

ΗΛΙΑΣ Κ. ΤΣΙΓΚΡΑΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Δ.Π.Θ.
 Α.Μ. Τ.Ε.Ε. 73614
 ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ 2 - ΡΟΔΟΣ - ΤΗΛ. 22410 70263
 Α.Φ.Μ.: 078977066 - ΔΟΥ ΡΟΔΟΥ 7542

1. MESOPATOMA 1

Δάπεδο ενός ανοίγματος

1.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

1.1.1. Τρόπος Κατασκευής

Εύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24

Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος 0.400m, ελεύθερο άνοιγμα δοκών 4.100m

Διατομή δοκών πατώματος $B \times H = 80\text{mm} \times 180\text{mm}$. Πάχος πατώματος 40mm

1.1.2. Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις

EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής

EN1995-1-1:2009 Εύλινες κατασκευές

1.1.3. Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

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

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

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

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$

$G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$

1.1.5. Κατανεμημένα φορτία δαπέδου

Επικάλυψη δαπέδου $g_{ek} = 0.600 \text{ kN/m}^2$

Ιδιο βάρος (μόνωση-δοκοί) $g_{wk} = 0.100 \text{ kN/m}^2$

Οροφή κάτω επιφάνειας $g_{ck} = 0.300 \text{ kN/m}^2$

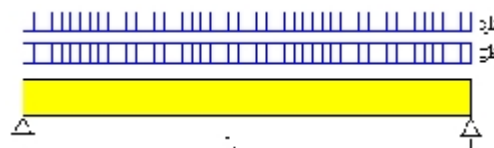
Σύνολο μόνιμων φορτίων $g_{ek} + g_{wk} + g_{ck} = g_k = 1.000 \text{ kN/m}^2$

Κινητό φορτίο δαπέδου $q_k = 3.500 \text{ kN/m}^2$

1.1.6. Φορτία ανά m δοκού δαπέδου

Μόνιμο φορτίο $g_k = 0.400 \times 1.000 = 0.400 \text{ kN/m}$

Κινητό φορτίο $q_k = 0.400 \times 3.500 = 1.400 \text{ kN/m}$



1.1.7. Επιστροφής πατώματος

άνοιγμα $L = 0.400 \text{ m}$, Φορτία πατώματος $g_{ek} = 0.600 \text{ kN/m}^2$, $q_k = 3.500 \text{ kN/m}^2$, Εργάτης $Q_k = 0.000 \text{ kN}$

Διατομή $B \times H = 1000\text{mm} \times 40\text{mm}$, $A = 4.000 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $I = 5.333 \times 10^6 \text{ mm}^4$, $W = 2.667 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Ποιότητα ξυλείας: C14

$f_{mk} = 14.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 7.2 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 16.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.0 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 3.0 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 7000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 4700 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 230 \text{ MPa}$

$G_m = 440 \text{ MPa}$, $\rho_k = 290 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_m = 350 \text{ Kg/m}^3$

Εντατικά μεγέθη δοκού (Επίστρωσης πατώματος) (L=0.400m)

Μόνιμο φορτία $g_k = 0.600 \text{ kN/m}$, $\max V = 0.120 \text{ kN}$, $\max M = 0.012 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 0.005 \text{ mm}$

Κινητό φορτία $q_k = 3.500 \text{ kN/m}$, $\max V = 0.700 \text{ kN}$, $\max M = 0.070 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 0.031 \text{ mm}$

Κινητό φορτία $Q_k = 0.000 \text{ kN}$, $\max V = 0.000 \text{ kN}$, $\max M = 0.000 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 0.000 \text{ mm}$

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (Επίστρωσης πατώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Φόρτιση	$u [\text{mm}]$	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(G) Μόνιμο $g_k = 0.600 \text{ kN/m}$	0.005	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(G) Κινητό $q_k = 3.500 \text{ kN/m}$	0.031	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60
(G) Κινητό $Q_k = 0.000 \text{ kN}$	0.000	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 G	0.005	0.009
2 Q1	0.031	0.037
3 G + Q1	0.037	0.045

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1 + k_{def})$, $w_{fin}, q = w_{inst}, q(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών (Επίστρωσης πατώματος)

$w_{inst} = 0.037 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.045 \text{ mm}$

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.037 \text{ mm} < L/300 = 400/300 = 1.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.045 \text{ mm} < L/250 = 400/250 = 1.600 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.045 \text{ mm} < L/200 = 400/200 = 2.000 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (Επίστρωσης πατώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(G) Μόνιμο $g_k = 0.600 \text{ kN/m}$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(G) Κινητό $q_k = 3.500 \text{ kN/m}$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(G) Κινητό $Q_k = 0.000 \text{ kN}$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70

Σ.Φ.	Load combination	Ved	Med	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	V/K_{mod}	M/K_{mod}
1	$\gamma_g \cdot G$	0.162	0.016	Μόνιμη	0.60	0.270	0.027
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_f$	1.212	0.121	Μεσοχρόνια	0.80	1.515	0.152
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_f$	0.162	0.016	Μεσοχρόνια	0.80	0.203	0.020

Ελεγχος διάτμησης (Επίστρωσης πατώματος), $F_v = 1.212 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef} = 0.67 \times 1000 = 670 \text{ mm}$, $h = 40 \text{ mm}$, $A = 26800 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod} = 0.70$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk} = 3.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd} = K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.70 \times 3.00 / 1.30 = 1.62 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v = 1.212 \text{ kN}$, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 1.212 / 26800 = 0.07 \text{ N/mm}^2 < 1.62 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης (Επίστρωσης πατώματος), $M_{yd} = 0.121 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b = 1000 \text{ mm}$, $h = 40 \text{ mm}$, $A = 4.00 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $W_y = 2.67 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z = 6.67 \times 10^6 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod} = 0.70$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk} = 14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.70 \times 14.00 / 1.30 = 7.54 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk} = 14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.70 \times 14.00 / 1.30 = 7.54 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd}/W_{my,netto} = 10^6 \times 0.121 / (0.2667 \times 10^6) = 0.45 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd}/W_{mz,netto} = 10^6 \times 0.000 / (6.6667 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.060 + 0.000 = 0.06 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.042 + 0.000 = 0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

1.1.8. Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου

Διατομή $B \times H = 80 \text{ mm} \times 180 \text{ mm}$, $A = 1.440 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $I = 7.379 \times 10^7 \text{ mm}^4$, $W = 4.320 \times 10^5 \text{ mm}^3$

1.2. Εντατικά μεγέθη δοκού (L=4.100m)

Μόνιμο φορτίο $G_k = 0.400 \text{ kN/m}$, $\max V = 0.82 \text{ kN}$, $\max M = 0.84 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 1.91 \text{ mm}$
 Κινητό φορτίο $Q_k = 1.400 \text{ kN/m}$, $\max V = 2.87 \text{ kN}$, $\max M = 2.94 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 6.70 \text{ mm}$

1.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(G) Μόνιμο $G_k = 0.400$	1.915	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qf) Κινητό $Q_k = 1.400$	6.701	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 G	1.915	3.063
2 Q1	6.701	7.908
3 G + Q1	8.616	10.971

$w_{fin,g} = w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q} = w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 8.616 \text{ mm}$, $w_{fin} = 10.971 \text{ mm}$

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 8.616 \text{ mm} < L/300 = 4100/300 = 13.667 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 10.971 \text{ mm} < L/250 = 4100/250 = 16.400 \text{ mm}$

$w_{fin} = 10.971 \text{ mm} < L/200 = 4100/200 = 20.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

1.4. Ταλαντώσεις (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα πατώματος $f = (3.14/2L^2) \sqrt{(EI/M)}$ (EC5 EN1995-1-1:2009 §7.3.3)

$L_{eff} = 1.00 \times 4.100 \text{ m} = 4.100 \text{ m}$, $E = 1.100 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, $I = 7.379 \times 10^{-5} \text{ m}^4$, $M = 40.77 \text{ kg}$, $f = 13.18 \text{ Hz}$

$f = 13.18 \text{ Hz} > 8 \text{ Hz}$. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα είναι αποδεκτή

$w/F = 0.40 \times 0.0208 \times L^3 / EI = 0.708 \leq a = 1.0 \text{ mm/kN}$, $L = 4.100 \text{ m}$ (EC5 Eq.7.3)

$(EI)l / (EI)b = 2$, $b/l = 8.00/4.10 = 1.95$, $n_{40} = 3.81$ (EC5 Εξ.7.7)

$v = 4 \times (0.4 + 0.6 \times 3.81) / (40.77 \times 8.00 \times 4.10 + 200) = 0.007$ (EC5 Εξ.7.6)

$\zeta = 0.01$, $v_{lim} = 120^{(13.18 \times 0.01 - 1)} = 0.016$, $v = 0.007 < 0.016 = v_{lim}$, $a = 1.0 \text{ mm/kN}$, $b = 120 \text{ m/Ns}^2$ (EC5 Eq.7.4)

Οι απαιτήσεις EN 1995 §7.3.3 για πατώματα κατοικιών ικανοποιούνται

1.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(G) Μόνιμο $G_k = 0.400$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qf) Κινητό $Q_k = 1.400$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70

Σ.Φ.	Load combination	Ved	Med	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.G	1.107	1.135	Μόνιμη	0.60	1.845	1.891
2	γγ.G + γγ.Qf	5.412	5.547	Μεσοχρόνια	0.80	6.765	6.934
	Μέγιστες τιμές					6.765	6.934

Συνδυασμός φόρτισης 2, γγ.G + γγ.Qf (Μέγιστες τιμές)

Έλεγχος διάτμησης, $F_v=5.412$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 80=54$ mm, $h=180$ mm, $A=9720$ mm²

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=4.00$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 4.00 / 1.30 = 2.46$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=5.412$ kN, $v_{0d}=1.50 F_v / A_{netto} = 1000 \times 5.412 / 9720 = 0.84$ N/mm² < 2.46 N/mm² = f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=5.547$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=80$ mm, $h=180$ mm, $A=1.44 \times 10^4$ mm², $W_y=4.32 \times 10^5$ mm³, $W_z=1.92 \times 10^5$ mm³

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²

$f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 5.547 / (0.4320 \times 10^6) = 12.84$ N/mm²

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1920 \times 10^6) = 0.00$ N/mm²

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.869 + 0.000 = 0.87 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.609 + 0.000 = 0.61 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=5.547$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=80$ mm, $h=180$ mm, $A=1.44 \times 10^4$ mm², $W_y=4.32 \times 10^5$ mm³, $W_z=1.92 \times 10^5$ mm³

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92$ N/mm²

$f_{myk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²

$f_{mk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 5.547 / (0.4320 \times 10^6) = 12.84$ N/mm²

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1920 \times 10^6) = 0.00$ N/mm²

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 4.100=4.100$ m = 4100 mm, $L_{ef}=0.9 \times 4100=3690$ mm

$S_{kz}=0.10 \times 4.100=0.410$ m = 410 mm, $L_{ef}=0.9 \times 410=369$ mm

Λυγηρότητες

$i_y=\sqrt{I_y/A}=0.289 \times 180=52$ mm, $\lambda_y=4100/52=78.85$

$i_z=\sqrt{I_z/A}=0.289 \times 80=23$ mm, $\lambda_z=410/23=17.83$

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 80^2 \times 7400 / (180 \times 3690) = 55.62$ N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 180^2 \times 7400 / (80 \times 369) = 6335.12$ N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity}=55.62$ N/mm², $\lambda_{rel,my}=\sqrt{f_{myk}/\sigma_{m,crity}}=0.66$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz}=6335.12$ N/mm², $\lambda_{rel,mz}=\sqrt{f_{mk}/\sigma_{m,critz}}=0.06$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.66$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{cristy}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.06$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{cristz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.869 + 0.000 = 0.87 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.609 + 0.000 = 0.61 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

2. MESOPATOMA 2

Δάπεδο ενός ανοίγματος

2.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

2.1.1. Τρόπος Κατασκευής

Εύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24

Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος 0.450m, ελεύθερο άνοιγμα δοκών 2.900m

Διατομή δοκών πατώματος BxH=70mmx140mm. Πάχος πατώματος 40mm

2.1.2. Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις

EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής

EN1995-1-1:2009 Εύλινες κατασκευές

2.1.3. Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

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

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

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

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0$ MPa, $f_{t0k} = 14.5$ MPa, $f_{t90k} = 0.4$ MPa

$f_{c0k} = 21.0$ MPa, $f_{c90k} = 2.5$ MPa, $f_{vk} = 4.0$ MPa

$E_{0m} = 11000$ MPa, $E_{005} = 7400$ MPa, $E_{90m} = 370$ MPa

$G_m = 690$ MPa, $\rho_k = 350$ Kg/m³, $\rho_m = 420$ Kg/m³

2.1.5. Κατανεμημένα φορτία δαπέδου

Επικάλυψη δαπέδου $g_{ek} = 0.600$ kN/m²

Ιδιο βάρος (μόνωση-δοκοί) $g_{wk} = 0.100$ kN/m²

Οροφή κάτω επιφάνειας $g_{ck} = 0.300$ kN/m²

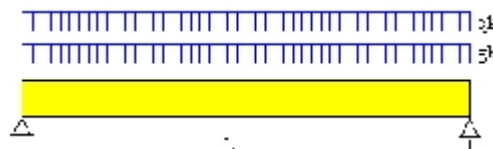
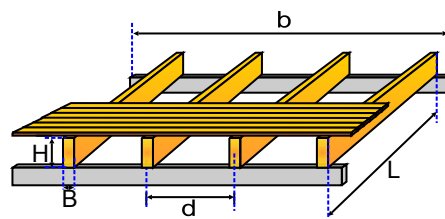
Σύνολο μόνιμων φορτίων $g_{ek} + g_{wk} + g_{ck} = g_k = 1.000$ kN/m²

Κινητό φορτίο δαπέδου $q_k = 3.500$ kN/m²

2.1.6. Φορτία ανά m δοκού δαπέδου

Μόνιμο φορτίο $g_k = 0.450 \times 1.000 = 0.450$ kN/m

Κινητό φορτίο $q_k = 0.450 \times 3.500 = 1.575$ kN/m



2.1.7. Επίστρωσης πατώματος

άνοιγμα $L=0.450$ m, Φορτία πατώματος $g_k=0.600$ kN/m² $q_k=3.500$ kN/m², Εργάτης $Q_k=0.000$ kN
 Διατομή $B \times H=1000\text{mm} \times 40\text{mm}$, $A=4.000 \times 10^4 \text{mm}^2$, $I=5.333 \times 10^6 \text{mm}^4$, $W=2.667 \times 10^5 \text{mm}^3$
 Ποιότητα ξυλείας: C14
 $f_{mk} = 14.0$ MPa, $f_{t0k} = 7.2$ MPa, $f_{t90k} = 0.4$ MPa
 $f_{c0k} = 16.0$ MPa, $f_{c90k} = 2.0$ MPa, $f_{vk} = 3.0$ MPa
 $E_{0m} = 7000$ MPa, $E_{005} = 4700$ MPa, $E_{90m} = 230$ MPa
 $G_m = 440$ MPa, $\rho_k = 290$ Kg/m³, $\rho_m = 350$ Kg/m³

Εντατικά μεγέθη δοκού (Επίστρωσης πατώματος) (L=0.450m)

Μόνιμο φορτία $g_k = 0.600$ kN/m, $\max V = 0.135$ kN, $\max M = 0.015$ kNm, $\max \Delta = 0.009$ mm
 Κινητό φορτία $q_k = 3.500$ kN/m, $\max V = 0.787$ kN, $\max M = 0.089$ kNm, $\max \Delta = 0.050$ mm
 Κινητό φορτία $Q_k = 0.000$ kN, $\max V = 0.000$ kN, $\max M = 0.000$ kNm, $\max \Delta = 0.000$ mm

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (Επίστρωσης πατώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Φόρτιση	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(G) Μόνιμο $g_k = 0.600$ kN/m	0.009	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(G) Κινητό $q_k = 3.500$ kN/m	0.050	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60
(G) Κινητό $Q_k = 0.000$ kN	0.000	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 G	0.009	0.014
2 Q1	0.050	0.059
3 G + Q1	0.059	0.073

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1+k_{def})$, $w_{fin}, q = w_{inst}, q(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών (Επίστρωσης πατώματος)

$w_{inst} = 0.059$ mm, $w_{fin} = 0.073$ mm

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2**Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης**

$w_{inst} = 0.059$ mm < $L/300=450/300=1.500$ mm

$w_{net,fin} = 0.073$ mm < $L/250=450/250=1.800$ mm

$w_{fin} = 0.073$ mm < $L/200=450/200=2.250$ mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (Επίστρωσης πατώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(G) Μόνιμο $g_k = 0.600$ kN/m	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(G) Κινητό $q_k = 3.500$ kN/m	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(G) Κινητό $Q_k = 0.000$ kN	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70

Σ.Φ.	Load combination	Ved	Med	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot G$	0.182	0.021	Μόνιμη	0.60	0.304	0.034
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_f$	1.363	0.153	Μεσοχρόνια	0.80	1.704	0.192
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_f$	0.182	0.021	Μεσοχρόνια	0.80	0.228	0.026

Ελεγχος διάτμησης (Επίστρωσης πατώματος), $F_v=1.363$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 1000=670$ mm, $h=40$ mm, $A=26\,800$ mm²

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.70$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=3.00$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.70 \times 3.00 / 1.30 = 1.62$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=1.363$ kN, $v_{0d}=1.50 F_v / 0d / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 1.363 / 26800 = 0.08$ N/mm² < 1.62 N/mm² = f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης (Επίστρωσης πατώματος), $M_{yd}=0.153 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)
 Ορθογωνική διατομή, $b=1000\text{mm}$, $h=40\text{mm}$, $A=4.00 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $W_y=2.67 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=6.67 \times 10^6 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.70$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{mk}=14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.70 \times 14.00 / 1.30 = 7.54 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mk}=14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.70 \times 14.00 / 1.30 = 7.54 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.153 / (0.2667 \times 10^6) = 0.58 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (6.6667 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.076 + 0.000 = 0.08 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.053 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

2.1.8. Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου

Διατομή $B \times H = 70\text{mm} \times 140\text{mm}$, $A=9.800 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $I=3.293 \times 10^7 \text{ mm}^4$, $W=2.287 \times 10^5 \text{ mm}^3$

2.2. Εντατικά μεγέθη δοκού ($L=2.900\text{m}$)

Μόνιμο φορτίο $G_k=0.450 \text{ kN/m}$, $\max V=0.65 \text{ kN}$, $\max M=0.47 \text{ kNm}$, $\max \Delta=1.23 \text{ mm}$

Κινητό φορτίο $Q_k=1.575 \text{ kN/m}$, $\max V=2.28 \text{ kN}$, $\max M=1.66 \text{ kNm}$, $\max \Delta=4.30 \text{ mm}$

2.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Ελεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(G) Μόνιμο $G_k=0.450$	1.228	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qf) Κινητό $Q_k=1.575$	4.298	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	w_{fin} [mm]
1 G	1.228	1.965
2 Q1	4.298	5.072
3 G + Q1	5.526	7.037

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst}=5.526 \text{ mm}$, $w_{fin}=7.037 \text{ mm}$

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst}=5.526 \text{ mm} < L/300=2900/300=9.667 \text{ mm}$

$w_{net,fin}=7.037 \text{ mm} < L/250=2900/250=11.600 \text{ mm}$

$w_{fin}=7.037 \text{ mm} < L/200=2900/200=14.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

2.4. Ταλαντώσεις (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα πατώματος $f=(3.14/2L^2) \sqrt{(EI/M)}$ (EC5 EN1995-1-1:2009 §7.3.3)

$L_{eff}=1.00 \times 2.900\text{m}=2.900 \text{ m}$, $E=1.100 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, $I=3.293 \times 10^{-5} \text{ m}^4$, $M=45.87 \text{ kg}$, $f=16.60 \text{ Hz}$

$f=16.60 \text{ Hz} > 8 \text{ Hz}$. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα είναι αποδεκτή

$w/F=0.45 \times 0.0208 \times L^3/EI=0.631 < a=1.0 \text{ mm/kN}$, $L=2.900 \text{ m}$ (EC5 Eq.7.3)

$(EI)/l/(EI)b=1$, $b/l=4.70/2.90=1.62$, $n_{40}=2.42$ (EC5 Εξ.7.7)

$v=4 \times (0.4+0.6 \times 2.42)/(45.87 \times 4.70 \times 2.90+200)=0.009$ (EC5 Εξ.7.6)

$\zeta=0.01$, $v_{lim}=120^{(16.60 \times 0.01-1)}=0.018$, $v=0.009 < 0.018=v_{lim}$, $a=1.0 \text{ mm/kN}$, $b=120 \text{ m/Ns}^2$ (EC5 Eq.7.4)

Οι απαιτήσεις EN 1995 §7.3.3 για πατώματα κατοικιών ικανοποιούνται

2.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _G	γ _Q	ψ ₀
(G) Μόνιμο G _k = 0.450	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qf) Κινητό Q _k = 1.575	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70

Σ.Φ.	Load combination	Ved	Med	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ _G .G	0.881	0.639	Μόνιμη	0.60	1.468	1.064
2	γ _G .G + γ _Q .Qf	4.306	3.122	Μεσοχρόνια	0.80	5.383	3.903
	Μέγιστες τιμές					5.383	3.903

Συνδυασμός φόρτισης 2, γ_G.G + γ_Q.Qf (Μέγιστες τιμές)

Ελεγχος διάτμησης, F_v=4.306 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, b_{ef}=0.67x70=47 mm, h=140 mm, A= 6 580 mm²

Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)

f_{vk}=4.00 N/mm², f_{vd}=K_{mod}·f_{vk}/γ_M=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

F_v=4.306 kN, τ_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000x1.50x4.306/6580=0.98N/mm² < 2.46N/mm²=f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης, M_{yd}=3.122 kNm, M_{zd}=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³

Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)

f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x3.122/(0.2287x10⁶)=13.65 N/mm²

σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(0.1143x10⁶)= 0.00 N/mm²

σ_{myd}/f_{myd}+K_m.σ_{mzd}/f_{mzd}=0.924+0.000= 0.92 < 1 (EC5 Εξ.6.11)

K_m.σ_{myd}/f_{myd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.647+0.000= 0.65 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, M_{yd}=3.122 kNm, M_{zd}=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³

Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)

f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=0.80x21.00/1.30=12.92N/mm²

f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x3.122/(0.2287x10⁶)=13.65 N/mm²

σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(0.1143x10⁶)= 0.00 N/mm²

Μήκη Λυγισμού

S_{ky}= 1.00x2.900=2.900 m= 2900 mm, L_{ef}=0.9x2900=2610mm

S_{kz}= 0.10x2.900=0.290 m= 290 mm, L_{ef}=0.9x290=261mm

Λυγηρότητες

i_y=√(I_y/A)=0.289x 140= 40 mm, λ_y= 2900/ 40= 72.50

i_z=√(I_z/A)=0.289x 70= 20 mm, λ_z= 290/ 20= 14.50

σ_{m,crit}=0.78.b²·E005/(h·L_{ef})=0.78x70²x 7400/(140x2610)= 77.40N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

σ_{m,crit}=0.78.b²·E005/(h·L_{ef})=0.78x140²x 7400/(70x261)=6192.18N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

σ_{m,crity}= 77.40 N/mm², λ_{rel,my}=√(f_{myk}/σ_{m,crity})= 0.56 (EC5 Εξ.6.30)

σ_{m,critz}= 6192.18 N/mm², λ_{rel,mz}=√(f_{mzk}/σ_{m,critz})= 0.06 (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.56$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{crity}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.06$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+K_m\cdot\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.924+0.000=0.92 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m\cdot\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.647+0.000=0.65 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

3. DOMA1

Δάπεδο ενός ανοίγματος

3.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

3.1.1. Τρόπος Κατασκευής

Εύλινο δάπεδο, από ξυλεία C24

Απόσταση μεταξύ δοκών πατώματος 0.430m, ελεύθερο άνοιγμα δοκών 4.480m

Διατομή δοκών πατώματος $B\times H=80\text{mm}\times 180\text{mm}$. Πάχος πατώματος 40mm

3.1.2. Κανονισμοί

EN1990:2002 Δράσεις

EN1991-1-1:2002 Φορτία κατασκευής

EN1995-1-1:2009 Εύλινες κατασκευές

3.1.3. Μέθοδος υπολογισμού

Υπολογίζονται οι εσωτερικές δυνάμεις στα άκρα και στο μέσον των δοκών του πατώματος, καθώς και τα ελαστικά βέλη κάμψης, για όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων σύμφωνα με τον Ευρ. 1 και Ευρ. 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι φέρουσας ικανότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6). Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας EC5 EN1995-1-1:2009, §7.2, καθώς και οι ταλαντώσεις σύμφωνα με (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

