



Κατασκευές Οπλισμένου Σκυροδέματος Ι

Ενότητα 10: Παραδείγματα φορτίσεων δομικών στοιχείων

Γεώργιος Παναγόπουλος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΤΕ & Μηχανικών Τοπογραφίας και
Γεωπληροφορικής ΤΕ (Κατεύθυνση ΠΜ)



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Παραδείγματα φορτίσεων δομικών στοιχείων

Μεταφορά φορτίων μεταξύ των δομικών
στοιχείων

Περιεχόμενα ενότητας

1. Φορτίσεις στοιχείων από το ίδιο βάρος τους
2. Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς

Σκοποί ενότητας

- Εξοικείωση των φοιτητών με τις φορτίσεις των δομικών στοιχείων
- Διαδικασίες απλοποίησης σύνθετων φορτίσεων

Φορτίσεις των κατασκευών



(1) Κωνσταντινίδης Απ. (2008) "Αντισεισμικά κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, Τόμος Α - Η Τέχνη της Κατασκευής και η Μελέτη Εφαρμογής", π-SYSTEMS INTERNATIONAL A.E., Αθήνα

Φορτία τοιχοπληρώσεων και άλλων στοιχείων πλήρωσης

- Συνήθως δίνεται το κατανεμημένο φορτίο στην επιφάνεια των στοιχείων πλήρωσης
- Για παράδειγμα στις τοιχοπληρώσεις οι συνήθεις τιμές είναι:
 - Δρομική τοιχοποιία (εσωτερικοί τοίχοι): $g_{\text{τοιχ}} = 2.1 \text{ kN/m}^2$
 - Μπατική τοιχοποιία (εξωτερικοί τοίχοι): $g_{\text{τοιχ}} = 3.6 \text{ kN/m}^2$

Μόνιμα φορτία πλακών (kN/m²)

- Φορτίο από το **ίδιο βάρος** της πλάκας

$$g_{\text{πλ,IB}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot h_f$$

- **Πρόσθετα μόνιμα φορτία πλακών** (δάπεδα, επιστρώσεις κτλ)

$g_{\text{πλ,πρ}}$ (συναντώνται και ως $g_{\text{πλ,1}}$, $g_{\text{πλ,επικ.}}$, $g_{\text{πλ,δαπ.}}$ κτλ). Δίνεται τιμή ανά υλικό.

- Φορτία **τοιχοπληρώσεων** ή άλλων μόνιμων γραμμικών φορτίσεων

- Στη (συνήθη) περίπτωση μη ακριβέστερου υπολογισμού θεωρείται ότι το σύνολο των φορτίων κατανέμεται ομοιόμορφα στην επιφάνεια της πλάκας
- Παράδειγμα: Δρομικές τοιχοπληρώσεις ύψους $h_{\text{τοιχ}}=2.5\text{m}$ για μήκος $l_{\text{τοιχ}}=4.0\text{m}$ σε μία πλάκα διαστάσεων ($l_x \times l_y$) $3.5 \times 5.0\text{m}$

$$g_{\text{πλ,τοιχ}} = \frac{g_{\text{πλ,τοιχ}} \cdot h_{\text{τοιχ}} \cdot l_{\text{τοιχ}}}{l_x \cdot l_y} = \frac{2.1\text{kN/m}^2 \cdot 2.5\text{m} \cdot 4.0\text{m}}{3.5\text{m} \cdot 5.0\text{m}} = 1.2\text{kN/m}^2$$

Μόνιμα φορτία δοκών (kN/m)

- **Μόνιμο φορτίο πλακών** που μεταφέρεται στις δοκούς (αναλυτικά στη συνέχεια): $g_{\text{δοκ,πλ}}$
- Φορτίο από το **ίδιο βάρος** των δοκών: $g_{\text{δοκ,ΙΒ}}$
 - Ορθογωνικές διατομές: $g_{\text{δοκ,ΙΒ}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot b_w \cdot h_f$
 - Πλακοδοκοί: $g_{\text{δοκ,ΙΒ}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot b_w \cdot (h-h_f)$στις πλακοδοκούς αφαιρείται το κομμάτι της πλάκας που έχει ήδη υπολογιστεί στο $g_{\text{δοκ,πλ}}$
- Φορτία **τοιχοπληρώσεων** ή άλλων μόνιμων γραμμικών φορτίσεων
Στη (συνήθη) περίπτωση μη ακριβέστερου υπολογισμού θεωρείται ότι το σύνολο των φορτίων κατανέμεται ομοιόμορφα κατά μήκος των δοκών

$$g_{\text{δοκ,τοιχ}} = g_{\text{τοιχ}} \cdot h_{\text{τοιχ}}$$

Μόνιμα φορτία υποστυλωμάτων (kN/m)

