

Το παρόν σχέδιο συνοδεύει  
την υπ. αριθ. πρωτ. 49.6190/8.11.24



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ  
Κ. Προϊστάμενος της ΔΑΦΜ

*[Signature]*

Ολοκληρωτής  
Πρώτος Βαθμιάς

## ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΥΣΕΙΣ

## ΝΟΤΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ ΣΕΠ 2024  
ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ  
ΜΑΡΙΑ ΤΣΕΤΣΟΥ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΛΑΜΠΡΙΝΗ ΒΑΒΒΑ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

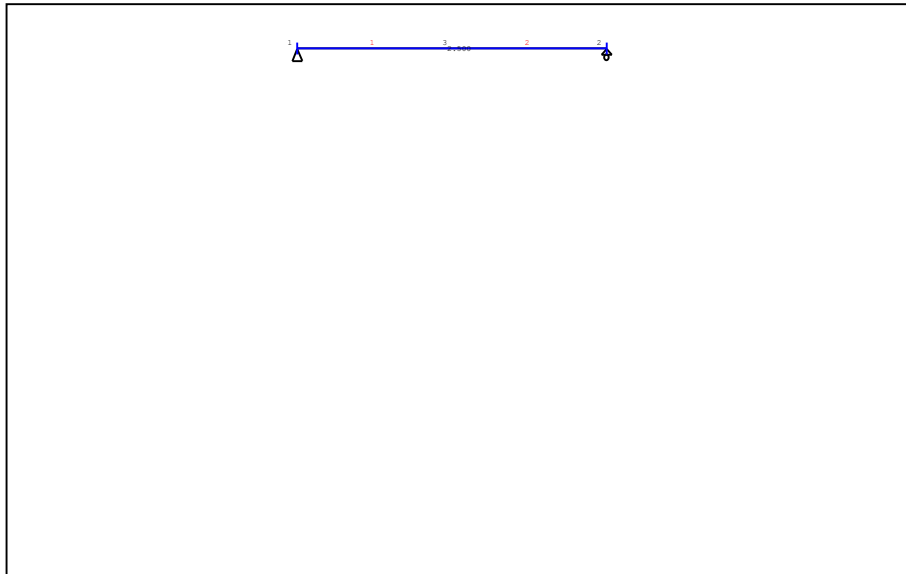
ΙΩΑΝΝΙΝΑ ΣΕΠ 2024  
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ  
Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΔΠ  
ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΥΡΙΑΖΗΣ  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ ΣΕΠ 2024  
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ  
Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΔΤΕΠΗ  
ΕΛΕΝΗ ΝΙΚΟΛΟΥ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



**1. ΑΜΦΙΕΡΙΣΤΕΤΕΣ ΔΟΚΟΙ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜ**

Στέγη μονόριχτη δοκός

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από δοκούς ξυλεία C20. Τύπος στέγης όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
Ανοιγμα 2.500 m, ύψος 0.000 m, κλίση στέγης 0.00°, απόσταση δοκών 0.700m  
Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm  
Ράβδοι , Διατομή 80x180 [mm]  
Ογκος δοκού =0.036 m<sup>3</sup>, βάρος δοκού =0.117 kN

**2.2. 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

**2.3. Μέθοδος υπολογισμού**

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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (δοκών)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας <=12% (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας**

f<sub>mk</sub> = 20.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 11.5 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.4 MPa

f<sub>c0k</sub> = 19.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 2.3 MPa, f<sub>vk</sub> = 3.6 MPa

E<sub>0m</sub> = 9500 MPa, E<sub>005</sub> = 6400 MPa, E<sub>90m</sub> = 320 MPa

G<sub>m</sub> = 590 MPa, ρ<sub>k</sub> = 330 Kg/m<sup>3</sup>, ρ<sub>m</sub> = 390 Kg/m<sup>3</sup>

**2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)**

(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** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$  $G_m = 690 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Κατανεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

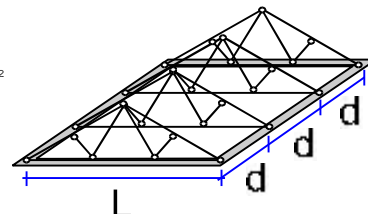
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

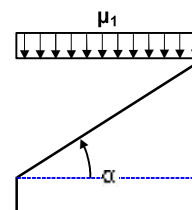
Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. 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 : B, υψόμετρο  $= 1100 \text{ m}$  $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 0.000^\circ$ 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,  $\alpha = 0.00^\circ$ ,  $\mu_1 = 0.800$  (Πίνακας 5.2)

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

 $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου**

(EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

 $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα ELOT, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν. A.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ. A.4, ... A.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

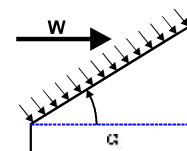
(Εξ. A.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

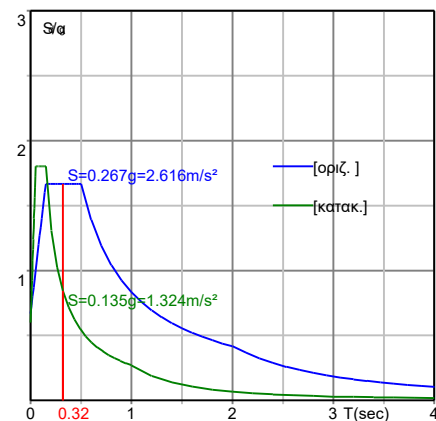
 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$ Πίεση ανέμου σε στέγη  $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$  (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

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

Για κλίση στέγης  $\alpha = 0.00^\circ$ ,  $C_{pe} = -0.60$ Πίεση ανέμου  $w_e = -0.482 \text{ kN/m}^2$ 

**5. 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)  $\zeta=1.33$   
 Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)  $T(sec)=0.32$   
 Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων  $\psi_2=0.30$   
 Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού  $\psi_2=0.20$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b=0.15sec, T_c=0.50sec, T_d=2.00sec$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [κατακ.]:  $T_b=0.05sec, T_c=0.15sec, T_d=1.00sec$



Οριζόντιο :  $F_h = agr \cdot \gamma_i \cdot S \cdot \beta_h(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q$   
 $F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.355 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)  
 Κατακόρυφο:  $F_v = (avg/ag) \cdot agr \cdot \gamma_i \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$   
 $F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.383 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

**6. Υπολογισμός σανιδώματος****Στατικό σύστημα σανιδώματος**

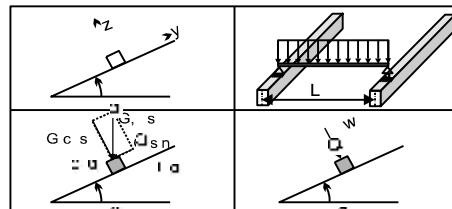
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

**Διαστάσεις σανιδώματος**

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 12\%$   
Απόσταση δοκών  $L = 0.700\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 0.00^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

**Φορτία σανιδώματος**

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = -0.482 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$

**Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα  $L=0.700 \text{ m}$ , πλάτος  $=1.00 \text{ m}$ )**

Φόρτιση	Δράση	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.069 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	1.074	0.188
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.546	0.096
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = -0.482 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	-0.169	-0.030
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.500	0.342

**6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

**Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)**

Φόρτιση $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.543	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.276	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	-0.085	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.543	0.869
2 Gk + Qk1	0.819	1.178
3 Gk + Qk2	0.543	0.869
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.819	1.178
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.737	1.096

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

**Μέγιστες τιμές βελών**

$w_{inst} = 0.819 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 1.178 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 0.819 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 1.178 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 1.178 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.417	0.423
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.837	0.496
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.318	0.231
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.773	0.542
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.063	0.361
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.840	0.322
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.837	0.542

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=2.270 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=4.00 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=2.270 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x2.270/13400=0.25N/mm<sup>2</sup> < 2.46N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.596 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.596/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 8.94 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.440+0.000= 0.44 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.308+0.000= 0.31 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός δοκού****Γεωμετρικά δεδομένα δοκού**

Μήκος  $L=2.500$  m, ύψος  $H=0.000$  m, απόσταση δοκών  $d=0.700$  m  
 Κλίση  $=0.00\%$ , γωνία  $\alpha=0.00^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.000$ ,  $\sin\alpha=0.000$ ,  $\cos\alpha=1.000$   
 Αριθμός κόμβων  $= 3$ , αριθμός ράβδων  $=2$ , στηρίξεις  $2$

Συντεταγμένες κόμβων					Ιδιότητες στοιχείων δοκού					<sup>2]</sup>	<sup>4]</sup>	<sup>3]</sup>	<sup>5]</sup>
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A [mm				
1	0.000	0.000	11	1	1	3	80×180	1.250	14400	38.880×10		4.320×10	
2	2.500	0.000	01	2	3	2	80×180	1.250	14400	38.880×10		4.320×10	
3	1.250	0.000											

—

**Φορτία ανά δοκό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος δοκού  $=0.117$  kN  
 Απόσταση δοκών  $d=0.70$  m, Βάρος συνδέσμων δοκού  $=0.012$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m δοκού**

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού  $Gk1= 2.256$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $Gk2= 0.350$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Χιονιού  $Qk1= 1.093$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m δοκού**

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

**Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Ανέμου  $Qk2=-0.338$  kN/m

**Σεισμικά φορτία στιγμιαίας διάρκειας (kN/m), στη δοκό**

Σεισμός  $AeX$   $qh=0.355 \times (G+0.20 \times Qk1)$   
 Σεισμός  $AeY$   $qv=0.383 \times (G+0.20 \times Qk1)$

**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

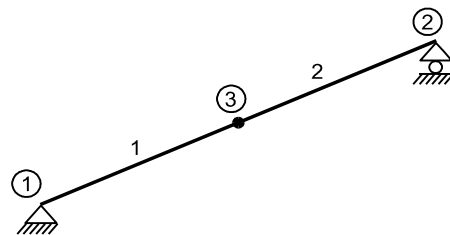
( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0$ (Κινητό  $Qf$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Χιόνι  $Q1$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Ανεμος  $Q2$ ) $=0.60$ )

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
8	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + Ae_x$	Accidental
9	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + Ae_y$	Accidental

—

**8. Στατική επίλυση δοκού**

Ο φορέας της στέγης (ζευκτό) είναι μία συνεχής δοκός.  
Τα εντατικά μεγέθη υπολογίζονται για τις φορτίσεις (μόνιμα-χιόνι-άνεμος) και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη για δυσμενείς φορτίσεις.  
Αριθμός κόμβων = 3, αριθμός ράβδων = 2, στηρίξεις 2

**8.1. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.256, Gk2 = 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	3	0.00	3.26	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00	2.04
2	3	2	0.00	0.00	2.04	0.00	-3.26	0.00	0.00	0.00	2.04

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.093 [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	3	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.85
2	3	2	0.00	0.00	0.85	0.00	-1.37	0.00	0.00	0.00	0.85

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = -0.338 [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	3	0.00	-0.42	0.00	0.00	0.00	-0.26	0.00	0.00	-0.26
2	3	2	0.00	0.00	-0.26	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	-0.26

(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	3	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.27
2	3	2	0.00	0.00	0.27	0.00	-0.44	0.00	0.00	0.00	0.27

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(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	3	2.50	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00
2	3	2	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(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	3	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.85
2	3	2	0.00	0.00	0.85	0.00	-1.35	0.00	0.00	0.00	0.85

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

**8.2. 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	-3.59	-1.50	0.47	-0.48

**8.3. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fy	3.26	1.37	-0.42	0.44
2	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Fy	3.26	1.37	-0.42	0.44

**9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****9.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 3** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
( Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 2.256$ , $G_{k2} = 0.350$	-3.589	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.093$	-1.505	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = -0.338$	0.465	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	3.589	5.742
2 Gk + Qk1	5.093	7.427
3 Gk + Qk2	3.589	5.742
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	5.093	7.427
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	4.642	6.976

—

 $w_{fin,g} = w_{inst,g}(1+k_{def})$ ,  $w_{fin,q} = w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$  (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)
**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 3**
 $w_{inst} = 5.093 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 7.427 \text{ mm}$ 
**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 3
 $w_{inst} = 5.093 \text{ mm} < L/300 = 2500/300 = 8.333 \text{ mm}$ 
 $w_{net,fin} = 7.427 \text{ mm} < L/250 = 2500/250 = 10.000 \text{ mm}$ 
 $w_{fin} = 7.427 \text{ mm} < L/200 = 2500/200 = 12.500 \text{ mm}$ 

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**10. 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	11.89012	0.08410
2	41.23729	0.02425
3	72.96341	0.01371

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

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.256, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = -0.338	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	0.000	7.330	4.581
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.000	8.058	5.036
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.000	3.998	2.499
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	0.000	5.616	3.510
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.000	5.861	3.663
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.000	5.302	3.314
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.000	5.898	3.687
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	1.752	2.469	1.543
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.000	3.415	2.134
	Μέγιστες τιμές			0.000	1.752	8.058	5.036

**10.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής** Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 8

**Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=2.505 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=180 mm, A= 14 400 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.00 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=1.10x11.50/1.00=12.65N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=2.505 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x2.505/14400=0.17N/mm<sup>2</sup> < 12.65N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

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

**Έλεγχος διάτμησης, Fv=6.447 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=180 mm, A= 9 720 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γ<sub>M</sub>=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=6.447 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x6.447/9720=0.99N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

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

**Έλεγχος κάμψης, Myd=4.029 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=180mm, A=1.44x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, W<sub>y</sub>=4.32x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, W<sub>z</sub>=1.92x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)f<sub>yk</sub>=20.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>myd</sub>=Kmod·f<sub>yk</sub>/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>f<sub>mk</sub>=20.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>mzd</sub>=Kmod·f<sub>mk</sub>/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σ<sub>myd</sub>=Myd/W<sub>my,netto</sub>=10<sup>6</sup>x4.029/(0.4320x10<sup>6</sup>)= 9.33 N/mm<sup>2</sup>σ<sub>mzd</sub>=Mzd/W<sub>mz,netto</sub>=10<sup>6</sup>x0.000/(0.1920x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>σ<sub>myd</sub>/f<sub>myd</sub>+K<sub>m</sub>.σ<sub>mzd</sub>/f<sub>mzd</sub>=0.758+0.000= 0.76 < 1 (EC5 Εξ.6.11)K<sub>m</sub>.σ<sub>myd</sub>/f<sub>myd</sub>+σ<sub>mzd</sub>/f<sub>mzd</sub>=0.530+0.000= 0.53 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=4.029 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=180\text{mm}$ ,  $A=1.44 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=4.32 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.92 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 4.029 / (0.4320 \times 10^6) = 9.33 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1920 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ **Μήκη Λυγισμού** $S_{ky}=1.00 \times 2.500=2.500 \text{ m}=2500 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 2500=2250 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.12 \times 2.500=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/2.50=0.12$ )**Λυγηρότητες** $i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 180=52 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=2500/52=48.08$  $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$  $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 80^2 \times 6400 / (180 \times 2250) = 78.89 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32) $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 180^2 \times 6400 / (80 \times 270) = 7488.00 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32)**Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{m,crit,y}=78.89 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{myk}/\sigma_{m,crit,y})=0.50$  (EC5 Εξ.6.30) $\sigma_{m,crit,z}=7488.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,mz}=O(f_{mk}/\sigma_{m,crit,z})=0.05$  (EC5 Εξ.6.30) $\lambda_{rel,y}=0.50$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,y}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\lambda_{rel,mz}=0.05$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,z}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.758 + 0.000 = 0.76 < 1$  (EC5 Εξ.6.33) $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.530 + 0.000 = 0.53 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

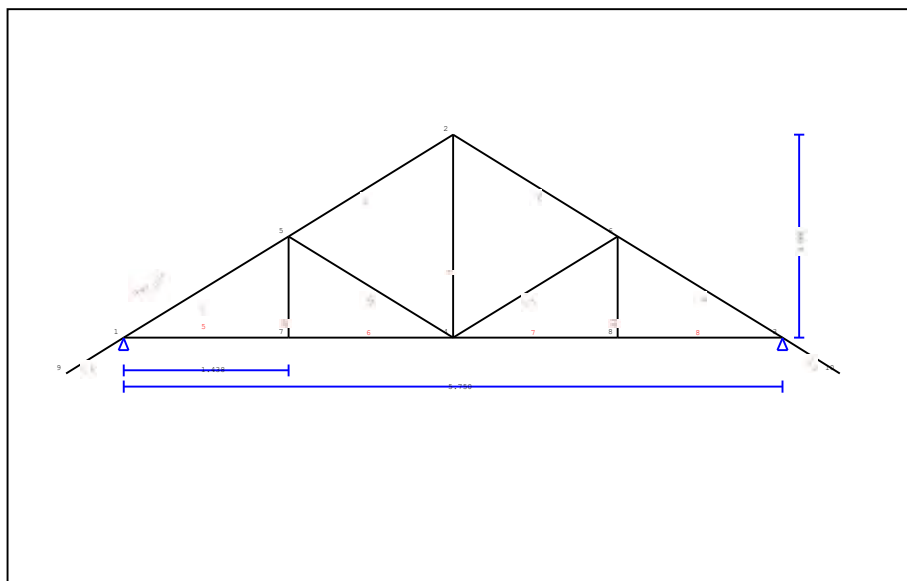
Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 8****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=2.505 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=2.207 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=180\text{mm}$ ,  $A=1.44 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=4.32 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.92 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=1.10$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.00$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 1.10 \times 11.50 / 1.00 = 12.65 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 20.00 / 1.00 = 22.00 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.10 \times 20.00 / 1.00 = 22.00 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 2.505 / 14400 = 0.17 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 2.207 / (0.4320 \times 10^6) = 5.11 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1920 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.014 + 0.232 + 0.000 = 0.25 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.014 + 0.163 + 0.000 = 0.18 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**1. ΖΕΥΚΤΟ ΤΥΠΟΥ 3**

Στέγη δίριχτη τύπου N

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από ζευκτά ξυλεία C20. Τύπος ζευκτού όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
 Ανοιγμα ζευκτών 5.750 m, ύψος 1.500 m, κλίση στέγης 27.55°, απόσταση ζευκτών 0.700m  
 Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm  
 Διατομές ράβδων ζευκτού BxH [mm]  
 Ράβδοι 1, 2, 3, 4, Διατομή 60x140 [mm]  
 Ράβδοι 5, 6, 7, 8, Διατομή 60x140 [mm]  
 Ράβδοι 9, Διατομή 60x140 [mm]  
 Ράβδοι 10,11, Διατομή 60x140 [mm]  
 Ράβδοι 12,13, Διατομή 60x140 [mm]  
 Ογκος ζευκτού = 0.165 m<sup>3</sup>, βάρος ζευκτού = 0.533 kN

**2.2. 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

**2.3. 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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

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** $f_{mk} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 11.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 19.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.3 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.6 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 9500 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 320 \text{ MPa}$  $G_m = 590 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 390 \text{ Kg/m}^3$ **2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)** (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** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$  $G_m = 690 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Κατανεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

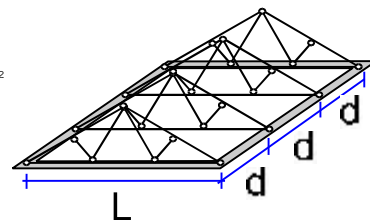
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

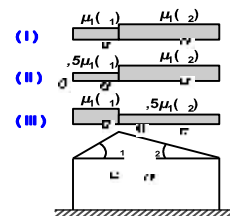
Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. 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 : B, υψόμετρο = 1100 m

 $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 27.553^\circ$ 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,  $\alpha_1 = \alpha_2 = 27.55^\circ$ ,  $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.800$  (Πίνακας 5.2) $S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$  (§5.2) $S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ 

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

Περιπτώσεις φόρτισης (I),  $S(\text{Αριστερά}) = S(\alpha_1) = 1.561 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 1.561 \text{ kN/m}^2$ Περιπτώσεις φόρτισης (II),  $S(\text{Αριστερά}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.780 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 1.561 \text{ kN/m}^2$ Περιπτώσεις φόρτισης (III),  $S(\text{Αριστερά}) = S(\alpha_1) = 1.561 \text{ kN/m}^2$ ,  $S(\text{Δεξιά}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.780 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου** (EC1 EN1991-1-4:2005 §5) $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα ELOT, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν. A.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ. A.4, ... A.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

(Εξ. A.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot v_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$

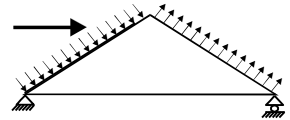
Πίεση ανέμου σε στέγη  $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$  (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

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

Για κλίση στέγης  $\alpha = 27.55^\circ$ ,  $C_{pe}(+) = 0.49$ ,  $C_{pe}(-) = -0.52$

Πίεση ανέμου  $w_e(\text{Αριστ}) = 0.396 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου  $w_e(\text{Δεξιά}) = -0.415 \text{ kN/m}^2$



## 5. 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, 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)  $\zeta = 1.33$

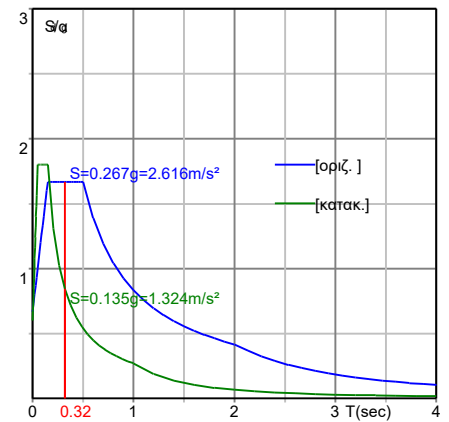
Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)  $T(\text{sec}) = 0.32$

Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων  $\psi_2 = 0.30$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού  $\psi_2 = 0.20$

Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b = 0.15 \text{ sec}$ ,  $T_c = 0.50 \text{ sec}$ ,  $T_d = 2.00 \text{ sec}$

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



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

$F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.355 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)

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

$F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.383 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

## 6. Υπολογισμός σανιδώματος

### Στατικό σύστημα σανιδώματος

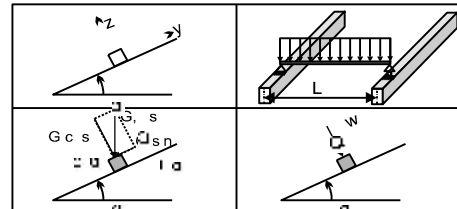
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

### Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 12\%$   
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 27.55^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

### Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = 0.396 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



### Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.700 \text{ m}$ , πλάτος $=1.00 \text{ m}$ )

Φόρτιση	Δράση	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.069 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.952	0.167
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.429	0.075
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.396 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.139	0.024
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.443	0.303

—

### 6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

#### Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.482	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.217	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.070	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

—

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.482	0.770
2 Gk + Qk1	0.699	1.014
3 Gk + Qk2	0.552	0.841
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.741	1.056
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.704	1.019

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

### Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.741 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 1.056 \text{ mm}$

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

#### Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.741 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 1.056 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 1.056 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.143	0.375
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.412	0.422
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.358	0.238
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.572	0.480
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.868	0.327
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.768	0.309
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.412	0.480

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=1.930 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=4.00 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=1.930 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x1.930/13400=0.22N/mm<sup>2</sup> < 2.46N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.528 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.528/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 7.92 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.390+0.000= 0.39 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.273+0.000= 0.27 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός ζευκτού****Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού**

Μήκος  $L=5.750$  m, ύψος  $H=1.500$  m, απόσταση ζευκτών  $d=0.700$  m  
 Κλίση  $=52.17\%$ , γωνία  $\alpha=27.55^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.522$ ,  $\sin\alpha=0.463$ ,  $\cos\alpha=0.887$   
 Αριθμός κόμβων  $= 10$ , αριθμός ράβδων  $=15$ , στηρίξεις 2

Συντεταγμένες κόμβων				Ιδιότητες ράβδων ζευκτού										
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A [mm	<sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm	<sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [mm	<sup>3</sup> ]
1	0.000	0.000	11	1	1	5	60x140	1.622	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
2	2.875	1.500		2	5	2	60x140	1.621	8400	13.720x10				6
3	5.750	0.000	11	3	6	3	60x140	1.622	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
4	2.875	0.000		4	2	6	60x140	1.621	8400	13.720x10				6
5	1.438	0.750		5	1	7	60x140	1.438	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
6	4.312	0.750		6	7	4	60x140	1.437	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
7	1.438	0.000		7	4	8	60x140	1.437	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
8	4.312	0.000		8	8	3	60x140	1.438	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
9	-0.500	-0.261		9	4	2	60x140	1.500	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
10	6.250	-0.261		10	7	5	60x140	0.750	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
				11	8	6	60x140	0.750	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
				12	5	4	60x140	1.621	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
				13	4	6	60x140	1.621	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
				14	9	1	60x140	0.564	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	
				15	3	10	60x140	0.564	8400	13.720x10	6	1.960x10	5	

**Φορτία ανά ζευκτό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος ζευκτού  $=0.533$  kN  
 Απόσταση ζευκτών  $d=0.70$  m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού  $=0.053$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού**

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού  $G_{k1}= 2.307$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $G_{k2}= 0.350$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού**

Χιόνι (Αριστ)  $Q_{k1l}= 1.093$  kN/m (Δεξιά)  $Q_{k1r}= 1.093$  kN/m  
 Χιόνι (Αριστ)  $Q_{k2l}= 0.546$  kN/m (Δεξιά)  $Q_{k2r}= 1.093$  kN/m  
 Χιόνι (Αριστ)  $Q_{k3l}= 1.093$  kN/m (Δεξιά)  $Q_{k3r}= 0.546$  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**

Άνεμος (Αριστ)  $Q_{k4l}= 0.277$  kN/m (Δεξιά)  $Q_{k4r}= -0.291$  kN/m  
 Άνεμος (Αριστ)  $Q_{k5l}= -0.291$  kN/m (Δεξιά)  $Q_{k5r}= 0.277$  kN/m

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

Σεισμός AeX  $q_h=0.355 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$   
 Σεισμός AeY  $q_v=0.383 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$

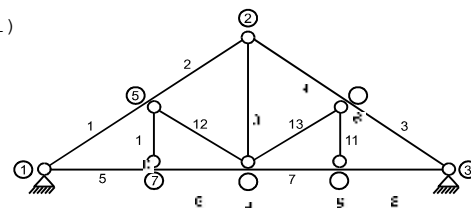
**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0(\text{Κινητό } Q_f)=0.70$ ,  $\psi_0(\text{Χιόν } Q_1, Q_2, Q_3)=0.70$ ,  $\psi_0(\text{Άνεμος } Q_4, Q_5)=0.60$ )

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g.G_k$	Μόνιμη
2	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}$	Μεσοχρόνια
4	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}$	Μεσοχρόνια
5	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}$	Βραχυχρόνια
8	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Στιγμιαία
9	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Στιγμιαία
10	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Στιγμιαία
11	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Στιγμιαία
12	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Στιγμιαία
13	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Στιγμιαία
14	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Στιγμιαία
15	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Στιγμιαία
16	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k4}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Στιγμιαία
17	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}$	Στιγμιαία
18	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}$	Στιγμιαία
19	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{k5}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}$	Στιγμιαία
20	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Στιγμιαία
21	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k1}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Στιγμιαία
22	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Στιγμιαία
23	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k2}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Στιγμιαία
24	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k4}$	Στιγμιαία
25	$\gamma_g.G_k+\gamma_q.Q_{ki}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k3}+\gamma_q.\psi_0.Q_{k5}$	Στιγμιαία
26	$G_k + \psi_2.Q_{k1} + A_{ex}$	Accidental
27	$G_k + \psi_2.Q_{k1} + A_{ey}$	Accidental

## 8. Στατική επίλυση ζευκτού

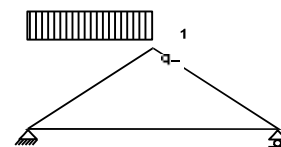
Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.60)  
 Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαισιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)  
 με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή  
 Οι αμοιβόντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι  
 Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις  
 και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις  
 στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.  
 Αριθμός κόμβων = 10, αριθμός ράβδων = 15, στηρίξεις 2



### 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	5	-3.54	0.59	-0.13	-2.87	-0.68	-0.20
2	5	2	-1.91	0.76	-0.21	-1.25	-0.51	0.00
3	6	3	-1.50	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00
4	2	6	-1.51	0.01	-0.01	-1.51	0.01	0.00
5	1	7	0.77	0.02	0.00	0.77	0.02	0.03
6	7	4	0.77	-0.02	0.03	0.77	-0.02	0.00
7	4	8	-0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
8	8	3	-0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
9	4	2	0.81	0.01	0.00	0.81	0.01	0.01
10	7	5	-0.04	-0.01	0.00	-0.04	-0.01	-0.01
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	-1.72	0.00	0.00	-1.72	0.00	0.00
13	4	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.23	-0.44	-0.13
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



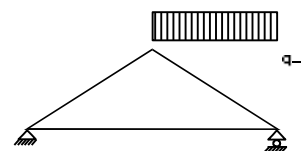
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	2.86	2.16	-0.13	-2.86	-0.72	0.20
2	5	2	1.34	1.56	-0.21	-1.34	-0.12	0.00
3	6	3	1.33	-0.69	0.00	-1.33	0.69	0.00
4	2	6	1.34	-0.69	-0.01	-1.34	0.69	0.00
5	1	7	-0.77	0.02	0.00	0.77	-0.02	-0.03
6	7	4	-0.77	-0.02	0.03	0.77	0.02	0.00
7	4	8	0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
8	8	3	0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
9	4	2	-0.01	-0.81	0.00	0.01	0.81	-0.01
10	7	5	0.01	0.04	0.00	-0.01	-0.04	0.01
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	1.53	-0.80	0.00	-1.53	0.80	0.00
13	4	6	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.13
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-1.50	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00
2	5	2	-1.51	-0.01	0.00	-1.51	-0.01	-0.01
3	6	3	-2.87	0.68	-0.20	-3.54	-0.59	-0.13
4	2	6	-1.25	0.51	0.00	-1.91	-0.76	-0.21
5	1	7	-0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
6	7	4	-0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
7	4	8	0.77	0.02	0.00	0.77	0.02	0.03
8	8	3	0.77	-0.02	0.03	0.77	-0.02	0.00
9	4	2	0.81	-0.01	0.00	0.81	-0.01	-0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	-0.04	0.01	0.00	-0.04	0.01	0.01
12	5	4	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
13	4	6	-1.72	0.00	0.00	-1.72	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.23	0.44	-0.13	0.00	0.00	0.00

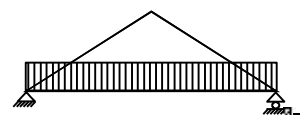
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων προς τα κάτω)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	1.33	0.69	0.00	-1.33	-0.69	0.00
2	5	2	1.34	0.69	0.00	-1.34	-0.69	0.01
3	6	3	2.86	-0.72	-0.20	-2.86	2.16	0.13
4	2	6	1.34	-0.12	0.00	-1.34	1.56	0.21
5	1	7	0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
6	7	4	0.77	0.00	0.00	-0.77	0.00	0.00
7	4	8	-0.77	0.02	0.00	0.77	-0.02	-0.03
8	8	3	-0.77	-0.02	0.03	0.77	0.02	0.00
9	4	2	0.01	-0.81	0.00	-0.01	0.81	0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	-0.01	0.04	0.00	0.01	-0.04	-0.01
12	5	4	-0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00
13	4	6	1.53	0.80	0.00	-1.53	-0.80	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.50	-0.13	0.00	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	5	-4.92	0.00	0.02	-4.92	0.00	0.02
2	5	2	-3.22	-0.02	0.02	-3.22	-0.02	0.00
3	6	3	-4.92	0.00	0.02	-4.92	0.00	0.02
4	2	6	-3.22	0.02	0.00	-3.22	0.02	0.02
5	1	7	0.00	0.59	-0.01	0.00	-0.84	-0.19
6	7	4	0.00	0.74	-0.19	0.00	-0.70	-0.16
7	4	8	0.00	0.70	-0.16	0.00	-0.74	-0.19
8	8	3	0.00	0.84	-0.19	0.00	-0.59	-0.01
9	4	2	2.95	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00
10	7	5	1.58	0.01	0.00	1.58	0.01	0.00
11	8	6	1.58	-0.01	0.00	1.58	-0.01	0.00
12	5	4	-1.68	0.00	0.00	-1.68	0.00	0.00
13	4	6	-1.68	0.00	0.00	-1.68	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



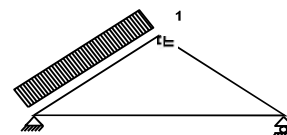
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλας προς τα κάτω)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	4.36	2.28	0.02	-4.36	-2.28	-0.02
2	5	2	2.87	1.48	0.02	-2.87	-1.48	0.00
3	6	3	4.36	-2.28	0.02	-4.36	2.28	-0.02
4	2	6	2.87	-1.48	0.00	-2.87	1.48	-0.02
5	1	7	0.00	0.59	-0.01	0.00	0.84	0.19
6	7	4	0.00	0.74	-0.19	0.00	0.70	0.16
7	4	8	0.00	0.70	-0.16	0.00	0.74	0.19
8	8	3	0.00	0.84	-0.19	0.00	0.59	0.01
9	4	2	0.00	-2.95	0.00	0.00	2.95	0.00
10	7	5	-0.01	-1.58	0.00	0.01	1.58	0.00
11	8	6	0.01	-1.58	0.00	-0.01	1.58	0.00
12	5	4	1.49	-0.78	0.00	-1.49	0.78	0.00
13	4	6	1.49	0.78	0.00	-1.49	-0.78	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(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	5	-3.01	0.64	-0.02	-3.01	-0.98	-0.30
2	5	2	-1.66	0.99	-0.30	-1.66	-0.63	-0.01
3	6	3	-1.96	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00
4	2	6	-1.98	0.01	-0.01	-1.98	0.01	0.01
5	1	7	1.06	0.01	0.02	1.06	0.01	0.03
6	7	4	1.06	-0.02	0.03	1.06	-0.02	0.00
7	4	8	-1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
8	8	3	-1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
9	4	2	1.11	0.01	0.00	1.11	0.01	0.01
10	7	5	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	-2.38	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00
13	4	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

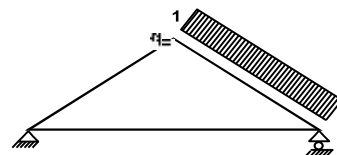
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	2.37	1.96	-0.02	-3.12	-0.52	0.30
2	5	2	1.01	1.65	-0.30	-1.76	-0.21	0.01
3	6	3	1.74	-0.91	0.00	-1.74	0.91	0.00
4	2	6	1.75	-0.91	-0.01	-1.75	0.91	-0.01
5	1	7	-1.06	0.01	0.02	1.06	-0.01	-0.03
6	7	4	-1.06	-0.02	0.03	1.06	0.02	0.00
7	4	8	1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
8	8	3	1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
9	4	2	-0.01	-1.11	0.00	0.01	1.11	-0.01
10	7	5	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	2.11	-1.10	0.00	-2.11	1.10	0.00
13	4	6	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1 [kN]	V1 [kN]	M1 [kNm]	N2 [kN]	V2 [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-1.96	0.00	0.00	-1.96	0.00	0.00
2	5	2	-1.98	-0.01	0.01	-1.98	-0.01	-0.01
3	6	3	-3.01	0.98	-0.30	-3.01	-0.64	-0.02
4	2	6	-1.66	0.63	-0.01	-1.66	-0.99	-0.30
5	1	7	-1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
6	7	4	-1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
7	4	8	1.06	0.02	0.00	1.06	0.02	0.03
8	8	3	1.06	-0.01	0.03	1.06	-0.01	0.02
9	4	2	1.11	-0.01	0.00	1.11	-0.01	-0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
12	5	4	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
13	4	6	-2.38	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

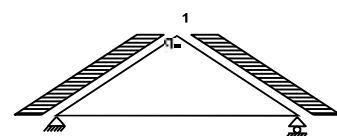
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμείβων πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	1.74	0.91	0.00	-1.74	-0.91	0.00
2	5	2	1.75	0.91	0.01	-1.75	-0.91	0.01
3	6	3	3.12	-0.52	-0.30	-2.37	1.96	0.02
4	2	6	1.76	-0.21	-0.01	-1.01	1.65	0.30
5	1	7	1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
6	7	4	1.06	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00
7	4	8	-1.06	0.02	0.00	1.06	-0.02	-0.03
8	8	3	-1.06	-0.01	0.03	1.06	0.01	-0.02
9	4	2	0.01	-1.11	0.00	-0.01	1.11	0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
12	5	4	-0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00
13	4	6	2.11	1.10	0.00	-2.11	-1.10	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	5	2.43	0.34	-0.08	0.99	-0.41	-0.13
2	5	2	1.59	0.46	-0.13	0.15	-0.29	0.00
3	6	3	-0.99	-0.41	0.13	-2.43	0.34	0.08
4	2	6	-0.15	-0.29	0.00	-1.59	0.46	0.13
5	1	7	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
6	7	4	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
7	4	8	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
8	8	3	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	-1.05	0.00	0.00	-1.05	0.00	0.00
13	4	6	1.05	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	-0.50	-0.26	-0.07
15	3	10	0.50	-0.26	0.07	0.00	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	5	-2.31	-0.82	-0.08	0.69	0.82	0.13
2	5	2	-1.62	-0.33	-0.13	0.00	0.33	0.00
3	6	3	0.69	-0.82	0.13	-2.31	0.82	-0.08
4	2	6	0.00	-0.33	0.00	-1.62	0.33	-0.13
5	1	7	-0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
6	7	4	-0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
7	4	8	0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
8	8	3	0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
9	4	2	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	0.93	-0.49	0.00	-0.93	0.49	0.00
13	4	6	-0.93	-0.49	0.00	0.93	0.49	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.07
15	3	10	-0.56	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00

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

**8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις****Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: ( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 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	5	-14.82	1.55	-0.32	-13.09	-1.77	-0.50	-14.01	0.00	0.27
2	5	2	-10.03	1.96	-0.52	-8.30	-1.35	-0.03	-9.00	0.00	0.42
3	6	3	-13.09	1.77	-0.50	-14.82	-1.55	-0.32	-14.01	0.00	0.27
4	2	6	-8.30	1.35	-0.03	-10.03	-1.96	-0.52	-9.00	0.00	0.42
5	1	7	-0.01	0.26	0.00	-0.01	-0.25	0.01	-0.01	0.00	0.09
6	7	4	0.01	0.20	0.00	0.01	-0.30	-0.07	0.01	0.00	0.06
7	4	8	0.01	0.30	-0.07	0.01	-0.20	0.00	0.01	0.00	0.06
8	8	3	-0.01	0.25	0.01	-0.01	-0.26	0.00	-0.01	0.00	0.09
9	4	2	5.27	0.00	0.00	5.27	0.00	0.00	5.27	0.00	0.00
10	7	5	0.45	-0.02	0.00	0.45	-0.02	-0.01	0.45	-0.02	-0.01
11	8	6	0.45	0.02	0.00	0.45	0.02	0.01	0.45	0.02	0.01
12	5	4	-5.04	0.00	0.01	-5.04	0.00	0.00	-5.04	0.00	0.01
13	4	6	-5.04	0.00	0.00	-5.04	0.00	0.01	-5.04	0.00	0.01
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.60	-1.15	-0.33	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.60	1.15	-0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093 [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	5	-5.50	0.65	-0.14	-4.77	-0.74	-0.21	-5.16	0.00	0.11
2	5	2	-3.74	0.83	-0.22	-3.01	-0.57	-0.01	-3.31	0.00	0.17
3	6	3	-4.77	0.74	-0.21	-5.50	-0.65	-0.14	-5.16	0.00	0.11
4	2	6	-3.01	0.57	-0.01	-3.74	-0.83	-0.22	-3.31	0.00	0.17
5	1	7	-0.01	0.02	0.00	-0.01	0.02	0.03	-0.01	0.02	0.02
6	7	4	0.01	-0.02	0.03	0.01	-0.02	0.00	0.01	-0.02	0.01
7	4	8	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01
8	8	3	-0.01	-0.02	0.03	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.02
9	4	2	1.78	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00
10	7	5	-0.04	-0.01	0.00	-0.04	-0.01	-0.01	-0.04	-0.01	0.00
11	8	6	-0.04	0.01	0.00	-0.04	0.01	0.01	-0.04	0.01	0.00
12	5	4	-1.87	0.00	0.00	-1.87	0.00	0.00	-1.87	0.00	0.00
13	4	6	-1.87	0.00	0.00	-1.87	0.00	0.00	-1.87	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.25	-0.48	-0.14	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.25	0.48	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093 [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	5	-3.57	0.33	-0.07	-3.20	-0.37	-0.10	-3.40	0.00	0.06
2	5	2	-2.69	0.41	-0.11	-2.33	-0.29	-0.01	-2.48	0.00	0.09
3	6	3	-3.96	0.74	-0.21	-4.68	-0.65	-0.14	-4.34	0.00	0.11
4	2	6	-2.19	0.56	-0.01	-2.91	-0.83	-0.22	-2.48	-0.01	0.18
5	1	7	-0.42	0.01	0.00	-0.42	0.01	0.02	-0.42	0.01	0.01
6	7	4	-0.42	-0.01	0.01	-0.42	-0.01	0.00	-0.42	-0.01	0.01
7	4	8	0.43	0.02	0.00	0.43	0.02	0.03	0.43	0.02	0.01
8	8	3	0.42	-0.02	0.03	0.42	-0.02	0.00	0.42	-0.02	0.02
9	4	2	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
10	7	5	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	0.00
11	8	6	-0.04	0.01	0.00	-0.04	0.01	0.01	-0.04	0.01	0.00
12	5	4	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
13	4	6	-1.88	0.00	0.00	-1.88	0.00	0.00	-1.88	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.13	-0.24	-0.07	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.25	0.48	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.13	0.24	0.07