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

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

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

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$

$G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$

3.1.5. Κατανεμημένα φορτία δαπέδου

Επικάλυψη δαπέδου $g_{ek} = 0.600 \text{ kN/m}^2$

Ιδιο βάρος (μόνωση-δοκοί) $g_{wk} = 0.100 \text{ kN/m}^2$

Οροφή κάτω επιφάνειας $g_{ck} = 0.300 \text{ kN/m}^2$

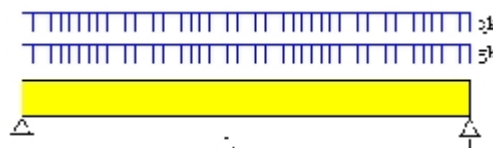
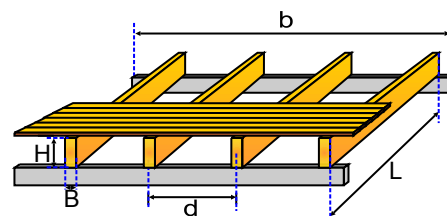
Σύνολο μονίμων φορτίων $g_{ek}+g_{wk}+g_{ck} = g_k = 1.000 \text{ kN/m}^2$

Κινητό φορτίο δαπέδου $q_k = 1.000 \text{ kN/m}^2$

3.1.6. Φορτία ανά m δοκού δαπέδου

Μόνιμο φορτίο $g_k=0.430\times 1.000=0.430 \text{ kN/m}$

Κινητό φορτίο $q_k=0.430\times 1.000=0.430 \text{ kN/m}$



3.1.7. Επίστρωσης πατώματος

άνοιγμα $L=0.430$ m, Φορτία πατώματος $g_k=0.600$ kN/m² $q_k=1.000$ kN/m², Εργάτης $Q_k=0.000$ kN
 Διατομή $B \times H=1000\text{mm} \times 40\text{mm}$, $A=4.000 \times 10^4 \text{mm}^2$, $I=5.333 \times 10^6 \text{mm}^4$, $W=2.667 \times 10^5 \text{mm}^3$
 Ποιότητα ξυλείας: C14
 $f_{mk} = 14.0$ MPa, $f_{t0k} = 7.2$ MPa, $f_{t90k} = 0.4$ MPa
 $f_{c0k} = 16.0$ MPa, $f_{c90k} = 2.0$ MPa, $f_{vk} = 3.0$ MPa
 $E_{0m} = 7000$ MPa, $E_{005} = 4700$ MPa, $E_{90m} = 230$ MPa
 $G_m = 440$ MPa, $\rho_k = 290$ Kg/m³, $\rho_m = 350$ Kg/m³

Εντατικά μεγέθη δοκού (Επίστρωσης πατώματος) (L=0.430m)

Μόνιμο φορτία $g_k = 0.600$ kN/m, $\max V = 0.129$ kN, $\max M = 0.014$ kNm, $\max \Delta = 0.007$ mm

Κινητό φορτία $q_k = 1.000$ kN/m, $\max V = 0.215$ kN, $\max M = 0.023$ kNm, $\max \Delta = 0.012$ mm

Κινητό φορτία $Q_k = 0.000$ kN, $\max V = 0.000$ kN, $\max M = 0.000$ kNm, $\max \Delta = 0.000$ mm

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (Επίστρωσης πατώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Φόρτιση	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Kdef
(G) Μόνιμο $g_k = 0.600$ kN/m	0.007	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(G) Κινητό $q_k = 1.000$ kN/m	0.012	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60
(G) Κινητό $Q_k = 0.000$ kN	0.000	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 G	0.007	0.011
2 Q1	0.012	0.014
3 G + Q1	0.019	0.026

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1+k_{def})$, $w_{fin}, q = w_{inst}, q(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών (Επίστρωσης πατώματος)

$w_{inst} = 0.019$ mm, $w_{fin} = 0.026$ mm

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2**Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης**

$w_{inst} = 0.019$ mm < $L/300=430/300=1.433$ mm

$w_{net,fin} = 0.026$ mm < $L/250=430/250=1.720$ mm

$w_{fin} = 0.026$ mm < $L/200=430/200=2.150$ mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (Επίστρωσης πατώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(G) Μόνιμο $g_k = 0.600$ kN/m	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(G) Κινητό $q_k = 1.000$ kN/m	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(G) Κινητό $Q_k = 0.000$ kN	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70

Σ.Φ.	Load combination	Ved	Med	Κλάση διάρκειας	kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	$\gamma_g \cdot G$	0.174	0.019	Μόνιμη	0.60	0.290	0.031
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_f$	0.497	0.053	Μεσοχρόνια	0.80	0.621	0.067
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_f$	0.174	0.019	Μεσοχρόνια	0.80	0.218	0.023

Ελεγχος διάτμησης (Επίστρωσης πατώματος), $F_v=0.497$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 1000=670$ mm, $h=40$ mm, $A=26\,800$ mm²

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.70$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=3.00$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.70 \times 3.00 / 1.30 = 1.62$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.497$ kN, $v_{0d}=1.50 F_v / 0d / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.497 / 26800 = 0.03$ N/mm² < 1.62 N/mm² = f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης (Επίστρωσης πατώματος), $M_{yd}=0.053 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)
 Ορθογωνική διατομή, $b=1000\text{mm}$, $h=40\text{mm}$, $A=4.00 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $W_y=2.67 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=6.67 \times 10^6 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.70$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{myk}=14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.70 \times 14.00 / 1.30 = 7.54 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.70 \times 14.00 / 1.30 = 7.54 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.053 / (0.2667 \times 10^6) = 0.20 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (6.6667 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.027 + 0.000 = 0.03 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.019 + 0.000 = 0.02 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

3.1.8. Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου

Διατομή $B \times H = 80\text{mm} \times 180\text{mm}$, $A=1.440 \times 10^4 \text{ mm}^2$, $I=7.553 \times 10^7 \text{ mm}^4$, $W=4.320 \times 10^5 \text{ mm}^3$

3.2. Εντατικά μεγέθη δοκού ($L=4.480\text{m}$)

Μόνιμο φορτίο $G_k = 0.430 \text{ kN/m}$, $\max V = 0.96 \text{ kN}$, $\max M = 1.08 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 2.84 \text{ mm}$

Κινητό φορτίο $Q_k = 0.430 \text{ kN/m}$, $\max V = 0.96 \text{ kN}$, $\max M = 1.08 \text{ kNm}$, $\max \Delta = 2.84 \text{ mm}$

3.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Ελεγχος βέλους κάμψης στο μέσο της δοκού (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(G) Μόνιμο $G_k = 0.430$	2.845	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qf) Κινητό $Q_k = 0.430$	2.845	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.30	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	w_{fin} [mm]
1 G	2.845	4.552
2 Q1	2.845	3.357
3 G + Q1	5.690	7.909

$w_{fin,g} = w_{inst,g}(1 + k_{def})$, $w_{fin,q} = w_{inst,q}(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 5.690 \text{ mm}$, $w_{fin} = 7.909 \text{ mm}$

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 5.690 \text{ mm} < L/300 = 4480/300 = 14.933 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 7.909 \text{ mm} < L/250 = 4480/250 = 17.920 \text{ mm}$

$w_{fin} = 7.909 \text{ mm} < L/200 = 4480/200 = 22.400 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

3.4. Ταλαντώσεις (EC5 EN1995-1-1:2009, §7.3.3)

Θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα πατώματος $f = (3.14/2L)^2 \sqrt{EI/M}$ (EC5 EN1995-1-1:2009 §7.3.3)

$L_{eff} = 1.00 \times 4.480 \text{ m} = 4.480 \text{ m}$, $E = 1.100 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, $I = 7.553 \times 10^{-5} \text{ m}^4$, $M = 43.83 \text{ kg}$, $f = 10.78 \text{ Hz}$

$f = 10.78 \text{ Hz} > 8 \text{ Hz}$. Η θεμελιώδης ιδιοσυχνότητα είναι αποδεκτή

$w/F = 0.43 \times 0.0208 \times L^3 / EI = 0.970 \leq a = 1.0 \text{ mm/kN}$, $L = 4.480 \text{ m}$ (EC5 Eq.7.3)

$(EI)l / (EI)b = 2$, $b/l = 12.77/4.48 = 2.85$, $n_{40} = 6.09$ (EC5 Εξ.7.7)

$v = 4 \times (0.4 + 0.6 \times 6.09) / (43.83 \times 12.77 \times 4.48 + 200) = 0.006$ (EC5 Εξ.7.6)

$\zeta = 0.01$, $v_{lim} = 120^{(10.78 \times 0.01 - 1)} = 0.014$, $v = 0.006 < 0.014 = v_{lim}$, $a = 1.0 \text{ mm/kN}$, $b = 120 \text{ m/Ns}^2$ (EC5 Eq.7.4)

Οι απαιτήσεις EN 1995 §7.3.3 για πατώματα κατοικιών ικανοποιούνται

3.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(G) Μόνιμο G _k = 0.430	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qf) Κινητό Q _k = 0.430	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70

Σ.Φ.	Load combination	V _{ed}	M _{ed}	Κλάση διάρκειας	k _{mod}	V/K _{mod}	M/K _{mod}
1	γ _g .G	1.300	1.456	Μόνιμη	0.60	2.167	2.427
2	γ _g .G + γ _q .Q _f	2.745	3.075	Μεσοχρόνια	0.80	3.431	3.843
	Μέγιστες τιμές					3.431	3.843

Συνδυασμός φόρτισης 2, γ_g.G + γ_q.Q_f (Μέγιστες τιμές)

Ελεγχος διάτμησης, F_v=2.745 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, b_{ef}=0.67x80=54 mm, h=180 mm, A= 9 720 mm²

Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)

f_{vk}=4.00 N/mm², f_{vd}=K_{mod}·f_{vk}/γ_M=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

F_v=2.745 kN, τ_{vd}=1.50F_v0d/A_{netto}=1000x1.50x2.745/9720=0.42N/mm² < 2.46N/mm²=f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης, M_{yd}=3.075 kNm, M_{zd}=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=180mm, A=1.44x10⁴mm², W_y=4.32x10⁵mm³, W_z=1.92x10⁵mm³

Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)

f_{yk}=24.00 N/mm², f_{ymd}=K_{mod}·f_{yk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

f_{mk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x3.075/(0.4320x10⁶)= 7.12 N/mm²

σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(0.1920x10⁶)= 0.00 N/mm²

σ_{myd}/f_{ymd}+K_m·σ_{mzd}/f_{mzd}=0.482+0.000= 0.48 < 1 (EC5 Εξ.6.11)

K_m·σ_{myd}/f_{ymd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.337+0.000= 0.34 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, M_{yd}=3.075 kNm, M_{zd}=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=180mm, A=1.44x10⁴mm², W_y=4.32x10⁵mm³, W_z=1.92x10⁵mm³

Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)

f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=0.80x21.00/1.30=12.92N/mm²

f_{yk}=24.00 N/mm², f_{ymd}=K_{mod}·f_{yk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

f_{mk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x3.075/(0.4320x10⁶)= 7.12 N/mm²

σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(0.1920x10⁶)= 0.00 N/mm²

Μήκη Λυγισμού

S_{ky}= 1.00x4.480=4.480 m= 4480 mm, L_{ef}=0.9x4480=4032mm

S_{kz}= 0.10x4.480=0.448 m= 448 mm, L_{ef}=0.9x448=403mm

Λυγηρότητες

i_y=√(I_y/A)=0.289x 180= 52 mm, λ_y= 4480/ 52= 86.15

i_z=√(I_z/A)=0.289x 80= 23 mm, λ_z= 448/ 23= 19.48

σ_{m,crit}=0.78·b²·E005/(h·L_{ef})=0.78x80²x 7400/(180x4032)= 50.90N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

σ_{m,crit}=0.78·b²·E005/(h·L_{ef})=0.78x180²x 7400/(80x403)=5797.77N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

σ_{m,crity}= 50.90 N/mm², λ_{rel,my}=√(f_{yk}/σ_{m,crity})= 0.69 (EC5 Εξ.6.30)

σ_{m,critz}= 5797.77 N/mm², λ_{rel,mz}=√(f_{mk}/σ_{m,critz})= 0.06 (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.69$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{crity}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.06$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

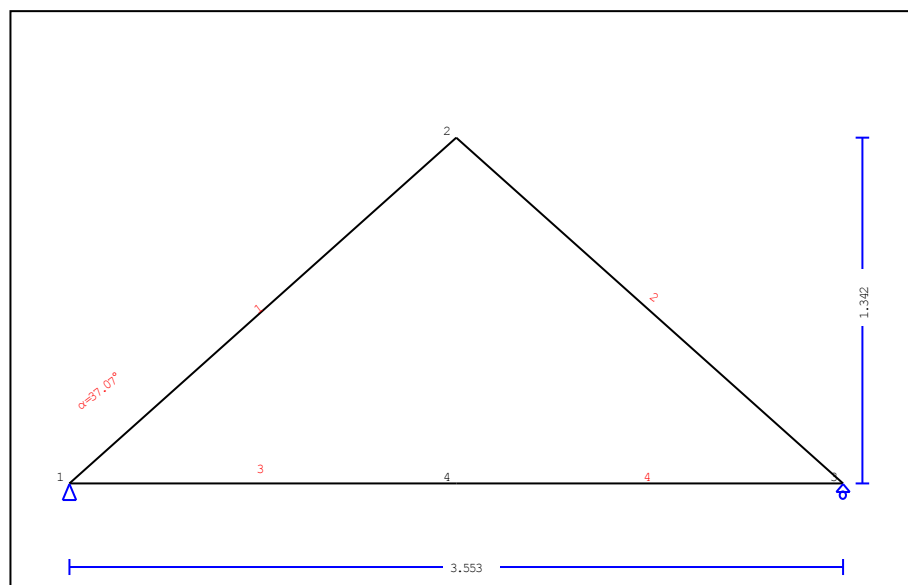
$\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+K_m\cdot\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.482+0.000=0.48 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m\cdot\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.337+0.000=0.34 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4. ΣΤΕΓ.-001

Στέγη δίριχτη τύπου Α



4.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

4.1.1. Τρόπος Κατασκευής

Εύλινη στέγη, από ζευκτά ξυλεία C24. Τύπος ζευκτού όπως το ανωτέρω σχέδιο.

Ανοιγμα ζευκτών 3.553 m, ύψος 1.342 m, κλίση στέγης 37.07°, απόσταση ζευκτών 0.700m

Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm

Τεγίδες από ξυλεία C24, διαστάσεων 50x50 mm, σε απόσταση 0.300 m

Διατομές ράβδων ζευκτού BxH [mm]

Ράβδοι 1, 2, Διατομή 70x140 [mm]

Ράβδοι 3, 4, Διατομή 70x140 [mm]

Όγκος ζευκτού =0.078 m³, βάρος ζευκτού =0.269 kN

4.1.2. Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Μέρος 1-1, Δράσεις

EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-1, Φορτία κατασκευής

EN1991-1-3:2003, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-3, Φορτία χιονιού

EN1991-1-4:2005, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-4, Φορτία ανέμου

EN1995-1-1:2009, Ευρωκώδικας 5 Μέρος 1-1, Εύλινες κατασκευές

4.1.3. Μέθοδος υπολογισμού

Οι εσωτερικές δυνάμεις του ζευκτού της στέγης υπολογίζονται με ανάλυση του ραβδόμορφου φορέα, με πεπερασμένα στοιχεία, με άκαμπτες ή ελαστικές συνδέσεις. Για να υπολογιστούν οι διάφορες φορτίσεις, πρώτα υπολογίζονται οι εντατικές καταστάσεις, για μοναδιαίες φορτίσεις, και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν οι εντατικές καταστάσεις στις διάφορες φορτίσεις. Εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί επικίνδυνων φορτίσεων, σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1 και Ευρωκώδικας 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι των ράβδων στις δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης (φέρουσα ικανότητα), σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §6. Γίνονται επίσης οι έλεγχοι των συνδέσεων σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §8. Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας, σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §7.

4.1.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών, τεγίδων, πετωμάτων) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

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

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$

$G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$

4.1.5. Κατανομημένα φορτία στέγης

Επικάλυψη στέγης

$G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$ (Κεραμίδια κεραμικά)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

$G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$ $G_e + G_t = 0.550 \text{ kN/m}^2$

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

$G_c = 0.300 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

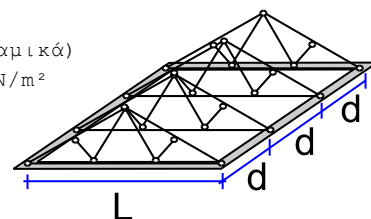
$S_k = 0.519 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

$Q_w = 1.801 \text{ kN/m}^2$

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

$Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$



4.2. Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους S_k (EC1 EN1991-1-3:2003 §4, Παράρτημα C)

Κλιματική περιοχή : Ελλάδα, ζώνη χιονιού : A, υψόμετρο = 500 m

$S_k = 0.40 \times [1 + (500/917)^2] = 0.519 \text{ kN/m}^2$

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους: $s_k = 0.519 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού σε στέγη (EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

Γωνία κλίσης στέγης : $\alpha = 37.073^\circ$

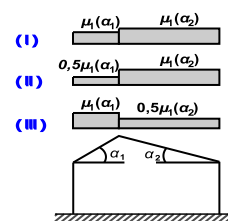
Συντελεστής έκθεσης : $C_e = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2 (7))

Συντελεστής θερμότητας : $C_t = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2 (8))

Συντελεστής μορφής, $\alpha_1 = \alpha_2 = 37.07^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.611$ (Πινάκας 5.2)

$S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.611 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.519 = 0.317 \text{ kN/m}^2$ (§5.2)

$S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.611 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.519 = 0.317 \text{ kN/m}^2$



Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003 §5.3.3)

Περιπτώσεις φόρτισης (I) , $S(\text{Αριστ}) = S(\alpha_1) = 0.317 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 0.317 \text{ kN/m}^2$

Περιπτώσεις φόρτισης (II) , $S(\text{Αριστ}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.159 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 0.317 \text{ kN/m}^2$

Περιπτώσεις φόρτισης (III) , $S(\text{Αριστ}) = S(\alpha_1) = 0.317 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Δεξιά}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.159 \text{ kN/m}^2$

4.3. Φορτίο ανέμου (EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

$v_{bo}=33.00$ m/s, Ελλάδα EL07, Ζώνη: 1, $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 33.00$ m/s

Κατηγορία εδάφους: II, $z=11.000$ m, $z_o=0.050$ m, $z_{min}=2$ m, $z_{max}=200$ m, $z_{oII}=0.050$ m

$k_r=0.19 \cdot (0.050/0.05)^{0.07}=0.190$

Συντελεστής τραχύτητας $C_r(z)=k_r \cdot \ln(z/z_o)=0.190 \times \ln(11.000/0.050)=1.025$

$H/L_u=50/600=0.08$, $0.05 < H/L_u=0.08 < 0.30$, $L_e=600.00$ m

(EN1991-1-4, Πιν.Α.2)

$z=50.00$ m, $X/L_e=500/600=0.83$, $z/L_e=50/600=0.10$, $s=0.396$

(Εξ.Α.7, ...Α.10)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης $C_o(z)=1+2 \times 0.396 \times 0.083=1.066$

(Εξ.Α.2)

Συντελεστής στροβιλισμού $K_t=1.000$

Συντελεστής έκθεσης $C_e(z)=2.646$

(EN1991-1-4, §4.5)

$q(z)=C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 2.646 \times 0.625 \times 33.00^2 = 1.801$ kN/m²

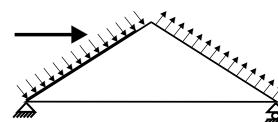
Πίεση ανέμου σε στέγη $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$ (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

Συντελεστές εξωτερικής πίεσης (EC1 EN1991-1-4:2005 Πίνακας 7.4)

Για κλίση στέγης $\alpha=37.07^\circ$, $C_{pe}(+)=0.60$, $C_{pe}(-)=-0.45$

Πίεση ανέμου w_e (Αριστ.) = 1.075 kN/m²

Πίεση ανέμου w_e (Δεξιά) = -0.816 kN/m²

**4.4. Σεισμικό φορτίο** (EC8 EN1998-1-1:2004, §3)

Οριζόντια σεισμική επιτάχυνση (§3.2.2.2) $a_{gr}/g=0.16$

Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση (§3.2.2.3) $a_{vg}/a_g=0.90$

Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου (§3.2.1, Τ.4.3) $\gamma_i=1.00$

Συντ. θεμελίωσης (§3.2.2.2) $S=1.00$

Συντ. συμπεριφοράς [οριζ.] (§3.2.2.5) $q=1.50$

Συντ. συμπεριφοράς [κατακ.] $q_v=1.50$

Συντ. φασματικής μορφής [οριζ.] (§3.2.2.5) $\beta_h(T)=2.50$

Συντ. φασματικής μορφής [κατακ.] (§3.2.2.3) $\beta_v(T)=1.38$

Διορθωτικός συντελεστής (§4.3.3.2.2.1) $\lambda=1.00$

Κατανομή φορτίων $\zeta=z_i W_i / \sum z_j W_j$ (§4.3.3.2.3) $\zeta=1.50$

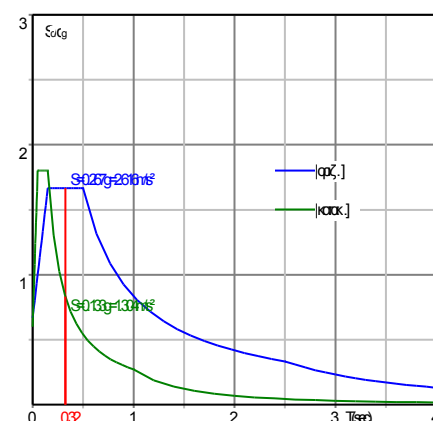
Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3) $T(\text{sec})=0.32$

Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων $\psi_2=0.30$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού $\psi_2=0.20$

Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]: $T_b=0.15\text{sec}$, $T_c=0.50\text{sec}$, $T_d=2.50\text{sec}$

Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [κατακ.]: $T_b=0.05\text{sec}$, $T_c=0.15\text{sec}$, $T_d=1.00\text{sec}$



Οριζόντιο : $F_h = a_{gr} \cdot \gamma_i \cdot S \cdot \beta_h(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q$

$F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.50 / 1.50 = 0.400 \times g$ (EC8 §3.2.2.2)

Κατακόρυφο: $F_v = (a_{vg}/a_g) \cdot a_{gr} \cdot \gamma_i \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$

$F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 1.38 \times 1.00 \times 1.50 / 1.50 = 0.199 \times g$ (EC8 §3.2.2.3)

4.5. Υπολογισμός σανιδώματος

Στατικό σύστημα σανιδώματος

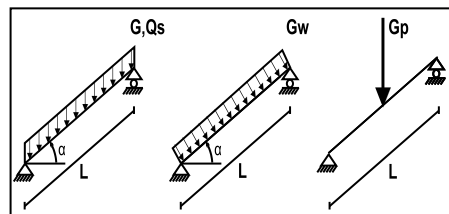
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα
Απόσταση τεγίδων $L = 0.300\text{m}$, και πλάτος 1.00m

Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$
Απόσταση τεγίδων $L = 0.300\text{m}$, κλίση στέγης $\alpha = 37.07^\circ$, πάχος σανιδώματος 20mm

Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$
Ιδιο βάρος $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο χιονιού $Q_s = 0.317 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο ανέμου $Q_w = 1.075 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο εργάτη $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.300 \text{ m}$, πλάτος $=1.00 \text{ m}$)

Φόρτιση		Δράση		γg	γq	ψ0	maxN [kN]	maxQ [kN]	maxM [kNm]	
(Gk)	Μόνιμα	Gk =0.519 [kN/m]	Μόνιμη	@	1.35	0.00	1.00	0.094	0.062	0.005
(Qk1)	Χιόν	Qks=0.317 [kN/m]	Μεσοχρόνια	@	0.00	1.50	0.50	0.046	0.030	0.002
(Qk2)	Άνεμος	Qkw=1.075 [kN/m]	Στιγμιαία	@	0.00	1.50	0.60	0.000	0.161	0.012
(Qk3)	Εργάτης	Qkp=1.000 [kN]	Στιγμιαία	@	0.00	1.00	0.00	0.603	0.399	0.226

