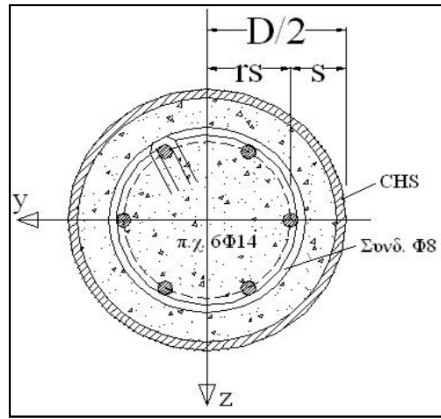


**ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΜΜΙΚΤΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ
ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΥΚΛΑΙΚΗΣ ΚΟΙΛΟΛΟΚΟΥ ΓΕΜΙΣΜΕΝΗΣ ΜΕ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Διάμετρος διατομής

323,9-355,6



Διατομή	355,6x5,0
Χάλυβα:	355,6x5,0
section	355,6x5,0
D (mm)	355,6
t (mm)	5,0
A _a (cm ²)	55,1
I _y =I _z (cm ⁴)	8464
W _{el} (cm ³)	476,0
W _{pl} (cm ³)	614,6
i _y = i _z (cm)	12,40

Διαστάσεις:

ύψος H= 6000 mm

υλικά:		f (N/mm ²)
Χάλυβας	S235	235
Σκυρόδεμα	C20/25	20
Χάλυβας Ο/Σ	B500C	500

συντελεστές ασφαλείας:

γ_a= 1,00
γ_c= 1,50
γ_s= 1,15

Ελαστικότητα:

	E (N/mm ²)
Χάλυβας	E _a = 210000
Σκυρόδεμα	E _{cm} = 29000
Χάλυβας Ο/Σ	E _s = 210000

Διαστασιολόγηση για:

σεισμό (EC8)

Μεταθετότητα πλαισίων

χωρίς ανπιάνειους

Εγκάρσια φορτία στύλου

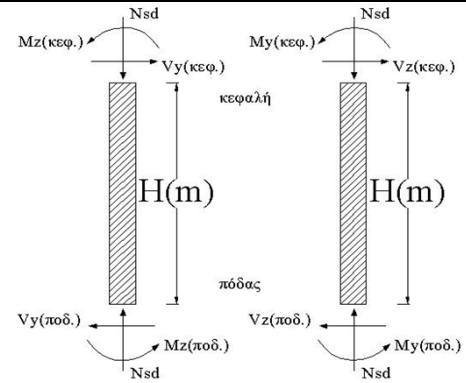
χωρίς εγκάρσια φορτία

Επίπεδο Πλαστιμότητας

DCM (medium)

Εντακτικά μεγέθη:

	κεφαλή	πόδας
(kN) N _{sd} =	1455	1500
(kNm) M _y =	60	70
(kNm) M _z =	10	10
(kN) V _y =	250	250
(kN) V _z =	500	600
(kN) N _{G,sd} =	945	945
(kN) N _{Ed} =	750	750
(kN) V _{Ed,G,Y} =	50	50
(kN) V _{Ed,G,Z} =	60	60
(kN) V _{Ed,E,Y} =	100	100
(kN) V _{Ed,E,Z} =	90	95



Διατομή σκυροδέματος:

εμβαδό A _c =	93129,2	mm ²
I _{yc} =I _{zc} =	700268892	mm ⁴
διάμετρος d	345,6	mm

Συντελ. Συμπεριφοράς **q** =

3,0

γ_{ov}=

1,25

Ω_z=min {M_{pl,Rdi}/M_{Edi}}=

1,10

Ω_y=min {M_{pl,Rdi}/M_{Edi}}=

1,10

Διατομή οπλισμού:

