

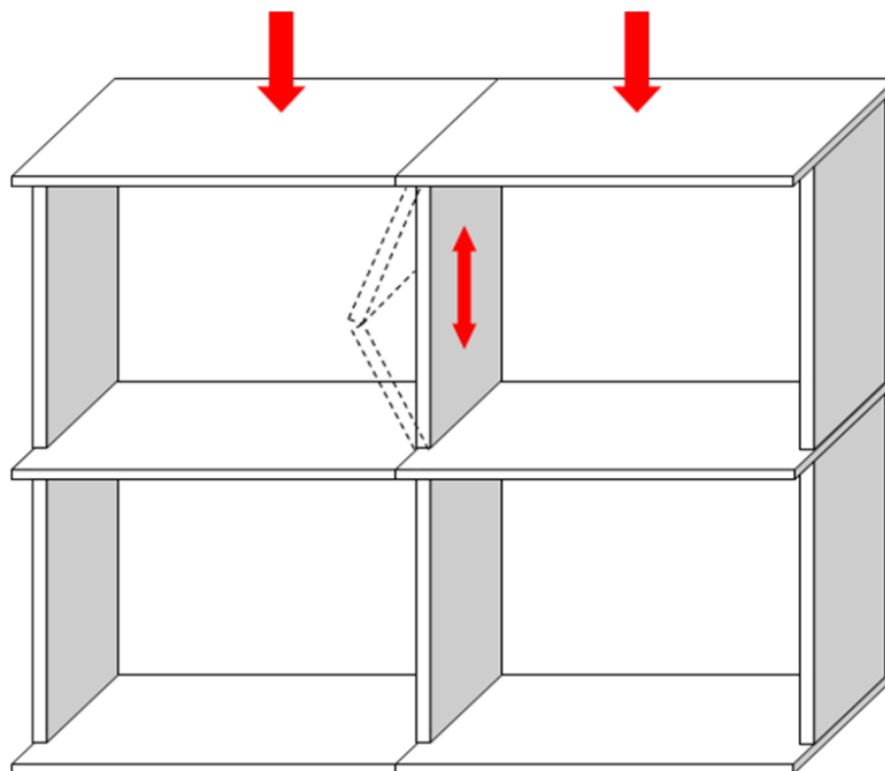
Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία

Αντοχή και συμπεριφορά σε θλίψη



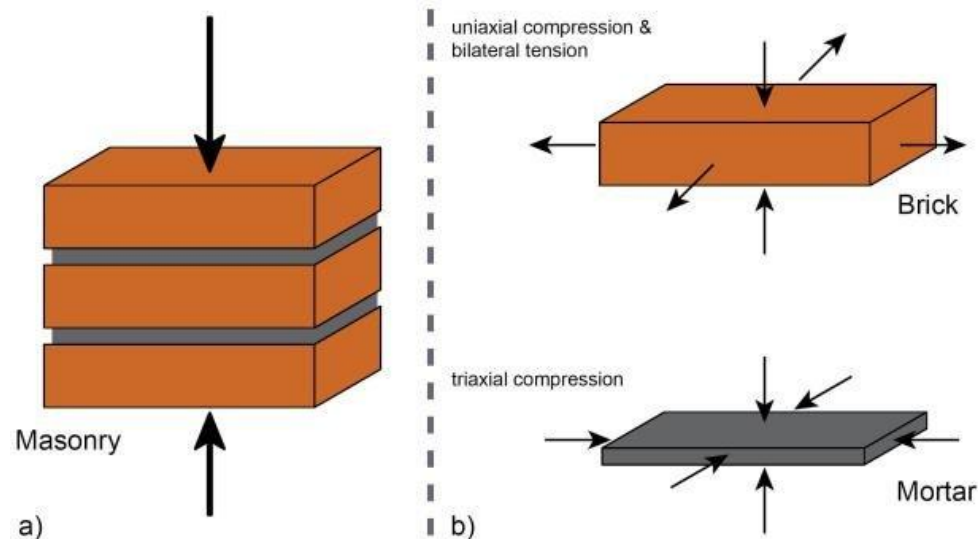
ΑΣΠΑΙΤΕ

Κατακόρυφες δράσεις επί μελών τοιχοποιίας



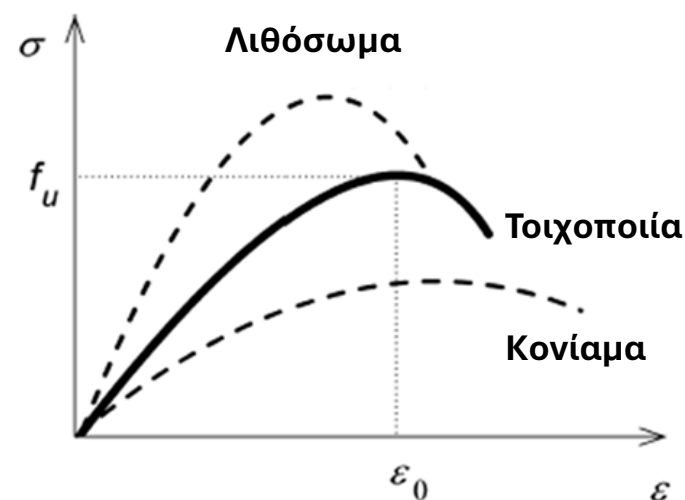
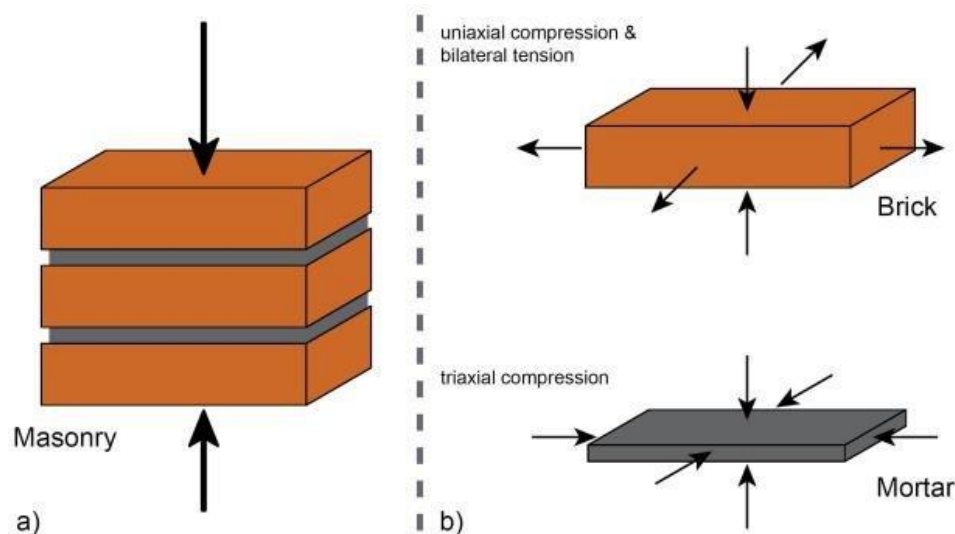
Συμπεριφορά της τοιχοποιίας υπό θλίψη

- Λιθοσώματα συνήθως υψηλότερης αντοχής και **δυσκαμψίας** από το κονίαμα
- Σε περίπτωση **πλήρους συνάφειας** λιθοσώματος-κονιάματος, όταν ασκείται **κατακόρυφη θλίψη**:
 - Το κονίαμα τείνει να συμπιεστεί κατακόρυφα και να επεκταθεί πλευρικά περισσότερο από το λιθόσωμα
 - Η παρεμπόδιση της πλευρικής έκτασης του κονιάματος οδηγεί σε **τριαξονική θλίψη του κονιάματος** και σε **πλευρικό εφελκυσμό του λιθοσώματος**



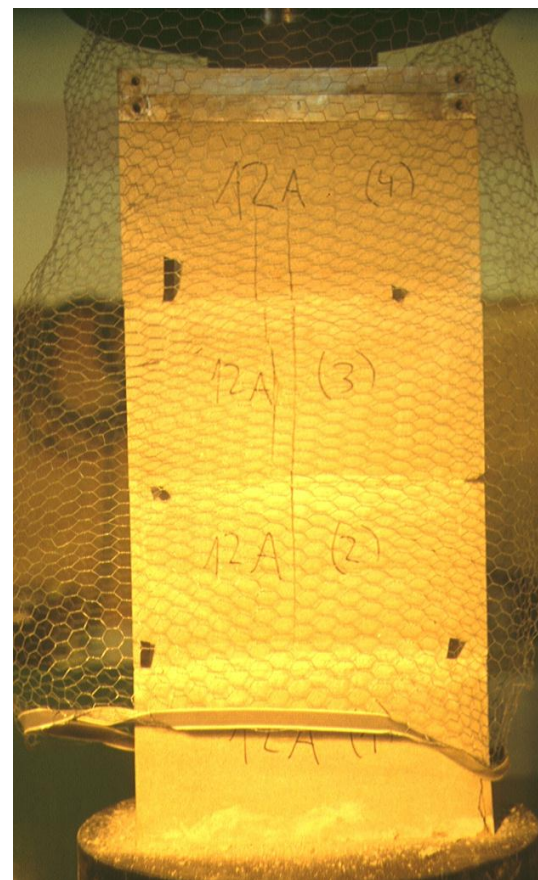
Συμπεριφορά της τοιχοποιίας υπό θλίψη

- Η πλευρική θλίψη (περίσφιγξη) του κονιάματος οδηγεί στην **αύξηση της κατακόρυφης θλιπτικής του αντοχής**
- Ο πλευρικός εφελκυσμός του λιθοσώματος οδηγεί στη **μείωση της κατακόρυφης θλιπτικής του αντοχής**



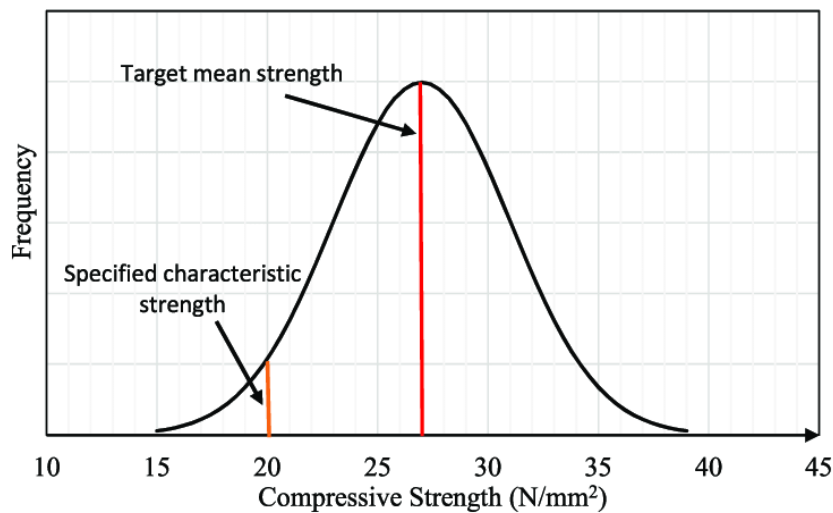
Συμπεριφορά της τοιχοποιίας υπό θλίψη

- **Μορφή αστοχίας**
 - Κατακόρυφες ρωγμές στα λιθοσώματα
 - Σύνθλιψη κονιάματος



Τιμές αντοχής

- Ως **μέση τιμή** μιας παραμέτρου αντοχής f_m ορίζεται η μέση τιμή ενός πλήθους πειραματικών δοκιμών
- Ως **χαρακτηριστική τιμή** μίας παραμέτρου αντοχής f_k ορίζεται η τιμή από την οποία το 95% το πειραματικών δοκιμών αναμένεται να έχει μεγαλύτερη ή ίση τιμή.
- Ως τιμή σχεδιασμού μιας παραμέτρου αντοχής f_d ορίζεται η χαρακτηριστική τιμή f_k δια ενός συντελεστή ασφαλείας γ_M



$$f_k = \frac{f_d}{\gamma_M}$$

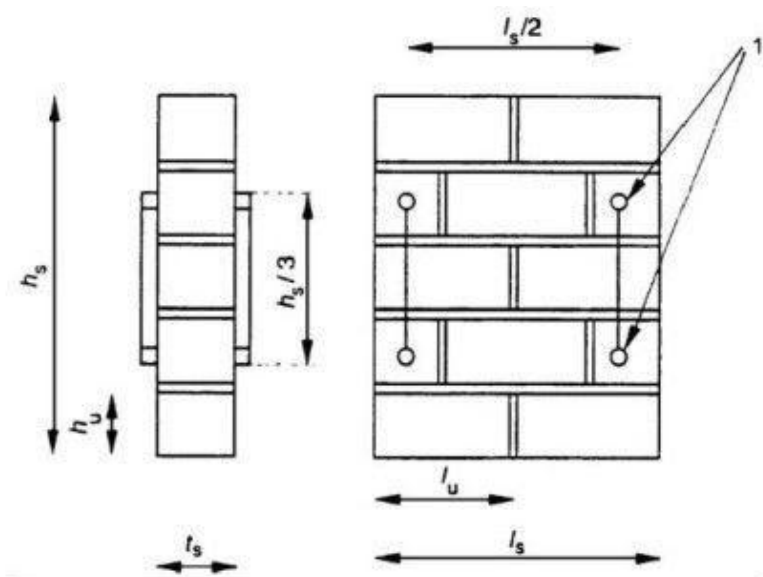
Συντελεστής ασφαλείας γ_M για την τοιχοποιία



Υλικό		γ_M		
		Στάθμη ποιοτικού ελέγχου κατασκευής		
		1	2	3
	Τοιχοποιία από:			
A	Λιθοσώματα Κατηγορίας I, κονίαμα με μελέτη συνθέσεως	1,7	2,0	2,2
B	Λιθοσώματα Κατηγορίας I, προδιαγεγραμμένο κονίαμα	2,0	2,2	2,5
Γ	Λιθοσώματα Κατηγορίας II, οποιοδήποτε κονίαμα	2,2	2,5	2,7
Δ	Συνάφεια του χάλυβα οπλισμού	2,0	2,2	2,5
E	Χάλυβας οπλισμού και χάλυβας προέντασης	1,15		
ΣΤ	Δευτερεύοντα στοιχεία	2,0	2,2	2,5
Z	Υπέρθυρα σύμφωνα με το EN 845-2	1,7	2,0	2,2

Πειραματικός προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής

- Δοκιμές σε θλίψη σύμφωνα με το πρότυπο EN 1052-1
 - Προσδιορισμός μέσης αντοχής σε θλίψη
 - Προσδιορισμός μέτρου ελαστικότητας



Θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων

- Δοκιμές σε θλίψη σύμφωνα με το πρότυπο EN 772-1
- Προετοιμασία δοκιμίων
 - Λείανση επιφανειών φόρτισης (ομαλοποίηση και παραλληλισμός)
 - Επάλειψη επιφανειών φόρτισης με κονίαμα υψηλής αντοχής
 - Απάλειψη υγρασίας
 - 15 ημέρες σε εργαστηριακές συνθήκες ($> 15^{\circ}\text{C}$, $< 65\%$ σχετική υγρασία)
 - 24 ώρες σε κλιματικό θάλαμο (105°C)



Θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων

- Πειραματικός προσδιορισμός μέσης θλιπτικής αντοχής f_{bc}
- Προσδιορισμός ανηγμένης θλιπτικής αντοχής f_b

$$f_b = \delta \cdot f_{bc}$$

Συντελεστής αναγωγής δ

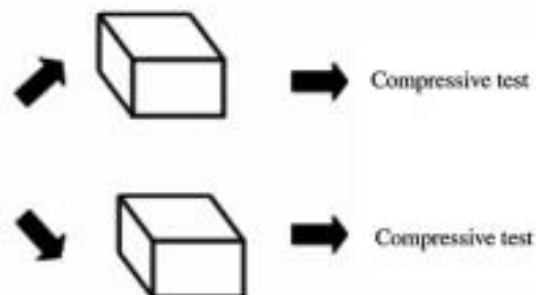
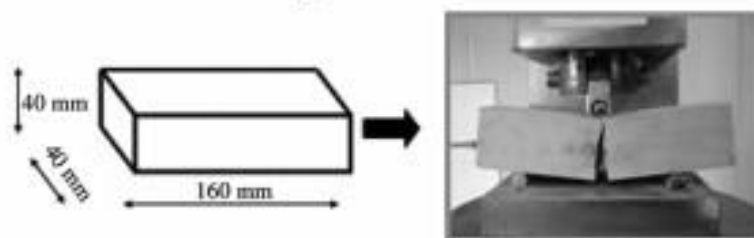
Ύψος λιθοσώματος [mm]	Ελάχιστη οριζόντια διάσταση [mm]				
	50	100	150	200	≥ 250
50	0.85	0.75	0.70	-	-
65	0.95	0.85	0.75	0.70	0.65
100	1.15	1.00	0.90	0.80	0.75
150	1.30	1.20	1.10	1.00	0.95
200	1.45	1.35	1.25	1.15	1.10
≥ 250	1.55	1.45	1.35	1.25	1.15

Θλιπτική αντοχή κονιάματος

- Δοκιμές σε κάμψη θλίψη σύμφωνα με το πρότυπο EN 1015-11
- Μέση θλιπτική αντοχή κονιάματος

f_m

Flexural tensile strength UNI/EN 1015/11



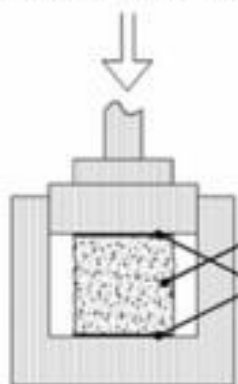
Compressive strength UNI/EN 1015/11



Mortar specimen

Instrumental plate

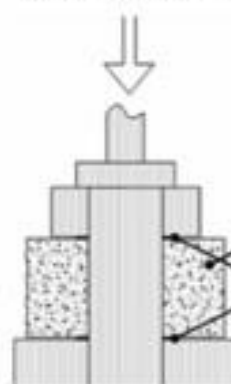
Front instrumental view



Mortar specimen

Instrumental plate

Lateral instrumental view



Mortar specimen

Instrumental plate

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

- Η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας f_k μπορεί να υπολογιστεί από την αντοχή των συνιστώντων υλικών του
- Για κονίαμα γενικής εφαρμογής ή ελαφροκονίαμα:

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3}$$

- Για κονίαμα λεπτής στρώσης:

$$f_k = K \cdot f_b^{0.85}$$

K σταθερά εξαρτώμενη από τον τύπο του λιθοσώματος και του κονιάματος

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

Πίνακας 3.3: Τιμές του συντελεστή K για τοιχοποιίες με κονίαμα γενικής εφαρμογής, λεπτής στρώσεως και ελαφροκονίαμα

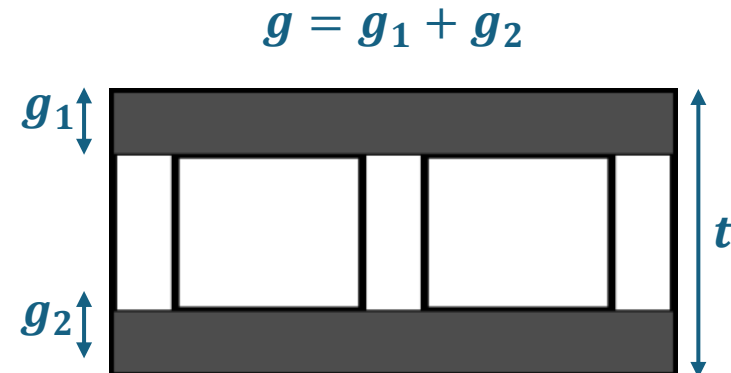
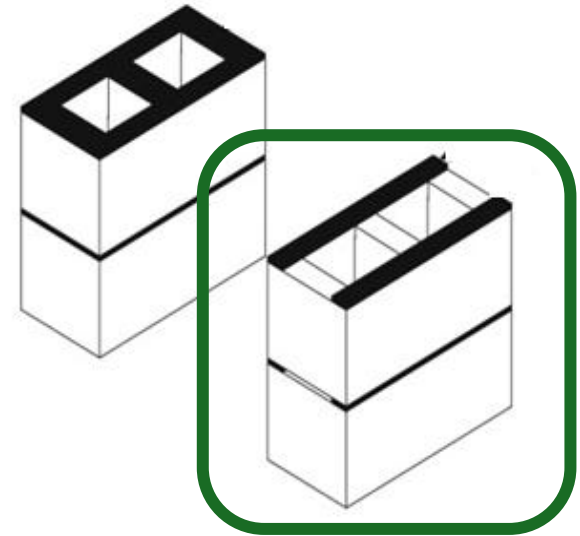
Υλικό λιθοσώματος		Κονίαμα γενικής εφαρμογής	Κονίαμα λεπτής στρώσεως οριζόντιος αρμός $\geq 0,5\text{mm}$ και $\leq 3\text{mm}$)	Ελαφροκονίαμα με πυκνότητα	
				$600 \leq \rho_s \leq 800$ Kg/m^3	$800 \leq \rho_s \leq 1300$ Kg/m^3
Άργιλος	Ομάδα 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Ομάδα 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Ομάδα 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Ομάδα 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Πυριτικό Ασβέστιο	Ομάδα 1	0,55	0,80	‡	‡
	Ομάδα 2	0,45	0,65	‡	‡
Σκυρόδεμα με αδρανή	Ομάδα 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Ομάδα 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Ομάδα 3	0,40	0,50	‡	‡
	Ομάδα 4	0,35	‡	‡	‡
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	Ομάδα 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Τεχνητοί λίθοι	Ομάδα 1	0,45	0,65	‡	‡
Λαξευτοί φυσικοί λίθοι	Ομάδα 1	0,45	‡	‡	‡
‡ Συνδυασμός κονιάματος/λιθοσώματος ο οποίος συνήθως δεν εφαρμόζεται. Δεν δίδεται σχετική τιμή του K .					

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

- Περιορισμοί στην εφαρμογή των σχέσεων
 - $f_b \leq 75 \text{ N/mm}^2$ για κονίαμα γενικής χρήσης
 - $f_b \leq 50 \text{ N/mm}^2$ για κονίαμα λεπτής στρώσης
 - $f_m \leq 10 \text{ N/mm}^2$ για ελαφροκονίαμα
 - Η τοιχοποιία θα κατασκευάζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κεφαλαίου 8 του EC6
 - Οι αρμοί θα ικανοποιούν τις διατάξεις της παραγράφου 8.1.5 του EC6 ώστε να θεωρούνται πλήρεις.
 - Το πάχος της τοιχοποιίας ισούται με το πλάτος ή το μήκος του λιθοσώματος, έτσι ώστε να μην υπάρχει συνεχής αρμός κονιάματος παράλληλος με τις όψεις του τοίχου
 - Αν κάτι τέτοιο δεν ισχύει, οι τιμές του K πολλαπλασιάζονται με έναν μειωτικό συντελεστή (π.χ. 0.80 για κονιάματα γενικής χρήσης)
 - Ο συντελεστής μεταβλητότητα της αντοχής των λιθοσωμάτων δεν υπερβαίνει το 25%

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

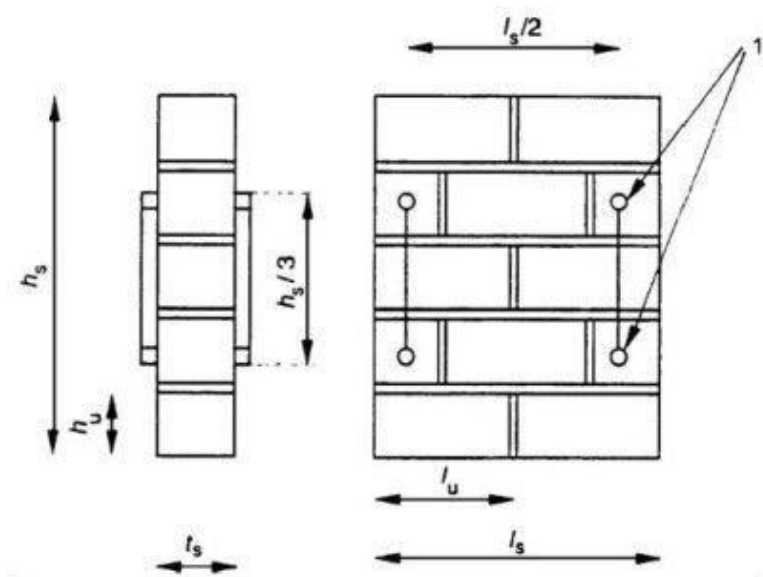
- Στην περίπτωση τοιχοποιίας με αρμούς **πληρωμένους μόνο στα τοιχώματα των λιθοσωμάτων**, απαιτείται:
 - Ελάχιστο πλάτος κάθε λωρίδας κονιάματος 30 mm
 - Το εγκάρσιο πάχος της τοιχοποιίας να είναι ίσο με το μήκος ή πλάτος των λιθοσωμάτων ώστε να μη δημιουργείται συνεχής αρμός παράλληλος με την όψη του τοίχου
 - Ο λόγος του συνολικού πλάτους των λωρίδων κονιάματος (g) προς το εγκάρσιο πάχος της τοιχοποιίας (t) να είναι τουλάχιστον 0.4
 - Συντελεστής K
 - Για $g/t = 1.0$, λαμβάνονται οι τυπικές τιμές του K .
 - Για $g/t = 0.4$, λαμβάνονται οι τυπικές τιμές του K μειωμένες κατά 50%
 - Για ενδιάμεσες τιμές του $g/t = 0.4$ γίνεται γραμμική παρεμβολή