4.5.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.519 [\text{kN/m}]$	0.002	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.317 [\text{kN/m}]$	0.001	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 1.075 [\text{kN/m}]$	0.006	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.002	0.004
2 Gk + Qk1	0.004	0.005
3 Gk + Qk2	0.009	0.010
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	0.008	0.009
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	0.009	0.011

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1+k_{def}), w_{fin}, q = w_{inst}, q(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.009 \text{ mm}, w_{fin} = 0.011 \text{ mm}$

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.009 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$

$w_{net, fin} = 0.011 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.011 \text{ mm} < L/200 = 300/200 = 1.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.5.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k _{mod}	N/K _{mod}	V/K _{mod}	M/K _{mod}
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.211	0.140	0.010
2	yg.Gk + yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.244	0.162	0.012
3	yg.Gk + yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.115	0.296	0.022
4	yg.Gk + yg.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-0.663	0.439	0.211
5	yg.Gk + yg.Qk1 + yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.178	0.250	0.019
6	yg.Gk + yg.Qk2 + yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.146	0.317	0.024
	Μέγιστες τιμές			-0.663	0.439	0.211

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, F_{c0d}=-0.730 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_{c0d}=-0.730 kN, σ_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000x0.730/20000=0.04N/mm² < 17.77N/mm²=f_{c0d} (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος διάτμησης, F_v=0.483 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, b_{ef}=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{vk}=4.00 N/mm², f_{vd}=K_{mod}·f_{vk}/γ_M=1.10x4.00/1.30=3.38N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_v=0.483 kN, τ_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000x1.50x0.483/13400=0.05N/mm² < 3.38N/mm²=f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος κάμψης, M_{yd}=0.232 kNm, M_{zd}=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10⁴mm², W_y=6.67x10⁴mm³, W_z=3.33x10⁶mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x0.232/(0.0667x10⁶)= 3.48 N/mm²σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(3.3333x10⁶)= 0.00 N/mm²σ_{myd}/f_{myd}+K_m·σ_{mzd}/f_{mzd}=0.171+0.000= 0.17 < 1 (EC5 Εξ.6.11)K_m·σ_{myd}/f_{myd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.120+0.000= 0.12 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, F_{c0d}=-0.730kN, M_{yd}=0.232kNm, M_{zd}=0.000kNm** (EC5 §6.2.4)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10⁴mm², W_y=6.67x10⁴mm³, W_z=3.33x10⁶mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))σ_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000x0.730/20000= 0.04 N/mm²σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x0.232/(0.0667x10⁶)= 3.48 N/mm²σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(3.3333x10⁶)= 0.00 N/mm²(σ_{c0d}/f_{c0d})²+σ_{myd}/f_{myd}+K_m·σ_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.171+0.000= 0.17 < 1 (EC5 Εξ.6.19)(σ_{c0d}/f_{c0d})²+K_m·σ_{myd}/f_{myd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.120+0.000= 0.12 < 1 (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-0.730\text{kN}$, $M_{yd}=0.232\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)**Ορθογωνική διατομή, $b=1000\text{mm}$, $h=20\text{mm}$, $A=2.00\times 10^4\text{mm}^2$, $W_y=6.67\times 10^4\text{mm}^3$, $W_z=3.33\times 10^6\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400\text{MPa}$) $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10\times 21.00/1.30=17.77\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10\times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$ $f_{mzk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10\times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 0.730/20000=0.04\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 0.232/(0.0667\times 10^6)=3.48\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(3.3333\times 10^6)=0.00\text{ N/mm}^2$ Μήκη λυγισμού $S_{ky}=1.00\times 0.300=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$ $S_{kz}=0.00\times 0.300=0.000\text{ m}=0\text{ mm}$ Λυγηρότητες $i_y=\sqrt{(I_y/A)}=0.289\times 20=6\text{ mm}$, $\lambda_y=300/6=50.00$ $i_z=\sqrt{(I_z/A)}=0.289\times 1000=289\text{ mm}$, $\lambda_z=0/289=0.00$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=29.21\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.85$ (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=2100.00\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.00$ (EC5 Εξ.6.22) $\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.91$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.796$ (Εξ.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=1.000$ (Εξ.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.003+0.171+0.000=0.17 < 1$ (EC5 Εξ.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.002+0.120+0.000=0.12 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.6. Υπολογισμός τεγίδων

Στατικό σύστημα τεγίδων

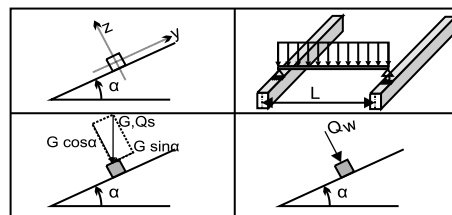
Οι τεγίδες υπολογίζονται σαν αμφιέρειστες δοκοί με άνοιγμα $L=0.700$ m την απόσταση των ζευκτών. Φορτίζονται με το φορτίο λωρίδας στέγης πλάτους $L_1=0.300$ m (απόσταση τεγίδων). Ο άξονας της τεγίδας έχει κλίση $\alpha=37.07^\circ$ με την κατακόρυφο. Τα κατακόρυφα φορτία (βάρος, χιόνι, φορτίο εργάτη) αναλύονται σε δύο συντεταγμένες κατά $z-z$ $P \cdot \cos \alpha$, και κατά $y-y$ $P \cdot \sin \alpha$, το φορτίο ανέμου δρα κατά την διεύθυνση $z-z$.

Διαστάσεις τεγίδων

Ευλεία τεγίδων: C24, Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$, διατομή τεγίδων $B \times H: 50 \times 50$ mm
Απόσταση τεγίδων $L=0.300$ m, κλίση στέγης $\alpha=37.07^\circ$, Απόσταση ζευκτών $L=0.700$ m

Φορτία τεγίδων kN/m^2

Επικάλυψη $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$
Σανίδωμα+ιδ. βάρος $G_1 = 0.100 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο χιονιού $Q_s = 0.317 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο ανέμου $Q_w = 1.075 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο εργάτη $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



Φορτία τεγίδων κατά $z-z$ και $y-y$ ανά m τεγίδας

Επικάλυψη+ιδ. βάρος $G_k = 0.165 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.132 \text{ kN/m}$, $G_{ky} = 0.099 \text{ kN/m}$
Φορτίο χιονιού $Q_{ks} = 0.095 \text{ kN/m}$, $Q_{ksz} = 0.076 \text{ kN/m}$, $Q_{ksy} = 0.057 \text{ kN/m}$
Φορτίο ανέμου $Q_{kw} = 0.323 \text{ kN/m}$, $Q_{kwz} = 0.323 \text{ kN/m}$, $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$
Φορτίο εργάτη $Q_{kp} = 1.000 \text{ kN}$, $Q_{kpz} = 0.798 \text{ kN}$, $Q_{kpy} = 0.603 \text{ kN}$

Εντατικά μεγέθη τεγίδων (άνοιγμα $L=0.700$ m, $B \times H: 50 \times 50$ mm)

Φόρτιση	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0	Q_z [kN]	Q_y [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.165$ [kN/m]	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.046	0.035	0.008	0.000
(Qk1) Χιόν $Q_{ks} = 0.095$ [kN/m]	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50	0.027	0.020	0.005	0.000
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.323$ [kN/m]	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.113	0.000	0.020	0.000
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000$ [kN]	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.399	0.301	0.140	0.000

4.6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.132$ [kN/m]		0.030	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόν $Q_{ks} = 0.076$ [kN/m]		0.017	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.323$ [kN/m]		0.073	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	w_{fin} [mm]
1 G_k	0.030	0.048
2 $G_k + Q_{k1}$	0.047	0.065
3 $G_k + Q_{k2}$	0.103	0.121
4 $G_k + Q_{k1} + \psi_0 \cdot Q_{k2}$	0.091	0.109
5 $G_k + Q_{k2} + \psi_0 \cdot Q_{k1}$	0.112	0.129

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1 + k_{def})$, $w_{fin}, q = w_{inst}, q(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.112$ mm, $w_{fin} = 0.129$ mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.112 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.129 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.129 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.6.2. Έλεγχος τεγίδων, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας k_{mod}	Q_z/K_{mod}	Q_y/K_{mod}	M_y/K_{mod}	M_z/K_{mod}
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.104	0.078	0.018
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.128	0.096	0.022
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.211	0.043	0.037
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.419	0.317	0.137
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.185	0.070	0.032
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.229	0.056	0.040
	Μέγιστες τιμές		0.419	0.317	0.137	0.000

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος διάτμησης, $F_v=0.461 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 50=34 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=1700 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.10 \times 4.00 / 1.30 = 3.38 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.461 \text{ kN}$, $v_{0d}=1.50 F_v / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.461 / 1700 = 0.41 \text{ N/mm}^2 < 3.38 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος διάτμησης, $F_v=0.348 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 50=34 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=1700 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.10 \times 4.00 / 1.30 = 3.38 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.348 \text{ kN}$, $v_{0d}=1.50 F_v / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.348 / 1700 = 0.31 \text{ N/mm}^2 < 3.38 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.151 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=50 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=2.50 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$, $W_z=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.151 / (0.0208 \times 10^6) = 7.22 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0208 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.356 + 0.000 = 0.36 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.249 + 0.000 = 0.25 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=0.151 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=50 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=2.50 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$, $W_z=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.151 / (0.0208 \times 10^6) = 7.22 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0208 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 0.700 = 0.700 \text{ m} = 700 \text{ mm}$, $L_{ef} = 0.9 \times 700 = 630 \text{ mm}$
 $S_{kz} = 0.00 \times 0.700 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$, $L_{ef} = 0.9 \times 0 = 0 \text{ mm}$

Λυγνηρότητες

$i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$, $\lambda_y = 700 / 14 = 50.00$
 $i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$, $\lambda_z = 0 / 14 = 0.00$

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 50^2 \times 7400 / (50 \times 630) = 458.10 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity} = 458.10 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = \sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m,crity})} = 0.23$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz} = 210.00 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = \sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m,critz})} = 0.00$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my} = 0.23$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz} = 0.00$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.356 + 0.000 = 0.36 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.249 + 0.000 = 0.25 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.7. Υπολογισμός ζευκτού

Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού

Μήκος $L=3.553$ m, ύψος $H=1.342$ m, απόσταση ζευκτών $d=0.700$ m
 Κλίση $=75.56\%$, γωνία $\alpha=37.07^\circ$, $\tan\alpha=0.756$, $\sin\alpha=0.603$, $\cos\alpha=0.798$
 Αριθμός κόμβων $=4$, αριθμός ράβδων $=4$, στηρίξεις 2

Συντεταγμένες κόμβων				Ιδιότητες ράβδων ζευκτού							
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h[mm]	L[m]	A[mm ²]	I _y [mm ⁴]	W _y [mm ³]
1	0.000	0.000	11	1	1	2	70×140	2.227	9800	16.007×10^6	2.287×10^5
2	1.777	1.342		2	2	3	70×140	2.227	9800	16.007×10^6	2.287×10^5
3	3.553	0.000	01	3	1	4	70×140	1.777	9800	16.007×10^6	2.287×10^5
4	1.777	0.000		4	4	3	70×140	1.777	9800	16.007×10^6	2.287×10^5

Φορτία ανά ζευκτό

Πυκνότητα ξύλου $=350.00$ kg/m³, Ίδιο βάρος ζευκτού $=0.269$ kN
 Απόσταση ζευκτών $d=0.70$ m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού $=0.027$ kN

Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού $Gk1=0.468$ kN/m
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης $Gk2=0.210$ kN/m

Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού

Χιόνι (Άριστ) $Qk1l=0.222$ kN/m (Δεξιά) $Qk1r=0.222$ kN/m
 Χιόνι (Άριστ) $Qk2l=0.111$ kN/m (Δεξιά) $Qk2r=0.222$ kN/m
 Χιόνι (Άριστ) $Qk3l=0.222$ kN/m (Δεξιά) $Qk3r=0.111$ kN/m

Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m ζευκτού

Επιβεβλημένο $Qki=0.50 \times 0.700=0.350$ kN/m

Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m ζευκτού

Άνεμος (Άριστ) $Qk4l=0.753$ kN/m (Δεξιά) $Qk4r=-0.571$ kN/m
 Άνεμος (Άριστ) $Qk5l=-0.571$ kN/m (Δεξιά) $Qk5r=0.753$ kN/m

Σεισμικά φορτία στιγμιαίας διάρκειας (kN/m), στο ζευκτό

Σεισμός AeX $qh=0.400 \times (G+0.20 \times Qk1)$

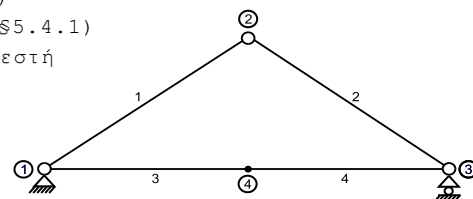
Σεισμός AeY $qv=0.199 \times (G+0.20 \times Qk1)$

Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού(γ_g=1.35, γ_q=1.50, ψ₀(Κινητό Q_f)=0.70, ψ₀(Χιόν Q₁,Q₂,Q₃)=0.50, ψ₀(Ανεμος Q₄,Q₅)=0.60)

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	γ _g .Gk	Μόνιμη
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Μεσοχρόνια
4	γ _g .Gk+γ _q .Qk3	Μεσοχρόνια
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk4	Στιγμιαία
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk5	Στιγμιαία
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια
8	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία
9	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία
10	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία
11	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία
12	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία
13	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία
14	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία
15	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία
16	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk3	Στιγμιαία
17	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία
18	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία
19	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk3	Στιγμιαία
20	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία
21	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία
22	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία
23	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία
24	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία
25	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία
26	Gk +ψ ₂ .Qk1 +Aex	Accidental
27	Gk +ψ ₂ .Qk1 +Aey	Accidental

4.8. Στατική επίλυση ζευκτού

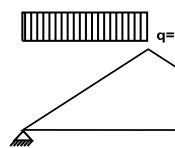
Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.20)
 Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαίσιοιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)
 με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή
 Οι αμοιβόντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι
 Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις
 και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις
 στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.
 Αριθμός κόμβων = 4, αριθμός ράβδων = 4, στηρίξεις 2



4.8.1. Στατική επίλυση για μοναδιαίες φορτίσεις

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-1.27	0.71	0.01	-0.20	-0.71	0.01
2	2	3	-0.74	0.00	0.00	-0.74	0.00	0.00
3	1	4	0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00
4	4	3	0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00



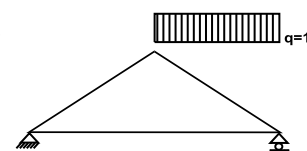
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.59	1.33	0.01	-0.59	0.44	-0.01
2	2	3	0.59	-0.44	0.00	-0.59	0.44	0.00
3	1	4	-0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00
4	4	3	-0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-0.74	0.00	0.00	-0.74	0.00	0.00
2	2	3	-0.20	0.71	0.01	-1.27	-0.71	0.01
3	1	4	0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00
4	4	3	0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00



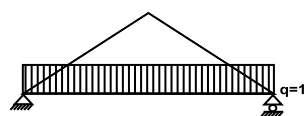
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.59	0.44	0.00	-0.59	-0.44	0.00
2	2	3	0.59	0.44	0.01	-0.59	1.33	-0.01
3	1	4	-0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00
4	4	3	-0.59	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00
2	2	3	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01
3	1	4	0.01	1.78	0.02	0.01	0.00	1.60
4	4	3	0.01	0.00	1.60	0.01	-1.78	0.02



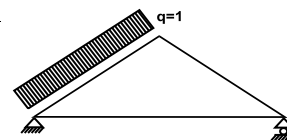
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00
2	2	3	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01
3	1	4	-0.01	1.78	0.02	0.01	0.00	-1.60
4	4	3	-0.01	0.00	1.60	0.01	1.78	-0.02

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-0.32	1.11	0.02	-0.32	-1.11	0.02
2	2	3	-1.16	0.00	-0.01	-1.16	0.00	0.00
3	1	4	0.93	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00
4	4	3	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00

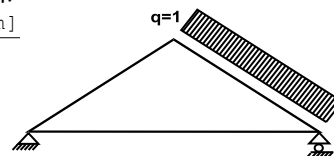
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-0.42	1.08	0.02	-0.93	0.70	-0.02
2	2	3	0.93	-0.70	-0.01	-0.93	0.70	0.00
3	1	4	-0.93	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00
4	4	3	-0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοιβών πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-1.16	0.00	0.00	-1.16	0.00	-0.01
2	2	3	-0.32	1.11	0.02	-0.32	-1.11	0.02
3	1	4	-0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.00
4	4	3	-0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.01

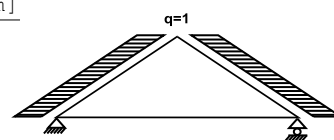
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοιβών πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.93	0.70	0.00	-0.93	-0.70	0.01
2	2	3	0.93	0.70	0.02	0.42	1.08	-0.02
3	1	4	0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.00
4	4	3	0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00	-0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m seismic load)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	2.28	0.67	0.01	0.51	-0.67	0.01
2	2	3	-0.51	-0.67	-0.01	-2.28	0.67	-0.01
3	1	4	2.23	0.00	0.00	2.23	0.00	0.00
4	4	3	2.23	0.00	0.00	2.23	0.00	0.00

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m seismic load)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	-2.23	-0.84	0.01	0.00	0.84	-0.01
2	2	3	0.00	-0.84	-0.01	-2.23	0.84	0.01
3	1	4	-2.23	0.00	0.00	2.23	0.00	0.00
4	4	3	-2.23	0.00	0.00	2.23	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

4.8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.468, Gk2 = 0.210 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-1.18	0.41	0.01	-0.55	-0.42	0.00	-0.87	0.00	0.24
2	2	3	-0.55	0.42	0.00	-1.18	-0.41	0.01	-0.87	0.00	0.24
3	1	4	0.69	0.37	0.01	0.69	0.00	0.34	0.69	0.00	0.34
4	4	3	0.69	0.00	0.34	0.69	-0.37	0.01	0.69	0.00	0.34

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk1) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.222 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.45	0.16	0.00	-0.21	-0.16	0.00	-0.33	0.00	0.09
2	2	3	-0.21	0.16	0.00	-0.45	-0.16	0.00	-0.33	0.00	0.09
3	1	4	0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
4	4	3	0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk2) Χιόν QksL= 0.111, QksR= 0.222 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.31	0.08	0.00	-0.19	-0.08	0.00	-0.25	0.00	0.04
2	2	3	-0.13	0.16	0.00	-0.36	-0.16	0.00	-0.25	0.00	0.09
3	1	4	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
4	4	3	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk3) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.111 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.36	0.16	0.00	-0.13	-0.16	0.00	-0.25	0.00	0.09
2	2	3	-0.19	0.08	0.00	-0.31	-0.08	0.00	-0.25	0.00	0.04
3	1	4	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
4	4	3	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk4) Άνεμος QkwL= 0.753, QkwR=-0.571 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	0.42	0.84	0.01	0.42	-0.84	0.02	0.42	0.01	0.48
2	2	3	-0.69	-0.63	-0.02	-0.69	0.64	-0.01	-0.69	0.01	-0.37
3	1	4	0.93	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
4	4	3	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk5) Άνεμος QkwL=-0.571, QkwR= 0.753 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.69	-0.64	-0.01	-0.69	0.63	-0.02	-0.69	-0.01	-0.37
2	2	3	0.42	0.84	0.02	0.42	-0.84	0.01	0.42	-0.01	0.48
3	1	4	-0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	0.00
4	4	3	-0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	0.01	-0.84	0.00	0.00

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk1) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.70	0.25	0.00	-0.33	-0.25	0.00	-0.52	0.00	0.14
2	2	3	-0.33	0.25	0.00	-0.70	-0.25	0.00	-0.52	0.00	0.14
3	1	4	0.41	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00
4	4	3	0.41	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	0.58	0.17	0.00	0.13	-0.17	0.00	0.35	0.00	0.10
2	2	3	-0.13	-0.17	0.00	-0.58	0.17	0.00	-0.35	0.00	-0.10
3	1	4	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00
4	4	3	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.199x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	2	-0.25	0.09	0.00	-0.12	-0.09	0.00	-0.19	0.00	0.05
2	2	3	-0.12	0.09	0.00	-0.25	-0.09	0.00	-0.19	0.00	0.05
3	1	4	0.15	0.07	0.00	0.15	0.00	0.07	0.15	0.00	0.07
4	4	3	0.15	0.00	0.07	0.15	-0.07	0.00	0.15	0.00	0.07

4.8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.468, Gk2 = 0.210 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.69	1.04	0.01	-0.69	0.00	0.00
2	2	3	0.69	0.00	0.00	-0.69	1.04	-0.01
3	1	4	-0.69	0.37	0.01	0.69	0.00	-0.34
4	4	3	-0.69	0.00	0.34	0.69	0.37	-0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk1) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.222 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.26	0.39	0.00	-0.26	0.00	0.00
2	2	3	0.26	0.00	0.00	-0.26	0.39	0.00
3	1	4	-0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
4	4	3	-0.26	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk2) Χιόν QksL= 0.111, QksR= 0.222 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	2	0.20	0.25	0.00	-0.20	-0.05	0.00
2	2	3	0.20	0.05	0.00	-0.20	0.35	0.00
3	1	4	-0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
4	4	3	-0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk3) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.111 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.20	0.35	0.00	-0.20	0.05	0.00
2	2	3	0.20	-0.05	0.00	-0.20	0.25	0.00
3	1	4	-0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
4	4	3	-0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk4) Άνεμος QkwL= 0.753, QkwR=-0.571 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.84	0.42	0.01	-0.17	0.92	-0.02
2	2	3	0.17	-0.92	-0.02	-0.93	-0.09	0.01
3	1	4	-0.93	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00
4	4	3	-0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk5) Άνεμος QkwL=-0.571, QkwR= 0.753 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.93	-0.09	-0.01	-0.17	-0.92	0.02
2	2	3	0.17	0.92	0.02	0.84	0.42	-0.01
3	1	4	0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	0.00
4	4	3	0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	-0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.41	0.62	0.00	-0.41	0.00	0.00
2	2	3	0.41	0.00	0.00	-0.41	0.62	0.00
3	1	4	-0.41	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00
4	4	3	-0.41	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.56	-0.21	0.00	0.00	0.21	0.00
2	2	3	0.00	-0.21	0.00	-0.56	0.21	0.00
3	1	4	-0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00
4	4	3	-0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.199x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.15	0.22	0.00	-0.15	0.00	0.00
2	2	3	0.15	0.00	0.00	-0.15	0.22	0.00
3	1	4	-0.15	0.07	0.00	0.15	0.00	-0.07
4	4	3	-0.15	0.00	0.07	0.15	0.07	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

4.8.4. Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.05	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	0.01	-0.02
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-2.73	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.04

4.8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.78	1.78	0.00
1	Fy	1.42	0.39	0.25	0.35	0.41	-0.09	0.62
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	1.42	0.39	0.35	0.25	-0.09	0.41	0.62

4.9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.468, Gk2 = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.222	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Χιόν QksL= 0.111, QksR= 0.222	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk3) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.111	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk4) Ανεμος QkwL= 0.753, QkwR=-0.571	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Ανεμος QkwL=-0.571, QkwR= 0.753	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.199x(G+0.20xQk1)	Accidental			

4.9.1. Αντιδράσεις σε κόμβο : 1 (kN)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.912	0.000	3.186
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.504	0.000	3.129
3	γg.Gk+γq.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.282	0.000	2.852
4	γg.Gk+γq.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.430	0.000	3.037
5	γg.Gk+γq.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.665	2.533	-2.423	2.302
6	γg.Gk+γq.Qk5	Στιγμιαία	1.10	2.665	1.776	2.423	1.614
7	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	2.844	0.000	3.160
8	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.599	2.876	-1.454	2.615
9	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.599	2.422	1.454	2.202
10	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.599	2.654	-1.454	2.413
11	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.599	2.200	1.454	2.000
12	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.599	2.802	-1.454	2.547
13	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.599	2.348	1.454	2.134
14	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.665	2.828	-2.423	2.571
15	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.665	2.717	-2.423	2.470
16	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-2.665	2.791	-2.423	2.538
17	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	2.665	2.072	2.423	1.883
18	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	2.665	1.961	2.423	1.782
19	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	2.665	2.035	2.423	1.850
20	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.599	3.513	-1.454	3.193
21	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.599	3.059	1.454	2.781
22	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.599	3.402	-1.454	3.093
23	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.599	2.948	1.454	2.680
24	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.599	3.476	-1.454	3.160
25	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.599	3.022	1.454	2.747
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	1.717	1.707	1.561	1.552
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.000	1.792	0.000	1.629
	Μέγιστες τιμές			2.665	3.513	2.423	3.193
28	γg.Gk+γq.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	-2.665	1.895	-2.423	1.723
29	γg.Gk+γq.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	2.665	1.138	2.423	1.035

