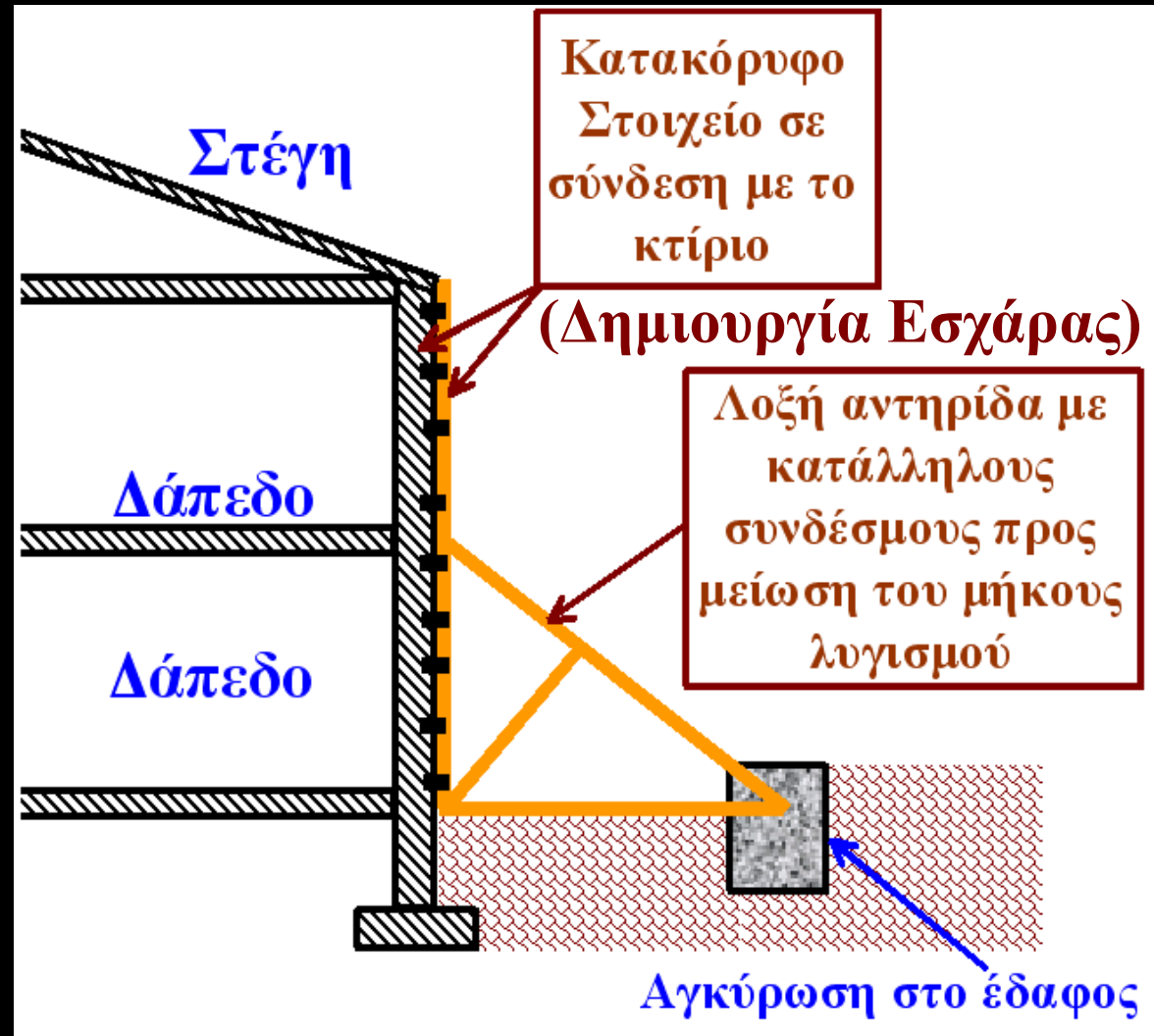


10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.1 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ

ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ:

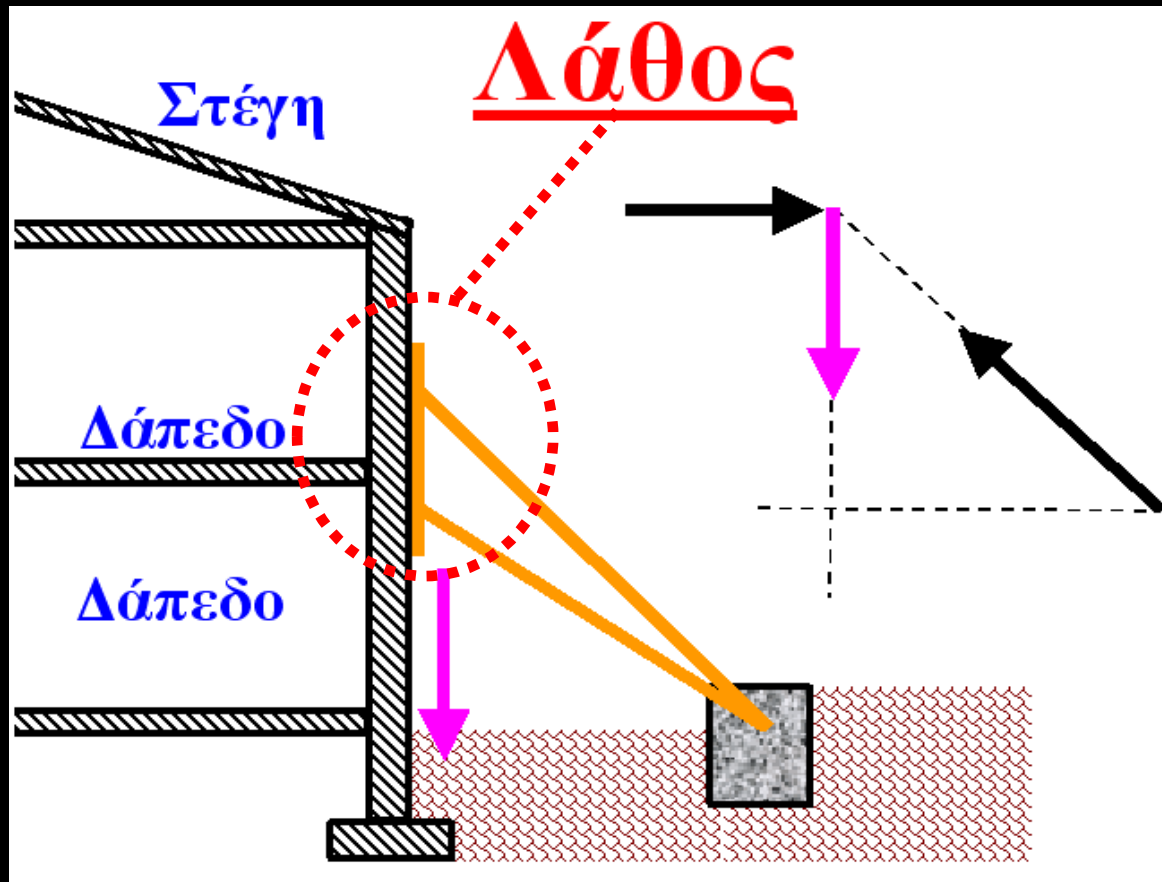
- ✓ Η **αγκύρωση** των αντηρίδων στο έδαφος προς παραλαβή των οριζοντίων ωθήσεων.
- ✓ Η **σύνδεση** του κατακόρυφου σκέλους με την κατασκευή προς αποφυγή σχετικής ολίσθησης
- ✓ Η διασφάλιση του κεκλιμένου σκέλους της αντηρίδας από **λυγισμό**.