αριθμός ράβδων n _s =	6	6	n _{min} =6
διάμετρος Φ=	Φ12	12	mm
απόσταση από έξω s=	s=55	55	mm
απόσταση από μέσα r _s =		122,8	mm
εμβαδόν/ράβδο A _{so} =		113	mm ²
Εμβαδόν συνολικό A _s =		678	mm ²
ροπή αδράνειας I _{so} =		1018	mm ⁴
ροπή αδράνειας I _{ys} =		5119983	mm ⁴
ροπή αδράνειας I _{zs} =		5119983	mm ⁴
αποστάση ράβδων d _s	ds=	128,6	mm
αριθμός ράβδων n _{nz} =	0	0	
αριθμός ράβδων n _{ny} =	0	0	

Γεωμετρικός Έλεγχος Διατομής

Πρέπει $s-t > 0$	50,0	> 0 ok
Ποσοστό σπλισμού $\rho = A_s/A_c < 6\%$	0,73	< 6% ok

Τοπικός Λυγισμός

$d/t =$	71,1	πρέπει $< 90\epsilon^2$	ok
---------	------	-------------------------	----

Αντοχή Διατομής σε Αξονική Θλίψη

σχέση χωρίς συντελεστές: $N_{pl.Rd} = A_a \cdot f_{yd} + A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd} =$	2830,8	kN
πόδας: $N_{pl.Rd} = n_a \cdot A_a \cdot f_{yd} + [1 + n_c \cdot (t/D) \cdot (f_y/f_{ck})] \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd} =$	2830,8	kN
κεφαλή: $N_{pl.Rd} = n_a \cdot A_a \cdot f_{yd} + [1 + n_c \cdot (t/D) \cdot (f_y/f_{ck})] \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd} =$	2830,8	kN
$N_{pl.Rd} =$	2830,8	kN
$N_{pl.c.Rd} = A_c \cdot f_{cd} =$	1241,7	kN

	πόδας	κεφαλή
$e/d = (M_{max,sd}/N_{sd})/D =$	0,1312	0,1160
$n_c = n_{c0} \cdot (1 - 10e/d) =$	0,000	0,000
$n_a = n_{a0} + (1 - n_{a0}) \cdot (10e/d) =$	1,000	1,000
$n_{c0} = 4,9 - 18,5 \cdot \lambda + 17 \cdot \lambda^2 =$	0,166	0,166
$n_{a0} = 0,25 \cdot (3 + 2\lambda) =$	1,000	1,000

Πλαστική Ροπή Αντοχής

$W_{pl.y.s} = \sum A_{si} \cdot e_i =$	48086,3	mm ³
$W_{pl.y.c} = (D-2t)^3/6 - W_{pl.y.s} =$	6831620,9	mm ³
$M_{max.y.Rd} = M_{pl.y.a} + M_{pl.y.s} + (1/2) \cdot M_{pl.y.c} =$	204,06	kNm
Ουδέτερος Άξονας:		
$Z_o = [N_{pc.Rd} \cdot A_{sn} \cdot (2f_{sd} - 0,85f_{cd})] / [2D \cdot 0,85f_{cd} + 4t \cdot (2f_{yd} - 0,85f_{cd})] =$	72,1	mm
$W_{pl.y.an} = D \cdot h_n^2 - W_{pl.y.cn} - W_{pl.y.sn} =$	51915,5	mm ³
$W_{pl.y.sn} = \sum A_{sni} \cdot e_i =$	0	mm ³
$W_{pl.y.cn} = (D-2t) \cdot h_n^2 - W_{pl.y.sn} =$	1794200,9	mm ³
$M_{n.y.Rd} = M_{pl.y.an} + M_{pl.y.sn} + (1/2) \cdot M_{pl.y.cn} =$	22,37	kNm
$M_{pl.y.Rd} = M_{max.y.Rd} - M_{n.y.Rd} =$	181,69	kNm

πρέπει $h_n < D/2-t$

ok

Πλαστική Ροπή Αντοχής στον Ασθενή Άξονα (Z)