- **Μόνιμο φορτίο δοκών** που μεταφέρεται στις δοκούς. Από τη στατική επίλυση του φορέα, οι τέμνουσες δυνάμεις στα άκρα των δοκών που στηρίζονται στο υποστύλωμα μεταφέρονται σε αυτό ως (θλιπτικές) αξονικές δυνάμεις
- Φορτίο από το **ίδιο βάρος** των υποστυλωμάτων

$$g_{\text{υπ,ΙΒ}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot A_c$$

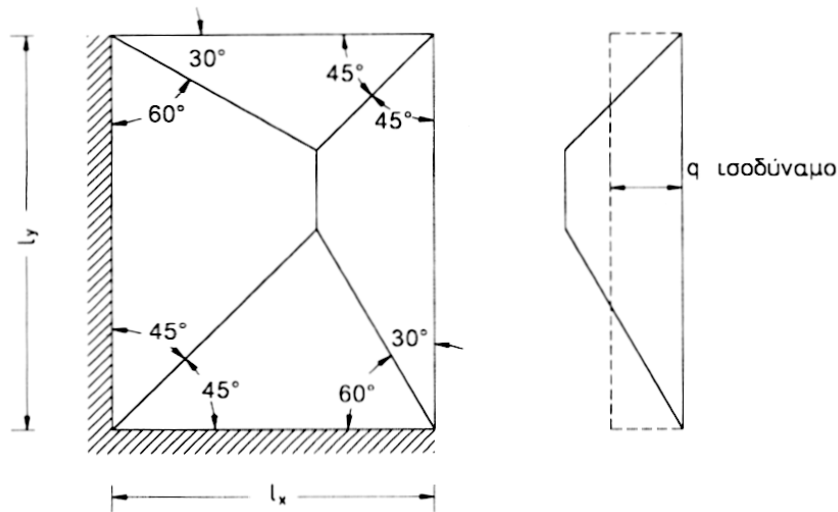
Ορθογωνικές διατομές: $g_{\text{υπ,ΙΒ}} = \gamma_{\text{σκυρ}} \cdot b \cdot h$

Μεταβλητές δράσεις

- Τα **ωφέλιμα φορτία** δίνονται από τον Ευρωκώδικα 1, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου (συνήθης τιμή $q_{\pi\lambda}=2.0\text{kN/m}^2$)
- Συνήθως το σύνολο των ωφέλιμων φορτίων ασκείται στις πλάκες και μέσω αυτών μεταφέρεται στις δοκούς και στη συνέχεια στα υποστυλώματα
- Για τις υπόλοιπες μεταβλητές δράσεις (άνεμος, χιόνι κτλ) η διαδικασία υπολογισμού περιγράφεται στα αντίστοιχα μέρη του Ευρωκώδικα 1.

Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (1/4)

Γενική περίπτωση: Γεωμετρικός κανόνας (45° - 45° ή 30° - 60°)

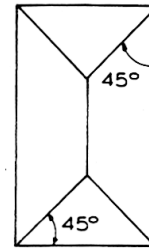


- Εφόσον σε μία γωνία συντρέχουν πλευρές ομοειδούς στήριξης (πάκτωση-πάκτωση ή έδραση-έδραση) η γωνία μερισμού είναι 45° .
- Εφόσον συντρέχουν μία πλήρως πακτωμένη με μία απλά εδραζόμενη οι γωνίες μερισμού είναι 60° και 30° αντίστοιχα.
- Για μερική πάκτωση συνιστάται να λαμβάνονται ενδιάμεσες τιμές των γωνιών (κάτι που εφαρμόζεται εξαιρετικά σπάνια)

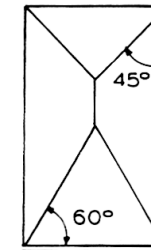
Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (2/4)

Γενική περίπτωση
Γεωμετρικός κανόνας (45° - 45° ή 30° - 60°)

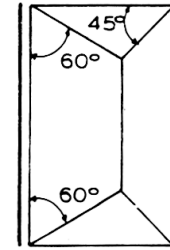
- 6 τύποι πλακών, αντίστοιχοι με τους πίνακες Czerny
- Πίνακες για τη μετατροπή των τριγωνικών-τραπεζοειδών φορτίσεων σε ισοδύναμες ορθογωνικές
- Μετατροπή βάσει τεμνουσών ή ροπών



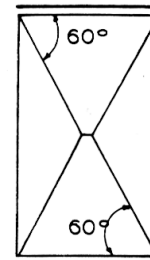
ΤΥΠΟΣ 1



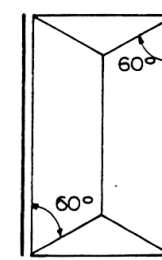
ΤΥΠΟΣ 2β



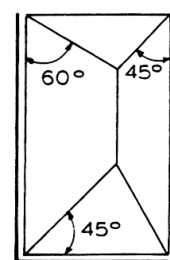
ΤΥΠΟΣ 2α



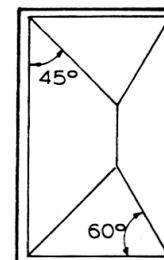
ΤΥΠΟΣ 3β



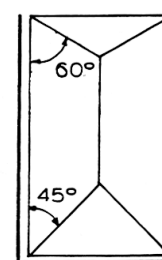
ΤΥΠΟΣ 3α



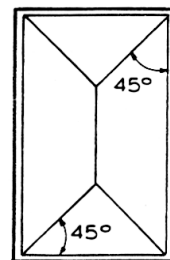
ΤΥΠΟΣ 4



ΤΥΠΟΣ 5β



ΤΥΠΟΣ 5α

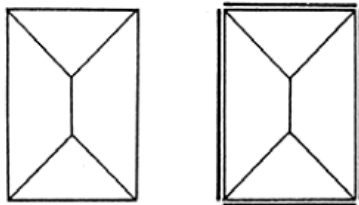


ΤΥΠΟΣ 6

Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (3/4)

Χρήση πινάκων υπολογισμού

ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 1 ή 6



$$\bar{\lambda} = 1000 * \lambda$$

Ισοδύναμα ομοιόμορφα φορτία Δοκών

Για τέμνουσες : $P^i_v = \lambda^i_v * P$

Για ροπές : $P^i_M = \lambda^i_M * P$

Οριο πλάκας i : $\begin{cases} o(\acute{\alpha}\nu\omega), & u(\kappa\acute{\alpha}\tau\omega) \\ l(\alpha\rho\iota\sigma\tau\epsilon\rho\acute{\alpha}), & r(\delta\epsilon\Xi\iota\acute{\alpha}) \end{cases}$

