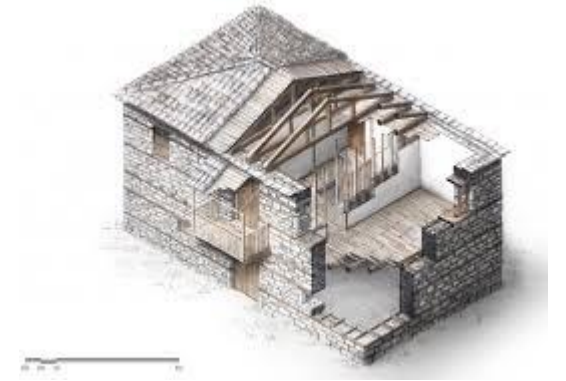


Α.Σ.Π.ΑΙ.Τ.Ε.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ



ΛΥΜΕΝΗ ΑΣΚΗΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΛΙΠΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Σημειώσεις Καθηγητών

Νικολέττα Ψύλα, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

Βασίλειος Σούλης, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

1.1 Σχεδιασμός Τοιχοποιίας

Κατά τον σχεδιασμό ισχύει η παρακάτω βασική ανισότητα:

$$S_d \leq R_d$$

Όπου: S_d είναι η δράση σχεδιασμού

R_d η αντίσταση ή δύναμη σχεδιασμού αντοχής

$$f_d = f_k / \gamma_m$$

f_d : αντοχή σχεδιασμού τοιχοποιίας
 f_k : χαρακτηριστική αντοχή τοιχοποιίας
 γ_m : συντελεστής ασφαλείας τοιχοποιίας

Τιμές γ_m
(Εθνικό Προσάρτημα)

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

1.1 Σχεδιασμός Τοιχοποιίας

Οι κατηγορίες λιθοσωμάτων και οι στάθμες ποιοτικού ελέγχου κατασκευής θα ορίζονται με Υπουργική Απόφαση

Ενδεικτικώς (EN 771-1 έως 6):

ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ I όταν ο παραγωγός αποδέχεται να προμηθεύει λιθοσώματα της προδιαγεγραμμένης θλιπτικής αντοχής, από δοκιμές, όπως ορίζονται στο EN 772-1. Η μονάδα παραγωγής λειτουργεί βάσει πιστοποιημένου συστήματος ελέγχου ποιότητας, τα αποτελέσματα του οποίου είναι διαθέσιμα, ώστε μία ανεξάρτητη Αρχή να ελέγχει και να διαπιστώνει συστηματική συμμόρφωση της θλιπτικής αντοχής των λιθοσωμάτων με την προδιαγραφόμενη τιμή

ΛΙΘΟΣΩΜΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ II όταν ο παραγωγός ικανοποιεί την απαίτηση προμήθειας λιθοσωμάτων με την προδιαγεγραμμένη θλιπτική αντοχή, αλλά δεν πληροί τους λοιπούς όρους που περιγράφονται για την Κατηγορία I.

ΣΤΑΘΜΗ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 1:

(α) Προκαταρκτικές δοκιμές θλιπτικής αντοχής κονιάματος, σκυροδέματος πληρώσεως και λιθοσωμάτων αποδεικνύουν τη συμφωνία με τις προδιαγραφόμενες από την μελέτη τιμές και
(β) Τακτικές δοκιμές του κονιάματος, του σκυροδέματος πληρώσεως και των λιθοσωμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται στο εργοτάξιο, αποδεικνύουν την συστηματική συμμόρφωση αυτών των υλικών με τις προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις

ΣΤΑΘΜΗ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 2: οι σποραδικοί έλεγχοι από τον Επιβλέποντα Μηχανικό ή από Εκπρόσωπό του και οι αντίστοιχες δοκιμές του κονιάματος, του σκυροδέματος πλήρωσης και των λιθοσωμάτων αποδεικνύουν την συμμόρφωση με τις προδιαγεγραμμένες τιμές αντοχών

ΣΤΑΘΜΗ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 3: οι σχετικοί έλεγχοι από τον Επιβλέποντα Μηχανικό δεν είναι συχνοί ή οι έλεγχοι πραγματοποιούνται μόνον από τον Ανάδοχο.

1.1 Σχεδιασμός Τοιχοποιίας

1.1.1 Λιθοσώματα

Θλιπτική αντοχή λιθοσωμάτων :

Η θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων, η χρησιμοποιούμενη κατά το σχεδιασμό πρέπει να είναι η ανηγμένη θλιπτική αντοχή,

f_b : θλιπτική αντοχή λιθοσώματος ξηρού, διαστάσεων όψεως 100x100mm.