$W_{pl.z.s} = \sum A_{si} \cdot e_i =$	55525,2	mm ³
$W_{pl.z.c} = (D-2t)^3/6 - W_{pl.z.s} =$	6824181,9	mm ³
$M_{max.z.Rd} = M_{pl.z.a} + M_{pl.z.s} + (1/2) \cdot M_{pl.z.c} =$	207,25	kNm
Ουδέτερος Άξονας:		
$h_n = [N_{pc.Rd} \cdot A_{sn} \cdot (2f_{sd} - 0,85f_{cd})] / [2D \cdot 0,85f_{cd} + 4t \cdot (2f_{yd} - 0,85f_{cd})] =$	72,1	mm
$W_{pl.z.an} = D \cdot h_n^2 - W_{pl.z.cn} - W_{pl.z.sn} =$	51915,5	mm ³
$W_{pl.z.sn} = \sum A_{sni} \cdot e_i =$	0	mm ³
$W_{pl.z.cn} = (D-2t) \cdot h_n^2 - W_{pl.z.sn} =$	1794200,9	mm ³
$M_{n.z.Rd} = M_{pl.z.an} + M_{pl.z.sn} + (1/2) \cdot M_{pl.z.cn} =$	22,37	kNm
$M_{pl.z.Rd} = M_{max.z.Rd} - M_{n.z.Rd} =$	184,89	kNm

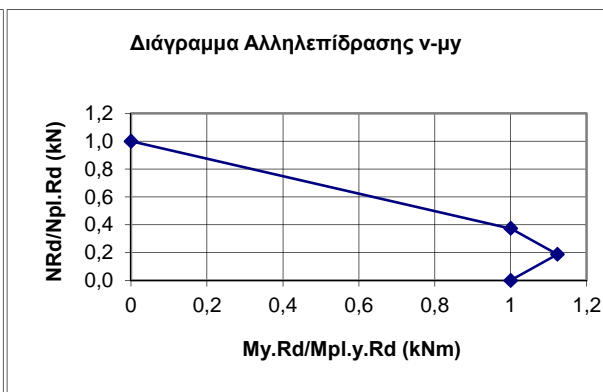
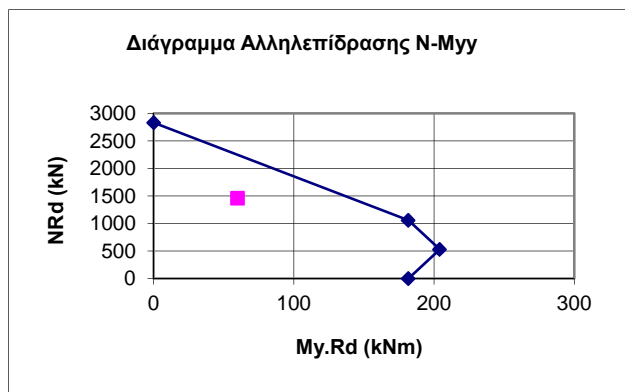
πρέπει $h_n < D/2-t$

ok

Έλεγχος Διατομής Κεφαλής Υποστυλώματος

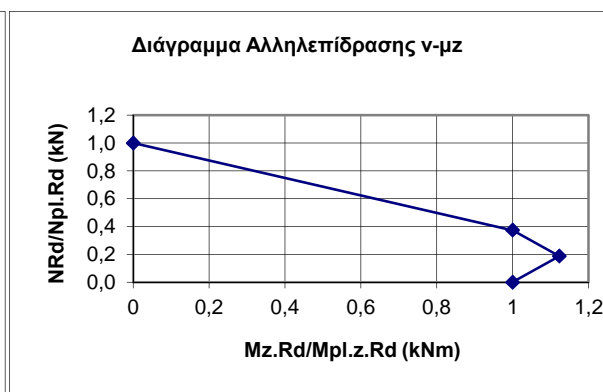
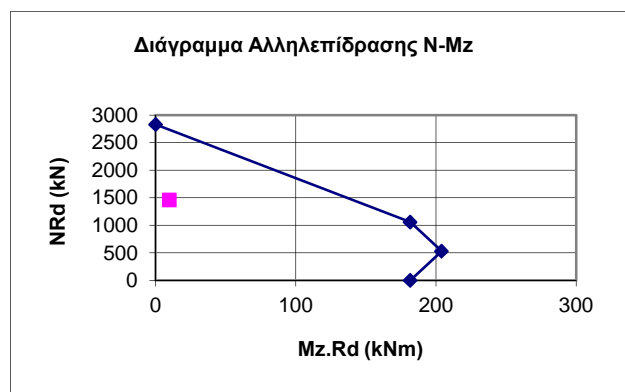
Έλεγχος Διατομής σε Μονοαξονική Κάμψη N-M_y