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk3) Χιόνι Q<sub>ksL</sub>= 1.093, Q<sub>ksR</sub>= 0.546 [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	5	-4.68	0.65	-0.14	-3.96	-0.74	-0.21	-4.34	0.00	0.11
2	5	2	-2.91	0.83	-0.22	-2.19	-0.56	-0.01	-2.48	0.01	0.18
3	6	3	-3.20	0.37	-0.10	-3.57	-0.33	-0.07	-3.40	0.00	0.06
4	2	6	-2.33	0.29	-0.01	-2.69	-0.41	-0.11	-2.48	0.00	0.09
5	1	7	0.42	0.02	0.00	0.42	0.02	0.03	0.42	0.02	0.02
6	7	4	0.43	-0.02	0.03	0.43	-0.02	0.00	0.43	-0.02	0.01
7	4	8	-0.42	0.01	0.00	-0.42	0.01	0.01	-0.42	0.01	0.01
8	8	3	-0.42	-0.01	0.02	-0.42	-0.01	0.00	-0.42	-0.01	0.01
9	4	2	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00
10	7	5	-0.04	-0.01	0.00	-0.04	-0.01	-0.01	-0.04	-0.01	0.00
11	8	6	-0.02	0.01	0.00	-0.02	0.01	0.00	-0.02	0.01	0.00
12	5	4	-1.88	0.00	0.00	-1.88	0.00	0.00	-1.88	0.00	0.00
13	4	6	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.25	-0.48	-0.14	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.13	0.24	-0.07	0.00	0.00	0.00	-0.13	-0.24	-0.07

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk4) Άνεμος Q<sub>kwL</sub>= 0.277, Q<sub>kwR</sub>=-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	5	-0.26	0.18	0.00	-0.26	-0.27	-0.08	-0.26	-0.03	0.05
2	5	2	0.11	0.28	-0.08	0.11	-0.17	0.00	0.11	0.01	0.05
3	6	3	0.33	-0.29	0.09	0.33	0.18	0.00	0.33	-0.04	-0.05
4	2	6	-0.07	-0.18	0.00	-0.07	0.29	0.09	-0.07	0.01	-0.06
5	1	7	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	0.01	0.60	0.00	0.01
6	7	4	0.60	-0.01	0.01	0.60	-0.01	0.00	0.60	-0.01	0.00
7	4	8	-0.60	-0.01	0.00	-0.60	-0.01	-0.01	-0.60	-0.01	0.00
8	8	3	-0.60	0.00	-0.01	-0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	-0.01
9	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
10	7	5	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
11	8	6	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
12	5	4	-0.66	0.00	0.00	-0.66	0.00	0.00	-0.66	0.00	0.00
13	4	6	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.16	-0.04

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk5) Άνεμος Q<sub>kwL</sub>=-0.291, Q<sub>kwR</sub>= 0.277 [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	5	0.33	-0.18	0.00	0.33	0.29	0.09	0.33	0.04	-0.05
2	5	2	-0.07	-0.29	0.09	-0.07	0.18	0.00	-0.07	-0.01	-0.06
3	6	3	-0.26	0.27	-0.08	-0.26	-0.18	0.00	-0.26	0.03	0.05
4	2	6	0.11	0.17	0.00	0.11	-0.28	-0.08	0.11	-0.01	0.05
5	1	7	-0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	-0.01	-0.60	0.00	-0.01
6	7	4	-0.60	0.01	-0.01	-0.60	0.01	0.00	-0.60	0.01	0.00
7	4	8	0.60	0.01	0.00	0.60	0.01	0.01	0.60	0.01	0.00
8	8	3	0.60	0.00	0.01	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	0.01
9	4	2	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
10	7	5	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
11	8	6	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
12	5	4	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00
13	4	6	-0.66	0.00	0.00	-0.66	0.00	0.00	-0.66	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.05

**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	5	-1.76	0.21	-0.04	-1.53	-0.24	-0.07	-1.65	0.00	0.03
2	5	2	-1.20	0.26	-0.07	-0.96	-0.18	0.00	-1.06	0.00	0.06
3	6	3	-1.53	0.24	-0.07	-1.76	-0.21	-0.04	-1.65	0.00	0.03
4	2	6	-0.96	0.18	0.00	-1.20	-0.26	-0.07	-1.06	0.00	0.06
5	1	7	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
6	7	4	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
7	4	8	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
8	8	3	0.00	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.01
9	4	2	0.57	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00
10	7	5	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
11	8	6	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
12	5	4	-0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	0.00
13	4	6	-0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.08	-0.16	-0.04	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.08	0.16	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(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	5	2.43	0.34	-0.08	0.99	-0.41	-0.13	1.76	-0.01	0.05
2	5	2	1.59	0.46	-0.13	0.15	-0.29	0.00	0.74	0.01	0.09
3	6	3	-0.99	-0.41	0.13	-2.43	0.34	0.08	-1.76	-0.01	-0.05
4	2	6	-0.15	-0.29	0.00	-1.59	0.46	0.13	-0.74	0.01	-0.09
5	1	7	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
6	7	4	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
7	4	8	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
8	8	3	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	-1.05	0.00	0.00	-1.05	0.00	0.00	-1.05	0.00	0.00
13	4	6	1.05	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	-0.50	-0.26	-0.07	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.50	-0.26	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(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	5	-6.10	0.64	-0.13	-5.38	-0.73	-0.21	-5.76	0.00	0.11
2	5	2	-4.13	0.81	-0.22	-3.41	-0.56	-0.01	-3.70	0.00	0.17
3	6	3	-5.38	0.73	-0.21	-6.10	-0.64	-0.13	-5.76	0.00	0.11
4	2	6	-3.41	0.56	-0.01	-4.13	-0.81	-0.22	-3.70	0.00	0.17
5	1	7	-0.01	0.10	0.00	-0.01	-0.09	0.00	-0.01	0.00	0.04
6	7	4	0.01	0.08	0.00	0.01	-0.12	-0.03	0.01	0.00	0.02
7	4	8	0.01	0.12	-0.03	0.01	-0.08	0.00	0.01	0.00	0.02
8	8	3	-0.01	0.09	0.00	-0.01	-0.10	0.00	-0.01	0.00	0.04
9	4	2	2.16	0.00	0.00	2.16	0.00	0.00	2.16	0.00	0.00
10	7	5	0.17	-0.01	0.00	0.17	-0.01	-0.01	0.17	-0.01	0.00
11	8	6	0.17	0.01	0.00	0.17	0.01	0.01	0.17	0.01	0.00
12	5	4	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00
13	4	6	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00	-2.08	0.00	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.25	-0.48	-0.14	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.25	0.48	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις**

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: ( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	12.43	8.23	-0.32	-12.43	-4.49	0.50
2	5	2	7.98	6.38	-0.52	-7.98	-2.64	0.03
3	6	3	12.43	-4.49	-0.50	-12.43	8.23	0.32
4	2	6	7.98	-2.64	-0.03	-7.98	6.38	0.52
5	1	7	0.01	0.26	0.00	-0.01	0.25	-0.01
6	7	4	-0.01	0.20	0.00	0.01	0.30	0.07
7	4	8	-0.01	0.30	-0.07	0.01	0.20	0.00
8	8	3	0.01	0.25	0.01	-0.01	0.26	0.00
9	4	2	0.00	-5.27	0.00	0.00	5.27	0.00
10	7	5	0.02	-0.45	0.00	-0.02	0.45	0.01
11	8	6	-0.02	-0.45	0.00	0.02	0.45	-0.01
12	5	4	4.47	-2.34	0.01	-4.47	2.34	0.00
13	4	6	4.47	2.34	0.00	-4.47	-2.34	-0.01
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.33
15	3	10	0.00	1.30	-0.33	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	4.58	3.12	-0.14	-4.58	-1.55	0.21
2	5	2	2.93	2.46	-0.22	-2.93	-0.89	0.01
3	6	3	4.58	-1.55	-0.21	-4.58	3.12	0.14
4	2	6	2.93	-0.89	-0.01	-2.93	2.46	0.22
5	1	7	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	-0.03
6	7	4	-0.01	-0.02	0.03	0.01	0.02	0.00
7	4	8	-0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	-0.03
8	8	3	0.01	-0.02	0.03	-0.01	0.02	0.00
9	4	2	0.00	-1.78	0.00	0.00	1.78	0.00
10	7	5	0.01	0.04	0.00	-0.01	-0.04	0.01
11	8	6	-0.01	0.04	0.00	0.01	-0.04	-0.01
12	5	4	1.66	-0.87	0.00	-1.66	0.87	0.00
13	4	6	1.66	0.87	0.00	-1.66	-0.87	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.14
15	3	10	0.00	0.55	-0.14	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	5	3.01	1.94	-0.07	-3.01	-1.15	0.10
2	5	2	2.20	1.61	-0.11	-2.20	-0.82	0.01
3	6	3	3.85	-1.17	-0.21	-3.85	2.74	0.14
4	2	6	2.20	-0.51	-0.01	-2.20	2.08	0.22
5	1	7	0.42	0.01	0.00	-0.42	-0.01	-0.02
6	7	4	0.42	-0.01	0.01	-0.42	0.01	0.00
7	4	8	-0.43	0.02	0.00	0.43	-0.02	-0.03
8	8	3	-0.42	-0.02	0.03	0.42	0.02	0.00
9	4	2	0.00	-1.33	0.00	0.00	1.33	0.00
10	7	5	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.00
11	8	6	-0.01	0.04	0.00	0.01	-0.04	-0.01
12	5	4	0.82	-0.43	0.00	-0.82	0.43	0.00
13	4	6	1.66	0.87	0.00	-1.66	-0.87	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.07
15	3	10	0.00	0.55	-0.14	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk3) Χιόνι Q<sub>ksL</sub>= 1.093, Q<sub>ksR</sub>= 0.546 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	3.85	2.74	-0.14	-3.85	-1.17	0.21
2	5	2	2.20	2.08	-0.22	-2.20	-0.51	0.01
3	6	3	3.01	-1.15	-0.10	-3.01	1.94	0.07
4	2	6	2.20	-0.82	-0.01	-2.20	1.61	0.11
5	1	7	-0.42	0.02	0.00	0.42	-0.02	-0.03
6	7	4	-0.43	-0.02	0.03	0.43	0.02	0.00
7	4	8	0.42	0.01	0.00	-0.42	-0.01	-0.01
8	8	3	0.42	-0.01	0.02	-0.42	0.01	0.00
9	4	2	0.00	-1.33	0.00	0.00	1.33	0.00
10	7	5	0.01	0.04	0.00	-0.01	-0.04	0.01
11	8	6	-0.01	0.02	0.00	0.01	-0.02	0.00
12	5	4	1.66	-0.87	0.00	-1.66	0.87	0.00
13	4	6	0.82	0.43	0.00	-0.82	-0.43	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.14
15	3	10	0.00	0.27	-0.07	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk4) Άνεμος Q<sub>kwL</sub>= 0.277, Q<sub>kwR</sub>=-0.291 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	0.15	0.28	0.00	-0.36	0.12	0.08
2	5	2	-0.23	0.19	-0.08	0.02	0.21	0.00
3	6	3	-0.42	-0.10	0.09	0.21	-0.32	0.00
4	2	6	-0.02	-0.19	0.00	-0.19	-0.23	-0.09
5	1	7	-0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	-0.01
6	7	4	-0.60	-0.01	0.01	0.60	0.01	0.00
7	4	8	0.60	-0.01	0.00	-0.60	0.01	0.01
8	8	3	0.60	0.00	-0.01	-0.60	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
10	7	5	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
11	8	6	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
12	5	4	0.59	-0.31	0.00	-0.59	0.31	0.00
13	4	6	-0.62	-0.32	0.00	0.62	0.32	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk5) Άνεμος Q<sub>kwL</sub>=-0.291, Q<sub>kwR</sub>= 0.277 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-0.21	-0.32	0.00	0.42	-0.10	-0.09
2	5	2	0.19	-0.23	0.09	0.02	-0.19	0.00
3	6	3	0.36	0.12	-0.08	-0.15	0.28	0.00
4	2	6	-0.02	0.21	0.00	0.23	0.19	0.08
5	1	7	0.60	0.00	0.00	-0.60	0.00	0.01
6	7	4	0.60	0.01	-0.01	-0.60	-0.01	0.00
7	4	8	-0.60	0.01	0.00	0.60	-0.01	-0.01
8	8	3	-0.60	0.00	0.01	0.60	0.00	0.00
9	4	2	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
10	7	5	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
11	8	6	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
12	5	4	-0.62	0.32	0.00	0.62	-0.32	0.00
13	4	6	0.59	0.31	0.00	-0.59	-0.31	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	3	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	5	1.47	1.00	-0.04	-1.47	-0.50	0.07
2	5	2	0.94	0.79	-0.07	-0.94	-0.29	0.00
3	6	3	1.47	-0.50	-0.07	-1.47	1.00	0.04
4	2	6	0.94	-0.29	0.00	-0.94	0.79	0.07
5	1	7	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01
6	7	4	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
7	4	8	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.01
8	8	3	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
9	4	2	0.00	-0.57	0.00	0.00	0.57	0.00
10	7	5	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
11	8	6	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
12	5	4	0.53	-0.28	0.00	-0.53	0.28	0.00
13	4	6	0.53	0.28	0.00	-0.53	-0.28	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.04
15	3	10	0.00	0.18	-0.04	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1) [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	-2.31	-0.82	-0.08	0.69	0.82	0.13
2	5	2	-1.62	-0.33	-0.13	0.00	0.33	0.00
3	6	3	0.69	-0.82	0.13	-2.31	0.82	-0.08
4	2	6	0.00	-0.33	0.00	-1.62	0.33	-0.13
5	1	7	-0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
6	7	4	-0.93	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00
7	4	8	0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
8	8	3	0.93	0.00	0.00	-0.93	0.00	0.00
9	4	2	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.01
10	7	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	5	4	0.93	-0.49	0.00	-0.93	0.49	0.00
13	4	6	-0.93	-0.49	0.00	0.93	0.49	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	-0.56	0.00	0.07
15	3	10	-0.56	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1) [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	5	5.11	3.39	-0.13	-5.11	-1.84	0.21
2	5	2	3.28	2.63	-0.22	-3.28	-1.08	0.01
3	6	3	5.11	-1.84	-0.21	-5.11	3.39	0.13
4	2	6	3.28	-1.08	-0.01	-3.28	2.63	0.22
5	1	7	0.01	0.10	0.00	-0.01	0.09	0.00
6	7	4	-0.01	0.08	0.00	0.01	0.12	0.03
7	4	8	-0.01	0.12	-0.03	0.01	0.08	0.00
8	8	3	0.01	0.09	0.00	-0.01	0.10	0.00
9	4	2	0.00	-2.16	0.00	0.00	2.16	0.00
10	7	5	0.01	-0.17	0.00	-0.01	0.17	0.01
11	8	6	-0.01	-0.17	0.00	0.01	0.17	-0.01
12	5	4	1.84	-0.96	0.00	-1.84	0.96	0.00
13	4	6	1.84	0.96	0.00	-1.84	-0.96	0.00
14	9	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.14
15	3	10	0.00	0.54	-0.14	0.00	0.00	0.00

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

**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	-1.02	-0.38	-0.28	-0.28	0.00	0.00	-0.16
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-1.12	-0.41	-0.31	-0.31	0.00	0.00	-0.17
5	-0.98	-0.36	-0.23	-0.31	-0.04	0.05	-0.16
6	-0.98	-0.36	-0.31	-0.23	0.05	-0.04	-0.14
7	-0.98	-0.36	-0.23	-0.30	-0.04	0.05	-0.16
8	-0.98	-0.36	-0.30	-0.23	0.05	-0.04	-0.14
9	0.33	0.11	0.07	0.09	0.11	-0.11	0.05
10	0.33	0.11	0.09	0.07	-0.11	0.11	0.04

—

**8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	12.44	4.58	3.44	3.44	-0.45	0.40	1.47
1	Fy	9.79	3.69	2.22	3.31	0.28	-0.32	1.18
3	Fx	-12.44	-4.58	-3.44	-3.44	-0.40	0.45	-1.47
3	Fy	9.79	3.69	3.31	2.22	-0.32	0.28	1.18

—

**9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
( Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 2.307$ , $G_{k2} = 0.350$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν $Q_{ksL} = 1.093$ , $Q_{ksR} = 1.093$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν $Q_{ksL} = 0.546$ , $Q_{ksR} = 1.093$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν $Q_{ksL} = 1.093$ , $Q_{ksR} = 0.546$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος $Q_{kwL} = 0.277$ , $Q_{kwR} = -0.291$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος $Q_{kwL} = -0.291$ , $Q_{kwR} = 0.277$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i = 0.350$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός $AeX qh = 0.355 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental			
(Aey) Σεισμός $AeY qv = 0.383 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental			

—

**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	16.791	13.214	27.985	22.024
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	23.663	18.745	29.578	23.432
3	γg.Gk+γq.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	21.945	16.550	27.431	20.687
4	γg.Gk+γq.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	21.945	18.175	27.431	22.719
5	γg.Gk+γq.Qk4	Στιγμιαία	1.10	16.111	13.633	14.646	12.394
6	γg.Gk+γq.Qk5	Στιγμιαία	1.10	17.389	12.739	15.808	11.581
7	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	18.992	14.986	21.102	16.651
8	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	23.255	18.997	21.141	17.270
9	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	24.022	18.460	21.838	16.782
10	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	21.537	16.801	19.579	15.274
11	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	22.304	16.265	20.276	14.786
12	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	21.537	18.427	19.579	16.752
13	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	22.304	17.890	20.276	16.264
14	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	20.921	17.505	19.020	15.913
15	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	19.719	15.968	17.926	14.516
16	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	19.719	17.106	17.926	15.551
17	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	22.199	16.611	20.181	15.101
18	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	20.997	15.074	19.088	13.703
19	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	20.997	16.212	19.088	14.738
20	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	23.395	19.109	21.268	17.372
21	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	24.162	18.573	21.965	16.884
22	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	22.192	17.572	20.175	15.975
23	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	22.959	17.036	20.872	15.487
24	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	22.192	18.710	20.175	17.009
25	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	22.959	18.174	20.872	16.522
26	$G_{k1} + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edX}$	Accidental	1.10	17.551	11.345	15.955	10.314
27	$G_{k1} + 0.2 \times Q_{k1} + A_{edY}$	Accidental	1.10	18.469	14.558	16.790	13.234
	Μέγιστες τιμές			23.663	18.745	29.578	23.432
28	$\gamma_g G_{k1} + \gamma_q Q_{k4} = 0.9 G_{k1} + 1.5 Q_{k4}$ , (EQU)	Στιγμιαία	1.10	10.514	9.228	9.558	8.389
29	$\gamma_g G_{k1} + \gamma_q Q_{k5} = 0.9 G_{k1} + 1.5 Q_{k5}$ , (EQU)	Στιγμιαία	1.10	11.792	8.334	10.720	7.576

—

**9.2. Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy	Fx/Kmod	Fy/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-16.791	13.214	-27.984	22.024
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-23.662	18.745	-29.578	23.432
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-21.944	18.175	-27.431	22.719
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-21.944	16.550	-27.431	20.687
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-17.389	12.739	-15.808	11.581
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-16.111	13.633	-14.646	12.394
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-18.992	14.986	-21.102	16.651
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-24.021	18.460	-21.838	16.782
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-23.255	18.997	-21.141	17.270
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-22.303	17.890	-20.276	16.264
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-21.537	18.427	-19.579	16.751
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-22.303	16.264	-20.276	14.786
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-21.537	16.801	-19.579	15.274
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-22.199	16.610	-20.181	15.100
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.997	16.211	-19.088	14.738
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-20.997	15.074	-19.088	13.703
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-20.921	17.505	-19.019	15.913
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-19.719	17.106	-17.926	15.551
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-19.719	15.968	-17.926	14.516
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-24.161	18.573	-21.965	16.884
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-23.394	19.109	-21.268	17.372
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-22.959	18.174	-20.872	16.521
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-22.192	18.710	-20.174	17.009
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-22.959	17.036	-20.872	15.487
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-22.192	17.572	-20.174	15.975
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-9.122	11.345	-8.293	10.314
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-8.239	14.558	-7.490	13.234
	Μέγιστες τιμές			23.662	18.745	29.578	23.432
28	γγ.Gk+γγ.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	-11.792	8.334	-10.720	7.576
29	γγ.Gk+γγ.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	-10.514	9.228	-9.558	8.389

**10. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****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 = 2.307, Gk2 = 0.350	-1.120	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	-0.409	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	-0.307	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	-0.307	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	0.003	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	0.003	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.120	1.793
2 Gk + Qk1	1.530	2.251
3 Gk + Qk2	1.427	2.136
4 Gk + Qk3	1.427	2.136
5 Gk + Qk4	1.120	1.793
6 Gk + Qk5	1.120	1.793
7 Gk + Qk1 + ψ0.Qk4	1.530	2.251
8 Gk + Qk1 + ψ0.Qk5	1.530	2.251
9 Gk + Qk2 + ψ0.Qk4	1.427	2.136
10 Gk + Qk2 + ψ0.Qk5	1.427	2.136
11 Gk + Qk3 + ψ0.Qk4	1.427	2.136
12 Gk + Qk3 + ψ0.Qk5	1.427	2.136
13 Gk + Qk4 + ψ0.Qk1	1.407	2.128
14 Gk + Qk4 + ψ0.Qk2	1.335	2.044
15 Gk + Qk4 + ψ0.Qk3	1.335	2.044
16 Gk + Qk5 + ψ0.Qk1	1.407	2.128
17 Gk + Qk5 + ψ0.Qk2	1.335	2.044
18 Gk + Qk5 + ψ0.Qk3	1.335	2.044

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 4**

w.inst = 1.530 mm, w.fin = 2.251 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 4

w.inst = 1.530 mm &lt; L/300=5750/300= 19.167 mm

w.net,fin = 2.251 mm &lt; L/250=5750/250= 23.000 mm

w.fin = 2.251 mm &lt; L/200=5750/200= 28.750 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**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 = 2.307, Gk2 = 0.350	0.588	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.60
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	0.279	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	0.139	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	0.279	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.60
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	0.080	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	-0.084	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.588	0.941
2 Gk + Qk1	0.867	1.253
3 Gk + Qk2	0.728	1.097
4 Gk + Qk3	0.867	1.253
5 Gk + Qk4	0.668	1.021
6 Gk + Qk5	0.588	0.941
7 Gk + Qk1 + ψ0.Qk4	0.915	1.301
8 Gk + Qk1 + ψ0.Qk5	0.867	1.253
9 Gk + Qk2 + ψ0.Qk4	0.776	1.145
10 Gk + Qk2 + ψ0.Qk5	0.728	1.097
11 Gk + Qk3 + ψ0.Qk4	0.915	1.301
12 Gk + Qk3 + ψ0.Qk5	0.867	1.253
13 Gk + Qk4 + ψ0.Qk1	0.863	1.250
14 Gk + Qk4 + ψ0.Qk2	0.766	1.135
15 Gk + Qk4 + ψ0.Qk3	0.863	1.250
16 Gk + Qk5 + ψ0.Qk1	0.783	1.170
17 Gk + Qk5 + ψ0.Qk2	0.686	1.056
18 Gk + Qk5 + ψ0.Qk3	0.783	1.170

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 1**

w.inst = 0.915 mm, w.fin = 1.301 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1

w.inst = 0.915 mm < L/300=1622/300= 5.407 mm

w.net,fin = 1.301 mm < L/250=1622/250= 6.488 mm

w.fin = 1.301 mm < L/200=1622/200= 8.110 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**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	16.83291	0.05941
2	26.92168	0.03714
3	31.19192	0.03206
4	31.83765	0.03141
5	36.65143	0.02728
6	54.76842	0.01826
7	64.40854	0.01553
8	77.45055	0.01291

**12. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****12.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

—

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-33.354	0.000	4.412	1.174
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-35.329	0.000	4.858	1.298
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-33.796	0.000	4.864	1.302
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-33.796	0.000	4.864	1.302
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-18.552	0.000	2.785	0.755
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-18.551	0.000	2.785	0.755
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-25.173	0.000	3.382	0.901
8	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-25.909	0.000	3.759	1.013
9	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-25.909	0.000	3.759	1.013
10	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-24.579	0.000	3.538	0.947
11	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-24.794	0.000	3.764	1.016
12	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-24.794	0.000	3.764	1.016
13	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-24.579	0.000	3.538	0.947
14	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-23.802	0.000	3.573	0.967
15	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-22.663	0.000	3.198	0.859
16	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-23.022	0.000	3.576	0.970
17	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-23.802	0.000	3.573	0.967
18	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-23.022	0.000	3.576	0.970
19	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-22.663	0.000	3.198	0.859
20	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-26.062	0.000	3.782	1.019
21	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-26.061	0.000	3.782	1.019
22	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-25.066	0.000	3.559	0.952
23	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-25.281	0.000	3.786	1.021
24	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-25.281	0.000	3.786	1.021
25	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-25.066	0.000	3.559	0.952
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-12.834	0.000	1.806	0.488
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-15.401	0.000	2.056	0.548
	Μέγιστες τιμές			-35.329	0.000	4.864	1.302

—

**12.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4**

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-28.263 kN

(EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γ<sub>M</sub>=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-28.263 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x28.263/8400=3.36N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος διάτμησης,  $F_v=3.891$  kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή,  $b_{ef}=0.67 \times 60=40$  mm,  $h=140$  mm,  $A=5\,600$  mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{vk}=3.60$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 3.60 / 1.30 = 2.22$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14) $F_v=3.891$  kN,  $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 3.891 / 5600 = 1.04$  N/mm<sup>2</sup> <  $2.22$  N/mm<sup>2</sup> =  $f_{v0d}$  (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 3****Έλεγχος κάμψης,  $M_{yd}=1.042$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^3$  mm<sup>2</sup>,  $W_y=1.96 \times 10^5$  mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.40 \times 10^4$  mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup> $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup>Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.042 / (0.1960 \times 10^6) = 5.31$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.432 + 0.000 = 0.43 < 1$  (EC5 Εξ.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.302 + 0.000 = 0.30 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη,  $F_{c0d}=-28.263$  kN,  $M_{yd}=0.991$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.2.4)Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^3$  mm<sup>2</sup>,  $W_y=1.96 \times 10^5$  mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.40 \times 10^4$  mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69$  N/mm<sup>2</sup> $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup> $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup>Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 28.263 / 8400 = 3.36$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.991 / (0.1960 \times 10^6) = 5.06$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00$  N/mm<sup>2</sup> $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.083 + 0.411 + 0.000 = 0.49 < 1$  (EC5 Εξ.6.19) $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.083 + 0.288 + 0.000 = 0.37 < 1$  (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 3****Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη,  $F_{c0d}=-25.364$  kN,  $M_{yd}=1.042$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.2.4)Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^3$  mm<sup>2</sup>,  $W_y=1.96 \times 10^5$  mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.40 \times 10^4$  mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69$  N/mm<sup>2</sup> $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup> $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup>Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 25.364 / 8400 = 3.02$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.042 / (0.1960 \times 10^6) = 5.31$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00$  N/mm<sup>2</sup> $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.067 + 0.432 + 0.000 = 0.50 < 1$  (EC5 Εξ.6.19) $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.067 + 0.302 + 0.000 = 0.37 < 1$  (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-28.263\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.991\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40\times 10^{-3}\text{mm}^2$ ,  $W_y=1.96\times 10^{-5}\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.40\times 10^{-4}\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ ) $f_{c0k}=19.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80\times 19.00/1.30=11.69\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$  $f_{mzk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 28.263/8400=3.36\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^{-6}\times 0.991/(0.1960\times 10^{-6})=5.06\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^{-6}\times 0.000/(0.0840\times 10^{-6})=0.00\text{ N/mm}^2$ Μήκη Λυγισμού $S_{ky}=1.00\times 1.622=1.622\text{ m}=1622\text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.18\times 1.622=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/1.62=0.18$ )Λυγηρότητες $i_y=O(I_y/A)=0.289\times 140=40\text{ mm}$ ,  $\lambda_y=1622/40=40.55$  $i_z=O(I_z/A)=0.289\times 60=17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/17=17.65$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=38.41\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.70$  (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=202.76\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=0.31$  (EC5 Εξ.6.22) $\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο) $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.79$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.875$  (Εξ.6.27 6.25) $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.55$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.999$  (Εξ.6.28 6.26) $\sigma_{c0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.329+0.411+0.000=0.74 < 1$  (EC5 Εξ.6.23) $\sigma_{c0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.288+0.288+0.000=0.58 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 3****Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-25.364\text{kN}$ ,  $M_{yd}=1.042\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40\times 10^{-3}\text{mm}^2$ ,  $W_y=1.96\times 10^{-5}\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.40\times 10^{-4}\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ ) $f_{c0k}=19.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80\times 19.00/1.30=11.69\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$  $f_{mzk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 25.364/8400=3.02\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^{-6}\times 1.042/(0.1960\times 10^{-6})=5.31\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^{-6}\times 0.000/(0.0840\times 10^{-6})=0.00\text{ N/mm}^2$ Μήκη Λυγισμού $S_{ky}=1.00\times 1.622=1.622\text{ m}=1622\text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.18\times 1.622=0.300\text{ m}=300\text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/1.62=0.18$ )Λυγηρότητες $i_y=O(I_y/A)=0.289\times 140=40\text{ mm}$ ,  $\lambda_y=1622/40=40.55$  $i_z=O(I_z/A)=0.289\times 60=17\text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/17=17.65$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=38.41\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.70$  (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=202.76\text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=0.31$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.79$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.875$  (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.55$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.999$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.295+0.432+0.000=0.73 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.259+0.302+0.000=0.56 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 3

**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=1.042$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή,  $b=60$ mm,  $h=140$ mm,  $A=8.40 \times 10^3$ mm<sup>2</sup>,  $W_y=1.96 \times 10^5$ mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.40 \times 10^4$ mm<sup>3</sup>

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

$f_{c0k}=19.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00/1.30=11.69$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31$ N/mm<sup>2</sup>

$f_{mk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31$ N/mm<sup>2</sup>

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

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.042/(0.1960 \times 10^6)=5.31$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.0840 \times 10^6)=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

#### Μήκη Λυγισμού

$l_{ky}=1.00 \times 1.622=1.622$  m= 1622 mm,  $l_{ef}=0.9 \times 1622=1460$ mm (πιο δυσμενές)

$l_{kz}=0.18 \times 1.622=0.300$  m= 300 mm,  $l_{ef}=0.9 \times 300=270$ mm ( $l_c/L=0.30/1.62=0.18$ )

#### Λυγηρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40$  mm,  $\lambda_y=1622/40=40.55$

$i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 60=17$  mm,  $\lambda_z=300/17=17.65$

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot l_{ef})=0.78 \times 60^2 \times 6400/(140 \times 1460)=87.94$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.6.32)

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot l_{ef})=0.78 \times 140^2 \times 6400/(60 \times 270)=6039.70$ N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.6.32)

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crit,y}=87.94$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,my}=O(f_{myk}/\sigma_{m,crit,y})=0.48$  (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,crit,z}=6039.70$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,mz}=O(f_{mzk}/\sigma_{m,crit,z})=0.06$  (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.48$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,y}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34)

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

$\sigma_{myd}/(K_{crit,y} \cdot f_{myd})+K_m \cdot \sigma_{mzd}/(K_{crit,z} \cdot f_{mzd})=0.432+0.000=0.43 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/(K_{crit,y} \cdot f_{myd})+\sigma_{mzd}/(K_{crit,z} \cdot f_{mzd})=0.302+0.000=0.30 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**12.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.354	2.595	0.732
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.489	2.855	0.805
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.489	2.855	0.805
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-0.237	1.489	2.855	0.805
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.739	1.416	0.399
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.739	1.416	0.399
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	1.038	1.989	0.561
8	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.083	2.076	0.585
9	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.083	2.076	0.585
10	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.083	2.076	0.585
11	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.083	2.076	0.585
12	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.172	1.083	2.076	0.585
13	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.172	1.083	2.076	0.585
14	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.980	1.878	0.530
15	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.980	1.878	0.530
16	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-0.121	0.980	1.878	0.530
17	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.980	1.878	0.530
18	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.980	1.878	0.530
19	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-0.121	0.980	1.878	0.530
20	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.090	2.090	0.589
21	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.090	2.090	0.589
22	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.090	2.090	0.589
23	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.090	2.090	0.589
24	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.121	1.090	2.090	0.589
25	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.121	1.090	2.090	0.589
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.806	1.057	0.298
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.631	1.209	0.341
	Μέγιστες τιμές			-0.237	1.489	2.855	0.805

**12.4. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15****Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.192 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=1.192 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.192/8400=0.14N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες,  $F_{c0d}=-0.190$  kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A= 8\,400$  mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14) $F_{c0d}=-0.190$  kN,  $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.190 / 8400 = 0.02$  N/mm<sup>2</sup> <  $11.69$  N/mm<sup>2</sup> =  $f_{c0d}$  (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης,  $F_v=2.284$  kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή,  $b_{ef}=0.67 \times 60=40$  mm,  $h=140$  mm,  $A= 5\,600$  mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{vk}=3.60$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 3.60 / 1.30 = 2.22$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14) $F_v=2.284$  kN,  $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 2.284 / 5600 = 0.61$  N/mm<sup>2</sup> <  $2.22$  N/mm<sup>2</sup> =  $f_{v0d}$  (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης,  $M_{yd}=0.644$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^3$  mm<sup>2</sup>,  $W_y=1.96 \times 10^5$  mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.40 \times 10^4$  mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup> $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup>Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.644 / (0.1960 \times 10^6) = 3.29$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.267 + 0.000 = 0.27 < 1$  (EC5 Εξ.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.187 + 0.000 = 0.19 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)**Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-0.190$  kN,  $M_{yd}=0.644$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^3$  mm<sup>2</sup>,  $W_y=1.96 \times 10^5$  mm<sup>3</sup>,  $W_z=8.40 \times 10^4$  mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400$  MPa) $f_{c0k}=19.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69$  N/mm<sup>2</sup> $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup> $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31$  N/mm<sup>2</sup>Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.190 / 8400 = 0.02$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.644 / (0.1960 \times 10^6) = 3.29$  N/mm<sup>2</sup> $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00$  N/mm<sup>2</sup>Μήκη λυγισμού $S_{ky}= 1.00 \times 0.564 = 0.564$  m =  $564$  mm (πιο δυσμενές) $S_{kz}= 0.53 \times 0.564 = 0.300$  m =  $300$  mm ( $L_c/L=0.30/0.56=0.53$ )Λυγηρότητες $i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140= 40$  mm,  $\lambda_y= 564/ 40= 14.10$  $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 60= 17$  mm,  $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 317.72$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,y}= O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})= 0.24$  (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 202.76$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel,z}= O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})= 0.31$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)  
 $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.50$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=1.000$  (Εξ.6.27 6.25)  
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.55$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.999$  (Εξ.6.28 6.26)

$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_{m, \sigma mzd}/f_{mzd}=0.000+0.267+0.000=0.27 < 1$   
 $(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2+K_{m, \sigma myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.187+0.000=0.19 < 1$   
 $\sigma_{0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_{m, \sigma mzd}/f_{mzd}=0.002+0.267+0.000=0.27 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_{m, \sigma myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.002+0.187+0.000=0.19 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=0.644$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.3.3)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^{-4} \text{ m}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{c0k}=19.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00/1.30=11.69$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31$  N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my, netto}=10^{-6} \times 0.644/(0.1960 \times 10^{-6})=3.29$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz, netto}=10^{-6} \times 0.000/(0.0840 \times 10^{-6})=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 0.564=0.564$  m = 564 mm,  $L_{ef}=0.9 \times 564=508$  mm (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.53 \times 0.564=0.300$  m = 300 mm,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270$  mm ( $L_c/L=0.30/0.56=0.53$ )

#### Λυγρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40$  mm,  $\lambda_y=564/40=14.10$   
 $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 60=17$  mm,  $\lambda_z=300/17=17.65$

$\sigma_{m, crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot L_{ef})=0.78 \times 60^2 \times 6400/(140 \times 508)=252.91$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.6.32)  
 $\sigma_{m, crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot L_{ef})=0.78 \times 140^2 \times 6400/(60 \times 270)=6039.70$  N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.6.32)

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m, crity}=252.91$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel, my}=O(f_{myk}/\sigma_{m, crity})=0.28$  (EC5 Εξ.6.30)  
 $\sigma_{m, critz}=6039.70$  N/mm<sup>2</sup>,  $\lambda_{rel, mz}=O(f_{mzk}/\sigma_{m, critz})=0.06$  (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel, my}=0.28$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crity}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34)  
 $\lambda_{rel, mz}=0.06$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{critz}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd})+K_{m, \sigma mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd})=0.267+0.000=0.27 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)  
 $K_{m, \sigma myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd})+\sigma_{mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd})=0.187+0.000=0.19 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Ανω πέλμα ράβδοι: 14, 15, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.192$  kN,  $M_{yd}=0.644$  kNm,  $M_{zd}=0.000$  kNm** (EC5 §6.2.3)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=60$  mm,  $h=140$  mm,  $A=8.40 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^{-4} \text{ m}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{t0k}=11.50$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.80 \times 11.50/1.30=7.08$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{myk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{mzk}=20.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31$  N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.192/8400=0.14$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my, netto}=10^{-6} \times 0.644/(0.1960 \times 10^{-6})=3.29$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz, netto}=10^{-6} \times 0.000/(0.0840 \times 10^{-6})=0.00$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_{m, \sigma mzd}/f_{mzd}=0.020+0.267+0.000=0.29 < 1$  (EC5 Εξ.6.17)  
 $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_{m, \sigma myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.020+0.187+0.000=0.21 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Άνω πέλμα ράβδοι: 14, 15, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.191\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.644\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40\times 10^3\text{mm}^2$ ,  $W_y=1.96\times 10^5\text{mm}^3$ ,  $W_z=8.40\times 10^4\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod}\cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.80\times 11.50/1.30=7.08\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$  $f_{mzk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000\times 1.191/8400=0.14\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 0.644/(0.1960\times 10^6)=3.29\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(0.0840\times 10^6)=0.00\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.020+0.267+0.000=0.29 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.020+0.187+0.000=0.21 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**12.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-0.027	0.028	0.673	0.212
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.031	0.031	0.547	0.190
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-0.815	0.819	0.546	0.189
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-0.815	0.819	0.546	0.189
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.015	0.838	0.374	0.123
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.015	0.838	0.374	0.123
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.021	0.021	0.461	0.150
8	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.022	0.517	0.402	0.143
9	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.022	0.517	0.402	0.143
10	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.098	0.596	0.397	0.138
11	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.593	1.090	0.401	0.142
12	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.593	1.090	0.401	0.142
13	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.098	0.596	0.397	0.138
14	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.020	0.844	0.396	0.139
15	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.440	0.388	0.132
16	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-0.420	1.245	0.395	0.139
17	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.020	0.844	0.396	0.139
18	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.420	1.245	0.395	0.139
19	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.440	0.388	0.132
20	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.023	0.517	0.403	0.143
21	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.023	0.517	0.403	0.143
22	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.424	0.398	0.138
23	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.422	0.918	0.402	0.143
24	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.422	0.918	0.402	0.143
25	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.424	0.398	0.138
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-0.662	0.662	0.215	0.070
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-0.013	0.013	0.294	0.095
	Μέγιστες τιμές			-0.815	1.245	0.673	0.212

**12.6. Έλεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8**

Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 16

**Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, F<sub>t0d</sub>=1.369 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)f<sub>t0k</sub>=11.50 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>t0d</sub>=Kmod·f<sub>t0k</sub>/γ<sub>M</sub>=1.10x11.50/1.30=9.73N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)F<sub>t0d</sub>=1.369 kN, σ<sub>t0d</sub>=F<sub>t0d</sub>/A<sub>netto</sub>=1000x1.369/8400=0.16N/mm<sup>2</sup> < 9.73N/mm<sup>2</sup>=f<sub>t0d</sub> (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες,  $F_{c0d} = -0.652 \text{ kN}$**  (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή,  $b=60 \text{ mm}$ ,  $h=140 \text{ mm}$ ,  $A=8\,400 \text{ mm}^2$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.2.14) $F_{c0d} = -0.652 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 0.652 / 8400 = 0.08 \text{ N/mm}^2 < 11.69 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$  (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος διάτμησης,  $F_v = 0.404 \text{ kN}$**  (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή,  $b_{ef}=0.67 \times 60 = 40 \text{ mm}$ ,  $h=140 \text{ mm}$ ,  $A=5\,600 \text{ mm}^2$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.60$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{vk}=3.60 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.60 \times 3.60 / 1.30 = 1.66 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.2.14) $F_v = 0.404 \text{ kN}$ ,  $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 0.404 / 5600 = 0.11 \text{ N/mm}^2 < 1.66 \text{ N/mm}^2 = f_{vd}$  (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος κάμψης,  $M_{yd} = 0.127 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή,  $b=60 \text{ mm}$ ,  $h=140 \text{ mm}$ ,  $A=8.40 \times 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^4 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.60$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.60 \times 20.00 / 1.30 = 9.23 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.60 \times 20.00 / 1.30 = 9.23 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{yd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.127 / (0.1960 \times 10^6) = 0.65 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{zd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{yd} / f_{md} + K_m \cdot \sigma_{zd} / f_{md} = 0.070 + 0.000 = 0.07 < 1$  (EC5 Εξ.6.11) $K_m \cdot \sigma_{yd} / f_{md} + \sigma_{zd} / f_{md} = 0.049 + 0.000 = 0.05 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)**Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d} = -0.652 \text{ kN}$ ,  $M_{yd} = 0.151 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή,  $b=60 \text{ mm}$ ,  $h=140 \text{ mm}$ ,  $A=8.40 \times 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^4 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400 \text{ MPa}$ ) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 0.652 / 8400 = 0.08 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{yd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 0.151 / (0.1960 \times 10^6) = 0.77 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{zd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ Μήκη λυγισμού $S_{ky} = 1.00 \times 1.438 = 1.438 \text{ m} = 1438 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz} = 0.21 \times 1.438 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$  ( $L_c/L = 0.30/1.44 = 0.21$ )Λυγηρότητες $i_y = O(I_y/A) = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 1438 / 40 = 35.95$  $i_z = O(I_z/A) = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 300 / 17 = 17.65$ Κρίσιμες τάσεις $\sigma_{c, crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 48.87 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, y} = O(f_{c0k} / \sigma_{c, crity}) = 0.62$  (EC5 Εξ.6.21) $\sigma_{c, critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 202.76 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel, z} = O(f_{c0k} / \sigma_{c, critz}) = 0.31$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.73$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.909$  (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.55$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.999$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{0d}/(K_{cy} \cdot f_{cd}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.007 + 0.063 + 0.000 = 0.07 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{0d}/(K_{cz} \cdot f_{cd}) + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.007 + 0.044 + 0.000 = 0.05 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### **Κάτω πέλας ράβδοι: 5, 6, 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης No 16**

**Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.369kN$ ,  $M_{yd}=0.153kNm$ ,  $M_{zd}=0.000kNm$**  (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή,  $b=60mm$ ,  $h=140mm$ ,  $A=8.40 \times 10^3 mm^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^5 mm^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^4 mm^3$