4.9.2. Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.912	0.000	3.186
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.504	0.000	3.129
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.430	0.000	3.037
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.282	0.000	2.852
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.776	0.000	1.614
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.532	0.000	2.302
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	2.844	0.000	3.160
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.422	0.000	2.202
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.876	0.000	2.615
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.348	0.000	2.134
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.802	0.000	2.547
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.200	0.000	2.000
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.654	0.000	2.413
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.072	0.000	1.883
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.035	0.000	1.850
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.961	0.000	1.782
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.828	0.000	2.571
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.791	0.000	2.538
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.717	0.000	2.470
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.059	0.000	2.781
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.513	0.000	3.193
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.022	0.000	2.747
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.476	0.000	3.160
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.948	0.000	2.680
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.402	0.000	3.093
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.000	1.707	0.000	1.552
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.000	1.792	0.000	1.629
	Μέγιστες τιμές			0.000	3.513	0.000	3.193
28	yg.Gk+yg.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.138	0.000	1.035
29	yg.Gk+yg.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.895	0.000	1.723

4.10. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

4.10.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 4 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.468, Gk2 = 0.210	-2.734	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.222	-0.038	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Χιόν QksL= 0.111, QksR= 0.222	-0.029	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk3) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.111	-0.029	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.753, QkwR=-0.571	-0.025	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.571, QkwR= 0.753	-0.025	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	2.734	4.375
2 Gk + Qk1	2.773	4.413
3 Gk + Qk2	2.763	4.404
4 Gk + Qk3	2.763	4.404
5 Gk + Qk4	2.759	4.400
6 Gk + Qk5	2.759	4.400
7 Gk + Qk1 + ψ0.Qk4	2.788	4.428
8 Gk + Qk1 + ψ0.Qk5	2.788	4.428
9 Gk + Qk2 + ψ0.Qk4	2.778	4.419
10 Gk + Qk2 + ψ0.Qk5	2.778	4.419
11 Gk + Qk3 + ψ0.Qk4	2.778	4.419
12 Gk + Qk3 + ψ0.Qk5	2.778	4.419
13 Gk + Qk4 + ψ0.Qk1	2.778	4.419
14 Gk + Qk4 + ψ0.Qk2	2.774	4.414
15 Gk + Qk4 + ψ0.Qk3	2.774	4.414
16 Gk + Qk5 + ψ0.Qk1	2.778	4.419
17 Gk + Qk5 + ψ0.Qk2	2.773	4.414
18 Gk + Qk5 + ψ0.Qk3	2.773	4.414

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 4

$w_{inst} = 2.788 \text{ mm}$, $w_{fin} = 4.428 \text{ mm}$

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 4

$w_{inst} = 2.788 \text{ mm} < L/300=3553/300= 11.844 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 4.428 \text{ mm} < L/250=3553/250= 14.212 \text{ mm}$

$w_{fin} = 4.428 \text{ mm} < L/200=3553/200= 17.765 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.10.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.468, Gk2 = 0.210	0.679	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.222	0.322	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Χιόν QksL= 0.111, QksR= 0.222	0.161	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk3) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.111	0.322	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk4) Ανεμος QkwL= 0.753, QkwR=-0.571	1.368	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Ανεμος QkwL=-0.571, QkwR= 0.753	-1.038	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.679	1.087
2 Gk + Qk1	1.001	1.409
3 Gk + Qk2	0.840	1.248
4 Gk + Qk3	1.001	1.409
5 Gk + Qk4	2.048	2.455
6 Gk + Qk5	0.679	1.087
7 Gk + Qk1 + ψ0.Qk4	1.822	2.230
8 Gk + Qk1 + ψ0.Qk5	1.001	1.409
9 Gk + Qk2 + ψ0.Qk4	1.661	2.069
10 Gk + Qk2 + ψ0.Qk5	0.840	1.248
11 Gk + Qk3 + ψ0.Qk4	1.822	2.230
12 Gk + Qk3 + ψ0.Qk5	1.001	1.409
13 Gk + Qk4 + ψ0.Qk1	2.209	2.616
14 Gk + Qk4 + ψ0.Qk2	2.128	2.536
15 Gk + Qk4 + ψ0.Qk3	2.209	2.616
16 Gk + Qk5 + ψ0.Qk1	0.840	1.248
17 Gk + Qk5 + ψ0.Qk2	0.760	1.167
18 Gk + Qk5 + ψ0.Qk3	0.840	1.248

$$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def}), w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def}) \quad (EC5 \text{ §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4})$$
Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 1

$$w_{inst} = 2.209 \text{ mm}, \quad w_{fin} = 2.616 \text{ mm}$$
Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1

$$w_{inst} = 2.209 \text{ mm} < L/300=2227/300= 7.422 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} = 2.616 \text{ mm} < L/250=2227/250= 8.906 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = 2.616 \text{ mm} < L/200=2227/200= 11.133 \text{ mm}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.11. Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)

Μετά από δυναμική ανάλυση, υπολογίζονται οι κύριες ιδιοσυχνότητες του φορέα. Για τον υπολογισμό των ιδιοσυχνοτήτων θεωρούμε μάζα στον φορέα που αντιστοιχεί στο ίδιο βάρος και στα μόνιμα φορτία.

α/α	Συχνότητα[Hz]	Περίοδος[sec]
1	18.85790	0.05303
2	25.45095	0.03929
3	51.41364	0.01945
4	63.28260	0.01580

4.12. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

4.12.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.468, Gk2 = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.222	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Χιόν QksL= 0.111, QksR= 0.222	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk3) Χιόν QksL= 0.222, QksR= 0.111	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.753, QkwR=-0.571	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.571, QkwR= 0.753	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.199x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	-2.659	0.000	0.940	0.535
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-2.832	0.000	1.001	0.570
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-2.678	0.000	1.001	0.570
4	γ _g .Gk+γ _q .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-2.678	0.000	1.001	0.570
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.450	0.000	1.654	0.949
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.450	0.000	1.654	0.949
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.946	0.000	1.041	0.592
8	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.059	0.000	1.412	0.809
9	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.059	0.000	1.412	0.809
10	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.948	0.000	1.305	0.747
11	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.867	0.000	1.412	0.809
12	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.867	0.000	1.412	0.809
13	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.948	0.000	1.305	0.747
14	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.755	0.000	1.761	1.010
15	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.699	0.000	1.707	0.980
16	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.658	0.000	1.761	1.010
17	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.755	0.000	1.761	1.010
18	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.658	0.000	1.761	1.010
19	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.699	0.000	1.707	0.980
20	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.715	0.000	1.644	0.940
21	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.715	0.000	1.644	0.940
22	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.659	0.000	1.590	0.909
23	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.618	0.000	1.643	0.940
24	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.618	0.000	1.643	0.940
25	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.659	0.000	1.590	0.909
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-1.292	0.000	0.432	0.247
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-1.066	0.000	0.377	0.215
	Μέγιστες τιμές			-2.946	0.000	1.761	1.010

4.12.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $F_{c0d} = -2.651$ kN (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=70$ mm, $h=140$ mm, $A= 9\ 800$ mm²

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.90$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.30 = 14.54$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_{c0d} = -2.651$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 2.651 / 9800 = 0.27$ N/mm² < 14.54 N/mm² = f_{c0d} (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 16**Ελεγχος διαίτησης, $F_v=1.937 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)**

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 70=47 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=6580 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.10 \times 4.00 / 1.30 = 3.38 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=1.937 \text{ kN}$, $\tau_{0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 1.937 / 6580 = 0.44 \text{ N/mm}^2 < 3.38 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 16**Ελεγχος κάμψης, $M_{yd}=1.111 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)**

Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd} / W_{my,netto} = 10^6 \times 1.111 / (0.2287 \times 10^6) = 4.86 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd} / W_{mz,netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.239 + 0.000 = 0.24 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.168 + 0.000 = 0.17 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7**Ελεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-2.651 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.533 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)**

Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.90$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.30 = 14.54 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 2.651 / 9800 = 0.27 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd} / W_{my,netto} = 10^6 \times 0.533 / (0.2287 \times 10^6) = 2.33 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd} / W_{mz,netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.000 + 0.140 + 0.000 = 0.14 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.000 + 0.098 + 0.000 = 0.10 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 16**Ελεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-1.238 \text{ kN}$, $M_{yd}=1.111 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)**

Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.238 / 9800 = 0.13 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd} / W_{my,netto} = 10^6 \times 1.111 / (0.2287 \times 10^6) = 4.86 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd} / W_{mz,netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.000 + 0.239 + 0.000 = 0.24 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.000 + 0.168 + 0.000 = 0.17 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7**Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-2.651\text{kN}$, $M_{yd}=0.533\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)**Ορθογωνική διατομή, $b=70\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=9.80\times 10^3\text{mm}^2$, $W_y=2.29\times 10^5\text{mm}^3$, $W_z=1.14\times 10^5\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.90$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400\text{MPa}$) $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.90\times 21.00/1.30=14.54\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.30=16.62\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.90\times 24.00/1.30=16.62\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 2.651/9800=0.27\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 0.533/(0.2287\times 10^6)=2.33\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(0.1143\times 10^6)=0.00\text{ N/mm}^2$ **Μήκη Λυγισμού** $S_{ky}=1.00\times 2.227=2.227\text{ m}=2227\text{ mm}$ (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.13\times 2.227=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$ ($L_c/L=0.30/2.23=0.13$)**Λυγηρότητες** $i_y=\sqrt{(I_y/A)}=0.289\times 140=40\text{ mm}$, $\lambda_y=2227/40=55.67$ $i_z=\sqrt{(I_z/A)}=0.289\times 70=20\text{ mm}$, $\lambda_z=300/20=15.00$ **Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=23.57\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.94$ (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=324.60\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.25$ (EC5 Εξ.6.22) $\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=1.01$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.730$ (Εξ.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=1.000$ (Εξ.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.025+0.140+0.000=0.17 < 1$ (EC5 Εξ.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.019+0.098+0.000=0.12 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 16**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=1.111\text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)**Ορθογωνική διατομή, $b=70\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=9.80\times 10^3\text{mm}^2$, $W_y=2.29\times 10^5\text{mm}^3$, $W_z=1.14\times 10^5\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10\times 21.00/1.30=17.77\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10\times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=1.10\times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 1.111/(0.2287\times 10^6)=4.86\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(0.1143\times 10^6)=0.00\text{ N/mm}^2$ **Μήκη Λυγισμού** $S_{ky}=1.00\times 2.227=2.227\text{ m}=2227\text{ mm}$, $L_{ef}=0.9\times 2227=2004\text{mm}$ (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.13\times 2.227=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$, $L_{ef}=0.9\times 300=270\text{mm}$ ($L_c/L=0.30/2.23=0.13$)**Λυγηρότητες** $i_y=\sqrt{(I_y/A)}=0.289\times 140=40\text{ mm}$, $\lambda_y=2227/40=55.67$ $i_z=\sqrt{(I_z/A)}=0.289\times 70=20\text{ mm}$, $\lambda_z=300/20=15.00$ $\sigma_{m,crity}=0.78\cdot b^2\cdot E_{005}/(h\cdot L_{ef})=0.78\times 70^2\times 7400/(140\times 2004)=100.81\text{N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32) $\sigma_{m,critz}=0.78\cdot b^2\cdot E_{005}/(h\cdot L_{ef})=0.78\times 140^2\times 7400/(70\times 270)=5985.78\text{N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)**Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{m,crity}=100.81\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my}=\sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m,crity})}=0.49$ (EC5 Εξ.6.30) $\sigma_{m,critz}=5985.78\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz}=\sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m,critz})}=0.06$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.49, (\lambda_{rel}\leq 0.75), K_{crity}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\lambda_{rel,mz}=0.06, (\lambda_{rel}\leq 0.75), K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+K_{m}\cdot\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.239+0.000= 0.24 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 $K_{m}\cdot\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+\sigma_{mzd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.168+0.000= 0.17 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.12.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk) Μόνιμο Gk ₁ = 0.468, Gk ₂ = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qk _{sL} = 0.222, Qk _{sR} = 0.222	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Χιόν Qk _{sL} = 0.111, Qk _{sR} = 0.222	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk3) Χιόν Qk _{sL} = 0.222, Qk _{sR} = 0.111	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk4) Ανεμος Qk _{wL} = 0.753, Qk _{wR} = -0.571	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Ανεμος Qk _{wL} = -0.571, Qk _{wR} = 0.753	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.199x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.560	0.839	0.763
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.660	0.630	0.574
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.538	0.630	0.573
4	γ _g .Gk+γ _q .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.538	0.630	0.573
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.125	0.462	0.417
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.298	0.000	0.462	0.417
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	1.727	0.560	0.511
8	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.972	0.460	0.418
9	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.519	0.460	0.418
10	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.883	0.460	0.418
11	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.429	0.460	0.418
12	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.883	0.460	0.418
13	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.429	0.460	0.418
14	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.304	0.462	0.418
15	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.259	0.461	0.417
16	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.259	0.462	0.417
17	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.119	0.000	0.462	0.418
18	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.164	0.000	0.462	0.417
19	γ _g .Gk+γ _q .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-0.164	0.000	0.461	0.417
20	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.356	0.460	0.419
21	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.903	0.460	0.419
22	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.312	0.460	0.419
23	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.858	0.460	0.419
24	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.312	0.460	0.419
25	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.858	0.460	0.419
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.915	0.261	0.237
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.625	0.313	0.284
	Μέγιστες τιμές			-0.298	2.356	0.839	0.763

4.12.4. Έλεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 20****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, F_{t0d}=2.592 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{t0k}=14.50 N/mm², f_{t0d}=Kmod·f_{t0k}/γ_M=1.10x14.50/1.30=12.27N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_{t0d}=2.592 kN, σ_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000x2.592/9800=0.26N/mm² < 12.27N/mm²=f_{t0d} (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 6**Ελεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $F_{c0d}=-0.327 \text{ kN}$** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A= 9\,800 \text{ mm}^2$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14) $F_{c0d}=-0.327 \text{ kN}$, $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.327 / 9800 = 0.03 \text{ N/mm}^2 < 17.77 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1**Ελεγχος διάτμησης, $F_v=0.504 \text{ kN}$** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 70 = 47 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A= 6\,580 \text{ mm}^2$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3) $f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.60 \times 4.00 / 1.30 = 1.85 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14) $F_v=0.504 \text{ kN}$, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.504 / 6580 = 0.11 \text{ N/mm}^2 < 1.85 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1**Ελεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.458 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3) $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.458 / (0.2287 \times 10^6) = 2.00 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.181 + 0.000 = 0.18 < 1$ (EC5 Εξ.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.126 + 0.000 = 0.13 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται (EC5 §6.2.4)**Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 6****Ελεγχος λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-0.327 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.459 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400 \text{ MPa}$) $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$ $f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.327 / 9800 = 0.03 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.459 / (0.2287 \times 10^6) = 2.01 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ Μήκη λυγισμού $S_{ky} = 1.00 \times 1.777 = 1.777 \text{ m} = 1777 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές) $S_{kz} = 0.17 \times 1.777 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ ($L_c/L=0.30/1.78=0.17$)Λυγηρότητες $i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$, $\lambda_y = 1777 / 40 = 44.41$ $i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 70 = 20 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 20 = 15.00$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 37.03 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,crity}} = 0.75$ (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 324.60 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k}/\sigma_{c,critz}} = 0.25$ (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.83$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.851$ (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=1.000$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.002 + 0.099 + 0.000 = 0.10 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.002 + 0.069 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαρα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 20

Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, $F_{t0d}=2.592\text{kN}$, $M_{yd}=0.461\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=70\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=9.80 \times 10^3\text{mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5\text{mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{t0k}=14.50\text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k}/\gamma_M=1.10 \times 14.50/1.30=12.27\text{N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 2.592/9800=0.26\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.461/(0.2287 \times 10^6)=2.02\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.1143 \times 10^6)=0.00\text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.022 + 0.099 + 0.000 = 0.12 < 1$ (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.022 + 0.070 + 0.000 = 0.09 < 1$ (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

4.13. Συνδέσεις ζευκτού

4.13.1. Φέρουσα ικανότητα συνδέσμων (EC5 EN1995-1-1:2009, §8)

Βλήτρα και πλάκες συνδέσεων

Επιλέγονται βλήτρα διαμέτρου $d=4.0$ mm. Πλάκες σύνδεσης πάχους $t=2.0$ mm.
Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240$ N/mm². Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75 \cdot b \cdot t$

Στοιχεία διατομής

Πάχος ξύλου $d=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0$ mm

Ιδιότητες βλήτρων (EC5 §8.5.1)

Διάμετρος βλήτρων $d=4.0$ mm, ροδέλες με διάμετρο ≥ 12.0 mm και πάχος ≥ 1.2 mm..

Αποστάσεις βλήτρων (EC5 Πίνακας 8.4)

Επιλέγουμε επί το δυσμενέστερον $a_1=7d=7 \times 4.0=28$ mm, $a_2=4d=16$ mm

Χαρακτηριστική τιμή ροπής διαρροής (EC5 §8.5.1.1)

$M_{yrk}=0.30 f_{uk} \cdot d^{2.6}=0.30 \times 400 \times 4.0^{2.6}=4411$ Nmm ($f_{uk}=400$ N/mm²) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυνας (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082 (1-0.01d) \rho_k=27.55$ N/mm², ($\rho_k=350$ kg/m³, $d=4.0$ mm) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

Μόνιμη δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτμητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

$F_{vrk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))
 $0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=3.857$ kN

$1.15 \sqrt{[2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]}=1.134$ kN

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M=2 \times 0.60 \times 1.134 / 1.30=1.047$ kN

Μεσοχρόνια δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτμητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

$F_{vrk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))
 $0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=3.857$ kN

$1.15 \sqrt{[2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]}=1.134$ kN

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M=2 \times 0.80 \times 1.134 / 1.30=1.396$ kN

Βραχυχρόνια δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτμητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

$F_{vrk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))
 $0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=3.857$ kN

$1.15 \sqrt{[2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]}=1.134$ kN

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M=2 \times 0.90 \times 1.134 / 1.30=1.570$ kN

Στιγμιαία επίδραση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M=2 \times 1.10 \times 1.134 / 1.00=2.495$ kN

Παραδοχές για το σχεδιασμό συνδέσεων με βλήτρα

Μελέτη των συνδέσεων με πλαστική ανάλυση. Οι δυνάμεις στα βλήτρα έχουν όλες τις ίδιες τιμές. Η αντοχή της μεταλλικής πλάκας βασίζεται στην πλαστική ροπή αντίστασης Οι θλιπτικές δυνάμεις μειώνονται στο $0.50 \times F_d$

4.13.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 2 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτιού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 2, στον κόμβο 2

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=65mmx90mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

3 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=28 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=F_a/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

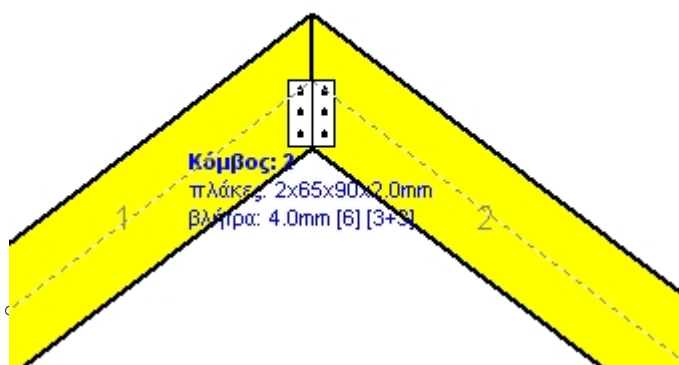
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=3, (nef=1.00n), A=38mm², r=28mm, W=704mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa



Δυνάμεις στον κόμβο 2 ,από ράβδο 1, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Έλεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.936	-0.006	0.159 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.328	-0.008	0.226 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-1.232	-0.005	0.209 <	1.396
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-1.232	-0.010	0.215 <	1.396
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.822	-0.054	0.544 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.936	-0.006	0.159 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-1.554	-0.010	0.264 <	1.570
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.696	-0.037	0.411 <	2.495
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.328	-0.008	0.226 <	2.495
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.575	-0.034	0.379 <	2.495
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.232	-0.005	0.209 <	2.495
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.650	-0.039	0.419 <	2.495
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.232	-0.010	0.215 <	2.495
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.956	-0.055	0.562 <	2.495
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.895	-0.054	0.546 <	2.495
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.948	-0.056	0.569 <	2.495
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.132	-0.007	0.192 <	2.495
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.084	-0.006	0.184 <	2.495
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.084	-0.008	0.187 <	2.495
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.075	-0.040	0.467 <	2.495
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.751	-0.011	0.297 <	2.495
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.015	-0.038	0.451 <	2.495
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.702	-0.010	0.289 <	2.495
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.045	-0.041	0.469 <	2.495
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.702	-0.012	0.292 <	2.495
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.775	-0.012	0.157 <	2.495
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.894	-0.006	0.152 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.936	-0.006	3 <	131
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.328	-0.008	5 <	175
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-1.232	-0.005	4 <	175
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-1.232	-0.010	5 <	175
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.822	-0.054	13 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.936	-0.006	3 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-1.554	-0.010	6 <	196
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.696	-0.037	10 <	264
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.328	-0.008	5 <	264
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.575	-0.034	9 <	264
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.232	-0.005	4 <	264
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.650	-0.039	10 <	264
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.232	-0.010	5 <	264
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.956	-0.055	14 <	264
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.895	-0.054	13 <	264
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.948	-0.056	14 <	264
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.132	-0.007	4 <	264
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.084	-0.006	4 <	264
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.084	-0.008	4 <	264
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.075	-0.040	12 <	264
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.751	-0.011	6 <	264
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.015	-0.038	11 <	264
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.702	-0.010	6 <	264
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.045	-0.041	12 <	264
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.702	-0.012	6 <	264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.775	-0.012	4 <	264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.894	-0.006	3 <	264

4.13.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 1, 3** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτιού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 3, στον κόμβο 1

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=75mmx65mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

3 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxα: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=3, (nef=1.30n), A=38mm², r=16mm, W=402mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

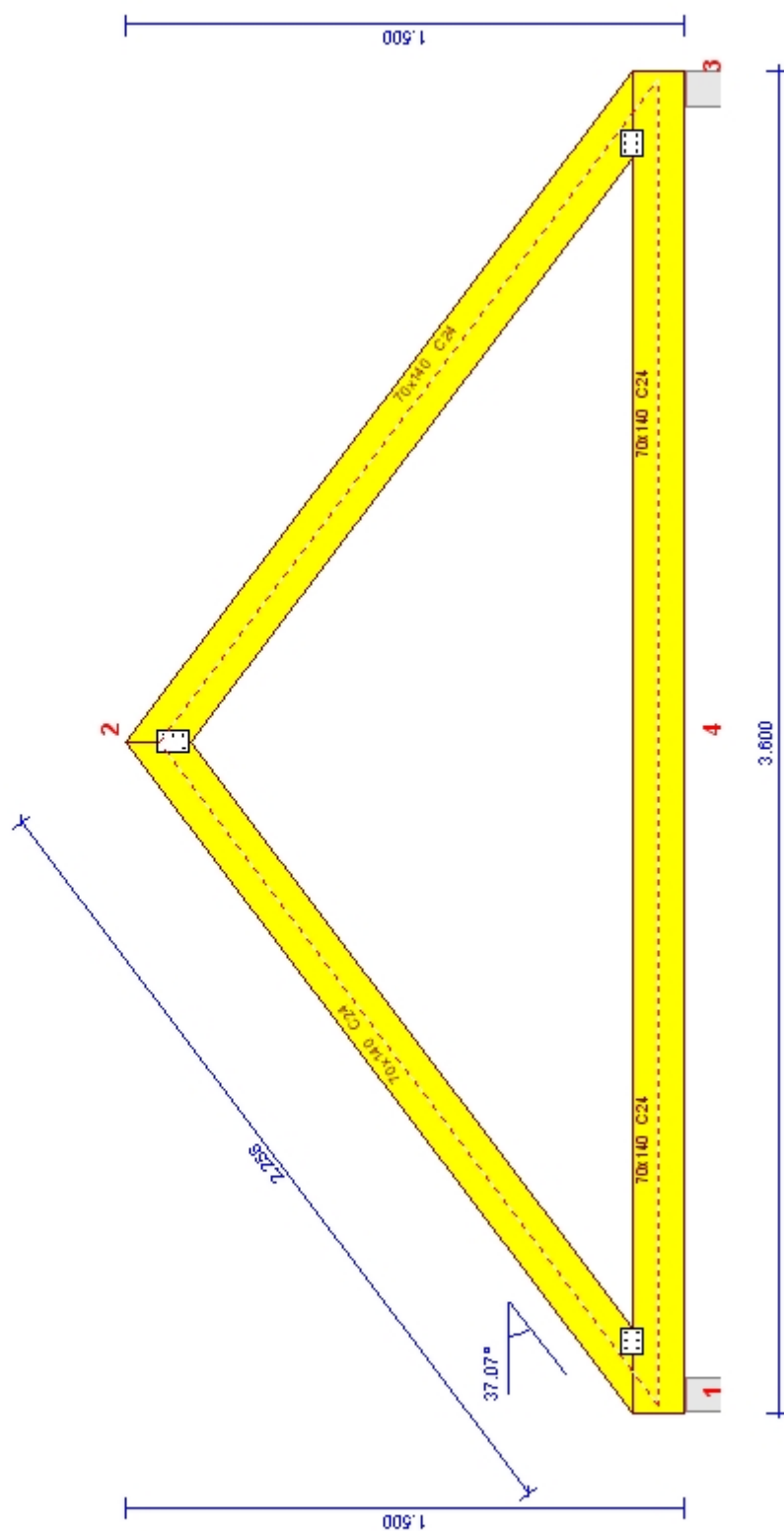
Δυνάμεις στον κόμβο 1 ,από ράβδο 1, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)**Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