Σημεία:					$N_{Rd}/N_{pl,Rd}$	$M_{Rd}/M_{pl,y,Rd}$
A:	$N_{pl,Rd} =$	2830,8	$M_A =$	0,0	1	0
C:	$N_{pl,c,Rd} =$	1055,5	$M_{pl,y,Rd} =$	181,7	0,37	1
D:	$N_{pl,c,Rd}/2 =$	527,7	$M_{max,y,Rd} =$	204,1	0,19	1,12
B:	$N_B =$	0,0	$M_{pl,y,Rd} =$	181,7	0	1
X:	$N_{sd} =$	1455,0	$M_{y,sd} =$	60,0		
$M_{pl,y,N,Rd} =$		157,31	$\mu_{yd} = M_{pl,y,N,Rd} / M_{pl,y,Rd} =$		0,866	
		kNm	$M_{y,sd} / M_{pl,y,N,Rd} =$		0,381	< 0,9 ok



Έλεγχος Διατομής σε Μονοαξονική Κάμψη N-M_z

Σημεία:					$N_{Rd}/N_{pl,Rd}$	$M_{Rd}/M_{pl,z,Rd}$
A:	$N_{pl,Rd} =$	2830,8	$M_A =$	0,0	1	0
C:	$N_{pl,c,Rd} =$	1055,5	$M_{pl,z,Rd} =$	181,7	0,37	1
D:	$N_{pl,c,Rd}/2 =$	527,7	$M_{max,z,Rd} =$	204,1	0,19	1,12
B:	$N_B =$	0,0	$M_{pl,z,Rd} =$	181,7	0	1
X:	$N_{sd} =$	1455,0	$M_{z,sd} =$	10,0		
$M_{pl,z,N,Rd} =$		160,07	$\mu_{zd} = M_{pl,z,N,Rd} / M_{pl,z,Rd} =$		0,866	
		kNm	$M_{z,sd} / M_{pl,z,N,Rd} =$		0,062	< 0,9 ok



Έλεγχος Διατομής σε Διαξονική Κάμψη N-M_y-M_z

Πρέπει $M_{y,sd} / (M_{pl,y,N,Rd}) + M_{z,sd} / (M_{pl,z,N,Rd}) \leq 1.0$

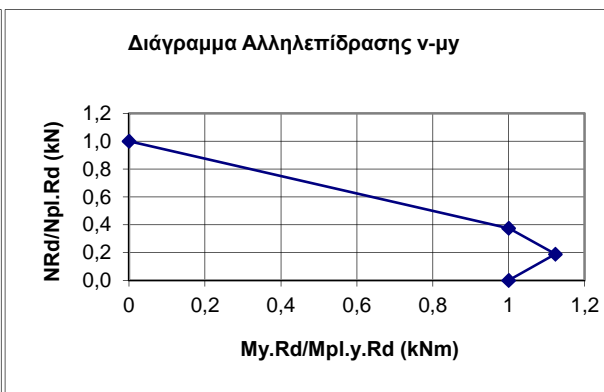
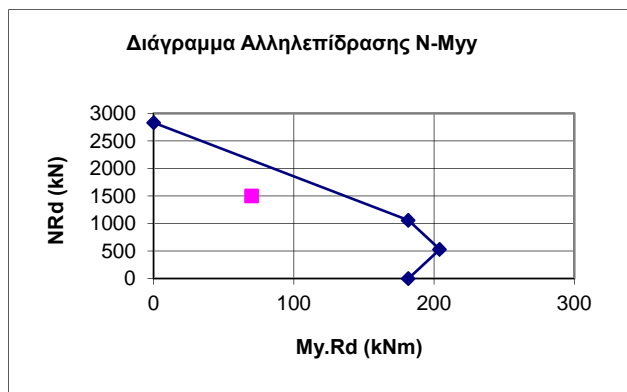
0,444