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

$f_{t0k}=11.50 N/mm^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k}/\gamma_M=1.10 \times 11.50/1.30=9.73 N/mm^2$

$f_{myk}=20.00 N/mm^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10 \times 20.00/1.30=16.92 N/mm^2$

$f_{mzk}=20.00 N/mm^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10 \times 20.00/1.30=16.92 N/mm^2$

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

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.369/8400=0.16 N/mm^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.153/(0.1960 \times 10^6)=0.78 N/mm^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.0840 \times 10^6)=0.00 N/mm^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.017 + 0.046 + 0.000 = 0.06 < 1$  (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.017 + 0.032 + 0.000 = 0.05 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**12.7. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 9**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	11.865	0.000	0.000
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	12.236	0.000	0.000
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	11.402	0.005	0.007
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	11.402	0.005	0.007
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	6.452	0.005	0.006
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	6.472	0.000	0.000
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	8.861	0.000	0.000
8	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.887	0.003	0.004
9	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.899	0.000	0.000
10	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.292	0.004	0.005
11	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.280	0.007	0.009
12	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.280	0.007	0.009
13	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.292	0.004	0.005
14	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.151	0.005	0.006
15	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	7.726	0.002	0.003
16	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	7.726	0.008	0.010
17	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.171	0.000	0.000
18	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	7.746	0.003	0.004
19	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	7.746	0.003	0.004
20	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.937	0.003	0.004
21	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.949	0.000	0.000
22	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.524	0.003	0.004
23	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.512	0.006	0.007
24	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.512	0.006	0.007
25	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.524	0.003	0.004
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	3.937	0.004	0.006
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	5.445	0.000	0.000
Μέγιστες τιμές				0.000	12.236	0.008	0.010

**12.8. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 9****Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=9.789 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=9.789 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x9.789/8400=1.17N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης παραλείπεται** (EC5 §6.1.6)**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση παραλείπεται** (EC5 §6.3.3)

Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται

(EC5 §6.2.3)

**12.9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 10, 11**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.017	0.055	0.032
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.683	0.062	0.036
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.720	0.061	0.036
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.720	0.061	0.036
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.555	0.030	0.018
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.555	0.030	0.018
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	0.655	0.043	0.025
8	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.497	0.045	0.026
9	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.497	0.045	0.026
10	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.518	0.044	0.026
11	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.524	0.043	0.026
12	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.524	0.043	0.026
13	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.518	0.044	0.026
14	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.514	0.041	0.024
15	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.524	0.040	0.023
16	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.533	0.039	0.023
17	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.514	0.041	0.024
18	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.533	0.039	0.023
19	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.524	0.040	0.023
20	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.495	0.045	0.026
21	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.495	0.045	0.026
22	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.509	0.045	0.026
23	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.514	0.044	0.026
24	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.514	0.044	0.026
25	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.509	0.045	0.026
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.313	0.019	0.012
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.429	0.026	0.015
Μέγιστες τιμές				0.000	1.017	0.062	0.036

**12.10. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 10, 11****Ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, F<sub>t0d</sub>=0.610 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)f<sub>t0k</sub>=11.50 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>t0d</sub>=Kmod·f<sub>t0k</sub>/γ<sub>M</sub>=0.60x11.50/1.30=5.31N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)F<sub>t0d</sub>=0.610 kN, σ<sub>t0d</sub>=F<sub>t0d</sub>/A<sub>netto</sub>=1000x0.610/8400=0.07N/mm<sup>2</sup> < 5.31N/mm<sup>2</sup>=f<sub>t0d</sub> (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Διατμητική τάση αμελητέα, ο έλεγχος διάτμησης παραλείπεται** (EC5 §6.1.7)

**Ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης,  $M_{yd}=0.029 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^{-5} \text{ mm}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^{-4} \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^{-6} \times 0.029 / (0.1960 \times 10^{-6}) = 0.15 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^{-6} \times 0.000 / (0.0840 \times 10^{-6}) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.012 + 0.000 = 0.01 < 1$  (EC5 Εξ.6.11) $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.008 + 0.000 = 0.01 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=0.610 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=0.019 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40 \times 10^{-3} \text{ mm}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^{-5} \text{ mm}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^{-4} \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.60$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.60 \times 11.50 / 1.30 = 5.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.60 \times 20.00 / 1.30 = 9.23 \text{ N/mm}^2$  $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.60 \times 20.00 / 1.30 = 9.23 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 0.610 / 8400 = 0.07 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^{-6} \times 0.019 / (0.1960 \times 10^{-6}) = 0.10 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^{-6} \times 0.000 / (0.0840 \times 10^{-6}) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.014 + 0.011 + 0.000 = 0.02 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.014 + 0.008 + 0.000 = 0.02 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**12.11. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 12, 13**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.307, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Χιόν QksL= 0.546, QksR= 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk3) Χιόν QksL= 1.093, QksR= 0.546	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.277, QkwR=-0.291	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.291, QkwR= 0.277	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-11.347	0.000	0.009	0.021
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-12.017	0.000	0.010	0.023
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-12.030	0.000	0.011	0.023
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-12.030	0.000	0.011	0.023
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.094	0.000	0.005	0.012
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-7.094	0.000	0.005	0.012
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-8.563	0.000	0.007	0.016
8	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.283	0.000	0.008	0.017
9	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.283	0.000	0.008	0.017
10	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.749	0.000	0.008	0.017
11	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.292	0.000	0.008	0.017
12	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.292	0.000	0.008	0.017
13	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.749	0.000	0.008	0.017
14	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.879	0.000	0.007	0.016
15	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.981	0.000	0.007	0.015
16	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk4+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.886	0.000	0.007	0.016
17	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.879	0.000	0.007	0.016
18	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.886	0.000	0.007	0.016
19	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk5+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3	Στιγμιαία	1.10	-7.981	0.000	0.007	0.015
20	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.334	0.000	0.008	0.017
21	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.334	0.000	0.008	0.017
22	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.798	0.000	0.008	0.017
23	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.341	0.000	0.008	0.017
24	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.341	0.000	0.008	0.017
25	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk3+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.798	0.000	0.008	0.017
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-4.522	0.000	0.004	0.008
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-5.239	0.000	0.004	0.010
	Μέγιστες τιμές			-12.030	0.000	0.011	0.023

**12.12. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 12, 13****Ράβδοι: 12, 13 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-9.624 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-9.624 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x9.624/8400=1.15N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ράβδοι: 12, 13 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.018 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=60mm, h=140mm, A=8.40x10<sup>3</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=1.96x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=8.40x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.018 / (0.1960 \times 10^6) = 0.09 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.008+0.000=0.01 < 1$  (EC5 Εξ.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.005+0.000=0.01 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### **Πάβδοι: 12, 13 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**

**Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη,  $F_{c0d}=-9.624\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.018\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40 \times 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^4 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00/1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 9.624/8400=1.15 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.018 / (0.1960 \times 10^6) = 0.09 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.010+0.008+0.000=0.02 < 1$  (EC5 Εξ.6.19)  
 $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.010+0.005+0.000=0.01 < 1$  (EC5 Εξ.6.20)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### **Πάβδοι: 12, 13 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**

**Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-9.624\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.018\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή,  $b=60\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=8.40 \times 10^3 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=1.96 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=8.40 \times 10^4 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00/1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 9.624/8400=1.15 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.018 / (0.1960 \times 10^6) = 0.09 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.0840 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη Λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 1.621=1.621 \text{ m}=1621 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=1.00 \times 1.621=1.621 \text{ m}=1621 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)

#### Λυγηρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=1621/40=40.53$   
 $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 60=17 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=1621/17=95.36$

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=38.45 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.70$  (EC5 Εξ.6.21)  
 $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=6.95 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=1.65$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.79$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.876$  (Εξ.6.27 6.25)  
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=2.00$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.319$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.112+0.008+0.000=0.12 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.307+0.005+0.000=0.31 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**13. Συνδέσεις ζευκτού****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  $f_y=240\text{N/mm}^2$ . Καθαρό εμβαδόν πλακών  $A_{net}=0.75 \cdot b \cdot t$

**Στοιχεία διατομής**

Πάχος ξύλου  $d=60.0$  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)

$M_{yrk}=0.30 f_{yk} \cdot d^{2.6}=0.30 \times 400 \times 4.0^{2.6}=4411$  Nmm ( $f_{yk}=400\text{N/mm}^2$ ) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

**Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυγας** (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d)\rho_k=25.98\text{N/mm}^2$ , ( $\rho_k=330\text{kg/m}^3$ ,  $d=4.0\text{mm}$ ) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

**Μόνιμη δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=60.0$  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))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.118 \text{ kN}$$

$$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d] = 1.101 \text{ kN}$$

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.60 \times 1.101/1.30=1.016$  kN**

**Μεσοχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=60.0$  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))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.118 \text{ kN}$$

$$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d] = 1.101 \text{ kN}$$

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.80 \times 1.101/1.30=1.355$  kN**

**Βραχυχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=60.0$  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))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.118 \text{ kN}$$

$$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d] = 1.101 \text{ kN}$$

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.90 \times 1.101/1.30=1.525$  kN**

**Στιγμιαία επίδραση**

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 1.10 \times 1.101/1.00=2.422$  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  $0.50 \times F_d$

**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 ζευκτού

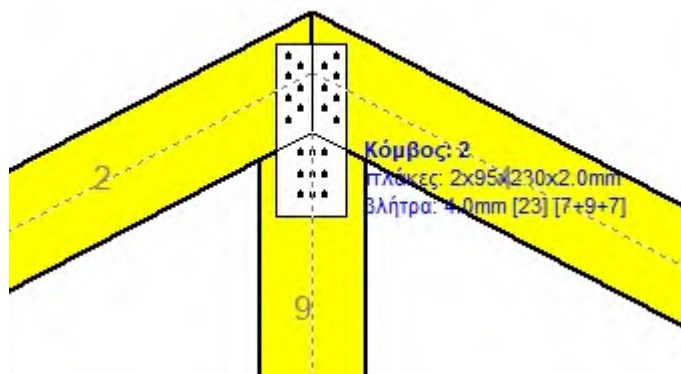
**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 2, με ράβδους 4 και 9, στον κόμβο 2**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

 $B \times H = 95 \text{ mm} \times 230 \text{ mm}$ , και πάχους 2.0 mmΒλήτρα διαμέτρου  $d = 4.0 \text{ mm}$ ,

7 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων  $a_1 = 28 \text{ mm}$ ,  $a_2 = 16 \text{ mm}$ Αντοχή διαρροής χαλύβα πλάκων  $f_y = 240 \text{ N/mm}^2$ 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 $n = 7$ , ( $n_{ef} = 1.00 n$ ),  $A = 88 \text{ mm}^2$ ,  $r = 43 \text{ mm}$ ,  $W = 2148 \text{ mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 2, από ράβδους 4, 9, στο κέντρο της σύνδεσης  $F$  (δύναμη)  $M$  (ροπή)****Έλεγχος 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	-11.347	0.097	0.867 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-15.940	0.137	1.218 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-14.863	0.131	1.139 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-14.724	0.123	1.121 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-11.224	0.091	0.853 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-11.347	0.097	0.867 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-12.818	0.110	0.979 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.865	0.133	1.209 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-15.940	0.137	1.218 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-14.786	0.128	1.130 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-14.863	0.131	1.139 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-14.652	0.119	1.112 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-14.724	0.123	1.121 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-14.439	0.119	1.098 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.682	0.115	1.043 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-13.590	0.109	1.031 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-14.562	0.125	1.112 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.808	0.121	1.058 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-13.710	0.115	1.045 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.959	0.134	1.216 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-16.033	0.138	1.225 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.203	0.130	1.161 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-15.279	0.134	1.170 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.109	0.124	1.148 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-15.181	0.128	1.157 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.923	0.071	0.676 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-12.472	0.107	0.953 <	2.422

—

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-11.347	0.097	27 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-15.940	0.137	38 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-14.863	0.131	36 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-14.724	0.123	35 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-11.224	0.091	26 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-11.347	0.097	27 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-12.818	0.110	31 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.865	0.133	38 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-15.940	0.137	38 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-14.786	0.128	35 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-14.863	0.131	36 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-14.652	0.119	35 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-14.724	0.123	35 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-14.439	0.119	34 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.682	0.115	33 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-13.590	0.109	32 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-14.562	0.125	35 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.808	0.121	33 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-13.710	0.115	33 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.959	0.134	38 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-16.033	0.138	38 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.203	0.130	36 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-15.279	0.134	37 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-15.109	0.124	36 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-15.181	0.128	36 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.923	0.071	21 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-12.472	0.107	30 < 264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 9, με ράβδους 2 και 4, στον κόμβο 2**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=95mmx230mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

9 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

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

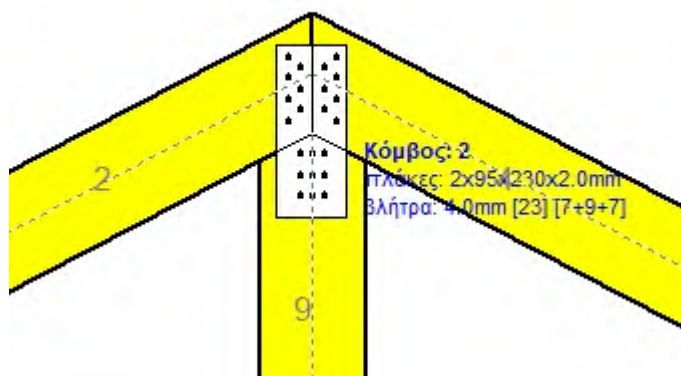
Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών  $A_{net}=0.75b t$  $F_a$ : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης $M_a$ : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσηςΜέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου  $F_n=F_a/n+aM_a/W$ 

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

 $A=nxa$ : συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=9, ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=113\text{mm}^2$ ,  $r=32\text{mm}$ ,  $W=2432\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 2 , από ράβδο 9, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	7.119	0.000	0.791 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	9.789	0.000	1.088 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	0.006	1.026 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	-0.006	1.026 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	7.097	-0.007	0.804 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	7.119	0.000	0.791 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	7.975	0.000	0.886 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.776	-0.004	1.095 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.789	0.000	1.088 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.122	0.006	1.026 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.108	0.010	1.033 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.108	-0.010	1.033 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.122	-0.006	1.026 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.966	-0.007	1.011 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.499	-0.003	0.951 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.499	-0.011	0.968 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.988	0.000	0.999 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.521	0.004	0.955 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.521	-0.004	0.955 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.830	-0.004	1.101 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.844	0.000	1.094 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.376	0.004	1.050 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.363	0.008	1.058 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.363	-0.008	1.058 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.376	-0.004	1.050 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	5.629	-0.008	0.643 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	7.786	0.000	0.865 <	2.422

**Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	7.119	0.000	25 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	9.789	0.000	34 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	0.006	33 <	154
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	-0.006	33 <	154
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	7.097	-0.007	26 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	7.119	0.000	25 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	7.975	0.000	28 <	173
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.776	-0.004	35 <	264
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.789	0.000	34 <	264
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.122	0.006	33 <	264
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.108	0.010	33 <	264
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.108	-0.010	33 <	264
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.122	-0.006	33 <	264
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.966	-0.007	32 <	264
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.499	-0.003	30 <	264
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.499	-0.011	31 <	264
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.988	0.000	32 <	264
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.521	0.004	30 <	264
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.521	-0.004	30 <	264
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.830	-0.004	35 <	264
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.844	0.000	35 <	264
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.376	0.004	33 <	264
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.363	0.008	34 <	264
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.363	-0.008	34 <	264
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.376	-0.004	33 <	264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	5.629	-0.008	21 <	264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	7.786	0.000	27 <	264

**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 ζευκτού

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 5 και 1, στον κόμβο 1**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=185mmx45mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

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

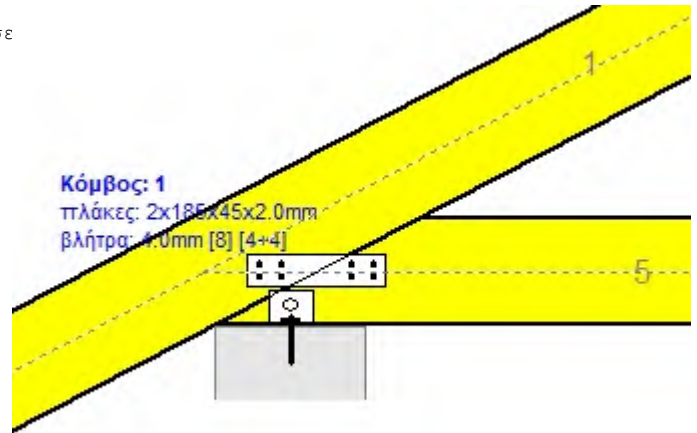
Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών  $A_{net}=0.75b_t$  $F_a$ : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης $M_a$ : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσηςΜέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου  $F_n=F_a/n+aM_a/W$ 

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, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=16\text{mm}$ ,  $W=811\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 1 , από ράβδο 5, στο κέντρο της σύνδεσης  $F$  (δύναμη)  $M$  (ροπή)****Έλεγχος 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	-0.345	0.009	0.102 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.375	0.013	0.132 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-0.745	0.011	0.179 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.713	0.013	0.327 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.955	0.016	0.441 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.345	0.009	0.102 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.355	0.011	0.112 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.641	0.017	0.361 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.375	0.013	0.132 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.378	0.015	0.155 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.745	0.011	0.179 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.210	0.017	0.519 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.713	0.013	0.327 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.958	0.019	0.475 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.571	0.017	0.348 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	1.377	0.019	0.586 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.366	0.012	0.123 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.583	0.011	0.155 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.556	0.012	0.265 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.641	0.017	0.362 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.376	0.013	0.133 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.375	0.016	0.287 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.591	0.012	0.164 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.032	0.017	0.472 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.561	0.013	0.280 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.955	0.009	0.351 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.359	0.010	0.110 <	2.422

—

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.345	0.009	4 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.375	0.013	6 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-0.745	0.011	6 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.713	0.013	14 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.955	0.016	18 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.345	0.009	4 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.355	0.011	5 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.641	0.017	16 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.375	0.013	6 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.378	0.015	6 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.745	0.011	6 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.210	0.017	20 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.713	0.013	14 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.958	0.019	19 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.571	0.017	16 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	1.377	0.019	23 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.366	0.012	5 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.583	0.011	6 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.556	0.012	12 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.641	0.017	16 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.376	0.013	6 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.375	0.016	13 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.591	0.012	6 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.032	0.017	19 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.561	0.013	13 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.955	0.009	13 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.359	0.010	5 < 264

**13.4. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 4** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

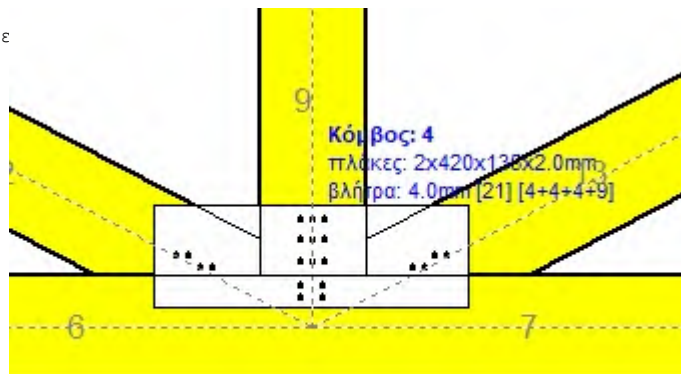
**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 6 και 7, με ράβδους 9, 12, 13, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

 $B \times H = 420 \text{ mm} \times 135 \text{ mm}$ , και πάχους 2.0 mmΒλήτρα διαμέτρου  $d = 4.0 \text{ mm}$ ,

4 βλήτρα 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 $n = 4$ , ( $n_{ef} = 1.00 n$ ),  $A = 50 \text{ mm}^2$ ,  $r = 16 \text{ mm}$ ,  $W = 811 \text{ mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 4, από ράβδους 9, 12, 13, στο κέντρο της σύνδεσης  $F$  (δύναμη)  $M$  (ροπή)****Έλεγχος 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	0.807	0.000	0.202 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.876	0.000	0.219 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	1.529	-0.029	0.699 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	1.529	0.029	0.823 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.945	0.020	0.537 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.948	-0.021	0.502 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.829	0.000	0.207 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.792	0.012	0.375 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.799	-0.012	0.303 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.938	-0.016	0.402 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.886	-0.040	1.004 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.886	0.040	1.088 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.938	0.016	0.483 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.962	0.020	0.542 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.360	0.000	0.094 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	1.809	0.040	1.050 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.966	-0.021	0.500 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.809	-0.041	1.010 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.382	-0.001	0.101 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.793	0.012	0.375 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.801	-0.012	0.303 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.688	-0.008	0.211 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.530	-0.032	0.786 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.530	0.032	0.871 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.688	0.008	0.281 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	1.962	0.043	1.149 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.840	0.000	0.210 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.807	0.000	2 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.876	0.000	2 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	1.529	-0.029	6 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	1.529	0.029	6 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.945	0.020	4 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.948	-0.021	4 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.829	0.000	2 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.792	0.012	3 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.799	-0.012	3 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.938	-0.016	4 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.886	-0.040	8 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.886	0.040	8 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.938	0.016	4 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.962	0.020	4 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.360	0.000	1 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	1.809	0.040	7 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.966	-0.021	4 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.809	-0.041	7 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.382	-0.001	1 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.793	0.012	3 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.801	-0.012	3 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.688	-0.008	2 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	1.530	-0.032	6 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.530	0.032	6 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.688	0.008	2 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	1.962	0.043	8 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.840	0.000	2 < 264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 9, με ράβδους 6, 7, 12 και 13, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=420mmx135mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

9 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

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

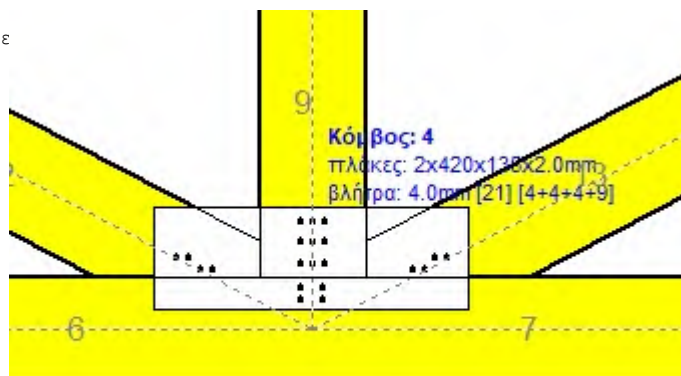
Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών  $A_{net}=0.75b_t$  $F_a$ : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης $M_a$ : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσηςΜέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου  $F_n=F_a/n+aM_a/W$ 

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

 $A=nx a$ : συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=9, ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=113\text{mm}^2$ ,  $r=32\text{mm}$ ,  $W=2432\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 4 , από ράβδο 9, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	7.119	0.000	0.791 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	9.789	0.000	1.088 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	0.001	1.015 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	-0.001	1.015 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	7.097	-0.001	0.791 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	7.119	0.000	0.791 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	7.975	0.000	0.886 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.776	-0.001	1.088 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.789	0.000	1.088 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.122	0.001	1.015 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.108	0.001	1.015 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.108	-0.001	1.015 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.122	-0.001	1.015 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.966	-0.001	0.999 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.499	0.000	0.945 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.499	-0.002	0.948 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.988	0.000	0.999 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.521	0.001	0.948 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.521	-0.001	0.948 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.830	-0.001	1.094 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.844	0.000	1.094 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.376	0.001	1.043 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.363	0.001	1.043 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.363	-0.001	1.043 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.376	-0.001	1.043 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	5.629	-0.001	0.628 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	7.786	0.000	0.865 <	2.422

**Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	7.119	0.000	18 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	9.789	0.000	24 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	0.001	23 <	154
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	9.122	-0.001	23 <	154
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	7.097	-0.001	18 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	7.119	0.000	18 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	7.975	0.000	20 <	173
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.776	-0.001	24 <	264
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.789	0.000	24 <	264
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.122	0.001	23 <	264
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.108	0.001	23 <	264
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.108	-0.001	23 <	264
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.122	-0.001	23 <	264
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.966	-0.001	22 <	264
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.499	0.000	21 <	264
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.499	-0.002	21 <	264
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	8.988	0.000	22 <	264
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	8.521	0.001	21 <	264
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	8.521	-0.001	21 <	264
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.830	-0.001	24 <	264
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.844	0.000	24 <	264
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.376	0.001	23 <	264
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.363	0.001	23 <	264
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	9.363	-0.001	23 <	264
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	9.376	-0.001	23 <	264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	5.629	-0.001	14 <	264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	7.786	0.000	19 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 12, με ράβδους 6, 7, 9 και 13, στον κόμβο 4**

Εκκλόνονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=420mmx135mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 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

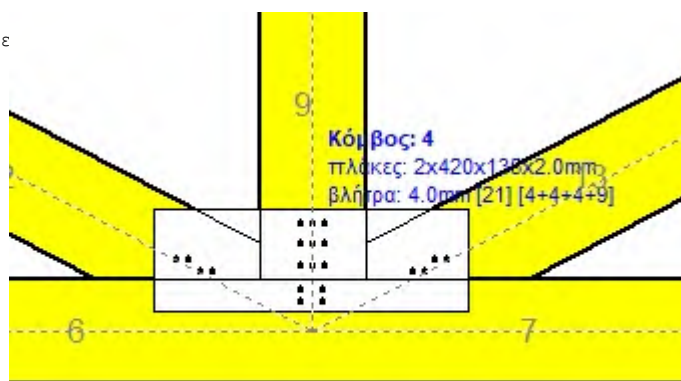
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

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 12, 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	-6.808	-0.004	0.865 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-9.614	-0.005	1.221 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-8.201	-0.004	1.041 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-9.624	-0.005	1.222 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.804	-0.004	0.991 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.808	-0.004	0.865 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-7.707	-0.004	0.979 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.211	-0.005	1.297 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.614	-0.005	1.221 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.798	-0.004	1.117 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.201	-0.004	1.041 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.221	-0.005	1.298 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.624	-0.005	1.222 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-9.767	-0.005	1.240 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.778	-0.004	1.115 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-9.775	-0.005	1.241 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.772	-0.005	1.114 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.783	-0.004	0.988 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.779	-0.005	1.115 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.268	-0.005	1.304 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.671	-0.005	1.228 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.279	-0.005	1.178 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.682	-0.004	1.103 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.275	-0.005	1.305 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.678	-0.005	1.229 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-6.467	-0.003	0.820 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-7.492	-0.004	0.952 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-6.808	-0.004	9 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-9.614	-0.005	12 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-8.201	-0.004	10 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-9.624	-0.005	12 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.804	-0.004	10 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.808	-0.004	9 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-7.707	-0.004	10 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.211	-0.005	13 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.614	-0.005	12 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.798	-0.004	11 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.201	-0.004	10 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.221	-0.005	13 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.624	-0.005	12 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-9.767	-0.005	12 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.778	-0.004	11 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-9.775	-0.005	12 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.772	-0.005	11 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.783	-0.004	10 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.779	-0.005	11 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.268	-0.005	13 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.671	-0.005	12 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.279	-0.005	12 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.682	-0.004	11 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.275	-0.005	13 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.678	-0.005	12 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-6.467	-0.003	8 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-7.492	-0.004	9 < 264

—

**13.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 5, 6** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

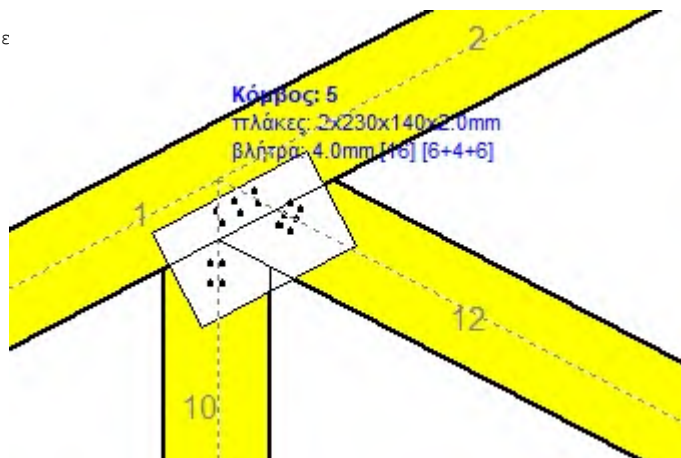
**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 2, με ράβδους 10 και 12, στον κόμβο 5**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

 $B \times H = 230 \text{ mm} \times 140 \text{ mm}$ , και πάχους 2.0 mmΒλήτρα διαμέτρου  $d = 4.0 \text{ mm}$ ,

6 βλήτρα 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 $n = 6$ , ( $n_{ef} = 1.30 n$ ),  $A = 75 \text{ mm}^2$ ,  $r = 29 \text{ mm}$ ,  $W = 1519 \text{ mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 5, από ράβδους 10, 12, στο κέντρο της σύνδεσης  $F$  (δύναμη)  $M$  (ροπή)****Έλεγχος 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	-6.518	0.098	0.664 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-9.328	0.138	0.940 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-7.911	0.118	0.801 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-9.338	0.138	0.941 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.515	0.108	0.756 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.518	0.098	0.664 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-7.417	0.111	0.752 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.928	0.144	0.995 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.328	0.138	0.940 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.510	0.124	0.856 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-7.911	0.118	0.801 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.938	0.144	0.996 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.338	0.138	0.941 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-9.483	0.136	0.949 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.491	0.122	0.852 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-9.491	0.136	0.950 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.484	0.126	0.857 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.493	0.112	0.760 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.491	0.126	0.858 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.985	0.145	1.001 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.385	0.139	0.945 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.993	0.131	0.903 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.393	0.125	0.848 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.992	0.145	1.002 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.392	0.139	0.946 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-6.251	0.091	0.630 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-7.195	0.108	0.731 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	-6.518	0.098	11 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-9.328	0.138	16 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-7.911	0.118	13 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-9.338	0.138	16 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.515	0.108	13 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.518	0.098	11 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-7.417	0.111	13 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.928	0.144	17 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.328	0.138	16 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.510	0.124	14 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-7.911	0.118	13 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.938	0.144	17 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.338	0.138	16 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-9.483	0.136	16 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.491	0.122	14 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-9.491	0.136	16 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.484	0.126	14 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.493	0.112	13 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.491	0.126	14 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.985	0.145	17 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.385	0.139	16 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.993	0.131	15 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.393	0.125	14 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.992	0.145	17 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.392	0.139	16 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-6.251	0.091	11 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-7.195	0.108	12 < 264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 12, με ράβδους 1, 2 και 10, στον κόμβο 5**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

$B \times H = 230 \text{ mm} \times 140 \text{ mm}$ , και πάχους 2.0 mm

Βλήτρα διαμέτρου  $d = 4.0 \text{ mm}$ ,

6 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων  $a_1 = 16 \text{ mm}$ ,  $a_2 = 16 \text{ mm}$

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 σύνδεσης

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

$n$ : αριθμός βλήτρων,  $a$ : διατομή βλήτρου

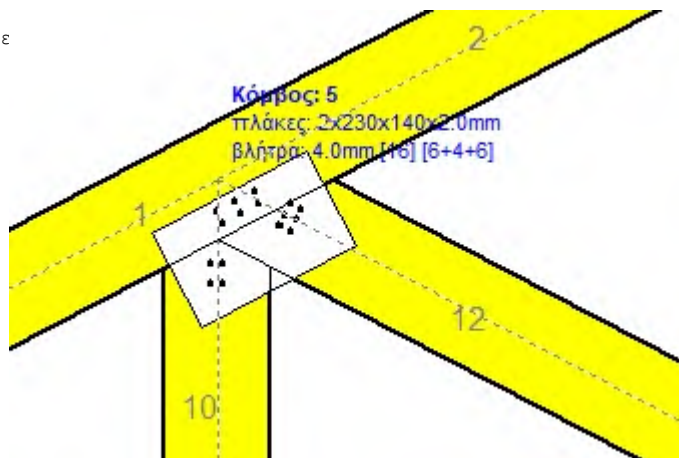
$A = n x a$ : συνολικό εμβαδόν βλήτρων

$r$ : απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

$W$ : ροπή αντίστασης σύνδεσης

$n = 6$ , ( $n_{ef} = 1.00 n$ ),  $A = 75 \text{ mm}^2$ ,  $r = 18 \text{ mm}$ ,  $W = 989 \text{ mm}^3$

$\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa



**Δυνάμεις στον κόμβο 5 , από ράβδο 12, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-6.808	0.012	0.631	< 1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-9.614	0.018	0.894	< 1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-8.201	0.015	0.760	< 1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-9.624	0.018	0.896	< 1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.804	0.013	0.719	< 2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.808	0.012	0.631	< 2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-7.707	0.014	0.715	< 1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.211	0.019	0.946	< 2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.614	0.018	0.894	< 2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.798	0.015	0.812	< 2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.201	0.015	0.760	< 2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.221	0.019	0.949	< 2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.624	0.018	0.896	< 2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-9.767	0.017	0.903	< 2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.778	0.015	0.809	< 2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-9.775	0.017	0.904	< 2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.772	0.016	0.815	< 2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.783	0.014	0.721	< 2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.779	0.016	0.817	< 2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.268	0.019	0.952	< 2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.671	0.018	0.899	< 2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.279	0.016	0.858	< 2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.682	0.016	0.805	< 2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.275	0.019	0.953	< 2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.678	0.018	0.901	< 2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-6.467	0.012	0.600	< 2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-7.492	0.014	0.695	< 2.422

**Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σ <sub>d</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-6.808	0.012	9	< 115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-9.614	0.018	12	< 154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-8.201	0.015	10	< 154
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-9.624	0.018	12	< 154
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-7.804	0.013	10	< 264
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.808	0.012	9	< 264
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-7.707	0.014	10	< 173
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.211	0.019	13	< 264
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.614	0.018	12	< 264
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-8.798	0.015	11	< 264
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.201	0.015	10	< 264
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.221	0.019	13	< 264
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.624	0.018	12	< 264
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-9.767	0.017	12	< 264
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-8.778	0.015	11	< 264
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-9.775	0.017	12	< 264
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-8.772	0.016	11	< 264
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-7.783	0.014	10	< 264
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-8.779	0.016	11	< 264
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.268	0.019	13	< 264
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.671	0.018	12	< 264
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-9.279	0.016	12	< 264
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-8.682	0.016	11	< 264
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-10.275	0.019	13	< 264
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-9.678	0.018	12	< 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-6.467	0.012	8	< 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-7.492	0.014	9	< 264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 10, με ράβδους 1, 2 και 12, στον κόμβο 5**

Εκκλόνονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=230mmx140mm, 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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

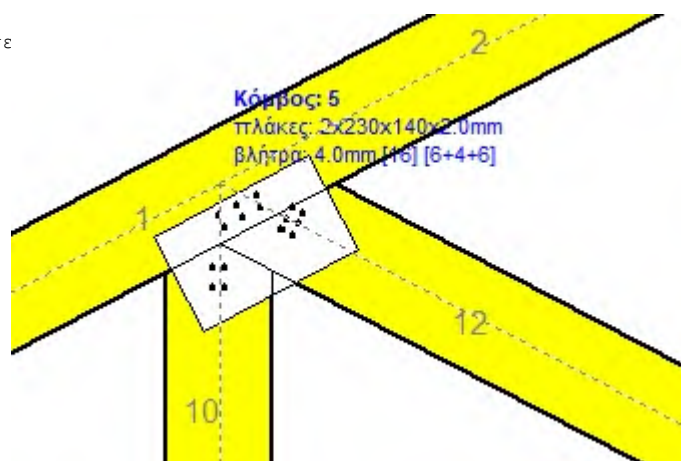
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, (nef=1.00n), A=50mm<sup>2</sup>, r=16mm, W=811mm<sup>3</sup>

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 5, από ράβδο 10, 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	0.611	0.019	0.424 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.548	0.028	0.542 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.578	0.023	0.483 <	1.355
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.550	0.027	0.541 <	1.355
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.601	0.019	0.420 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.611	0.019	0.424 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.591	0.022	0.462 <	1.525
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.542	0.027	0.540 <	2.422
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.548	0.028	0.542 <	2.422
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.572	0.023	0.481 <	2.422
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.023	0.483 <	2.422
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.544	0.027	0.539 <	2.422
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.550	0.027	0.541 <	2.422
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.557	0.025	0.502 <	2.422
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.022	0.461 <	2.422
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.558	0.025	0.502 <	2.422
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.567	0.025	0.506 <	2.422
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.588	0.022	0.465 <	2.422
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.569	0.025	0.506 <	2.422
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.541	0.028	0.542 <	2.422
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.547	0.028	0.544 <	2.422
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.562	0.025	0.501 <	2.422
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.568	0.025	0.503 <	2.422
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.543	0.028	0.542 <	2.422
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.549	0.028	0.544 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.440	0.017	0.357 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.614	0.021	0.456 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.611	0.019	3 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.548	0.028	3 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.578	0.023	3 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.550	0.027	3 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.601	0.019	3 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.611	0.019	3 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.591	0.022	3 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.542	0.027	3 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.548	0.028	3 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.572	0.023	3 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.023	3 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.544	0.027	3 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.550	0.027	3 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.557	0.025	3 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.022	3 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.558	0.025	3 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.567	0.025	3 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.588	0.022	3 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.569	0.025	3 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.541	0.028	3 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.547	0.028	3 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.562	0.025	3 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.568	0.025	3 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.543	0.028	3 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.549	0.028	3 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.440	0.017	2 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.614	0.021	3 < 264

—

**13.6. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 7, 8** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 10, με ράβδους 5 και 6, στον κόμβο 7**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

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

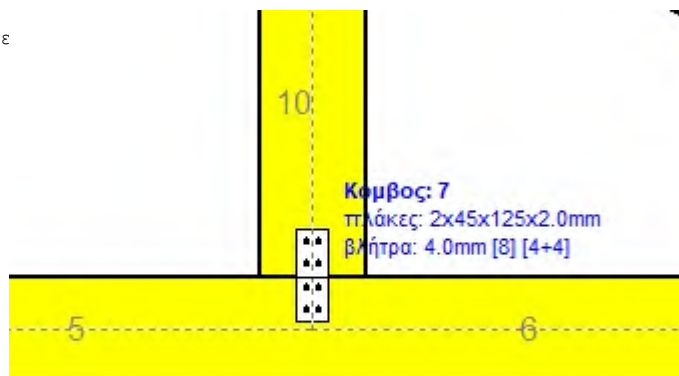
Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών  $A_{net}=0.75b_t$  $F_a$ : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης $M_a$ : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσηςΜέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου  $F_n=F_a/n+aM_a/W$ 

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, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=50\text{mm}^2$ ,  $r=16\text{mm}$ ,  $W=811\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 7 , από ράβδο 10, στο κέντρο της σύνδεσης  $F$  (δύναμη)  $M$  (ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	$k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$F_n$ (kN)	$R_d$ (kN)
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.611	0.005	0.215 <	1.016
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.548	0.008	0.241 <	1.355
3	γg.Gk+γq.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.578	0.007	0.239 <	1.355
4	γg.Gk+γq.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.550	0.007	0.230 <	1.355
5	γg.Gk+γq.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.601	0.004	0.202 <	2.422
6	γg.Gk+γq.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.611	0.005	0.215 <	2.422
7	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.591	0.006	0.223 <	1.525
8	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.542	0.007	0.233 <	2.422
9	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.548	0.008	0.241 <	2.422
10	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.572	0.006	0.231 <	2.422
11	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.007	0.239 <	2.422
12	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.544	0.006	0.222 <	2.422
13	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.550	0.007	0.230 <	2.422
14	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.557	0.006	0.220 <	2.422
15	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.005	0.218 <	2.422
16	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.558	0.005	0.212 <	2.422
17	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.567	0.007	0.233 <	2.422
18	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.588	0.006	0.232 <	2.422
19	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.569	0.006	0.226 <	2.422
20	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.541	0.007	0.234 <	2.422
21	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.547	0.008	0.242 <	2.422
22	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.562	0.007	0.232 <	2.422
23	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.568	0.007	0.241 <	2.422
24	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.543	0.007	0.226 <	2.422
25	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.549	0.007	0.234 <	2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.440	0.002	0.135 <	2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.614	0.005	0.225 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.611	0.005	8 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.548	0.008	9 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.578	0.007	9 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.550	0.007	9 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.601	0.004	7 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.611	0.005	8 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.591	0.006	8 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.542	0.007	9 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.548	0.008	9 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.572	0.006	8 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.007	9 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.544	0.006	8 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.550	0.007	9 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.557	0.006	8 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.578	0.005	8 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.558	0.005	8 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.567	0.007	9 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.588	0.006	8 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.569	0.006	8 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.541	0.007	9 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.547	0.008	9 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.562	0.007	9 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.568	0.007	9 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.543	0.007	8 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.549	0.007	9 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.440	0.002	4 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.614	0.005	8 < 264

—

**13.7. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στα στοιχεία : 6, 7** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης στοιχείου 6**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=60mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

6 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=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=6, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=75\text{mm}^2$ ,  $r=21\text{mm}$ ,  $W=1300\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στη σύνδεση στοιχείου 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_n$ (kN)	$F_v$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$F_n$	$R_d$ (kN)
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.017	-0.008	0.083	0.610 <1.016
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.025	-0.042	0.105	0.776 <1.355
3	γg.Gk+γq.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-0.610	-0.026	0.094	0.378 <1.355
4	γg.Gk+γq.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.655	-0.041	0.105	0.849 <1.355
5	γg.Gk+γq.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.922	-0.016	0.089	0.761 <2.422
6	γg.Gk+γq.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.017	-0.008	0.083	0.610 <2.422
7	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.019	-0.019	0.090	0.664 <1.525
8	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.568	-0.047	0.109	0.864 <2.422
9	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.025	-0.042	0.105	0.776 <2.422
10	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.066	-0.031	0.098	0.358 <2.422
11	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.610	-0.026	0.094	0.378 <2.422
12	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.199	-0.046	0.109	0.942 <2.422
13	γg.Gk+γq.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.655	-0.041	0.105	0.849 <2.422
14	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.928	-0.040	0.104	0.876 <2.422
15	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.484	-0.029	0.097	0.764 <2.422
16	γg.Gk+γq.Qk4+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	1.369	-0.039	0.104	0.932 <2.422
17	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.022	-0.032	0.099	0.726 <2.422
18	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.422	-0.021	0.091	0.355 <2.422
19	γg.Gk+γq.Qk5+γq.ψo.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.464	-0.031	0.099	0.777 <2.422
20	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.568	-0.048	0.109	0.867 <2.422
21	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.025	-0.043	0.106	0.780 <2.422
22	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.124	-0.037	0.101	0.759 <2.422
23	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk2+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.419	-0.032	0.098	0.380 <2.422
24	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.010	-0.047	0.109	0.921 <2.422
25	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk3+γq.ψo.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.466	-0.042	0.106	0.830 <2.422
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.946	-0.014	0.067	0.604 <2.422
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.018	-0.015	0.090	0.656 <2.422