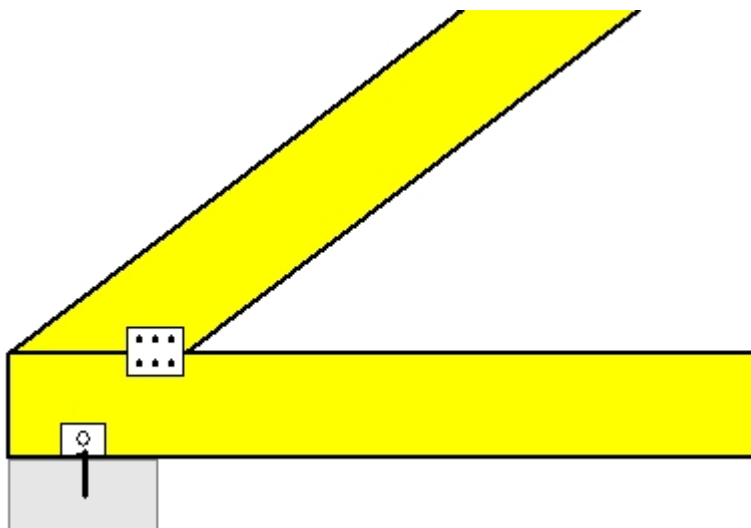
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-1.691	-0.004	0.318 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-2.401	-0.006	0.462 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-2.162	-0.007	0.427 <	1.396
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-2.285	-0.005	0.425 <	1.396
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.059	0.036	0.707 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.691	-0.004	0.318 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.810	-0.008	0.545 <	1.570
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.442	0.018	0.543 <	2.495
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.401	-0.006	0.462 <	2.495
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.204	0.017	0.502 <	2.495
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.162	-0.007	0.427 <	2.495
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.349	0.019	0.540 <	2.495
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.285	-0.005	0.425 <	2.495
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.332	0.035	0.688 <	2.495
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.225	0.035	0.683 <	2.495
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-2.299	0.036	0.702 <	2.495
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.046	-0.005	0.390 <	2.495
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.926	-0.005	0.372 <	2.495
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.988	-0.004	0.372 <	2.495
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.171	0.015	0.641 <	2.495
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.165	-0.009	0.617 <	2.495
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.050	0.015	0.620 <	2.495
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.045	-0.009	0.600 <	2.495
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.121	0.016	0.639 <	2.495
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.107	-0.008	0.599 <	2.495
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.928	0.009	0.223 <	2.495
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-1.615	-0.004	0.305 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

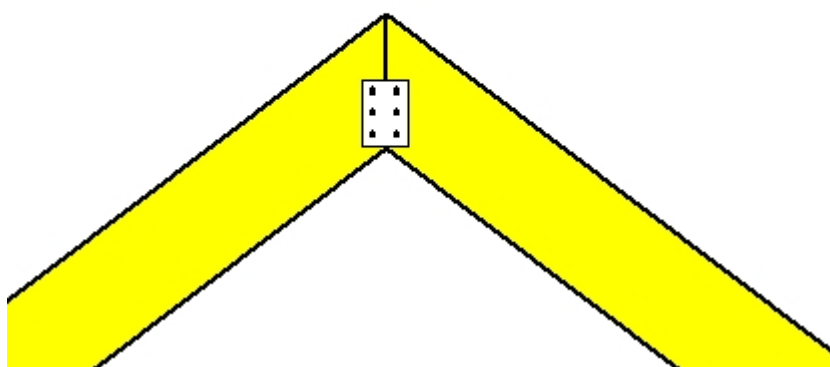
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-1.691	-0.004	5 <	131
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-2.401	-0.006	7 <	175
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-2.162	-0.007	7 <	175
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-2.285	-0.005	7 <	175
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.059	0.036	11 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.691	-0.004	5 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.810	-0.008	8 <	196
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.442	0.018	9 <	264
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.401	-0.006	7 <	264
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.204	0.017	8 <	264
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.162	-0.007	7 <	264
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.349	0.019	9 <	264
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.285	-0.005	7 <	264
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.332	0.035	11 <	264
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.225	0.035	11 <	264
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-2.299	0.036	12 <	264
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.046	-0.005	6 <	264
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.926	-0.005	6 <	264
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-1.988	-0.004	6 <	264
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.171	0.015	10 <	264
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.165	-0.009	10 <	264
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.050	0.015	10 <	264
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.045	-0.009	9 <	264
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.121	0.016	10 <	264
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.107	-0.008	9 <	264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.928	0.009	4 <	264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-1.615	-0.004	5 <	264

Κλίμακα 1:20

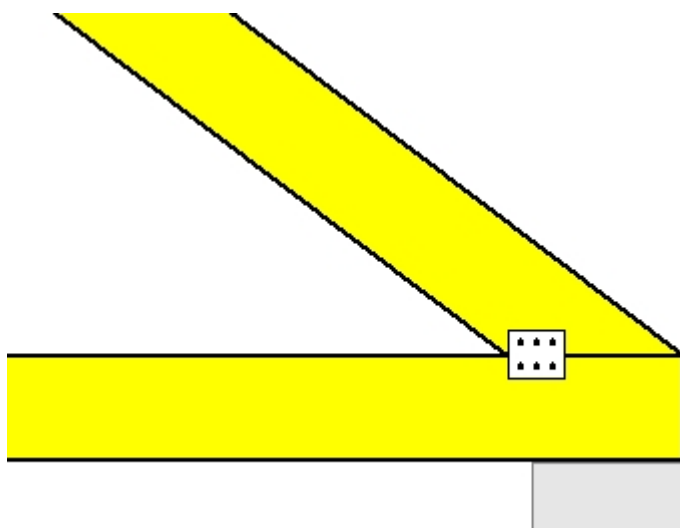


**Σύνδεσμος στον κόμβο 1**(κόμβος σε $x=0.171$ m, $y=0.070$ m)πλάκες: $2 \times 75 \times 65 \times 2.0$ mm

βλήτρα: 4.0 mm [6] [3+3]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 2**(κόμβος σε $x=1.777$ m, $y=1.255$ m)πλάκες: $2 \times 65 \times 90 \times 2.0$ mm

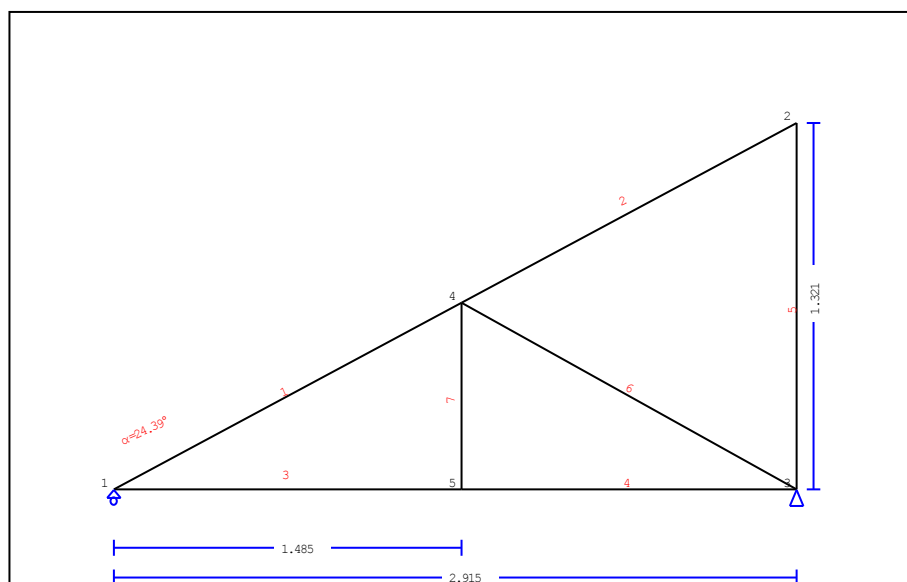
βλήτρα: 4.0 mm [6] [3+3]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 3**(κόμβος σε $x=3.382$ m, $y=0.070$ m)πλάκες: $2 \times 75 \times 65 \times 2.0$ mm

βλήτρα: 4.0 mm [6] [3+3]

5. ΣΤΕΓ.-002

Στέγη μονόριχτη τύπου N



5.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

5.1.1. Τρόπος Κατασκευής

Ξύλινη στέγη, από ζευκτιά ξυλεία C24. Τύπος ζευκτιού όπως το ανωτέρω σχέδιο.

Ανοιγμα ζευκτιών 2.915 m, ύψος 1.321 m, κλίση στέγης 24.39° , απόσταση ζευκτιών 0.700m

Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm

Τεγίδες από ξυλεία C24, διαστάσεων 50x50 mm, σε απόσταση 0.300 m

Διατομές ράβδων ζευκτιού BxH [mm]

Ράβδοι 1, 2, Διατομή 70x140 [mm]

Ράβδοι 3, 4, Διατομή 70x140 [mm]

Ράβδοι 5, Διατομή 70x140 [mm]

Ράβδοι 6, 7, Διατομή 70x140 [mm]

Όγκος ζευκτιού = 0.095 m³, βάρος ζευκτιού = 0.326 kN

5.1.2. Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Μέρος 1-1, Δράσεις

EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-1, Φορτία κατασκευής

EN1991-1-3:2003, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-3, Φορτία χιονιού

EN1991-1-4:2005, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-4, Φορτία ανέμου

EN1995-1-1:2009, Ευρωκώδικας 5 Μέρος 1-1, Ξύλινες κατασκευές

5.1.3. Μέθοδος υπολογισμού

Οι εσωτερικές δυνάμεις του ζευκτιού της στέγης υπολογίζονται με ανάλυση του ραβδόμορφου φορέα, με πεπερασμένα στοιχεία, με άκαμπτες ή ελαστικές συνδέσεις. Για να υπολογιστούν οι διάφορες φορτίσεις, πρώτα υπολογίζονται οι εντατικές καταστάσεις, για μοναδιαίες φορτίσεις, και εν συνεχεία με

συνδυασμό αυτών προκύπτουν οι εντατικές καταστάσεις στις διάφορες φορτίσεις.

Εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί επικίνδυνων φορτίσεων, σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1 και

Ευρωκώδικας 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι των ράβδων στις δυσμενέστερες

συνθήκες φόρτισης (φέρουσα ικανότητα), σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §6.

Γίνονται επίσης οι έλεγχοι των συνδέσεων σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §8.

Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας,

σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §7.

5.1.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών, τεγίδων, πετσώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

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

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$

$G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$

5.1.5. Κατανεμημένα φορτία στέγης

Επικάλυψη στέγης $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$ (Κεραμίδια κεραμικά)

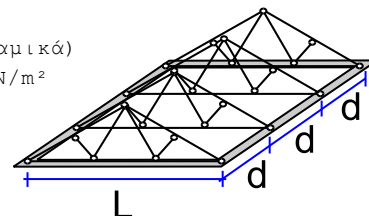
Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση $G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$ $G_e + G_t = 0.550 \text{ kN/m}^2$

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης $G_c = 0.300 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους $S_k = 0.519 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια $Q_w = 1.801 \text{ kN/m}^2$

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H) $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$

**5.2. Φορτίου χιονιού** (EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους S_k (EC1 EN1991-1-3:2003 §4, Παράρτημα C)

Κλιματική περιοχή : Ελλάδα, ζώνη χιονιού : A, υψόμετρο = 500 m

$S_k = 0.40 \times [1 + (500/917)^2] = 0.519 \text{ kN/m}^2$

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους: $s_k = 0.519 \text{ kN/m}^2$

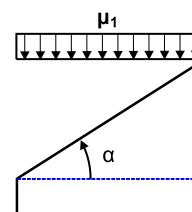
Φορτίο χιονιού σε στέγη (EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

Γωνία κλίσης στέγης : $\alpha = 24.386^\circ$

Συντελεστής έκθεσης : $C_e = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(7))

Συντελεστής θερμότητας : $C_t = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(8))

Συντελεστής μορφής, $\alpha = 24.39^\circ$, $\mu_1 = 0.800$ (Πινάκας 5.2)



Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003 §5.3.2)

$S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 0.519 = 0.415 \text{ kN/m}^2$

5.3. Φορτίο ανέμου (EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

$v_{bo} = 33.00 \text{ m/s}$, Ελλάδα ELOT, Ζώνη: 1, $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 33.00 \text{ m/s}$

Κατηγορία εδάφους: II, $z = 11.000 \text{ m}$, $z_o = 0.050 \text{ m}$, $z_{min} = 2 \text{ m}$, $z_{max} = 200 \text{ m}$, $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$

$k_r = 0.19 \cdot (0.050/0.05)^{0.07} = 0.190$

Συντελεστής τραχύτητας $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.190 \times \ln(11.000/0.050) = 1.025$

$H/L_u = 50/600 = 0.08$, $0.05 < H/L_u = 0.08 < 0.30$, $L_e = 600.00 \text{ m}$

(EN1991-1-4, Πιν. A.2)

$z = 50.00 \text{ m}$, $X/L_e = 500/600 = 0.83$, $z/L_e = 50/600 = 0.10$, $s = 0.396$

(Εξ. A.7, ... A.10)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.396 \times 0.083 = 1.066$

(Εξ. A.2)

Συντελεστής στροβιλισμού $K_t = 1.000$

Συντελεστής έκθεσης $C_e(z) = 2.646$

(EN1991-1-4, §4.5)

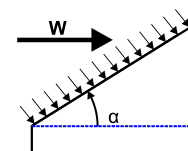
$q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 2.646 \times 0.625 \times 33.00^2 = 1.801 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου σε στέγη $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$ (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

Συντελεστές εξωτερικής πίεσης (EC1 EN1991-1-4:2005 Tab. 7.3)

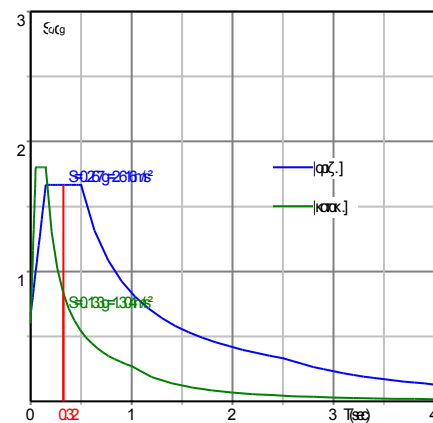
Για κλίση στέγης $\alpha = 24.39^\circ$, $C_{pe} = 0.33$

Πίεση ανέμου $w_e = 0.586 \text{ kN/m}^2$



5.4. Σεισμικό φορτίο (EC8 EN1998-1-1:2004, §3)

Οριζόντια σεισμική επιτάχυνση (§3.2.2.2) $agr/g=0.16$
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση (§3.2.2.3) $avg/ag=0.90$
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου (§3.2.1, T.4.3) $\gamma_i=1.00$
 Συντ. θεμελίωσης (§3.2.2.2) $S=1.00$
 Συντ. συμπεριφοράς [οριζ.] (§3.2.2.5) $q=1.50$
 Συντ. συμπεριφοράς [κατακ.] $q_v=1.50$
 Συντ. φασματικής μορφής [οριζ.] (§3.2.2.5) $\beta_h(T)=2.50$
 Συντ. φασματικής μορφής [κατακ.] (§3.2.2.3) $\beta_v(T)=3.00$
 Διορθωτικός συντελεστής (§4.3.3.2.2.1) $\lambda=1.00$
 Κατανομή φορτίων $\zeta=z_i W_i / \sum z_j W_j$ (§4.3.3.2.3) $\zeta=1.50$
 Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3) $T(\text{sec})=0.32$
 Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων $\psi_2=0.30$
 Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού $\psi_2=0.20$
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]: $T_b=0.15\text{sec}$, $T_c=0.50\text{sec}$, $T_d=2.50\text{sec}$
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [κατακ.]: $T_b=0.05\text{sec}$, $T_c=0.15\text{sec}$, $T_d=1.00\text{sec}$



Οριζόντιο : $F_h = agr \cdot \gamma_i \cdot S \cdot \beta_h(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q$

$$F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.50 / 1.50 = 0.400 \times g \quad (\text{EC8 §3.2.2.2})$$

Κατακόρυφο: $F_v = (avg/ag) \cdot agr \cdot \gamma_i \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$

$$F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.50 / 1.50 = 0.432 \times g \quad (\text{EC8 §3.2.2.3})$$

5.5. Υπολογισμός σανιδώματος

Στατικό σύστημα σανιδώματος

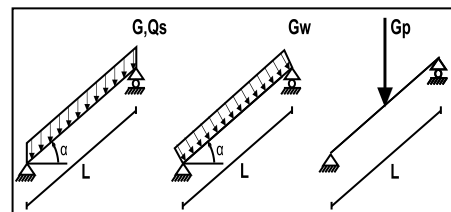
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα
Απόσταση τεγίδων $L = 0.300\text{m}$, και πλάτος 1.00m

Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$
Απόσταση τεγίδων $L = 0.300\text{m}$, κλίση στέγης $\alpha = 24.39^\circ$, πάχος σανιδώματος 20mm

Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$
Ιδιο βάρος $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο χιονιού $Q_s = 0.415 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο ανέμου $Q_w = 0.586 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο εργάτη $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.300 \text{ m}$, πλάτος $=1.00 \text{ m}$)

Φόρτιση		Δράση		γg	γq	ψ0	maxN [kN]	maxQ [kN]	maxM [kNm]
(Gk) Μόνιμα	Gk =0.519 [kN/m]	Μόνιμη	@	1.35	0.00	1.00	0.064	0.071	0.005
(Qk1) Χιόνι	Qks=0.415 [kN/m]	Μεσοχρόνια	@	0.00	1.50	0.50	0.047	0.052	0.004
(Qk2) Άνεμος	Qkw=0.586 [kN/m]	Στιγμιαία	@	0.00	1.50	0.60	0.000	0.088	0.007
(Qk3) Εργάτης	Qkp=1.000 [kN]	Στιγμιαία	@	0.00	1.00	0.00	0.413	0.455	0.258

5.5.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.519 [\text{kN/m}]$	0.003	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.415 [\text{kN/m}]$	0.002	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.586 [\text{kN/m}]$	0.003	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.003	0.005
2 Gk + Qk1	0.005	0.007
3 Gk + Qk2	0.006	0.008
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	0.007	0.009
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	0.007	0.009

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1+k_{def}), w_{fin}, q = w_{inst}, q(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.007 \text{ mm}, w_{fin} = 0.009 \text{ mm}$

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.007 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.009 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.009 \text{ mm} < L/200 = 300/200 = 1.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.5.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k _{mod}	N/K _{mod}	V/K _{mod}	M/K _{mod}
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.145	0.160	0.012
2	yg.Gk + yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.196	0.217	0.016
3	yg.Gk + yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.079	0.207	0.016
4	yg.Gk + yg.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-0.454	0.501	0.241
5	yg.Gk + yg.Qk1 + yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.143	0.229	0.017
6	yg.Gk + yg.Qk2 + yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.111	0.242	0.018
	Μέγιστες τιμές			-0.454	0.501	0.241

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, F_{c0d}=-0.500 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=1.10×21.00/1.30=17.77N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_{c0d}=-0.500 kN, σ_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000×0.500/20000=0.02N/mm² < 17.77N/mm²=f_{c0d} (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος διάτμησης, F_v=0.551 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, b_{ef}=0.67×1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{vk}=4.00 N/mm², f_{vd}=K_{mod}·f_{vk}/γ_M=1.10×4.00/1.30=3.38N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_v=0.551 kN, τ_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000×1.50×0.551/13400=0.06N/mm² < 3.38N/mm²=f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος κάμψης, M_{yd}=0.265 kNm, M_{zd}=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00×10⁴mm², W_y=6.67×10⁴mm³, W_z=3.33×10⁶mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=1.10×24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=1.10×24.00/1.30=20.31N/mm²Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶×0.265/(0.0667×10⁶)= 3.97 N/mm²σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶×0.000/(3.3333×10⁶)= 0.00 N/mm²σ_{myd}/f_{myd}+K_m·σ_{mzd}/f_{mzd}=0.196+0.000= 0.20 < 1 (EC5 Εξ.6.11)K_m·σ_{myd}/f_{myd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.137+0.000= 0.14 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4**Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, F_{c0d}=-0.500kN, M_{yd}=0.265kNm, M_{zd}=0.000kNm** (EC5 §6.2.4)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00×10⁴mm², W_y=6.67×10⁴mm³, W_z=3.33×10⁶mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=1.10×21.00/1.30=17.77N/mm²f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=1.10×24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=1.10×24.00/1.30=20.31N/mm²Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))σ_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000×0.500/20000= 0.02 N/mm²σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶×0.265/(0.0667×10⁶)= 3.97 N/mm²σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶×0.000/(3.3333×10⁶)= 0.00 N/mm²(σ_{c0d}/f_{c0d})²+σ_{myd}/f_{myd}+K_m·σ_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.196+0.000= 0.20 < 1 (EC5 Εξ.6.19)(σ_{c0d}/f_{c0d})²+K_m·σ_{myd}/f_{myd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.137+0.000= 0.14 < 1 (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-0.500\text{kN}$, $M_{yd}=0.265\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)**Ορθογωνική διατομή, $b=1000\text{mm}$, $h=20\text{mm}$, $A=2.00\times 10^4\text{mm}^2$, $W_y=6.67\times 10^4\text{mm}^3$, $W_z=3.33\times 10^6\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400\text{MPa}$) $f_{c0k}=21.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10\times 21.00/1.30=17.77\text{N/mm}^2$ $f_{myk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10\times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$ $f_{mzk}=24.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10\times 24.00/1.30=20.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 0.500/20000=0.02\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 0.265/(0.0667\times 10^6)=3.97\text{ N/mm}^2$ $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(3.3333\times 10^6)=0.00\text{ N/mm}^2$ Μήκη λυγισμού $S_{ky}=1.00\times 0.300=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$ $S_{kz}=0.00\times 0.300=0.000\text{ m}=0\text{ mm}$ Λυγηρότητες $i_y=\sqrt{(I_y/A)}=0.289\times 20=6\text{ mm}$, $\lambda_y=300/6=50.00$ $i_z=\sqrt{(I_z/A)}=0.289\times 1000=289\text{ mm}$, $\lambda_z=0/289=0.00$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=29.21\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})}=0.85$ (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=2100.00\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}=\sqrt{(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})}=0.00$ (EC5 Εξ.6.22) $\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.91$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.796$ (Εξ.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=1.000$ (Εξ.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.002+0.196+0.000=0.20 < 1$ (EC5 Εξ.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.001+0.137+0.000=0.14 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.6. Υπολογισμός τεγίδων

Στατικό σύστημα τεγίδων

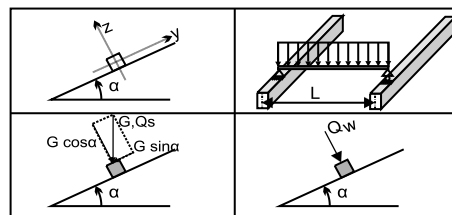
Οι τεγίδες υπολογίζονται σαν αμφιέρειστες δοκοί με άνοιγμα $L=0.700$ m την απόσταση των ζευκτών. Φορτίζονται με το φορτίο λωρίδας στέγης πλάτους $L_1=0.300$ m (απόσταση τεγίδων). Ο άξονας της τεγίδας έχει κλίση $\alpha=24.39^\circ$ με την κατακόρυφο. Τα κατακόρυφα φορτία (βάρος, χιόνι, φορτίο εργάτη) αναλύονται σε δύο συντεταγμένες κατά $z-z$ $P \cdot \cos \alpha$, και κατά $y-y$ $P \cdot \sin \alpha$, το φορτίο ανέμου δρα κατά την διεύθυνση $z-z$.