< 1,0 ok

Έλεγχος Διατομής Πόδα Υποστυλώματος

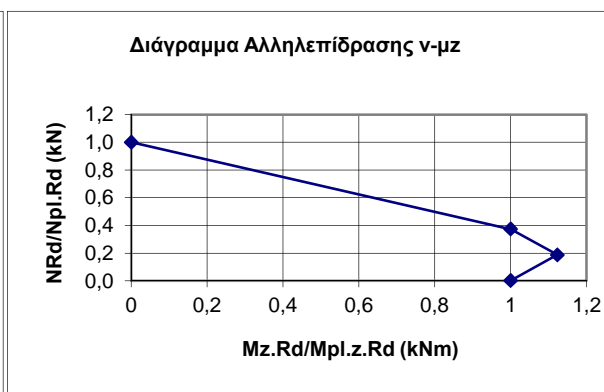
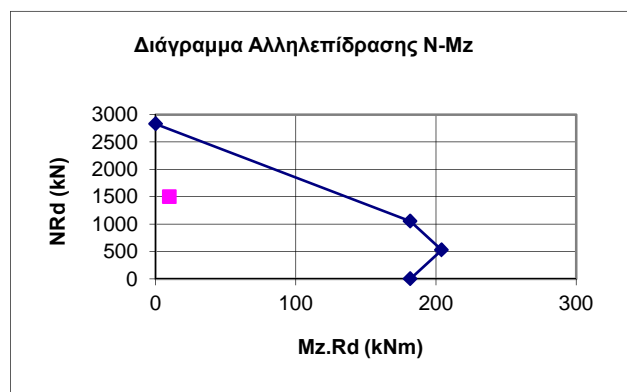
Έλεγχος Διατομής σε Μονοαξονική Κάμψη N-M_y

Σημεία:					$N_{Rd}/N_{pl,Rd}$	$M_{Rd}/M_{pl,y,Rd}$
A:	$N_{pl,Rd} =$	2830,8	$M_A =$	0,0	1	0
C:	$N_{pl,c,Rd} =$	1055,5	$M_{pl,y,Rd} =$	181,7	0,37	1
D:	$N_{pl,c,Rd}/2 =$	527,7	$M_{max,y,Rd} =$	204,1	0,19	1,12
B:	$N_B =$	0,0	$M_{pl,y,Rd} =$	181,7	0	1
X:	$N_{sd} =$	1500,0	$M_{y,sd} =$	70,0		
$M_{pl,y,N,Rd} =$		152,16	$\mu_{yd} = M_{pl,y,N,Rd} / M_{pl,y,Rd} =$		0,837	
			$M_{y,sd} / M_{pl,y,N,Rd} =$		0,460 < 0,9 ok	



Έλεγχος Διατομής σε Μονοαξονική Κάμψη N-M_{zz}

Σημεία:					$N_{Rd}/N_{pl,Rd}$	$M_{Rd}/M_{pl,z,Rd}$
A:	$N_{pl,Rd} =$	2830,8	$M_A =$	0,0	1	0
C:	$N_{pl,c,Rd} =$	1055,5	$M_{pl,z,Rd} =$	181,7	0,37	1
D:	$N_{pl,c,Rd}/2 =$	527,7	$M_{max,z,Rd} =$	204,1	0,19	1,12
B:	$N_B =$	0,0	$M_{pl,z,Rd} =$	181,7	0	1
X:	$N_{sd} =$	1500,0	$M_{z,sd} =$	10,0		
$M_{pl,z,N,Rd} =$		154,84	$\mu_{zd} = M_{pl,z,N,Rd} / M_{pl,z,Rd} =$		0,837	
			$M_{z,sd} / M_{pl,z,N,Rd} =$		0,065 < 0,9 ok	



Έλεγχος Διατομής σε Διαξονική Κάμψη N-M_y-M_z

Πρέπει $M_{y,sd} / (M_{pl,y,N,Rd}) + M_{z,sd} / (M_{pl,z,N,Rd}) \leq 1,0$ **0,52** < 1,0 ok