10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.1 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ

✓ Όταν το κατακόρυφο σκέλος **δεν μπορεί να συνδεθεί επαρκώς** με την κατασκευή ή εάν η σύνδεση **δεν επιτρέπεται**, τότε είναι πολύ σημαντικό το κατακόρυφο σκέλος να φτάνει **μέχρι το έδαφος**, καθώς οι **ΤΡΙΒΕΣ ΣΤΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΕΝ ΕΠΑΡΚΟΥΝ!**



10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.1 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΑΕΣ



ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΞΥΛΙΝΕΣ ΑΝΤΗΡΙΑΕΣ

10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.1 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΑΕΣ

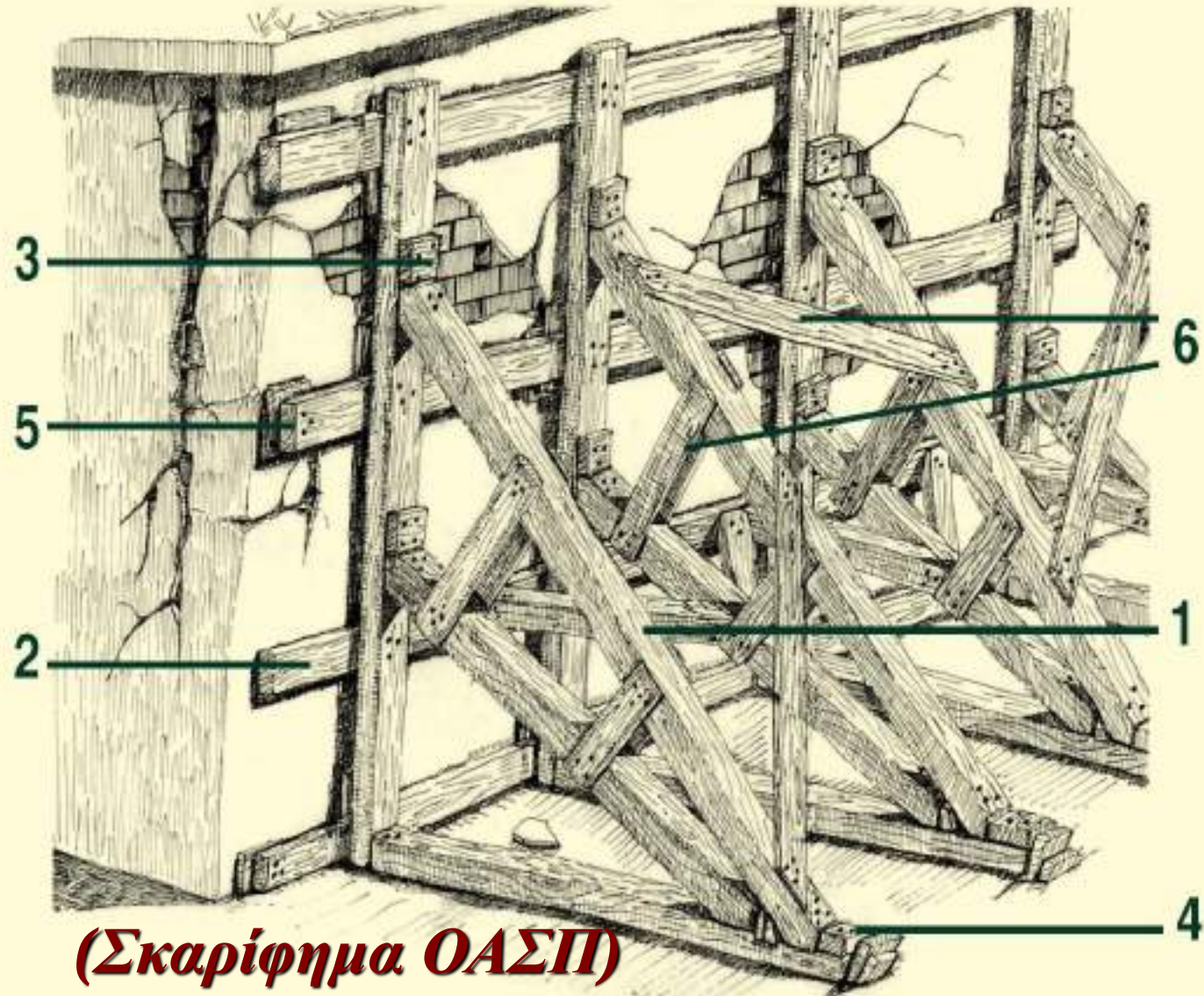


ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΑΝΤΗΡΙΑΕΣ

10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.1 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ

1. Αντηρίδα
2. Σανιδώματα στήριξης πάχους 4 εκ.
3. Τάκος
4. Τάκος μπλοκαρίσματος
5. Γέμισμα
6. Συνδετήριοι δοκοί



10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.2 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΔΙΑΓΩΝΙΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ

- ✓ Ενδείκνυται ιδιαίτερα όταν έχει σχηματισθεί μηχανισμός αστοχίας ορόφου (κυρίως σε Pilotis) ή όταν δεν είναι εφικτή η ανάπτυξη αντηρίδων λόγω έλλειψης χώρου.



10. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ

10.3 ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ

- ✓ Στην περίπτωση μικτών κατασκευών (πλάκες από Ο/Σ και φέρουσες τοιχοποιίες στην περίμετρο) προς συγκράτηση των εξωτερικών τοίχων που έχουν αποκολληθεί και αποκλίνουν από την κατακόρυφο, συχνά χρησιμοποιούνται μεταλλικές αγκυρώσεις, οι οποίες προεντείνονται με μούφες.



ΠΡΟΣΟΧΗ

στις αστοχίες:

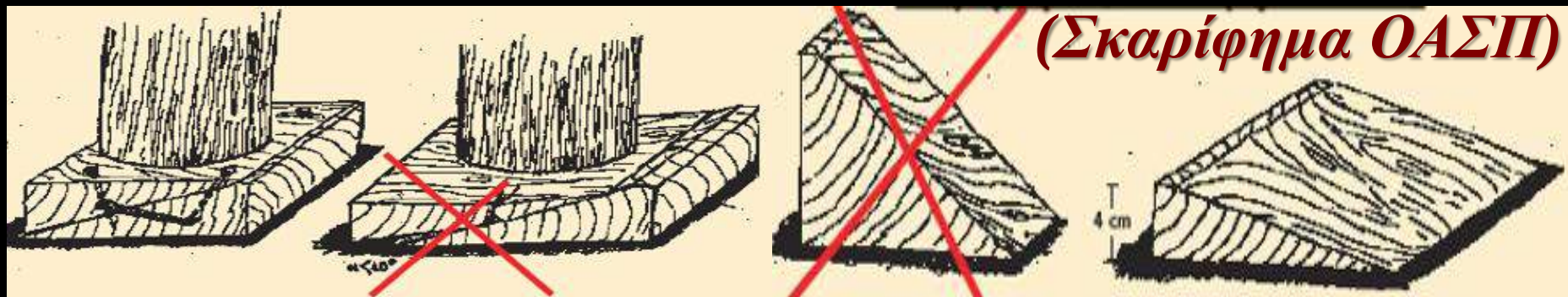
- Τοιχοποιίας
- Ελκυστήρα
- Σύνδεσης

11. ΣΦΗΝΩΣΗ ΜΕ ΞΥΛΙΝΕΣ ΣΦΗΝΕΣ

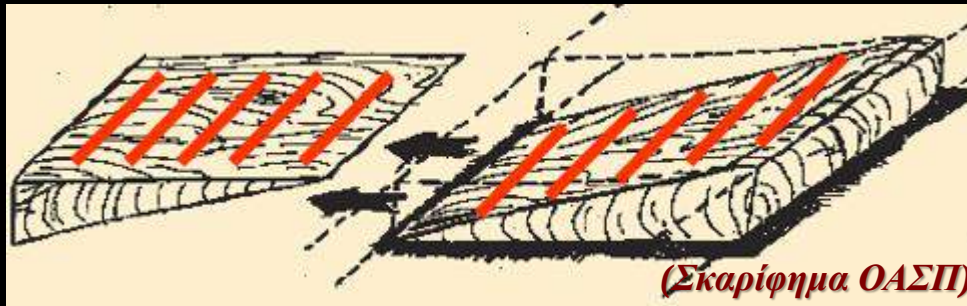
- ✓ Η διαδικασία της σφήνωσης στις υποστυλώσεις αποτελεί **κρίσιμο στοιχείο**. Η ορθή σφήνωση εξασφαλίζει **ολική ή μερική μεταβίβαση** των φορτίων από το βλαμμένο στοιχείο του δομήματος στο σύστημα υποστύλωσης.
- ✓ Η σφήνωση επιτυγχάνεται συνήθως **ξύλινες δίδυμες σφήνες**.
- ✓ Τονίζεται ότι, είναι απαραίτητος ο **περιοδικός έλεγχος** της κατάστασης των σφηνώσεων (*κυρίως μετά από σεισμό*).

