

ΚΥΡΙΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ :

**ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ «ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ»**



ΕΡΓΟ :

ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΣΕ  
ΘΑΛΑΜΟ ΤΟΥ Β' ΟΡΟΦΟΥ ΤΗΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΤΟΥ  
ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ - ΣΥΜΒΑΣΗ 40/21

## ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ:

**ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΝΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2021**

ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ:

ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ:

**ΛΙΟΝΤΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Π.Ε.**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ:

**T01**

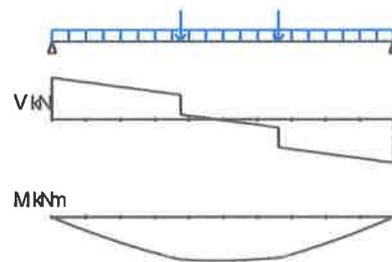
ΧΕΙΡΩΝΟΣ 3, ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ 144 51 ΤΗΛ. 210-6411406, e-mail:info@liontos.gr

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΦΡΑΓΙΔΑ ΜΕΛΕΤΗΤΗ

ΘΕΩΡΗΣΗ

**1. ΚΥΡΙΕΣ ΔΟΚΟΙ (ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ)****Μέλη σε κάμψη, My,k**

(EC3 EN1993-1-1:2005, §6.3.2)

**Διατομή : HE 140 B****Δράσεις : Διαστασιολόγηση δοκών, Κάμψη****Χάλυβας : S 275****2. Κανονισμοί**

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Βάσεις σχεδιασμού

EN1993-1-1:2005, Ευρωκώδικας 3 1-1 Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα

EN1993-1-3:2005, Ευρωκώδικας 3 1-3 Μέλη και φύλλα ψυχρής έλασης

EN1993-1-5:2006, Ευρωκώδικας 3 1-5 Δομικά στοιχεία από επίπεδα ελάσματα

**3. Υλικά****Χάλυβας: S 275**

(EN1993-1-1, §3.2)

 $t \leq 40$  mm, Αντοχή διαρροής  $f_y = 275$  N/mm<sup>2</sup>, Αντοχή αστοχίας  $f_u = 430$  N/mm<sup>2</sup>40mm <  $t \leq 80$  mm, Αντοχή διαρροής  $f_y = 255$  N/mm<sup>2</sup>, Αντοχή αστοχίας  $f_u = 410$  N/mm<sup>2</sup>Μέτρο ελαστικότητας  $E = 210000$  N/mm<sup>2</sup>, Λόγος Poisson  $\nu = 0.30$ , Πυκνότητα  $\rho = 7850$  Kg/m<sup>3</sup>**Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης**

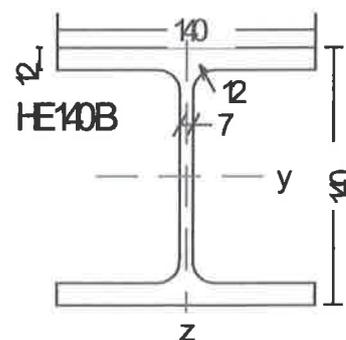
(EN1990, Παράρτημα A1)

 $\gamma_G = 1.35$ ,  $\gamma_Q = 1.50$ ,  $\psi_0 = 0.70$ **Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_M$** 

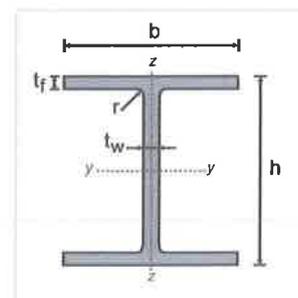
(EN1993-1-1, §6.1)

 $\gamma_{M0} = 1.00$ ,  $\gamma_{M1} = 1.00$ ,  $\gamma_{M2} = 1.25$ **Χαρακτηριστικά χαλύβδινης διατομής****Διατομή HE 140 B-S 275****Διαστάσεις διατομής**

Υψος διατομής	$h = 140.00$ mm
Πλάτος διατομής	$b = 140.00$ mm
Υψος κορμού	$h_w = 116.00$ mm
Υψος ευθύγραμμου τμήματος κορμού	$d_w = 92.00$ mm
Πάχος κορμού	$t_w = 7.00$ mm
Πάχος πέλματος	$t_f = 12.00$ mm
Ακτίνα συναρμογής	$r = 12.00$ mm
Μάζα	$= 33.70$ Kg/m

**Χαρακτηριστικά διατομών**

Εμβαδόν	$A = 4296$ mm <sup>2</sup>		
Ροπή αδρανείας	$I_y = 15.190 \times 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_z = 5.497 \times 10^6$ mm <sup>4</sup>	
Ελαστική ροπή αντίστασης	$W_y = 215.60 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_z = 78.520 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>	
Πλαστική ροπή αντίστασης	$W_{py} = 245.40 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pz} = 119.80 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>	
Ακτίνα αδρανείας	$i_y = 59.5$ mm	$i_z = 35.8$ mm	
Επιφάνεια διάτμησης	$A_{vz} = 1308$ mm <sup>2</sup>	$A_{vy} = 3360$ mm <sup>2</sup>	
Σταθερά στρέψης	$I_t = 0.201 \times 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_p = 69$ mm	
Ροπή αντίστασης σε στρέψη	$W_t = 16.716 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>		
Σταθερά στρέβλωσης	$I_w = 22.479 \times 10^9$ mm <sup>6</sup>		



**4. Διαστάσεις και φορτία**Ανοιγμα δοκού  $L=4.00$  mΜήκος λυγισμού  $y-y$ :  $L_{cr,y}=1.000 \times 4.000=4.000$  mΜήκος λυγισμού  $z-z$ :  $L_{cr,z}=1.050 \times 4.000=4.200$  m

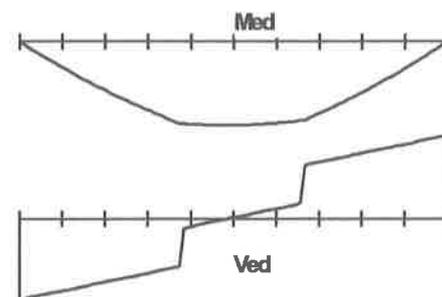
Φορτία δοκού

ίδιο βάρος δοκού	$g_0=$	0.34 kN/m		(1.35x	0.34+1.50x	0.00=	0.45 kN/m)			
ομοιόμορφο φορτίο	$g_1=$	1.25 kN/m	$q_1=$	2.50 kN/m	(1.35x	1.25+1.50x	2.50=	5.44 kN/m)		
συγκεντρωμένο φορτίο	$G_1=$	0.00 kN	$Q_1=$	6.75 kN	$x_1=$	1.500 m	(1.35x	0.00+1.50x	6.75=	10.13 kN)
συγκεντρωμένο φορτίο	$G_2=$	0.00 kN	$Q_2=$	6.75 kN	$x_2=$	2.650 m	(1.35x	0.00+1.50x	6.75=	10.13 kN)

**5. Δυνάμεις σχεδιασμού, διατμητικές δυνάμεις και καμπτικές ροπές**

Τέμνουσες και καμπτικές ροπές για συνδυασμό φορτίσεων 1.35

$x/L=0.00$ , $x=$	0.00 m,	$Med=$	0.00 kNm,	$Ved=$	21.53 kN
$x/L=0.10$ , $x=$	0.40 m,	$Med=$	8.14 kNm,	$Ved=$	19.17 kN
$x/L=0.20$ , $x=$	0.80 m,	$Med=$	15.34 kNm,	$Ved=$	16.82 kN
$x/L=0.30$ , $x=$	1.20 m,	$Med=$	21.59 kNm,	$Ved=$	14.46 kN
$x/L=0.40$ , $x=$	1.60 m,	$Med=$	25.89 kNm,	$Ved=$	1.98 kN
$x/L=0.50$ , $x=$	2.00 m,	$Med=$	26.21 kNm,	$Ved=$	-0.38 kN
$x/L=0.60$ , $x=$	2.40 m,	$Med=$	25.59 kNm,	$Ved=$	-2.74 kN
$x/L=0.70$ , $x=$	2.80 m,	$Med=$	22.50 kNm,	$Ved=$	-15.22 kN
$x/L=0.80$ , $x=$	3.20 m,	$Med=$	15.95 kNm,	$Ved=$	-17.58 kN
$x/L=0.90$ , $x=$	3.60 m,	$Med=$	8.44 kNm,	$Ved=$	-19.93 kN
$x/L=1.00$ , $x=$	4.00 m,	$Med=$	0.00 kNm,	$Ved=$	-22.29 kN

Μέγιστη  $Med= 26.23$  kNm, Μέγιστη  $Ved= 22.29$  kN**6. Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)**

(EN1993-1-1, §7)

Μεγίστη κατακόρυφη μετατόπιση

Φορτίο  $G$  :  $w_g = 1.67$  mm =  $L/2395 < L/200$ Φορτίο  $Q$  :  $w_q = 7.68$  mm =  $L/521 < L/360$ Φορτίο  $G+Q$  :  $w = 9.35$  mm =  $L/428 < L/200$ 

Βέλος κάμψης δοκού, Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS), Έλεγχος ικανοποιείται

**7. Κατάταξη χαλύβδινης διατομής, Κάμψη  $M_y$** 

(EN1993-1-1, §5.5)

Κορμός

 $c=140.0-2 \times 12.0-2 \times 12.0=92.0$  mm,  $t=7.0$  mm,  $c/t=92.0/7.0=13.14$ S 275,  $t=7.0 \leq 40$  mm,  $f_y=275$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/275)^{0.5}=0.92$  $c/t=13.14 \leq 72\epsilon=72 \times 0.92=66.24$ 

Ο κορμός είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)

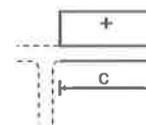
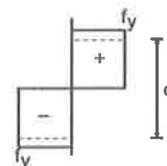
Πέλμα

 $c=140.0/2-7.0/2-12.0=54.5$  mm,  $t=12.0$  mm,  $c/t=54.5/12.0=4.54$ S 275,  $t=12.0 \leq 40$  mm,  $f_y=275$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/275)^{0.5}=0.92$  $c/t=4.54 \leq 9\epsilon=9 \times 0.92=8.28$ 

Το πέλμα είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)

Κατάταξη ολικής διατομής είναι κατηγορία 1, Κάμψη  $M_y, ed$ **8. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε κάμψη  $y-y$** 

(EN1993-1-1, §6.2.5)

 $M_{y, ed}= 26.23$  kNmΚαμπτική αντοχή  $M_{pl,y, rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 275 / 1.00 = 67.48$  kNm $M_{y, ed}= 26.23$  kNm  $< 67.48$  kNm =  $M_{y, rd} = M_{pl,y, rd}$ , Έλεγχος ικανοποιείται $M_{y, ed} / M_{y, rd} = 26.23 / 67.48 = 0.389 < 1$ 

**9. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε διάτμηση z** (EN1993-1-1, §6.2.6)

$$V_{z,ed} = 22.29 \text{ kN}$$

$$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 4296 - 2 \times 140.0 \times 12.0 + (7.0 + 2 \times 12.0) \times 12.0 = 1308 \text{ mm}^2 \quad (\text{EC3 } §6.2.6.3)$$

$$A_v = 1308 \text{ mm}^2 > \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (140.0 - 2 \times 12.0) \times 7.0 = 1.00 \times 116.0 \times 7.0 = 812 \text{ mm}^2$$

$$\text{Πλαστική διατμητική αντοχή } V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 1308 \times (275 / 1.73) / 1.00 = 207.67 \text{ kN}$$

$$V_{z,ed} = 22.29 \text{ kN} < 207.67 \text{ kN} = V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}, \text{ Έλεγχος ικανοποιείται}$$

$$V_{z,ed} / V_{z,rd} = 22.29 / 207.67 = 0.107 < 1$$

$$h_w / t_w = (140.0 - 2 \times 12.0) / 7.0 = 116.0 / 7.0 = 16.57 \leq 72 \times 0.92 / 1.00 = 72 \epsilon / \eta = 66.24 \quad (\eta = 1.00)$$

$$S 275, t = 7.0 \leq 40 \text{ mm}, f_y = 275 \text{ N/mm}^2, \epsilon = (235 / 275)^{0.5} = 0.92$$

$$\text{Δεν απαιτείται έλεγχος της αντίστασης λυγισμού σε τέρνουσα} \quad (\text{EC3 } §6.2.6.6)$$

**10. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε αξονική δύναμη, διάτμηση και κάμψη** (EN1993-1-1, §6.2.9)

$$N_{ed} = 0.00 \text{ kN}, V_{z,ed} = 15.58 \text{ kN}, M_{y,ed} = 18.74 \text{ kNm}$$

$$\text{Στη θέση } x = 1.00 \text{ m}$$

$$M_{pl,y,rd} = 67.48 \text{ kNm}, V_{pl,z,rd} = 207.67 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN}, \text{ Η επίδραση αξονικής δύναμης παραλείπεται} \quad (\text{EC3 } §6.2.9.1 \text{ Εξ.6.33, Εξ.6.34, Εξ.6.35})$$

$$V_{ed} = 15.58 \text{ kN} \leq 0.50 \times 207.67 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 103.83 \text{ kN}$$

$$\text{Η επίδραση διατμητικής δύναμης παραλείπεται} \quad (\text{EC3 } §6.2.8.2)$$

**11. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε αξονική δύναμη, διάτμηση και κάμψη** (EN1993-1-1, §6.2.9)

$$N_{ed} = 0.00 \text{ kN}, V_{z,ed} = 13.20 \text{ kN}, M_{y,ed} = 25.84 \text{ kNm}$$

$$\text{Στη θέση } x = 1.50 \text{ m}$$

$$M_{pl,y,rd} = 67.48 \text{ kNm}, V_{pl,z,rd} = 207.67 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN}, \text{ Η επίδραση αξονικής δύναμης παραλείπεται} \quad (\text{EC3 } §6.2.9.1 \text{ Εξ.6.33, Εξ.6.34, Εξ.6.35})$$

$$V_{ed} = 13.20 \text{ kN} \leq 0.50 \times 207.67 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 103.83 \text{ kN}$$

$$\text{Η επίδραση διατμητικής δύναμης παραλείπεται} \quad (\text{EC3 } §6.2.8.2)$$

**12. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε αξονική δύναμη, διάτμηση και κάμψη** (EN1993-1-1, §6.2.9)

$$N_{ed} = 0.00 \text{ kN}, V_{z,ed} = 14.67 \text{ kN}, M_{y,ed} = 25.13 \text{ kNm}$$

$$\text{Στη θέση } x = 2.65 \text{ m}$$

$$M_{pl,y,rd} = 67.48 \text{ kNm}, V_{pl,z,rd} = 207.67 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN}, \text{ Η επίδραση αξονικής δύναμης παραλείπεται} \quad (\text{EC3 } §6.2.9.1 \text{ Εξ.6.33, Εξ.6.34, Εξ.6.35})$$

$$V_{ed} = 14.67 \text{ kN} \leq 0.50 \times 207.67 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 103.83 \text{ kN}$$

$$\text{Η επίδραση διατμητικής δύναμης παραλείπεται} \quad (\text{EC3 } §6.2.8.2)$$

**13. Πλευρικός λυγισμός, (ULS)** (EN1993-1-1, §6.3.2)

$$M_{y,ed} = 26.23 \text{ kN}, L = 4.000 \text{ m}, L_{cr,y} = 4.000 \text{ m}, L_{cr,z} = 4.200 \text{ m}, L_{cr,lt} = 4.000 \text{ m}$$

$$\text{Ελαστική κρίσιμη ροπή πλευρικού λυγισμού} \quad (\text{EC3 } §6.3.2.2.2, \text{ EN1993:2002 Παράρτημα C})$$

$$\text{Timoshenko, S.P., Gere, J.M., Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961}$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 EI_z / (kL)^2] \{ \sqrt{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 GI_t / (\pi^2 EI_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2] } - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \}$$

$$\text{Μέθοδος υπολογισμού } C_1, C_2, C_3 : \text{ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006}$$

$$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

$$k \cdot L = 4000 \text{ mm}, z_g = h/2 = 140/2 = 70 \text{ mm}, z_j = 0 \text{ mm} \quad (\text{EN1993:2002 Εξ. C.11})$$

$$k_y = 1.0, k_z = 1.0, k_w = 1.0, C_1 = 1.127, C_2 = 0.454, C_3 = 0.000$$

$$M_{cr} = [10^{-6}] 1.127 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6 / 4000^2]$$

$$\times \{ [(1.0/1.0)^2 \times (22.479 \times 10^9 / 5.497 \times 10^6) + 4000^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.201 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 5.497 \times 10^6) + (0.454 \times 70)^2 \}^{0.5} - (0.454 \times 70) \} = 108.4 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{lt} = \sqrt{(W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{[10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 275 / 108.4} = 0.789 \quad (\text{EC3 Εξ.6.56})$$

$$h/b = 140/140 = 1.00 \leq 2.00 \text{ καμπύλη λυγισμού: b}$$

$$\text{συντελεστής ατελειών: } \alpha_{lt} = 0.34, \beta = 0.75, \chi_{lt} = 0.823 \quad (\text{Π.6.3, Π.6.5, Σχ.6.4})$$

$$\Phi_{lt} = 0.5 [1 + \alpha_{lt} (\bar{\lambda}_{lt} - \bar{\lambda}_{lt0}) + \beta \bar{\lambda}_{lt}^2] = 0.5 [1 + 0.34 \times (0.789 - 0.40) + 0.75 \times 0.789^2] = 0.800$$

$$\chi_{lt} = 1 / [\Phi_{lt} + \sqrt{(\Phi_{lt}^2 - \beta \bar{\lambda}_{lt}^2)}] = 1 / [0.800 + \sqrt{(0.800^2 - 0.75 \times 0.800^2)}] = 0.823$$

$$\text{Μειωτικός συντελεστής } \chi_{lt} = 1 / [\Phi_{lt} + \sqrt{(\Phi_{lt}^2 - \beta \bar{\lambda}_{lt}^2)}], \chi_{lt} \leq 1.0, 1 / \bar{\lambda}_{lt}^2, \chi_{lt} = 0.823 \quad (\text{Εξ.6.57})$$

$$\chi_{lt,mod} = \chi_{lt} / f, \chi_{lt,mod} \leq 1, \chi_{lt,mod} \leq 1 / \bar{\lambda}_{lt}^2 = 1 / 0.789^2 = 1.61 \quad (\text{EC3 } §6.3.2.3(2), \text{ Εξ.6.58})$$

$$K_c = 0.94 \quad (\text{EC3 Πιν.6.6})$$

$$f = 1 - 0.5(1 - K_c) [1 - 2.0(\bar{\lambda}_{lt} - 0.8)^2] = 1 - 0.5 \times (1 - 0.94) [1 - 2.0 \times (0.789 - 0.8)^2] = 0.970, f \leq 1.0$$

$$\chi_{lt,mod} = \chi_{lt} / f = 0.823 / 0.970 = 0.848, \chi_{lt,mod} \leq 1.0, \chi_{lt,mod} \leq 1.61, \chi_{lt,mod} = 0.848$$

$$M_{b,rd} = \chi_{lt} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.848 \times [10^{-6}] \times 245.40 \times 10^3 \times 275 / 1.00 = 57.23 \text{ kNm}$$

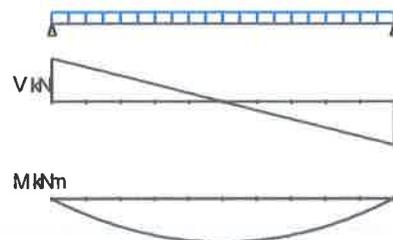
(EC3 Εξ.6.55)

$$M_{y,ed} = 26.23 \text{ kNm} < 57.23 \text{ kNm} = M_{b,rd}, \text{ Έλεγχος ικανοποιείται}$$

$$M_{y,ed} / M_{b,rd} = 26.23 / 57.23 = 0.458 < 1$$

**1. ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΕΣ ΔΟΚΟΙ (ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ)****Μέλη σε κάμψη, My,k**

(EC3 EN1993-1-1:2005, §6.3.2)

**Διατομή : IPE 80****Δράσεις : Διαστασιολόγηση δοκών, Κάμψη****Χάλυβας : S 275****2. Κανονισμοί**

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Βάσεις σχεδιασμού

EN1993-1-1:2005, Ευρωκώδικας 3 1-1 Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα

EN1993-1-3:2005, Ευρωκώδικας 3 1-3 Μέλη και φύλλα ψυχρής έλασης

EN1993-1-5:2006, Ευρωκώδικας 3 1-5 Δομικά στοιχεία από επίπεδα ελάσματα

**3. Υλικά****Χάλυβας: S 275**

(EN1993-1-1, §3.2)

 $t \leq 40$  mm, Αντοχή διαρροής  $f_y = 275$  N/mm<sup>2</sup>, Αντοχή αστοχίας  $f_u = 430$  N/mm<sup>2</sup>40mm <  $t \leq 80$  mm, Αντοχή διαρροής  $f_y = 255$  N/mm<sup>2</sup>, Αντοχή αστοχίας  $f_u = 410$  N/mm<sup>2</sup>Μέτρο ελαστικότητας  $E = 210000$  N/mm<sup>2</sup>, Λόγος Poisson  $\nu = 0.30$ , Πυκνότητα  $\rho = 7850$  Kg/m<sup>3</sup>**Συντ. μόνιμης και μεταβλητής δράσης**

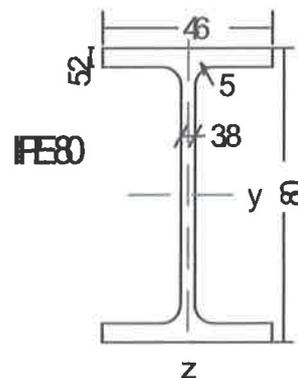
(EN1990, Παράρτημα A1)

 $\gamma_G = 1.35$ ,  $\gamma_Q = 1.50$ ,  $\psi_0 = 0.70$ **Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας  $\gamma_M$** 

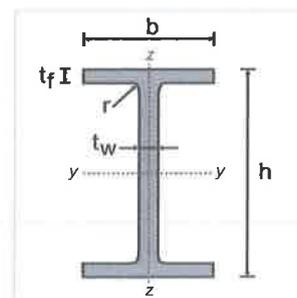
(EN1993-1-1, §6.1)

 $\gamma_{M0} = 1.00$ ,  $\gamma_{M1} = 1.00$ ,  $\gamma_{M2} = 1.25$ **Χαρακτηριστικά χαλύβδινης διατομής****Διατομή IPE 80-S 275****Διαστάσεις διατομής**

Υψος διατομής	$h =$	80.00 mm
Πλάτος διατομής	$b =$	46.00 mm
Υψος κορμού	$h_w =$	69.60 mm
Υψος ευθύγραμμου τμήματος κορμού	$d_w =$	59.60 mm
Πάχος κορμού	$t_w =$	3.80 mm
Πάχος πέλματος	$t_f =$	5.20 mm
Ακτίνα συναρμογής	$r =$	5.00 mm
Μάζα	$=$	6.00 Kg/m

**Χαρακτηριστικά διατομών**

Εμβαδόν	$A =$	764 mm <sup>2</sup>		
Ροπή αδρανείας	$I_y =$	$0.801 \times 10^6$ mm <sup>4</sup>	$I_z =$	$0.085 \times 10^6$ mm <sup>4</sup>
Ελαστική ροπή αντίστασης	$W_y =$	$20.030 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_z =$	$3.690 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>
Πλαστική ροπή αντίστασης	$W_{py} =$	$23.220 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>	$W_{pz} =$	$5.820 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>
Ακτίνα αδρανείας	$i_y =$	32.4 mm	$i_z =$	10.5 mm
Επιφάνεια διάτμησης	$A_{vz} =$	357 mm <sup>2</sup>	$A_{vy} =$	478 mm <sup>2</sup>
Σταθερά στρέψης	$I_t =$	$0.007 \times 10^6$ mm <sup>4</sup>	$i_p =$	34 mm
Ροπή αντίστασης σε στρέψη	$W_t =$	$1.342 \times 10^3$ mm <sup>3</sup>		
Σταθερά στρέβλωσης	$I_w =$	$0.118 \times 10^9$ mm <sup>6</sup>		



**4. Διαστάσεις και φορτία**Ανοιγμα δοκού  $L=1.50$  mΜήκος λυγισμού  $y-y$ :  $L_{cr,y}=1.000 \times 1.500=1.500$  mΜήκος λυγισμού  $z-z$ :  $L_{cr,z}=1.000 \times 1.500=1.500$  m

Φορτία δοκού

ίδιο βάρος δοκού  $g_0= 0.06$  kN/m

$$(1.35 \times 0.06 + 1.50 \times 0.00 = 0.08 \text{ kN/m})$$

ομοιόμορφο φορτίο  $g_1= 1.25$  kN/m  $q_1= 2.50$  kN/m

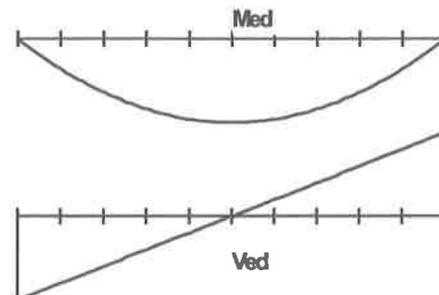
$$(1.35 \times 1.25 + 1.50 \times 2.50 = 5.44 \text{ kN/m})$$

**5. Δυνάμεις σχεδιασμού, διατμητικές δυνάμεις και καμπτικές ροπές**

Τέμνουσες και καμπτικές ροπές για συνδυασμό φορτίσεων 1.35:

$x/L=0.00$ , $x= 0.00$ m, $Med= 0.00$ kNm, $Ved= 4.14$ kN
$x/L=0.10$ , $x= 0.15$ m, $Med= 0.56$ kNm, $Ved= 3.31$ kN
$x/L=0.20$ , $x= 0.30$ m, $Med= 0.99$ kNm, $Ved= 2.48$ kN
$x/L=0.30$ , $x= 0.45$ m, $Med= 1.30$ kNm, $Ved= 1.66$ kN
$x/L=0.40$ , $x= 0.60$ m, $Med= 1.49$ kNm, $Ved= 0.83$ kN
$x/L=0.50$ , $x= 0.75$ m, $Med= 1.55$ kNm, $Ved= 0.00$ kN
$x/L=0.60$ , $x= 0.90$ m, $Med= 1.49$ kNm, $Ved= -0.83$ kN
$x/L=0.70$ , $x= 1.05$ m, $Med= 1.30$ kNm, $Ved= -1.66$ kN
$x/L=0.80$ , $x= 1.20$ m, $Med= 0.99$ kNm, $Ved= -2.48$ kN
$x/L=0.90$ , $x= 1.35$ m, $Med= 0.56$ kNm, $Ved= -3.31$ kN
$x/L=1.00$ , $x= 1.50$ m, $Med= 0.00$ kNm, $Ved= -4.14$ kN

Μέγιστη  $Med= 1.55$  kNm, Μέγιστη  $Ved= 4.14$  kN

**6. Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS)**

(EN1993-1-1, §7)

Μεγίστη κατακόρυφη μετατόπιση

Φορτίο  $G$  :  $w_g = 0.52$  mm =  $L/2885 < L/200$ Φορτίο  $Q$  :  $w_q = 0.99$  mm =  $L/1515 < L/360$ Φορτίο  $G+Q$  :  $w = 1.51$  mm =  $L/993 < L/200$ 

Βέλος κάμψης δοκού, Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS), Έλεγχος ικανοποιείται

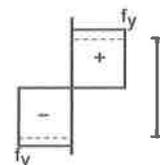
**7. Κατάταξη χαλύβδινης διατομής, Κάμψη  $M_y$** 

(EN1993-1-1, §5.5)

Κορμός

 $c=80.0-2 \times 5.2-2 \times 5.0=59.6$  mm,  $t=3.8$  mm,  $c/t=59.6/3.8=15.68$ S 275 ,  $t= 3.8 \leq 40$  mm,  $f_y=275$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/275)^{0.5}=0.92$  $c/t=15.68 \leq 72\epsilon=72 \times 0.92=66.24$ 

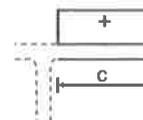
Ο κορμός είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)



Πέλμα

 $c=46.0/2-3.8/2-5.0=16.1$  mm,  $t=5.2$  mm,  $c/t=16.1/5.2=3.10$ S 275 ,  $t= 5.2 \leq 40$  mm,  $f_y=275$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon=(235/275)^{0.5}=0.92$  $c/t=3.10 \leq 9\epsilon=9 \times 0.92=8.28$ 

Το πέλμα είναι κατηγορία 1 (EN1993-1-1, Πιν.5.2)

Κατάταξη ολικής διατομής είναι κατηγορία 1, Κάμψη  $M_y, ed$ **8. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε κάμψη  $y-y$** 

(EN1993-1-1, §6.2.5)

 $M_{y,ed}= 1.55$  kNmΚαμπτική αντοχή  $M_{ply,rd}=W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M0} = [10^{-6}] \times 23.220 \times 10^3 \times 275 / 1.00 = 6.39$  kNm $M_{y,ed} = 1.55$  kNm  $< 6.39$  kNm  $= M_{y,rd} = M_{ply,rd}$ , Έλεγχος ικανοποιείται $M_{y,ed} / M_{y,rd} = 1.55 / 6.39 = 0.243 < 1$ **9. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε διάτμηση  $z$** 

(EN1993-1-1, §6.2.6)

 $V_{z,ed}= 4.14$  kN $A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 764 - 2 \times 46.0 \times 5.2 + (3.8 + 2 \times 5.0) \times 5.2 = 357$  mm<sup>2</sup>

(EC3 §6.2.6.3)

 $A_v = 357$  mm<sup>2</sup>  $> \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1.00 \times (80.0 - 2 \times 5.2) \times 3.8 = 1.00 \times 69.6 \times 3.8 = 264$  mm<sup>2</sup>Πλαστική διατμητική αντοχή  $V_{pl,z,rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = [10^{-3}] \times 357 \times (275 / 1.73) / 1.00 = 56.74$  kN $V_{z,ed} = 4.14$  kN  $< 56.74$  kN  $= V_{z,rd} = V_{pl,z,rd}$ , Έλεγχος ικανοποιείται $V_{z,ed} / V_{z,rd} = 4.14 / 56.74 = 0.073 < 1$

$$h_w/t_w = (80.0 - 2 \times 5.2) / 3.8 = 69.6 / 3.8 = 18.32 < 72 \times 0.92 / 1.00 = 72 \varepsilon / \eta = 66.24 \quad (\eta = 1.00)$$

$$S \geq 275, t = 3.8 < 40 \text{ mm}, f_y = 275 \text{ N/mm}^2, e = (235/275)^{0.5} = 0.92$$

Δεν απαιτείται έλεγχος της αντίστασης λυγισμού σε τέμνουσα

(EC3 §6.2.6.6)

### 10. Οριακή κατάσταση αστοχίας, Έλεγχος σε αξονική δύναμη, διάτμηση και κάμψη (EN1993-1-1, §6.2.9)

$$N_{ed} = 0.00 \text{ kN}, V_{ed} = 2.05 \text{ kN}, M_{y,ed} = 1.17 \text{ kNm}$$

Στη θέση  $x = 0.38 \text{ m}$

$$M_{pl,y,rd} = 6.39 \text{ kNm}, V_{pl,z,rd} = 56.74 \text{ kN}$$

$N_{ed} = 0 \text{ kN}$ , Η επίδραση αξονικής δύναμης παραλείπεται

(EC3 §6.2.9.1 Εξ.6.33, Εξ.6.34, Εξ.6.35)

$$V_{ed} = 2.05 \text{ kN} < 0.50 \times 56.74 = 0.50 \times V_{pl,rd} = 28.37 \text{ kN}$$

Η επίδραση διατμητικής δύναμης παραλείπεται

(EC3 §6.2.8.2)

### 11. Πλευρικός λυγισμός, (ULS)

(EN1993-1-1, §6.3.2)

$$M_{y,ed} = 1.55 \text{ kNm}, L = 1.500 \text{ m}, l_{cr,y} = 1.500 \text{ m}, l_{cr,z} = 1.500 \text{ m}, l_{cr,lt} = 1.500 \text{ m}$$

Ελαστική κρίσιμη ροπή πλευρικού λυγισμού

(EC3 §6.3.2.2.2, EN1993:2002 Παράρτημα C)

*Timoshenko, S.P, Gere, J.M, Theory of elastic stability, McGraw-Hill, 1961*

$$M_{cr} = C_1 \cdot [\pi^2 E I_z / (kL)^2] \{ \sqrt{ [(kz/kw)^2 (I_w/I_z) + (kL)^2 G I_t / (\pi^2 E I_z) + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2] - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) } \}$$

Μέθοδος υπολογισμού  $C_1, C_2, C_3$  : ECCS 119/Galea SN030a-EN-EU Access Steel 2006

$$G = E / (2(1+\nu)) = 210000 / (2(1+0.30)) = 80769 = 8.1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

$$k \cdot L = 1500 \text{ mm}, z_g = h/2 = 80/2 = 40 \text{ mm}, z_j = 0 \text{ mm}$$

(EN1993:2002 Εξ. C.11)

$$k_y = 1.0, k_z = 1.0, k_w = 1.0, C_1 = 1.127, C_2 = 0.454, C_3 = 0.000$$

$$M_{cr} = [10^{-6}] 1.127 \times [\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 0.085 \times 10^6 / 1500^2]$$

$$\times \{ [(1.0/1.0)^2 \times (0.118 \times 10^9 / 0.085 \times 10^6) + 1500^2 \times 8.1 \times 10^4 \times 0.007 \times 10^6 / (\pi^2 \times 2.1 \times 10^5 \times 0.085 \times 10^6) + (0.454 \times 40)^2 ]^{0.5} - (0.454 \times 40) \} = 6.7 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{lt} = \sqrt{(W_{pl,y} \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{[10^{-6}] \times 23.220 \times 10^3 \times 275 / 6.7} = 0.976$$

(EC3 Εξ.6.56)

$h/b = 80/46 = 1.74 < 2.00$  καμπύλη λυγισμού: b

συντελεστής ατελειών:  $\alpha_{lt} = 0.34, \beta = 0.75, \chi_{lt} = 0.714$

(Π.6.3, Π.6.5, Σχ.6.4)

$$\Phi_{lt} = 0.5 [1 + \alpha_{lt} (\bar{\lambda}_{lt} - \bar{\lambda}_{lt}) + \beta \bar{\lambda}_{lt}^2] = 0.5 [1 + 0.34 \times (0.976 - 0.40) + 0.75 \times 0.976^2] = 0.955$$

$$\chi_{lt} = 1 / [\Phi_{lt} + \sqrt{(\Phi_{lt}^2 - \beta \bar{\lambda}_{lt}^2)}] = 1 / [0.955 + \sqrt{(0.955^2 - 0.75 \times 0.955^2)}] = 0.714$$

$$\text{Μειωτικός συντελεστής } \chi_{lt} = 1 / [\Phi_{lt} + \sqrt{(\Phi_{lt}^2 - \beta \bar{\lambda}_{lt}^2)}], \chi_{lt} < 1.0, 1 / \bar{\lambda}_{lt}^2, \chi_{lt} = 0.714$$

(Εξ.6.57)

$$\chi_{lt,mod} = \chi_{lt} / f, \chi_{lt,mod} < 1, \chi_{lt,mod} < 1 / \bar{\lambda}_{lt}^2 = 1 / 0.976^2 = 1.05$$

(EC3 §6.3.2.3(2), Εξ.6.58)

$$k_c = 0.94$$

(EC3 Πιν.6.6)

$$f = 1 - 0.5(1 - k_c) [1 - 2.0(\bar{\lambda}_{lt} - 0.8)^2] = 1 - 0.5(1 - 0.940) [1 - 2.0 \times (0.976 - 0.8)^2] = 0.972, f < 1.0$$

$$\chi_{lt,mod} = \chi_{lt} / f = 0.714 / 0.972 = 0.735, \chi_{lt,mod} < 1.0, \chi_{lt,mod} < 1.05, \chi_{lt,mod} = 0.735$$

$$M_{b,rd} = \chi_{lt} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0.735 \times [10^{-6}] \times 23.220 \times 10^3 \times 275 / 1.00 = 4.69 \text{ kNm}$$

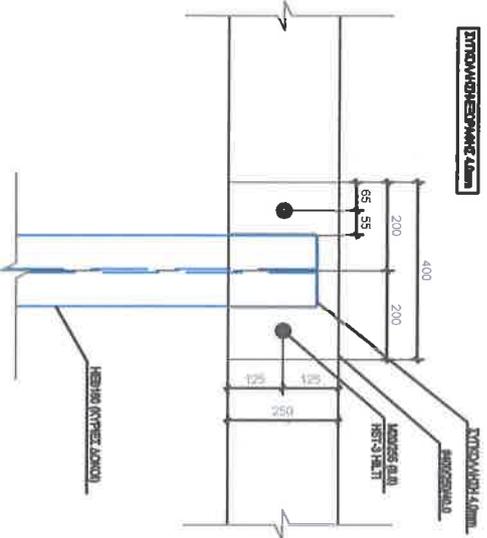
(EC3 Εξ.6.55)

$$M_{y,ed} = 1.55 \text{ kNm} < 4.69 \text{ kNm} = M_{b,rd}, \text{ Έλεγχος ικανοποιείται}$$

$$M_{y,ed} / M_{b,rd} = 1.55 / 4.69 = 0.331 < 1$$

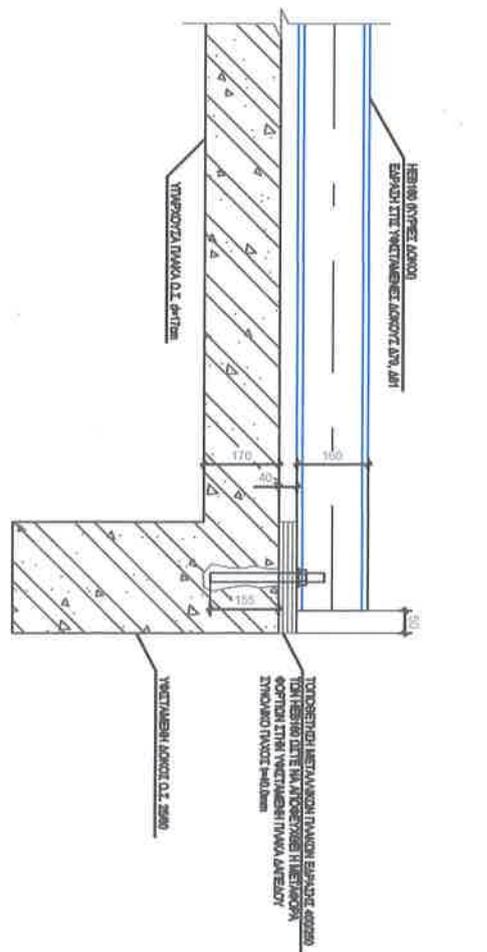


ΣΤΥΛΟΜΕΡΟΣ ΕΡΩΝΗΣ 4.1mm



ΚΑΤΩΦΗ

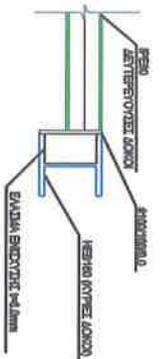
ΣΤΥΛΟΜΕΡΟΣ ΕΡΩΝΗΣ 4.1mm



ΤΟΜΗ

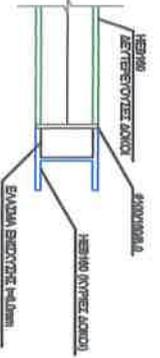
ΑΕΓΓΟΜΕΡΙΕΣ ΕΑΡΑΣΗΣ ΔΟΚΩΝ ΗΕΒ160 ΣΕ ΔΟΚΟ Ο.Σ.Τ ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10

ΣΤΥΛΟΜΕΡΟΣ ΕΡΩΝΗΣ 4.1mm

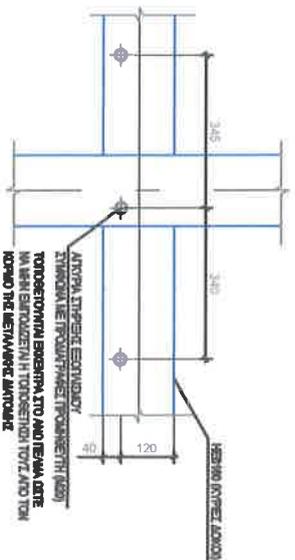


ΑΕΓΓΟΜΕΡΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ ΗΕΒ160 ΣΕ ΔΟΚΟ ΗΕΒ160 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10

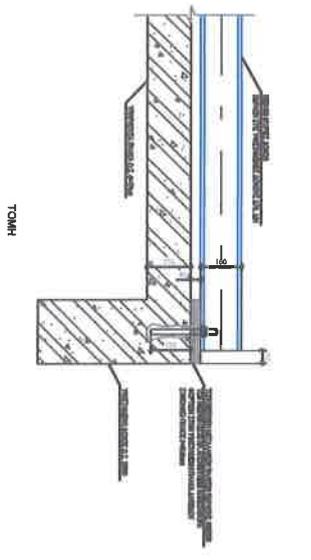
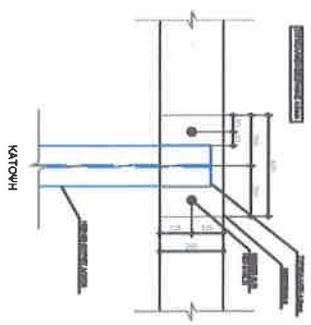
ΣΤΥΛΟΜΕΡΟΣ ΕΡΩΝΗΣ 4.1mm



ΑΕΓΓΟΜΕΡΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΚΟΥ ΗΕΒ160 ΣΕ ΔΟΚΟ ΗΕΒ160 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10



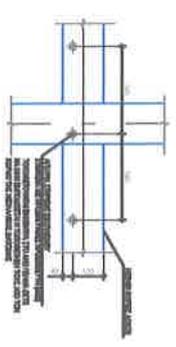
ΑΕΓΓΟΜΕΡΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΡΧΙΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΕΞΟΛΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΑΝΩ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΗΕΒ160 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10



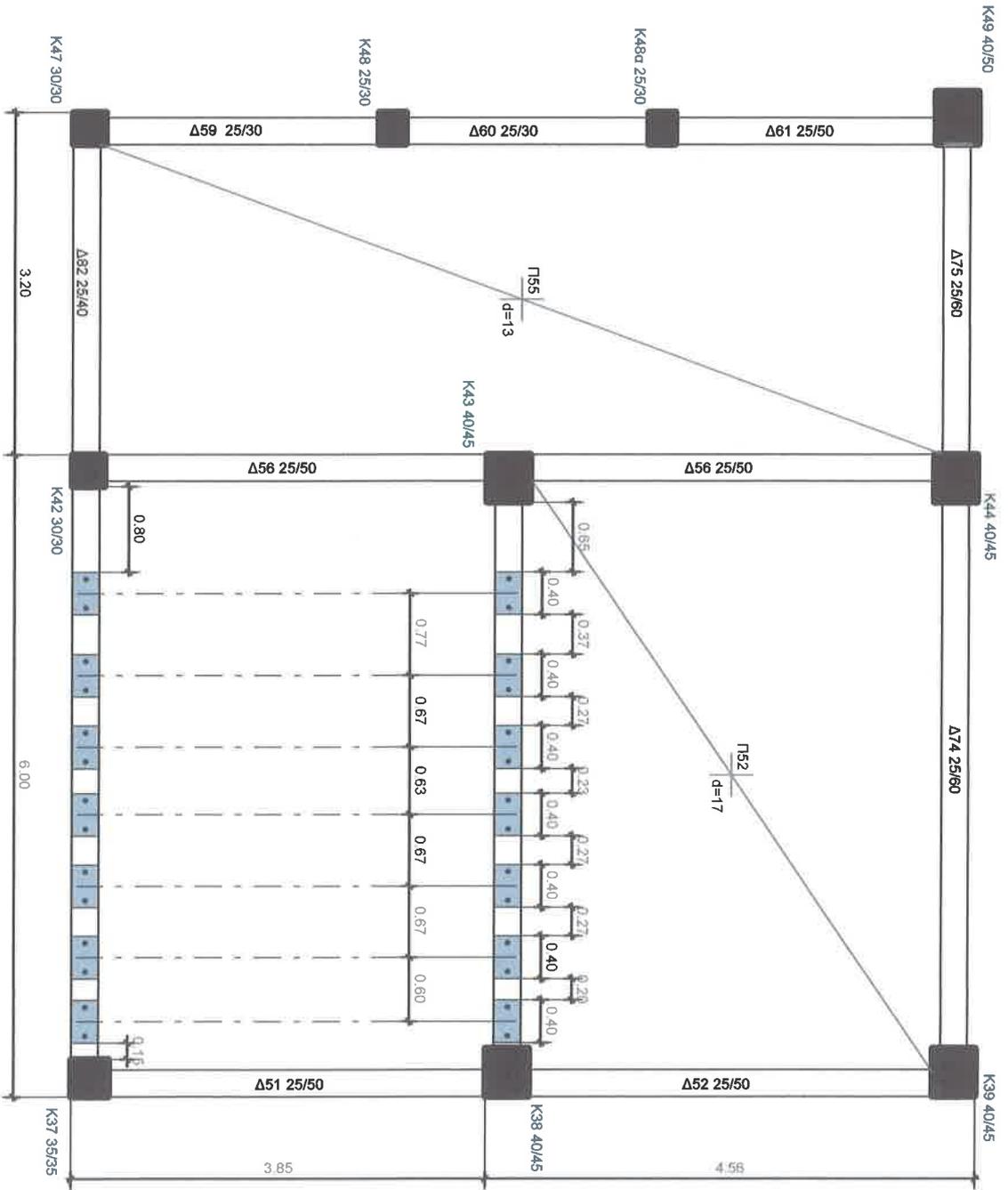
ΑΥΤΟΜΕΡΕΙΑ ΕΡΧΑΣΗΣ ΛΟΚΟΥ ΗΕΒ100 ΣΕ ΛΟΚΟ ΟΥΣ  
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10

ΑΥΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΛΟΚΟΥ ΠΕΡΟ ΣΕ ΛΟΚΟ ΗΕΒ100  
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10

ΑΥΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΛΟΚΟΥ ΗΕΒ100 ΣΕ ΛΟΚΟ ΗΕΒ100  
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10

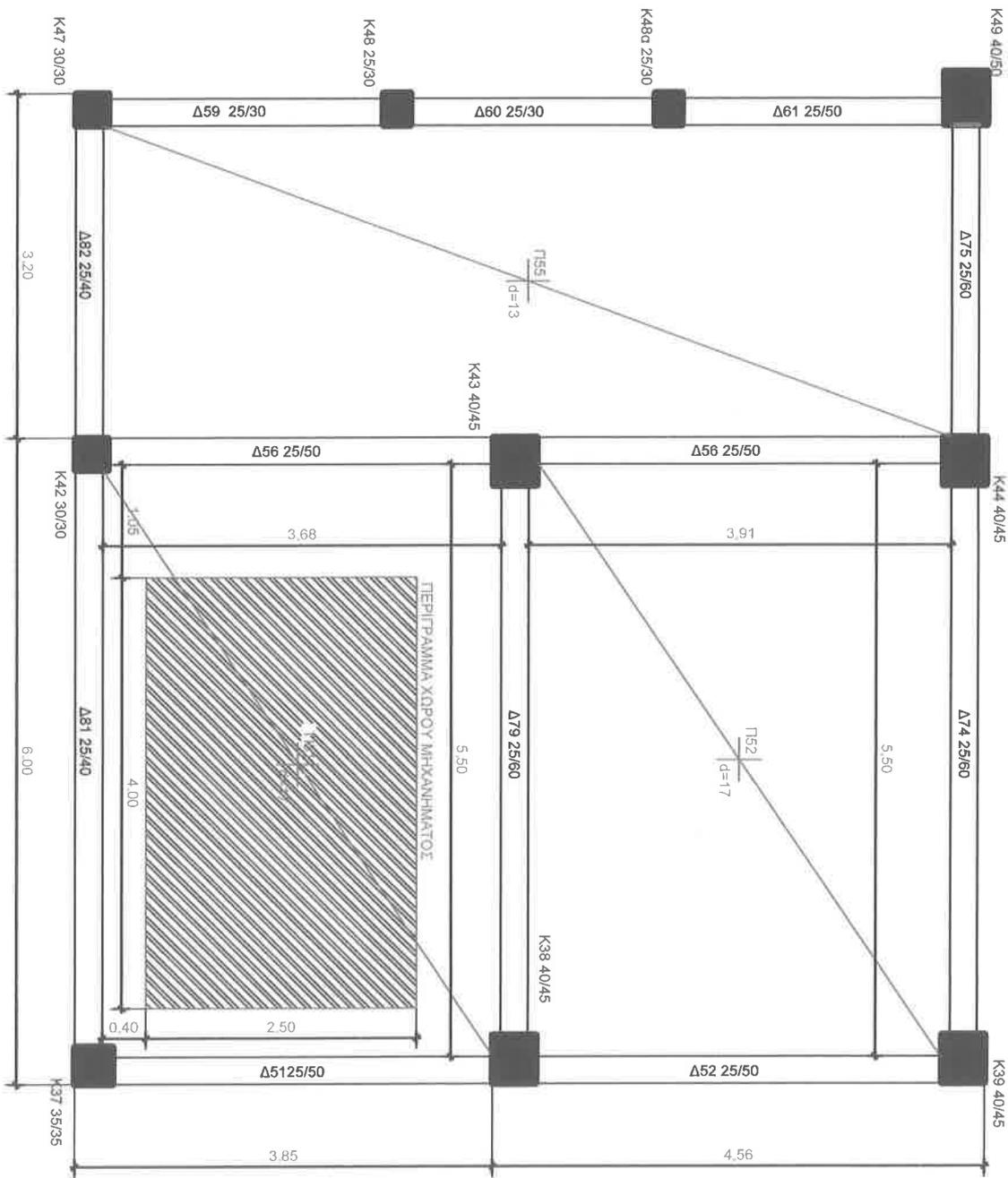


ΑΥΤΟΜΕΡΕΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΟΓΡΑΦΩΝ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΤΟ ΑΝΩ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΛΟΚΟΥ ΗΕΒ100 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:10

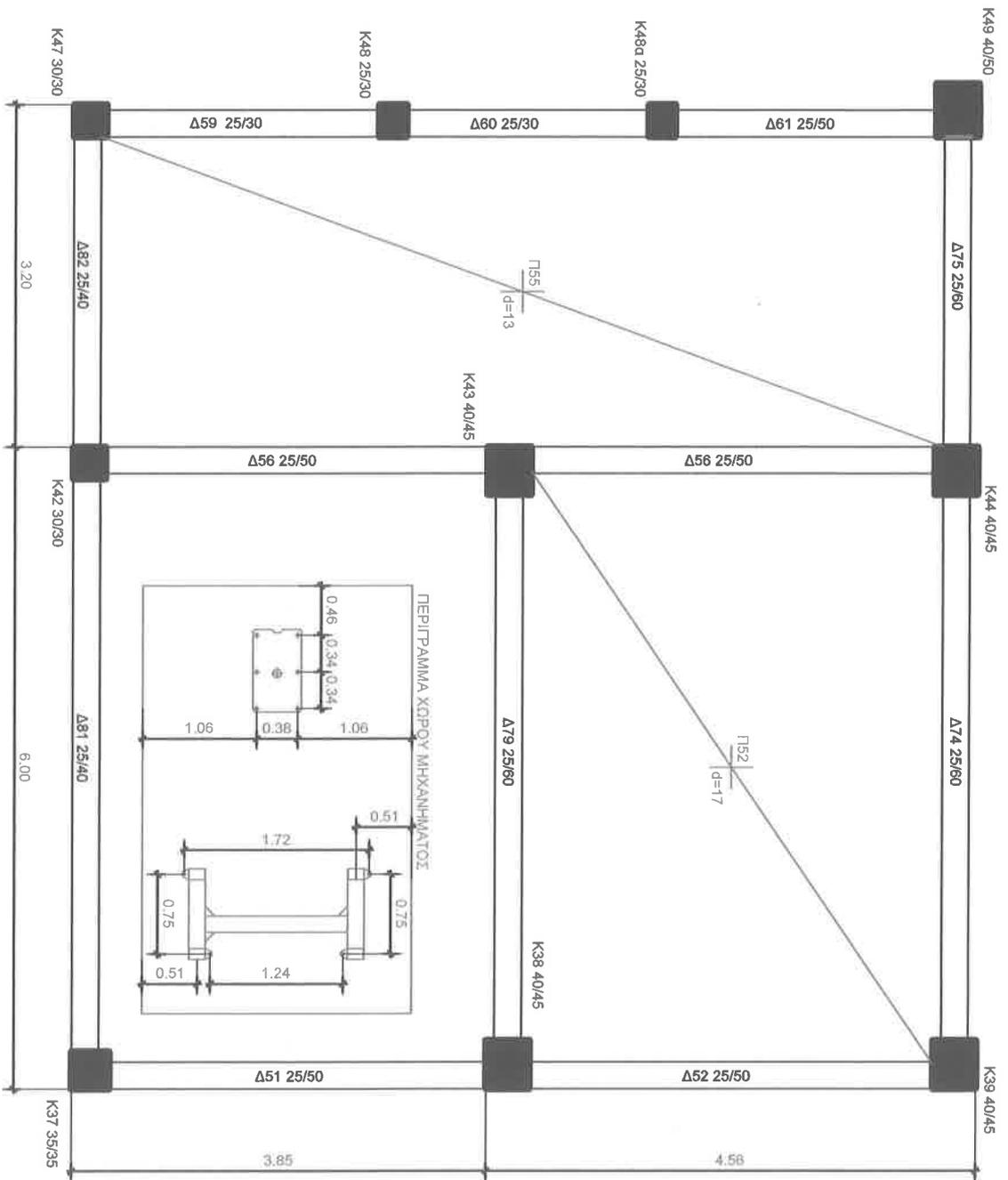


ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
 ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΕΔΡΑΣΗΣ  
 ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ (HEB140)

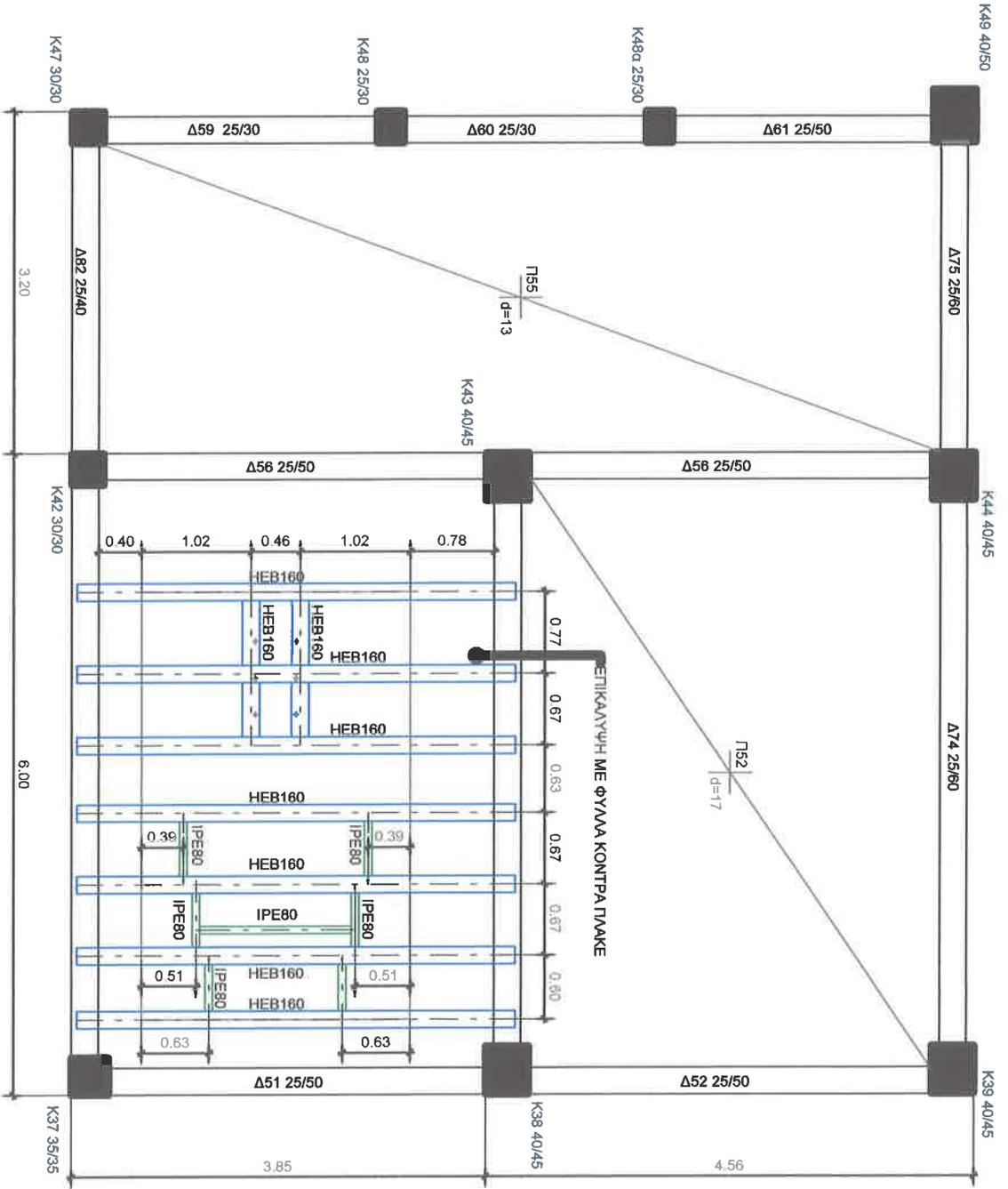
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
 ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ  
 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50



ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
 ΣΗΜΕΙΑ ΕΔΡΑΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ  
 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50



**ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ**  
**ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΝΕΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΕΔΡΑΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ**

**ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50**

Κατακόρυφο πλαστικό επιτοιχίο κανάλι 150x65mm από το οριζόντιο κανάλι έως τον Ηλ. Πίνακα.

Καλώδιο πάνω στο δάπεδο.  
(Προμήθεια και εγκατάσταση από την Siemens)

Οριζόντιο πλαστικό επιτοιχίο κανάλι 150x65mm πάνω από το σοβατεπί.

Επιδαπέδιο πλαστικό κανάλι 150x65mm. Τοποθετείται μετά την εγκατάσταση.

Κατακόρυφο πλαστικό επιτοιχίο κανάλι 150x65mm από το οριζόντιο κανάλι έως την μεταλλική σχάρα.

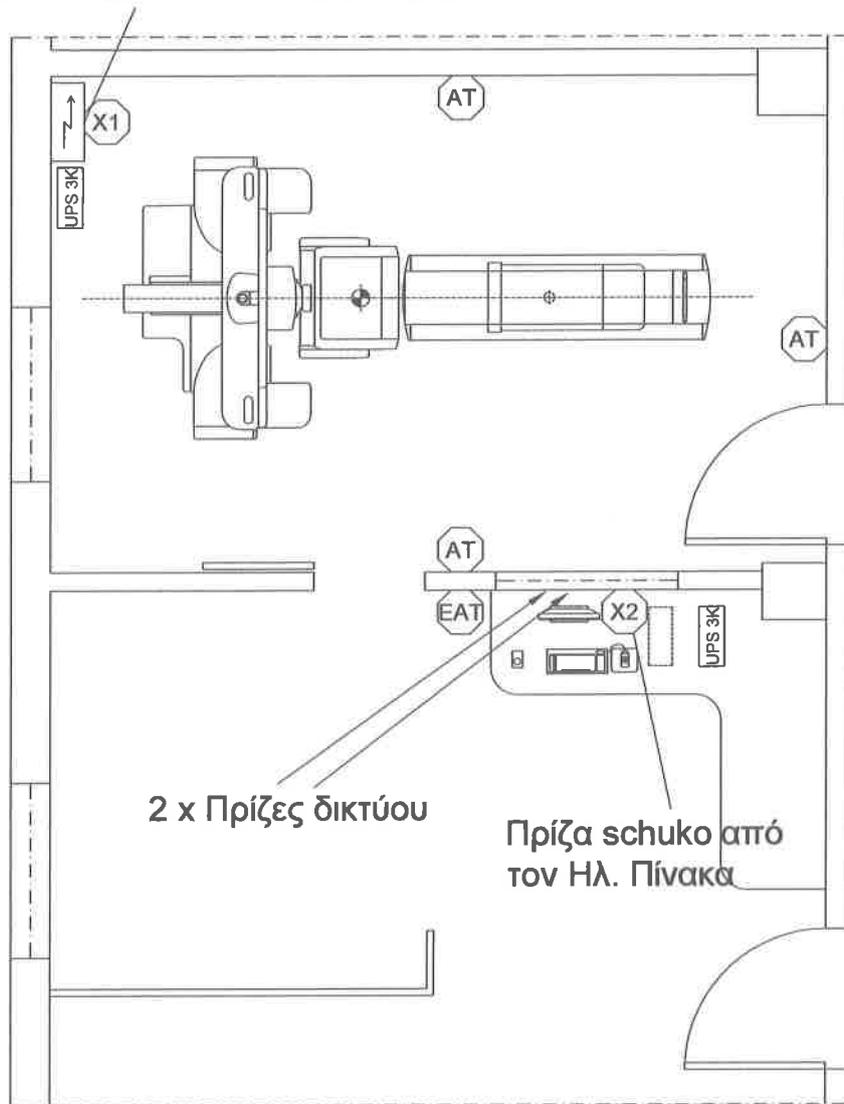
Μεταλλική σχάρα πάνω από την ψευδοροφή 150x50mm

Κατακόρυφο πλαστικό επιτοιχίο κανάλι 150x65mm από την μεταλλική σχάρα έως το οριζόντιο.

Οριζόντιο πλαστικό επιτοιχίο κανάλι 150x65mm πάνω από το σοβατεπί.



ο παροχικό καλώδιο (X1) του Ηλ. Πίνακα, θα καταλήγει σε βιομηχανικό θηλικό φως 32Α, 3 πόλων, εντός του Ηλ. Πίνακα. Προμήθεια βιομηχανικού αρσενικού φως 32Α, 3 πόλων για το καλώδιο της Siemens της γ-Κάμερα.

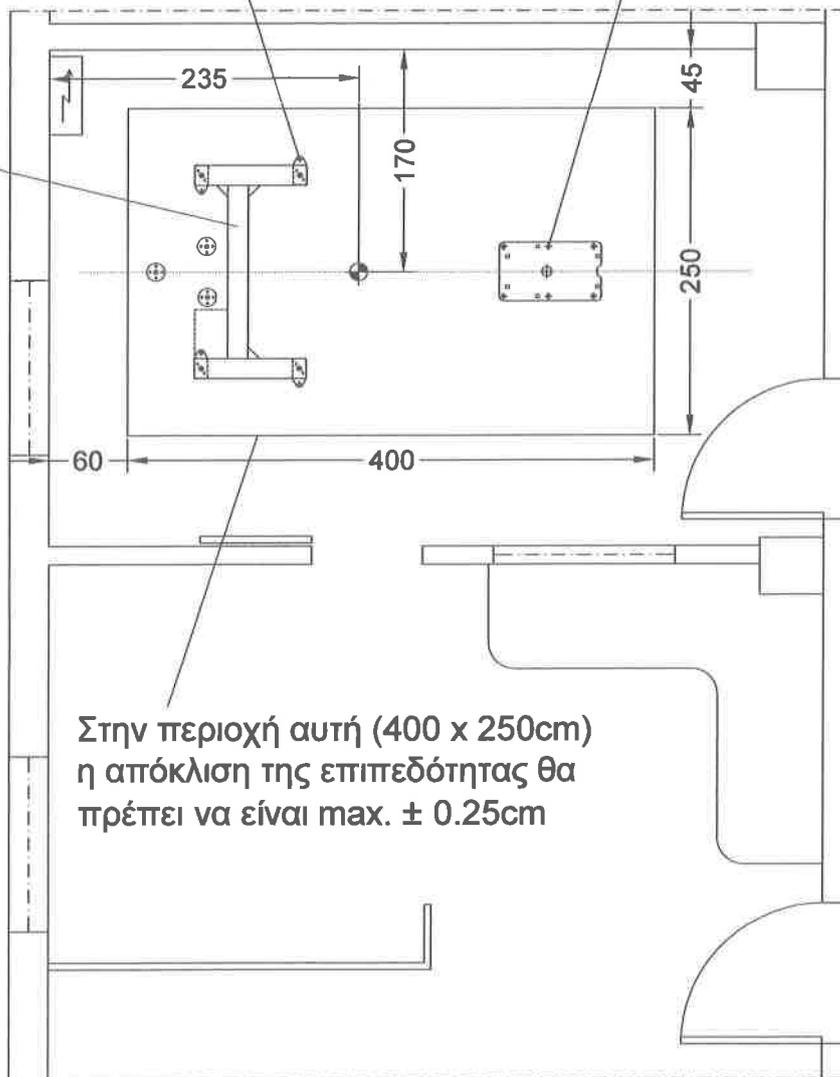




4 x σημεία έδρασης /  
πάκτωσης Gantry

6 x σημεία έδρασης /  
πάκτωσης Patient table

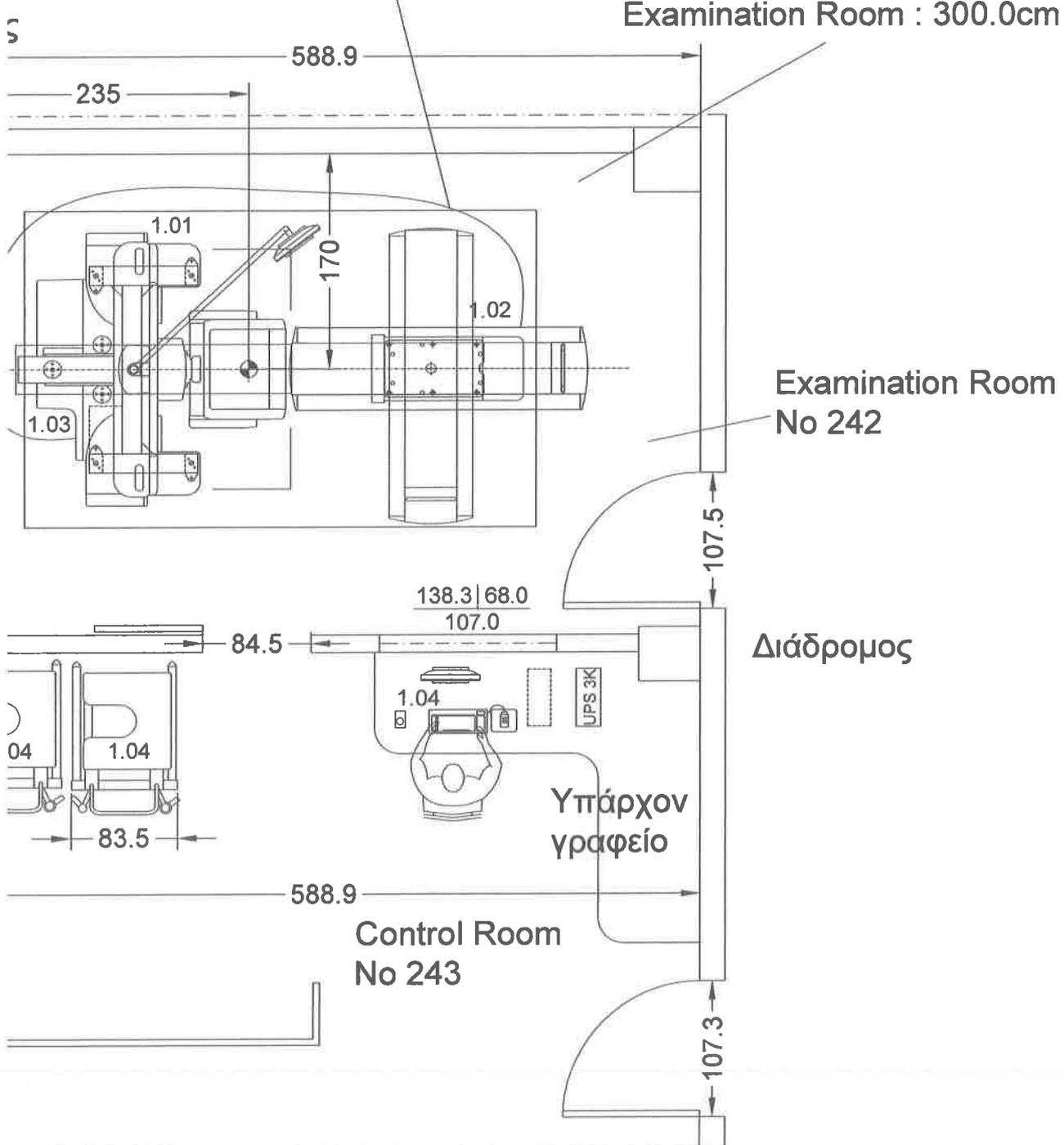
Πλαίσιο  
βάσης  
Gantry



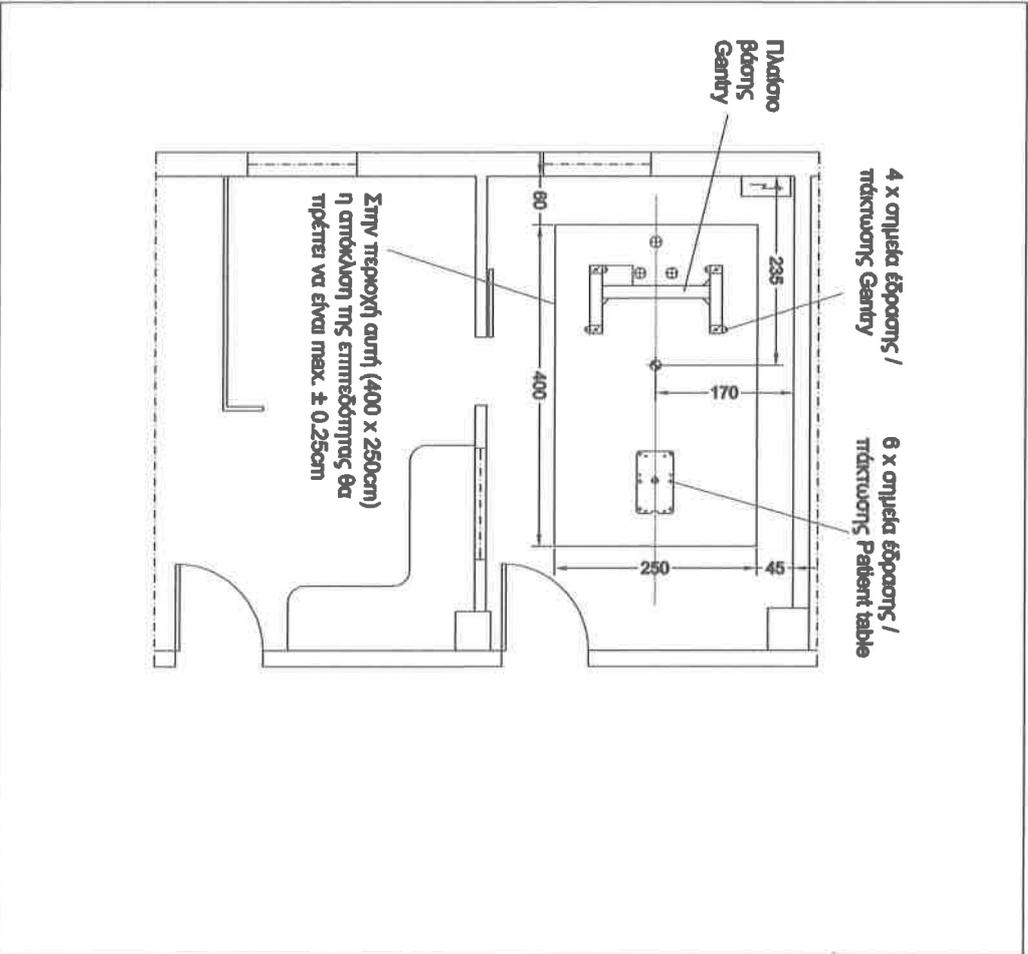
Στην περιοχή αυτή (400 x 250cm)  
η απόκλιση της επιπεδότητας θα  
πρέπει να είναι max.  $\pm 0.25\text{cm}$

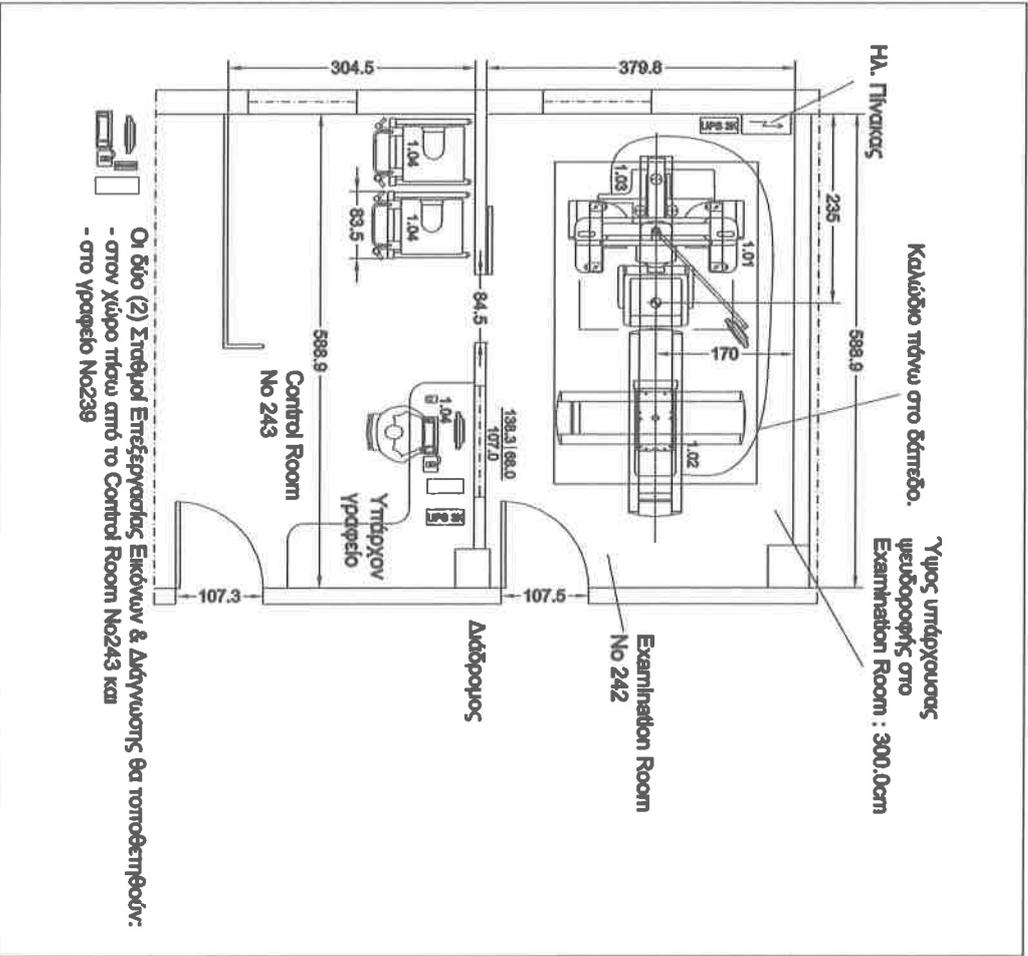
Καλώδιο πάνω στο δάπεδο.

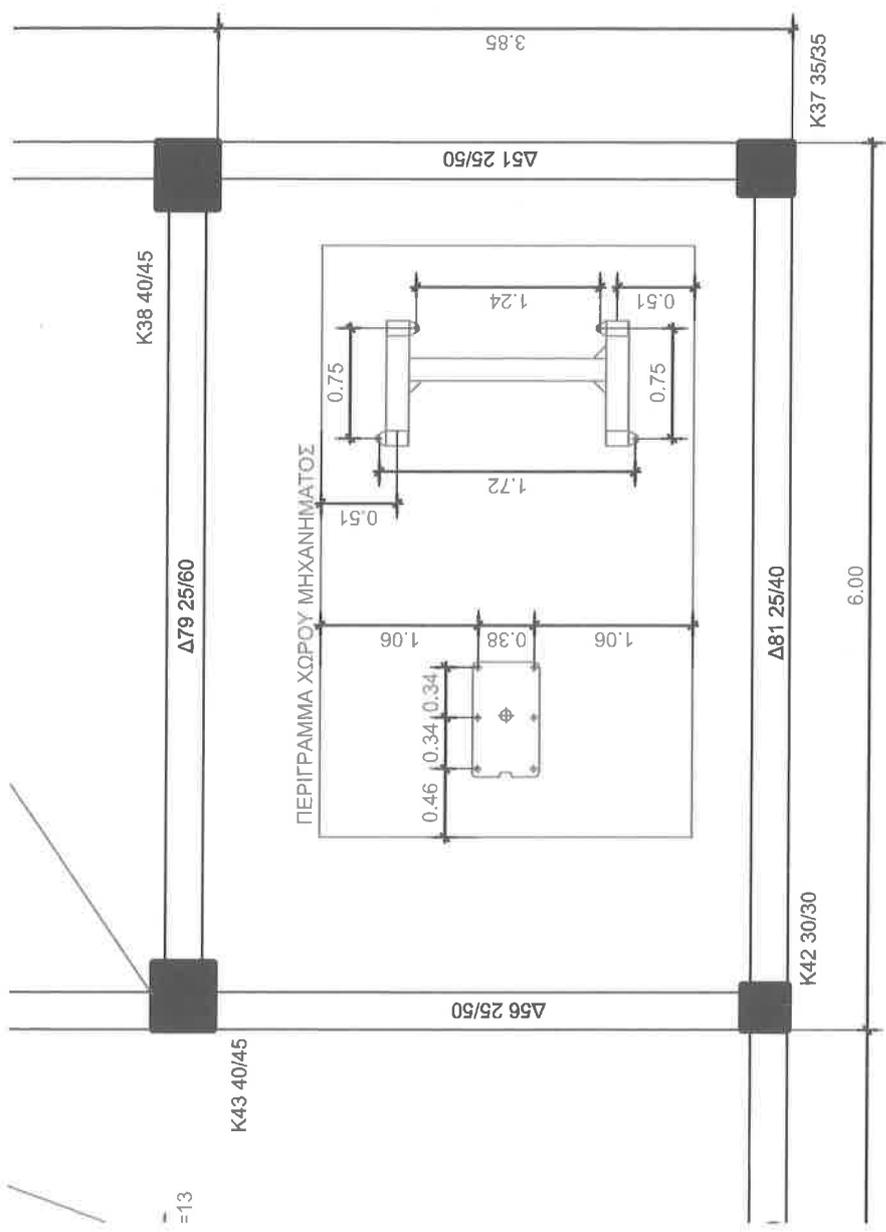
Ύψος υπάρχουσας  
ψευδοροφής στο  
Examination Room : 300.0cm



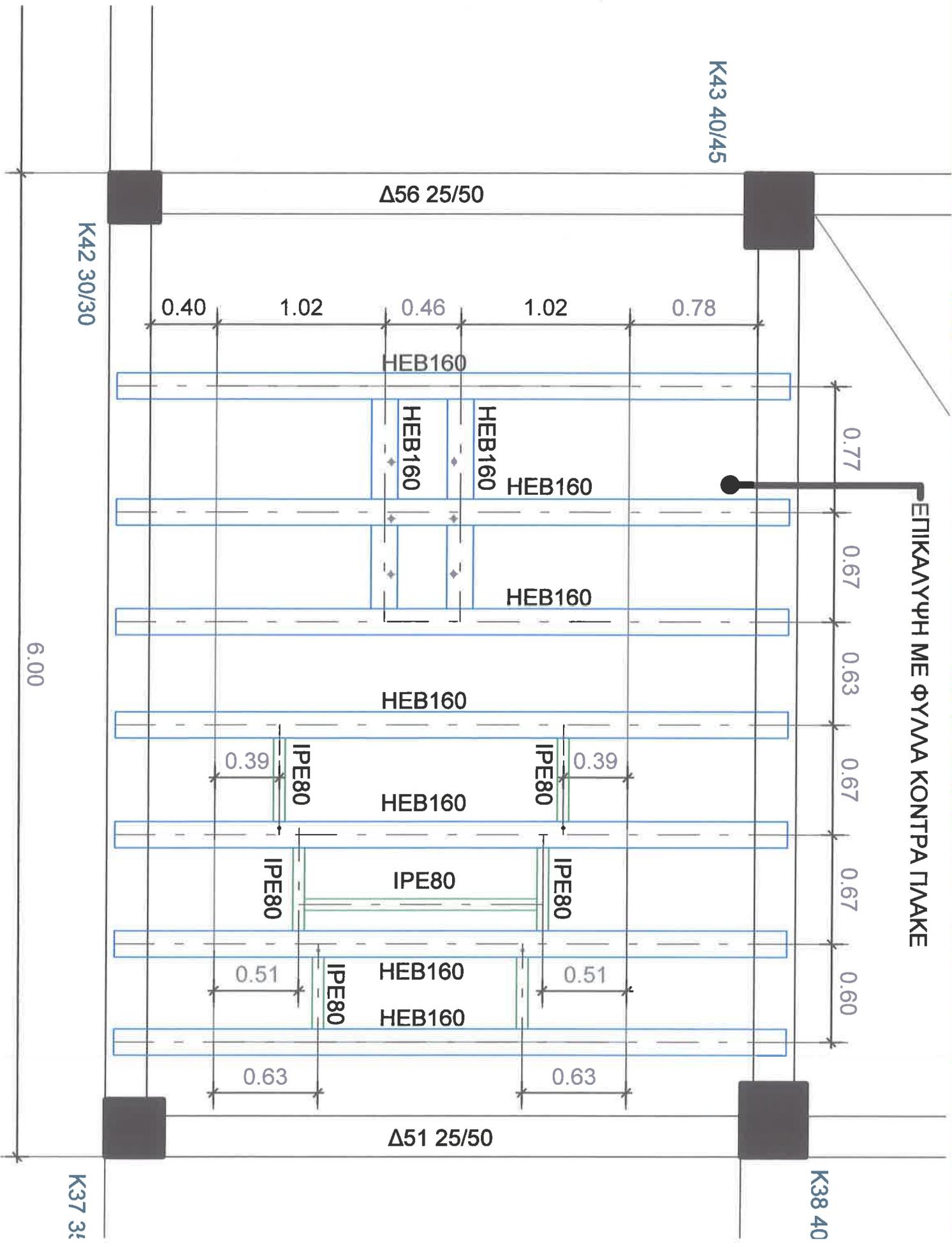
Οι δύο (2) Σταθμοί Επεξεργασίας Εικόνων & Διάγνωσης θα τοποθετηθούν:  
- στον χώρο πίσω από το Control Room No243 και

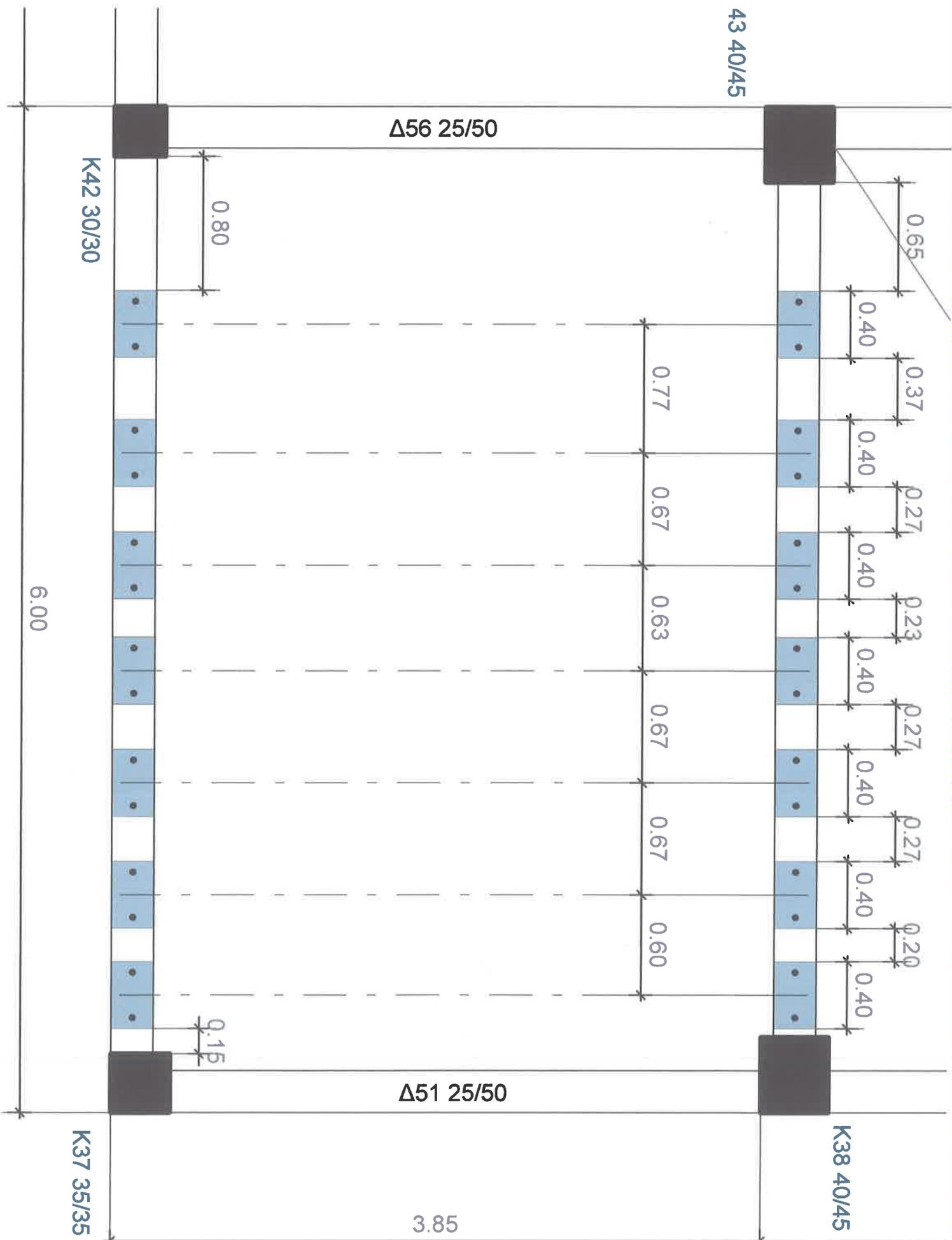






ΞΥΛΟΥΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
 ΣΗΜΕΙΑ ΕΔΡΑΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50





5  
|  
d=13

K43 40/45

Δ79 25/60

K38 40/45

Δ56 25/50

Δ51 25/50

5/40

K42 30/30

Δ81 25/40

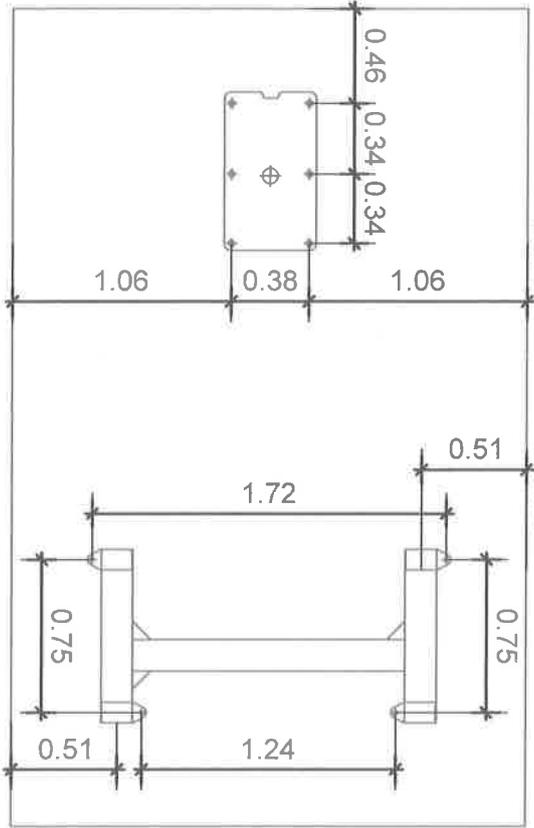
K37 35/35

20

6.00

3.85

ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΧΩΡΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ



ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ  
ΣΗΜΕΙΑ ΕΔΡΑΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50