Έλεγχος Μέλους Στόλου σε Θλίψη, Μονοαξονική και Διαξονική Κάμψη N-M_y-M_z

ρηγματωμένη δυσκαμψία της διατομής για στατική ανάλυση EC4:

$$E_{c,eff} = E_{cm} \cdot (1 / (1 + (N_{G,Ed} / N_{sd}) \cdot \phi_t)) = 21415,2$$

$$(EI)_{eff,II} = 0,9 \cdot (E_a I_a + E_s I_s + 0,5 \cdot E_{c,eff} I_c) = 2,371E+13 \text{ Nmm}^2 \quad \text{κάμψη γύρω από yy}$$

$$2,371E+13 \text{ Nmm}^2 \quad \text{κάμψη γύρω από zz}$$

ρηγματωμένη δυσκαμψία της διατομής για στατική ανάλυση EC8:

$$(EI)_c = 0,9 \cdot (E_a I_a + 0,5 \cdot E_{cm} I_c + E_s I_s) = 2,610E+13 \text{ Nmm}^2 \quad \text{κάμψη γύρω από yy}$$

$$2,610E+13 \text{ Nmm}^2 \quad \text{κάμψη γύρω από zz}$$

ελαστική καμπτική ακαμψία της διατομής για έλεγχο ευστάθειας EC4:

$$(EI)_{eff} = E_a I_a + E_s I_s + 0,6 \cdot E_{c,eff} I_c = 2,78465E+13 \text{ Nmm}^2 \quad \text{λυγισμός γύρω από yy}$$

$$2,78465E+13 \text{ Nmm}^2 \quad \text{λυγισμός γύρω από zz}$$

απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού

1) συμμετρική και ομοιόμορφη διατομή καθ' ύψος

2) $0,2 \leq \delta \leq 0,9$, όπου $\delta = A_a f_y / \gamma_a N_{pl,Rd}$ 0,46

ok το υποστόλωμα θεωρείται σύμμεκτο

3) $\lambda \leq 2$

Έλεγχος Λυγισμού μόνο με Αξονική Δύναμη N_{sd}

	y-y	z-z	
$N_{cr} = \pi^2 (EI)_{eff} / H^2 =$	7634,3	7634,3	kN
$N_{cr,eff} = \pi^2 (EI)_{eff,II} / H^2 =$	6500,8	6500,8	kN
$N_{pl,Rk} = A_a f_{yk} + A_s f_{sk} + A_c f_{ck} =$	3495,9		kN
$\lambda = (N_{pl,Rk} / N_{cr})^{0,5} =$	0,677	0,677	< 2,0 ok
καμπύλη λυγισμού "a" $\alpha=0,21$ για $\rho \leq 3\%$ & "b" $\alpha=0,34$ για $3\% < \rho \leq 6\%$			0,21
αρχικές ατέλειες εο:	0,02		m
$\chi =$	1,165	1,165	
Αντοχή λυγισμού $N_{b,pl,Rd} = \chi \cdot N_{pl,Rd} =$	3297,7	3297,7	kN
$N_{sd} / N_{b,pl,Rd} =$	0,455	0,455	<1,0 ok

Έλεγχος Λυγισμού N+M με θεωρία 2ης τάξης και αρχικές ατέλειες

Ροπές στο μέσο του στόλου:	$M_{y,sd}$	$M_{z,sd}$	
Ροπές 1ης χωρίς ατέλειες:	65,00	10,00	kNm
Ροπές 1ης με ατέλειες y-y:	95,00	10,00	kNm
Ροπές 1ης με ατέλειες z-z:	65,00	40,00	kNm
Ροπές 2ης με ατέλειες y-y:	123,50	14,30	kNm
Ροπές 2ης με ατέλειες z-z:	87,64	52,00	kNm
	$N_{Ed} =$	1500	kN