Διαστάσεις τεγίδων

Ευλεία τεγίδων: C24, Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$, διατομή τεγίδων $B \times H: 50 \times 50$ mm
Απόσταση τεγίδων $L = 0.300$ m, κλίση στέγης $\alpha = 24.39^\circ$, Απόσταση ζευκτών $L = 0.700$ m

Φορτία τεγίδων kN/m^2

Επικάλυψη $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$
Σανίδωμα+ιδ. βάρος $G_1 = 0.100 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο χιονιού $Q_s = 0.415 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο ανέμου $Q_w = 0.586 \text{ kN/m}^2$
Φορτίο εργάτη $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



Φορτία τεγίδων κατά $z-z$ και $y-y$ ανά m τεγίδας

Επικάλυψη+ιδ. βάρος $G_k = 0.165 \text{ kN/m}$, $G_{kz} = 0.150 \text{ kN/m}$, $G_{ky} = 0.068 \text{ kN/m}$
Φορτίο χιονιού $Q_{ks} = 0.125 \text{ kN/m}$, $Q_{ksz} = 0.113 \text{ kN/m}$, $Q_{ksy} = 0.051 \text{ kN/m}$
Φορτίο ανέμου $Q_{kw} = 0.176 \text{ kN/m}$, $Q_{kwz} = 0.176 \text{ kN/m}$, $Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$
Φορτίο εργάτη $Q_{kp} = 1.000 \text{ kN}$, $Q_{kpz} = 0.911 \text{ kN}$, $Q_{kpy} = 0.413 \text{ kN}$

Εντατικά μεγέθη τεγίδων (άνοιγμα $L=0.700$ m, $B \times H: 50 \times 50$ mm)

Φόρτιση	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0	Q_z [kN]	Q_y [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.165$ [kN/m]	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.053	0.024	0.009	0.000
(Qk1) Χιόν $Q_{ks} = 0.125$ [kN/m]	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50	0.040	0.018	0.007	0.000
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.176$ [kN/m]	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.061	0.000	0.011	0.000
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000$ [kN]	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.455	0.206	0.159	0.000

5.6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1	ψ_2	K_{def}
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.150$ [kN/m]		0.034	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόν $Q_{ks} = 0.113$ [kN/m]		0.026	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.176$ [kN/m]		0.040	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	w_{fin} [mm]
1 G_k	0.034	0.054
2 $G_k + Q_{k1}$	0.060	0.080
3 $G_k + Q_{k2}$	0.074	0.094
4 $G_k + Q_{k1} + \psi_0 \cdot Q_{k2}$	0.084	0.104
5 $G_k + Q_{k2} + \psi_0 \cdot Q_{k1}$	0.087	0.107

$w_{fin}, g = w_{inst}, g(1 + k_{def})$, $w_{fin}, q = w_{inst}, q(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.087$ mm, $w_{fin} = 0.107$ mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.087 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.107 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.107 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.6.2. Έλεγχος τεγίδων, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας k_{mod}	Q_z/K_{mod}	Q_y/K_{mod}	M_y/K_{mod}	M_z/K_{mod}
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.118	0.054	0.021
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.163	0.074	0.029
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.148	0.029	0.026
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.479	0.217	0.156
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.169	0.054	0.030
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.175	0.042	0.031
	Μέγιστες τιμές		0.479	0.217	0.156	0.000

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος διάτμησης, $F_v=0.526 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 50=34 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=1700 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.10 \times 4.00 / 1.30 = 3.38 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.526 \text{ kN}$, $v_{0d}=1.50 F_v / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.526 / 1700 = 0.46 \text{ N/mm}^2 < 3.38 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος διάτμησης, $F_v=0.239 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 50=34 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=1700 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=4.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.10 \times 4.00 / 1.30 = 3.38 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.239 \text{ kN}$, $v_{0d}=1.50 F_v / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.239 / 1700 = 0.21 \text{ N/mm}^2 < 3.38 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.172 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=50 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=2.50 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$, $W_z=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.172 / (0.0208 \times 10^6) = 8.25 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0208 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.406 + 0.000 = 0.41 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.284 + 0.000 = 0.28 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=0.172 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=50 \text{ mm}$, $h=50 \text{ mm}$, $A=2.50 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$, $W_z=2.08 \times 10^4 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.172 / (0.0208 \times 10^6) = 8.25 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0208 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 0.700 = 0.700 \text{ m} = 700 \text{ mm}$, $L_{ef} = 0.9 \times 700 = 630 \text{ mm}$
 $S_{kz} = 0.00 \times 0.700 = 0.000 \text{ m} = 0 \text{ mm}$, $L_{ef} = 0.9 \times 0 = 0 \text{ mm}$

Λυγηρότητες

$i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$, $\lambda_y = 700 / 14 = 50.00$
 $i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 50 = 14 \text{ mm}$, $\lambda_z = 0 / 14 = 0.00$

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 50^2 \times 7400 / (50 \times 630) = 458.10 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity} = 458.10 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = \sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m,crity})} = 0.23$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz} = 210.00 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = \sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m,critz})} = 0.00$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my} = 0.23$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz} = 0.00$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.406 + 0.000 = 0.41 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.284 + 0.000 = 0.28 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.7. Υπολογισμός ζευκτού

Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού

Μήκος $L=2.915$ m, ύψος $H=1.321$ m, απόσταση ζευκτών $d=0.700$ m
 Κλίση $=45.33\%$, γωνία $\alpha=24.39^\circ$, $\tan\alpha=0.453$, $\sin\alpha=0.413$, $\cos\alpha=0.911$
 Αριθμός κόμβων = 5, αριθμός ράβδων =7, στηρίξεις 2

Συντεταγμένες κόμβων				Ιδιότητες ράβδων ζευκτού							
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h[mm]	L[m]	A[mm ²]	I _y [mm ⁴]	W _y [mm ³]
1	0.000	0.000	01	1	1	4	70×140	1.630	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵
2	2.915	1.321		2	4	2	70×140	1.570	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵
3	2.915	0.000	11	3	1	5	70×140	1.485	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵
4	1.485	0.673		4	5	3	70×140	1.430	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵
5	1.485	0.000		5	3	2	70×140	1.321	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵
				6	4	3	70×140	1.581	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵
				7	5	4	70×140	0.673	9800	16.007×10 ⁶	2.287×10 ⁵

Φορτία ανά ζευκτό

Πυκνότητα ξύλου $=350.00$ kg/m³, Ίδιο βάρος ζευκτού $=0.326$ kN
 Απόσταση ζευκτών $d=0.70$ m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού $=0.033$ kN

Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού $G_{k1}= 0.508$ kN/m
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης $G_{k2}= 0.210$ kN/m

Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού

Φορτίο Χιονιού $Q_{k1}= 0.291$ kN/m

Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m ζευκτού

Επιβεβλημένο $Q_{ki}= 0.50 \times 0.700 = 0.350$ kN/m

Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m ζευκτού

Φορτίο Ανέμου $Q_{k2}= 0.410$ kN/m

Σεισμικά φορτία στιγμιαίας διάρκειας (kN/m), στο ζευκτό

Σεισμός AeX $q_h=0.400 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$

Σεισμός AeY $q_v=0.432 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$

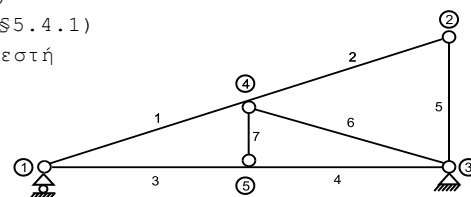
Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού

($\gamma_g=1.35$, $\gamma_q=1.50$, ψ_0 (Κινητό Q_f)=0.70, ψ_0 (Χιόνι Q_1)=0.50, ψ_0 (Ανεμος Q_2)=0.60)

Σ.Φ.	Δράσεις	Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot G_k$		Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$		Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$		Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$		Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$		Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$		Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$		Στιγμιαία
8	$G_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + A_{ex}$		Accidental
9	$G_k + \psi_2 \cdot Q_{k1} + A_{ey}$		Accidental

5.8. Στατική επίλυση ζευκτού

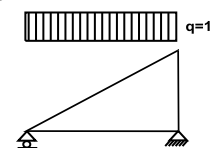
Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.20)
 Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαισιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)
 με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή
 Οι αμοιβόντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι
 Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις
 και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις
 στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.
 Αριθμός κόμβων = 5, αριθμός ράβδων = 7, στηρίξεις 2



5.8.1. Στατική επίλυση για μοναδιαίες φορτίσεις

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	-2.36	0.51	0.01	-1.74	-0.84	-0.26
2	4	2	-0.37	0.82	-0.26	0.22	-0.48	0.01
3	1	5	1.93	0.02	0.00	1.93	0.02	0.03
4	5	3	1.93	-0.02	0.03	1.93	-0.02	0.00
5	3	2	-0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00
6	4	3	-2.13	0.00	0.00	-2.13	0.00	0.00
7	5	4	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00



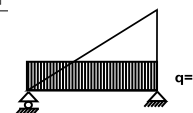
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	1.93	1.44	0.01	-1.93	0.04	0.26
2	4	2	0.00	0.90	-0.26	0.00	0.53	-0.01
3	1	5	-1.93	0.02	0.00	1.93	-0.02	-0.03
4	5	3	-1.93	-0.02	0.03	1.93	0.02	0.00
5	3	2	0.00	0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00
6	4	3	1.93	-0.91	0.00	-1.93	0.91	0.00
7	5	4	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	-2.12	0.01	0.00	-2.12	0.01	0.02
2	4	2	0.01	-0.01	0.02	0.01	-0.01	0.00
3	1	5	1.93	0.57	0.01	1.93	-0.91	-0.25
4	5	3	1.93	0.89	-0.25	1.93	-0.54	0.01
5	3	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
6	4	3	-2.13	0.00	0.00	-2.13	0.00	0.00
7	5	4	1.81	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00



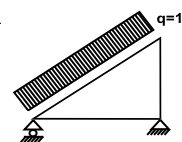
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	1.93	0.89	0.00	-1.93	-0.89	-0.02
2	4	2	0.00	-0.02	0.02	0.00	0.02	0.00
3	1	5	-1.93	0.57	0.01	1.93	0.91	0.25
4	5	3	-1.93	0.89	-0.25	1.93	0.54	-0.01
5	3	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
6	4	3	1.92	-0.91	0.00	-1.92	0.91	0.00
7	5	4	0.00	-1.81	0.00	0.00	1.81	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	4	-1.43	0.61	0.01	-1.43	-1.02	-0.32
2	4	2	0.26	0.99	-0.32	0.26	-0.58	0.01
3	1	5	1.05	0.01	0.00	1.05	0.01	0.02
4	5	3	1.05	-0.01	0.02	1.05	-0.01	0.00
5	3	2	-0.63	0.00	0.00	-0.63	0.00	0.00
6	4	3	-2.61	0.00	0.00	-2.61	0.00	0.00
7	5	4	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00

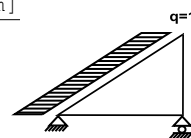
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβων πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	1.05	1.15	0.01	-1.72	0.34	0.32
2	4	2	-0.65	0.80	-0.32	0.00	0.63	-0.01
3	1	5	-1.05	0.01	0.00	1.05	-0.01	-0.02
4	5	3	-1.05	-0.01	0.02	1.05	0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.63	0.00	0.00	-0.63	0.00
6	4	3	2.37	-1.11	0.00	-2.37	1.11	0.00
7	5	4	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m seismic load)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	4	2.25	0.24	0.00	0.77	-0.43	-0.16
2	4	2	1.53	0.43	-0.16	0.10	-0.22	0.00
3	1	5	-2.15	-0.01	0.00	-2.15	-0.01	-0.02
4	5	3	-2.15	0.01	-0.02	-2.15	0.01	0.00
5	3	2	-0.24	0.00	0.00	-0.24	0.00	0.00
6	4	3	-1.16	0.00	0.00	-1.16	0.00	0.00
7	5	4	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m seismic load)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	-2.15	-0.71	0.00	0.52	0.71	0.16
2	4	2	-1.57	-0.24	-0.16	0.00	0.24	0.00
3	1	5	2.15	-0.01	0.00	-2.15	0.01	0.02
4	5	3	2.15	0.01	-0.02	-2.15	-0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.24	0.00	0.00	-0.24	0.00
6	4	3	1.05	-0.49	0.00	-1.05	0.49	0.00
7	5	4	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.03	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

5.8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	-1.76	0.29	0.00	-1.42	-0.46	-0.14	-1.63	0.00	0.09
2	4	2	-0.21	0.45	-0.14	0.12	-0.27	0.00	0.00	0.00	0.08
3	1	5	1.48	0.13	0.00	1.48	-0.18	-0.04	1.48	0.00	0.04
4	5	3	1.48	0.18	-0.04	1.48	-0.12	0.00	1.48	0.00	0.04
5	3	2	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
6	4	3	-1.64	0.00	0.00	-1.64	0.00	0.00	-1.64	0.00	0.00
7	5	4	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 0.291 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	-0.68	0.15	0.00	-0.51	-0.24	-0.07	-0.62	0.00	0.05
2	4	2	-0.11	0.24	-0.07	0.06	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.04
3	1	5	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.01	0.56	0.00	0.00
4	5	3	0.56	-0.01	0.01	0.56	-0.01	0.00	0.56	-0.01	0.00
5	3	2	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00	0.00
6	4	3	-0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00
7	5	4	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	-0.58	0.25	0.00	-0.58	-0.42	-0.13	-0.58	-0.01	0.08
2	4	2	0.11	0.41	-0.13	0.11	-0.24	0.00	0.11	0.01	0.07
3	1	5	0.43	0.00	0.00	0.43	0.00	0.01	0.43	0.00	0.00
4	5	3	0.43	-0.01	0.01	0.43	-0.01	0.00	0.43	-0.01	0.00
5	3	2	-0.26	0.00	0.00	-0.26	0.00	0.00	-0.26	0.00	0.00
6	4	3	-1.07	0.00	0.00	-1.07	0.00	0.00	-1.07	0.00	0.00
7	5	4	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	-0.82	0.18	0.00	-0.61	-0.29	-0.09	-0.74	0.00	0.06
2	4	2	-0.13	0.29	-0.09	0.08	-0.17	0.00	0.00	0.00	0.05
3	1	5	0.68	0.01	0.00	0.68	0.01	0.01	0.68	0.01	0.00
4	5	3	0.68	-0.01	0.01	0.68	-0.01	0.00	0.68	-0.01	0.00
5	3	2	-0.19	0.00	0.00	-0.19	0.00	0.00	-0.19	0.00	0.00
6	4	3	-0.75	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00	-0.75	0.00	0.00
7	5	4	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	0.55	0.06	0.00	0.19	-0.11	-0.04	0.41	0.00	0.02
2	4	2	0.38	0.10	-0.04	0.02	-0.05	0.00	0.16	0.01	0.02
3	1	5	-0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00
4	5	3	-0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00
5	3	2	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00
6	4	3	-0.29	0.00	0.00	-0.29	0.00	0.00	-0.29	0.00	0.00
7	5	4	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]	Nm [kN]	Vm [kN]	Mm [kNm]
1	1	4	-0.82	0.14	0.00	-0.66	-0.22	-0.07	-0.76	0.00	0.05
2	4	2	-0.10	0.22	-0.07	0.06	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.04
3	1	5	0.69	0.06	0.00	0.69	-0.08	-0.02	0.69	0.00	0.02
4	5	3	0.69	0.08	-0.02	0.69	-0.05	0.00	0.69	0.00	0.02
5	3	2	-0.14	0.00	0.00	-0.14	0.00	0.00	-0.14	0.00	0.00
6	4	3	-0.76	0.00	0.00	-0.76	0.00	0.00	-0.76	0.00	0.00
7	5	4	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

5.8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	1.48	0.99	0.00	-1.48	-0.16	0.14
2	4	2	0.00	0.50	-0.14	0.00	0.30	0.00
3	1	5	-1.48	0.13	0.00	1.48	0.18	0.04
4	5	3	-1.48	0.18	-0.04	1.48	0.12	0.00
5	3	2	0.00	0.30	0.00	0.00	-0.30	0.00
6	4	3	1.48	-0.70	0.00	-1.48	0.70	0.00
7	5	4	0.00	-0.36	0.00	0.00	0.36	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 0.291 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	0.56	0.42	0.00	-0.56	0.01	0.07
2	4	2	0.00	0.26	-0.07	0.00	0.15	0.00
3	1	5	-0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	-0.01
4	5	3	-0.56	-0.01	0.01	0.56	0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.15	0.00	0.00	-0.15	0.00
6	4	3	0.56	-0.26	0.00	-0.56	0.26	0.00
7	5	4	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	0.43	0.47	0.00	-0.70	0.14	0.13
2	4	2	-0.26	0.33	-0.13	0.00	0.26	0.00
3	1	5	-0.43	0.00	0.00	0.43	0.00	-0.01
4	5	3	-0.43	-0.01	0.01	0.43	0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.26	0.00	0.00	-0.26	0.00
6	4	3	0.97	-0.46	0.00	-0.97	0.46	0.00
7	5	4	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	0.68	0.50	0.00	-0.68	0.02	0.09
2	4	2	0.00	0.31	-0.09	0.00	0.19	0.00
3	1	5	-0.68	0.01	0.00	0.68	-0.01	-0.01
4	5	3	-0.68	-0.01	0.01	0.68	0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.19	0.00	0.00	-0.19	0.00
6	4	3	0.68	-0.32	0.00	-0.68	0.32	0.00
7	5	4	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	-0.53	-0.18	0.00	0.13	0.18	0.04
2	4	2	-0.39	-0.06	-0.04	0.00	0.06	0.00
3	1	5	0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00
4	5	3	0.53	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00
6	4	3	0.26	-0.12	0.00	-0.26	0.12	0.00
7	5	4	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQk1) [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	0.69	0.46	0.00	-0.69	-0.07	0.07
2	4	2	0.00	0.24	-0.07	0.00	0.14	0.00
3	1	5	-0.69	0.06	0.00	0.69	0.08	0.02
4	5	3	-0.69	0.08	-0.02	0.69	0.05	0.00
5	3	2	0.00	0.14	0.00	0.00	-0.14	0.00
6	4	3	0.69	-0.32	0.00	-0.69	0.32	0.00
7	5	4	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.15	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

5.8.4. Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-0.10	-0.04	-0.04	-0.05
5	-0.10	-0.04	-0.04	-0.05

5.8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fy	1.12	0.42	0.47	0.51
3	Fx	0.00	0.00	-0.54	0.00
3	Fy	1.12	0.42	0.72	0.51

5.9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο $Gk1 = 0.508$, $Gk2 = 0.210$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν $Qks = 0.291$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Άνεμος $Qkw = 0.410$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Qi = 0.350$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός $AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)$	Accidental			
(Aey) Σεισμός $AeY qv=0.432x(G+0.20xQk1)$	Accidental			

5.9.1. Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.511	0.000	2.518
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.146	0.000	2.683
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.813	2.592	-0.739	2.356
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	2.276	0.000	2.529
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.488	2.795	-0.443	2.541
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.813	2.909	-0.739	2.645
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.488	3.242	-0.443	2.948
8	$Gk+0.2xQk1 + AedX$	Accidental	1.10	1.239	1.383	1.549	1.728
9	$Gk+0.2xQk1 + AedY$	Accidental	1.10	0.000	1.724	0.000	2.155
	Μέγιστες τιμές			1.239	3.242	1.549	2.948
10	$γg.Gk+γq.Qk2=0.9Gk+1.5Qk2, (EQU)$	Στιγμιαία	1.10	-0.813	2.088	-0.739	1.898

5.9.2. Αντιδράσεις σε κόμβο : 1 (kN)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.510	0.000	2.517
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.146	0.000	2.682
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.222	0.000	2.020
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	2.275	0.000	2.528
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.573	0.000	2.339
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.540	0.000	2.309
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.020	0.000	2.746
8	$Gk+0.2xQk1 + AedX$	Accidental	1.10	0.000	1.382	0.000	1.728
9	$Gk+0.2xQk1 + AedY$	Accidental	1.10	0.000	1.723	0.000	2.154
	Μέγιστες τιμές			0.000	3.020	0.000	2.746
10	$γg.Gk+γq.Qk2=0.9Gk+1.5Qk2, (EQU)$	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.719	0.000	1.562

5.10. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

5.10.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 5 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210	-0.104	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι Qks = 0.291	-0.038	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410	-0.042	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.104	0.167
2 Gk + Qk1	0.143	0.205
3 Gk + Qk2	0.147	0.209
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	0.168	0.231
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	0.166	0.228

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 5

$w_{inst} = 0.168$ mm, $w_{fin} = 0.231$ mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 5

$w_{inst} = 0.168$ mm < $L/300=2915/300= 9.716$ mm

$w_{net,fin} = 0.231$ mm < $L/250=2915/250= 11.659$ mm

$w_{fin} = 0.231$ mm < $L/200=2915/200= 14.574$ mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.10.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210	0.101	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι Qks = 0.291	0.058	Μεσοχρόνια	0.50	0.20	0.00	0.60
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410	0.000	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.101	0.161
2 Gk + Qk1	0.158	0.218
3 Gk + Qk2	0.101	0.161
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	0.158	0.218
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	0.129	0.190

 $w_{fin,g} = w_{inst,g}(1+k_{def}), w_{fin,q} = w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)
Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 1
 $w_{inst} = 0.158 \text{ mm}, w_{fin} = 0.218 \text{ mm}$
Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1
 $w_{inst} = 0.158 \text{ mm} < L/300 = 1630/300 = 5.434 \text{ mm}$
 $w_{net,fin} = 0.218 \text{ mm} < L/250 = 1630/250 = 6.521 \text{ mm}$
 $w_{fin} = 0.218 \text{ mm} < L/200 = 1630/200 = 8.152 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.11. Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)

Μετά από δυναμική ανάλυση, υπολογίζονται οι κύριες ιδιοσυχνότητες του φορέα. Για τον υπολογισμό των ιδιοσυχνοτήτων θεωρούμε μάζα στον φορέα που αντιστοιχεί στο ίδιο βάρος και στα μόνιμα φορτία.