Μετατροπή μέσης θλιπτικής αντοχής (EN 772-1) f_{bc} σε ανηγμένη θλιπτική αντοχή:

(i) Αναγωγή σε αντοχή ξηρού λιθοσώματος (δεν ορίζεται σχετική διαδικασία)

(ii) Αναγωγή διαστάσεων λιθοσώματος (Πίνακας 3.2: Πολλαπλασιαστής δ)

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

Πίνακας 1 Τιμές του δ για διάφορες διαστάσεις λιθοσωμάτων.

Ύψος (mm) Λιθοσώματος	Ελάχιστη Οριζόντια Διάσταση Λιθοσώματος (mm)				
	50	100	150	200	250 ή μεγαλύτερο
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 ή μεγαλύτερο	1.55	1.45	1.35	1.25	1.15
επιτρέπεται η γραμμική παρεμβολή					

1.1 Σχεδιασμός Τοιχοποιίας

1.1.2 Κονιάματα

Σύνθεση προδιαγεγραμμένων κονιαμάτων

Κατηγορία κονιάματος	Μέση θλιπτική αντοχή (MPa)	Αναλογίες ανάμιξης (σε μέρη κατ' όγκον)		
		Τσιμέντο	Ασβέστης	Άμμος
M2,5	2,5	1	3	9
M5	5,0	1	2	6
M10	10,0	1	0,5	5
M20	20,0	1	-	3

Εθνικό προσάρτημα ΕΚ8**Σε όλη την επικράτεια, εν γένει, τουλάχιστον M5.****Οπλισμένη τοιχοποιία: Τουλάχιστον M10.**

1.2 Θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας σχεδιασμός

- Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας

Εκτιμάται εναλλακτικά από δοκιμές ή λαμβάνεται από εμπειρικές σχέσεις. Το Εθνικό Προσάρτημα έχει προβλέψει τη χρήση μόνον των εμπειρικών σχέσεων. Ανάλογα με τον τύπο του κονιάματος που χρησιμοποιείται, δίδονται δυο εμπειρικές σχέσεις:

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

για κονίαμα γενικής εφαρμογής ή ελαφροκονίαμα

(3.1)

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

για κονίαμα λεπτής στρώσεως

(3.2)

όπου:

- K

είναι μια σταθερά, εξαρτώμενη από τον τύπο του λιθοσώματος και του κονιάματος, λαμβανόμενη από τον Πίνακα 3.3
- f_b

είναι η ανηγμένη μέση θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων κατά την διεύθυνση ασκήσεως των δράσεων, σε N/mm^2 ,
- f_m

είναι η μέση θλιπτική αντοχή του κονιάματος, σε N/mm^2

Τοιχόσωμα		Κονίαμα γενικής χρήσης	Κονίαμα λεπτής στρώσης ($\geq 0.5mm$ και $\leq 3mm$)	Ελαφροβαρές κονίαμα πυκνότητας	
				$600 < \rho \leq 800$ kg/m^3	$800 < \rho \leq 1500$ kg/m^3
Αργιλικό	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
Πυριτικού ασβεστίου	Ομάδα 1	0.55	0.80	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
	Ομάδα 2	0.45	0.65	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Τσιμεντόλιθος	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	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
	Ομάδα 4	0.35	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	Ομάδα 1	0.55	0.80	0.45	0.45
Βιομηχανική πέτρα	Ομάδα 1	0.45	0.75	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται
Λαξεμένη φυσική πέτρα	Ομάδα 1	0.45	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται	Δεν χρησ/ται