	y-y	z-z	
λόγος ροπών $\psi = M_{sd(min)} / M_{sd(max)} =$	0,857	1,000	$-1 \leq \psi \leq 1$
$\beta = 0,66 + 0,44 \cdot \psi \geq 0,44$	1,000	1,100	ατέλειες y-y
$\beta = 0,66 + 0,44 \cdot \psi \geq 0,44$	1,037	1,000	ατέλειες z-z
$N_{Ed} / N_{cr,eff} =$	0,231	0,231	αν $N_{Ed} / N_{cr,eff} \leq 0,1$ τότε $k=1$
$k = \beta / (1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}) \geq 1,0$	1,300	1,430	ατέλειες y-y
$k = \beta / (1 - N_{Ed} / N_{cr,eff}) \geq 1,0$	1,348	1,300	ατέλειες z-z

Λυγισμός γύρω από τον Ισχυρό Άξονα y-y και Μονοαξονική Κάμψη $N_{sd}-M_{y,sd}$

$M_{pl,y,N,Rd} =$	152,16	kNm	$\mu_{yd} = M_{pl,y,N,Rd} / M_{pl,y,Rd} =$	0,837		
			$M_{y,sd} / M_{pl,y,N,Rd} =$	0,812	< 0,9 ok	ατέλειες y-y
			$M_{y,sd} / M_{pl,y,N,Rd} =$	0,576	< 0,9 ok	ατέλειες z-z

Λυγισμός γύρω από τον Ασθενή Άξονα z-z και Μονοαξονική Κάμψη $N_{sd}-M_{z,sd}$

$M_{pl,z,N,Rd} =$	154,84	kNm	$\mu_{zd} = M_{pl,z,N,Rd} / M_{pl,z,Rd} =$	0,837		
			$M_{z,sd} / M_{pl,z,N,Rd} =$	0,092	< 0,9 ok	ατέλειες y-y
			$M_{z,sd} / M_{pl,z,N,Rd} =$	0,336	< 0,9 ok	ατέλειες z-z

Έλεγχος Λυγισμού σε Διαξονική Κάμψη $N-M_y-M_z$

Πρέπει $M_{y,sd} / (M_{pl,y,N,Rd}) + M_{z,sd} / (M_{pl,z,N,Rd}) \leq 1.0$	0,904	< 1,0 ok	ατέλειες y-y
Πρέπει $M_{y,sd} / (M_{pl,y,N,Rd}) + M_{z,sd} / (M_{pl,z,N,Rd}) \leq 1.0$	0,912	< 1,0 ok	ατέλειες z-z

Έλεγχος σε Διάτμηση

$A_{vz} = A_{vy} = 2A_a / \pi =$	3506	mm ²					
$V_{pl,z,Rd} = A_{vz} f_a / (3)^{0,5} \gamma_m =$	475,7		> $V_{z,sd}$ (κεφ.)	196,1	$V_{sd} / V_{Rd} =$	0,41	< 1,0 ok
			> $V_{z,sd}$ (ποδ.)	203,7	$V_{sd} / V_{Rd} =$	0,43	< 1,0 ok
$V_{pl,y,Rd} = A_{vy} f_a / (3)^{0,5} \gamma_m =$	475,7		> $V_{y,sd}$ (κεφ.)	201,3	$V_{sd} / V_{Rd} =$	0,42	< 1,0 ok
			> $V_{y,sd}$ (ποδ.)	201,3	$V_{sd} / V_{Rd} =$	0,42	< 1,0 ok
						από EC8 πρέπει $V_{sd} / V_{Rd} < 0,5$	< 0,5 ok

Ειδικές Διατάξεις για Σύμμικτα Κτίρια από EC8**Όρια λυγρότητας γαλβδίνης διατομής για συγκεκριμένη κλάση πλαστιμότητας:**

DCM	πρέπει $c/t_f <$	$85\epsilon^2$	$D / t =$	71,12	
			$85\epsilon^2 =$	85,00	ok

Περιορισμός αξονικού φορτίου στύλου:

πρέπει $N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 0,30$	(κεφ.) $N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0,26	< 0,3 ok
	(ποδ.) $N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0,26	< 0,3 ok