Μέτρο ελαστικότητας

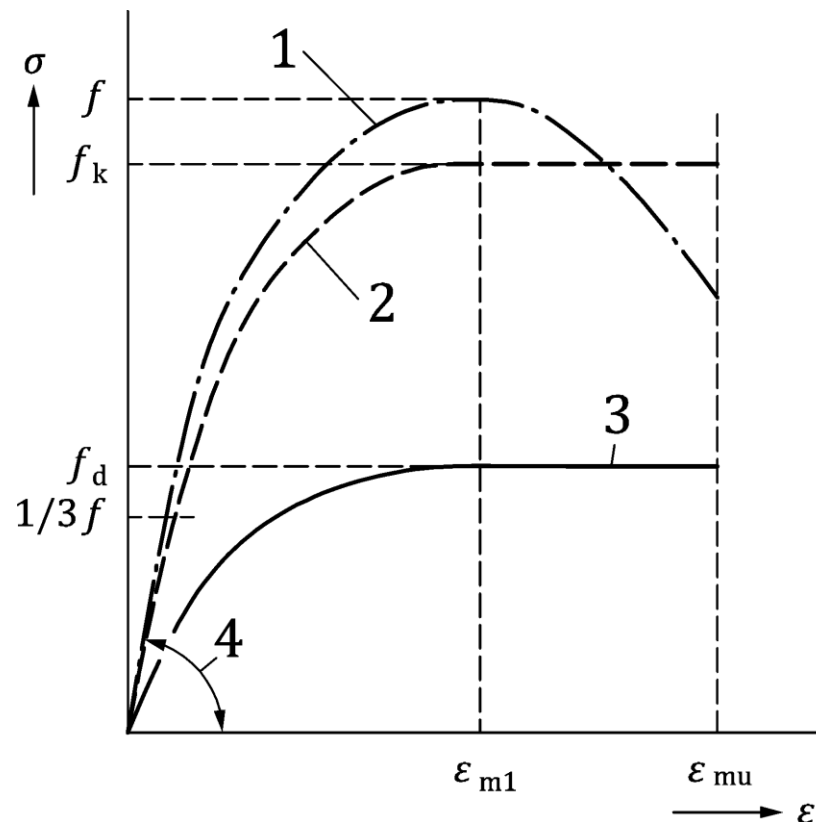
- Προσδιορίζεται πειραματικά (μέτρηση κατά τη δοκιμή σε θλίψη)
- Εναλλακτικά, υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση:

$$E = 1000 \cdot f_k$$



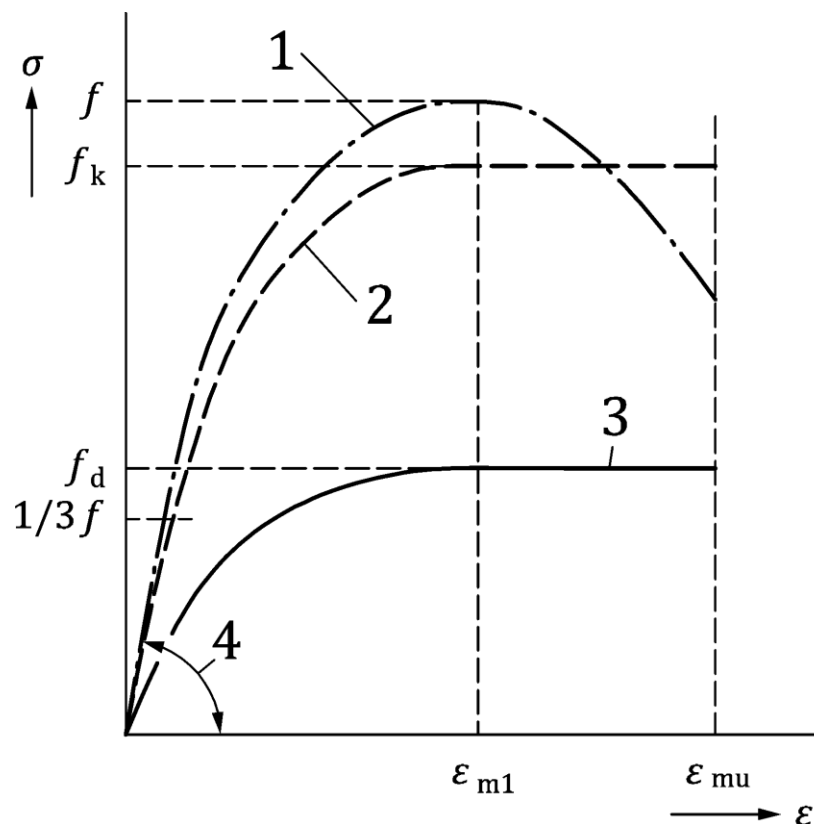
Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων σε θλίψη

- **1**: τυπικό διάγραμμα
- **2**: ιδεατό διάγραμμα (παραβολικό-ορθογωνικό)
- **3**: διάγραμμα σχεδιασμού
- **4**: $\arctan(E)$



Διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων σε θλίψη

Ιδιότητα	Ομάδα 1*	Λοιπά λιθοσώματα
$\varepsilon_{m1} (-)$	0.002	0.00175
$\varepsilon_{m2} (-)$	0.0035	0.002



* πλην λιθοσωμάτων
ελαφρού αδρανούς
και αυτόκλειστα
κυψελωτά
λιθοσώματα

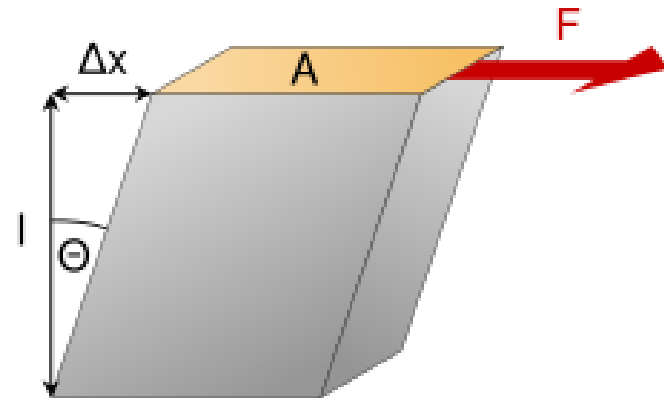
Μέτρο διάτμησης

- Λαμβάνεται ίσο με το 40% του μέτρου ελαστικότητας

$$G = 0.4 \cdot E$$

$$G = \frac{\tau}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta x/l} = \frac{F \cdot l}{A \cdot \Delta x}$$

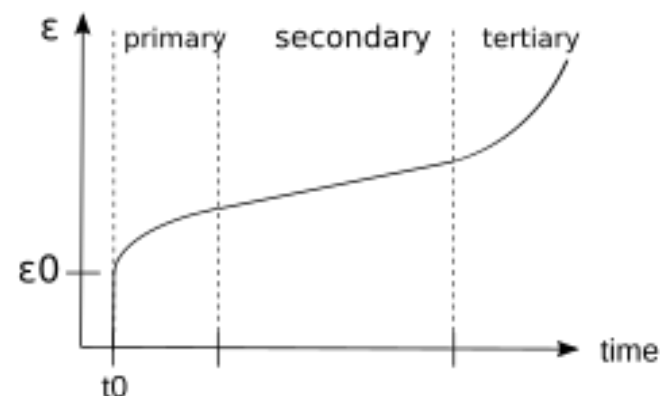
$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$



Συντελεστής ερπησμού

- Υπό παρατεταμένη χρονικά θλίψη, τα υλικά τοιχοποιίας παραμορφώνονται πέραν της αρχικής ελαστικής παραμόρφωσης
- Το μέτρο ελαστικότητας υπό μακροχρόνιες φορτίσεις E_{lgterm} είναι συνάρτηση του συντελεστή ερπυσμού ϕ_{∞}

$$E_{lgterm} = \frac{E}{1 + \phi_{\infty}}$$



Τύπος λιθοσώματος	Τελικός συντελεστής ερπυσμού ϕ_{∞}
Άργιλος	0.5 – 1.5
Πυριτικό ασβέστιο	1.0 – 2.0
Τσιμεντόπλινθοι και τεχνητοί λίθοι	1.0 – 2.0
Τσιμεντόπλινθοι ελαφροβαρούς αδρανούς	1.0 – 3.0
Αυτόκλειστα κυψελωτά λιθοσώματα	0.5 – 1.5
Φυσικός λίθος	[πολύ χαμηλές τιμές]