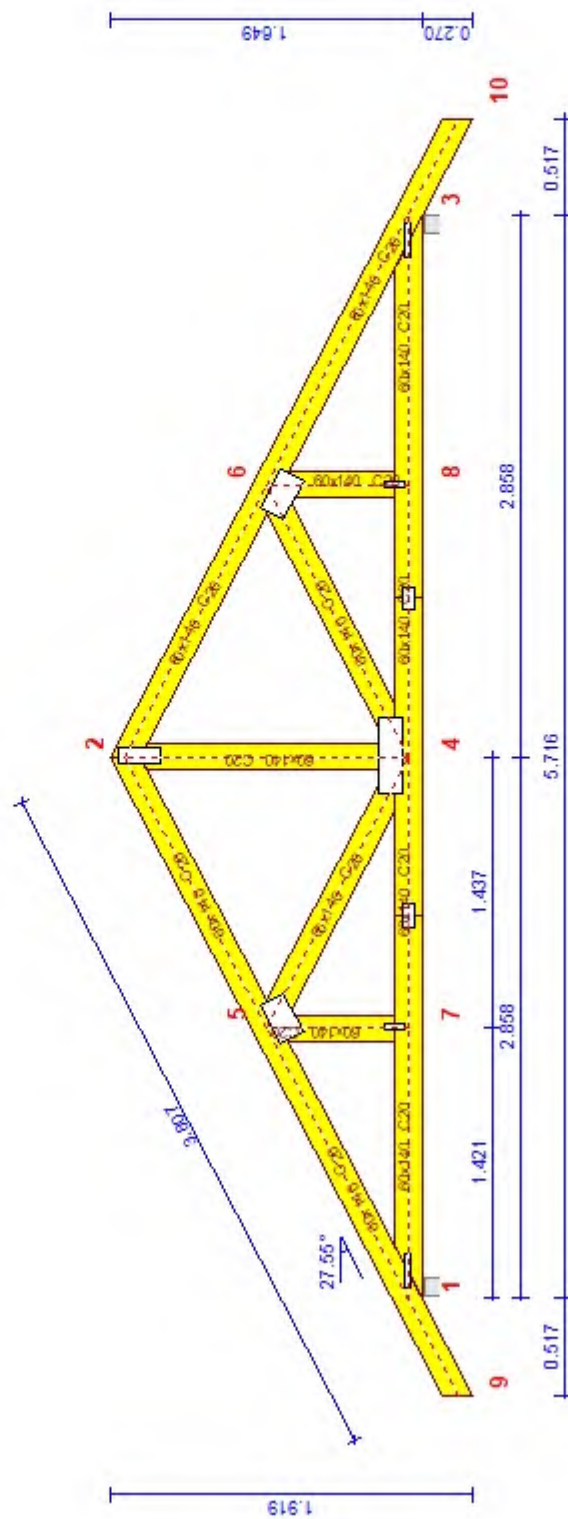
—

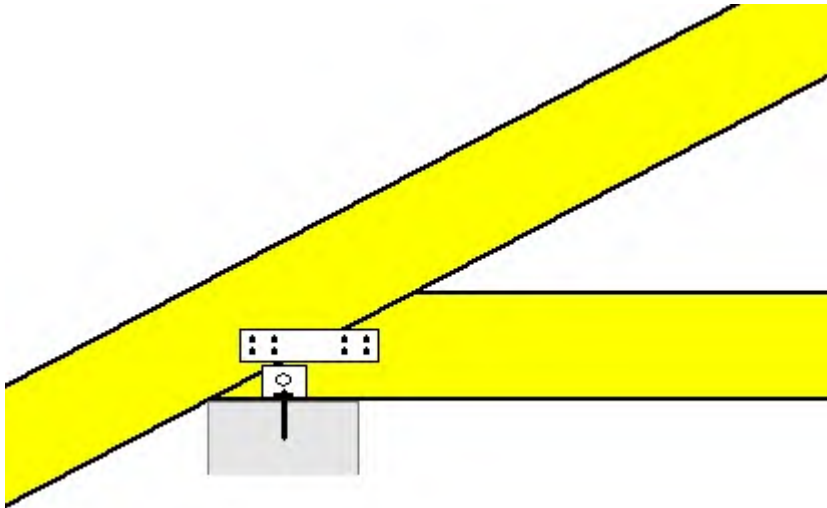
**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.018	0.084	31 < 115
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.049	0.106	39 < 154
3	yg.Gk+yg.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-0.610	0.095	19 < 154
4	yg.Gk+yg.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.657	0.106	43 < 154
5	yg.Gk+yg.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.922	0.089	38 < 264
6	yg.Gk+yg.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.018	0.084	31 < 264
7	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.027	0.091	34 < 173
8	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.570	0.109	44 < 264
9	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.049	0.106	39 < 264
10	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.073	0.098	18 < 264
11	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.610	0.095	19 < 264
12	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.200	0.109	47 < 264
13	yg.Gk+yg.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.657	0.106	43 < 264
14	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.929	0.105	44 < 264
15	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.485	0.097	39 < 264
16	yg.Gk+yg.Qk4+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	1.370	0.105	46 < 264
17	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.039	0.099	37 < 264
18	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.422	0.091	18 < 264
19	yg.Gk+yg.Qk5+yg.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.465	0.099	39 < 264
20	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.570	0.109	44 < 264
21	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.050	0.106	40 < 264
22	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.129	0.102	38 < 264
23	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk2+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.420	0.098	19 < 264
24	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	1.011	0.109	46 < 264
25	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk3+yg.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.468	0.106	42 < 264
26	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.946	0.067	30 < 264
27	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.024	0.090	33 < 264

—

Κλίμακα 1:40

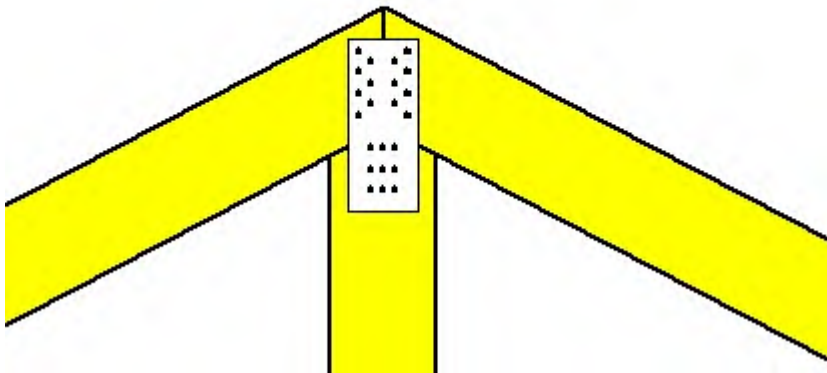


**Σύνδεσμος στον κόμβο 1**

(κόμβος σε  $x=-0.151$  m,  $y=0.000$  m)

πλάκες: 2x185x45x2.0mm

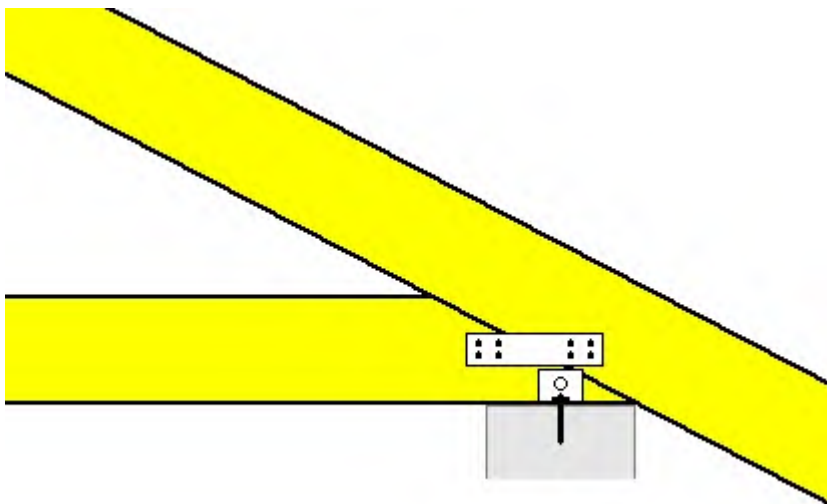
βλήτρα: 4.0mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 2**

(κόμβος σε  $x=2.875$  m,  $y=1.421$  m)

πλάκες: 2x95x230x2.0mm

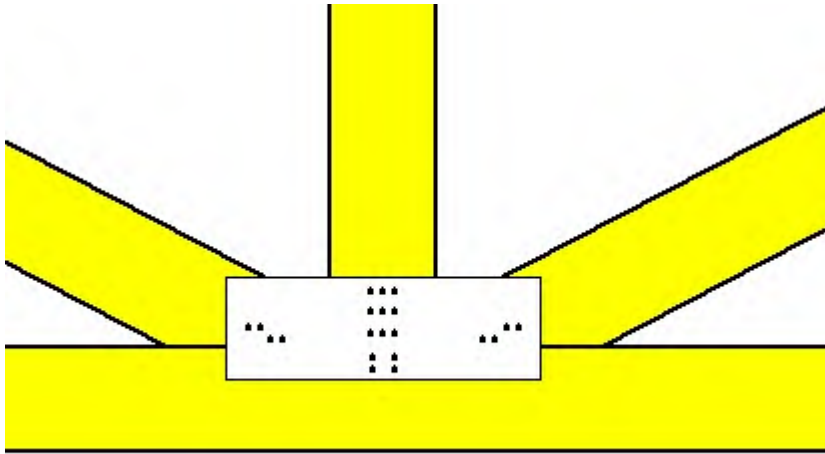
βλήτρα: 4.0mm [23] [7+9+7]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 3**

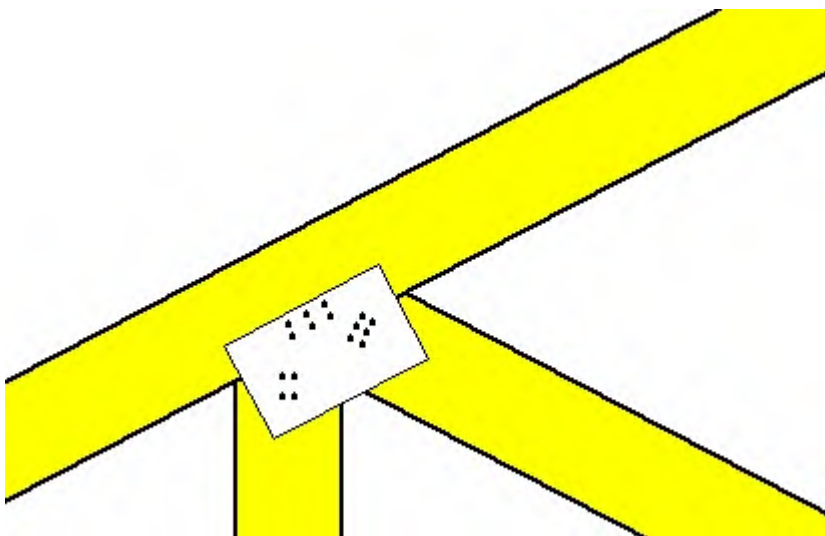
(κόμβος σε  $x=5.599$  m,  $y=0.000$  m)

πλάκες: 2x185x45x2.0mm

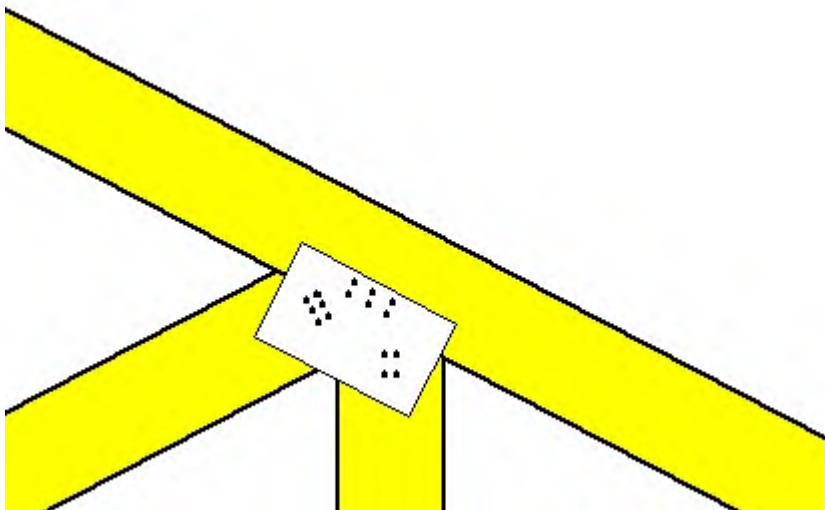
βλήτρα: 4.0mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 4**(κόμβος σε  $x=2.875$  m,  $y=0.070$  m)πλάκες:  $2 \times 420 \times 135 \times 2.0$  mm

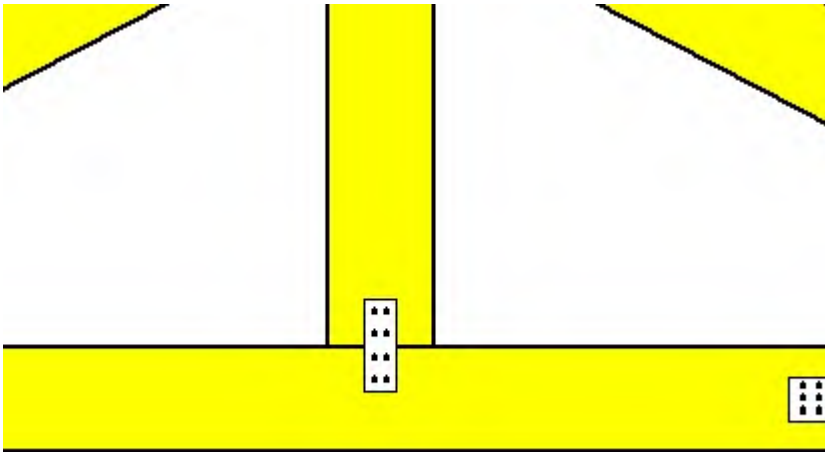
βλήτρα: 4.0 mm [21] [4+4+4+9]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 5**(κόμβος σε  $x=1.463$  m,  $y=0.653$  m)πλάκες:  $2 \times 230 \times 140 \times 2.0$  mm

βλήτρα: 4.0 mm [16] [6+4+6]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 6**(κόμβος σε  $x=4.402$  m,  $y=0.653$  m)πλάκες:  $2 \times 230 \times 140 \times 2.0$  mm

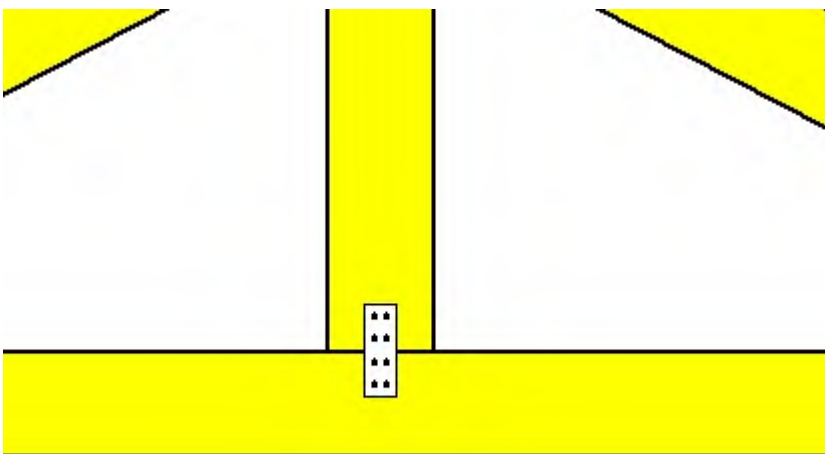
βλήτρα: 4.0 mm [16] [6+4+6]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 7**

(κόμβος σε  $x=1.438$  m,  $y=0.070$  m)

πλάκες:  $2 \times 45 \times 125 \times 2.0$  mm

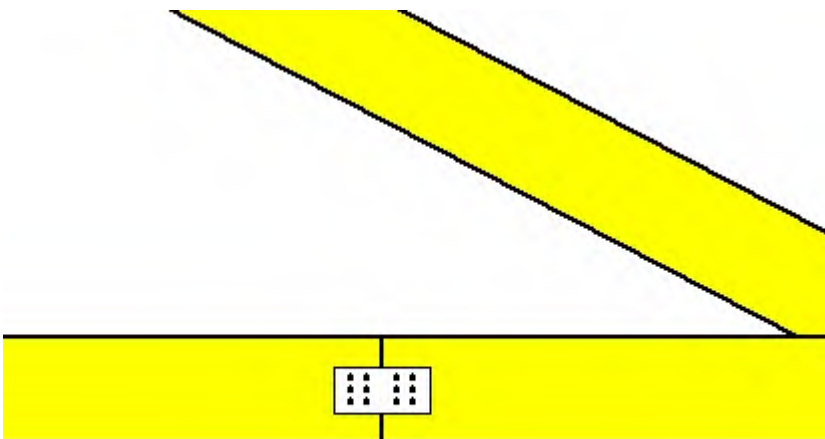
βλήτρα: 4.0 mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 8**

(κόμβος σε  $x=4.312$  m,  $y=0.070$  m)

πλάκες:  $2 \times 45 \times 125 \times 2.0$  mm

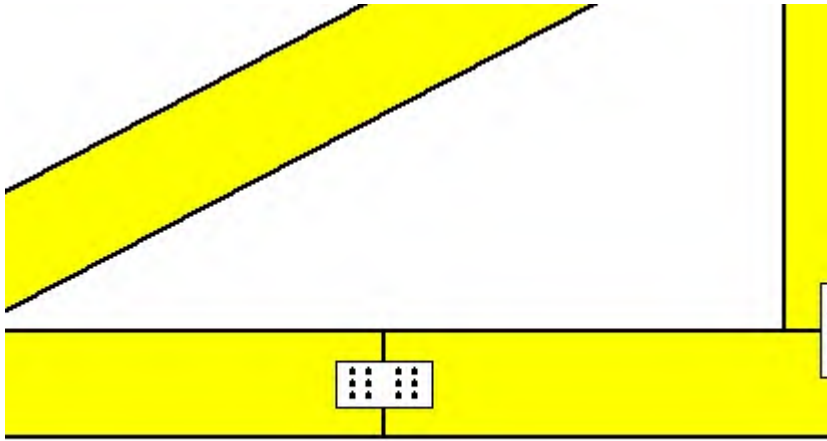
βλήτρα: 4.0 mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος ράβδου**

(σε  $x=2.038$  m,  $y=0.000$  m)

πλάκες:  $2 \times 125 \times 60 \times 2.0$  mm

βλήτρα: 4.0 mm [12] [6+6]

**Σύνδεσμος ράβδου**

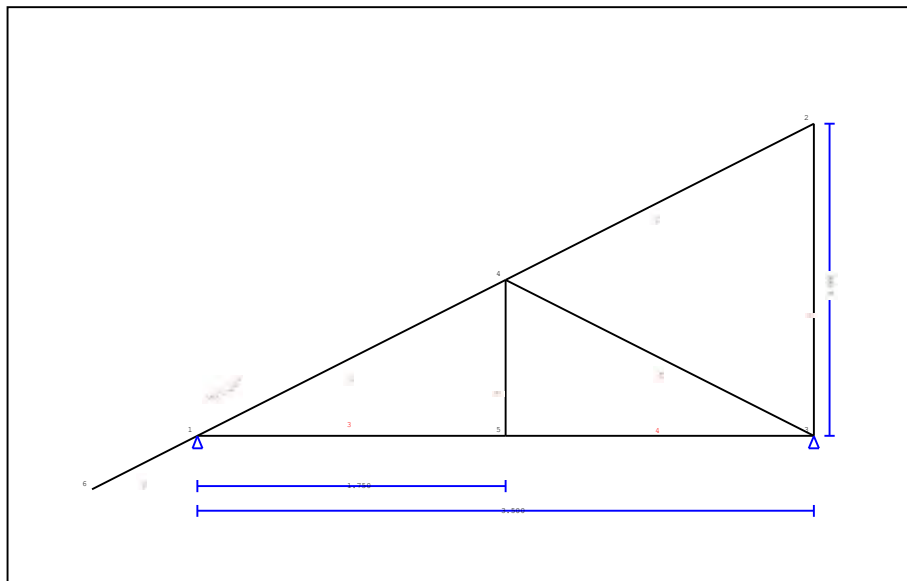
(σε  $x=3.712$  m,  $y=0.000$  m)

πλάκες:  $2 \times 125 \times 60 \times 2.0$  mm

βλήτρα: 4.0 mm [12] [6+6]

**1. ΗΜΙΖΕΥΚΤΟ ΤΥΠΟΥ 1**

Στέγη μονόριχτη τύπου N

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από ζευκιά ξυλεία C20. Τύπος ζευκτού όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
 Ανοιγμα ζευκτών 3.500 m, ύψος 1.500 m, κλίση στέγης 23.20°, απόσταση ζευκτών 0.670m  
 Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm  
 Διατομές ράβδων ζευκτού BxH [mm]  
 Ράβδοι 1, 2, Διατομή 80x140 [mm]  
 Ράβδοι 3, 4, Διατομή 80x140 [mm]  
 Ράβδοι 5, Διατομή 80x140 [mm]  
 Ράβδοι 6, 7, Διατομή 80x140 [mm]  
 Όγκος ζευκτού = 0.136 m<sup>3</sup>, βάρος ζευκτού = 0.439 kN

**2.2. 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

**2.3. 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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 11.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 19.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.3 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.6 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 9500 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 320 \text{ MPa}$  $G_m = 590 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 390 \text{ Kg/m}^3$ **2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$  $G_m = 690 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Κατανεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

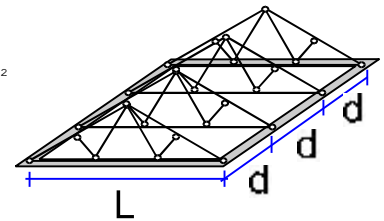
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

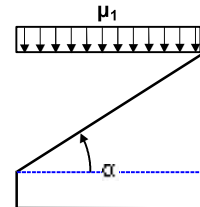
Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. 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 :B, υψόμετρο =1100 m

 $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 23.199^\circ$ 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,  $\alpha = 23.20^\circ$ ,  $\mu_1 = 0.800$  (Πίνακας 5.2)

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

 $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου** (EC1 EN1991-1-4:2005 §5) $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα ELOT, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν. A.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ. A.4, ... A.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

(Εξ. A.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

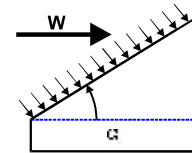
 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$

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  $\alpha = 23.20^\circ$ ,  $C_{pe} = 0.31$

Πίεση ανέμου  $w_e = 0.249 \text{ kN/m}^2$



## 5. 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)  $avg/ag = 0.90$

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)  $\lambda = 0.85$

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

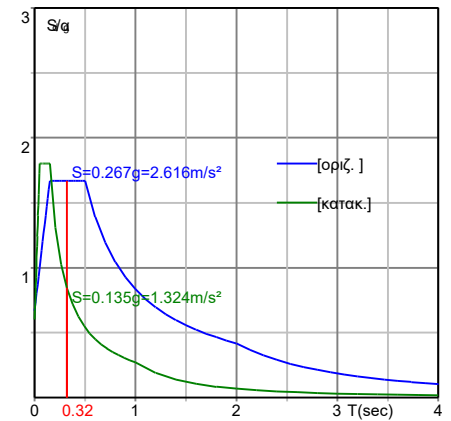
Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)  $T(\text{sec}) = 0.32$

Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων  $\psi_2 = 0.30$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού  $\psi_2 = 0.20$

Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b = 0.15 \text{ sec}$ ,  $T_c = 0.50 \text{ sec}$ ,  $T_d = 2.00 \text{ sec}$

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



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

$F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 0.85 \times 1.50 / 1.50 = 0.340 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)

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

$F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 0.85 \times 1.50 / 1.50 = 0.367 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

## 6. Υπολογισμός σανιδώματος

### Στατικό σύστημα σανιδώματος

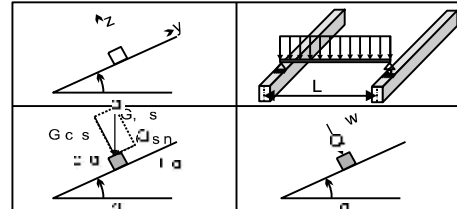
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.670\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

### Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$   
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.670\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 23.20^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

### Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = 0.249 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



### Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.670 \text{ m}$ , πλάτος $=1.00 \text{ m}$ )

Φόρτιση	Δράση		$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.069 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.945	0.158	
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.442	0.074	
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.249 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.083	0.014	
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.460	0.314	

### 6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

#### Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$		0.419	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$		0.196	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$		0.037	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.80

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.419	0.754
2 Gk + Qk1	0.615	0.981
3 Gk + Qk2	0.456	0.791
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.637	1.004
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.593	0.960

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

### Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.637 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 1.004 \text{ mm}$

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

#### Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.637 \text{ mm} < L/300 = 670/300 = 2.233 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 1.004 \text{ mm} < L/250 = 670/250 = 2.680 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 1.004 \text{ mm} < L/200 = 670/200 = 3.350 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.126	0.356
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.423	0.406
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.273	0.213
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.578	0.480
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.830	0.307
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.695	0.284
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.423	0.480

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=1.938 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=4.00 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=1.938 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.938/13400=0.22N/mm<sup>2</sup> < 2.46N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.528 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.528/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 7.92 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.390+0.000= 0.39 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.273+0.000= 0.27 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός ζευκτού****Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού**

Μήκος  $L=3.500$  m, ύψος  $H=1.500$  m, απόσταση ζευκτών  $d=0.670$  m  
 Κλίση  $=42.86\%$ , γωνία  $\alpha=23.20^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.429$ ,  $\sin\alpha=0.394$ ,  $\cos\alpha=0.919$   
 Αριθμός κόμβων  $=6$ , αριθμός ράβδων  $=8$ , στηρίξεις  $2$

Συντεταγμένες κόμβων				Ιδιότητες ράβδων ζευκτού							<sup>2]</sup>	<sup>4]</sup>	<sup>3]</sup>
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]			
1	0.000	0.000	11	1	1	4	80×140	1.904	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
2	3.500	1.500		2	4	2	80×140	1.904	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
3	3.500	0.000	11	3	1	5	80×140	1.750	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
4	1.750	0.750		4	5	3	80×140	1.750	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
5	1.750	0.000		5	3	2	80×140	1.500	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
6	-0.600	-0.257		6	4	3	80×140	1.904	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
				7	5	4	80×140	0.750	11200	18.293×10	6	2.613×10	5
				8	6	1	80×140	0.653	11200	18.293×10	6	2.613×10	5

**Φορτία ανά ζευκτό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος ζευκτού  $=0.439$  kN  
 Απόσταση ζευκτών  $d=0.67$  m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού  $=0.044$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού**

Επικάλυψη+Ίδιο βάρος ζευκτού  $Gk1=2.249$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $Gk2=0.335$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού**

Φορτίο Χιονιού  $Qk1=1.046$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m ζευκτού**

Επιβεβλημένο  $Qki=0.50 \times 0.670=0.335$  kN/m

**Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m ζευκτού**

Φορτίο Ανέμου  $Qk2=0.167$  kN/m

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

Σεισμός AeX  $qh=0.340 \times (G+0.20 \times Qk1)$

Σεισμός AeY  $qv=0.367 \times (G+0.20 \times Qk1)$

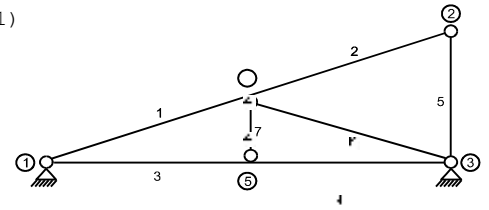
**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0$ (Κινητό Qf)=0.70,  $\psi_0$ (Χιόν Q1)=0.70,  $\psi_0$ (Ανεμος Q2)=0.60)

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
8	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + A_{ex}$	Accidental
9	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + A_{ey}$	Accidental

## 8. Στατική επίλυση ζευκτού

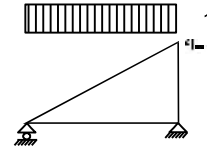
Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.60)  
 Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαισιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)  
 με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή  
 Οι αμοιβόντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι  
 Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις  
 και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις  
 στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.  
 Αριθμός κόμβων = 6, αριθμός ράβδων = 8, στηρίξεις 2



### 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	-2.84	0.74	-0.18	-2.15	-0.87	-0.31
2	4	2	-0.43	0.97	-0.33	0.26	-0.63	0.00
3	1	5	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.02
4	5	3	0.01	-0.01	0.02	0.01	-0.01	0.00
5	3	2	-0.68	0.01	0.00	-0.68	0.01	0.02
6	4	3	-2.53	0.00	0.01	-2.53	0.00	0.00
7	5	4	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.01
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.24	-0.55	-0.18



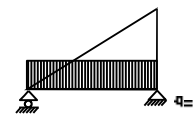
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	2.32	1.80	-0.18	-2.32	-0.05	0.31
2	4	2	0.01	1.07	-0.33	-0.01	0.68	0.00
3	1	5	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
4	5	3	-0.01	-0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
5	3	2	-0.01	0.68	0.00	0.01	-0.68	-0.02
6	4	3	2.32	-1.00	0.01	-2.32	1.00	0.00
7	5	4	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.01
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.18

(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	-2.73	-0.01	0.02	-2.73	-0.01	0.01
2	4	2	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.00
3	1	5	0.00	0.68	-0.01	0.00	-1.07	-0.36
4	5	3	0.00	1.07	-0.36	0.00	-0.68	-0.01
5	3	2	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00
6	4	3	-2.73	0.00	0.00	-2.73	0.00	0.01
7	5	4	2.15	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



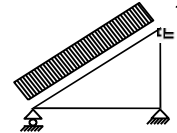
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλαμα προς τα κάτω)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	2.52	1.07	0.02	-2.52	-1.07	-0.01
2	4	2	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00
3	1	5	0.00	0.68	-0.01	0.00	1.07	0.36
4	5	3	0.00	1.07	-0.36	0.00	0.68	0.01
5	3	2	-0.01	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00
6	4	3	2.51	-1.07	0.00	-2.51	1.07	-0.01
7	5	4	0.00	-2.15	0.00	0.00	2.15	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(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	4	-1.93	0.74	-0.02	-1.93	-1.17	-0.43
2	4	2	0.30	1.18	-0.43	0.30	-0.73	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
4	5	3	0.00	-0.01	0.02	0.00	-0.01	0.00
5	3	2	-0.79	0.01	0.00	-0.79	0.01	0.02
6	4	3	-3.23	0.00	0.00	-3.23	0.00	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

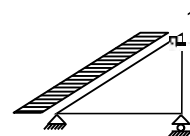
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	1.48	1.44	-0.02	-2.23	0.31	0.43
2	4	2	-0.74	0.96	-0.43	-0.01	0.79	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.01
4	5	3	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.01	0.00
5	3	2	-0.01	0.79	0.00	0.01	-0.79	-0.02
6	4	3	2.97	-1.27	0.00	-2.97	1.27	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	2.79	0.34	-0.09	1.04	-0.41	-0.16
2	4	2	1.87	0.46	-0.16	0.12	-0.29	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	-0.31	0.01	0.00	-0.31	0.01	0.01
6	4	3	-1.21	0.00	0.00	-1.21	0.00	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.60	-0.26	-0.08

**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	-2.69	-0.79	-0.09	0.79	0.79	0.16
2	4	2	-1.90	-0.31	-0.16	-0.01	0.31	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	-0.01	0.31	0.00	0.01	-0.31	-0.01
6	4	3	1.11	-0.48	0.00	-1.11	0.48	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.65	0.00	0.08

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

**8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις****Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: ( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335 [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	-7.87	1.80	-0.44	-6.18	-2.14	-0.76	-7.10	0.00	0.34
2	4	2	-1.05	2.38	-0.80	0.63	-1.55	-0.01	-0.03	0.00	0.57
3	1	5	-0.01	0.25	0.00	-0.01	-0.34	-0.07	-0.01	0.00	0.10
4	5	3	0.01	0.33	-0.07	0.01	-0.25	0.00	0.01	0.00	0.09
5	3	2	-1.68	0.03	-0.01	-1.68	0.03	0.04	-1.68	0.03	0.02
6	4	3	-7.10	-0.01	0.01	-7.10	-0.01	0.00	-7.10	-0.01	0.01
7	5	4	0.67	-0.03	0.00	0.67	-0.03	-0.02	0.67	-0.03	-0.01
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.58	-1.35	-0.44	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.046 [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	-2.97	0.77	-0.19	-2.25	-0.91	-0.33	-2.64	0.00	0.14
2	4	2	-0.45	1.02	-0.34	0.27	-0.66	0.00	-0.01	0.00	0.24
3	1	5	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.02	-0.01	0.01	0.01
4	5	3	0.01	-0.01	0.02	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	0.01
5	3	2	-0.72	0.01	0.00	-0.72	0.01	0.02	-0.72	0.01	0.01
6	4	3	-2.65	0.00	0.01	-2.65	0.00	0.00	-2.65	0.00	0.00
7	5	4	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.25	-0.58	-0.19	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167 [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	-0.32	0.12	0.00	-0.32	-0.19	-0.07	-0.32	-0.02	0.04
2	4	2	0.05	0.20	-0.07	0.05	-0.12	0.00	0.05	0.00	0.04
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	-0.13	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.00	-0.13	0.00	0.00
6	4	3	-0.54	0.00	0.00	-0.54	0.00	0.00	-0.54	0.00	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335 [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	-0.95	0.25	-0.06	-0.72	-0.29	-0.11	-0.85	0.00	0.05
2	4	2	-0.14	0.33	-0.11	0.09	-0.21	0.00	0.00	0.00	0.08
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	-0.23	0.00	0.00	-0.23	0.00	0.01	-0.23	0.00	0.00
6	4	3	-0.85	0.00	0.00	-0.85	0.00	0.00	-0.85	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
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.08	-0.18	-0.06	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(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	2.51	0.30	-0.08	0.93	-0.37	-0.14	1.79	0.00	0.05
2	4	2	1.69	0.41	-0.15	0.11	-0.26	0.00	0.73	0.00	0.10
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	-0.28	0.00	0.00	-0.28	0.00	0.01	-0.28	0.00	0.00
6	4	3	-1.09	0.00	0.00	-1.09	0.00	0.00	-1.09	0.00	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.54	-0.23	-0.08	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(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	-3.11	0.72	-0.18	-2.44	-0.85	-0.30	-2.80	0.00	0.14
2	4	2	-0.42	0.95	-0.32	0.25	-0.62	0.00	-0.01	0.00	0.23
3	1	5	-0.01	0.09	0.00	-0.01	-0.12	-0.03	-0.01	0.00	0.04
4	5	3	0.01	0.12	-0.03	0.01	-0.09	0.00	0.01	0.00	0.03
5	3	2	-0.67	0.01	0.00	-0.67	0.01	0.02	-0.67	0.01	0.01
6	4	3	-2.80	0.00	0.00	-2.80	0.00	0.00	-2.80	0.00	0.00
7	5	4	0.24	-0.01	0.00	0.24	-0.01	-0.01	0.24	-0.01	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.23	-0.54	-0.18	0.00	0.00	0.00

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

### 8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	6.53	4.75	-0.44	-6.53	-0.47	0.76
2	4	2	0.03	2.60	-0.80	-0.03	1.68	0.01
3	1	5	0.01	0.25	0.00	-0.01	0.34	0.07
4	5	3	-0.01	0.33	-0.07	0.01	0.25	0.00
5	3	2	-0.03	1.68	-0.01	0.03	-1.68	-0.04
6	4	3	6.53	-2.80	0.01	-6.53	2.80	0.00
7	5	4	0.03	-0.67	0.00	-0.03	0.67	0.02
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	0.44

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.046 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	2.43	1.88	-0.19	-2.43	-0.05	0.33
2	4	2	0.01	1.11	-0.34	-0.01	0.72	0.00
3	1	5	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02
4	5	3	-0.01	-0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
5	3	2	-0.01	0.72	0.00	0.01	-0.72	-0.02
6	4	3	2.43	-1.04	0.01	-2.43	1.04	0.00
7	5	4	0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	0.01
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.19

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	0.25	0.24	0.00	-0.37	0.05	0.07
2	4	2	-0.12	0.16	-0.07	0.00	0.13	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.13	0.00	0.00	-0.13	0.00
6	4	3	0.49	-0.21	0.00	-0.49	0.21	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	0.78	0.60	-0.06	-0.78	-0.02	0.11
2	4	2	0.00	0.36	-0.11	0.00	0.23	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
4	5	3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.23	0.00	0.00	-0.23	-0.01
6	4	3	0.78	-0.33	0.00	-0.78	0.33	0.00
7	5	4	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.06

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(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	-2.43	-0.71	-0.08	0.71	0.71	0.14
2	4	2	-1.71	-0.28	-0.15	0.00	0.28	0.00
3	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	5	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.28	0.00	0.00	-0.28	-0.01
6	4	3	1.00	-0.43	0.00	-1.00	0.43	0.00
7	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.59	0.00	0.08

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(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	2.58	1.88	-0.18	-2.58	-0.18	0.30
2	4	2	0.01	1.04	-0.32	-0.01	0.67	0.00
3	1	5	0.01	0.09	0.00	-0.01	0.12	0.03
4	5	3	-0.01	0.12	-0.03	0.01	0.09	0.00
5	3	2	-0.01	0.67	0.00	0.01	-0.67	-0.02
6	4	3	2.57	-1.11	0.00	-2.57	1.11	0.00
7	5	4	0.01	-0.24	0.00	-0.01	0.24	0.01
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.18

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

#### **8.4. Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)**

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.02	-0.01	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-0.32	-0.12	-0.02	-0.04
5	-0.33	-0.12	-0.02	-0.04
6	0.10	0.03	0.08	0.01

**8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	6.54	2.44	0.25	0.78
1	Fy	6.47	2.51	0.24	0.81
3	Fx	-6.54	-2.44	-0.50	-0.78
3	Fy	4.73	1.77	0.34	0.57

**9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
( Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 2.249$ , $G_{k2} = 0.335$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.046$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.167$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i = 0.335$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός $A_{eX} q_h = 0.340 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental			
(Aey) Σεισμός $A_{eY} q_h = 0.367 \times (G + 0.20 \times Q_{k1})$	Accidental			

—

**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	-8.831	6.390	-14.718	10.650
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-12.485	9.049	-15.606	11.311
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-9.576	6.906	-8.705	6.279
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.002	7.242	-11.113	8.046
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-12.932	9.359	-11.756	8.508
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-12.134	8.768	-11.031	7.971
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-13.006	9.413	-11.824	8.557
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-5.895	5.801	-7.368	7.252
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-4.448	6.956	-5.560	8.695
	Μέγιστες τιμές			12.485	9.049	15.606	11.311
10	γg.Gk+γq.Qk2=0.9Gk+1.5Qk2, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	-6.632	4.777	-6.029	4.342

—

**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	8.831	8.734	14.718	14.556
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	12.485	12.506	15.606	15.632
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	9.201	9.092	8.365	8.265
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	10.002	9.942	11.113	11.047
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	12.707	12.721	11.552	11.564
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	11.759	11.732	10.690	10.666
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	12.781	12.798	11.620	11.634
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	10.317	7.686	12.896	9.608
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	9.610	9.533	12.012	11.916
	Μέγιστες τιμές			12.485	12.506	15.606	15.632
10	γg.Gk+γq.Qk2=0.9Gk+1.5Qk2, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	6.257	6.180	5.688	5.619

—

**10. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****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 = 2.249, Gk2 = 0.335	-0.329	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80	
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	-0.120	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80	
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	-0.020	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00	

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.329	0.592
2 Gk + Qk1	0.449	0.732
3 Gk + Qk2	0.349	0.612
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	0.461	0.744
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	0.433	0.716

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 5**

w.inst = 0.461 mm, w.fin = 0.744 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 5

w.inst = 0.461 mm &lt; L/300=3500/300= 11.667 mm

w.net,fin = 0.744 mm &lt; L/250=3500/250= 14.000 mm

w.fin = 0.744 mm &lt; L/200=3500/200= 17.500 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**10.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 2** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	0.847	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	0.394	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	0.000	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.847	1.524
2 Gk + Qk1	1.240	1.980
3 Gk + Qk2	0.847	1.524
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	1.240	1.980
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	1.122	1.862

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 2**

w.inst = 1.240 mm, w.fin = 1.980 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 2

w.inst = 1.240 mm &lt; L/300=1904/300= 6.346 mm

w.net,fin = 1.980 mm &lt; L/250=1904/250= 7.616 mm

w.fin = 1.980 mm &lt; L/200=1904/200= 9.520 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**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	24.86701	0.04021
2	30.55538	0.03273
3	35.08479	0.02850
4	63.04224	0.01586
5	74.04285	0.01351

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

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-17.710	1.423	5.359	1.797
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-18.857	1.575	5.931	1.991
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.098	0.844	3.191	1.078
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-13.394	1.093	4.117	1.381
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.977	1.186	4.474	1.507
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-12.936	1.102	4.164	1.406
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-14.060	1.194	4.502	1.517
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-4.162	0.555	2.098	0.708
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-8.094	0.656	2.472	0.829
	Μέγιστες τιμές			-18.857	1.575	5.931	1.991

**11.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2**

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης No 2

**Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.260 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=1.260 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.260/11200=0.11N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης No 2

**Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-15.086 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-15.086 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x15.086/11200=1.35N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης No 2

**Έλεγχος διάτμησης, Fv=4.745 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=140 mm, A= 7 560 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=4.745 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x4.745/7560=0.94N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης No 2