11. ΣΦΗΝΩΣΗ ΜΕ ΕΥΛΙΝΕΣ ΣΦΗΝΕΣ

- ✓ Οι δυο σφήνες πρέπει να έχουν ακριβώς την **ίδια γωνία α** και **τις ίδιες διαστάσεις σε κάτοψη**, ενώ το **πάχος h έως 4cm**.
- ✓ Η γωνία πρέπει **$\alpha < 10^\circ$** , προς αποφυγή σχετικής ολίσθησης μεταξύ των σφηνών.
- ✓ Το πάχος της σφήνας που εισάγεται με κρούση, πρέπει να είναι **λίγο μικρότερο** από το πάχος της ήδη τοποθετημένης, ώστε να αποφεύγεται η καμπτική καταπόνηση της εισαγόμενης σφήνας κατά τη διαδικασία σφήνωση.



11. ΣΦΗΝΩΣΗ ΜΕ ΕΥΛΙΝΕΣ ΣΦΗΝΕΣ



Ίνες του ξύλου ΚΑΘΕΤΕΣ προς το
διαμήκη άξονα σφηνώσεως



✓ Οι σφήνες πρέπει να κόβονται από ξερή και όχι μαλακή ξυλεία και κατά τέτοιο τρόπο ώστε **οι ίνες του ξύλου να είναι κάθετες προς τον διαμήκη άξονα σφηνώσεως.**

(Ξύλο: Ορθότροπο υλικό).

11. ΣΦΗΝΩΣΗ ΜΕ ΕΥΛΙΝΕΣ ΣΦΗΝΕΣ



- ✓ Οι σφήνες πρέπει να μην έχουν ρόζους, και να "εξασφαλίζονται" έναντι ολίσθησης (π.χ. με **λοξά καρφιά**).
- ✓ Οι σφήνες πρέπει να χρησιμοποιούνται **μόνο εφόσον υπάρχει βεβαιότητα ότι δεν επενεργούν οριζόντιες δυνάμεις** στην κατασκευή. Διαφορετικά οι δυνάμεις τριβής δεν επαρκούν να συγκρατήσουν τη σφήνα και η σφήνωση αχρηστεύεται.

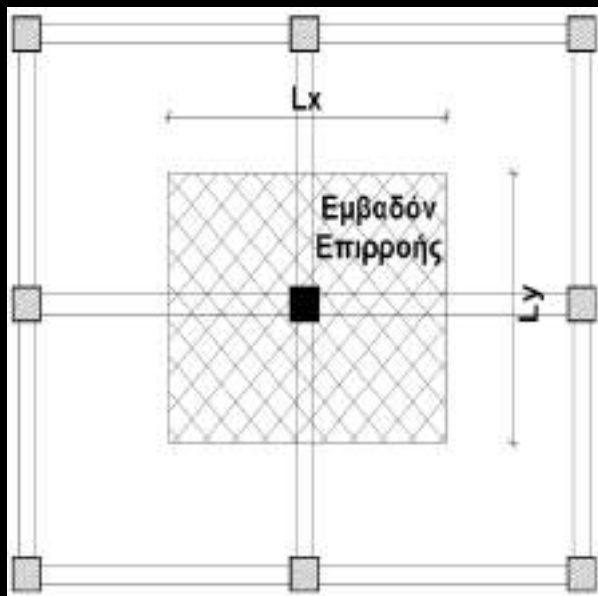
Ο σχεδιασμός των υποστυλώσεων, λόγω του επείγοντος του χαρακτήρα τους:

- ✓ Επιτρέπεται να γίνεται με **ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ ΟΜΩΣ ΜΕ ΕΠΑΡΚΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ** («Τάξη Μεγέθους»).
- ✓ Πρέπει να **ΠΡΟΣΑΡΜΟΖΕΤΑΙ ΣΤΑ ΑΜΕΣΑ ΔΙΑΤΙΘΕΜΕΝΑ ΜΕΣΑ** (μεταλλικά ικριώματα, χονδροξυλεία, δομικός χάλυβας, κτλ.).

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

- ✓ Προσεγγιστικός υπολογισμός αξονικής έντασης N_A υποστυλώματος με χρήση εμβαδού επιρροής (για το συνδυασμό $G+0.3Q$):



→ N_A (kN)

→ Εμβαδόν

Επιρροής:

$$E = L_x \times L_y \text{ (m}^2\text{)}$$

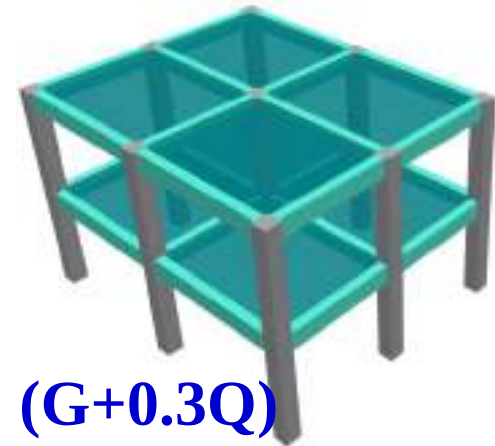
→ n : Πλήθος
Υπερκείμενων
Ορόφων

$$N_A = E \cdot n \cdot p_{tot}$$

p_{tot} : Συνολικό Κατακόρυφο Φορτίο ($G+0.3Q$)
εκτιμάται (Σπουδαιότητα Σ2) στα 12kPa.

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ



I.B. $OS = 25kN/m^3$ Πάχος πλακών $h = 20cm$

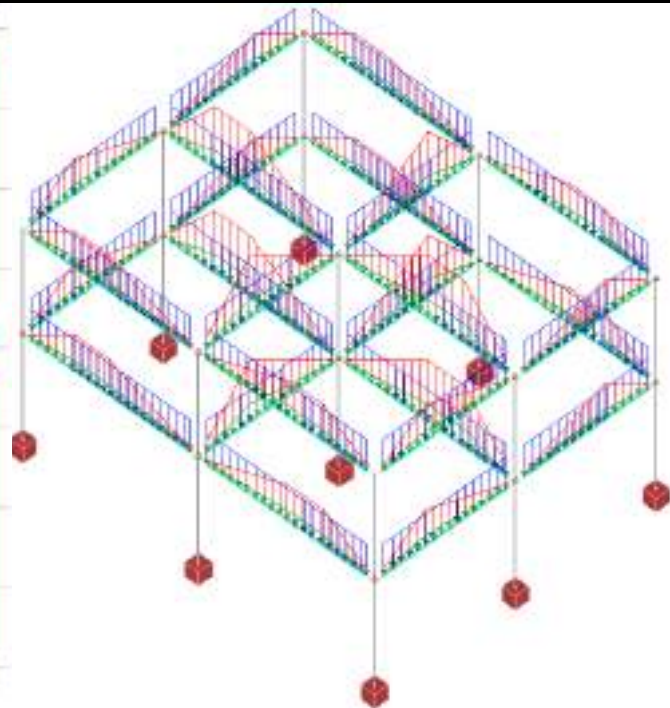
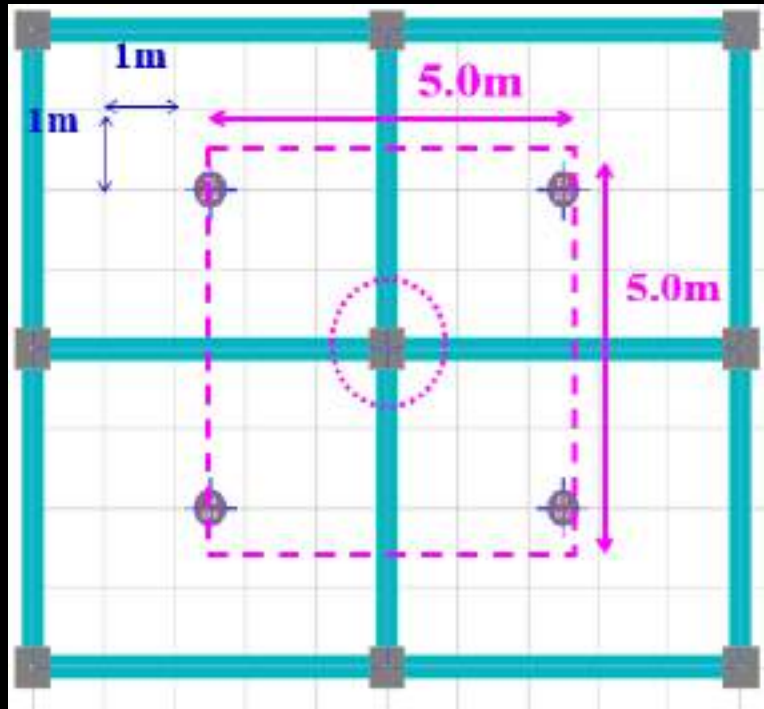
$g_{\text{πλακών}} = 2.00kPa$

$G_{\text{τοιχ}} = 3.6kN/m^2 \times 2.5m = 9.00kN/m$

$q_{\text{πλακών}} = 2.0kPa$

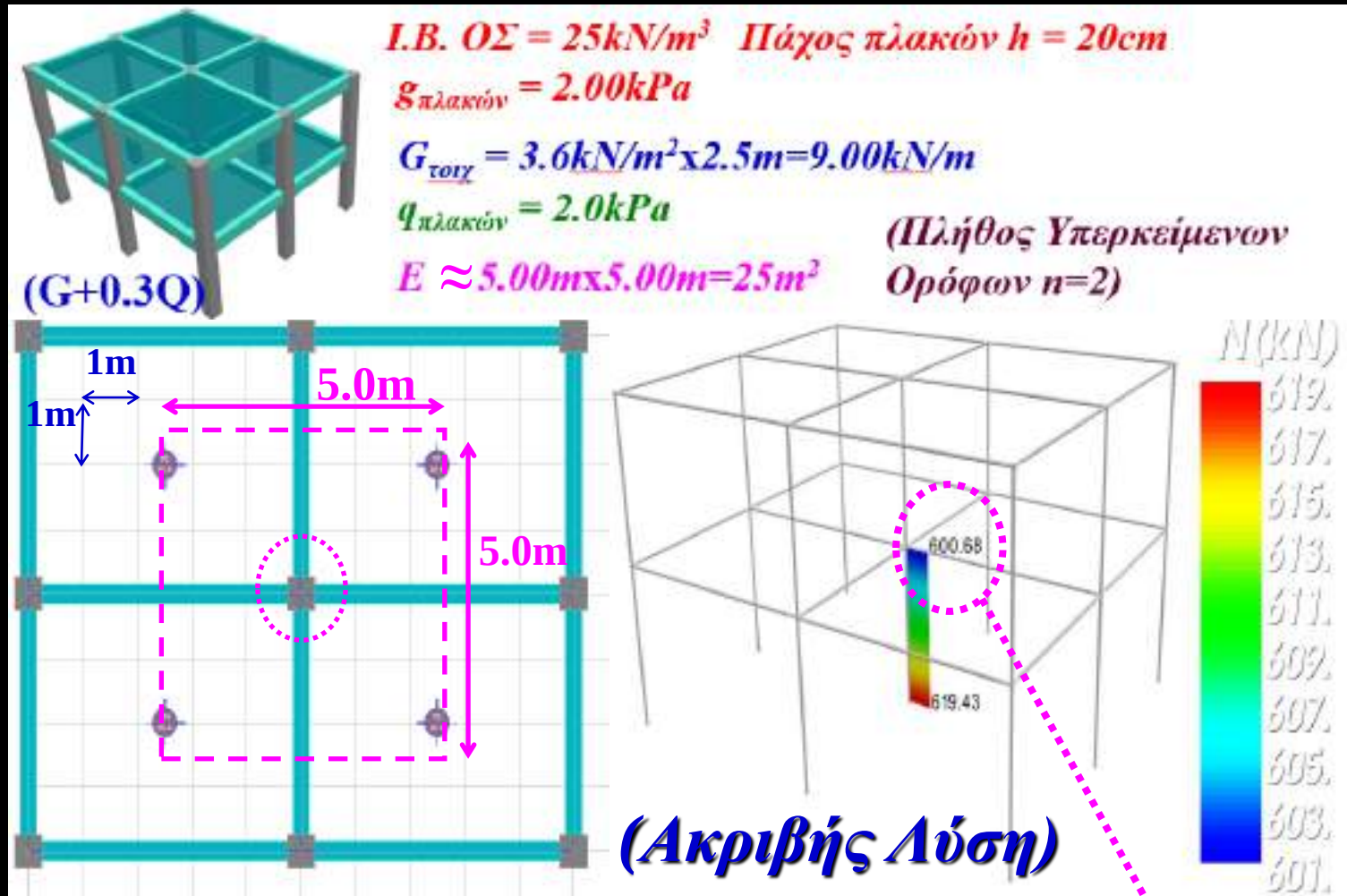
$E \approx 5.00m \times 5.00m = 25m^2$

*(Πλήθος Υπερκείμενων
Ορόφων $n=2$)*



12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ



$$N_A = E \cdot n \cdot p_{\text{tot}} \Rightarrow N_A = 25\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 12\text{kPa} \Rightarrow \rightarrow N_A = 600\text{kN}$$

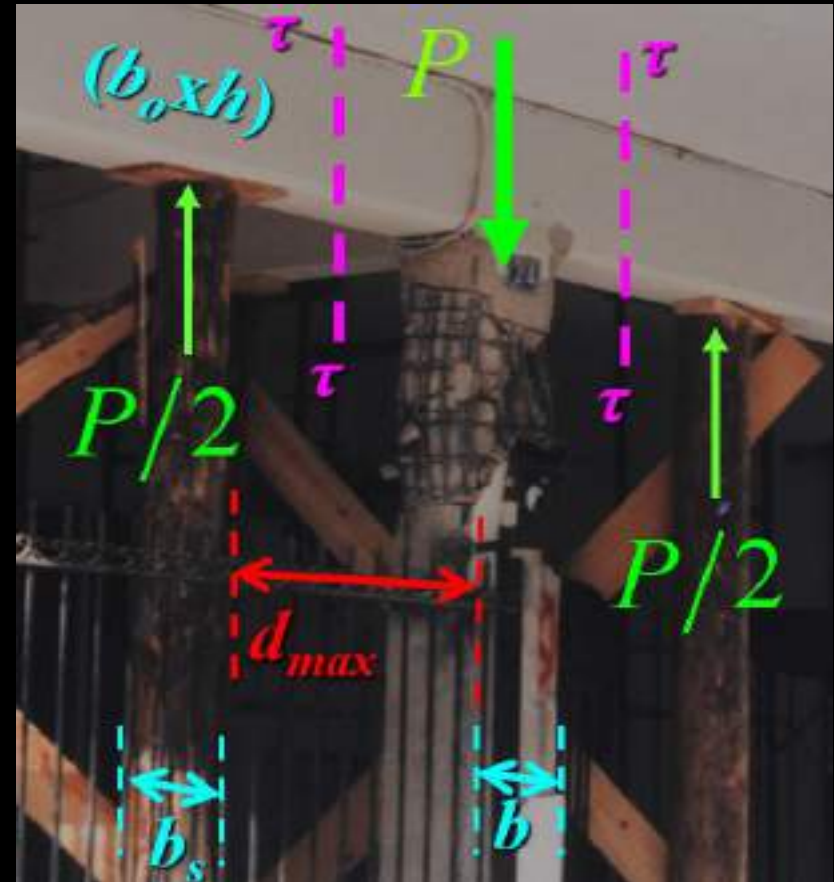
(Προσεγγιστική Λύση!)

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

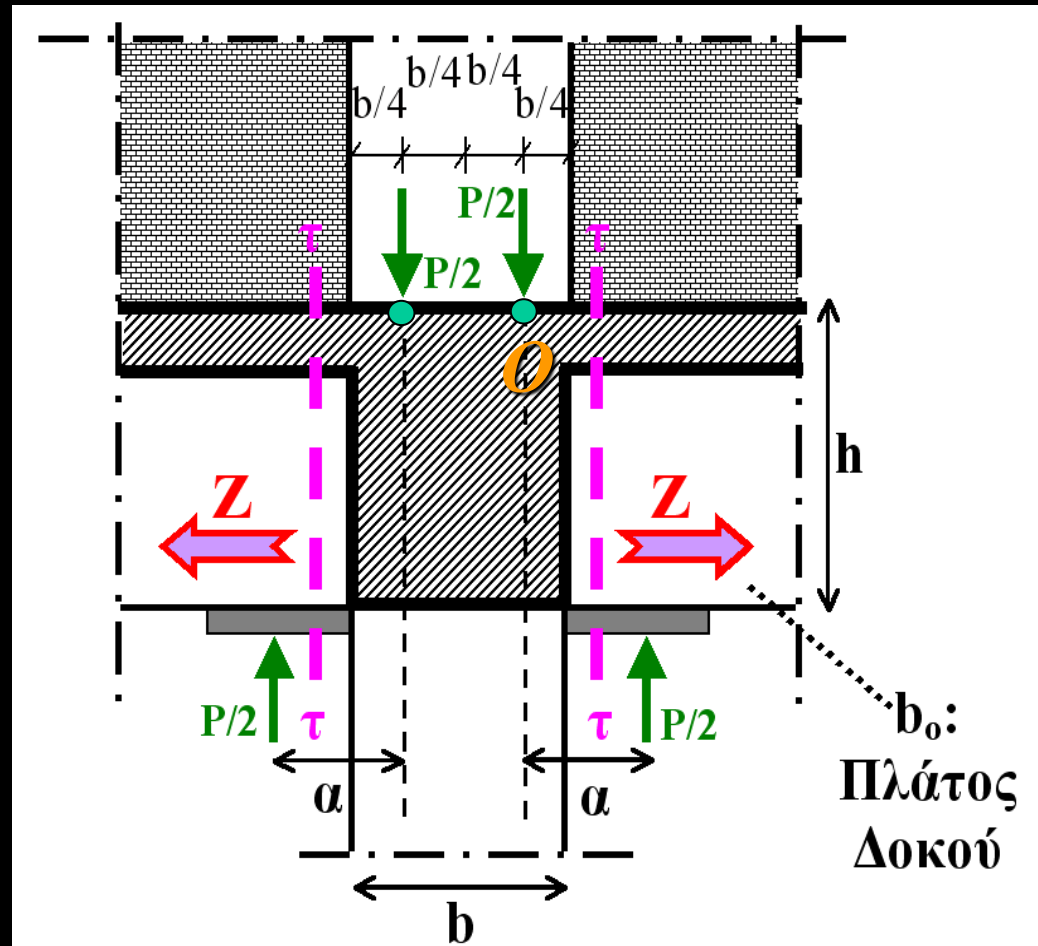
Προσδιορισμός της απόστασης d_{max} ώστε να υπάρχει επάρκεια σε ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ σύμφωνα με τη μεθοδολογία που παρουσιάζεται στις «Συστάσεις για τις Επισκευές Κτηρίων Βλαμμένων από Σεισμό», 7^η Έκδοση, παρ.3.4, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1988.

- ✓ b : το πλάτος του βλαμμένου υποστυλώματος
- ✓ b_s : το πλάτος του στοιχείου υποστύλωσης
- ✓ b_o : το πλάτος της δοκού που υποστυλώνεται
- ✓ h : το ύψος της δοκού που υποστυλώνεται



12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ



- ✓ a : Απόσταση του θεωρητικού σημείου επιβολής του φορτίου σφήνωσης από το $1/4$ του πλάτους b του υποστυλώματος.
- ✓ Z : Αναπτυσσόμενη Εφελκυστική Δύναμη του Σκυροδέματος, η οποία προσεγγιστικά προκύπτει ως:

$$\sum M_O = 0 \rightarrow Z \cdot h \approx \frac{P}{2} \cdot a \rightarrow Z \approx \frac{1}{2} P \frac{a}{h}$$

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ


$$\sigma_{bz} \approx \nu \frac{Z'}{A} = \frac{3}{2} \frac{P}{h^2} \frac{a}{b_o}, \quad (\nu = 3)$$
$$\sigma_{bz,\varepsilon\pi} \approx \frac{1}{15} \beta_d$$

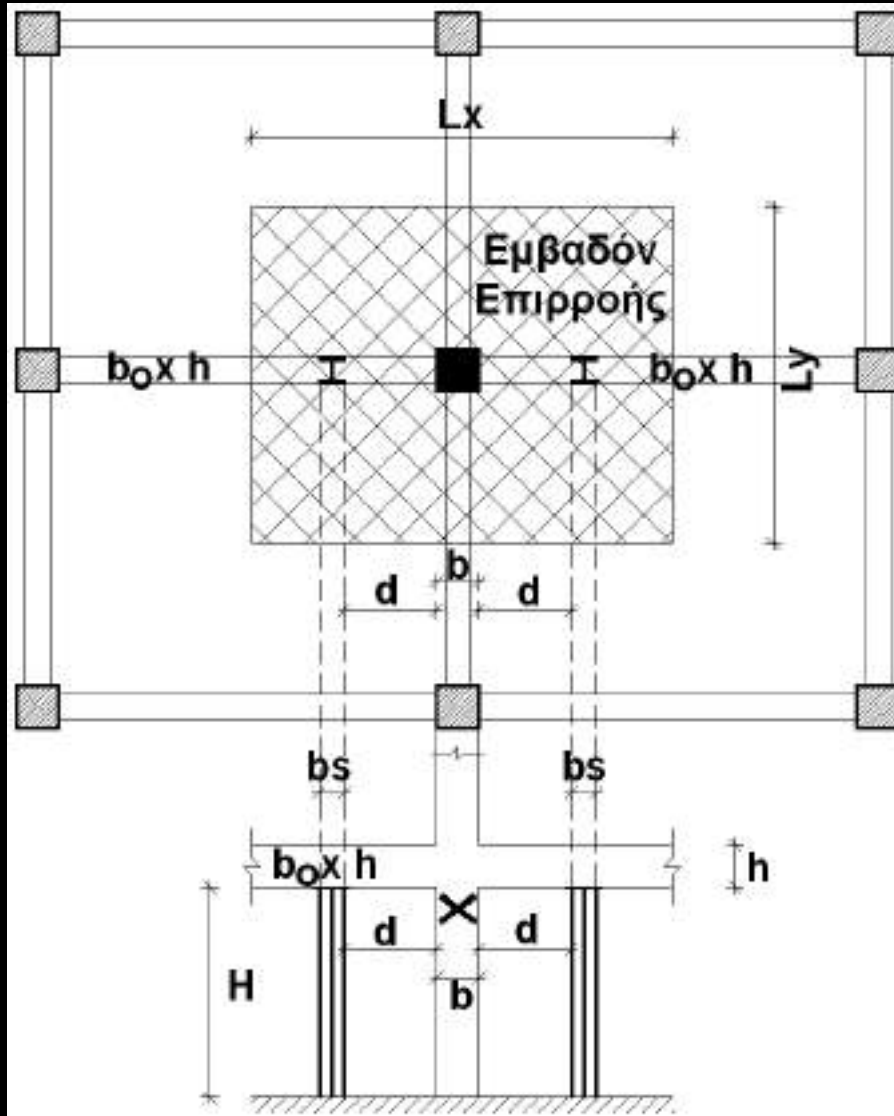
**B120: $\beta_d=108\text{kg/cm}^2(=10.8\text{MPa})$; B160: ($\sim\text{C12/15}$): $\beta_d=144\text{kg/cm}^2$,
B225: ($\sim\text{C16/20}$): $\beta_d=195\text{kg/cm}^2$; B300: ($\sim\text{C20/25}$): $\beta_d=240\text{kg/cm}^2$**