α/α	Συχνότητα[Hz]	Περίοδος[sec]
1	51.99482	0.01923
2	69.14301	0.01446
3	80.66713	0.01240
4	133.97511	0.00746
5	165.21283	0.00605

5.11.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(G _k) Μόνιμο G _{k1} = 0.508, G _{k2} = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Q _{k1}) Χιόν Q _{ks} = 0.291	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Q _{k2}) Άνεμος Q _{kw} = 0.410	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Q _{ki}) Επιβεβλημένο (H) Q _i = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(A _{ex}) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQ _{k1})	Accidental			
(A _{ey}) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQ _{k1})	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k _{mod}	-N/K _{mod}	+N/K _{mod}	V/K _{mod}	M/K _{mod}
1	γ _g .G _k	Μόνιμη	0.60	-3.958	0.275	1.046	0.312
2	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k1}	Μεσοχρόνια	0.80	-4.253	0.325	1.241	0.375
3	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k2}	Στιγμιαία	1.10	-2.956	0.295	1.139	0.350
4	γ _g .G _k +γ _q .Q _{ki}	Βραχυχρόνια	0.90	-4.013	0.311	1.186	0.358
5	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k1} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k2}	Στιγμιαία	1.10	-3.571	0.323	1.244	0.380
6	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k2} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k1}	Στιγμιαία	1.10	-3.423	0.338	1.305	0.401
7	γ _g .G _k +γ _q .Q _{ki} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k1} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k4}	Στιγμιαία	1.10	-4.229	0.384	1.477	0.452
8	G _k +0.2xQ _{k1} + AedX	Accidental	1.10x1.30	-0.938	0.112	0.434	0.135
9	G _k +0.2xQ _{k1} + AedY	Accidental	1.10x1.30	-1.899	0.135	0.514	0.154
	Μέγιστες τιμές			-4.253	0.384	1.477	0.452

5.11.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, F_{t0d}=0.422 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{t0k}=14.50 N/mm², f_{t0d}=K_{mod}·f_{t0k}/γ_M=1.10x14.50/1.30=12.27N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_{t0d}=0.422 kN, σ_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000x0.422/9800=0.04N/mm² < 12.27N/mm²=f_{t0d} (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2**Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, F_{c0d}=-3.402 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{c0k}=21.00 N/mm², f_{c0d}=K_{mod}·f_{c0k}/γ_M=0.80x21.00/1.30=12.92N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_{c0d}=-3.402 kN, σ_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000x3.402/9800=0.35N/mm² < 12.92N/mm²=f_{c0d} (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7**Έλεγχος διάτμησης, F_v=1.625 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, b_{ef}=0.67x70=47 mm, h=140 mm, A= 6 580 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{vk}=4.00 N/mm², f_{vd}=K_{mod}·f_{vk}/γ_M=1.10x4.00/1.30=3.38N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_v=1.625 kN, τ_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{netto}=1000x1.50x1.625/6580=0.37N/mm² < 3.38N/mm²=f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7**Έλεγχος κάμψης, M_{yd}=0.497 kNm, M_{zd}=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=K_{mod}·f_{myk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=K_{mod}·f_{mzk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.497 / (0.2287 \times 10^6) = 2.18 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.107 + 0.000 = 0.11 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)
 $K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.075 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d} = -3.402 \text{ kN}$, $M_{yd} = 0.300 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.402 / 9800 = 0.35 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.300 / (0.2287 \times 10^6) = 1.31 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.001 + 0.089 + 0.000 = 0.09 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)
 $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.001 + 0.062 + 0.000 = 0.06 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d} = -4.652 \text{ kN}$, $M_{yd} = 0.497 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 4.652 / 9800 = 0.47 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.497 / (0.2287 \times 10^6) = 2.18 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.001 + 0.107 + 0.000 = 0.11 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)
 $(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.001 + 0.075 + 0.000 = 0.08 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d} = -3.402 \text{ kN}$, $M_{yd} = 0.300 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=70 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$
 Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400 \text{ MPa}$)
 $f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92 \text{ N/mm}^2$
 $f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$
 $f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.402 / 9800 = 0.35 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.300 / (0.2287 \times 10^6) = 1.31 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 1.630 = 1.630 \text{ m} = 1630 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές)
 $S_{kz} = 0.18 \times 1.630 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ ($L_c/L = 0.30/1.63 = 0.18$)

Λυγηρότητες

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}, \lambda_y = 1630 / 40 = 40.76$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 70 = 20 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 20 = 15.00$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 43.96 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.69 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 324.60 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.25 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (φυσικό ξύλο)}$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.78, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.881 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma mzd} / f_{mzd} = 0.030 + 0.089 + 0.000 = 0.12 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.027 + 0.062 + 0.000 = 0.09 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης No 7

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d} = -4.652 \text{ kN}$, $M_{yd} = 0.497 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b = 70 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $A = 9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y = 2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z = 1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod} = 1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3, $E 005 = 7400 \text{ MPa}$)

$$f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mzk} = 24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m = 0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 4.652 / 9800 = 0.47 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.497 / (0.2287 \times 10^6) = 2.18 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.630 = 1.630 \text{ m} = 1630 \text{ mm} \text{ (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 0.18 \times 1.630 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm} \text{ (} l_c / L = 0.30 / 1.63 = 0.18 \text{)}$$

Λυγηρότητες

$$i_y = \sqrt{I_y/A} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}, \lambda_y = 1630 / 40 = 40.76$$

$$i_z = \sqrt{I_z/A} = 0.289 \times 70 = 20 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 20 = 15.00$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 43.96 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.69 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 324.60 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.25 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (φυσικό ξύλο)}$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.78, K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 0.881 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)}) = 1.000 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma mzd} / f_{mzd} = 0.030 + 0.107 + 0.000 = 0.14 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.027 + 0.075 + 0.000 = 0.10 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης No 7

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd} = 0.497 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b = 70 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $A = 9.80 \times 10^3 \text{ mm}^2$, $W_y = 2.29 \times 10^5 \text{ mm}^3$, $W_z = 1.14 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod} = 1.10$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mzk} = 24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.497 / (0.2287 \times 10^6) = 2.18 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 1.630 = 1.630 \text{ m} = 1630 \text{ mm}$, $L_{ef}=0.9 \times 1630 = 1467 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές)
 $S_{kz} = 0.18 \times 1.630 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$, $L_{ef}=0.9 \times 300 = 270 \text{ mm}$ ($L_c/L=0.30/1.63=0.18$)

Λυγηρότητες

$i_y = \sqrt{(I_y/A)} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$, $\lambda_y = 1630 / 40 = 40.76$
 $i_z = \sqrt{(I_z/A)} = 0.289 \times 70 = 20 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 20 = 15.00$

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 70^2 \times 7400 / (140 \times 1467) = 137.68 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)
 $\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 140^2 \times 7400 / (70 \times 270) = 5985.78 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity} = 137.68 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = \sqrt{(f_{myk}/\sigma_{m,crity})} = 0.42$ (EC5 Εξ.6.30)
 $\sigma_{m,critz} = 5985.78 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = \sqrt{(f_{mzk}/\sigma_{m,critz})} = 0.06$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my} = 0.42$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critis} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\lambda_{rel,mz} = 0.06$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{critis} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.107 + 0.000 = 0.11 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{critis} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.075 + 0.000 = 0.07 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Εφελκυστική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται (EC5 §6.2.3)

5.11.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(G _k) Μόνιμο G _{k1} = 0.508, G _{k2} = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Q _{k1}) Χιόν Q _{ks} = 0.291	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Q _{k2}) Άνεμος Q _{kw} = 0.410	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Q _{ki}) Επιβεβλημένο (H) Q _i = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(A _{ex}) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQ _{k1})	Accidental			
(A _{ey}) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQ _{k1})	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k _{mod}	-N/K _{mod}	+N/K _{mod}	V/K _{mod}	M/K _{mod}
1	γ _g .G _k	Μόνιμη	0.60	0.000	3.336	0.412	0.095
2	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k1}	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	3.556	0.300	0.078
3	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k2}	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.404	0.219	0.057
4	γ _g .G _k +γ _q .Q _{ki}	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	3.352	0.266	0.070
5	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k1} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k2}	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.937	0.215	0.060
6	γ _g .G _k +γ _q .Q _{k2} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k1}	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.787	0.216	0.059
7	γ _g .G _k +γ _q .Q _{ki} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k1} +γ _q .ψ ₀ .Q _{k4}	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.476	0.211	0.063
8	G _k +0.2xQ _{k1} + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.745	0.130	0.029
9	G _k +0.2xQ _{k1} + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	1.597	0.182	0.043
	Μέγιστες τιμές			0.000	3.556	0.412	0.095

5.11.4. Έλεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, F_{t0d}=2.844 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{t0k}=14.50 N/mm², f_{t0d}=K_{mod}·f_{t0k}/γ_M=0.80x14.50/1.30=8.92N/mm² (EC5 Εξ.2.14)F_{t0d}=2.844 kN, σ_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000x2.844/9800=0.29N/mm² < 8.92N/mm²=f_{t0d} (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Διατμητική τάση αμελητέα, ο έλεγχος διάτμησης παραλείπεται (EC5 §6.1.7)**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 1****Έλεγχος κάμψης, M_{yd}=0.057 kNm, M_{zd}=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{yk}=24.00 N/mm², f_{yd}=K_{mod}·f_{yk}/γ_M=0.60x24.00/1.30=11.08N/mm²f_{mk}=24.00 N/mm², f_{md}=K_{mod}·f_{mk}/γ_M=0.60x24.00/1.30=11.08N/mm²Ορθογωνική διατομή K_m=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))σ_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10⁶x0.057/(0.2287x10⁶)= 0.25 N/mm²σ_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10⁶x0.000/(0.1143x10⁶)= 0.00 N/mm²σ_{myd}/f_{myd}+K_m.σ_{mzd}/f_{mzd}=0.022+0.000= 0.02 < 1 (EC5 Εξ.6.11)K_m.σ_{myd}/f_{myd}+σ_{mzd}/f_{mzd}=0.016+0.000= 0.02 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 2**Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, F_{t0d}=2.844kN, M_{yd}=0.062kNm, M_{zd}=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³Τροποποιητικός συντ. K_{mod}=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)f_{t0k}=14.50 N/mm², f_{t0d}=K_{mod}·f_{t0k}/γ_M=0.80x14.50/1.30=8.92N/mm²f_{yk}=24.00 N/mm², f_{yd}=K_{mod}·f_{yk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²f_{mk}=24.00 N/mm², f_{md}=K_{mod}·f_{mk}/γ_M=0.80x24.00/1.30=14.77N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 2.844 / 9800 = 0.29 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.062 / (0.2287 \times 10^6) = 0.27 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.033 + 0.018 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.033 + 0.013 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1

Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, $F_{t0d}=2.002\text{kN}$, $M_{yd}=0.057\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=70\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=9.80 \times 10^3 \text{mm}^2$, $W_y=2.29 \times 10^5 \text{mm}^3$, $W_z=1.14 \times 10^5 \text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντ. $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{t0k}=14.50 \text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.60 \times 14.50 / 1.30 = 6.69 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60 \times 24.00 / 1.30 = 11.08 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 2.002 / 9800 = 0.20 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.057 / (0.2287 \times 10^6) = 0.25 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1143 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.031 + 0.022 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.031 + 0.016 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.11.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Ράβδοι: 5**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 0.291	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	-0.673	0.000	0.003	0.003
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.794	0.000	0.003	0.003
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.720	0.000	0.003	0.003
4	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.758	0.000	0.003	0.003
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.789	0.000	0.003	0.003
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.825	0.000	0.003	0.003
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.937	0.000	0.003	0.004
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-0.273	0.000	0.001	0.001
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-0.330	0.000	0.001	0.001
	Μέγιστες τιμές			-0.937	0.000	0.003	0.004

5.11.6. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 5**Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 7****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-1.031 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γ_M=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm² (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-1.031 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x1.031/9800=0.11N/mm² < 17.77N/mm²=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 7**Έλεγχος Λυγισμού, Fc0d=-1.031 kN** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3, E005=7400MPa)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γ_M=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=Kmod·f_{myk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=Kmod·f_{mzk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x1.031/9800= 0.11 N/mm²Μήκη ΛυγισμούS_{ky}= 1.00x1.321=1.321 m= 1321 mm (πιο δυσμενές)S_{kz}= 1.00x1.321=1.321 m= 1321 mm (πιο δυσμενές)Λυγηρότητεςi_y=√(I_y/A)=0.289x 140= 40 mm, λ_y= 1321/ 40= 33.04i_z=√(I_z/A)=0.289x 70= 20 mm, λ_z= 1321/ 20= 66.07Κρίσιμες τάσειςσ_{c,crity}=π²E005/λ_y²= 66.90 N/mm², λ_{rel,y}=√(fc0k/σ_{c,crity})= 0.56 (EC5 Εξ.6.21)σ_{c,critz}=π²E005/λ_z²= 16.73 N/mm², λ_{rel,z}=√(fc0k/σ_{c,critz})= 1.12 (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.68$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.931$ (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=1.21$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=0.600$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{cd}/(K_{cy} \cdot f_{cd})=0.01 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{cd}/(K_{cz} \cdot f_{cd})=0.01 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.11.7. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Ράβδοι: 6**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 0.291	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	-3.684	0.000	0.000	0.001
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.926	0.000	0.000	0.000
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.471	0.000	0.000	0.000
4	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.701	0.000	0.000	0.000
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.732	0.000	0.000	0.000
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.894	0.000	0.000	0.000
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-4.328	0.000	0.000	0.000
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-1.432	0.000	0.000	0.000
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-1.764	0.000	0.000	0.000
	Μέγιστες τιμές			-4.328	0.000	0.000	0.001

5.11.8. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 6**Ράβδοι: 6 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 7****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-4.761 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γ_M=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm² (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-4.761 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x4.761/9800=0.49N/mm² < 17.77N/mm²=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 6 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 7**Έλεγχος Λυγισμού, Fc0d=-4.761 kN** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή, b=70mm, h=140mm, A=9.80x10³mm², W_y=2.29x10⁵mm³, W_z=1.14x10⁵mm³Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ_M=1.30 (Πιν. 2.3, E005=7400MPa)fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γ_M=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²f_{myk}=24.00 N/mm², f_{myd}=Kmod·f_{myk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²f_{mzk}=24.00 N/mm², f_{mzd}=Kmod·f_{mzk}/γ_M=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x4.761/9800= 0.49 N/mm²Μήκη ΛυγισμούS_{ky}= 1.00x1.581=1.581 m= 1581 mm (πιο δυσμενές)S_{kz}= 1.00x1.581=1.581 m= 1581 mm (πιο δυσμενές)Λυγηρότητεςi_y=√(I_y/A)=0.289x 140= 40 mm, λ_y= 1581/ 40= 39.51i_z=√(I_z/A)=0.289x 70= 20 mm, λ_z= 1581/ 20= 79.03Κρίσιμες τάσειςσ_{c,crity}=π²E005/λ_y²= 46.79 N/mm², λ_{rel,y}=√(fc0k/σ_{c,crity})= 0.67 (EC5 Εξ.6.21)σ_{c,critz}=π²E005/λ_z²= 11.69 N/mm², λ_{rel,z}=√(fc0k/σ_{c,critz})= 1.34 (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.76$, $K_{cy}=1/(k_y+\sqrt{(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)})=0.890$ (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=1.50$, $K_{cz}=1/(k_z+\sqrt{(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)})=0.459$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{cd}/(K_{cy} \cdot f_{cd})=0.03 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{cd}/(K_{cz} \cdot f_{cd})=0.06 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.11.9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Ράβδοι: 7**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 0.291	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.50
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.410	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.400x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.432x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	0.811	0.000	0.000
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.590	0.000	0.000
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.430	0.000	0.000
4	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	0.521	0.000	0.000
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.421	0.000	0.000
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.423	0.000	0.000
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki+γ _q .ψ ₀ .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.412	0.000	0.000
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.255	0.000	0.000
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.359	0.000	0.000
	Μέγιστες τιμές			0.000	0.811	0.000	0.000

5.11.10. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 7**Ράβδοι: 7 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=0.487 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=70 mm, h=140 mm, A= 9 800 mm²

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=14.50 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.60x14.50/1.30=6.69N/mm² (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=0.487 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x0.487/9800=0.05N/mm² < 6.69N/mm²=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

5.12. Συνδέσεις ζευκτού

5.12.1. Φέρουσα ικανότητα συνδέσμων (EC5 EN1995-1-1:2009, §8)

Βλήτρα και πλάκες συνδέσεων

Επιλέγονται βλήτρα διαμέτρου $d=4.0$ mm. Πλάκες σύνδεσης πάχους $t=2.0$ mm.

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$. Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75 \cdot b \cdot t$

Στοιχεία διατομής

Πάχος ξύλου $d=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0$ mm

Ιδιότητες βλήτρων (EC5 §8.5.1)

Διάμετρος βλήτρων $d=4.0\text{mm}$, ροδέλες με διάμετρο $\geq 12.0\text{mm}$ και πάχος $\geq 1.2\text{mm}$.

Αποστάσεις βλήτρων (EC5 Πίνακας 8.4)

Επιλέγουμε επί το δυσμενέστερον $a_1=7d=7 \times 4.0=28$ mm, $a_2=4d=16$ mm

Χαρακτηριστική τιμή ροπής διαρροής (EC5 §8.5.1.1)

$M_{yrk}=0.30 f_{uk} \cdot d^{2.6}=0.30 \times 400 \times 4.0^{2.6}=4411$ Nmm ($f_{uk}=400\text{N/mm}^2$) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυγας (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k=27.55\text{N/mm}^2$, ($\rho_k=350\text{kg/m}^3$, $d=4.0\text{mm}$) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

Μόνιμη δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτμητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

$F_{vrk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.857 \text{ kN}$$

$$1.15 \sqrt{2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.134 \text{ kN}$$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.60 \times 1.134 / 1.30 = 1.047$ kN

Μεσοχρόνια δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτμητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

$F_{vrk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.857 \text{ kN}$$

$$1.15 \sqrt{2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.134 \text{ kN}$$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.80 \times 1.134 / 1.30 = 1.396$ kN

Βραχυχρόνια δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτμητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=70.0$ mm, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0$ mm

$F_{vrk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.857 \text{ kN}$$

$$1.15 \sqrt{2 M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d} = 1.134 \text{ kN}$$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 0.90 \times 1.134 / 1.30 = 1.570$ kN

Στιγμιαία επίδραση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk} / \gamma_M = 2 \times 1.10 \times 1.134 / 1.00 = 2.495$ kN

Παραδοχές για το σχεδιασμό συνδέσεων με βλήτρα

Μελέτη των συνδέσεων με πλαστική ανάλυση. Οι δυνάμεις στα βλήτρα

έχουν όλες τις ίδιες τιμές. Η αντοχή της μεταλλικής πλάκας βασίζεται

στην πλαστική ροπή αντίστασης Οι θλιπτικές δυνάμεις μειώνονται στο $0.50 \times F_d$

5.12.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 2 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 2 και 5, στον κόμβο 2

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=115mmx50mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=20 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=F_a/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

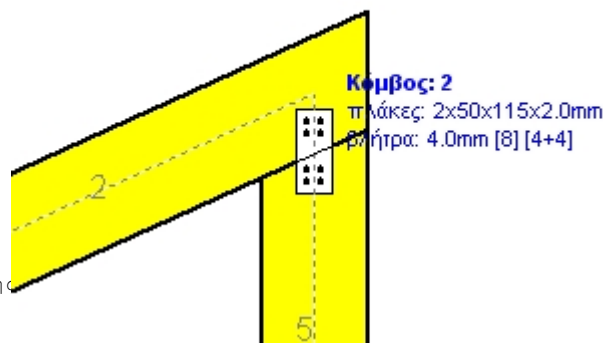
$A=nx_a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=13\text{mm}$, $W=644\text{mm}^3$

σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa



Δυνάμεις στον κόμβο 2 ,από ράβδο 2, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Έλεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.404	-0.008	0.146 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.635	-0.013	0.229 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.792	-0.016	0.286 <	2.495
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.682	-0.014	0.246 <	1.570
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.868	-0.017	0.313 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.908	-0.018	0.328 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.031	-0.021	0.372 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.390	-0.008	0.141 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.472	-0.009	0.170 <	2.495

Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.404	-0.008	4 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.635	-0.013	6 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.792	-0.016	7 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.682	-0.014	6 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.868	-0.017	8 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.908	-0.018	8 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.031	-0.021	9 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.390	-0.008	3 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.472	-0.009	4 <	264

5.12.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 1 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Ελεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 3, στον κόμβο 1

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=75mmx65mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

3 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

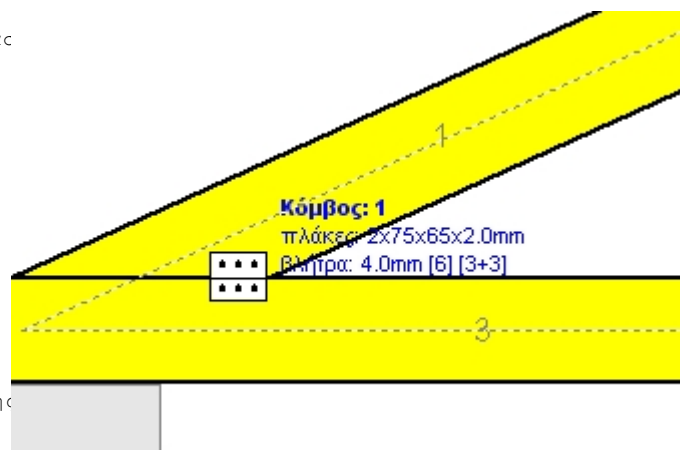
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=3, ($n_{ef}=1.30n$), $A=38\text{mm}^2$, $r=16\text{mm}$, $W=402\text{mm}^3$

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 1 ,από ράβδο 1, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.407	-0.027	0.784 <	1.047
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.457	-0.038	1.110 <	1.396
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.342	-0.033	1.008 <	2.495
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.672	-0.040	1.177 <	1.570
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.017	-0.041	1.244 <	2.495
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.867	-0.038	1.171 <	2.495
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.758	-0.049	1.474 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-1.394	-0.012	0.396 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.754	-0.030	0.894 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.407	-0.027	10 <	115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.457	-0.038	15 <	154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.342	-0.033	14 <	264
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.672	-0.040	16 <	173
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.017	-0.041	17 <	264
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.867	-0.038	16 <	264
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.758	-0.049	20 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-1.394	-0.012	5 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.754	-0.030	12 <	264

5.12.4. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 4 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Ελεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 2, με ράβδους 6 και 7, στον κόμβο 4

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=240mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

3 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=28 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

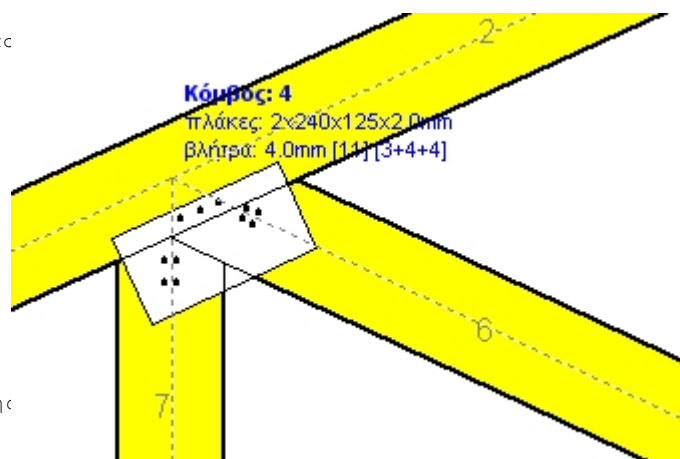
Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

 $A=nka$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=3, ($n_{ef}=1.30n$), $A=38\text{mm}^2$, $r=28\text{mm}$, $W=704\text{mm}^3$ σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 4 ,από ράβδους 6, 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.051	0.026	0.455 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-2.971	0.036	0.643 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.642	0.043	0.781 <	2.495
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.160	0.038	0.682 <	1.570
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.931	0.046	0.839 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.107	0.047	0.876 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.587	0.052	0.973 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-1.921	0.024	0.420 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.350	0.030	0.519 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.051	0.026	4 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-2.971	0.036	5 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.642	0.043	7 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.160	0.038	6 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.931	0.046	7 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.107	0.047	8 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.587	0.052	8 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-1.921	0.024	4 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.350	0.030	4 <	264

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 6, με ράβδους 1, 2 και 7, στον κόμβο 4

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=240mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

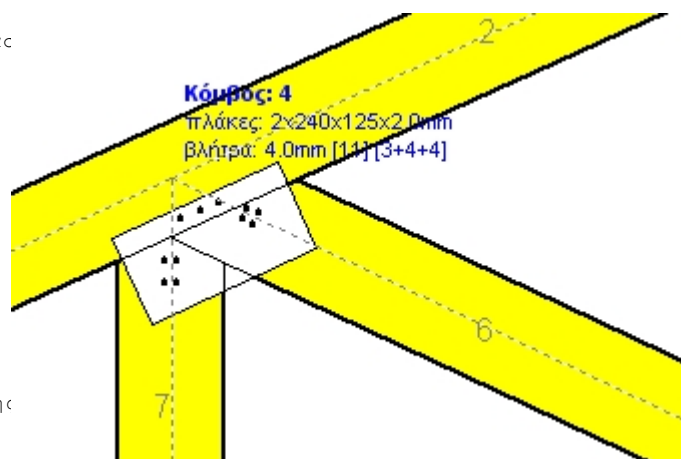
Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

 $A=nx a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=11\text{mm}$, $W=569\text{mm}^3$ σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 4 ,από ράβδο 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.210	0.000	0.277 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.141	0.000	0.393 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.818	0.000	0.478 <	2.495
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.331	0.000	0.417 <	1.570
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.106	0.000	0.514 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.283	0.000	0.536 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.761	0.000	0.596 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.048	0.000	0.256 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.522	0.000	0.316 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.210	0.000	3 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.141	0.000	4 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.818	0.000	5 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.331	0.000	4 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.106	0.000	5 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.283	0.000	6 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.761	0.000	6 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.048	0.000	3 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.522	0.000	3 <	264

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 7, με ράβδους 1, 2 και 6, στον κόμβο 4

Εκκλόνονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=240mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