**Έλεγχος κάμψης, Myd=1.593 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.593 / (0.2613 \times 10^6) = 6.10 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.495+0.000=0.50 < 1$  (EC5 Εξ.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.347+0.000=0.35 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη,  $F_{c0d}=-15.086\text{kN}$ ,  $M_{yd}=1.524\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.2.4)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 15.086 / 11200 = 1.35 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.524 / (0.2613 \times 10^6) = 5.83 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.013 + 0.474 + 0.000 = 0.49 < 1$  (EC5 Εξ.6.19)  
 $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.013 + 0.332 + 0.000 = 0.34 < 1$  (EC5 Εξ.6.20)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-15.086\text{kN}$ ,  $M_{yd}=1.524\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 15.086 / 11200 = 1.35 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.524 / (0.2613 \times 10^6) = 5.83 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 1.904=1.904 \text{ m} = 1904 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.16 \times 1.904=0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/1.90=0.16$ )

#### Λυγρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=1904/40=47.60$   
 $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=27.88 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.83$  (EC5 Εξ.6.21)  
 $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=371.47 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=0.23$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.89$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.810$  (Εξ.6.27 6.25)  
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=1.000$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.142 + 0.474 + 0.000 = 0.62 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.115 + 0.332 + 0.000 = 0.45 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Ελεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=1.593 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.593 / (0.2613 \times 10^6) = 6.10 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ **Μήκη Αυγισμού** $S_{ky}=1.00 \times 1.904=1.904 \text{ m}=1904 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 1904=1714 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.16 \times 1.904=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/1.90=0.16$ )**Αυξηρότητες** $i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=1904/40=47.60$  $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$  $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 80^2 \times 6400 / (140 \times 1714) = 133.18 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32) $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 140^2 \times 6400 / (80 \times 270) = 4529.78 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32)**Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{m,crity}=133.18 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,my}=O(f_{myk}/\sigma_{m,crity})=0.39$  (EC5 Εξ.6.30) $\sigma_{m,critz}=4529.78 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,mz}=O(f_{mk}/\sigma_{m,critz})=0.07$  (EC5 Εξ.6.30) $\lambda_{rel,my}=0.39$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crity}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\lambda_{rel,mz}=0.07$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{critz}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.495 + 0.000 = 0.50 < 1$  (EC5 Εξ.6.33) $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.347 + 0.000 = 0.35 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Ελεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.260 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=1.524 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.260 / 11200 = 0.11 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 1.524 / (0.2613 \times 10^6) = 5.83 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.016 + 0.474 + 0.000 = 0.49 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.016 + 0.332 + 0.000 = 0.35 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	yg	yg	ψο
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	yg.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.301	3.036	0.991
2	yg.Gk+yg.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.439	3.358	1.096
3	yg.Gk+yg.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.710	1.656	0.540
4	yg.Gk+yg.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	0.999	2.332	0.761
5	yg.Gk+yg.Qk1+yg.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.047	2.442	0.797
6	yg.Gk+yg.Qk2+yg.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.946	2.206	0.720
7	yg.Gk+yg.Qki+yg.ψο.Qk1+yg.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.054	2.458	0.802
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.060	1.186	0.387
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.600	1.400	0.457
	Μέγιστες τιμές			0.000	1.439	3.358	1.096

**11.4. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 8****Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.151 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=1.151 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.151/11200=0.10N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=2.686 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=140 mm, A= 7 560 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=2.686 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x2.686/7560=0.53N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.877 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.877/(0.2613x10<sup>6</sup>)= 3.36 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(0.1493x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.273+0.000= 0.27 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.191+0.000= 0.19 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=0.877 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.877 / (0.2613 \times 10^6) = 3.36 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ **Μήκη λυγισμού** $S_{ky}=1.00 \times 0.653=0.653 \text{ m}=653 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 653=588 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.46 \times 0.653=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/0.65=0.46$ )**Λυγηρότητες** $i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=653/40=16.32$  $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$  $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 80^2 \times 6400 / (140 \times 588) = 388.43 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32) $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 140^2 \times 6400 / (80 \times 270) = 4529.78 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32)**Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{m,crit,y}=388.43 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{myk}/\sigma_{m,crit,y})=0.23$  (EC5 Εξ.6.30) $\sigma_{m,crit,z}=4529.78 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,mz}=O(f_{mk}/\sigma_{m,crit,z})=0.07$  (EC5 Εξ.6.30) $\lambda_{rel,y}=0.23$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,y}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\lambda_{rel,mz}=0.07$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,z}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.273 + 0.000 = 0.27 < 1$  (EC5 Εξ.6.33) $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.191 + 0.000 = 0.19 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.151 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=0.877 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.151 / 11200 = 0.10 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.877 / (0.2613 \times 10^6) = 3.36 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.015 + 0.273 + 0.000 = 0.29 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.015 + 0.191 + 0.000 = 0.21 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.151 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=0.877 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.151/11200=0.10 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.877/(0.2613 \times 10^6)=3.36 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.1493 \times 10^6)=0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.015+0.273+0.000=0.29 < 1$  (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.015+0.191+0.000=0.21 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-0.033	0.033	0.759	0.218
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.037	0.037	0.552	0.183
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.018	0.018	0.415	0.123
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.025	0.025	0.501	0.151
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.027	0.027	0.402	0.135
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.024	0.024	0.406	0.133
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.027	0.027	0.402	0.136
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-0.011	0.011	0.237	0.069
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-0.015	0.015	0.321	0.094
	Μέγιστες τιμές			-0.037	0.037	0.759	0.218

**11.6. Έλεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4****Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=0.029 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=0.029 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x0.029/11200=0.00N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-0.029 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γ<sub>M</sub>=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-0.029 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.029/11200=0.00N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 1****Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.456 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=140 mm, A= 7 560 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γ<sub>M</sub>=0.60x3.60/1.30=1.66N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=0.456 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.456/7560=0.09N/mm<sup>2</sup> < 1.66N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 1****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.131 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γ<sub>M</sub>=0.60x20.00/1.30=9.23N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γ<sub>M</sub>=0.60x20.00/1.30=9.23N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.131 / (0.2613 \times 10^6) = 0.50 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.054+0.000=0.05 < 1$  (EC5 Εξ.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.038+0.000=0.04 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)

#### Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-0.029\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.146\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.029 / 11200 = 0.00 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.146 / (0.2613 \times 10^6) = 0.56 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 1.750=1.750 \text{ m}=1750 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.17 \times 1.750=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/1.75=0.17$ )

#### Λυγηρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=1750/40=43.75$   
 $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=33.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.76$  (EC5 Εξ.6.21)  
 $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=371.47 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=0.23$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.83$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.848$  (Εξ.6.27 6.25)  
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=1.000$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.045+0.000=0.05 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.032+0.000=0.03 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Εφελκυστική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται** (EC5 §6.2.3)

**11.7. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 5**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(G+0.20xQk1)	Accidental			

—

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-3.772	0.000	0.069	0.087
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.172	0.000	0.074	0.096
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.236	0.000	0.040	0.051
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.897	0.000	0.052	0.067
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.141	0.000	0.056	0.072
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.919	0.000	0.052	0.067
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.161	0.000	0.056	0.073
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-1.471	0.000	0.026	0.034
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-1.740	0.000	0.031	0.040
	Μέγιστες τιμές			-4.172	0.000	0.074	0.096

—

**11.8. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 5****Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-3.337 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-3.337 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x3.337/11200=0.30N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Διατμητική τάση αμελητέα, ο έλεγχος διάτμησης παραλείπεται** (EC5 §6.1.7)**Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.077 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.077/(0.2613x10<sup>6</sup>)= 0.29 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(0.1493x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.024+0.000= 0.02 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.017+0.000= 0.02 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, Fc0d=-3.337kN, Myd=0.077kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.4)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup>fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 3.337/11200=0.30 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.077/(0.2613 \times 10^6)=0.29 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.1493 \times 10^6)=0.00 \text{ N/mm}^2$

$$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.001 + 0.024 + 0.000 = 0.02 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.19})$$

$$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.001 + 0.017 + 0.000 = 0.02 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.20})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### **Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης No 2**

**Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-3.337\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.077\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=140\text{mm}$ ,  $A=1.12 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=2.61 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.49 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )

$$f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00/1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00/1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 3.337/11200=0.30 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.077/(0.2613 \times 10^6)=0.29 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.1493 \times 10^6)=0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη Λυγισμού

$$S_{ky}=1.00 \times 1.500=1.500 \text{ m}=1500 \text{ mm} \quad (\text{πιο δυσμενές})$$

$$S_{kz}=1.00 \times 1.500=1.500 \text{ m}=1500 \text{ mm} \quad (\text{πιο δυσμενές})$$

#### Λυγηρότητες

$$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 140=40 \text{ mm}, \quad \lambda_y=1500/40=37.50$$

$$i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}, \quad \lambda_z=1500/23=65.22$$

#### Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=44.92 \text{ N/mm}^2, \quad \lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.65 \quad (\text{EC5 Εξ.6.21})$$

$$\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=14.85 \text{ N/mm}^2, \quad \lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=1.13 \quad (\text{EC5 Εξ.6.22})$$

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.75, \quad K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.898 \quad (\text{Εξ.6.27 6.25})$$

$$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=1.22, \quad K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.593 \quad (\text{Εξ.6.28 6.26})$$

$$\sigma_{0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.028 + 0.024 + 0.000 = 0.05 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.23})$$

$$\sigma_{0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.043 + 0.017 + 0.000 = 0.06 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.24})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 6**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(G+0.20xQk1)	Accidental			

—

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	-15.979	0.000	0.013	0.028
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-16.945	0.000	0.015	0.031
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-9.449	0.000	0.007	0.016
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-12.066	0.000	0.010	0.022
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-12.764	0.000	0.011	0.023
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-11.975	0.000	0.010	0.021
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-12.837	0.000	0.011	0.023
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-6.099	0.000	0.005	0.011
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-7.296	0.000	0.006	0.013
	Μέγιστες τιμές			-16.945	0.000	0.015	0.031

—

**11.10. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 6****Ράβδοι: 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-13.556 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-13.556 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x13.556/11200=1.21N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Διατμητική τάση αμελητέα, ο έλεγχος διάτμησης παραλείπεται** (EC5 §6.1.7)**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης παραλείπεται** (EC5 §6.1.6)**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)**Ράβδοι: 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος λυγισμού, Fc0d=-13.556 kN** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3, E005=6400MPa)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup>fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x13.556/11200= 1.21 N/mm<sup>2</sup>Μήκη λυγισμού

Sky= 1.00x1.904=1.904 m= 1904 mm (πιο δυσμενές)

Skz= 1.00x1.904=1.904 m= 1904 mm (πιο δυσμενές)

Λυγηρότητες

$$i_y = O(I_y/A) = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}, \lambda_y = 1904 / 40 = 47.60$$

$$i_z = O(I_z/A) = 0.289 \times 80 = 23 \text{ mm}, \lambda_z = 1904 / 23 = 82.78$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 27.88 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = O(f_{c0k} / \sigma_{c,crity}) = 0.83 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 9.22 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = O(f_{c0k} / \sigma_{c,critz}) = 1.44 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (φυσικό ξύλο)}$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.89, K_{cy} = 1 / (k_y + O(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)) = 0.810 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.64, K_{cz} = 1 / (k_z + O(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)) = 0.409 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.13 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.25 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση παραλείπεται** (EC5 §6.3.3)

**11.11. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 7**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.249, Gk2 = 0.335	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.046	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.167	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.335	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.340x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.367x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.507	0.066	0.049
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.091	0.073	0.055
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.821	0.035	0.027
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	0.994	0.051	0.038
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.793	0.053	0.040
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.801	0.047	0.036
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.792	0.053	0.040
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.468	0.022	0.018
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.636	0.030	0.023
	Μέγιστες τιμές			0.000	1.507	0.073	0.055

**11.12. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 7****Ράβδοι: 7 , Συνδυασμός φόρτισης No 1****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=0.904 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.60x11.50/1.30=5.31N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=0.904 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x0.904/11200=0.08N/mm<sup>2</sup> < 5.31N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Διατμητική τάση αμελητέα, ο έλεγχος διάτμησης παραλείπεται** (EC5 §6.1.7)**Ράβδοι: 7 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.044 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.044/(0.2613x10<sup>6</sup>) = 0.17 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(0.1493x10<sup>6</sup>) = 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.014+0.000= 0.01 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.010+0.000= 0.01 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ράβδοι: 7 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, Ft0d=0.873kN, Myd=0.044kNm, Mzd=0.000kNm** (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup>fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 0.873 / 11200 = 0.08 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my, netto}=10^6 \times 0.044 / (0.2613 \times 10^6) = 0.17 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz, netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1493 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.011 + 0.014 + 0.000 = 0.02 < 1$  (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.011 + 0.010 + 0.000 = 0.02 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**12. Συνδέσεις ζευκτού****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  $d=80.0$  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)

$M_{yrk}=0.30 f_{yk} \cdot d^{2.6}=0.30 \times 400 \times 4.0^{2.6}=4411$  Nmm ( $f_{yk}=400\text{N/mm}^2$ ) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

**Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυγας** (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d)\rho_k=25.98\text{N/mm}^2$ , ( $\rho_k=330\text{kg/m}^3$ ,  $d=4.0\text{mm}$ ) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

**Μόνιμη δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=80.0$  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))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.157 \text{ kN}$$

$$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d] = 1.101 \text{ kN}$$

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.60 \times 1.101/1.30=1.016$  kN**

**Μεσοχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=80.0$  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))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.157 \text{ kN}$$

$$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d] = 1.101 \text{ kN}$$

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.80 \times 1.101/1.30=1.355$  kN**

**Βραχυχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=80.0$  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))

$$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 4.157 \text{ kN}$$

$$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d] = 1.101 \text{ kN}$$

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.90 \times 1.101/1.30=1.525$  kN**

**Στιγμιαία επίδραση**

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 1.10 \times 1.101/1.00=2.422$  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  $0.50 \times F_d$

**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

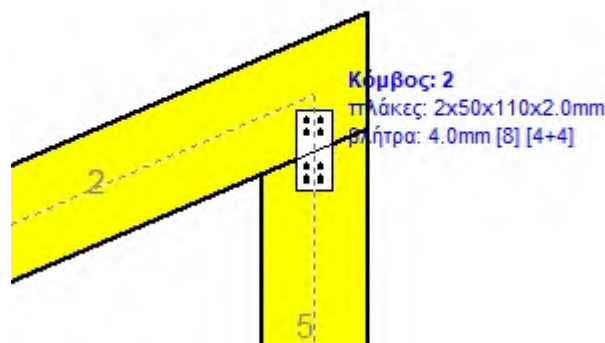
**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 2 και 5, στον κόμβο 2**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

 $B \times H = 110 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ , και πάχους 2.0 mmΒλήτρα διαμέτρου  $d = 4.0 \text{ mm}$ ,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων  $a_1 = 20 \text{ mm}$ ,  $a_2 = 16 \text{ mm}$ 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 $n = 4$ , ( $n_{ef} = 1.00 n$ ),  $A = 50 \text{ mm}^2$ ,  $r = 13 \text{ mm}$ ,  $W = 644 \text{ mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  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	$k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$F_n$ (kN)	$R_d$ (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.264	-0.008	0.367 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.338	-0.012	0.544 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.460	-0.009	0.401 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.608	-0.009	0.424 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.456	-0.012	0.565 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.212	-0.011	0.525 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.477	-0.012	0.568 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.104	-0.007	0.342 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.488	-0.008	0.404 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	$k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.264	-0.008	10 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.338	-0.012	14 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.460	-0.009	10 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.608	-0.009	11 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.456	-0.012	15 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.212	-0.011	14 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.477	-0.012	15 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.104	-0.007	9 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.488	-0.008	11 <	264

**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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 3 και 1, στον κόμβο 1**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=195mmx45mm, 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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

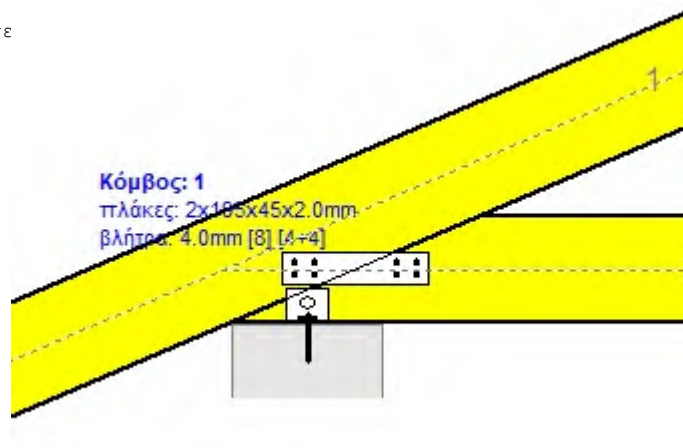
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

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 1, από ράβδο 3, 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	-0.336	0.013	0.130 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.351	0.019	0.174 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.335	0.019	0.170 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.341	0.015	0.144 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.350	0.022	0.198 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.345	0.023	0.201 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.350	0.022	0.199 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.248	0.012	0.114 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.343	0.014	0.139 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.336	0.013	6 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-0.351	0.019	8 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.335	0.019	7 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-0.341	0.015	6 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.350	0.022	9 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.345	0.023	9 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.350	0.022	9 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-0.248	0.012	5 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-0.343	0.014	6 <	264

**12.4. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 4 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)**

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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 2, με ράβδους 6 και 7, στον κόμβο 4**

Εκκλόνονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=250mmx140mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

8 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

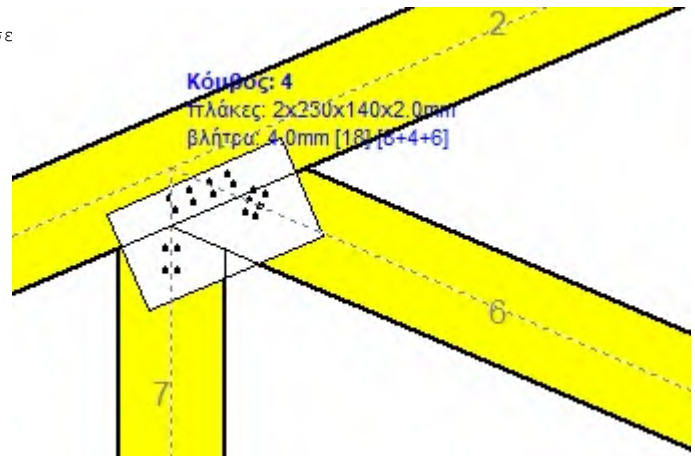
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=8, ( $n_{ef}=1.34n$ ),  $A=101\text{mm}^2$ ,  $r=43\text{mm}$ ,  $W=2455\text{mm}^3$ 

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 4, από ράβδους 6, 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-9.231	0.157	0.680 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-13.181	0.223	0.965 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.036	0.166	0.735 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.495	0.178	0.771 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.665	0.228	0.998 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-12.801	0.212	0.935 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.745	0.230	1.004 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.449	0.141	0.619 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-10.067	0.171	0.740 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-9.231	0.157	16 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-13.181	0.223	23 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.036	0.166	18 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.495	0.178	19 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.665	0.228	24 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-12.801	0.212	22 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.745	0.230	24 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.449	0.141	15 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-10.067	0.171	18 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 6, με ράβδους 1, 2 και 7, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=250mmx140mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

6 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

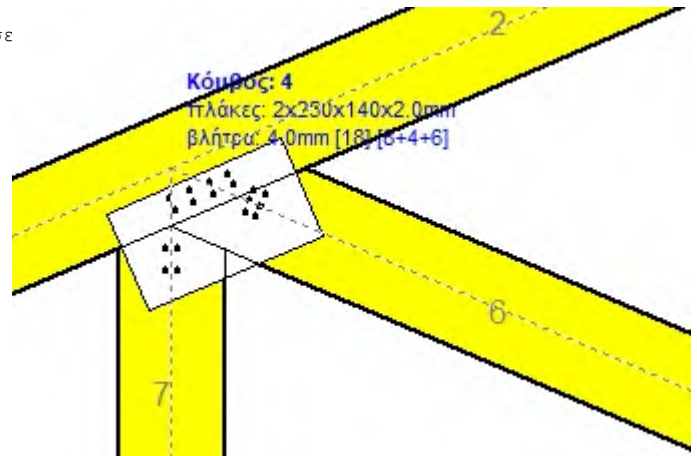
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=6, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=75\text{mm}^2$ ,  $r=18\text{mm}$ ,  $W=989\text{mm}^3$ 

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 4, από ράβδο 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-9.588	0.017	0.885 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-13.556	0.025	1.256 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.394	0.017	0.955 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.859	0.019	1.004 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.040	0.025	1.298 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-13.172	0.023	1.215 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.121	0.025	1.306 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.721	0.015	0.804 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-10.433	0.018	0.964 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-9.588	0.017	12 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-13.556	0.025	17 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.394	0.017	13 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.859	0.019	14 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.040	0.025	18 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-13.172	0.023	16 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.121	0.025	18 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.721	0.015	11 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-10.433	0.018	13 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 7, με ράβδους 1, 2 και 6, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=250mmx140mm, 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

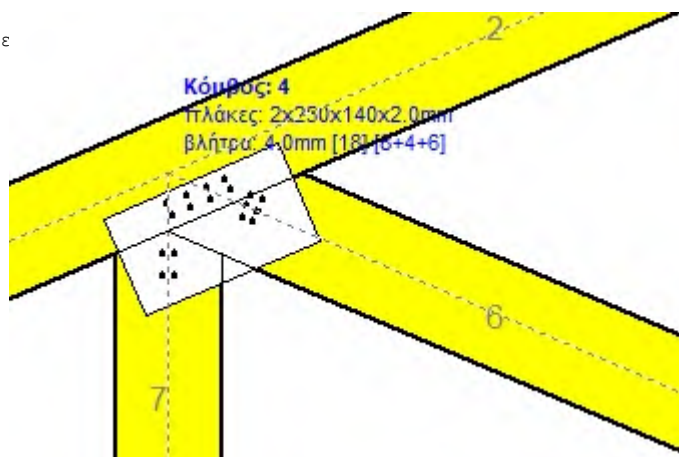
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, (nef=1.00n), A=50mm<sup>2</sup>, r=16mm, W=811mm<sup>3</sup>

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 4, από ράβδο 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.905	0.029	0.641 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.875	0.042	0.843 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.904	0.028	0.641 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.895	0.033	0.706 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.874	0.042	0.843 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.883	0.038	0.782 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.873	0.043	0.847 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.670	0.025	0.536 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.911	0.031	0.686 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.905	0.029	4 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.875	0.042	5 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.904	0.028	4 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.895	0.033	4 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.874	0.042	5 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.883	0.038	5 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.873	0.043	5 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.670	0.025	3 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.911	0.031	4 <	264

**12.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 5** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 7, με ράβδους 3 και 4, στον κόμβο 5**

Εκκλόνονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

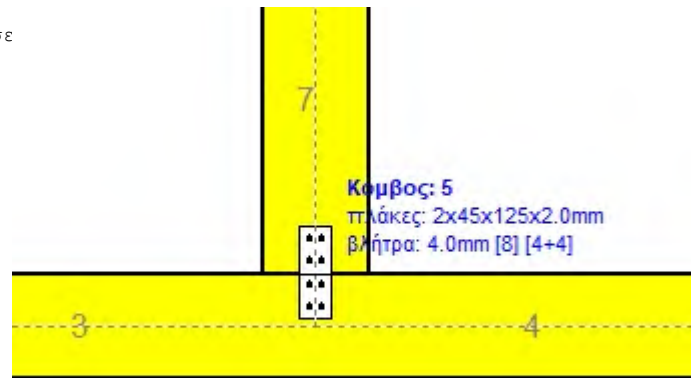
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

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 5, από ράβδο 7, 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	0.905	-0.001	0.234 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.875	-0.001	0.230 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.904	-0.001	0.241 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.895	-0.001	0.233 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.874	-0.001	0.235 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.883	-0.001	0.238 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.873	-0.001	0.234 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.670	-0.003	0.203 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.911	-0.001	0.236 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.905	-0.001	7 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.875	-0.001	7 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.904	-0.001	7 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.895	-0.001	7 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.874	-0.001	7 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.883	-0.001	7 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.873	-0.001	7 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.670	-0.003	7 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.911	-0.001	7 <	264

**12.6. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 3** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 4 και 0, με ράβδους 5 και 6, στον κόμβο 3**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=320mmx120mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

9 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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

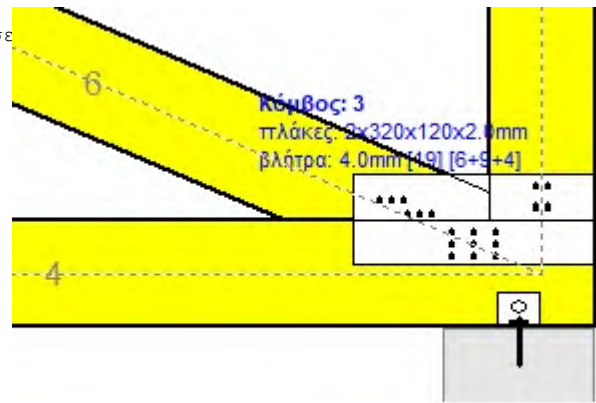
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=9, (nef=1.30n), A=113mm<sup>2</sup>, r=32mm, W=2432mm<sup>3</sup>

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 3, από ράβδους 5, 6, 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	-10.719	0.200	0.744 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-15.235	0.286	1.057 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-11.624	0.218	0.808 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-12.166	0.228	0.845 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.778	0.297	1.095 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-14.785	0.278	1.027 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.870	0.299	1.102 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-9.776	0.184	0.679 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-11.679	0.218	0.811 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-10.719	0.200	24 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-15.235	0.286	34 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-11.624	0.218	26 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-12.166	0.228	27 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.778	0.297	36 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-14.785	0.278	33 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.870	0.299	36 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-9.776	0.184	22 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-11.679	0.218	26 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 6, με ράβδους 4, 5 και 0, στον κόμβο 3**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=320mmx120mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

6 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

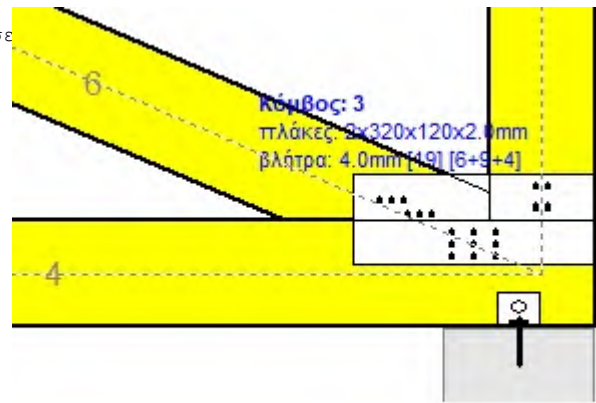
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=6, ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=75\text{mm}^2$ ,  $r=29\text{mm}$ ,  $W=1519\text{mm}^3$ 

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 3 ,από ράβδο 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	Fn (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-9.588	-0.093	0.947 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-13.556	-0.130	1.337 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.394	-0.101	1.026 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.859	-0.105	1.072 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.040	-0.135	1.384 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-13.172	-0.127	1.299 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.121	-0.136	1.392 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.721	-0.084	0.860 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-10.433	-0.101	1.030 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-9.588	-0.093	18 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-13.556	-0.130	25 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-10.394	-0.101	19 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-10.859	-0.105	20 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.040	-0.135	26 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-13.172	-0.127	24 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.121	-0.136	26 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-8.721	-0.084	16 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-10.433	-0.101	19 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 5, με ράβδους 4, 6 και 0, στον κόμβο 3**

Εκκλίνονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=320mmx120mm, 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

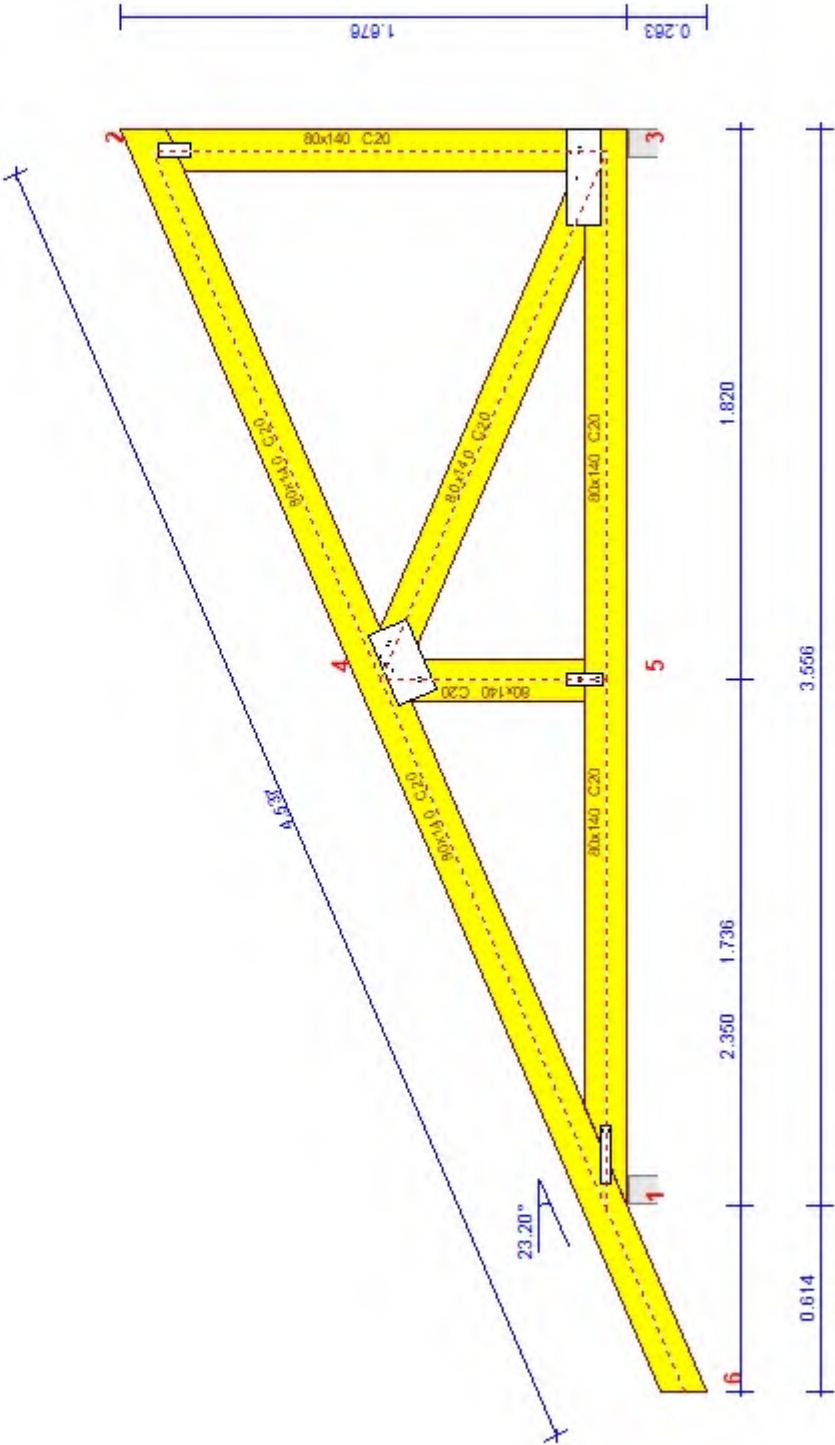
**Δυνάμεις στον κόμβο 3, από ράβδο 5, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

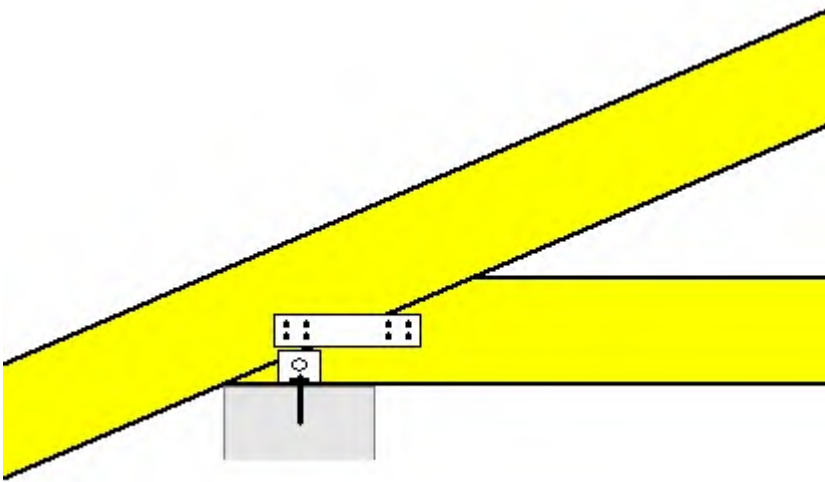
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.264	-0.009	0.342 < 1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.338	-0.011	0.490 < 1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.460	-0.009	0.369 < 2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.608	-0.009	0.390 < 1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.456	-0.011	0.506 < 2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.212	-0.010	0.472 < 2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.477	-0.011	0.509 < 2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.104	-0.007	0.312 < 2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.488	-0.009	0.374 < 2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.264	-0.009	4 < 115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.338	-0.011	5 < 154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.460	-0.009	4 < 264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.608	-0.009	4 < 173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.456	-0.011	5 < 264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.212	-0.010	5 < 264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.477	-0.011	5 < 264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.104	-0.007	3 < 264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-2.488	-0.009	4 < 264

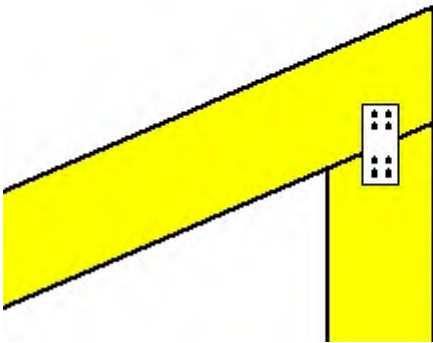
Κλίμακα 1:25



**Σύνδεσμος στον κόμβο 1**(κόμβος σε  $x=-0.178$  m,  $y=0.000$  m)

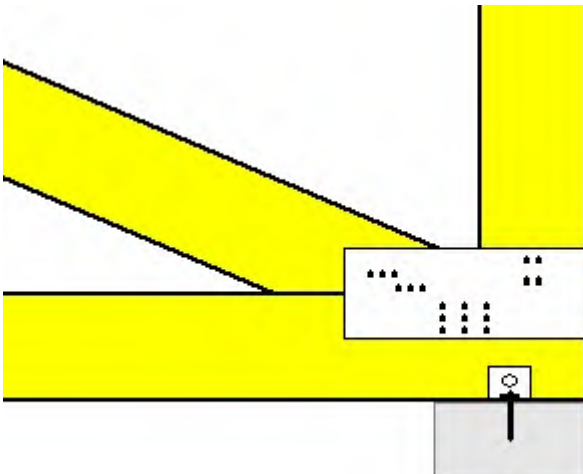
πλάκες: 2x195x45x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 2**(κόμβος σε  $x=3.500$  m,  $y=1.500$  m)

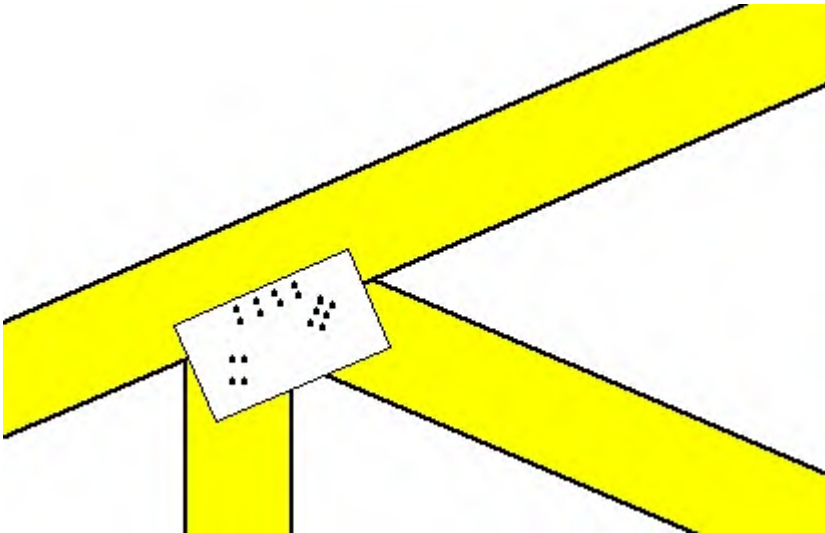
πλάκες: 2x50x110x2.0mm

βλήτρα: 4.0mm [8] [4+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 3**(κόμβος σε  $x=3.500$  m,  $y=0.000$  m)

πλάκες: 2x320x120x2.0mm

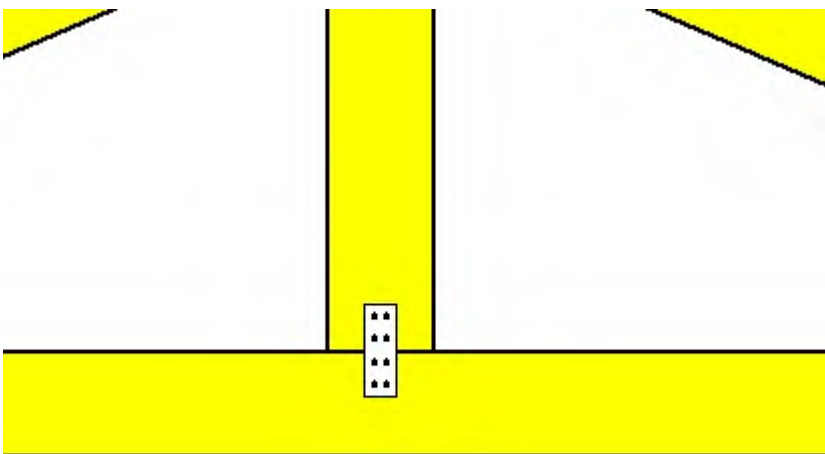
βλήτρα: 4.0mm [19] [6+9+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 4**

(κόμβος σε  $x=1.840$  m,  $y=0.651$  m)

πλάκες:  $2 \times 250 \times 140 \times 2.0$  mm

βλήτρα: 4.0 mm [18] [8+4+6]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 5**

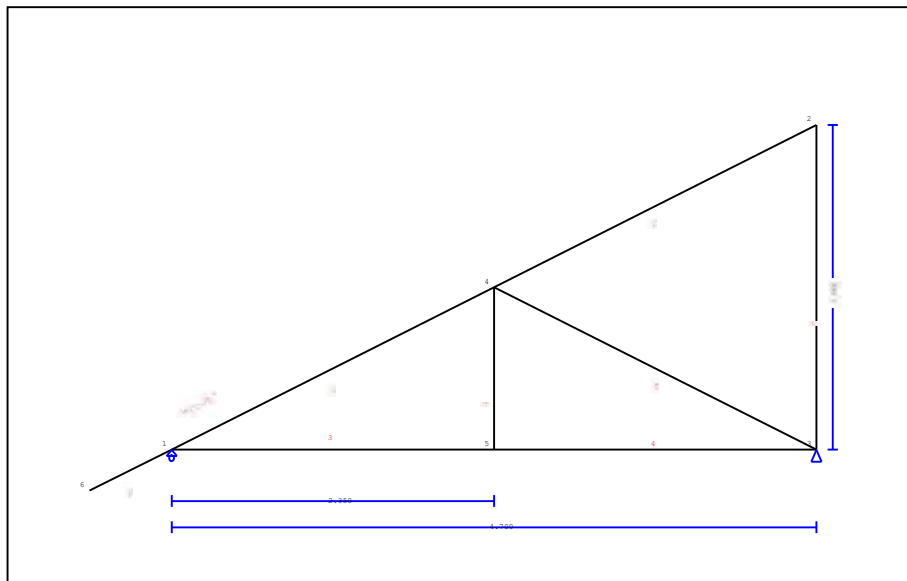
(κόμβος σε  $x=1.750$  m,  $y=0.070$  m)

πλάκες:  $2 \times 45 \times 125 \times 2.0$  mm

βλήτρα: 4.0 mm [8] [4+4]

**1. ΗΜΙΖΕΥΚΤΟ ΤΥΠΟΥ 2**

Στέγη μονόριχτη τύπου N

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από ζευκιά ξυλεία C20. Τύπος ζευκτού όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
 Ανοιγμα ζευκτών 4.700 m, ύψος 2.000 m, κλίση στέγης 23.05°, απόσταση ζευκτών 0.700m  
 Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm  
 Διατομές ράβδων ζευκτού BxH [mm]  
 Ράβδοι 1, 2, Διατομή 80x160 [mm]  
 Ράβδοι 3, 4, Διατομή 80x160 [mm]  
 Ράβδοι 5, Διατομή 80x140 [mm]  
 Ράβδοι 6, 7, Διατομή 80x140 [mm]  
 Όγκος ζευκτού = 0.196 m<sup>3</sup>, βάρος ζευκτού = 0.635 kN

**2.2. 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

**2.3. 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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (ζευκτών)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 11.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 19.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.3 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.6 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 9500 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 320 \text{ MPa}$  $G_m = 590 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 390 \text{ Kg/m}^3$ **2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$  $G_m = 690 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Κατανεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

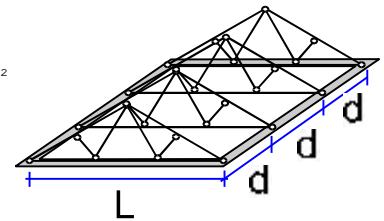
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

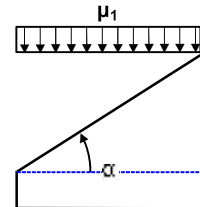
Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. 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 :B, υψόμετρο =1100 m

 $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 23.051^\circ$ 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,  $\alpha = 23.05^\circ$ ,  $\mu_1 = 0.800$  (Πίνακας 5.2)

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

 $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου** (EC1 EN1991-1-4:2005 §5) $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα ELOT, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν.Α.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ.Α.4, ...Α.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

(Εξ.Α.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

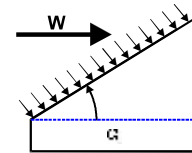
 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$

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  $\alpha = 23.05^\circ$ ,  $C_{pe} = 0.31$

Πίεση ανέμου  $w_e = 0.247 \text{ kN/m}^2$



## 5. 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)  $avg/a_g = 0.90$

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)

$\zeta = 1.33$

Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)