$$P = (p_{n\lambda} * l_{min}) / 2$$

$p_{n\lambda}$: Φορτίο πλάκας ανά m^2

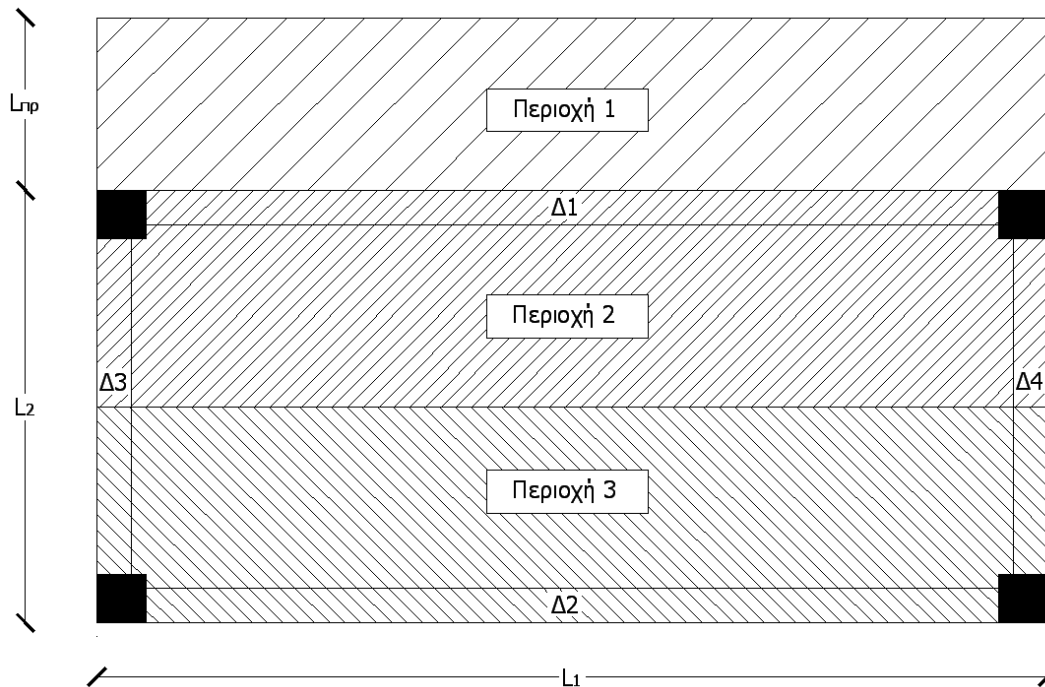
ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 4



$\epsilon = l_{max}/l_{min}$	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.60	1.70	1.80	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00
Π λ ά κ ε ς μ ε σ τ η ρ ι ξ ε ι ς τ ύ π ο υ 1 ή 6																					
$\bar{\lambda}^o_v = \bar{\lambda}^u_v$	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
$\bar{\lambda}^i_v = \bar{\lambda}^r_v$	500	524	545	565	583	600	615	630	643	655	667	688	706	722	750	778	800	833	857	875	900
$\bar{\lambda}^o_M = \bar{\lambda}^u_M$	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667
$\bar{\lambda}^i_M = \bar{\lambda}^r_M$	667	698	725	748	769	787	803	817	830	841	852	870	885	897	917	934	947	962	973	979	987
Π λ ά κ ε ς μ ε σ τ η ρ ι ξ ε ι ς τ ύ π ο υ 4																					
$\bar{\lambda}^o_v$	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366
$\bar{\lambda}^u_v$	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634
$\bar{\lambda}^i_v$	634	664	692	717	739	761	780	798	815	831	845	872	895	916	951	986	1014	1057	1087	1110	1141
$\bar{\lambda}^r_v$	366	383	399	414	427	439	450	460	471	480	488	503	517	529	549	569	586	610	627	641	659
$\bar{\lambda}^o_M$	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478
$\bar{\lambda}^u_M$	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
$\bar{\lambda}^i_M$	827	865	898	928	954	977	998	1017	1034	1049	1063	1086	1105	1122	1147	1169	1186	1207	1220	1230	1240
$\bar{\lambda}^r_M$	478	501	520	538	554	567	578	589	600	608	616	630	640	650	665	678	688	700	708	713	719

Μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς (4/4)

- Στις διέριστες πλάκες με στηρίξεις στις απέναντι πλευρές το φορτίο ισομοιράζεται σε αυτές
- Στους προβόλους όλο το φορτίο της πλάκας μεταφέρεται στη δοκό στήριξης
- Στις απλά οπλισμένες τετραέριστες πλάκες θεωρείται ότι το σύνολο των φορτίων μεταφέρεται στις δύο μεγάλες δοκούς



- $\rho_{\Delta 1, \text{πρ}} = \rho_{\text{πρ}} \cdot L_{\text{πρ}}$
- $\rho_{\Delta 1, \text{πλ}} = \rho_{\text{πλ}} \cdot L_2 / 2$
- $\rho_{\Delta 2, \text{πλ}} = \rho_{\text{πλ}} \cdot L_2 / 2$
- $\rho_{\Delta 3, \text{πλ}} = \rho_{\Delta 4, \text{πλ}} = 0$