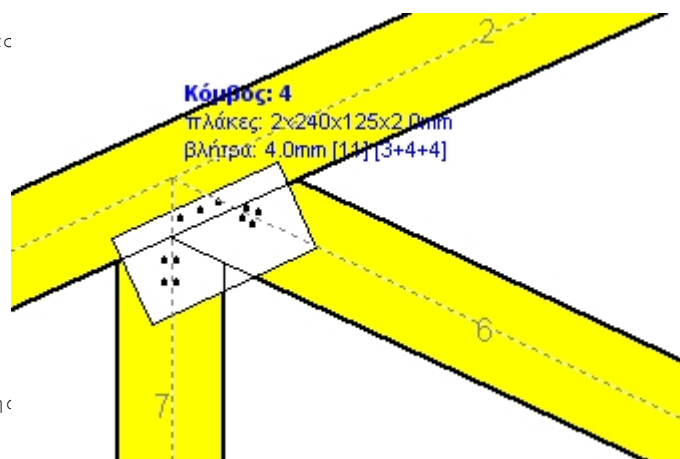
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=16\text{mm}$, $W=811\text{mm}^3$

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 4 ,από ράβδο 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.487	0.000	0.122 <	1.047
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.472	0.000	0.119 <	1.396
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.473	0.000	0.119 <	2.495
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.469	0.000	0.118 <	1.570
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.464	0.000	0.117 <	2.495
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.465	0.000	0.117 <	2.495
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.453	0.000	0.114 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.365	0.000	0.092 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.513	0.000	0.129 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.487	0.000	1 <	115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.472	0.000	1 <	154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.473	0.000	1 <	264
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.469	0.000	1 <	173
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.464	0.000	1 <	264
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.465	0.000	1 <	264
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψo.Qk1+yg.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.453	0.000	1 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.365	0.000	1 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.513	0.000	1 <	264

5.12.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 5 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 7, με ράβδους 3 και 4, στον κόμβο 5

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διασ

BxH=45mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

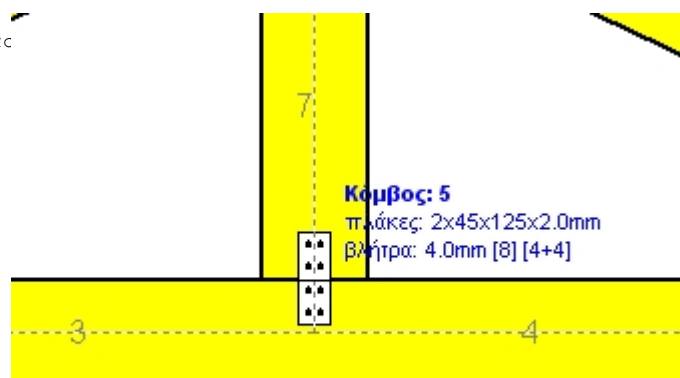
Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

 $A=nx_a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=16\text{mm}$, $W=811\text{mm}^3$ σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 5 ,από ράβδο 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.487	0.000	0.122 <	1.047
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.472	0.000	0.118 <	1.396
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.473	0.000	0.119 <	2.495
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.469	0.000	0.118 <	1.570
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.464	0.000	0.116 <	2.495
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.465	0.000	0.117 <	2.495
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.453	0.000	0.114 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.365	0.000	0.092 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.513	0.000	0.129 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.487	0.000	4 <	115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.472	0.000	4 <	154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.473	0.000	4 <	264
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.469	0.000	3 <	173
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.464	0.000	3 <	264
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.465	0.000	3 <	264
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.453	0.000	3 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.365	0.000	3 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.513	0.000	4 <	264

5.12.6. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 3** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

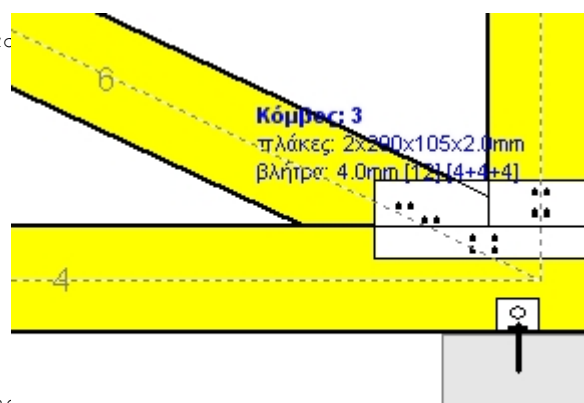
Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 5 και 6, με ράβδο 4, στον κόμβο 3

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

 $B \times H = 290 \text{ mm} \times 105 \text{ mm}$, και πάχους 2.0 mmΒλήτρη διαμέτρου $d = 4.0 \text{ mm}$,

4 βλήτρη σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων $a_1 = 28 \text{ mm}$, $a_2 = 16 \text{ mm}$ Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y = 240 \text{ N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net} = 0.75 b t$ F_a : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης M_a : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσηςΜέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n = F_a / n + a M_a / W$ n : αριθμός βλήτρων, a : διατομή βλήτρου $A = n x a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων r : απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης W : ροπή αντίστασης σύνδεσης $n = 4$, ($n_{ef} = 1.00 n$), $A = 50 \text{ mm}^2$, $r = 16 \text{ mm}$, $W = 811 \text{ mm}^3$ σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 3 ,από ράβδους 5, 6, στο κέντρο της σύνδεσης F (δύναμη) M (ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	F_a (kN)	M_a (kNm)	F_n (kN)	R_d (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.412	0.047	0.566 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.461	0.067	0.806 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.219	0.082	0.981 <	2.495
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.676	0.072	0.855 <	1.570
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.546	0.088	1.055 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.744	0.092	1.101 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-5.286	0.103	1.224 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.243	0.044	0.525 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.758	0.054	0.646 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	F_a (kN)	M_a (kNm)	σ	σ_d (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.412	0.047	7 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.461	0.067	10 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.219	0.082	12 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.676	0.072	10 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.546	0.088	13 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.744	0.092	13 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-5.286	0.103	15 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.243	0.044	6 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.758	0.054	8 <	264

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 6, με ράβδους 4 και 5, στον κόμβο 3

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=290mmx105mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρη διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρη σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=28 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

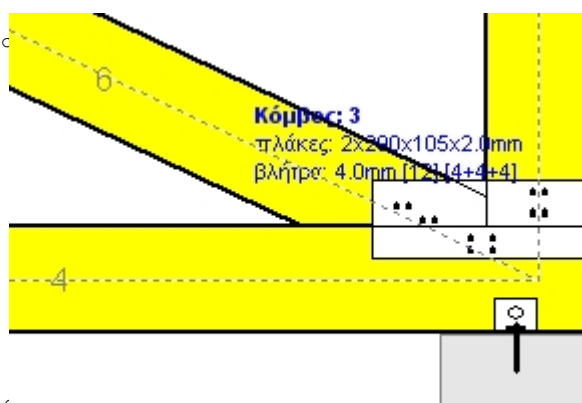
 $A=nx a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=16\text{mm}$, $W=811\text{mm}^3$

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 3 ,από ράβδο 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F_n (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.210	0.000	0.278 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.141	0.000	0.394 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.818	0.000	0.479 <	2.495
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.331	0.000	0.418 <	1.570
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.106	0.000	0.515 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.283	0.000	0.537 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.761	0.000	0.597 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.048	0.000	0.257 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.522	0.000	0.317 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.210	0.000	4 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.141	0.000	5 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.818	0.000	6 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.331	0.000	5 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.106	0.000	7 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.283	0.000	7 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.761	0.000	8 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.048	0.000	3 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.522	0.000	4 <	264

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 5, με ράβδους 4 και 6, στον κόμβο 3

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=290mmx105mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=0.75b_t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+aMa/W$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, ($n_{ef}=1.00n$), $A=50\text{mm}^2$, $r=16\text{mm}$, $W=811\text{mm}^3$

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

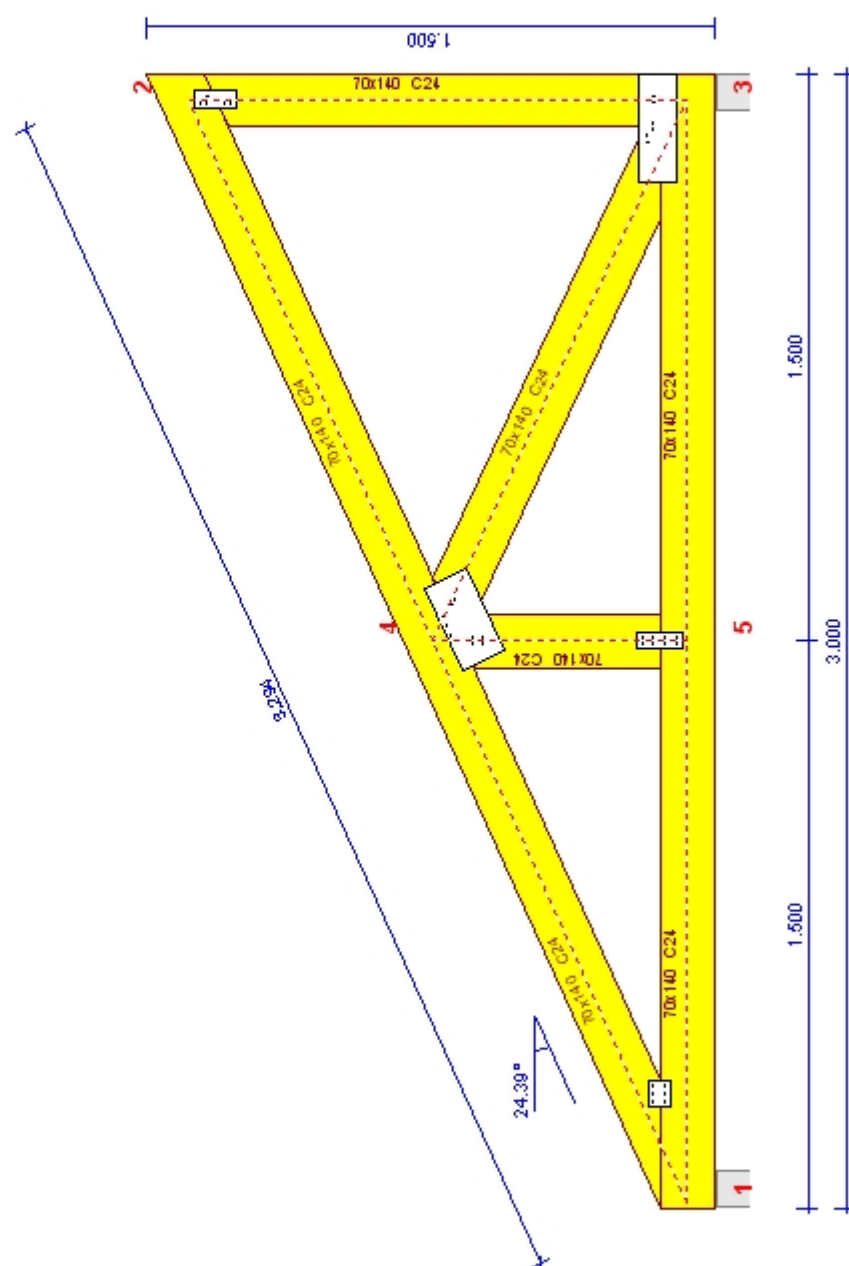
Δυνάμεις στον κόμβο 3 ,από ράβδο 5, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)**Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

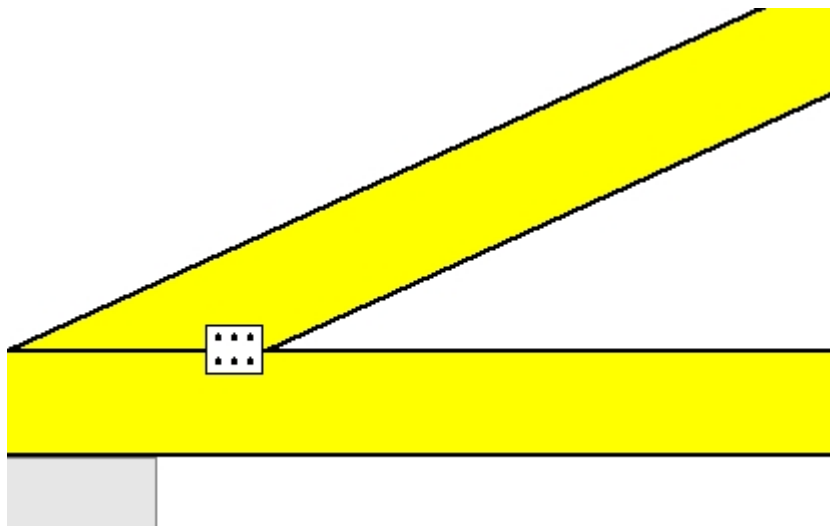
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F _n (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.404	0.000	0.053 <	1.047
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.635	0.000	0.082 <	1.396
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.792	0.000	0.102 <	2.495
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.682	0.000	0.088 <	1.570
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.868	0.000	0.111 <	2.495
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.908	0.000	0.116 <	2.495
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.031	0.000	0.132 <	2.495
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.390	0.000	0.051 <	2.495
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.472	0.000	0.062 <	2.495

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm ²)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.404	0.000	1 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.635	0.000	1 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.792	0.000	1 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.682	0.000	1 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.868	0.000	1 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.908	0.000	1 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.031	0.000	2 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.390	0.000	1 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.472	0.000	1 <	264

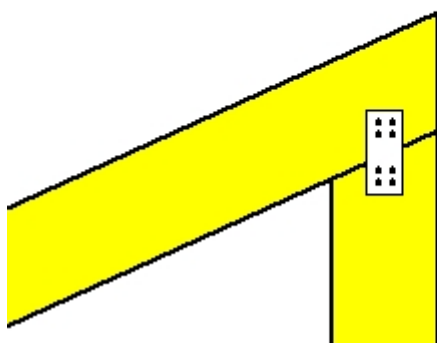
Κλίμακα 1:20



**Σύνδεσμος στον κόμβο 1**(κόμβος σε $x=0.286$ m, $y=0.070$ m)

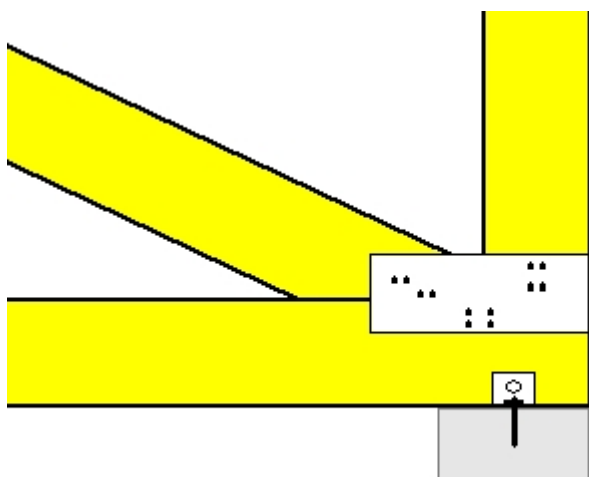
πλάκες: 2x75x65x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [6] [3+3]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 2**(κόμβος σε $x=2.915$ m, $y=1.321$ m)

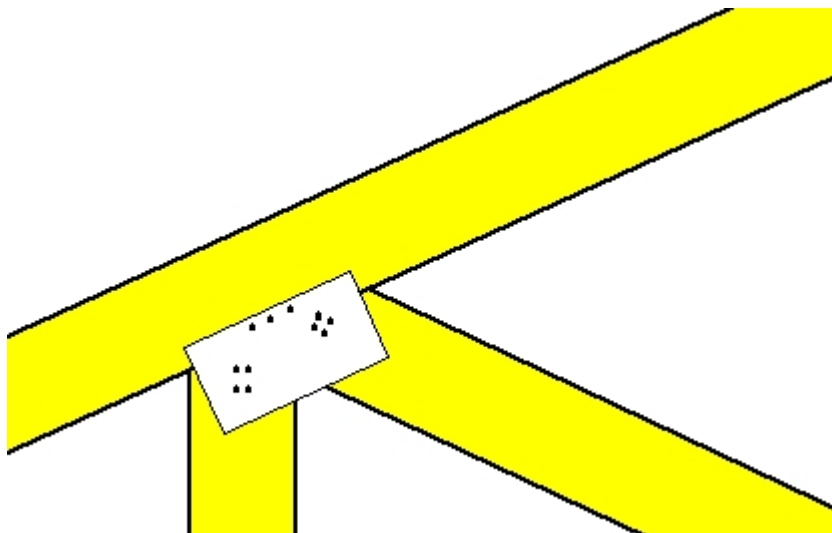
πλάκες: 2x50x115x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 3**(κόμβος σε $x=2.915$ m, $y=0.000$ m)

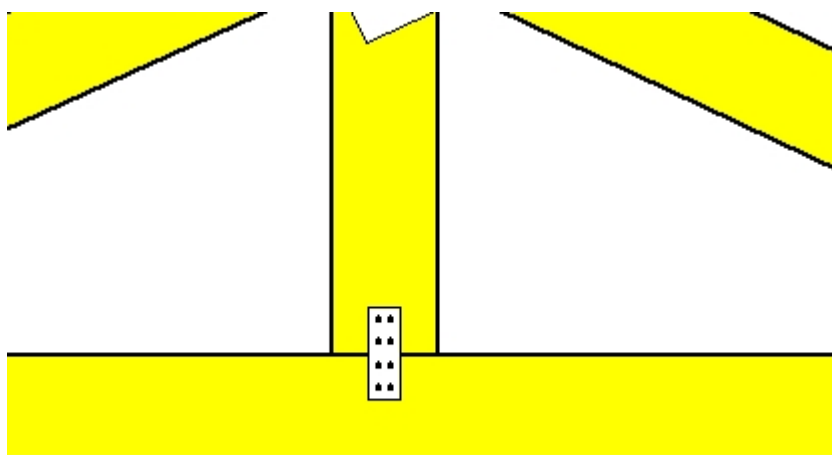
πλάκες: 2x290x105x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [12] [4+4+4]

**Εύνδεσμος στον κόμβο 4**(κόμβος σε $x=1.574$ m, $y=0.578$ m)

πλάκες: 2x240x125x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [11] [3+4+4]

**Εύνδεσμος στον κόμβο 5**(κόμβος σε $x=1.485$ m, $y=0.070$ m)

πλάκες: 2x45x125x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [8] [4+4]

Περιεχόμενα

1. MESOPATOMA 1, Δάπεδο ενός ανοίγματος
 - 1.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία
 - 1.1.1. Τρόπος Κατασκευής
 - 1.1.2. Κανονισμοί
 - 1.1.3. Μέθοδος υπολογισμού
 - 1.1.4. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία)
 - 1.1.5. Κατανεμημένα φορτία δαπέδου
 - 1.1.6. Φορτία ανά m δοκού δαπέδου
 - 1.1.7. Επίστρωσης πατώματος
 - 1.1.8. Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου
 - 1.2. Εντατικά μεγέθη δοκού ($L=4.100m$)
 - 1.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας
 - 1.4. Ταλαντώσεις
 - 1.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας
2. MESOPATOMA 2, Δάπεδο ενός ανοίγματος
 - 2.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία
 - 2.1.1. Τρόπος Κατασκευής
 - 2.1.2. Κανονισμοί
 - 2.1.3. Μέθοδος υπολογισμού
 - 2.1.4. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία)
 - 2.1.5. Κατανεμημένα φορτία δαπέδου
 - 2.1.6. Φορτία ανά m δοκού δαπέδου
 - 2.1.7. Επίστρωσης πατώματος
 - 2.1.8. Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου
 - 2.2. Εντατικά μεγέθη δοκού ($L=2.900m$)
 - 2.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας
 - 2.4. Ταλαντώσεις
 - 2.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας
3. DOMA1, Δάπεδο ενός ανοίγματος
 - 3.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία
 - 3.1.1. Τρόπος Κατασκευής
 - 3.1.2. Κανονισμοί
 - 3.1.3. Μέθοδος υπολογισμού
 - 3.1.4. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία)
 - 3.1.5. Κατανεμημένα φορτία δαπέδου
 - 3.1.6. Φορτία ανά m δοκού δαπέδου
 - 3.1.7. Επίστρωσης πατώματος
 - 3.1.8. Στοιχεία διατομής δοκών δαπέδου
 - 3.2. Εντατικά μεγέθη δοκού ($L=4.480m$)
 - 3.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας
 - 3.4. Ταλαντώσεις
 - 3.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας
4. ΣΤΕΓ.-001, Στέγη δίριχτη τύπου Α
 - 4.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία
 - 4.1.1. Τρόπος Κατασκευής
 - 4.1.2. Κανονισμοί
 - 4.1.3. Μέθοδος υπολογισμού
 - 4.1.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών, τεγίδων, πετσώματος)
 - 4.1.5. Κατανεμημένα φορτία στέγης
 - 4.2. Φορτίου χιονιού

Περιεχόμενα

- 4.3. Φορτίο ανέμου
- 4.4. Σεισμικό φορτίο
- 4.5. Υπολογισμός σανιδώματος
 - 4.5.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Έλεγχος βέλους κάμψης
 - 4.5.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
- 4.6. Υπολογισμός τεγίδων
 - 4.6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Έλεγχος βέλους κάμψης
 - 4.6.2. Έλεγχος τεγίδων, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
- 4.7. Υπολογισμός ζευκτού
- 4.8. Στατική επίλυση ζευκτού
 - 4.8.1. Στατική επίλυση για μοναδιαίες φορτίσεις
 - 4.8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις
 - 4.8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις
 - 4.8.4. Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)
 - 4.8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)
- 4.9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)
 - 4.9.1. Αντιδράσεις σε κόμβο : 1 (kN)
 - 4.9.2. Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)
- 4.10. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας
 - 4.10.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 4
 - 4.10.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1
- 4.11. Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)
- 4.12. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας
 - 4.12.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2
 - 4.12.2. Έλεγχος αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2
 - 4.12.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4
 - 4.12.4. Έλεγχος αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4
- 4.13. Συνδέσεις ζευκτού
 - 4.13.1. Φέρουσα ικανότητα συνδέσμων
 - 4.13.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 2
 - 4.13.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 1, 3
- 5. ΣΤΕΓ.-002, Στέγη μονόριχτη τύπου N
 - 5.1. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία
 - 5.1.1. Τρόπος Κατασκευής
 - 5.1.2. Κανονισμοί
 - 5.1.3. Μέθοδος υπολογισμού
 - 5.1.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών, τεγίδων, πετσώματος)
 - 5.1.5. Κατανομημένα φορτία στέγης
 - 5.2. Φορτίου χιονιού
 - 5.3. Φορτίο ανέμου
 - 5.4. Σεισμικό φορτίο
 - 5.5. Υπολογισμός σανιδώματος
 - 5.5.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Έλεγχος βέλους κάμψης
 - 5.5.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
 - 5.6. Υπολογισμός τεγίδων
 - 5.6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Έλεγχος βέλους κάμψης
 - 5.6.2. Έλεγχος τεγίδων, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας
 - 5.7. Υπολογισμός ζευκτού
 - 5.8. Στατική επίλυση ζευκτού
 - 5.8.1. Στατική επίλυση για μοναδιαίες φορτίσεις

Περιεχόμενα

- 5.8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις
- 5.8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις
- 5.8.4. Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)
- 5.8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)
- 5.9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)
 - 5.9.1. Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)
 - 5.9.2. Αντιδράσεις σε κόμβο : 1 (kN)
- 5.10. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας
 - 5.10.1. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Ελεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 5
 - 5.10.2. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας, Ελεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1
- 5.11. Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)
 - 5.11.1. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2
 - 5.11.2. Ελεγχος αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2
 - 5.11.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4
 - 5.11.4. Ελεγχος αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4
 - 5.11.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ράβδοι: 5
 - 5.11.6. Ελεγχος αντοχής διατομής Ράβδοι: 5
 - 5.11.7. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ράβδοι: 6
 - 5.11.8. Ελεγχος αντοχής διατομής Ράβδοι: 6
 - 5.11.9. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ράβδοι: 7
 - 5.11.10. Ελεγχος αντοχής διατομής Ράβδοι: 7
- 5.12. Συνδέσεις ζευκτού
 - 5.12.1. Φέρουσα ικανότητα συνδέσμων
 - 5.12.2. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 2
 - 5.12.3. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 1
 - 5.12.4. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 4
 - 5.12.5. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 5
 - 5.12.6. Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας, Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 3

ΗΛΙΑΣ Κ. ΤΣΙΓΚΡΑΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Δ.Π.Θ.
 Α.Μ. Τ.Ε.Ε. 73614
 ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ 2 - ΡΟΔΟΣ - ΤΗΛ. 22410 70263
 Α.Φ.Μ.: 078977066 ΔΟΥ ΡΟΔΟΥ 7542