$T(\text{sec}) = 0.32$

Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων

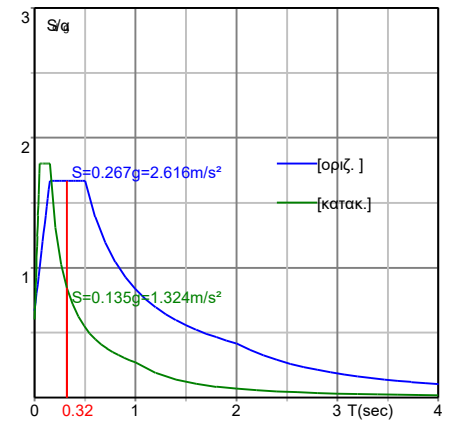
$\psi_2 = 0.30$

Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού

$\psi_2 = 0.20$

Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b = 0.15 \text{ sec}$ ,  $T_c = 0.50 \text{ sec}$ ,  $T_d = 2.00 \text{ sec}$

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



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

$F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.355 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)

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

$F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.383 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

## 6. Υπολογισμός σανιδώματος

### Στατικό σύστημα σανιδώματος

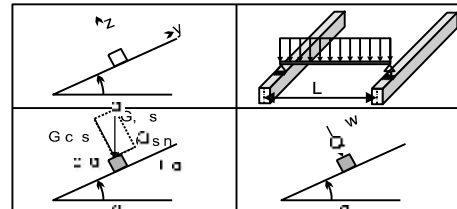
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

### Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$   
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 23.05^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

### Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = 0.247 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



### Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.700 \text{ m}$ , πλάτος $=1.00 \text{ m}$ )

Φόρτιση	Δράση		$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.069 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.988	0.173	
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.463	0.081	
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.247 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.086	0.015	
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.460	0.315	

—

### 6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

#### Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.500	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.234	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.044	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.80

—

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.500	0.900
2 Gk + Qk1	0.734	1.171
3 Gk + Qk2	0.544	0.943
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.760	1.197
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.707	1.144

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

### Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.760 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 1.197 \text{ mm}$

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

#### Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.760 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 1.197 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 1.197 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.224	0.389
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.535	0.444
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.331	0.233
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.631	0.498
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.914	0.335
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.772	0.310
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.535	0.498

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=2.028 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=4.00 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=2.028 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x2.028/13400=0.23N/mm<sup>2</sup> < 2.46N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.548 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.548/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 8.22 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.405+0.000= 0.40 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.283+0.000= 0.28 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός ζευκτού****Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού**

Μήκος  $L=4.700$  m, ύψος  $H=2.000$  m, απόσταση ζευκτών  $d=0.700$  m  
 Κλίση  $=42.55\%$ , γωνία  $\alpha=23.05^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.426$ ,  $\sin\alpha=0.392$ ,  $\cos\alpha=0.920$   
 Αριθμός κόμβων  $=6$ , αριθμός ράβδων  $=8$ , στηρίξεις  $2$

Συντεταγμένες κόμβων					Ιδιότητες ράβδων ζευκτού					2]	Iy[mm	4]	Wy[mm	3]
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A[mm					
1	0.000	0.000	01	1	1	4	80x160	2.554	12800	27.307x10	6	3.413x10	5	
2	4.700	2.000		2	4	2	80x160	2.554	12800	27.307x10	6	3.413x10	5	
3	4.700	0.000	11	3	1	5	80x160	2.350	12800	27.307x10	6	3.413x10	5	
4	2.350	1.000		4	5	3	80x160	2.350	12800	27.307x10	6	3.413x10	5	
5	2.350	0.000		5	3	2	80x140	2.000	11200	18.293x10	6	2.613x10	5	
6	-0.600	-0.255		6	4	3	80x140	2.554	11200	18.293x10	6	2.613x10	5	
				7	5	4	80x140	1.000	11200	18.293x10	6	2.613x10	5	
				8	6	1	80x160	0.652	12800	27.307x10	6	3.413x10	5	

**Φορτία ανά ζευκτό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος ζευκτού  $=0.635$  kN  
 Απόσταση ζευκτών  $d=0.70$  m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού  $=0.063$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού**

Επικάλυψη+Ίδιο βάρος ζευκτού  $G_{k1}=2.354$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $G_{k2}=0.350$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού**

Φορτίο Χιονιού  $Q_{k1}=1.093$  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  $Q_{k2}=0.173$  kN/m

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

Σεισμός AeX  $q_h=0.355 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$

Σεισμός AeY  $q_v=0.383 \times (G+0.20 \times Q_{k1})$

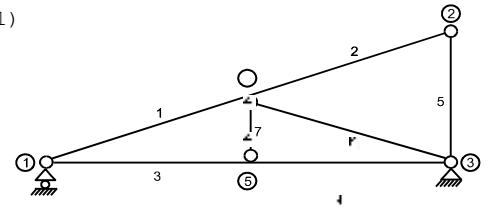
**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0$ (Κινητό  $Q_f$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Χιόν  $Q_1$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (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

## 8. Στατική επίλυση ζευκτού

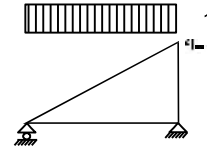
Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.20)  
 Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαισιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)  
 με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή  
 Οι αμοιβόντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι  
 Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις  
 και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις  
 στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.  
 Αριθμός κόμβων = 6, αριθμός ράβδων = 8, στηρίξεις 2



### 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	-3.93	0.91	-0.18	-3.01	-1.26	-0.63
2	4	2	-0.57	1.33	-0.63	0.35	-0.83	0.02
3	1	5	3.26	0.02	0.00	3.26	0.02	0.05
4	5	3	3.26	-0.02	0.05	3.26	-0.02	0.00
5	3	2	-0.90	0.00	0.00	-0.90	0.00	0.01
6	4	3	-3.54	0.00	0.00	-3.54	0.00	0.00
7	5	4	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.23	-0.55	-0.18



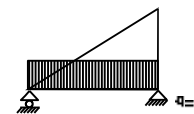
Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	3.26	2.37	-0.18	-3.26	-0.02	0.63
2	4	2	0.00	1.45	-0.63	0.00	0.90	-0.02
3	1	5	-3.26	0.02	0.00	3.26	-0.02	-0.05
4	5	3	-3.26	-0.02	0.05	3.26	0.02	0.00
5	3	2	0.00	0.90	0.00	0.00	-0.90	-0.01
6	4	3	3.26	-1.39	0.00	-3.26	1.39	0.00
7	5	4	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.18

(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	-3.71	0.01	0.01	-3.71	0.01	0.04
2	4	2	0.01	-0.02	0.04	0.01	-0.02	0.00
3	1	5	3.41	0.89	0.01	3.41	-1.46	-0.67
4	5	3	3.41	1.47	-0.67	3.41	-0.88	0.01
5	3	2	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
6	4	3	-3.70	0.00	0.00	-3.70	0.00	0.00
7	5	4	2.93	0.00	0.00	2.93	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



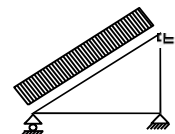
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλας προς τα κάτω)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	3.41	1.46	0.01	-3.41	-1.46	-0.04
2	4	2	0.00	-0.02	0.04	0.00	0.02	0.00
3	1	5	-3.41	0.89	0.01	3.41	1.46	0.67
4	5	3	-3.41	1.47	-0.67	3.41	0.88	-0.01
5	3	2	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.02	0.00
6	4	3	3.41	-1.45	0.00	-3.41	1.45	0.00
7	5	4	0.00	-2.93	0.00	0.00	2.93	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(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	4	-2.63	0.96	0.00	-2.63	-1.59	-0.81
2	4	2	0.40	1.60	-0.81	0.40	-0.95	0.02
3	1	5	2.04	0.02	0.00	2.04	0.02	0.04
4	5	3	2.04	-0.02	0.04	2.04	-0.02	0.00
5	3	2	-1.03	0.00	0.00	-1.03	0.00	0.01
6	4	3	-4.39	0.00	0.00	-4.39	0.00	0.00
7	5	4	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

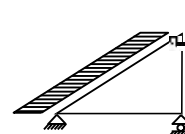
**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοιβών πίεση)**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	2.04	1.91	0.00	-3.04	0.44	0.81
2	4	2	-1.00	1.32	-0.81	0.00	1.03	-0.02
3	1	5	-2.04	0.02	0.00	2.04	-0.02	-0.04
4	5	3	-2.04	-0.02	0.04	2.04	0.02	0.00
5	3	2	0.00	1.03	0.00	0.00	-1.03	-0.01
6	4	3	4.04	-1.72	0.00	-4.04	1.72	0.00
7	5	4	0.00	0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	3.64	0.40	-0.08	1.29	-0.60	-0.34
2	4	2	2.50	0.63	-0.34	0.15	-0.37	0.01
3	1	5	-4.16	-0.01	0.00	-4.16	-0.01	-0.03
4	5	3	-4.16	0.01	-0.03	-4.16	0.01	0.00
5	3	2	-0.40	0.00	0.00	-0.40	0.00	0.00
6	4	3	-1.74	0.00	0.00	-1.74	0.00	0.00
7	5	4	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.60	-0.26	-0.08

**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	-3.50	-1.06	-0.08	0.95	1.06	0.34
2	4	2	-2.55	-0.40	-0.34	0.00	0.40	-0.01
3	1	5	4.16	-0.01	0.00	-4.16	0.01	0.03
4	5	3	4.16	0.01	-0.03	-4.16	-0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.40	0.00	0.00	-0.40	0.00
6	4	3	1.60	-0.68	0.00	-1.60	0.68	0.00
7	5	4	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.65	0.00	0.08

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

**8.2. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις****Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: ( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 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	-11.36	2.32	-0.46	-9.00	-3.21	-1.60	-10.37	0.00	0.79
2	4	2	-1.46	3.41	-1.60	0.90	-2.12	0.04	-0.01	0.00	1.08
3	1	5	9.54	0.36	0.00	9.54	-0.46	-0.11	9.54	0.00	0.19
4	5	3	9.54	0.46	-0.11	9.54	-0.36	0.01	9.54	0.00	0.19
5	3	2	-2.31	0.01	0.00	-2.31	0.01	0.01	-2.31	0.01	0.01
6	4	3	-10.36	0.00	0.00	-10.36	0.00	0.00	-10.36	0.00	0.00
7	5	4	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.60	-1.41	-0.46	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.093 [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	-4.30	0.99	-0.20	-3.29	-1.37	-0.69	-3.87	0.00	0.33
2	4	2	-0.62	1.46	-0.69	0.38	-0.90	0.02	0.00	0.00	0.46
3	1	5	3.57	0.02	0.00	3.57	0.02	0.05	3.57	0.02	0.02
4	5	3	3.57	-0.02	0.05	3.57	-0.02	0.00	3.57	-0.02	0.02
5	3	2	-0.98	0.00	0.00	-0.98	0.00	0.01	-0.98	0.00	0.00
6	4	3	-3.87	0.00	0.00	-3.87	0.00	0.00	-3.87	0.00	0.00
7	5	4	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.26	-0.60	-0.20	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173 [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	-0.45	0.17	0.00	-0.45	-0.28	-0.14	-0.45	-0.02	0.08
2	4	2	0.07	0.28	-0.14	0.07	-0.16	0.00	0.07	0.00	0.08
3	1	5	0.35	0.00	0.00	0.35	0.00	0.01	0.35	0.00	0.00
4	5	3	0.35	0.00	0.01	0.35	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
5	3	2	-0.18	0.00	0.00	-0.18	0.00	0.00	-0.18	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	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	-1.38	0.32	-0.06	-1.05	-0.44	-0.22	-1.24	0.00	0.11
2	4	2	-0.20	0.47	-0.22	0.12	-0.29	0.01	0.00	0.00	0.15
3	1	5	1.14	0.01	0.00	1.14	0.01	0.02	1.14	0.01	0.01
4	5	3	1.14	-0.01	0.02	1.14	-0.01	0.00	1.14	-0.01	0.01
5	3	2	-0.31	0.00	0.00	-0.31	0.00	0.00	-0.31	0.00	0.00
6	4	3	-1.24	0.00	0.00	-1.24	0.00	0.00	-1.24	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
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.08	-0.19	-0.06	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Αεχ) Σεισμός Αεχ qh=0.355x(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	3.58	0.39	-0.08	1.27	-0.59	-0.33	2.61	-0.02	0.12
2	4	2	2.47	0.62	-0.33	0.15	-0.36	0.01	1.04	0.02	0.17
3	1	5	-4.09	-0.01	0.00	-4.09	-0.01	-0.03	-4.09	-0.01	-0.01
4	5	3	-4.09	0.01	-0.03	-4.09	0.01	0.00	-4.09	0.01	-0.01
5	3	2	-0.39	0.00	0.00	-0.39	0.00	0.00	-0.39	0.00	0.00
6	4	3	-1.72	0.00	0.00	-1.72	0.00	0.00	-1.72	0.00	0.00
7	5	4	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.59	-0.25	-0.08	0.00	0.00	0.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Αεγ) Σεισμός Αεγ qv=0.383x(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	-4.68	0.96	-0.19	-3.70	-1.34	-0.66	-4.27	0.00	0.33
2	4	2	-0.61	1.42	-0.66	0.37	-0.88	0.02	0.00	0.00	0.45
3	1	5	3.93	0.14	0.00	3.93	-0.17	-0.04	3.93	0.00	0.08
4	5	3	3.93	0.17	-0.04	3.93	-0.14	0.00	3.93	0.00	0.08
5	3	2	-0.96	0.00	0.00	-0.96	0.00	0.01	-0.96	0.00	0.00
6	4	3	-4.27	0.00	0.00	-4.27	0.00	0.00	-4.27	0.00	0.00
7	5	4	0.35	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.25	-0.59	-0.19	0.00	0.00	0.00

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

### 8.3. Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: ( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	9.54	6.58	-0.46	-9.54	-0.57	1.60
2	4	2	0.01	3.71	-1.60	-0.01	2.31	-0.04
3	1	5	-9.54	0.36	0.00	9.54	0.46	0.11
4	5	3	-9.54	0.46	-0.11	9.54	0.36	-0.01
5	3	2	-0.01	2.31	0.00	0.01	-2.31	-0.01
6	4	3	9.53	-4.06	0.00	-9.53	4.06	0.00
7	5	4	0.00	-0.92	0.00	0.00	0.92	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	0.46

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.093 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x [kN]	F1y [kN]	M1 [kNm]	F2x [kN]	F2y [kN]	M2 [kNm]
1	1	4	3.57	2.59	-0.20	-3.57	-0.02	0.69
2	4	2	0.00	1.59	-0.69	0.00	0.98	-0.02
3	1	5	-3.57	0.02	0.00	3.57	-0.02	-0.05
4	5	3	-3.57	-0.02	0.05	3.57	0.02	0.00
5	3	2	0.00	0.98	0.00	0.00	-0.98	-0.01
6	4	3	3.56	-1.52	0.00	-3.56	1.52	0.00
7	5	4	0.00	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.20

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	4	0.35	0.33	0.00	-0.53	0.08	0.14
2	4	2	-0.17	0.23	-0.14	0.00	0.18	0.00
3	1	5	-0.35	0.00	0.00	0.35	0.00	-0.01
4	5	3	-0.35	0.00	0.01	0.35	0.00	0.00
5	3	2	0.00	0.18	0.00	0.00	-0.18	0.00
6	4	3	0.70	-0.30	0.00	-0.70	0.30	0.00
7	5	4	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	1.14	0.83	-0.06	-1.14	-0.01	0.22
2	4	2	0.00	0.51	-0.22	0.00	0.31	-0.01
3	1	5	-1.14	0.01	0.00	1.14	-0.01	-0.02
4	5	3	-1.14	-0.01	0.02	1.14	0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.31	0.00	0.00	-0.31	0.00
6	4	3	1.14	-0.49	0.00	-1.14	0.49	0.00
7	5	4	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.06

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(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	-3.45	-1.04	-0.08	0.94	1.04	0.33
2	4	2	-2.51	-0.39	-0.33	0.00	0.39	-0.01
3	1	5	4.09	-0.01	0.00	-4.09	0.01	0.03
4	5	3	4.09	0.01	-0.03	-4.09	-0.01	0.00
5	3	2	0.00	0.39	0.00	0.00	-0.39	0.00
6	4	3	1.58	-0.67	0.00	-1.58	0.67	0.00
7	5	4	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	-0.64	0.00	0.08

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

**Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(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	3.93	2.72	-0.19	-3.93	-0.22	0.66
2	4	2	0.00	1.54	-0.66	0.00	0.96	-0.02
3	1	5	-3.93	0.14	0.00	3.93	0.17	0.04
4	5	3	-3.93	0.17	-0.04	3.93	0.14	0.00
5	3	2	0.00	0.96	0.00	0.00	-0.96	-0.01
6	4	3	3.93	-1.67	0.00	-3.93	1.67	0.00
7	5	4	0.00	-0.35	0.00	0.00	0.35	0.00
8	6	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.19

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

#### 8.4. Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.04	-0.02	0.00	-0.01
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-1.03	-0.39	-0.05	-0.12
5	-1.04	-0.39	-0.05	-0.12
6	1.08	0.44	0.15	0.14

**8.5. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
1	Fy	8.48	3.27	0.33	1.05
3	Fx	0.00	0.00	-0.35	0.00
3	Fy	6.72	2.52	0.48	0.81

**9. Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
( Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 2.354$ , $G_{k2} = 0.350$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.093$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.173$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i = 0.350$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός $A_eX q_h=0.355x(G+0.20xQ_{k1})$	Accidental			
(Aey) Σεισμός $A_eY q_h=0.383x(G+0.20xQ_{k1})$	Accidental			

—

**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	9.077	0.000	15.129
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	12.858	0.000	16.073
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.519	9.796	-0.472	8.906
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	10.289	0.000	11.432
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.311	13.290	-0.283	12.082
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.519	12.443	-0.472	11.312
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.311	13.367	-0.283	12.152
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	6.362	8.279	7.952	10.348
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.000	9.997	0.000	12.496
	Μέγιστες τιμές			6.362	12.858	7.952	16.073
10	γg.Gk+γq.Qk2=0.9Gk+1.5Qk2, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	-0.519	6.770	-0.472	6.155

—

**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	11.445	0.000	19.074
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	16.349	0.000	20.437
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.945	0.000	10.859
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	13.016	0.000	14.462
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	16.650	0.000	15.136
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	15.379	0.000	13.980
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	16.749	0.000	15.227
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.000	10.182	0.000	12.728
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	0.000	12.629	0.000	15.786
	Μέγιστες τιμές			0.000	16.349	0.000	20.437
10	γg.Gk+γq.Qk2=0.9Gk+1.5Qk2, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	0.000	8.130	0.000	7.391

—

**10. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****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 $G_{k1} = 2.354$ , $G_{k2} = 0.350$	-1.044	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.093$	-0.386	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.173$	-0.052	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.044	1.878
2 Gk + Qk1	1.429	2.326
3 Gk + Qk2	1.096	1.930
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	1.461	2.357
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	1.366	2.262

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 5**

w.inst = 1.461 mm, w.fin = 2.357 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 5

w.inst = 1.461 mm &lt; L/300=4700/300= 15.667 mm

w.net,fin = 2.357 mm &lt; L/250=4700/250= 18.800 mm

w.fin = 2.357 mm &lt; L/200=4700/200= 23.500 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**10.2. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 2** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	1.924	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	0.893	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	0.000	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	1.924	3.463
2 Gk + Qk1	2.817	4.499
3 Gk + Qk2	1.924	3.463
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	2.817	4.499
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	2.549	4.231

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 2**

w.inst = 2.817 mm, w.fin = 4.499 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 2

w.inst = 2.817 mm &lt; L/300=2554/300= 8.513 mm

w.net,fin = 4.499 mm &lt; L/250=2554/250= 10.216 mm

w.fin = 4.499 mm &lt; L/200=2554/200= 12.770 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**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	15.00540	0.06664
2	16.95095	0.05899
3	20.05478	0.04986
4	41.25288	0.02424
5	46.27087	0.02161

**11.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-25.553	2.016	7.665	3.591
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-27.220	2.229	8.481	3.984
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.558	1.195	4.559	2.150
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-19.329	1.548	5.888	2.762
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.169	1.678	6.395	3.012
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-18.659	1.559	5.950	2.807
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-20.288	1.688	6.435	3.031
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-6.038	0.786	3.023	1.444
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-11.815	0.941	3.577	1.677
	Μέγιστες τιμές			-27.220	2.229	8.481	3.984

**11.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2****Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.783 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=160 mm, A= 12 800 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=1.783 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.783/12800=0.14N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-21.776 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=160 mm, A= 12 800 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γ<sub>M</sub>=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-21.776 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x21.776/12800=1.70N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=6.785 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=160 mm, A= 8 640 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γ<sub>M</sub>=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=6.785 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x6.785/8640=1.18N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=3.187 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=160mm, A=1.28x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=3.41x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.71x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 3.187 / (0.3413 \times 10^6) = 9.34 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.759+0.000=0.76 < 1$  (EC5 Εξ.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.531+0.000=0.53 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη,  $F_{c0d}=-21.776\text{kN}$ ,  $M_{yd}=3.186\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.2.4)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 21.776 / 12800 = 1.70 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 3.186 / (0.3413 \times 10^6) = 9.33 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.021 + 0.758 + 0.000 = 0.78 < 1$  (EC5 Εξ.6.19)  
 $(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.021 + 0.531 + 0.000 = 0.55 < 1$  (EC5 Εξ.6.20)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-21.776\text{kN}$ ,  $M_{yd}=3.186\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 21.776 / 12800 = 1.70 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 3.186 / (0.3413 \times 10^6) = 9.33 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη Λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 2.554 = 2.554 \text{ m} = 2554 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.12 \times 2.554 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/2.55=0.12$ )

#### Λυγηρότητες

$i_y = \sqrt{O(I_y/A)} = 0.289 \times 160 = 46 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y = 2554 / 46 = 55.52$   
 $i_z = \sqrt{O(I_z/A)} = 0.289 \times 80 = 23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z = 300 / 23 = 13.04$

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 20.49 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y} = \sqrt{\sigma_{c0k} / \sigma_{c,crity}} = 0.96$  (EC5 Εξ.6.21)  
 $\sigma_{c,critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 371.47 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z} = \sqrt{\sigma_{c0k} / \sigma_{c,critz}} = 0.23$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.03$ ,  $K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 0.717$  (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)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.203 + 0.758 + 0.000 = 0.96 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.146 + 0.531 + 0.000 = 0.68 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=3.187 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 3.187 / (0.3413 \times 10^6) = 9.34 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ **Μήκη Αυγισμού** $S_{ky}=1.00 \times 2.554=2.554 \text{ m}=2554 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 2554=2299 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.12 \times 2.554=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/2.55=0.12$ )**Αυξηρότητες** $i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 160=46 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=2554/46=55.52$  $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80=23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$  $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 80^2 \times 6400 / (160 \times 2299) = 86.87 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32) $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 160^2 \times 6400 / (80 \times 270) = 5916.44 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32)**Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{m,crit,y}=86.87 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{myk}/\sigma_{m,crit,y})=0.48$  (EC5 Εξ.6.30) $\sigma_{m,crit,z}=5916.44 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{mk}/\sigma_{m,crit,z})=0.06$  (EC5 Εξ.6.30) $\lambda_{rel,y}=0.48$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,y}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\lambda_{rel,z}=0.06$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crit,z}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.759 + 0.000 = 0.76 < 1$  (EC5 Εξ.6.33) $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crit,y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{crit,z} \cdot f_{mzd}) = 0.531 + 0.000 = 0.53 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.783 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=3.186 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.783 / 12800 = 0.14 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 3.186 / (0.3413 \times 10^6) = 9.33 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.020 + 0.758 + 0.000 = 0.78 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.020 + 0.531 + 0.000 = 0.55 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.3. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)**Ανω πέλμα ράβδοι: 8**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.352	3.177	1.036
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.495	3.514	1.146
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.737	1.733	0.565
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	1.038	2.440	0.796
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.087	2.556	0.833
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.982	2.309	0.753
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.095	2.572	0.839
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.043	1.248	0.407
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.631	1.482	0.483
	Μέγιστες τιμές			0.000	1.495	3.514	1.146

**11.4. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 8****Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.196 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=160 mm, A= 12 800 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=1.196 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.196/12800=0.09N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=2.811 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=160 mm, A= 8 640 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γ<sub>M</sub>=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=2.811 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x2.811/8640=0.49N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.917 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=160mm, A=1.28x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=3.41x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.71x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.917/(0.3413x10<sup>6</sup>)= 2.69 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(0.1707x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.218+0.000= 0.22 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.153+0.000= 0.15 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=0.917 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.917 / (0.3413 \times 10^6) = 2.69 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$ **Μήκη λυγισμού** $S_{ky}=1.00 \times 0.652 = 0.652 \text{ m} = 652 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 652 = 587 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές) $S_{kz}=0.46 \times 0.652 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300 = 270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/0.65=0.46$ )**Λυγηρότητες** $i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 160 = 46 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=652/46=14.18$  $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 80 = 23 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/23=13.04$  $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 80^2 \times 6400 / (160 \times 587) = 340.25 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32) $\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 160^2 \times 6400 / (80 \times 270) = 5916.44 \text{ N/mm}^2$  (EC5 Εξ.6.32)**Κρίσιμες τάσεις** $\sigma_{m,crity}=340.25 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,my}=O(f_{myk}/\sigma_{m,crity})=0.24$  (EC5 Εξ.6.30) $\sigma_{m,critz}=5916.44 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,mz}=O(f_{mk}/\sigma_{m,critz})=0.06$  (EC5 Εξ.6.30) $\lambda_{rel,my}=0.24$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{crity}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\lambda_{rel,mz}=0.06$ , ( $\lambda_{rel} \leq 0.75$ ),  $K_{critz}=1.00$  (EC5 Εξ.6.34) $\sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.218 + 0.000 = 0.22 < 1$  (EC5 Εξ.6.33) $K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.153 + 0.000 = 0.15 < 1$  (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.196 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=0.917 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.196 / 12800 = 0.09 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.917 / (0.3413 \times 10^6) = 2.69 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.1707 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.013 + 0.218 + 0.000 = 0.23 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.013 + 0.153 + 0.000 = 0.17 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 8 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=1.196 \text{ kN}$ ,  $M_{yd}=0.917 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=3.41 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=1.71 \times 10^5 \text{ mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$

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

$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 1.196/12800=0.09 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 0.917/(0.3413 \times 10^6)=2.69 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000/(0.1707 \times 10^6)=0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.013+0.218+0.000=0.23 < 1$  (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.013+0.153+0.000=0.17 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	21.470	1.038	0.432
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	22.789	0.737	0.368
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	12.193	0.562	0.240
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	16.217	0.680	0.301
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	16.863	0.534	0.270
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	15.597	0.541	0.262
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	16.962	0.533	0.271
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	4.310	0.328	0.129
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	9.919	0.442	0.190
	Μέγιστες τιμές			0.000	22.789	1.038	0.432

**11.6. Έλεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4**

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 2

**Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=18.231 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=160 mm, A= 12 800 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=18.231 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x18.231/12800=1.42N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 1

**Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.623 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x80=54 mm, h=160 mm, A= 8 640 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.60x3.60/1.30=1.66N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=0.623 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.623/8640=0.11N/mm<sup>2</sup> < 1.66N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης No 1

**Έλεγχος κάμψης, Myd=0.259 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=160mm, A=1.28x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=3.41x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.71x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60x20.00/1.30=9.23N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60x20.00/1.30=9.23N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.259/(0.3413x10<sup>6</sup>)= 0.76 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(0.1707x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.082+0.000= 0.08 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.058+0.000= 0.06 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=18.231\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.294\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28\times 10^4\text{mm}^2$ ,  $W_y=3.41\times 10^5\text{mm}^3$ ,  $W_z=1.71\times 10^5\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod}\cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.80\times 11.50/1.30=7.08\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 20.00/1.30=12.31\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000\times 18.231/12800= 1.42\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 0.294/(0.3413\times 10^6)= 0.86\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(0.1707\times 10^6)= 0.00\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{md}=0.201+0.070+0.000= 0.27 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{md}=0.201+0.049+0.000= 0.25 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d}=12.881\text{kN}$ ,  $M_{yd}=0.259\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.2.3)Ορθογωνική διατομή,  $b=80\text{mm}$ ,  $h=160\text{mm}$ ,  $A=1.28\times 10^4\text{mm}^2$ ,  $W_y=3.41\times 10^5\text{mm}^3$ ,  $W_z=1.71\times 10^5\text{mm}^3$ Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.60$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3) $f_{t0k}=11.50\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{t0d}=K_{mod}\cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.60\times 11.50/1.30=5.31\text{N/mm}^2$  $f_{myk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60\times 20.00/1.30=9.23\text{N/mm}^2$  $f_{mk}=20.00\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60\times 20.00/1.30=9.23\text{N/mm}^2$ Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2)) $\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000\times 12.881/12800= 1.01\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6\times 0.259/(0.3413\times 10^6)= 0.76\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6\times 0.000/(0.1707\times 10^6)= 0.00\text{ N/mm}^2$  $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{md}=0.190+0.082+0.000= 0.27 < 1$  (EC5 Εξ.6.17) $\sigma_{t0d}/f_{t0d}+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{md}=0.190+0.058+0.000= 0.25 < 1$  (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.7. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 5**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	-5.188	0.000	0.016	0.029
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.733	0.000	0.017	0.032
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.074	0.000	0.009	0.017
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.983	0.000	0.012	0.022
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.315	0.000	0.013	0.024
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.011	0.000	0.012	0.022
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-4.343	0.000	0.013	0.024
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-2.023	0.000	0.006	0.011
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-2.420	0.000	0.007	0.014
	Μέγιστες τιμές			-5.733	0.000	0.017	0.032

**11.8. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 5****Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-4.586 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-4.586 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x4.586/11200=0.41N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Διατμητική τάση αμελητέα, ο έλεγχος διάτμησης παραλείπεται** (EC5 §6.1.7)**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης παραλείπεται** (EC5 §6.1.6)**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)**Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος λυγισμού, Fc0d=-4.586 kN** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3, E005=6400MPa)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup>fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x4.586/11200= 0.41 N/mm<sup>2</sup>Μήκη λυγισμού

Sky= 1.00x2.000=2.000 m= 2000 mm (πιο δυσμενές)

Skz= 1.00x2.000=2.000 m= 2000 mm (πιο δυσμενές)

Λυγηρότητες

$$i_y = O(I_y/A) = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}, \lambda_y = 2000 / 40 = 50.00$$

$$i_z = O(I_z/A) = 0.289 \times 80 = 23 \text{ mm}, \lambda_z = 2000 / 23 = 86.96$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 25.27 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = O(f_{c0k} / \sigma_{c,crity}) = 0.87 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 8.35 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = O(f_{c0k} / \sigma_{c,critz}) = 1.51 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (φυσικό ξύλο)}$$

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.93, K_{cy} = 1 / (k_y + O(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)) = 0.784 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 1.76, K_{cz} = 1 / (k_z + O(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)) = 0.376 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) = 0.04 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) = 0.09 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση παραλείπεται** (EC5 §6.3.3)

**11.9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 6**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

—

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	-23.315	0.000	0.001	0.002
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-24.747	0.000	0.001	0.002
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-13.753	0.000	0.000	0.001
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-17.611	0.000	0.001	0.002
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-18.620	0.000	0.000	0.001
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-17.450	0.000	0.000	0.001
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-18.727	0.000	0.000	0.001
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	-8.987	0.000	0.000	0.001
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-10.771	0.000	0.000	0.001
	Μέγιστες τιμές			-24.747	0.000	0.001	0.002

—

**11.10. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 6****Ράβδοι: 6 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-19.798 kN**

(EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-19.798 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x19.798/11200=1.77N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ράβδοι: 6 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος Λυγισμού, Fc0d=-19.798 kN** (EC5 §6.3.2)Ορθογωνική διατομή, b=80mm, h=140mm, A=1.12x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=2.61x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=1.49x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3, E005=6400MPa)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup>fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

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

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x19.798/11200= 1.77 N/mm<sup>2</sup>Μήκη Λυγισμού

Sky= 1.00x2.554=2.554 m= 2554 mm (πιο δυσμενές)

Skz= 1.00x2.554=2.554 m= 2554 mm (πιο δυσμενές)

Λυγηρότητες

iy=O(Iy/A)=0.289x 140= 40 mm, λy= 2554/ 40= 63.85

iz=O(Iz/A)=0.289x 80= 23 mm, λz= 2554/ 23=111.04

Κρίσιμες τάσειςσc,crity=π<sup>2</sup>E005/λy<sup>2</sup>= 15.49 N/mm<sup>2</sup>, λrel,y= O(fc0k/σc,crity)= 1.11 (EC5 Εξ.6.21)σc,critz=π<sup>2</sup>E005/λz<sup>2</sup>= 5.12 N/mm<sup>2</sup>, λrel,z= O(fc0k/σc,critz)= 1.93 (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=1.19$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+$

$O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.610$  (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=2.52$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+$

$O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=0.242$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{cd}/(K_{cy} \cdot f_{cd})=0.25 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{cd}/(K_{cz} \cdot f_{cd})=0.62 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**11.11. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ράβδοι: 7**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.354, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.173	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

—

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.075	0.001	0.001
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.473	0.001	0.001
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.124	0.000	0.000
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	1.359	0.001	0.001
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.067	0.001	0.001
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.081	0.001	0.001
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.065	0.001	0.001
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.655	0.000	0.000
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	0.000	0.883	0.000	0.000
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.075	0.001	0.001

—

**11.12. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 7****Ράβδοι: 7 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.245 kN**

(EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, b=80 mm, h=140 mm, A= 11 200 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.60x11.50/1.30=5.31N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=1.245 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.245/11200=0.11N/mm<sup>2</sup> < 5.31N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**12. Συνδέσεις ζευκτού****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  $d=80.0$  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)

$M_{yrk}=0.30 f_{yk} \cdot d^{2.6}=0.30 \times 400 \times 4.0^{2.6}=4411$  Nmm ( $f_{yk}=400\text{N/mm}^2$ ) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

**Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυγας** (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082 (1-0.01d) \rho_k=25.98\text{N/mm}^2$ , ( $\rho_k=330\text{kg/m}^3$ ,  $d=4.0\text{mm}$ ) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

**Μόνιμη δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=80.0$  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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=4.157$  kN

$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]=1.101$  kN

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.60 \times 1.101/1.30=1.016$  kN**

**Μεσοχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=80.0$  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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=4.157$  kN

$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]=1.101$  kN

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.80 \times 1.101/1.30=1.355$  kN**

**Βραχυχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημη σύνδεση** (EC5 §8.2.3)

$t_2=80.0$  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))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=4.157$  kN

$1.15 \cdot O[2M_{yrk} \cdot f_{hk} \cdot d]=1.101$  kN

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 0.90 \times 1.101/1.30=1.525$  kN**

**Στιγμιαία επίδραση**

**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου  $R_d=2K_{mod} \cdot F_{vrk}/\gamma_M=2 \times 1.10 \times 1.101/1.00=2.422$  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  $0.50 \times F_d$

**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 διαστάσε

BxH=110mmx70mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

6 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=20 mm, a2=16 mm

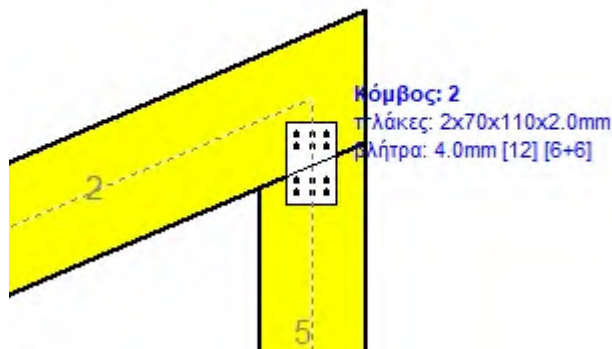
Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών  $f_y=240\text{N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών  $A_{net}=0.75b_t$  $F_a$ : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης $M_a$ : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσηςΜέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου  $F_n=F_a/n+aM_a/W$ 

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

 $A=nx_a$ : συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=6, ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=75\text{mm}^2$ ,  $r=22\text{mm}$ ,  $W=1157\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  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 $k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$F_n$ (kN)	$R_d$ (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-3.113	-0.085	0.555 < 1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.586	-0.125	0.818 < 1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.381	-0.092	0.603 < 2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.585	-0.098	0.640 < 1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.747	-0.129	0.847 < 2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.412	-0.120	0.787 < 2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.777	-0.130	0.852 < 2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.893	-0.079	0.516 < 2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-3.461	-0.094	0.617 < 2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-3.113	-0.085	19 < 115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.586	-0.125	28 < 154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.381	-0.092	21 < 264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.585	-0.098	22 < 173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.747	-0.129	29 < 264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.412	-0.120	27 < 264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.777	-0.130	29 < 264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.893	-0.079	18 < 264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-3.461	-0.094	21 < 264

**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 3 και 1, στον κόμβο 1**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=310mmx80mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

16 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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

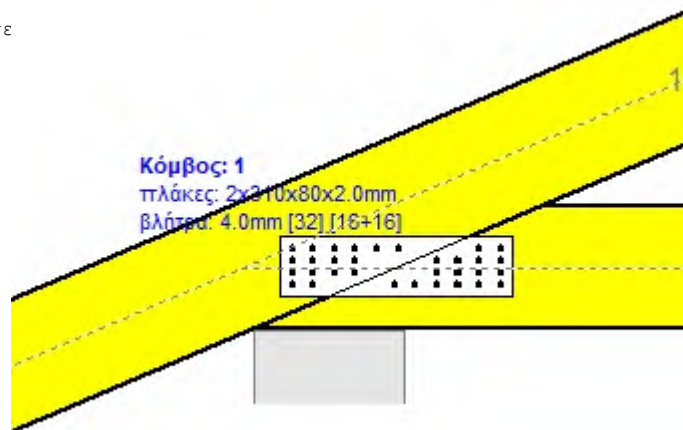
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=16, ( $n_{ef}=1.34n$ ),  $A=201\text{mm}^2$ ,  $r=48\text{mm}$ ,  $W=5403\text{mm}^3$ 

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 1, από ράβδο 3, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	12.891	0.017	0.817 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	18.238	0.018	1.152 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	13.421	0.017	0.850 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	14.603	0.017	0.924 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	18.556	0.019	1.172 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	17.164	0.018	1.085 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	18.665	0.019	1.179 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	6.173	0.012	0.394 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	14.192	0.018	0.899 <	2.422

**Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	12.891	0.017	57 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	18.238	0.018	80 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	13.421	0.017	60 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	14.603	0.017	64 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	18.556	0.019	81 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	17.164	0.018	75 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	18.665	0.019	82 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	6.173	0.012	28 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	14.192	0.018	63 <	264

**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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 2, με ράβδους 6 και 7, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=285mmx140mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

8 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

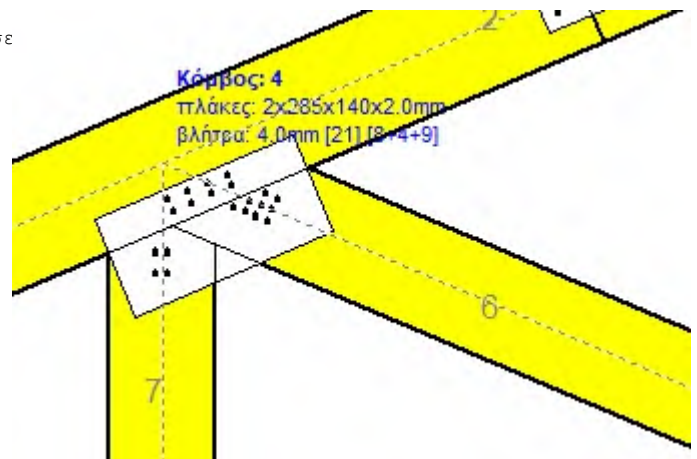
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=8, ( $n_{ef}=1.34n$ ),  $A=101\text{mm}^2$ ,  $r=43\text{mm}$ ,  $W=2455\text{mm}^3$ 

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 4, από ράβδους 6, 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-13.550	0.164	0.951 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-19.366	0.228	1.351 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.688	0.176	1.030 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-15.411	0.184	1.079 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.051	0.236	1.398 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-18.760	0.221	1.310 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.169	0.237	1.407 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-12.514	0.149	0.876 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-14.953	0.180	1.048 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-13.550	0.164	22 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-19.366	0.228	31 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-14.688	0.176	23 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-15.411	0.184	25 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.051	0.236	32 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-18.760	0.221	30 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.169	0.237	32 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-12.514	0.149	20 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-14.953	0.180	24 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 6, με ράβδους 1, 2 και 7, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=285mmx140mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

9 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

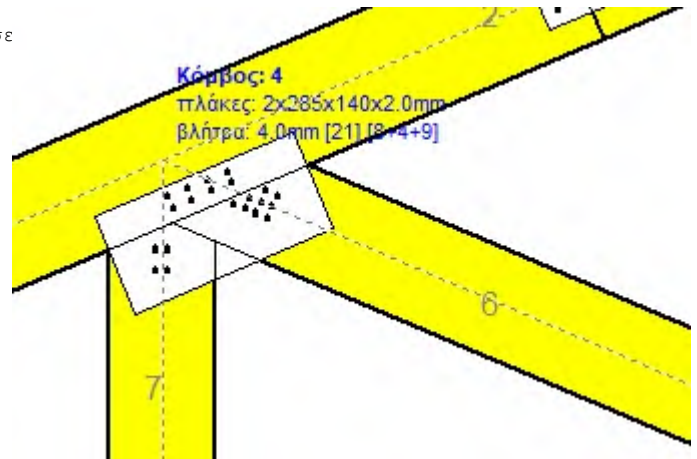
Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου  $F_n=Fa/n+aMa/W$ 

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=9, ( $n_{ef}=1.30n$ ),  $A=113\text{mm}^2$ ,  $r=23\text{mm}$ ,  $W=1706\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στον κόμβο 4 ,από ράβδο 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-13.989	0.000	0.778 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-19.798	0.000	1.101 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.128	0.000	0.841 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-15.850	0.000	0.881 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.482	0.000	1.139 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-19.195	0.000	1.067 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.600	0.000	1.145 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-12.852	0.000	0.714 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-15.402	0.000	0.856 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-13.989	0.000	17 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-19.798	0.000	24 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.128	0.000	18 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-15.850	0.000	19 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.482	0.000	24 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-19.195	0.000	23 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.600	0.000	25 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-12.852	0.000	15 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-15.402	0.000	18 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 7, με ράβδους 1, 2 και 6, στον κόμβο 4**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=285mmx140mm, 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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