Παρατήρηση: $\begin{cases} 3 \text{ Συντρέχ. Δοκοί: } Z'=2/3Z) \\ 4 \text{ Συντρέχ. Δοκοί: } Z'=2/4Z \rightarrow Z'=1/2Z) \end{cases}$



12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ



$$d_{\max} = \alpha - b/4 - b_s/2$$

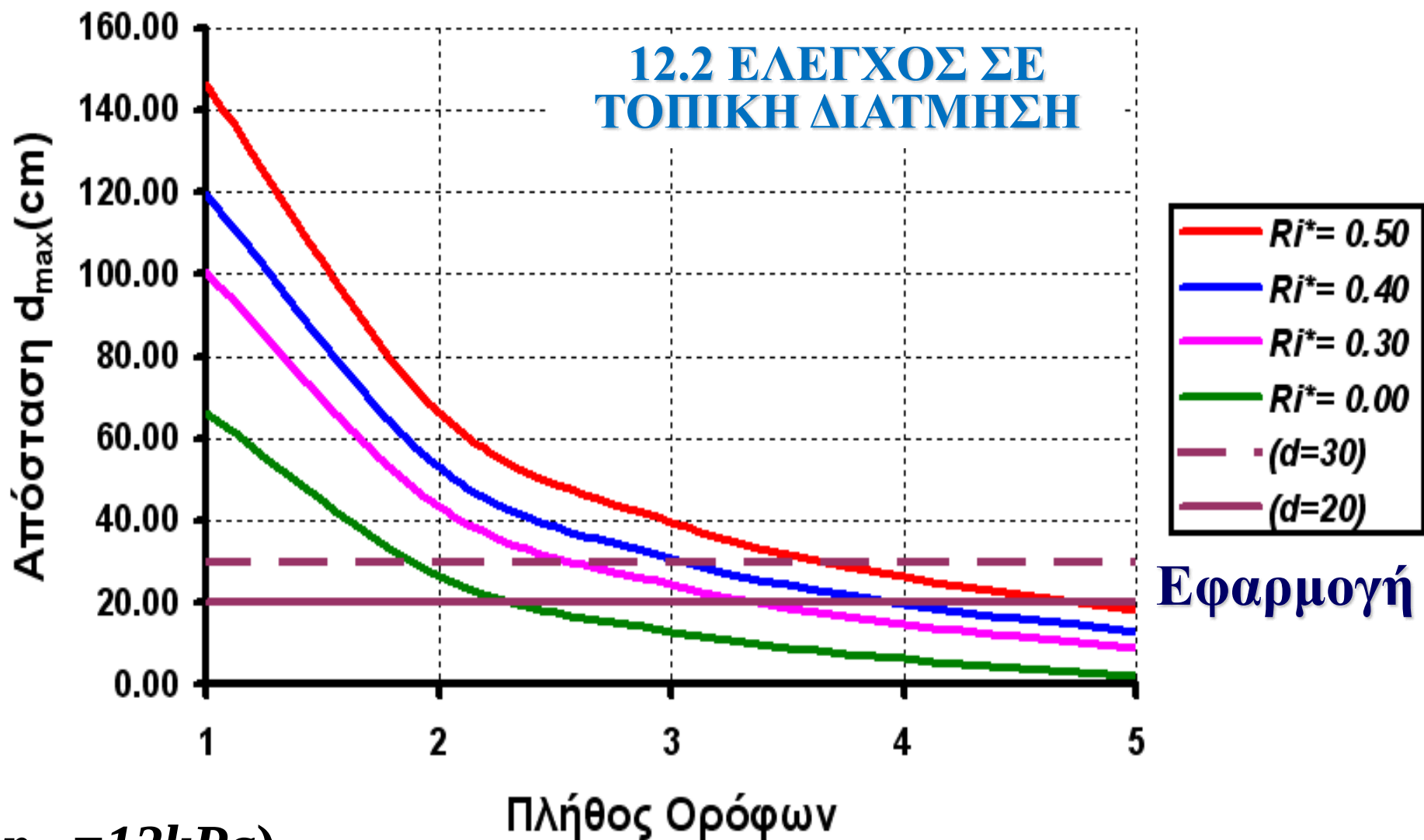
$$\alpha = \frac{\sigma_{bz, \varepsilon\pi} \cdot h^2 \cdot b_o}{\lambda \cdot E \cdot n \cdot p_{tot} (1 - R_i^*)}$$

όπου:

- $\lambda=1.50 \rightarrow 2$ Συντρέχ. δοκοί
- $\lambda=1.00 \rightarrow 3$ Συντρέχ. δοκοί
- $\lambda=0.75 \rightarrow 4$ Συντρέχ. δοκοί

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

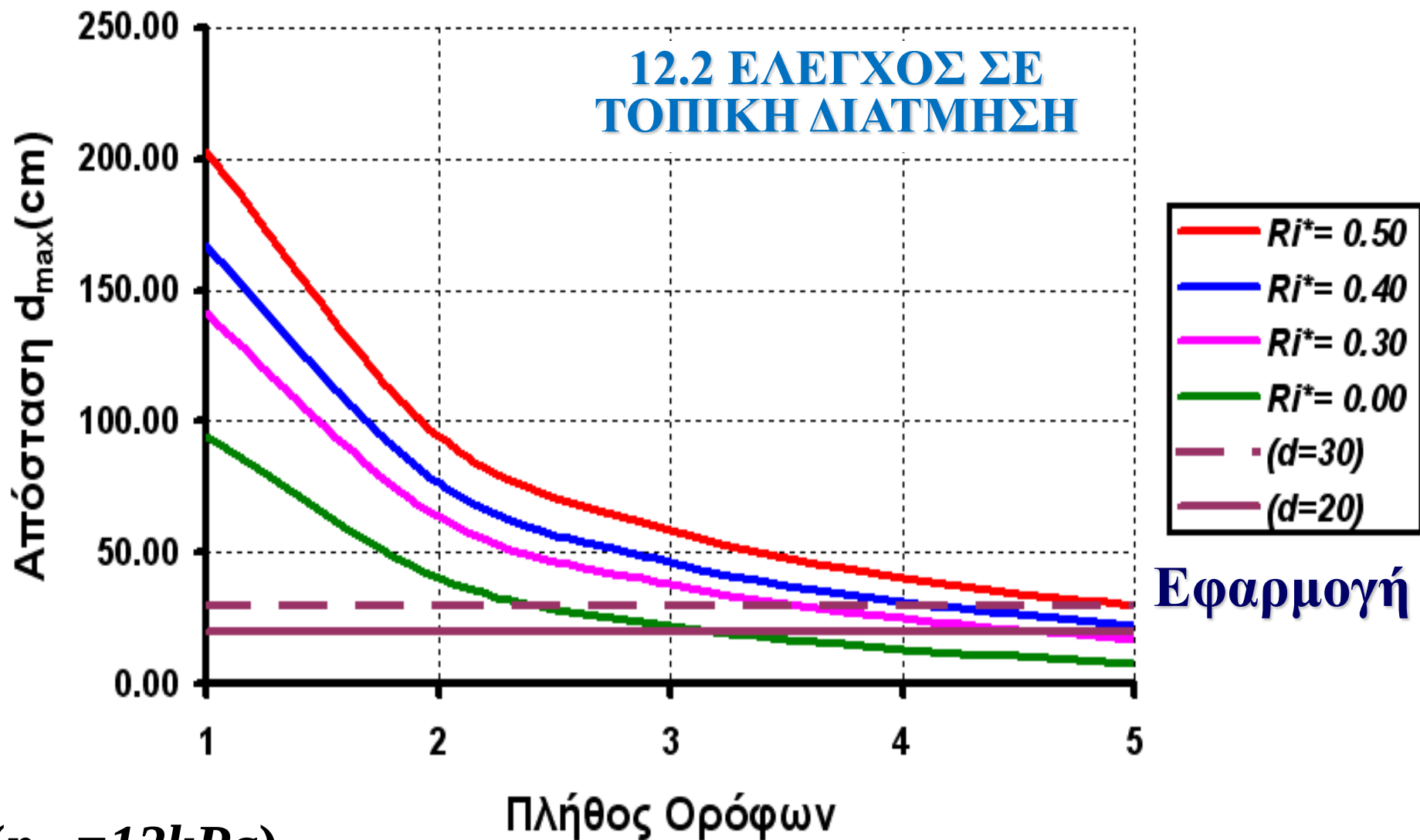
h(cm) 60.00 bo(cm) 25.00 b(cm) 35.00 λ 0.75 E(m²) 12.00 **B160** b_s(cm) 10.00



($p_{tot}=12kPa$)

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

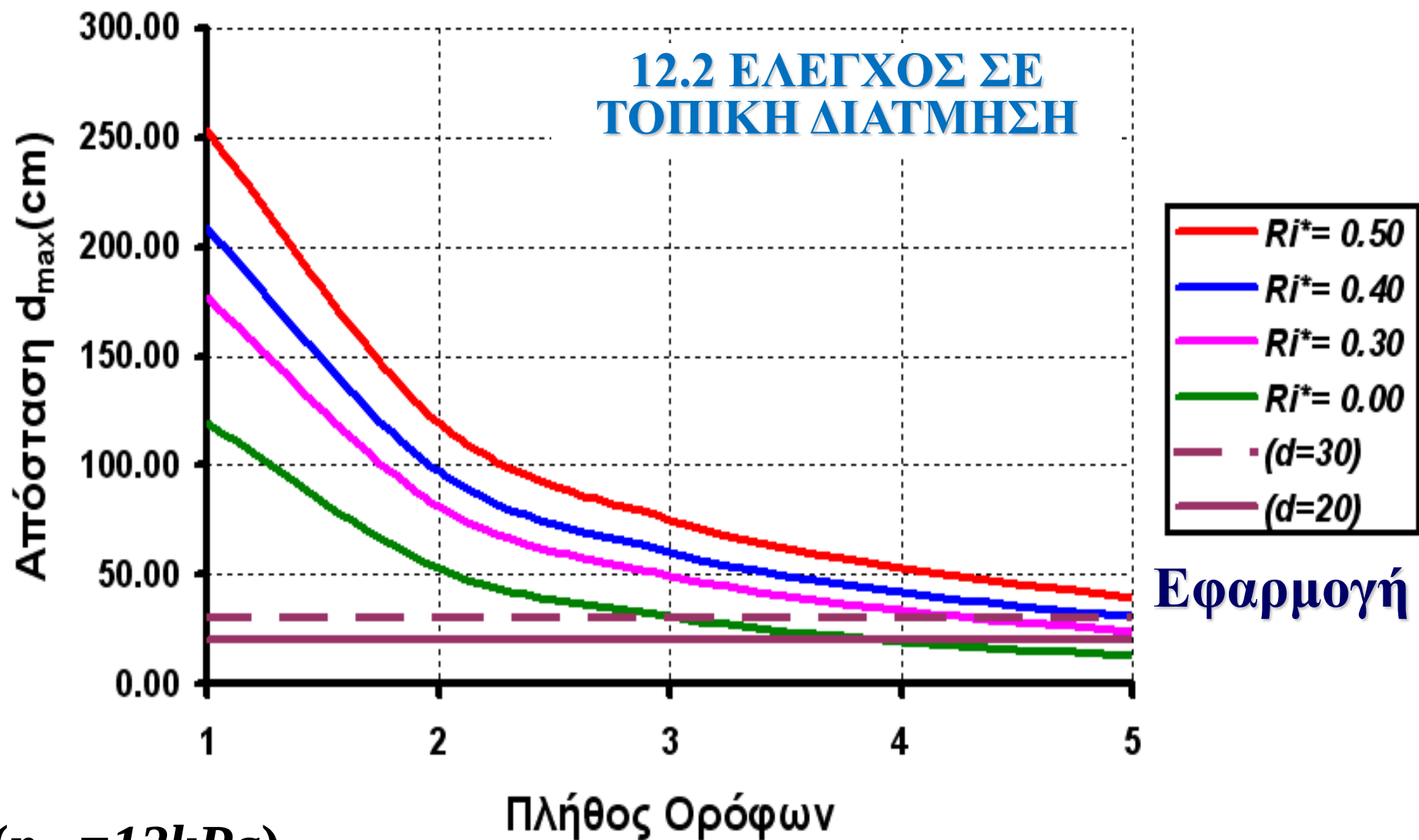
h(cm) 60.00 bo(cm) 25.00 b(cm) 35.00 λ 0.75 E(m²) 12.00 **B225** b_s(cm) 10.00



($p_{tot}=12kPa$)

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

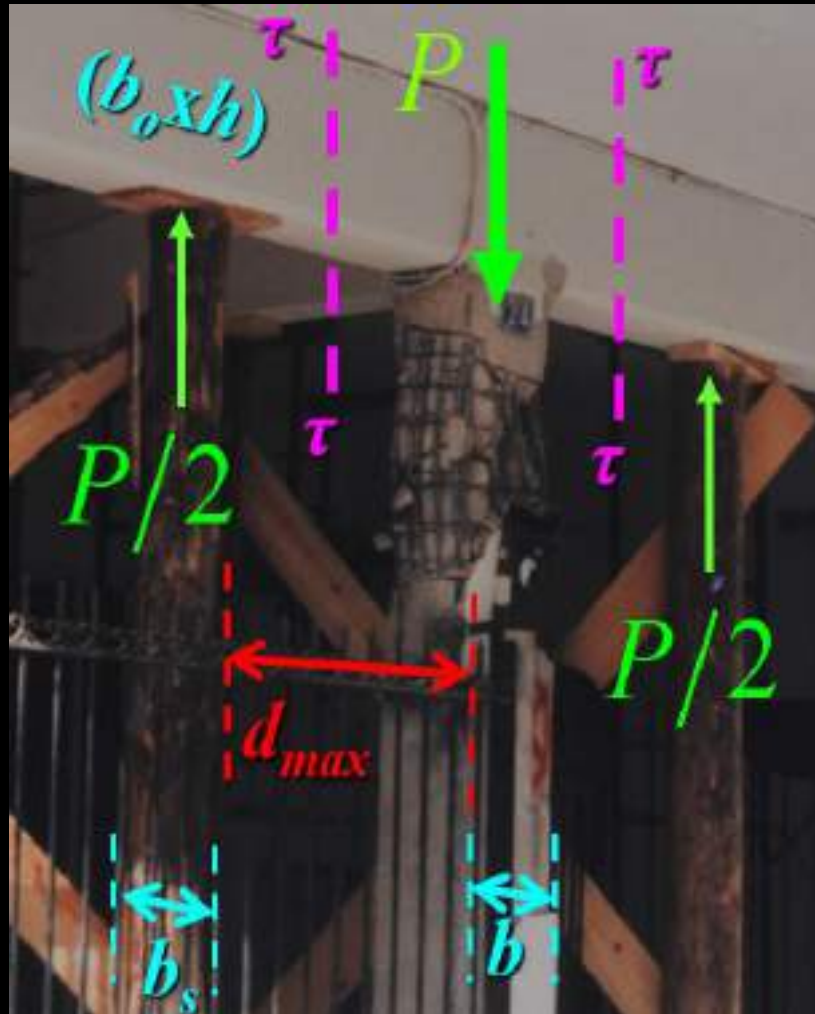
h(cm) 60.00 bo(cm) 25.00 b(cm) 35.00 λ 0.75 E(m²) 12.00 **B300** b_s(cm) 10.00



($p_{tot} = 12kPa$)

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ



✓ **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:**

Η φέρουσα ικανότητα σε ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ των δοκών που υποστυλώνονται επηρεάζεται σημαντικά από την εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος.

12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Εάν η φέρουσα ικανότητα σε ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ των δοκών που υποστυλώνονται ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΕΠΑΡΚΗΣ, τότε:

- ✓ Η υποστύλωση επεκτείνεται σε περισσότερους ορόφους → μείωση διατμητική καταπόνηση.
Ωστόσο: Χρονοβόρα, Ακριβότερη, Καταστροφή μη βλαμμένων τοιχοπληρώσεις.
- ✓ Εκτιμάται μήπως οι υπερκείμενες τοιχοπληρώσεις μπορούν να μεταφέρουν τμήμα του φορτίου υποστύλωσης, χωρίς ένταση της δοκού που υποστυλώνεται.



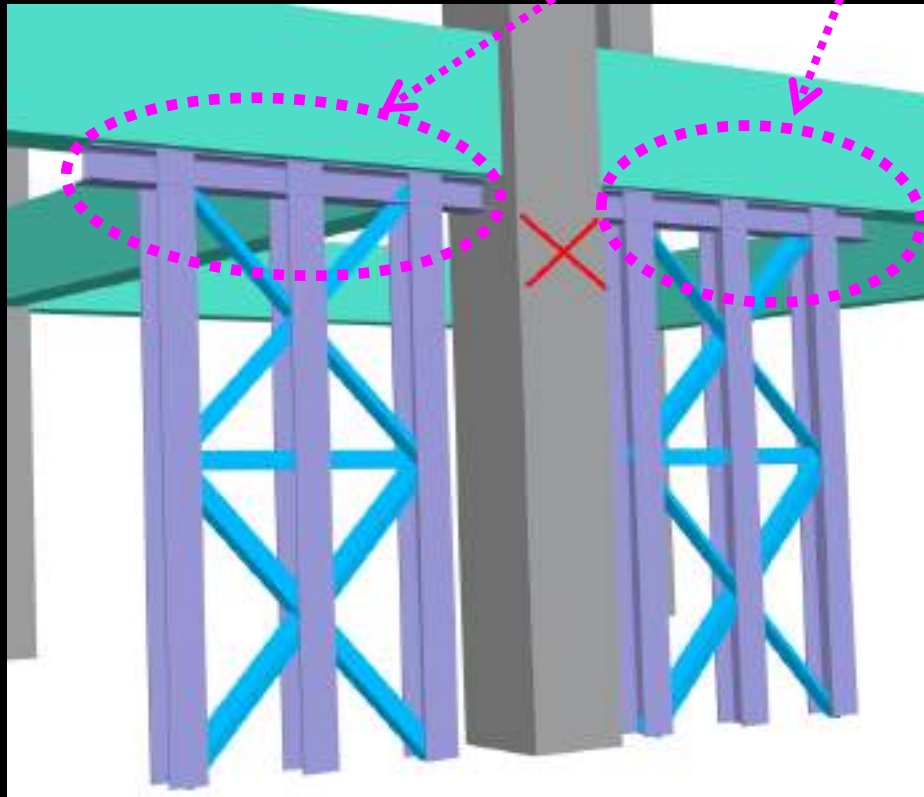
12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

- ✓ Ενίσχυση των δοκών που υποστυλώνονται ή προσθήκη οριζόντιας δοκού κάτω από κάθε δοκό που υποστυλώνεται (→ λειτουργία «σύμμικτης δοκού»).



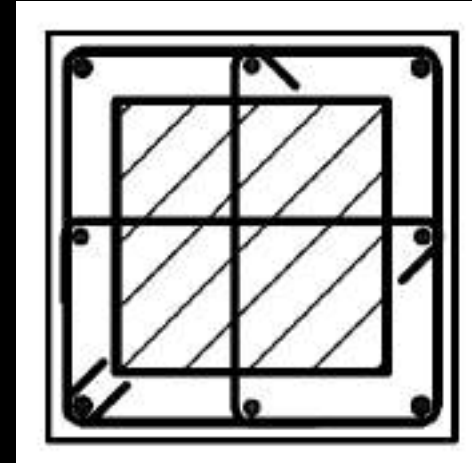
(ΚΑΝΕΠΙΕ)



12. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΕΩΝ

12.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΗ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

- ✓ Εφαρμογή της τεχνικής του *άμεσου μανδύα*.



- ✓ Εφαρμογή *μερικής* σφήνωσης στο σύστημα υποστυλώσεως. Επειδή η στατική επάρκεια της σφήνωσης εξαρτάται από την *εφελκυστική αντοχή* του σκυροδέματος, πρέπει η σφήνωση να εφαρμόζεται ΑΡΓΑ–ΑΡΓΑ και να παρακολουθείται προσεκτικά η συμπεριφορά της δοκού στη θέση της σφήνωσης.

13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *«Συστάσεις για τις Επισκευές Κτηρίων Βλαμμένων από Σεισμό»*, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1988.
2. *«Αντισεισμικές Κατασκευές από Σκυρόδεμα»*, Πενέλης & Κάππος, Θεσσαλονίκη, 1990.
3. *«Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα»*, Σ.Η. Δρίτσος, Πάτρα 2005.
4. *«Άρση επικινδυνότητων: Προσωρινές Υποστυλώσεις–Αντιστηρίξεις»*, ΟΑΣΠ-ΕΚΠΠΣ, Αθήνα 2007, www.oasp.gr
5. *«Υποστυλώσεις»*, Κ. Στυλιανίδης, ΥΠΟΜΕΔΙ–ΥΑΣ, ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ, Αθήνα, 2014.
6. *«Αντιστηρίξεις»*, Μ.Π. Χρονόπουλος, ΥΠΟΜΕΔΙ–ΥΑΣ, ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ, Αθήνα, 2014.
7. *«Δράσεις Βραχείας Αποκατάστασης μετά από Θεομηνίες: Επείγουσες Τεχνικές Επεμβάσεις»*, ΕΚΔΔΑ, Μ. Κλεάνθη, Αθήνα, 2018.
8. *«Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ)»*, 3^η Αναθεώρηση 2022.
9. *«Λογισμικό ScadaPro»*, www.ace-hellas.gr
10. *«Λογισμικό WOODexpress»*, www.runet.gr
11. *Ευρωκώδικες: EC3, EC5.*





Σας Ευχαριστώ...



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης
και Πολιτικής Προστασίας



Οργανισμός Αντισεισμικού
Σχεδιασμού & Προστασίας



Ξάνθου 32, 15451 Αθήνα

<http://www.oasp.gr>

<https://ecpfe.oasp.gr>