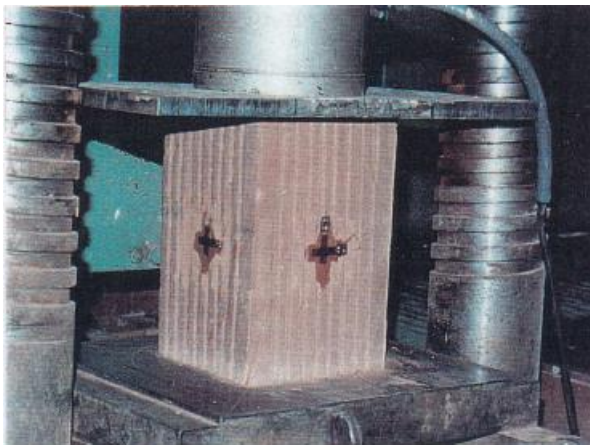
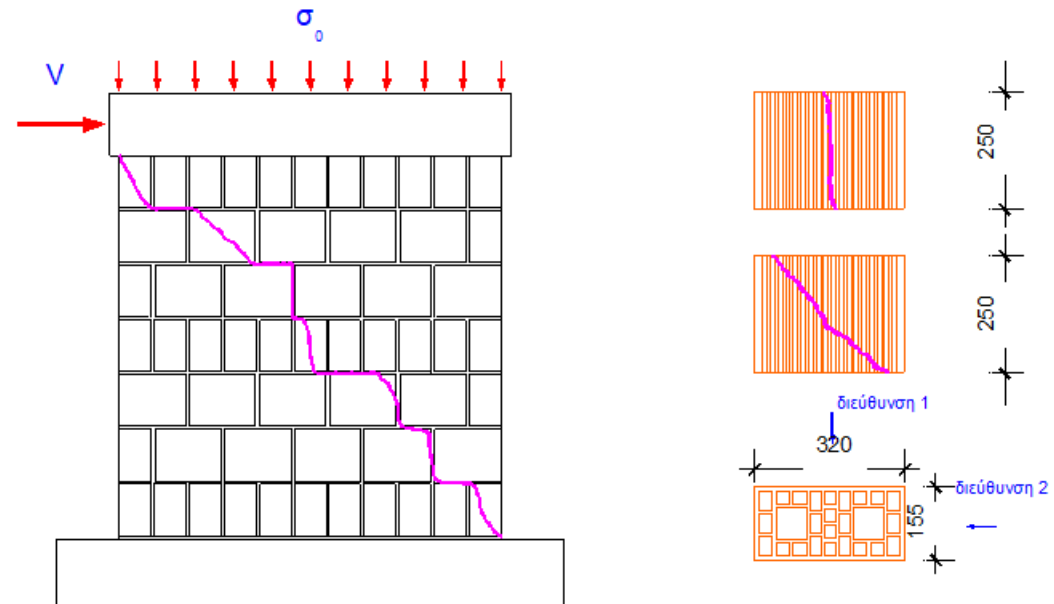
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Θλιπτική αντοχή λιθοσώματος

Σύμφωνα με τον EC6 στο σχεδιασμό χρησιμοποιείται η ανηγμένη μέση θλιπτική αντοχή f_b

Κατά το πρότυπο EN 771

- είτε δηλώνεται από τον παραγωγό
- είτε προκύπτει από τροποποίηση της θλιπτικής αντοχής που μετρήθηκε κατά EN772-1 (μετατροπή μέσης σε ανηγμένη)



⊕ Μηχανικά χαρακτηριστικά πλίνθων

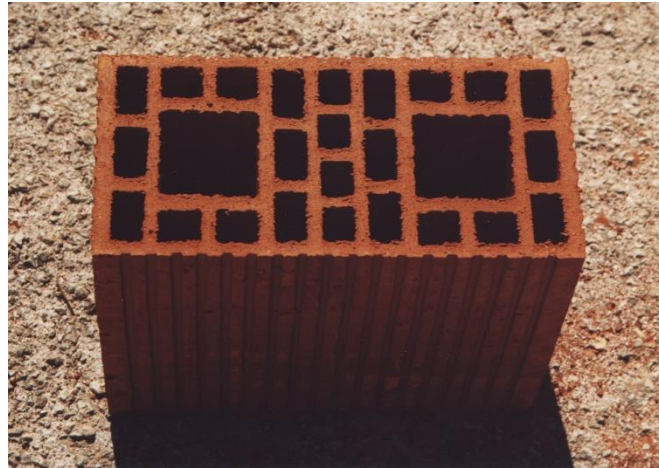
		f_{bc} (MPa)	E_b (MPa)	ν_b
Παράλληλα στις οπές		8,50	7527	0,28
Κάθετα στις οπές	Διεύθυνση 1	2,20	1172	0,12
	Διεύθυνση 2	1,15	1046	

f_b = θλιπτική αντοχή

E_b = μέτρο ελαστικότητας του Young στο 1/3 του μέγιστου φορτίου

ν_b = λόγος Poisson

Οπτόπλινθος κεραμικός



- Οι διαστάσεις της διατομής της πλίνθου είναι 155 x 320 χλσ. ενώ το ύψος της είναι 250 χλσ. Διαθέτει δύο μεγάλες κατακόρυφες οπές διαστάσεων 65 x 65 mm και άλλα μικρά κενά
- Συνολικό ποσοστό κενών: 55% επί της μικτής διατομής (πάχος εξωτερικών τοιχωμάτων 10mm και εσωτερικών 8 mm)
- Καθαρή ξηρή πυκνότητα μάζας αργίλου: 1720 kg/m³
- Βάρος: 9,6 kg
- Ομάδα 2

Η δομική αυτή μονάδα, λόγω **γεωμετρίας**, προσφέρει και βελτιωμένα χαρακτηριστικά κατοικισιμότητας έναντι πυρκαγιάς, θερμοκρασίας και ήχου

Αυξημένη θερμομονωτική και ηχομονωτική ικανότητα μπορεί επίσης να εξασφαλιστεί και από:

- δομικές μονάδες που παράγονται από ελαφροβαρές πορώδες κονίαμα ανοικτής δομής (αυτόκλειστο)
→ αυτόκλειστα κυψελωτά τοιχοσώματα με κίσηρι
- αργιλικές δομικές μονάδες με κενά στη μάζα



	f_c (MPa)	$f_{t,fl}$ (MPa)	E (MPa)	ν
Κονίαμα δομήσεως (M)	11,86	1,91	12699	0,26
f_c = θλιπτική αντοχή $f_{t,fl}$ = εφελκυστική αντοχή από κάμψη E = μέτρο ελαστικότητας του Young ν = λόγος Poisson				

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ ΔΟΜΗΣΕΩΣ (N. Ψύλλα, 1999)

Το κονίαμα δομήσεως των αρμών είχε κατ' όγκον σύνθεση
(Τσιμέντο:Ασβέστης:Αμμος:Νερό) = (1:0,25:4:1,30)
 που χαρακτηρίζεται ως τύπου M10 κατά το πρότυπο CEN, EN 998-2

Υπολογισμός θλιπτικής αντίστασης τοίχων από άοπλη τοιχοποιία

- Αργιλικό
- τούβλο ομάδας 2
- Λιθόσωμα Κατηγορίας Ι, Στάθμη Ποιοτικού ελέγχου 1

Θλιπτική αντοχή

$$f_k = K \times f_b^{0,7} \times f_m^{0,3}$$

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

$$f_b = 1,34 \times 8,50 = 11,40 \text{ Mpa}$$

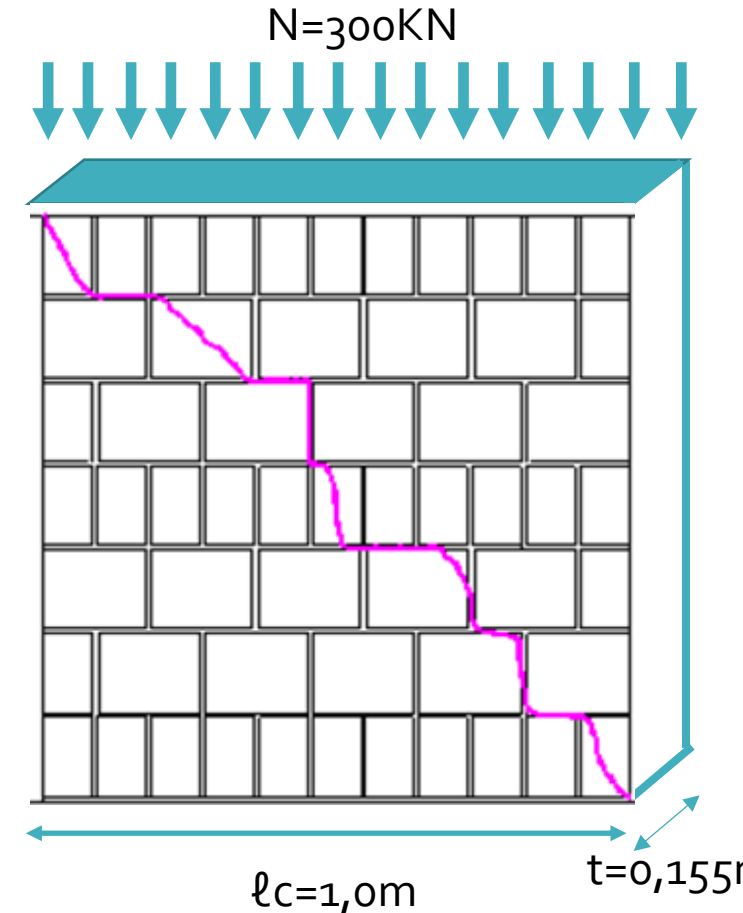
$$f_m = 11,86 \text{ Mpa}$$

$$K = 0,45$$

$$f_k = 0,45 \times 11,40^{0,7} \times 11,86^{0,3} = 0,45 \times 5,49 \times 2,11 = 5,22 \text{ Mpa}$$

$$f_d = f_k / \gamma_m$$

$$f_d = 5,22 / 1,7 = 3,07 \text{ Mpa}$$



$$\text{Έλεγχος αντοχής άοπλης τοιχοποιίας } N_{Ed} = f_d \times t \times \ell_c = 3,07 \times 155 \times 1000 = 475.850 \text{ N} = 475,850 > 300 \text{ kN}$$