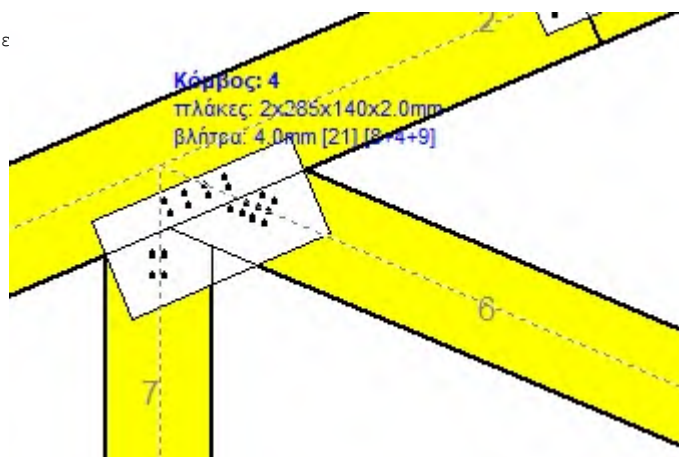
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

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)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	Rd (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	1.245	0.000	0.317 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	1.178	0.001	0.303 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.236	0.000	0.315 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	1.224	0.000	0.312 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.173	0.001	0.302 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	1.190	0.001	0.305 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.172	0.001	0.301 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.936	0.000	0.239 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	1.263	0.000	0.322 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	1.245	0.000	3 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	1.178	0.001	3 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.236	0.000	3 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	1.224	0.000	3 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.173	0.001	3 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	1.190	0.001	3 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.172	0.001	3 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.936	0.000	2 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	1.263	0.000	3 <	264

**12.5. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 5** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 7, με ράβδους 3 και 4, στον κόμβο 5**

Εκκλόνονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

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  $A_{net}=0.75bt$ 

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

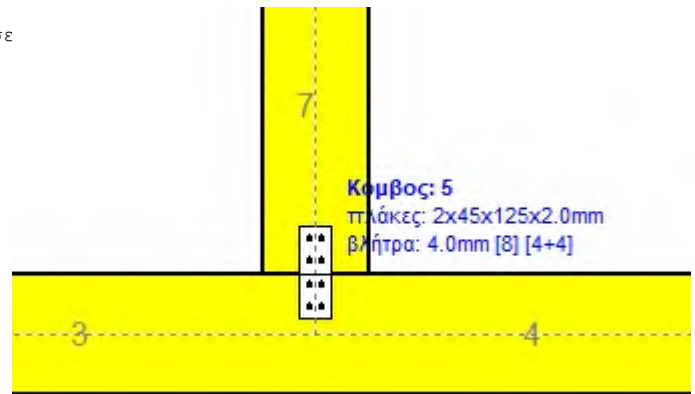
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

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 5, από ράβδο 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	1.245	0.000	0.311 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	1.178	0.000	0.295 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.236	0.000	0.309 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	1.224	0.000	0.306 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.173	0.000	0.294 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	1.190	0.000	0.298 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.172	0.000	0.293 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.936	0.000	0.235 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	1.263	0.000	0.316 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	1.245	0.000	9 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	1.178	0.000	9 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.236	0.000	9 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	1.224	0.000	9 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.173	0.000	9 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	1.190	0.000	9 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	1.172	0.000	9 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.936	0.000	7 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	1.263	0.000	9 <	264

**12.6. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 3** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 4 και 0, με ράβδους 5 και 6, στον κόμβο 3**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσε

BxH=355mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

12 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

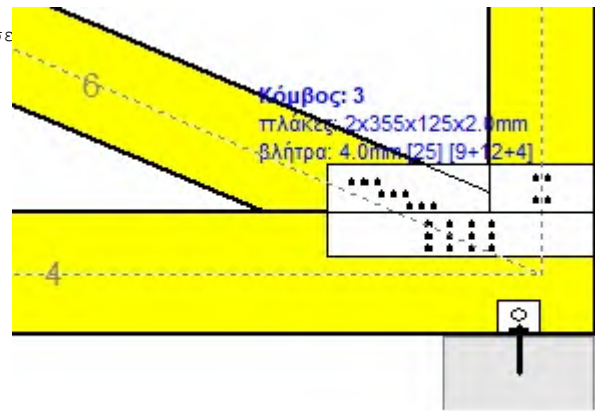
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=12, ( $n_{ef}=1.34n$ ),  $A=151\text{mm}^2$ ,  $r=45\text{mm}$ ,  $W=3861\text{mm}^3$ 

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 3, από ράβδους 5, 6, 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	-15.483	0.306	0.762 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-22.013	0.434	1.081 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-16.752	0.331	0.824 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-17.575	0.347	0.864 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-22.775	0.449	1.119 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-21.324	0.421	1.048 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-22.908	0.452	1.125 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-14.243	0.282	0.701 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-17.066	0.337	0.839 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-15.483	0.306	34 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-22.013	0.434	48 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-16.752	0.331	36 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-17.575	0.347	38 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-22.775	0.449	50 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-21.324	0.421	46 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-22.908	0.452	50 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-14.243	0.282	31 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-17.066	0.337	37 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 6, με ράβδους 4, 5 και 0, στον κόμβο 3**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεως

BxH=355mmx125mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

9 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

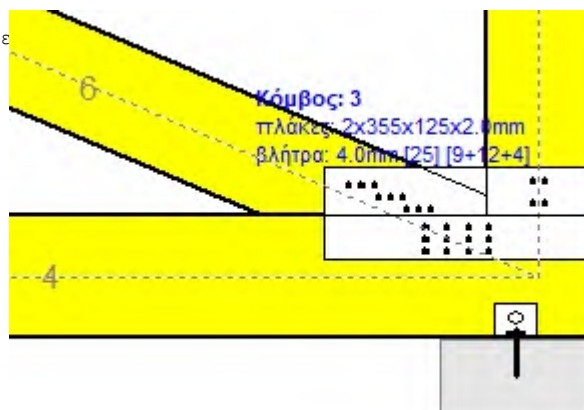
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=9, (nef=1.30n), A=113mm<sup>2</sup>, r=32mm, W=2432mm<sup>3</sup>

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 3, από ράβδο 6, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-13.989	-0.133	0.919 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-19.798	-0.188	1.300 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.128	-0.144	0.993 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-15.850	-0.150	1.041 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.482	-0.194	1.344 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-19.195	-0.182	1.260 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.600	-0.195	1.352 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-12.852	-0.122	0.844 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-15.402	-0.146	1.011 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-13.989	-0.133	24 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-19.798	-0.188	34 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-15.128	-0.144	26 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-15.850	-0.150	28 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.482	-0.194	36 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-19.195	-0.182	33 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-20.600	-0.195	36 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-12.852	-0.122	22 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-15.402	-0.146	27 <	264

**Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 5, με ράβδους 4, 6 και 0, στον κόμβο 3**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεως

BxH=355mmx125mm, 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

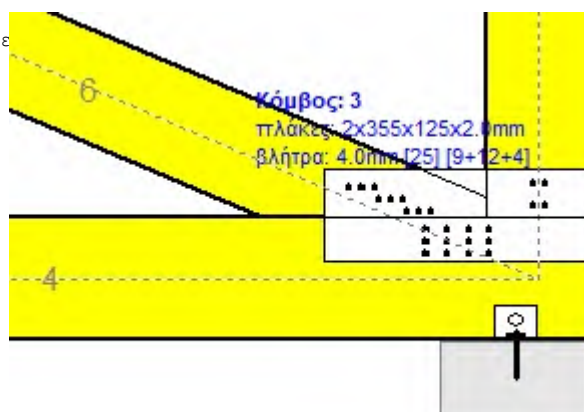
A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, (nef=1.00n), A=50mm<sup>2</sup>, r=16mm, W=811mm<sup>3</sup>

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

**Δυνάμεις στον κόμβο 3 ,από ράβδο 5, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	F <sub>n</sub> (kN)	R <sub>d</sub> (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-3.113	-0.002	0.400 <	1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.586	-0.002	0.585 <	1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.381	-0.002	0.434 <	2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.585	-0.002	0.460 <	1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.747	-0.002	0.605 <	2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.412	-0.002	0.563 <	2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.777	-0.002	0.609 <	2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.893	-0.001	0.370 <	2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-3.461	-0.002	0.444 <	2.422

**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ	σd (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-3.113	-0.002	4 <	115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.586	-0.002	6 <	154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.381	-0.002	5 <	264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.585	-0.002	5 <	173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.747	-0.002	6 <	264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.412	-0.002	6 <	264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.777	-0.002	6 <	264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	-2.893	-0.001	4 <	264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-3.461	-0.002	5 <	264

**12.7. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας****Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στο στοιχείο : 2** (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

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

**Έλεγχος σύνδεσης στοιχείου 2**

Εκλέγονται:

Δύο (2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=125mmx85mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

8 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=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W: ροπή αντίστασης σύνδεσης

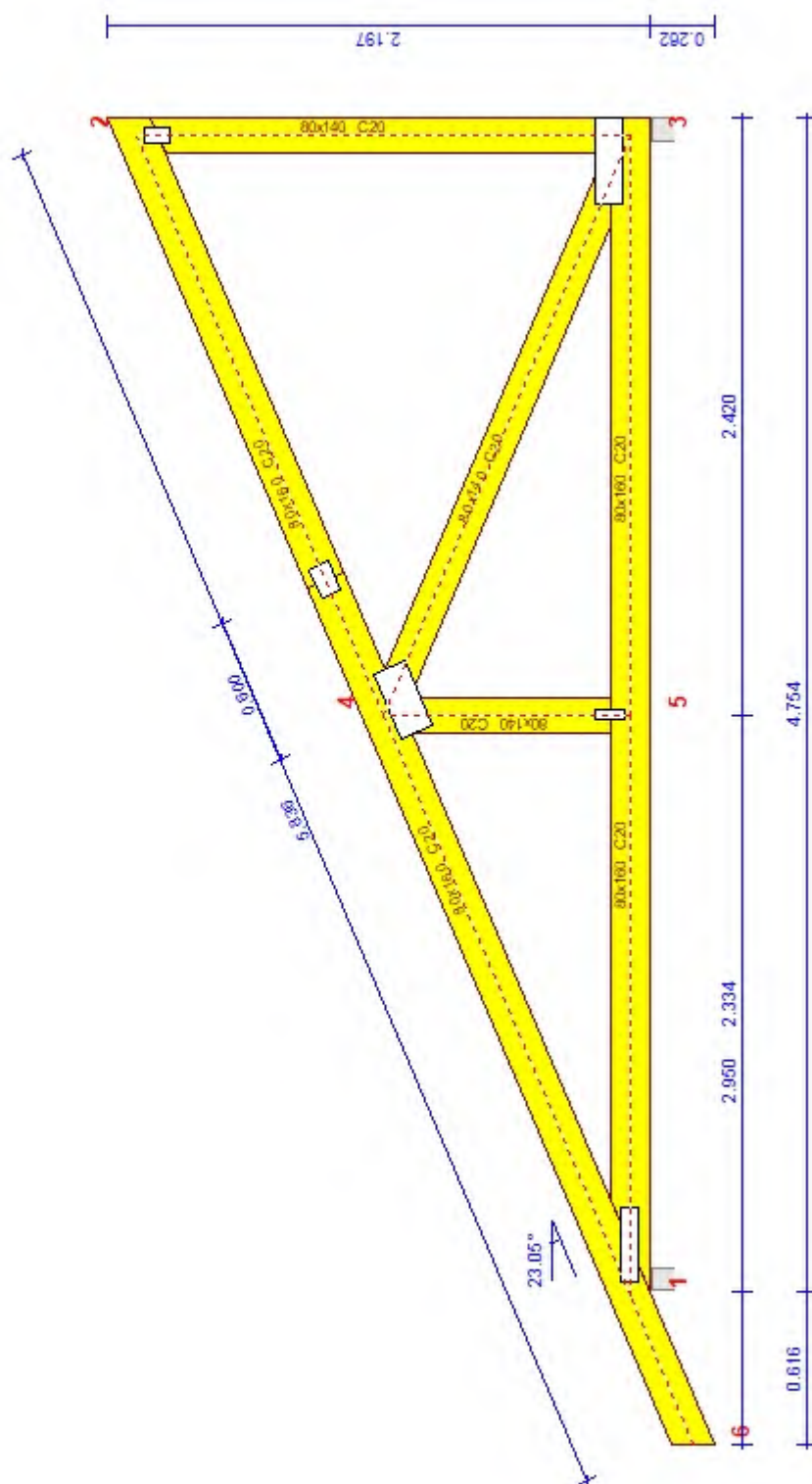
n=8, ( $n_{ef}=1.00n$ ),  $A=101\text{mm}^2$ ,  $r=28\text{mm}$ ,  $W=1867\text{mm}^3$  $\sigma$ ,  $\sigma_d$  ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa**Δυνάμεις στη σύνδεση στοιχείου 2, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)****Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

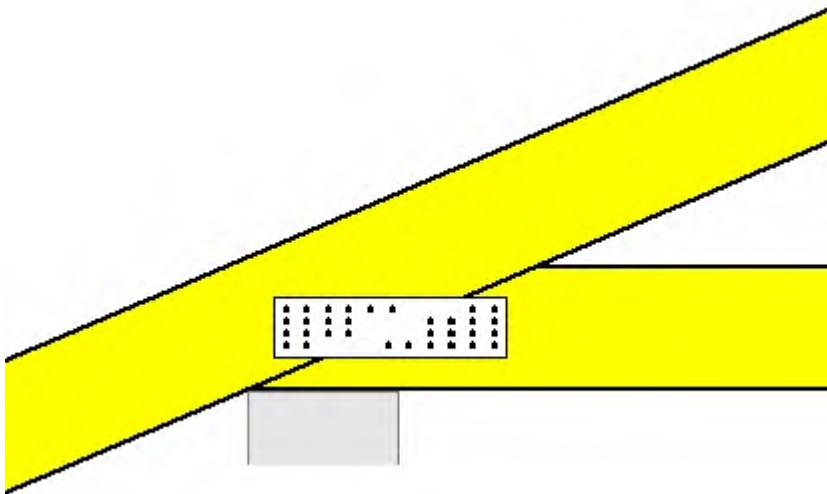
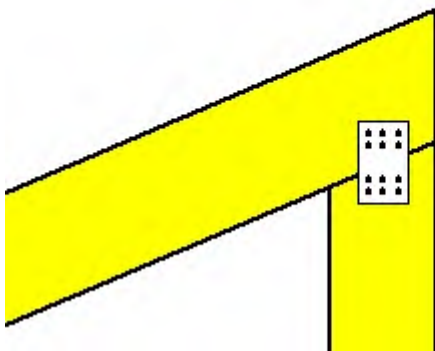
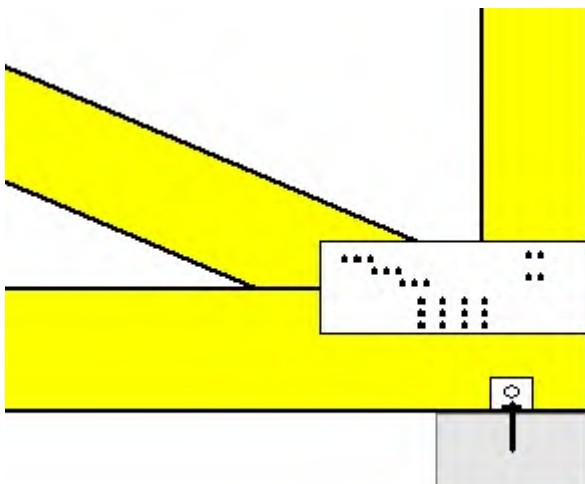
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_n$ (kN)	$F_v$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$F_n$	$R_d$ (kN)
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-1.221	2.845	0.078	0.418 < 1.016
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.802	4.198	0.108	0.604 < 1.355
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.117	3.105	0.071	0.432 < 2.422
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-1.407	3.278	0.088	0.478 < 1.525
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.739	4.354	0.104	0.612 < 2.422
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-1.523	4.052	0.092	0.562 < 2.422
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-1.751	4.382	0.104	0.616 < 2.422
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	0.940	2.681	0.036	0.721 < 2.422
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-1.358	3.164	0.086	0.463 < 2.422

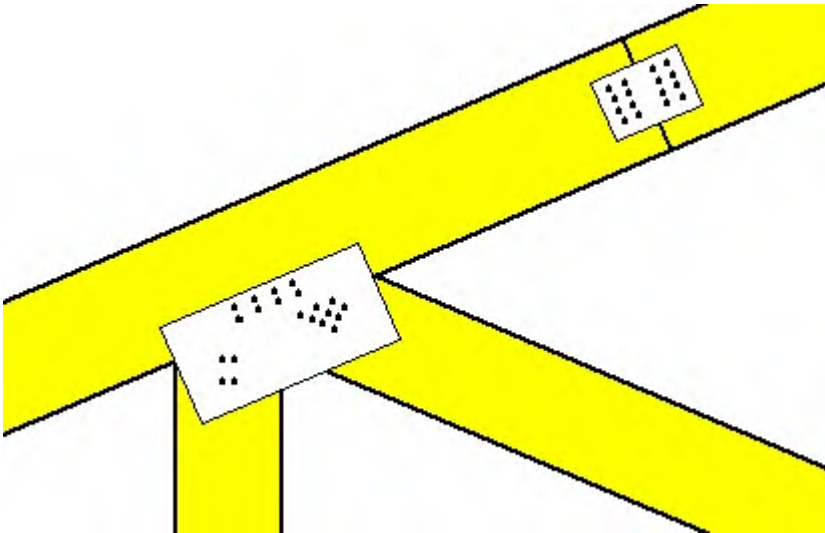
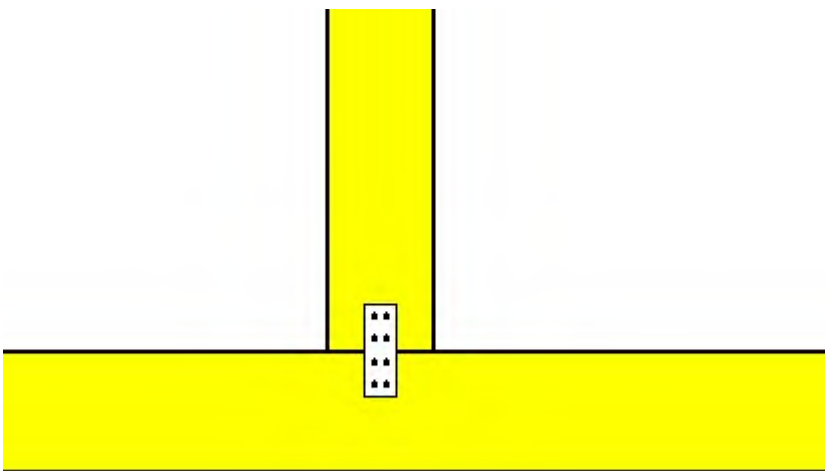
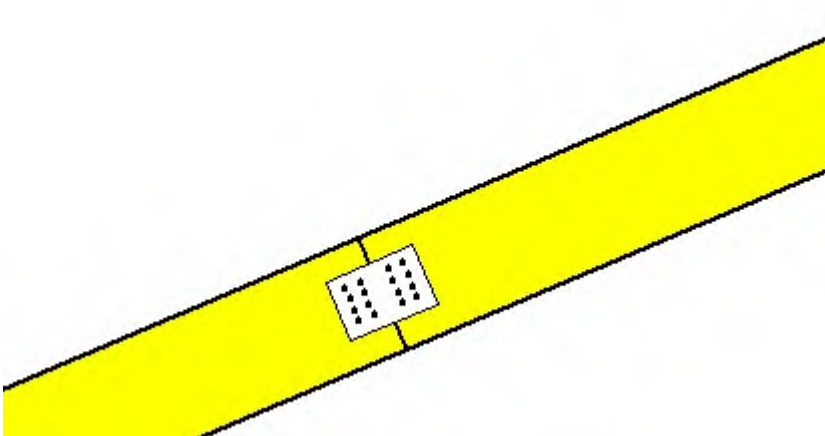
**Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας $k_{mod}$	$F_a$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$\sigma$	$\sigma_d$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-3.096	0.141	19 < 115
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.569	0.201	27 < 154
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.299	0.139	19 < 264
4	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.568	0.160	22 < 173
5	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.689	0.199	28 < 264
6	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.329	0.181	25 < 264
7	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.719	0.201	28 < 264
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10	2.841	0.095	29 < 264
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10	-3.443	0.155	21 < 264

**Κλίμακα 1:30**

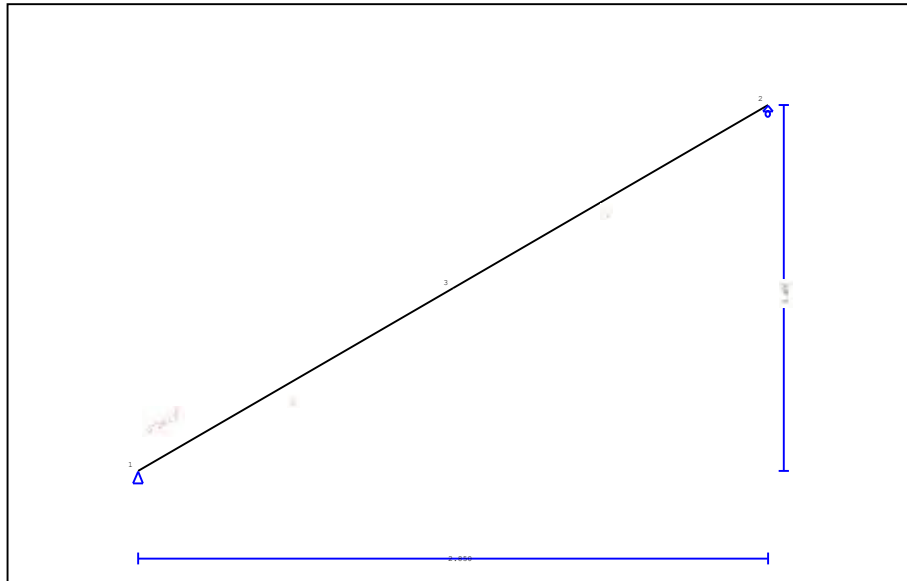


**Σύνδεσμος στον κόμβο 1**(κόμβος σε  $x=-0.204\text{ m}$ ,  $y=0.000\text{ m}$ )πλάκες:  $2 \times 310 \times 80 \times 2.0\text{mm}$ βλήτρα:  $4.0\text{mm}$  [32] [16+16]**Σύνδεσμος στον κόμβο 2**(κόμβος σε  $x=4.700\text{ m}$ ,  $y=2.000\text{ m}$ )πλάκες:  $2 \times 70 \times 110 \times 2.0\text{mm}$ βλήτρα:  $4.0\text{mm}$  [12] [6+6]**Σύνδεσμος στον κόμβο 3**(κόμβος σε  $x=4.700\text{ m}$ ,  $y=0.000\text{ m}$ )πλάκες:  $2 \times 355 \times 125 \times 2.0\text{mm}$ βλήτρα:  $4.0\text{mm}$  [25] [9+12+4]

**Σύνδεσμος στον κόμβο 4**(κόμβος σε  $x=2.453$  m,  $y=0.891$  m)**πλάκες:** 2x285x140x2.0mm**βλήτρα:** 4.0mm [21] [8+4+9]**Σύνδεσμος στον κόμβο 5**(κόμβος σε  $x=2.350$  m,  $y=0.080$  m)**πλάκες:** 2x45x125x2.0mm**βλήτρα:** 4.0mm [8] [4+4]**Σύνδεσμος ράβδου**(σε  $x=2.902$  m,  $y=1.235$  m)**πλάκες:** 2x125x85x2.0mm**βλήτρα:** 4.0mm [16] [8+8]

**1. ΜΟΝΟΡΙΧΤΗ ΩΣ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΗΜΙΣ. Νο 1**

Στέγη μονόριχτη δοκός

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από δοκούς ξυλεία C20. Τύπος στέγης όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
 Ανοιγμα 2.850 m, ύψος 1.400 m, κλίση στέγης 26.16°, απόσταση δοκών 0.700m  
 Πέτωμα από ξυλεία C20, πάχους 20 mm  
 Ράβδοι, Διατομή 120x200 [mm]  
 Ογκος δοκού = 0.076 m<sup>3</sup>, βάρος δοκού = 0.247 kN

**2.2. 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

**2.3. Μέθοδος υπολογισμού**

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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (δοκών) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)**

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας ≤ 20% (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub> = 1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας**

f<sub>mk</sub> = 20.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 11.5 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.4 MPa

f<sub>c0k</sub> = 19.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 2.3 MPa, f<sub>vk</sub> = 3.6 MPa

E<sub>0m</sub> = 9500 MPa, E<sub>005</sub> = 6400 MPa, E<sub>90m</sub> = 320 MPa

G<sub>m</sub> = 590 MPa, ρ<sub>k</sub> = 330 Kg/m<sup>3</sup>, ρ<sub>m</sub> = 390 Kg/m<sup>3</sup>

**2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M = 1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 11.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 19.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.3 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.6 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 9500 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 320 \text{ MPa}$  $G_m = 590 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 390 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Κατανεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

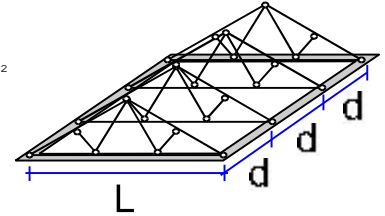
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. Φορτίου χιονιού**

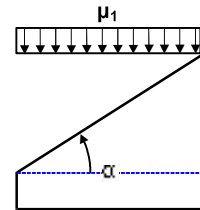
(EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

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

Κλιματική περιοχή : Ελλάδα, ζώνη χιονιού : B, υψόμετρο = 1100 m

 $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 26.162^\circ$ 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,  $\alpha = 26.16^\circ$ ,  $\mu_1 = 0.800$  (Πίνακας 5.2)

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

 $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου**

(EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

 $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα EL07, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν. A.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ. A.4, ... A.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

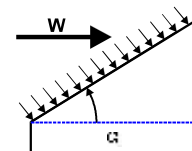
(Εξ. A.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

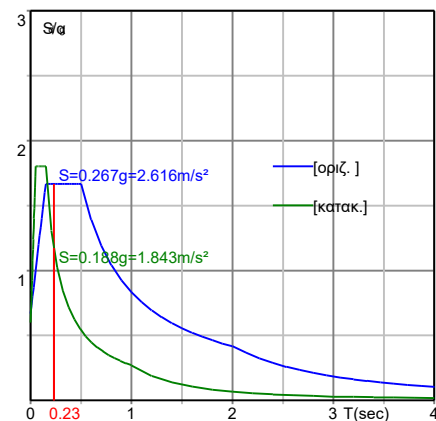
 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$ Πίεση ανέμου σε στέγη  $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$  (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

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

Για κλίση στέγης  $\alpha = 26.16^\circ$ ,  $C_{pe} = 0.35$ Πίεση ανέμου  $w_e = 0.280 \text{ kN/m}^2$ 

**5. 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)  $\zeta=1.33$   
 Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)  $T(\text{sec})=0.23$   
 Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων  $\psi_2=0.30$   
 Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού  $\psi_2=0.20$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b=0.15\text{sec}$ ,  $T_c=0.50\text{sec}$ ,  $T_d=2.00\text{sec}$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [κατακ.]:  $T_b=0.05\text{sec}$ ,  $T_c=0.15\text{sec}$ ,  $T_d=1.00\text{sec}$



Οριζόντιο :  $F_h = agr \cdot \gamma_i \cdot S \cdot \beta_h(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q$   
 $F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.355 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)  
 Κατακόρυφο:  $F_v = (avg/ag) \cdot agr \cdot \gamma_i \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$   
 $F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.383 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

## 6. Υπολογισμός σανιδώματος

### Στατικό σύστημα σανιδώματος

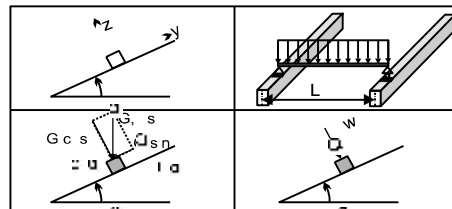
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

### Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C20, κλάση λειτουργίας: Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$   
Απόσταση δοκών  $L = 0.700\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 26.16^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

### Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.065 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = 0.280 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$



### Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.700 \text{ m}$ , πλάτος $=1.00 \text{ m}$ )

Φόρτιση	Δράση	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.065 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.963	0.168
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.440	0.077
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.280 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.098	0.017
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.449	0.307

### 6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

#### Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.564	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.258	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.057	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.80

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.564	1.015
2 Gk + Qk1	0.821	1.314
3 Gk + Qk2	0.621	1.072
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.856	1.348
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.802	1.294

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

### Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.856 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 1.348 \text{ mm}$

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

#### Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.856 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 1.348 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 1.348 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.166	0.379
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.450	0.429
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.316	0.230
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.590	0.486
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.862	0.326
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.736	0.304
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.450	0.486

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=1.960 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=1.960 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.960/13400=0.22N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.534 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x20.00/1.30=16.92N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x20.00/1.30=16.92N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.534/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 8.02 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.474+0.000= 0.47 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.332+0.000= 0.33 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός δοκού****Γεωμετρικά δεδομένα δοκού**

Μήκος  $L=2.850$  m, ύψος  $H=1.400$  m, απόσταση δοκών  $d=0.700$  m  
 Κλίση  $=49.12\%$ , γωνία  $\alpha=26.16^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.491$ ,  $\sin\alpha=0.441$ ,  $\cos\alpha=0.898$   
 Αριθμός κόμβων  $=3$ , αριθμός ράβδων  $=2$ , στηρίξεις  $2$

Συντεταγμένες κόμβων					Ιδιότητες στοιχείων δοκού					<sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	<sup>6</sup> ]	W <sub>y</sub> [mm <sup>3</sup> ]	<sup>5</sup> ]
Κόμβ.	x [m]	y [m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]					
1	0.000	0.000	11	1	1	3	120×200	1.588	24000	80.000×10		6	8.000×10	5
2	2.850	1.400	01	2	3	2	120×200	1.588	24000	80.000×10		6	8.000×10	5
3	1.425	0.700												

—

**Φορτία ανά δοκό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος δοκο  $=0.247$  kN  
 Απόσταση δοκών  $d=0.70$  m, Βάρος συνδέσμων δοκού  $=0.025$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m δοκού**

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού  $Gk1=2.300$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $Gk2=0.350$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Χιονιού  $Qk1=1.093$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m δοκού**

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

**Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Ανέμου  $Qk2=0.196$  kN/m

**Σεισμικά φορτία στιγμιαίας διάρκειας (kN/m), στη δοκό**

Σεισμός AeX  $q_h=0.355 \times (G+0.20 \times Qk1)$

Σεισμός AeY  $q_v=0.383 \times (G+0.20 \times Qk1)$

**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

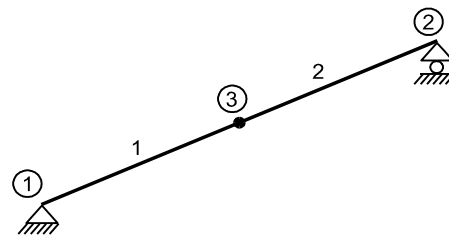
( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0$ (Κινητό  $Qf$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Χιόν  $Q1$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Ανεμος  $Q2$ ) $=0.60$ )

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
8	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + A_{ex}$	Accidental
9	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + A_{ey}$	Accidental

—

**8. Στατική επίλυση δοκού**

Ο φορέας της στέγης (ζευκτό) είναι μία συνεχής δοκός.  
Τα εντατικά μεγέθη υπολογίζονται για τις φορτίσεις (μόνιμα-χιόνι-άνεμος) και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη για δυσμενείς φορτίσεις.  
Αριθμός κόμβων = 3, αριθμός ράβδων = 2, στηρίξεις 2

**8.1. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.300, Gk2 = 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	3	-1.86	3.78	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00
2	3	2	0.00	0.00	3.00	1.86	-3.78	0.00	0.00	0.00	3.00

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.093 [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	3	-0.69	1.40	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	1.11
2	3	2	0.00	0.00	1.11	0.69	-1.40	0.00	0.00	0.00	1.11

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.196 [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	3	0.15	0.31	0.00	0.15	0.00	0.25	0.15	0.00	0.25
2	3	2	0.15	0.00	0.25	0.15	-0.31	0.00	0.15	0.00	0.25

(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	3	-0.24	0.50	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40
2	3	2	0.00	0.00	0.40	0.24	-0.50	0.00	0.00	0.00	0.40

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(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	3	3.59	0.79	0.00	1.99	0.00	0.62	1.99	0.00	0.62
2	3	2	1.99	0.00	0.62	0.39	-0.79	0.00	1.99	0.00	0.62

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(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	3	-0.85	1.73	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	1.37
2	3	2	0.00	0.00	1.37	0.85	-1.73	0.00	0.00	0.00	1.37

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

**8.2. 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	-3.72	-1.38	-0.31	-0.49

**8.3. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	-0.27	0.00
1	Fy	4.21	1.56	0.21	0.56
2	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Fy	4.21	1.56	0.35	0.56

**9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****9.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 3** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.300, Gk2 = 0.350	-4.146	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	-1.534	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.196	-0.342	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	4.146	7.463
2 Gk + Qk1	5.680	9.242
3 Gk + Qk2	4.488	7.805
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	5.885	9.448
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	5.562	9.124

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 3**

w.inst = 5.885 mm, w.fin = 9.448 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 3

w.inst = 5.885 mm &lt; L/300=3175/300= 10.584 mm

w.net,fin = 9.448 mm &lt; L/250=3175/250= 12.701 mm

w.fin = 9.448 mm &lt; L/200=3175/200= 15.876 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**10. 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	10.41815	0.09599
2	35.96968	0.02780
3	63.44430	0.01576

**10.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.300, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.196	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-4.174	4.174	8.497	6.745
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.418	4.418	8.993	7.139
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.068	2.486	5.060	4.017
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.191	3.191	6.496	5.157
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.088	3.338	6.795	5.394
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.723	3.141	6.394	5.076
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.141	3.391	6.904	5.480
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	1.664	3.387	2.689
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-1.988	1.988	4.047	3.212
	Μέγιστες τιμές			-4.418	4.418	8.993	7.139

**10.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2****Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=3.534 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=120 mm, h=200 mm, A= 24 000 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=3.534 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x3.534/24000=0.15N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-3.534 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=120 mm, h=200 mm, A= 24 000 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γ<sub>M</sub>=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-3.534 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x3.534/24000=0.15N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=7.194 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x120=80 mm, h=200 mm, A= 16 000 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γ<sub>M</sub>=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=7.194 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x7.194/16000=0.67N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=5.711 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=120mm, h=200mm, A=2.40x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, W<sub>y</sub>=8.00x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, W<sub>z</sub>=4.80x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)f<sub>yk</sub>=20.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>yk</sub>d=Kmod·f<sub>yk</sub>/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>f<sub>mk</sub>=20.00 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>mk</sub>d=Kmod·f<sub>mk</sub>/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 5.711 / (0.8000 \times 10^6) = 7.14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.580+0.000=0.58 < 1$  (EC5 Εξ.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.406+0.000=0.41 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)

#### Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-3.534\text{kN}$ ,  $M_{yd}=5.711\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=120\text{mm}$ ,  $h=200\text{mm}$ ,  $A=2.40 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=8.00 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=4.80 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 3.534 / 24000 = 0.15 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 5.711 / (0.8000 \times 10^6) = 7.14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 3.175=3.175 \text{ m}=3175 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.09 \times 3.175=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/3.18=0.09$ )

#### Λυγηρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 200=58 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=3175/58=54.75$   
 $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 120=35 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/35=8.57$

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=21.07 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=0.95$  (EC5 Εξ.6.21)  
 $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=860.04 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=0.15$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)  
 $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=1.02$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.726$  (Εξ.6.27 6.25)  
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=1.000$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.017+0.580+0.000=0.60 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.013+0.406+0.000=0.42 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=5.711 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=120\text{mm}$ ,  $h=200\text{mm}$ ,  $A=2.40 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=8.00 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=4.80 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 5.711 / (0.8000 \times 10^6) = 7.14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 3.175=3.175 \text{ m}=3175 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 3175=2858 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.09 \times 3.175=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/3.18=0.09$ )

Λυγηρότητες

$$i_y = O(I_y/A) = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}, \lambda_y = 3175 / 58 = 54.75$$

$$i_z = O(I_z/A) = 0.289 \times 120 = 35 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 35 = 8.57$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 120^2 \times 6400 / (200 \times 2858) = 125.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.6.32})$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 200^2 \times 6400 / (120 \times 270) = 6162.96 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.6.32})$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{m,crity} = 125.77 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,my} = O(f_{myk}/\sigma_{m,crity}) = 0.40 \quad (\text{EC5 Εξ.6.30})$$

$$\sigma_{m,critz} = 6162.96 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,mz} = O(f_{mzk}/\sigma_{m,critz}) = 0.06 \quad (\text{EC5 Εξ.6.30})$$

$$\lambda_{rel,my} = 0.40, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{cricity} = 1.00 \quad (\text{EC5 Εξ.6.34})$$

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

$$\sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + K_{m} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.580 + 0.000 = 0.58 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.33})$$

$$K_{m} \cdot \sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.406 + 0.000 = 0.41 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.33})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

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

**Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d} = 3.534 \text{ kN}$ ,  $M_{yd} = 5.711 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή,  $b = 120 \text{ mm}$ ,  $h = 200 \text{ mm}$ ,  $A = 2.40 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y = 8.00 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z = 4.80 \times 10^5 \text{ mm}^3$

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

$$f_{t0k} = 11.50 \text{ N/mm}^2, f_{t0d} = K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk} = 20.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mzk} = 20.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.534 / 24000 = 0.15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 10^6 \times 5.711 / (0.8000 \times 10^6) = 7.14 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

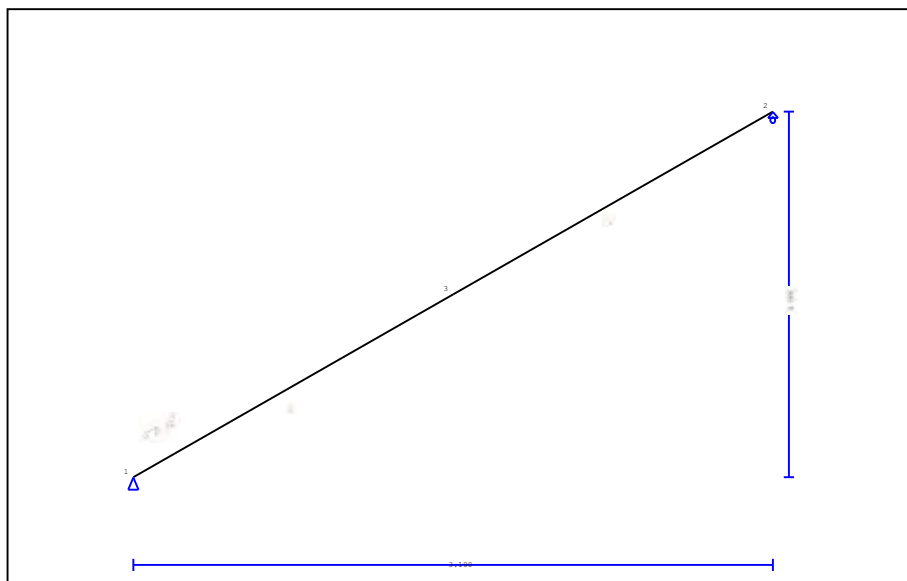
$$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.021 + 0.580 + 0.000 = 0.60 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.17})$$

$$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.021 + 0.406 + 0.000 = 0.43 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.18})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**1. ΜΟΝΟΡΡΙΧΤΕΣ ΔΟΚΟΙ 120X200**

Στέγη μονόριχτη δοκός

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από δοκούς ξυλεία C20. Τύπος στέγης όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
 Ανοιγμα 3.100 m, ύψος 1.500 m, κλίση στέγης 25.82°, απόσταση δοκών 0.630m  
 Πέτωμα από ξυλεία C20, πάχους 20 mm  
 Ράβδοι, Διατομή 120x200 [mm]  
 Ογκος δοκού = 0.083 m<sup>3</sup>, βάρος δοκού = 0.268 kN

**2.2. 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

**2.3. Μέθοδος υπολογισμού**

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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (δοκών)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας ≤20% (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας**

f<sub>mk</sub> = 20.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 11.5 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.4 MPa

f<sub>c0k</sub> = 19.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 2.3 MPa, f<sub>vk</sub> = 3.6 MPa

E<sub>0m</sub> = 9500 MPa, E<sub>005</sub> = 6400 MPa, E<sub>90m</sub> = 320 MPa

G<sub>m</sub> = 590 MPa, ρ<sub>k</sub> = 330 Kg/m<sup>3</sup>, ρ<sub>m</sub> = 390 Kg/m<sup>3</sup>

**2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 20.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 11.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 19.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.3 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 3.6 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 9500 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 6400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 320 \text{ MPa}$  $G_m = 590 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 330 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 390 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Καταναεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

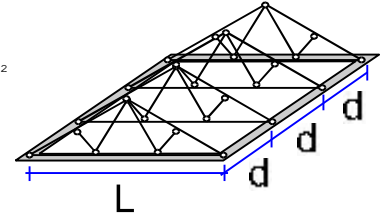
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. Φορτίου χιονιού**

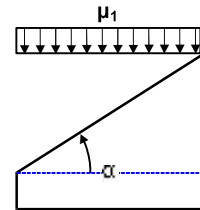
(EC1 EN1991-1-3:2003 §5)

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

Κλιματική περιοχή : Ελλάδα, ζώνη χιονιού : B, υψόμετρο = 1100 m

 $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 25.821^\circ$ 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,  $\alpha = 25.82^\circ$ ,  $\mu_1 = 0.800$  (Πίνακας 5.2)

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

 $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου**

(EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

 $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα EL07, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν. A.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ. A.4, ... A.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

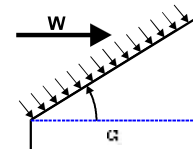
(Εξ. A.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

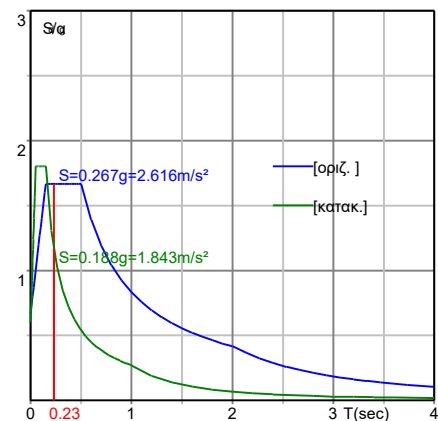
 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$ Πίεση ανέμου σε στέγη  $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$  (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

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

Για κλίση στέγης  $\alpha = 25.82^\circ$ ,  $C_{pe} = 0.34$ Πίεση ανέμου  $w_e = 0.277 \text{ kN/m}^2$ 

**5. 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)  $\zeta=1.33$   
 Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)  $T(sec)=0.23$   
 Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων  $\psi_2=0.30$   
 Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού  $\psi_2=0.20$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b=0.15sec, T_c=0.50sec, T_d=2.00sec$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [κατακ.]:  $T_b=0.05sec, T_c=0.15sec, T_d=1.00sec$



Οριζόντιο :  $F_h = agr \cdot \gamma_i \cdot S \cdot \beta_h(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q$   
 $F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.355 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)  
 Κατακόρυφο:  $F_v = (avg/ag) \cdot agr \cdot \gamma_i \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$   
 $F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.383 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

**6. Υπολογισμός σανιδώματος****Στατικό σύστημα σανιδώματος**

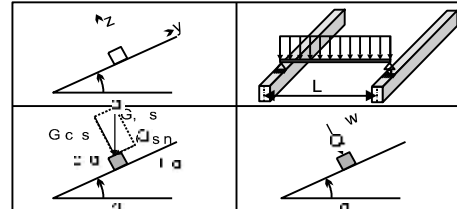
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.630\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

**Διαστάσεις σανιδώματος**

Ευλεία σανιδώματος: C20, κλάση λειτουργίας: Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$   
Απόσταση δοκών  $L = 0.630\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 25.82^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

**Φορτία σανιδώματος**

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.065 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = 0.277 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$

**Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα  $L=0.630 \text{ m}$ , πλάτος  $=1.00 \text{ m}$ )**

Φόρτιση	Δράση		$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.065 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.869	0.137	
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.398	0.063	
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.277 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.087	0.014	
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.450	0.308	

—

**6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

**Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)**

Φόρτιση $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.371	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.170	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.037	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.80

—

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.371	0.668
2 Gk + Qk1	0.541	0.865
3 Gk + Qk2	0.408	0.705
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.563	0.887
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.527	0.851

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

**Μέγιστες τιμές βελών**

$w_{inst} = 0.563 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 0.887 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 0.563 \text{ mm} < L/300 = 630/300 = 2.100 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 0.887 \text{ mm} < L/250 = 630/250 = 2.520 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 0.887 \text{ mm} < L/200 = 630/200 = 3.150 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	1.955	0.308
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.214	0.349
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.185	0.187
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.476	0.448
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.681	0.265
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.566	0.247
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.214	0.448

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=1.771 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=1.771 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.771/13400=0.20N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.493 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x20.00/1.30=16.92N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x20.00/1.30=16.92N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.493/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 7.39 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.437+0.000= 0.44 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.306+0.000= 0.31 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός δοκού****Γεωμετρικά δεδομένα δοκού**

Μήκος  $L=3.100$  m, ύψος  $H=1.500$  m, απόσταση δοκών  $d=0.630$  m  
 Κλίση  $=48.39\%$ , γωνία  $\alpha=25.82^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.484$ ,  $\sin\alpha=0.436$ ,  $\cos\alpha=0.900$   
 Αριθμός κόμβων  $=3$ , αριθμός ράβδων  $=2$ , στηρίξεις  $2$

Συντεταγμένες κόμβων					Ιδιότητες στοιχείων δοκού					<sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	<sup>6</sup> ]	W <sub>y</sub> [mm <sup>3</sup> ]	<sup>5</sup> ]
Κόμβ.	x [m]	y [m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]					
1	0.000	0.000	11	1	1	3	120×200	1.722	24000	80.000×10		6	8.000×10	5
2	3.100	1.500	01	2	3	2	120×200	1.722	24000	80.000×10		6	8.000×10	5
3	1.550	0.750												

—

**Φορτία ανά δοκό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος δοκού  $=0.268$  kN  
 Απόσταση δοκών  $d=0.63$  m, Βάρος συνδέσμων δοκού  $=0.027$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m δοκού**

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού  $Gk1= 2.079$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $Gk2= 0.315$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Χιονιού  $Qk1= 0.983$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m δοκού**

Επιβεβλημένο  $Qki= 0.50 \times 0.630 = 0.315$  kN/m

**Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Ανέμου  $Qk2= 0.174$  kN/m

**Σεισμικά φορτία στιγμιαίας διάρκειας (kN/m), στη δοκό**

Σεισμός AeX  $q_h=0.355 \times (G+0.20 \times Qk1)$

Σεισμός AeY  $q_v=0.383 \times (G+0.20 \times Qk1)$

**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

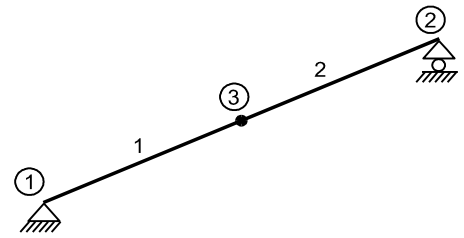
( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0$ (Κινητό  $Qf$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Χιόνι  $Q1$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Ανεμος  $Q2$ ) $=0.60$ )

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
8	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + A_{ex}$	Accidental
9	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + A_{ey}$	Accidental

—

**8. Στατική επίλυση δοκού**

Ο φορέας της στέγης (ζευκτό) είναι μία συνεχής δοκός.  
Τα εντατικά μεγέθη υπολογίζονται για τις φορτίσεις (μόνιμα-χιόνι-άνεμος) και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη για δυσμενείς φορτίσεις.  
Αριθμός κόμβων = 3, αριθμός ράβδων = 2, στηρίξεις 2

**8.1. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.079, Gk2 = 0.315 [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	3	-1.80	3.71	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	3.20
2	3	2	0.00	0.00	3.20	1.80	-3.71	0.00	0.00	0.00	3.20

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 0.983 [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	3	-0.66	1.37	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	1.18
2	3	2	0.00	0.00	1.18	0.66	-1.37	0.00	0.00	0.00	1.18

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.174 [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	3	0.15	0.30	0.00	0.15	0.00	0.26	0.15	0.00	0.26
2	3	2	0.15	0.00	0.26	0.15	-0.30	0.00	0.15	0.00	0.26

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.315 [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	3	-0.24	0.49	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.42
2	3	2	0.00	0.00	0.42	0.24	-0.49	0.00	0.00	0.00	0.42

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(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	3	3.51	0.76	0.00	1.94	0.00	0.65	1.94	0.00	0.65
2	3	2	1.94	0.00	0.65	0.37	-0.76	0.00	1.94	0.00	0.65

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(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	3	-0.82	1.70	0.00	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00	1.46
2	3	2	0.00	0.00	1.46	0.82	-1.70	0.00	0.00	0.00	1.46

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

**8.2. 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	-4.68	-1.73	-0.38	-0.62

**8.3. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	-0.26	0.00
1	Fy	4.12	1.52	0.21	0.54
2	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Fy	4.12	1.52	0.33	0.54

**9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****9.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 3** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.079, Gk2 = 0.315	-5.197	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόν Qks = 0.983	-1.921	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.174	-0.420	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	5.197	9.355
2 Gk + Qk1	7.119	11.584
3 Gk + Qk2	5.618	9.776
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	7.371	11.836
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	6.963	11.428

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 3**

w.inst = 7.371 mm, w.fin = 11.836 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 3

w.inst = 7.371 mm &lt; L/300=3444/300= 11.479 mm

w.net,fin = 11.836 mm &lt; L/250=3444/250= 13.775 mm

w.fin = 11.836 mm &lt; L/200=3444/200= 17.219 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**10. 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	9.30486	0.10747
2	32.15808	0.03110
3	58.83109	0.01700

**10.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.079, Gk2 = 0.315	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 0.983	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.174	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.315	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-4.041	4.041	8.351	7.190
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.275	4.275	8.835	7.607
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.006	2.402	4.964	4.274
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.087	3.087	6.381	5.494
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-2.990	3.228	6.671	5.744
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-2.640	3.036	6.274	5.402
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.041	3.279	6.776	5.834
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	1.606	3.319	2.857
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-1.923	1.923	3.973	3.421
	Μέγιστες τιμές			-4.275	4.275	8.835	7.607

**10.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2****Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=3.420 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=120 mm, h=200 mm, A= 24 000 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=3.420 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x3.420/24000=0.14N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-3.420 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=120 mm, h=200 mm, A= 24 000 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-3.420 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x3.420/24000=0.14N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=7.068 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x120=80 mm, h=200 mm, A= 16 000 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=7.068 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x7.068/16000=0.66N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=6.086 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=120mm, h=200mm, A=2.40x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=8.00x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=4.80x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 6.086 / (0.8000 \times 10^6) = 7.61 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.618+0.000=0.62 < 1$  (EC5 Εξ.6.11)  
 $K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.433+0.000=0.43 < 1$  (EC5 Εξ.6.12)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)

#### Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d}=-3.420\text{kN}$ ,  $M_{yd}=6.086\text{kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000\text{kNm}$**  (EC5 §6.3.2)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=120\text{mm}$ ,  $h=200\text{mm}$ ,  $A=2.40 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=8.00 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=4.80 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005}=6400\text{MPa}$ )  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 3.420 / 24000 = 0.14 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 6.086 / (0.8000 \times 10^6) = 7.61 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 3.444=3.444 \text{ m}=3444 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.09 \times 3.444=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/3.44=0.09$ )

#### Λυγηρότητες

$i_y=O(I_y/A)=0.289 \times 200=58 \text{ mm}$ ,  $\lambda_y=3444/58=59.38$   
 $i_z=O(I_z/A)=0.289 \times 120=35 \text{ mm}$ ,  $\lambda_z=300/35=8.57$

#### Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=17.91 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,y}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})=1.03$  (EC5 Εξ.6.21)  
 $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=860.04 \text{ N/mm}^2$ ,  $\lambda_{rel,z}=O(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})=0.15$  (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$  (φυσικό ξύλο)  
 $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=1.10$ ,  $K_{cy}=1/(k_y+O(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2))=0.667$  (Εξ.6.27 6.25)  
 $k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$ ,  $K_{cz}=1/(k_z+O(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2))=1.000$  (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.018+0.618+0.000=0.64 < 1$  (EC5 Εξ.6.23)  
 $\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.012+0.433+0.000=0.44 < 1$  (EC5 Εξ.6.24)  
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

#### Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd}=6.086 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)  
 Ορθογωνική διατομή,  $b=120\text{mm}$ ,  $h=200\text{mm}$ ,  $A=2.40 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y=8.00 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z=4.80 \times 10^5 \text{ mm}^3$   
 Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod}=0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (Πιν. 2.3)  
 $f_{c0k}=19.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 19.00 / 1.30=11.69 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{myk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{mzk}=20.00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 20.00 / 1.30=12.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή  $K_m=0.70$  (EC5 §6.1.6.(2))  
 $\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=10^6 \times 6.086 / (0.8000 \times 10^6) = 7.61 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$

#### Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 3.444=3.444 \text{ m}=3444 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 3444=3099 \text{ mm}$  (πιο δυσμενές)  
 $S_{kz}=0.09 \times 3.444=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ ,  $L_{ef}=0.9 \times 300=270 \text{ mm}$  ( $L_c/L=0.30/3.44=0.09$ )

Λυγηρότητες

$$i_y = O(I_y/A) = 0.289 \times 200 = 58 \text{ mm}, \lambda_y = 3444 / 58 = 59.38$$

$$i_z = O(I_z/A) = 0.289 \times 120 = 35 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 35 = 8.57$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 120^2 \times 6400 / (200 \times 3099) = 115.96 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.6.32})$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 200^2 \times 6400 / (120 \times 270) = 6162.96 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.6.32})$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{m,crity} = 115.96 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,my} = O(f_{myk}/\sigma_{m,crity}) = 0.42 \quad (\text{EC5 Εξ.6.30})$$

$$\sigma_{m,critz} = 6162.96 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,mz} = O(f_{mzk}/\sigma_{m,critz}) = 0.06 \quad (\text{EC5 Εξ.6.30})$$

$$\lambda_{rel,my} = 0.42, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{cricity} = 1.00 \quad (\text{EC5 Εξ.6.34})$$

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

$$\sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + K_{m} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.618 + 0.000 = 0.62 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.33})$$

$$K_{m} \cdot \sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.433 + 0.000 = 0.43 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.33})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

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

**Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d} = 3.420 \text{ kN}$ ,  $M_{yd} = 6.086 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή,  $b = 120 \text{ mm}$ ,  $h = 200 \text{ mm}$ ,  $A = 2.40 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y = 8.00 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ,  $W_z = 4.80 \times 10^5 \text{ mm}^3$

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

$$f_{t0k} = 11.50 \text{ N/mm}^2, f_{t0d} = K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk} = 20.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mzk} = 20.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 3.420 / 24000 = 0.14 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 6.086 / (0.8000 \times 10^6) = 7.61 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.4800 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

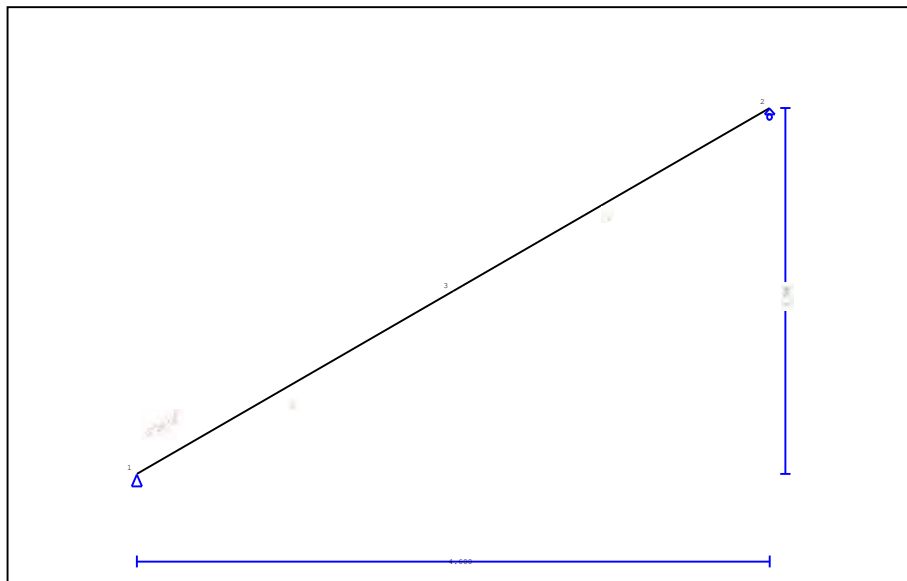
$$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.618 + 0.000 = 0.64 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.17})$$

$$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.020 + 0.433 + 0.000 = 0.45 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.18})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**1. ΜΟΝΟΡΡΙΧΤΕΣ ΔΟΚΟΙ - 120X300**

Στέγη μονόριχτη δοκός

**2. Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία****2.1. Τρόπος Κατασκευής**

Εύλινη στέγη, από δοκούς ξυλεία C20. Τύπος στέγης όπως το ανωτέρω σχέδιο.  
 Ανοιγμα 4.600 m, ύψος 2.250 m, κλίση στέγης 26.06°, απόσταση δοκών 0.700m  
 Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm  
 Ράβδοι, Διατομή 120x300 [mm]  
 Ογκος δοκού = 0.184 m<sup>3</sup>, βάρος δοκού = 0.597 kN

**2.2. 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

**2.3. Μέθοδος υπολογισμού**

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.

**2.4. Ιδιότητες υλικών (δοκών)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C20

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας <=20% (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας**

f<sub>mk</sub> = 20.0 MPa, f<sub>t0k</sub> = 11.5 MPa, f<sub>t90k</sub> = 0.4 MPa

f<sub>c0k</sub> = 19.0 MPa, f<sub>c90k</sub> = 2.3 MPa, f<sub>vk</sub> = 3.6 MPa

E<sub>0m</sub> = 9500 MPa, E<sub>005</sub> = 6400 MPa, E<sub>90m</sub> = 320 MPa

G<sub>m</sub> = 590 MPa, ρ<sub>k</sub> = 330 Kg/m<sup>3</sup>, ρ<sub>m</sub> = 390 Kg/m<sup>3</sup>

**2.5. Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος)** (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$  (EC5 §2.3.1.3)Συντελεστής ασφαλ. υλικού  $\gamma_M=1.30$  (EC5 Πιν. 2.3)**Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας** $f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{t0k} = 14.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$  $f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$ ,  $f_{c90k} = 2.5 \text{ MPa}$ ,  $f_{vk} = 4.0 \text{ MPa}$  $E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$ ,  $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$ ,  $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$  $G_m = 690 \text{ MPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\rho_m = 420 \text{ Kg/m}^3$ **2.6. Κατανεμημένα φορτία στέγης**

Επικάλυψη στέγης

 $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$  (Πλάκες Πηλίου)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση

 $G_t = 0.150 \text{ kN/m}^2$   $G_e + G_t = 3.150 \text{ kN/m}^2$ 

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης

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

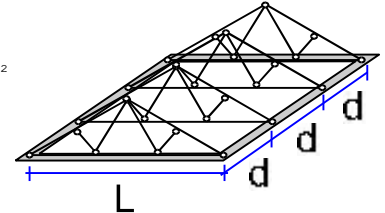
Φορτίο χιονιού επί του εδάφους

 $S_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

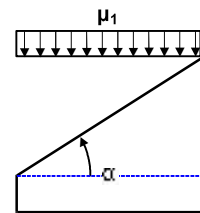
Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια

 $Q_w = 0.804 \text{ kN/m}^2$ 

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H)

 $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$ **3. 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 :B, υψόμετρο  $=1100 \text{ m}$  $S_k = 0.80 \times [1 + (1100/917)^2] = 1.951 \text{ kN/m}^2$ Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους:  $s_k = 1.951 \text{ kN/m}^2$ 

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

Γωνία κλίσης στέγης :  $\alpha = 26.065^\circ$ 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,  $\alpha = 26.06^\circ$ ,  $\mu_1 = 0.800$  (Πίνακας 5.2)

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

 $S_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.800 \times 1.000 \times 1.000 \times 1.951 = 1.561 \text{ kN/m}^2$ **4. Φορτίο ανέμου** (EC1 EN1991-1-4:2005 §5) $v_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ , Ελλάδα EL07, Ζώνη: 2,  $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{bo} = 27.00 \text{ m/s}$ Κατηγορία εδάφους: III,  $z = 10.000 \text{ m}$ ,  $z_o = 0.300 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$ ,  $z_{max} = 200 \text{ m}$ ,  $z_{oII} = 0.050 \text{ m}$  $k_r = 0.19 \cdot (0.300/0.05)^{0.07} = 0.215$ Συντελεστής τραχύτητας  $C_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_o) = 0.215 \times \ln(10.000/0.300) = 0.755$  $H/L_u = 5/30 = 0.17$ ,  $0.05 < H/L_u = 0.17 < 0.30$ ,  $L_e = 30.00 \text{ m}$ 

(EN1991-1-4, Πιν.Α.2)

 $z = 0.00 \text{ m}$ ,  $X/L_u = -30/30 = -1.00$ ,  $z/L_e = 0/30 = 0.00$ ,  $s = 0.072$ 

(Εξ.Α.4, ...Α.6)

Συντελεστής τοπογραφικής διαμόρφωσης  $C_o(z) = 1 + 2 \times 0.072 \times 0.167 = 1.024$ 

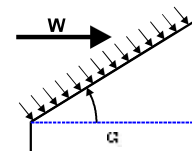
(Εξ.Α.2)

Συντελεστής στροβιλισμού  $K_t = 1.000$ Συντελεστής έκθεσης  $C_e(z) = 1.764$ 

(EN1991-1-4, §4.5)

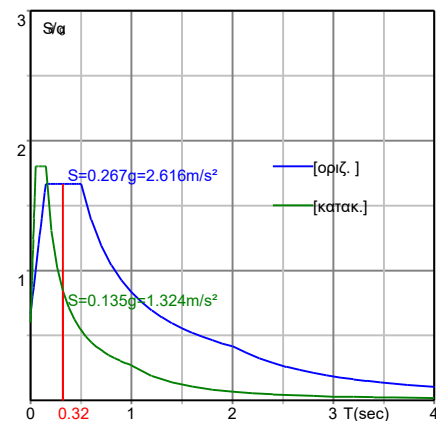
 $q(z) = C_e(z) \cdot (\frac{1}{2} \rho) \cdot V_b^2 = [0.001] \times 1.764 \times 0.625 \times 27.00^2 = 0.804 \text{ kN/m}^2$ Πίεση ανέμου σε στέγη  $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$  (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

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

Για κλίση στέγης  $\alpha = 26.06^\circ$ ,  $C_{pe} = 0.35$ Πίεση ανέμου  $w_e = 0.279 \text{ kN/m}^2$ 

**5. 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)  $\zeta=1.33$   
 Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος (§4.3.3.2.2.3)  $T(sec)=0.32$   
 Συντελεστής συνδυασμού μεταβλητών δράσεων  $\psi_2=0.30$   
 Συντελεστής συνδυασμού δράσεων χιονιού  $\psi_2=0.20$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [οριζ.]:  $T_b=0.15sec, T_c=0.50sec, T_d=2.00sec$   
 Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος [κατακ.]:  $T_b=0.05sec, T_c=0.15sec, T_d=1.00sec$



Οριζόντιο :  $F_h = agr \cdot \gamma_i \cdot S \cdot \beta_h(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q$   
 $F_h = g \times 0.16 \times 1.00 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.355 \times g$  (EC8 §3.2.2.2)  
 Κατακόρυφο:  $F_v = (avg/ag) \cdot agr \cdot \gamma_i \cdot \beta_v(T) \cdot \lambda \cdot \zeta / q_v$   
 $F_v = g \times 0.90 \times 0.16 \times 1.00 \times 3.00 \times 1.00 \times 1.33 / 1.50 = 0.383 \times g$  (EC8 §3.2.2.3)

**6. Υπολογισμός σανιδώματος****Στατικό σύστημα σανιδώματος**

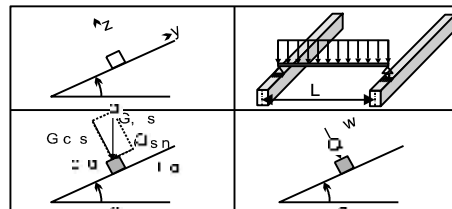
Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέρειστη δοκός με άνοιγμα  
Απόσταση ζευκτών  $L = 0.700\text{m}$ , και πλάτος  $1.00\text{m}$

**Διαστάσεις σανιδώματος**

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 2, περιεκτικότητα υγρασίας  $\leq 20\%$   
Απόσταση δοκών  $L = 0.700\text{m}$ , κλίση στέγης  $\alpha = 26.06^\circ$ , πάχος σανιδώματος  $20\text{mm}$

**Φορτία σανιδώματος**

Επικάλυψη  $G_e = 3.000 \text{ kN/m}^2$   
Ιδιο βάρος  $G_l = 0.069 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο χιονιού  $Q_s = 1.561 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο ανέμου  $Q_w = 0.279 \text{ kN/m}^2$   
Φορτίο εργάτη  $Q_p = 1.000 \text{ kN}$

**Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα  $L=0.700 \text{ m}$ , πλάτος  $=1.00 \text{ m}$ )**

Φόρτιση	Δράση	$\gamma_g$	$\gamma_q$	$\psi_0$	$\max N [\text{kN}]$	$\max Q [\text{kN}]$	$\max M [\text{kNm}]$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 3.069 [\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.965	0.169
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 1.561 [\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.441	0.077
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.279 [\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.098	0.017
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000 [\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.449	0.307

**6.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

**Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)**

Φόρτιση $[\text{kN/m}]$	$u [\text{mm}]$	Δράση	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$K_{def}$
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.488	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.223	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.000 [\text{kN/m}]$	0.049	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.80

Συνδυασμός φόρτισης	$w_{inst}$	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.488	0.878
2 Gk + Qk1	0.711	1.137
3 Gk + Qk2	0.537	0.928
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.740	1.166
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.693	1.119

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

**Μέγιστες τιμές βελών**

$w_{inst} = 0.740 \text{ mm}$ ,  $w_{fin} = 1.166 \text{ mm}$

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

$w_{inst} = 0.740 \text{ mm} < L/300 = 700/300 = 2.333 \text{ mm}$   
 $w_{net, fin} = 1.166 \text{ mm} < L/250 = 700/250 = 2.800 \text{ mm}$   
 $w_{fin} = 1.166 \text{ mm} < L/200 = 700/200 = 3.500 \text{ mm}$   
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

**6.2. Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	2.171	0.380
2	γγ.Gk + γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	2.455	0.430
3	γγ.Gk + γγ.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.318	0.231
4	γγ.Gk + γγ.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.593	0.487
5	γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.865	0.326
6	γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.738	0.304
	Μέγιστες τιμές			0.000	2.455	0.487

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=1.964 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm<sup>2</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=4.00 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γM=0.80x4.00/1.30=2.46N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=1.964 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.964/13400=0.22N/mm<sup>2</sup> < 2.46N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης No 4****Έλεγχος κάμψης, Myd=0.535 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.00x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=6.67x10<sup>4</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=3.33x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>

Τροποποιητικός συντ. Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=24.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm<sup>2</sup>

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

σmyd=Myd/Wmy,netto=10<sup>6</sup>x0.535/(0.0667x10<sup>6</sup>)= 8.03 N/mm<sup>2</sup>σmzd=Mzd/Wmz,netto=10<sup>6</sup>x0.000/(3.3333x10<sup>6</sup>)= 0.00 N/mm<sup>2</sup>

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.395+0.000= 0.40 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.277+0.000= 0.28 &lt; 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**7. Υπολογισμός δοκού****Γεωμετρικά δεδομένα δοκού**

Μήκος  $L=4.600$  m, ύψος  $H=2.250$  m, απόσταση δοκών  $d=0.700$  m  
 Κλίση  $=48.91\%$ , γωνία  $\alpha=26.06^\circ$ ,  $\tan\alpha=0.489$ ,  $\sin\alpha=0.439$ ,  $\cos\alpha=0.898$   
 Αριθμός κόμβων  $=3$ , αριθμός ράβδων  $=2$ , στηρίξεις  $2$

Συντεταγμένες κόμβων					Ιδιότητες στοιχείων δοκού					<sup>2]</sup>	<sup>4]</sup>	<sup>6]</sup>	<sup>5]</sup>
Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b×h [mm]	L [m]	A [mm <sup>2</sup> ]				
1	0.000	0.000	11	1	1	3	120×300	2.560	36000	270.000×10		18.000×10	
2	4.600	2.250	01	2	3	2	120×300	2.560	36000	270.000×10		18.000×10	
3	2.300	1.125											

—

**Φορτία ανά δοκό**

Πυκνότητα ξύλου  $=330.00$  kg/m<sup>3</sup>, Ίδιο βάρος δοκο  $=0.597$  kN  
 Απόσταση δοκών  $d=0.70$  m, Βάρος συνδέσμων δοκού  $=0.060$  kN

**Μόνιμες δράσεις ανά m δοκού**

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού  $Gk1= 2.348$  kN/m  
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης  $Gk2= 0.350$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Χιονιού  $Qk1= 1.093$  kN/m

**Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m δοκού**

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

**Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m δοκού**

Φορτίο Ανέμου  $Qk2= 0.196$  kN/m

**Σεισμικά φορτία στιγμιαίας διάρκειας (kN/m), στη δοκό**

Σεισμός  $AeX$   $q_h=0.355 \times (G+0.20 \times Qk1)$

Σεισμός  $AeY$   $q_v=0.383 \times (G+0.20 \times Qk1)$

**Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού**

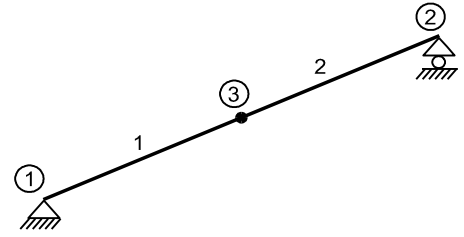
( $\gamma_g=1.35$ ,  $\gamma_q=1.50$ ,  $\psi_0$ (Κινητό  $Qf$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Χιόνι  $Q1$ ) $=0.70$ ,  $\psi_0$ (Ανεμος  $Q2$ ) $=0.60$ )

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot Gk$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2$	Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki$	Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qk2 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot Gk + \gamma_q \cdot Qki + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk1 + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Qk2$	Στιγμιαία
8	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + Ae_x$	Accidental
9	$Gk + \psi_2 \cdot Qk1 + Ae_y$	Accidental

—

**8. Στατική επίλυση δοκού**

Ο φορέας της στέγης (ζευκτό) είναι μία συνεχής δοκός.  
Τα εντατικά μεγέθη υπολογίζονται για τις φορτίσεις (μόνιμα-χιόνι-άνεμος) και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη για δυσμενείς φορτίσεις.  
Αριθμός κόμβων = 3, αριθμός ράβδων = 2, στηρίξεις 2

**8.1. Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.348, Gk2 = 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	3	-3.03	6.20	0.00	0.00	0.00	7.94	0.00	0.00	7.94
2	3	2	0.00	0.00	7.94	3.03	-6.20	0.00	0.00	0.00	7.94

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 1.093 [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	3	-1.10	2.26	0.00	0.00	0.00	2.89	0.00	0.00	2.89
2	3	2	0.00	0.00	2.89	1.10	-2.26	0.00	0.00	0.00	2.89

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Άνεμος Qkw = 0.196 [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	3	0.24	0.50	0.00	0.24	0.00	0.64	0.24	0.00	0.64
2	3	2	0.24	0.00	0.64	0.24	-0.50	0.00	0.24	0.00	0.64

(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	3	-0.39	0.80	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00	1.03
2	3	2	0.00	0.00	1.03	0.39	-0.81	0.00	0.00	0.00	1.03

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(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	3	5.88	1.29	0.00	3.26	0.00	1.65	3.26	0.00	1.65
2	3	2	3.26	0.00	1.65	0.63	-1.29	0.00	3.26	0.00	1.65

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

**Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(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	3	-1.39	2.84	0.00	0.00	0.00	3.63	0.00	0.00	3.63
2	3	2	0.00	0.00	3.63	1.39	-2.84	0.00	0.00	0.00	3.63

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

**8.2. 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	-7.60	-2.77	-0.61	-0.99

**8.3. Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)**

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	-0.44	0.00
1	Fy	6.91	2.51	0.34	0.90
2	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Fy	6.91	2.51	0.56	0.90

**9. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας****9.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας** (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)**Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 3** (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ0	ψ1	ψ2	Kdef
( Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.348, Gk2 = 0.350	-8.465	Μόνιμη	1.00	1.00	1.00	0.80
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	-3.079	Μεσοχρόνια	0.70	0.50	0.20	0.80
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.196	-0.683	Στιγμιαία	0.60	0.20	0.00	0.00

—

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	8.465	15.236
2 Gk + Qk1	11.544	18.808
3 Gk + Qk2	9.147	15.919
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	11.954	19.218
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	11.303	18.567

—

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

**Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 3**

w.inst = 11.954 mm, w.fin = 19.218 mm

**Έλεγχος σύμφωνα με** EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 3

w.inst = 11.954 mm &lt; L/300=5121/300= 17.069 mm

w.net,fin = 19.218 mm &lt; L/250=5121/250= 20.483 mm

w.fin = 19.218 mm &lt; L/200=5121/200= 25.604 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**10. 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	7.24606	0.13801
2	25.03864	0.03994
3	45.60943	0.02193

**10.1. Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**

(EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2**

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ <sub>g</sub>	γ <sub>q</sub>	ψ <sub>0</sub>
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 2.348, Gk2 = 0.350	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks = 1.093	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70
(Qk2) Άνεμος Qkw = 0.196	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	0.00
(Aex) Σεισμός AeX qh=0.355x(G+0.20xQk1)	Accidental			
(Aey) Σεισμός AeY qv=0.383x(G+0.20xQk1)	Accidental			

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod	V/Kmod	M/Kmod
1	γ <sub>g</sub> .Gk	Μόνιμη	0.60	-6.829	6.829	13.961	17.872
2	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-7.192	7.192	14.703	18.823
3	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.391	4.059	8.298	10.623
4	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-5.209	5.209	10.649	13.633
5	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-5.030	5.431	11.103	14.214
6	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qk2+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.445	5.113	10.453	13.381
7	γ <sub>g</sub> .Gk+γ <sub>q</sub> .Qki+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk1+γ <sub>q</sub> .ψ <sub>0</sub> .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.115	5.516	11.277	14.437
8	Gk+0.2xQk1 + AedX	Accidental	1.10x1.30	0.000	2.716	5.554	7.110
9	Gk+0.2xQk1 + AedY	Accidental	1.10x1.30	-3.248	3.248	6.639	8.500
	Μέγιστες τιμές			-7.192	7.192	14.703	18.823

**10.2. Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2****Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=5.753 kN** (EC5 §6.1.2)Ορθογωνική διατομή, b=120 mm, h=300 mm, A= 36 000 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)ft0k=11.50 N/mm<sup>2</sup>, ft0d=Kmod·ft0k/γ<sub>M</sub>=0.80x11.50/1.30=7.08N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Ft0d=5.753 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x5.753/36000=0.16N/mm<sup>2</sup> < 7.08N/mm<sup>2</sup>=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-5.753 kN** (EC5 §6.1.4)Ορθογωνική διατομή, b=120 mm, h=300 mm, A= 36 000 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fc0k=19.00 N/mm<sup>2</sup>, fc0d=Kmod·fc0k/γ<sub>M</sub>=0.80x19.00/1.30=11.69N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fc0d=-5.753 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x5.753/36000=0.16N/mm<sup>2</sup> < 11.69N/mm<sup>2</sup>=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος διάτμησης, Fv=11.762 kN** (EC5 §6.1.7)Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x120=80 mm, h=300 mm, A= 24 000 mm<sup>2</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fvk=3.60 N/mm<sup>2</sup>, fvd=Kmod·fvk/γ<sub>M</sub>=0.80x3.60/1.30=2.22N/mm<sup>2</sup> (EC5 Εξ.2.14)Fv=11.762 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x11.762/24000=0.74N/mm<sup>2</sup> < 2.22N/mm<sup>2</sup>=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2****Έλεγχος κάμψης, Myd=15.058 kNm, Mzd=0.000 kNm** (EC5 §6.1.6)Ορθογωνική διατομή, b=120mm, h=300mm, A=3.60x10<sup>4</sup>mm<sup>2</sup>, Wy=1.80x10<sup>6</sup>mm<sup>3</sup>, Wz=7.20x10<sup>5</sup>mm<sup>3</sup>Τροποποιητικός συντ. Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού γ<sub>M</sub>=1.30 (Πιν. 2.3)fmyk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmyd=Kmod·fmyk/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>fmzk=20.00 N/mm<sup>2</sup>, fmzd=Kmod·fmzk/γ<sub>M</sub>=0.80x20.00/1.30=12.31N/mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Ορθογωνική διατομή } K_m &= 0.70 \quad (\text{EC5 §6.1.6.(2)}) \\ \sigma_{myd} &= M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 15.058 / (1.8000 \times 10^6) = 8.37 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{mzd} &= M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.7200 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} &= 0.680 + 0.000 = 0.68 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.11}) \\ K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} &= 0.476 + 0.000 = 0.48 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.12}) \\ \text{Ο έλεγχος ικανοποιείται} \end{aligned}$$

**Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται** (EC5 §6.2.4)

#### Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος λυγισμού με κάμψη,  $F_{c0d} = -5.753 \text{ kN}$ ,  $M_{yd} = 15.058 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή,  $b = 120 \text{ mm}$ ,  $h = 300 \text{ mm}$ ,  $A = 3.60 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y = 1.80 \times 10^6 \text{ mm}^3$ ,  $W_z = 7.20 \times 10^5 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντ.  $K_{mod} = 0.80$  (Πιν.3.1), Συντ. ασφαλ. υλικού  $\gamma_M = 1.30$  (Πιν. 2.3,  $E_{005} = 6400 \text{ MPa}$ )

$$\begin{aligned} f_{c0k} &= 19.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2 \\ f_{myk} &= 20.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2 \\ f_{mzk} &= 20.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ορθογωνική διατομή } K_m &= 0.70 \quad (\text{EC5 §6.1.6.(2)}) \\ \sigma_{c0d} &= F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.753 / 36000 = 0.16 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{myd} &= M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 15.058 / (1.8000 \times 10^6) = 8.37 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{mzd} &= M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.7200 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### Μήκη λυγισμού

$$\begin{aligned} S_{ky} &= 1.00 \times 5.121 = 5.121 \text{ m} = 5121 \text{ mm} \quad (\text{πιο δυσμενές}) \\ S_{kz} &= 0.06 \times 5.121 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm} \quad (L_c/L = 0.30/5.12 = 0.06) \end{aligned}$$

#### Λυγηρότητες

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{I_y / A} = 0.289 \times 300 = 87 \text{ mm}, \quad \lambda_y = 5121 / 87 = 58.86 \\ i_z &= \sqrt{I_z / A} = 0.289 \times 120 = 35 \text{ mm}, \quad \lambda_z = 300 / 35 = 8.57 \end{aligned}$$

#### Κρίσιμες τάσεις

$$\begin{aligned} \sigma_{c, crity} &= \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 18.23 \text{ N/mm}^2, \quad \lambda_{rel, y} = \sqrt{\sigma_{c, crity} / f_{c0k}} = 1.02 \quad (\text{EC5 Εξ.6.21}) \\ \sigma_{c, critz} &= \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 860.04 \text{ N/mm}^2, \quad \lambda_{rel, z} = \sqrt{\sigma_{c, critz} / f_{c0k}} = 0.15 \quad (\text{EC5 Εξ.6.22}) \end{aligned}$$

$$\beta_c = 0.20 \quad (\text{φυσικό ξύλο})$$

$$\begin{aligned} k_y &= 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel, y} - 0.3) + \lambda_{rel, y}^2] = 1.09, \quad K_{cy} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel, y}^2}) = 0.674 \quad (\text{Εξ.6.27 6.25}) \\ k_z &= 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel, z} - 0.3) + \lambda_{rel, z}^2] = 0.50, \quad K_{cz} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel, z}^2}) = 1.000 \quad (\text{Εξ.6.28 6.26}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} &= 0.020 + 0.680 + 0.000 = 0.70 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.23}) \\ \sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} &= 0.014 + 0.476 + 0.000 = 0.49 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.24}) \\ \text{Ο έλεγχος ικανοποιείται} \end{aligned}$$

#### Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση,  $M_{yd} = 15.058 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή,  $b = 120 \text{ mm}$ ,  $h = 300 \text{ mm}$ ,  $A = 3.60 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y = 1.80 \times 10^6 \text{ mm}^3$ ,  $W_z = 7.20 \times 10^5 \text{ mm}^3$

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

$$\begin{aligned} f_{c0k} &= 19.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 19.00 / 1.30 = 11.69 \text{ N/mm}^2 \\ f_{myk} &= 20.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2 \\ f_{mzk} &= 20.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ορθογωνική διατομή } K_m &= 0.70 \quad (\text{EC5 §6.1.6.(2)}) \\ \sigma_{myd} &= M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 15.058 / (1.8000 \times 10^6) = 8.37 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{mzd} &= M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.7200 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### Μήκη λυγισμού

$$\begin{aligned} S_{ky} &= 1.00 \times 5.121 = 5.121 \text{ m} = 5121 \text{ mm}, \quad L_{ef} = 0.9 \times 5121 = 4609 \text{ mm} \quad (\text{πιο δυσμενές}) \\ S_{kz} &= 0.06 \times 5.121 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}, \quad L_{ef} = 0.9 \times 300 = 270 \text{ mm} \quad (L_c/L = 0.30/5.12 = 0.06) \end{aligned}$$

Λυγηρότητες

$$i_y = O(I_y/A) = 0.289 \times 300 = 87 \text{ mm}, \lambda_y = 5121 / 87 = 58.86$$

$$i_z = O(I_z/A) = 0.289 \times 120 = 35 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 35 = 8.57$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 120^2 \times 6400 / (300 \times 4609) = 51.99 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.6.32})$$

$$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 300^2 \times 6400 / (120 \times 270) = 13866.67 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{EC5 Εξ.6.32})$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{m,crity} = 51.99 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,my} = O(f_{myk} / \sigma_{m,crity}) = 0.62 \quad (\text{EC5 Εξ.6.30})$$

$$\sigma_{m,critz} = 13866.67 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,mz} = O(f_{mzk} / \sigma_{m,critz}) = 0.04 \quad (\text{EC5 Εξ.6.30})$$

$$\lambda_{rel,my} = 0.62, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{cricity} = 1.00 \quad (\text{EC5 Εξ.6.34})$$

$$\lambda_{rel,mz} = 0.04, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{critz} = 1.00 \quad (\text{EC5 Εξ.6.34})$$

$$\sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + K_{m} \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.680 + 0.000 = 0.68 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.33})$$

$$K_{m} \cdot \sigma_{myd} / (K_{cricity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.476 + 0.000 = 0.48 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.33})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

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

**Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό,  $F_{t0d} = 5.753 \text{ kN}$ ,  $M_{yd} = 15.058 \text{ kNm}$ ,  $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$**  (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή,  $b = 120 \text{ mm}$ ,  $h = 300 \text{ mm}$ ,  $A = 3.60 \times 10^4 \text{ mm}^2$ ,  $W_y = 1.80 \times 10^6 \text{ mm}^3$ ,  $W_z = 7.20 \times 10^5 \text{ mm}^3$

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

$$f_{t0k} = 11.50 \text{ N/mm}^2, f_{t0d} = K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 11.50 / 1.30 = 7.08 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk} = 20.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mzk} = 20.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 20.00 / 1.30 = 12.31 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\sigma_{t0d} = F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.753 / 36000 = 0.16 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my, netto} = 10^6 \times 15.058 / (1.8000 \times 10^6) = 8.37 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 10^6 \times 0.000 / (0.7200 \times 10^6) = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.023 + 0.680 + 0.000 = 0.70 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.17})$$

$$\sigma_{t0d} / f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.023 + 0.476 + 0.000 = 0.50 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.18})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται