

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ  
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ  
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ (Δ.Ε.Υ.Α.Ο.)

ΕΡΓΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ  
ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ  
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΣ ΒΥΣΣΑΣ  
ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

## **ΤΕΥΧΟΣ 3**

### **ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

#### **1. ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ**

##### **1.1 Γενικά**

Τα φρεάτια εξαερισμού που χρησιμοποιούνται είναι εσωτερικών διαστάσεων 2,00x2,00x2,00 μ.

##### **1.2 Παραδοχές**

1.2.1 Το πάχος της πλάκας, των τοιχίων και του πυθμένα λαμβάνεται  $d=20\text{cm}$ .

1.2.2 Το ειδικό βάρος του οπλισμένου σκυροδέματος λαμβάνεται ίσο με  $25,0 \text{ kN/m}^3$ , του εδάφους  $18,0 \text{ kN/m}^3$  και του υλικού οδοστρώσας  $22,0 \text{ kN/m}^3$ .

1.2.3 Το κινητό φορτίο λαμβάνεται του τύπου SLW 60.

2.2.4 Η πλάκα υπολογίζεται με φορτίο προσαυξημένο κατά  $\varphi = 1,4 - 0,008L$  (συντ. δονισμού).

1.2.5 Πάνω από την πλάκα θεωρούμε υλικό οδοστρώσας 25 cm.

1.2.6 Η γωνία τριβής του εδάφους λαμβάνεται ίση με  $35^0$  και ο συντελεστής ώθησης ηρεμίας  $K = 1 - \eta \mu \phi = 1 - \eta \mu 35^0 = 0,43$ .

1.2.7 Υλικά κατασκευής : σκυρόδεμα C25/30 (B25) με οπλισμό B500C.

1.2.8 Τα φορτία για τον υπολογισμό των τοιχίων λαμβάνονται από τον τύπο  $P = K \cdot \gamma \cdot H$  όπου  
:  
 $K =$  ο συντελεστής ώθησης ηρεμίας  
 $\gamma =$  το ειδικό βάρος του εδάφους  
 $H =$  το βάθος μέχρι το σημείο υπολογισμού.

1.2.9 Τα τοιχία υπολογίζονται σαν πλάκες πακτωμένες στις τρεις πλευρές με ελεύθερη στήριξη στην τέταρτη πλευρά.

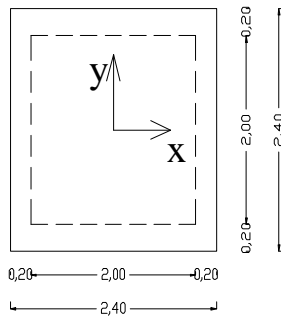
1.2.10 Ο πυθμένας υπολογίζεται σαν πλάκα πακτωμένη στις τέσσερις πλευρές.

1.2.11 Η επικάλυψη των οπλισμών λαμβάνεται 5cm για διατομές υπό επίχωση και 4cm σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

### 1.3 Υπολογισμοί του φρεατίου 2,00x2,00x2,00

Διαστάσεις: 2,00 m x 2,00 m      καθαρό ύψος    **h = 2,00 m**

### 1.3.1 Πλάκα επικάλυψης



Διαστάσεις :  $L_x = 2,20 \text{ m}$  ,  $L_y = 2,20 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{2,20}{2,20} = 1,00$$

|          |                         |                                    |
|----------|-------------------------|------------------------------------|
| Φορτία : | Ίδιο βάρος σκυροδέματος | 25,0 kN/m <sup>3</sup>             |
|          | Υλικό οδοστρώσης        | 0,25 * 22 = 5,50 kN/m <sup>2</sup> |

Κινητό

Λαμβάνεται ο δυσμενέστερος συνδυασμός από τους παρακάτω:

Α) φόρτιση πατάει στο κέντρο της πλάκας η μια ρόδα από το βαρύ όχημα 100kN

B) ομοιόμορφη φόρτιση  $33,3 \text{ kN/m}^2$

$(\varphi = 1,4 - 0,008 \cdot 2,20 = 1,382 \text{ , συντ. δονισμού})$

Η επίλυση γίνεται με πεπερασμένα στοιχεία με το πρόγραμμα Cedrus 3 της Cubus.

PLAN DATA: (ID=A)

=====

COORDINATES: (Joint numbers optimized)

| Joint | X-Coord<br>[m] | Y-Coord<br>[m] | Joint | X-Coord<br>[m] | Y-Coord<br>[m] | Joint | X-Coord<br>[m] | Y-Coord<br>[m] |
|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|
|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|

BorderPoints:

|     |       |       |    |       |       |     |       |       |
|-----|-------|-------|----|-------|-------|-----|-------|-------|
| 1   | 0.000 | 0.000 | 26 | 2.400 | 0.000 | 602 | 0.000 | 2.400 |
| 627 | 2.400 | 2.400 |    |       |       |     |       |       |

Opening Points :

|     |       |       |     |       |       |     |       |       |
|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-------|-------|
| 406 | 1.500 | 1.500 | 414 | 2.200 | 1.500 | 565 | 1.500 | 2.200 |
| 573 | 2.200 | 2.200 |     |       |       |     |       |       |

THCKN AND MATERIAL :

d : Platethickn.  
 Emod : Elasticity modulus  
 Nue : Poisson rat  
 Adir : x-dir. of Results output  
 Mdir : Principal dir. of material coefficients  
 d11.. : Orthotropy coefficients  
 h : Beam depth  
 dPlt : Thickness of beam's adjacent plate (0 = is copied)  
 dtop : depth of beamOverht  
 Dir : Direction of beam's axis

I1: Isotrop d = 0.200 [m] Adir= 0.00 [Deg.]  
 Emod=3.00E+07 [kN/m2] Nue = 0.167 [-] dtop= 0.000 [m]

LINE AND POINT SUPP. :

| Id | Typ | vz [kN/m2] | rx [kNm/m] | ry [kNm/m] | Angle [Deg.] |
|----|-----|------------|------------|------------|--------------|
|----|-----|------------|------------|------------|--------------|

LineSupport:

L1: simple fixed free fixed 0.000  
 Jn: L11 = 602 L12 = 603 L13 = 604 L14 = 605  
 L15 = 606 L16 = 607 L17 = 608 L18 = 609  
 L19 = 610 L110 = 611 L111 = 612 L112 = 613  
 L113 = 614 L114 = 615 L115 = 616 L116 = 617  
 L117 = 618 L118 = 619 L119 = 620 L120 = 621  
 L121 = 622 L122 = 623 L123 = 624 L124 = 625  
 L125 = 626 L126 = 627

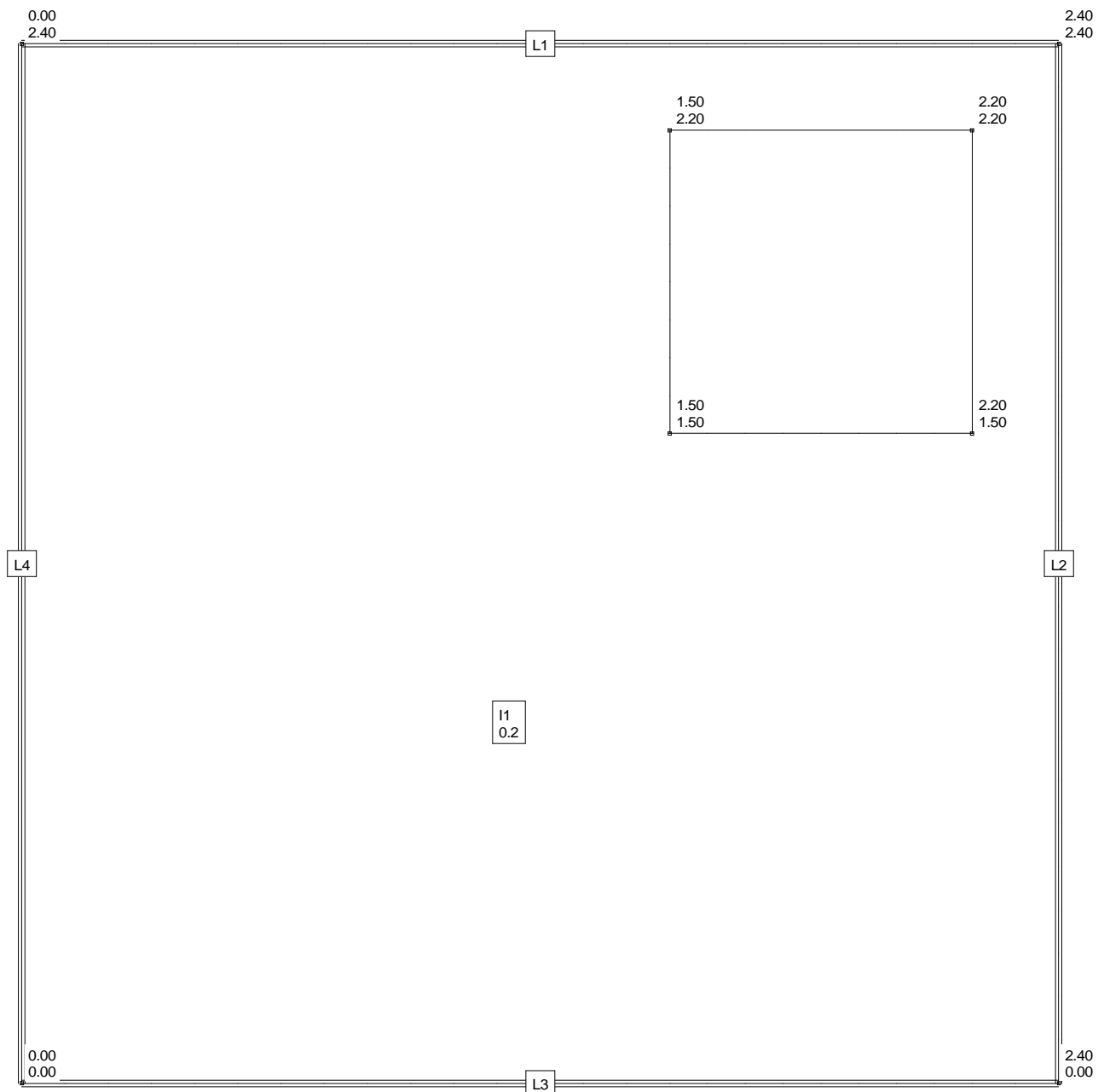
L2: simple fixed free fixed -90.000  
 Jn: L21 = 627 L22 = 601 L23 = 575 L24 = 549  
 L25 = 530 L26 = 511 L27 = 492 L28 = 473  
 L29 = 454 L210 = 435 L211 = 416 L212 = 390  
 L213 = 364 L214 = 338 L215 = 312 L216 = 286  
 L217 = 260 L218 = 234 L219 = 208 L220 = 182  
 L221 = 156 L222 = 130 L223 = 104 L224 = 78  
 L225 = 52 L226 = 26

L3: simple fixed free fixed 180.000  
 Jn: L31 = 26 L32 = 25 L33 = 24 L34 = 23  
 L35 = 22 L36 = 21 L37 = 20 L38 = 19  
 L39 = 18 L310 = 17 L311 = 16 L312 = 15  
 L313 = 14 L314 = 13 L315 = 12 L316 = 11  
 L317 = 10 L318 = 9 L319 = 8 L320 = 7  
 L321 = 6 L322 = 5 L323 = 4 L324 = 3  
 L325 = 2 L326 = 1

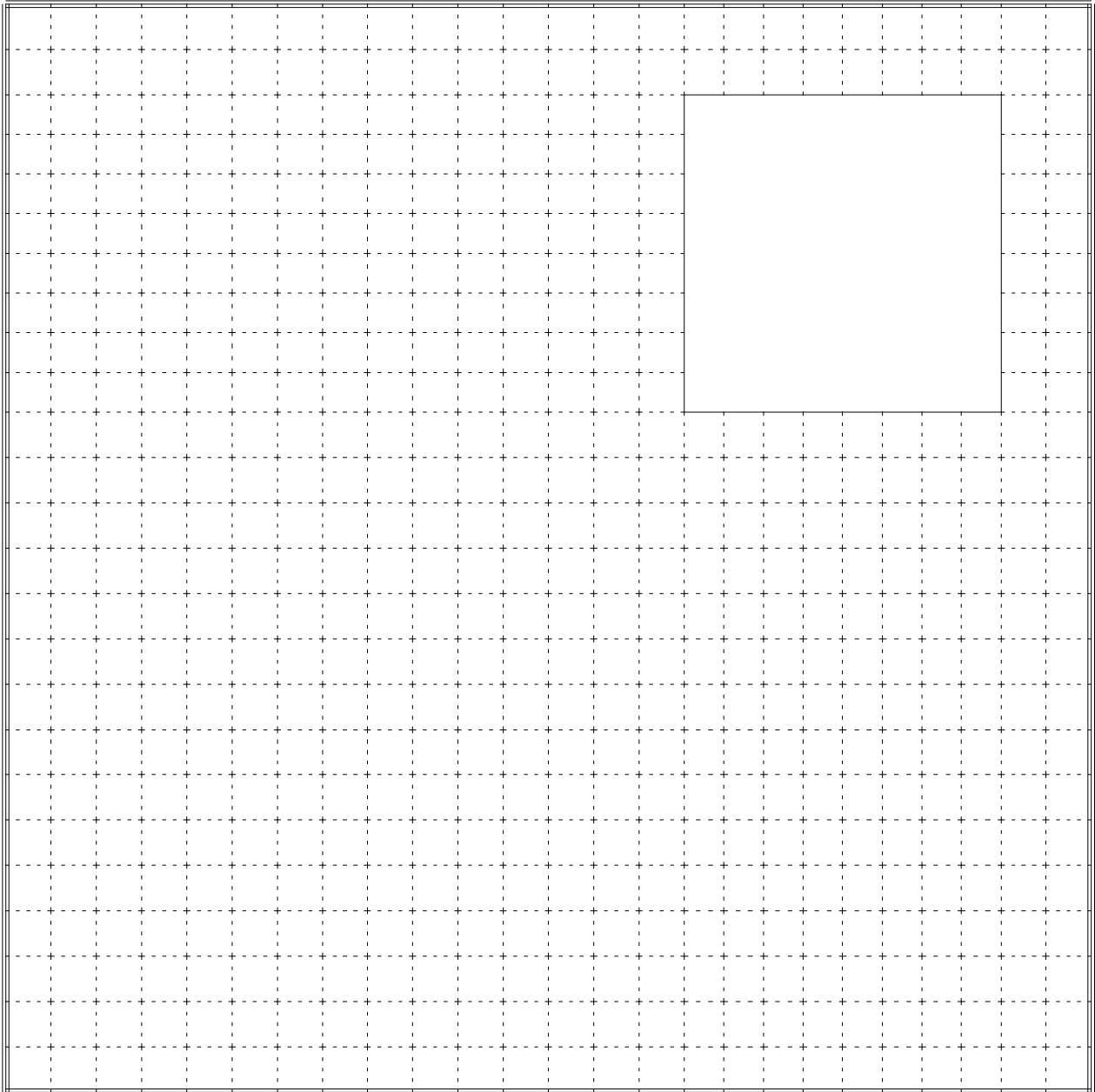
L4: simple fixed free fixed 90.000  
 Jn: L41 = 1 L42 = 27 L43 = 53 L44 = 79  
 L45 = 105 L46 = 131 L47 = 157 L48 = 183  
 L49 = 209 L410 = 235 L411 = 261 L412 = 287  
 L413 = 313 L414 = 339 L415 = 365 L416 = 391  
 L417 = 417 L418 = 436 L419 = 455 L420 = 474  
 L421 = 493 L422 = 512 L423 = 531 L424 = 550  
 L425 = 576 L426 = 602

| Id | Typ | vz [kN/m <sup>2</sup> ] | rx [kNm/m] | ry [kNm/m] | Angle [Deg.] |
|----|-----|-------------------------|------------|------------|--------------|
|----|-----|-------------------------|------------|------------|--------------|

Scale 1:14.9  
 Geometry (ID=A)  
 - Point- and LineSupport  
 - MaterialZones-ID and thicken in[m]  
 - Plan coordinates in [m]  
 - Coord. of LineSupport



Scale 1:14.5  
Mesh (ID=A)  
-



---

LIST OF ALL LOADINGS :

| No.   | Type | Title        |
|-------|------|--------------|
| ----- |      |              |
| 1     | LO   | 'IDIO BAROS' |
| 2     | LO   | 'PROSTHET'   |
| 3     | LO   | 'SLW60-1'    |
| 4     | LO   | 'SLW60-2'    |

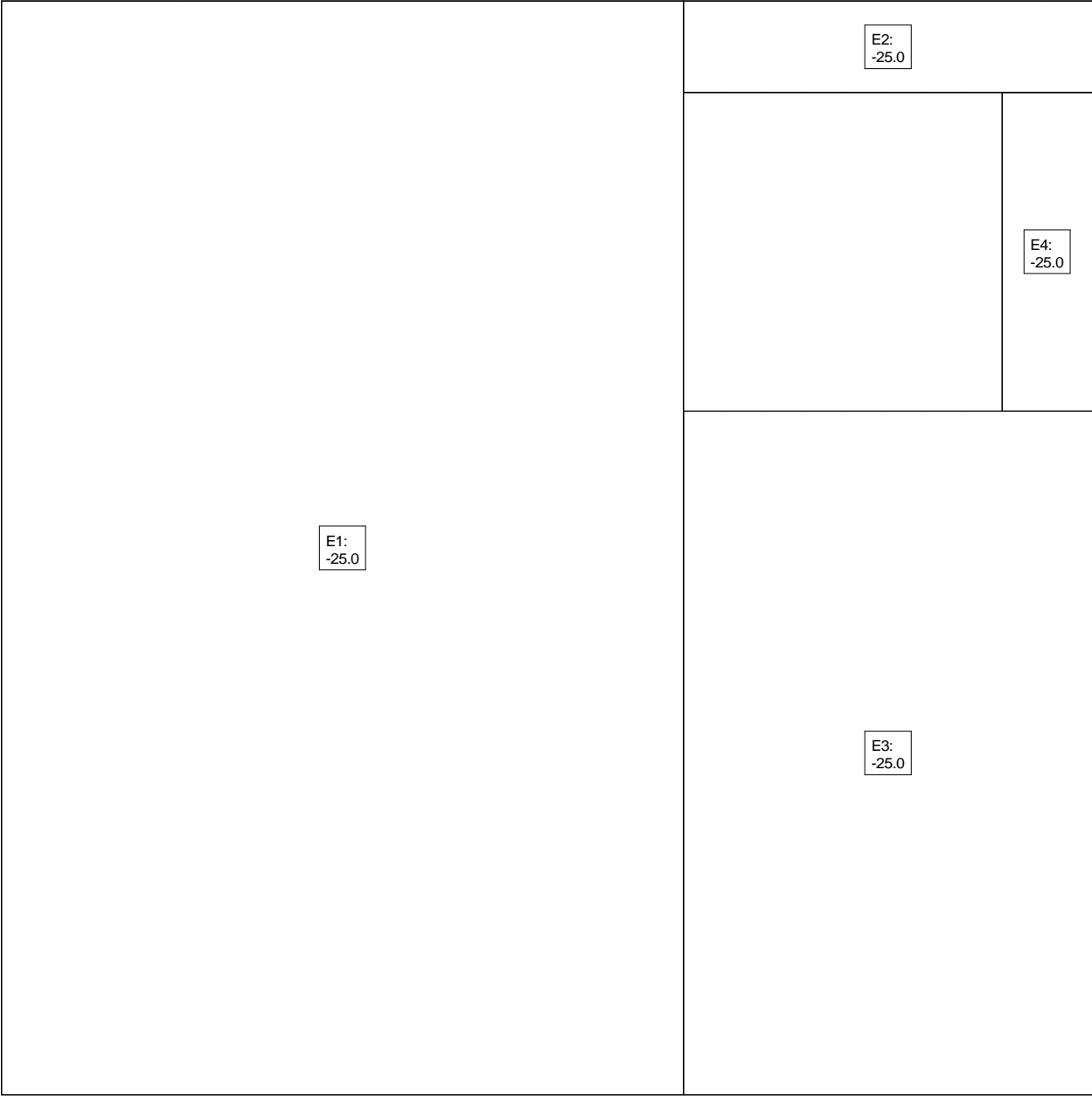
LOADING 1: "IDIO BAROS"  
 =====

AREA LOADS :

| ID    | Typ        | Dim.  | Val.   | NumbP | LdSum<br>[kN] |
|-------|------------|-------|--------|-------|---------------|
| ----- |            |       |        |       |               |
| E1    | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 4     | -18.00        |
| E2    | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 4     | -0.90000      |
| E3    | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 4     | -6.75         |
| E4    | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 4     | -0.70000      |
| ----- |            |       |        |       |               |
| Sum   |            |       |        |       | -26.35        |

LOADSUM [kN] Loading 1: -26.35  
 =====

Scale 1 :14.5  
Loading 001: "IDIO BAROS" (LoadSum = -26.35 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]



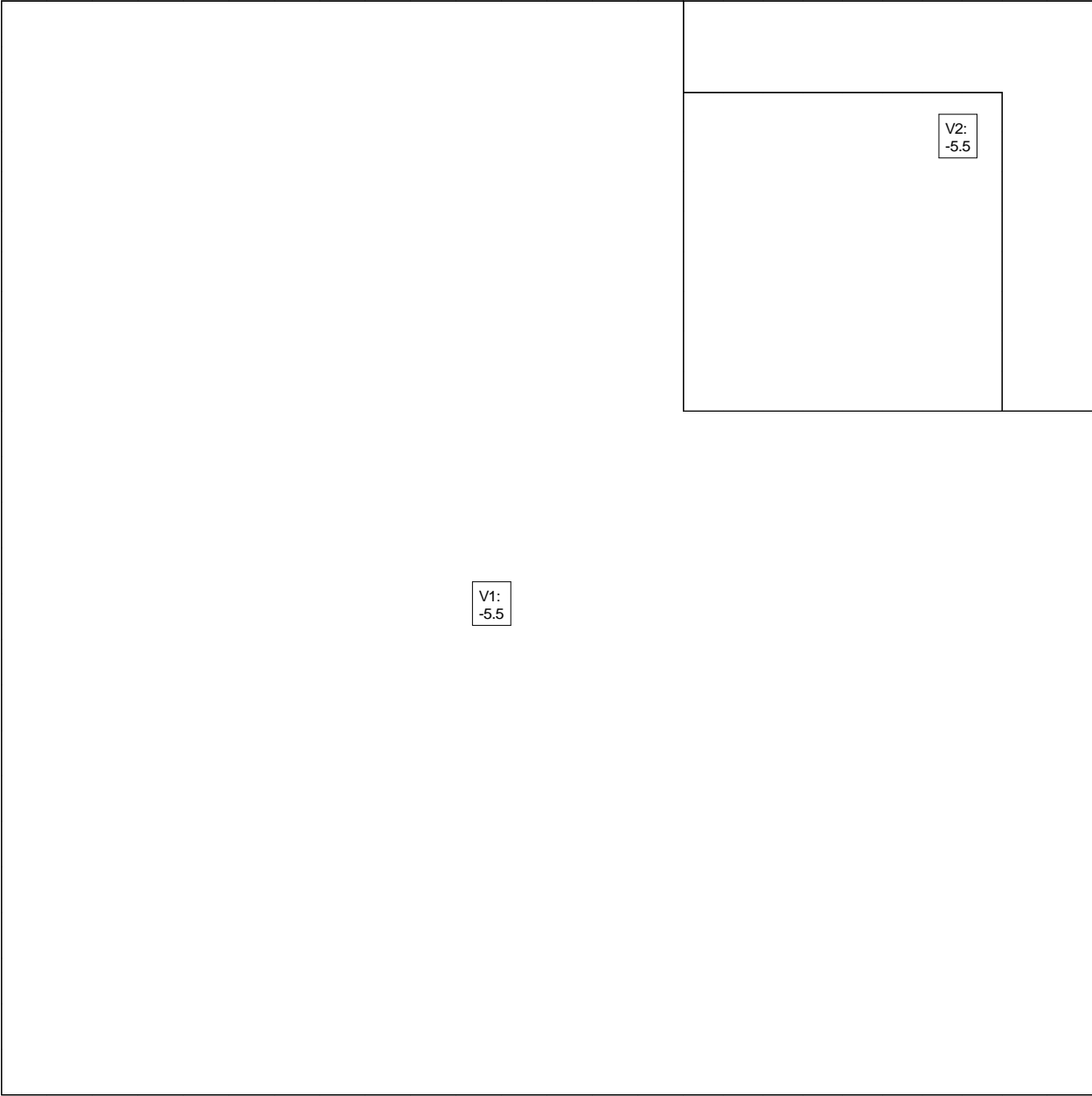


---

LOADING 2: "PROSTHET"  
 =====

| AREA LOADS :            |        |       |       |       |               |
|-------------------------|--------|-------|-------|-------|---------------|
| ID                      | Typ    | Dim.  | Val.  | NumbP | LdSum<br>[kN] |
| -----                   |        |       |       |       |               |
| V1                      | Distr. | kN/m2 | -5.50 | 6     | -27.22        |
| V2                      | Distr. | kN/m2 | -5.50 | 6     | -1.76         |
|                         |        |       |       |       | -----         |
| Sum                     |        |       |       |       | -28.98        |
| LOADSUM [kN] Loading 2: |        |       |       |       | -28.98        |
| =====                   |        |       |       |       |               |

Scale 1 :14.5  
Loading 002: "PROSTHET" (LoadSum = -28.98 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]



---

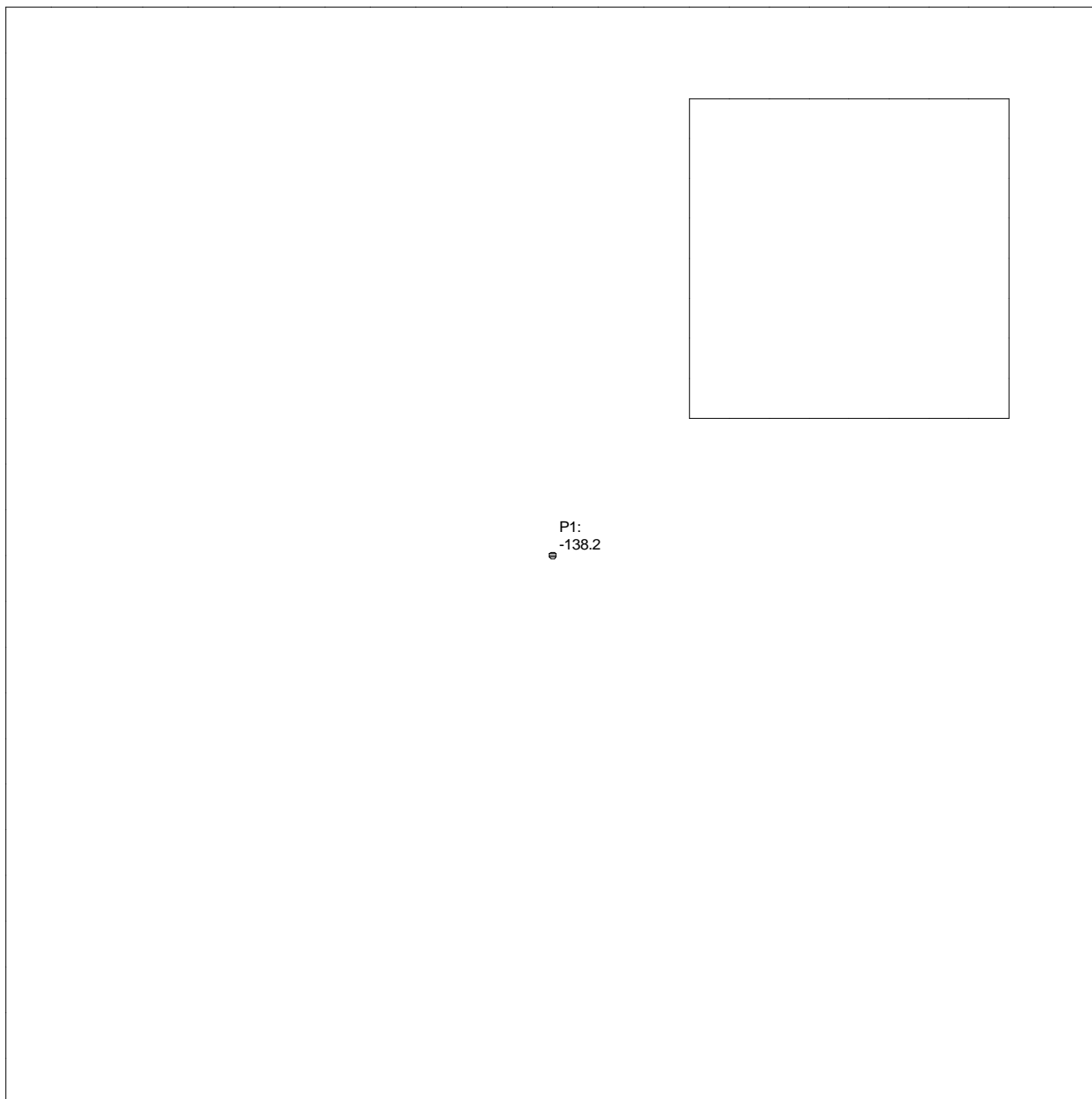
LOADING 3: "SLW60-1"  
 =====

POINTLOADS :

| ID                      | KZ<br>[kN] | RX<br>[kNm] | RY<br>[kNm] | X<br>[m] | Y<br>[m] | LdSum<br>[kN] |
|-------------------------|------------|-------------|-------------|----------|----------|---------------|
| -----                   |            |             |             |          |          |               |
| P1 :                    | -138.20    | 0.0         | 0.0         | 1.200    | 1.200    | -138.20       |
|                         |            |             |             |          |          | -----         |
| Sum                     |            |             |             |          |          | -138.20       |
|                         |            |             |             |          |          |               |
| LOADSUM [kN] Loading 3: |            |             |             |          |          | -138.20       |
| =====                   |            |             |             |          |          |               |

---

Scale 1:14.5  
Loading 003: "SLW60-1" (LoadSum = -138.20 kN)  
- PointLoads  
Val.: PZ [kN]

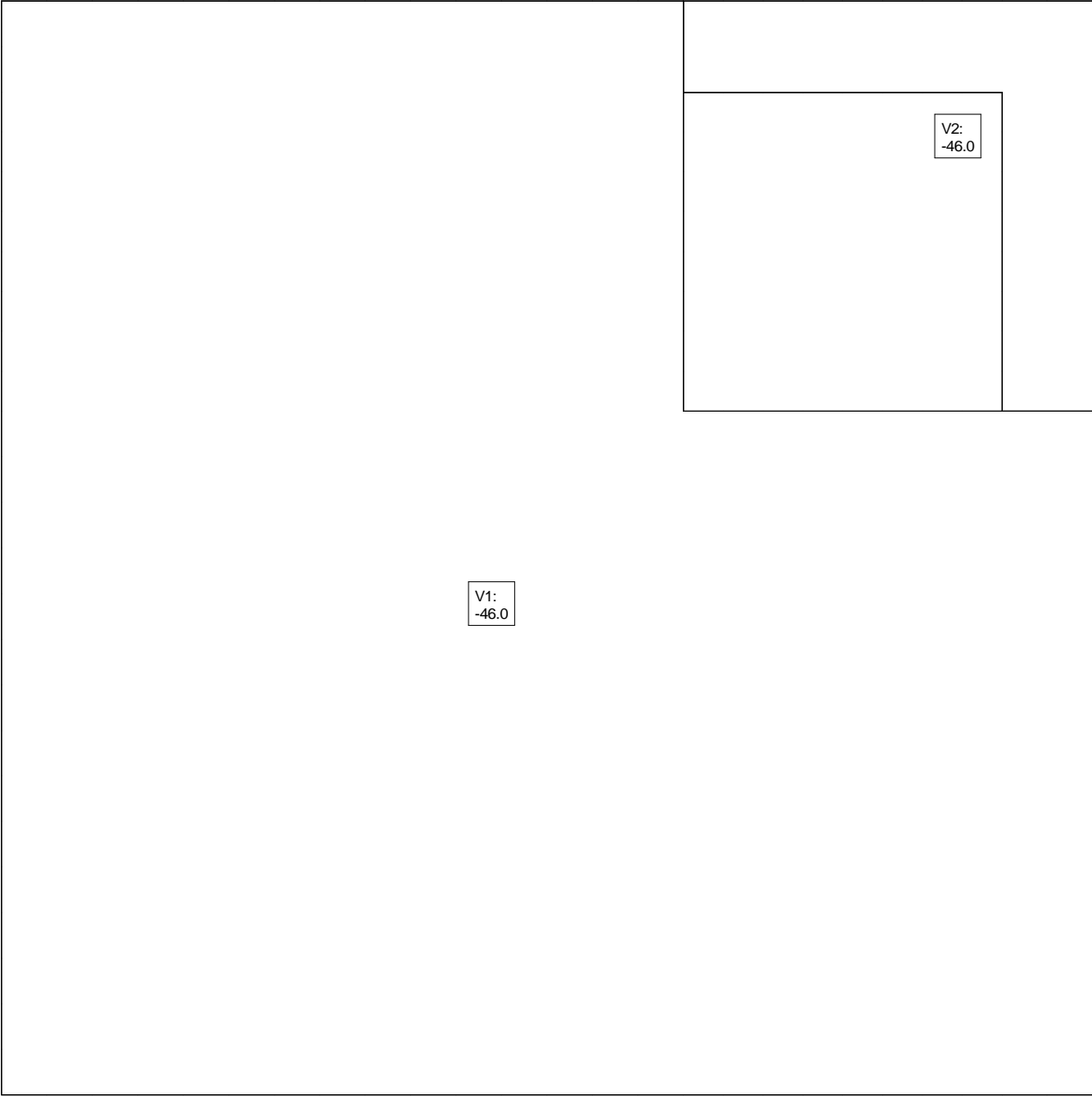


---

LOADING 4: "SLW60-2"  
 =====

| AREA LOADS :            |        |       |        |       |               |
|-------------------------|--------|-------|--------|-------|---------------|
| ID                      | Typ    | Dim.  | Val.   | NumbP | LdSum<br>[kN] |
| -----                   |        |       |        |       |               |
| V1                      | Distr. | kN/m2 | -46.00 | 6     | -227.70       |
| V2                      | Distr. | kN/m2 | -46.00 | 6     | -14.72        |
|                         |        |       |        |       | -----         |
| Sum                     |        |       |        |       | -242.42       |
| LOADSUM [kN] Loading 4: |        |       |        |       | -242.42       |
| =====                   |        |       |        |       |               |

Scale 1 :14.5  
Loading 004: "SLW60-2" (LoadSum = -242.42 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]



ENVELOPE FORMAT : (A02)

Spez. Lo.No. Factor Lo-Title

|          |   |       |            |
|----------|---|-------|------------|
| PERMANEN | 1 | 1.000 | IDIO BAROS |
| AND      | 2 | 1.000 | PROSTHET   |
| PLUS     | 3 | 1.000 | SLW60-1    |
| OR       | 4 | 1.000 | SLW60-2    |

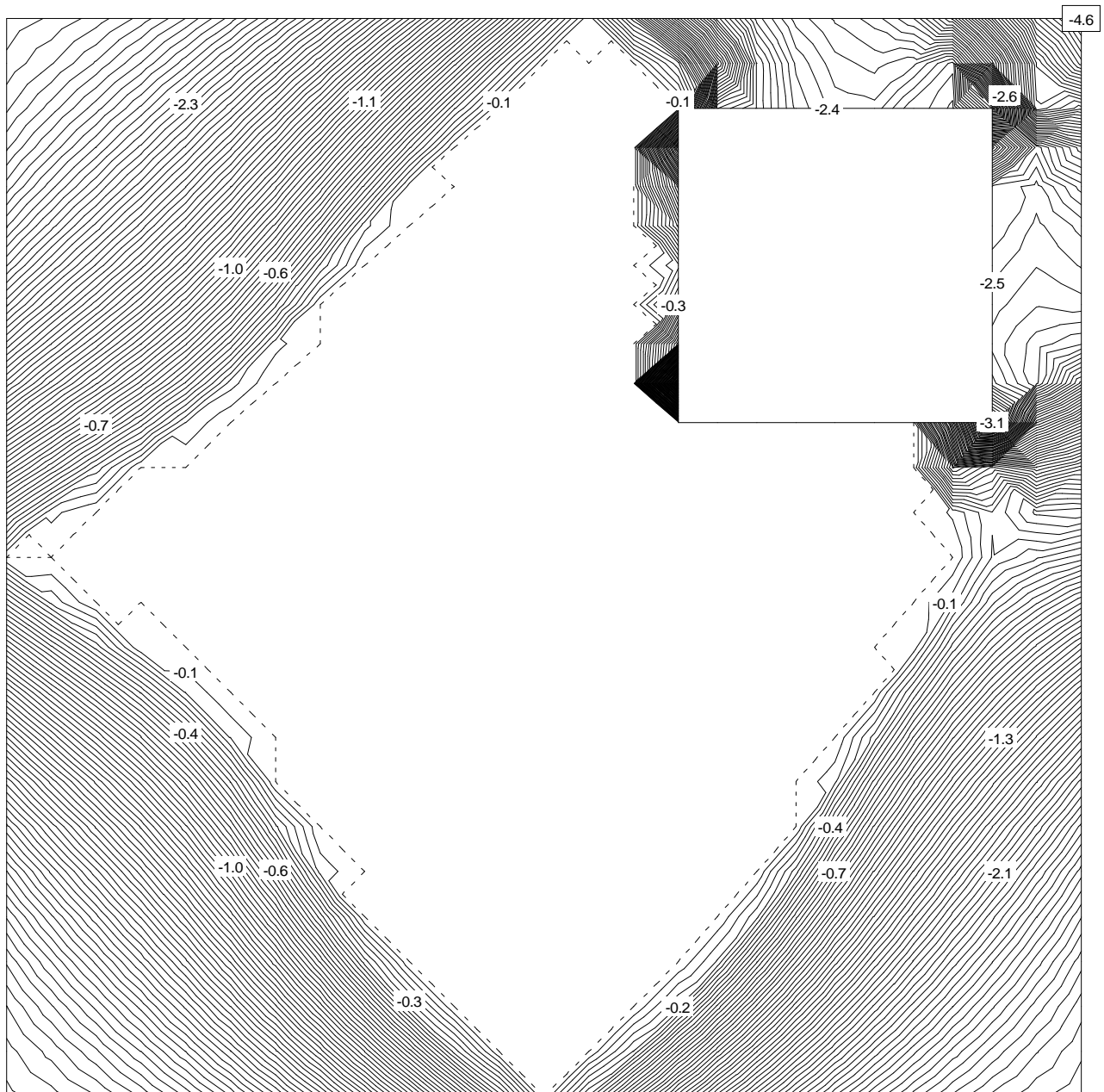
Scale 1:14.5

Reinforcem. [cm2/m] (A02)

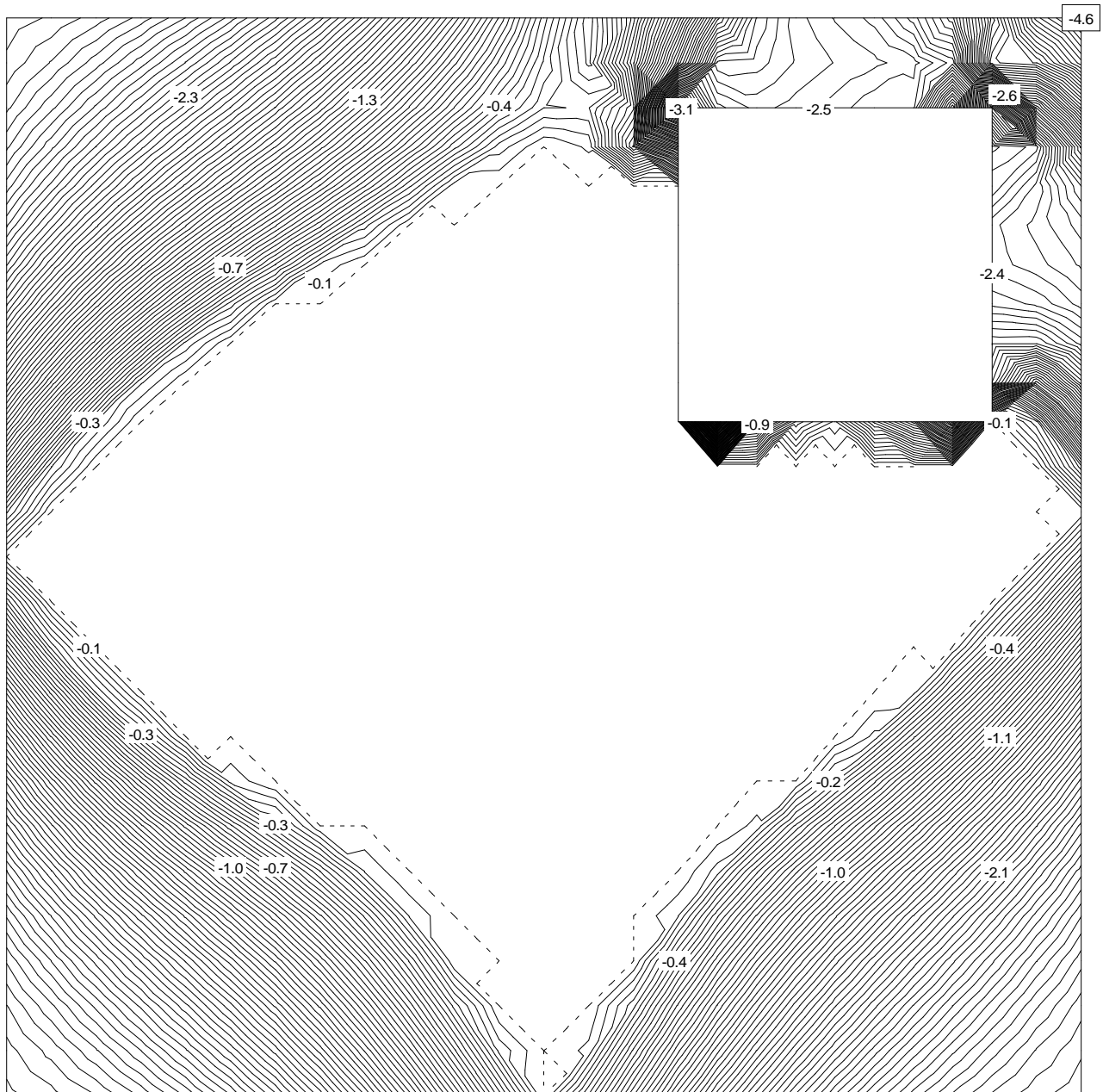
Loading : S1 U2 P3 O4

DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500

- Reinforcem. AsX- [cm2/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.

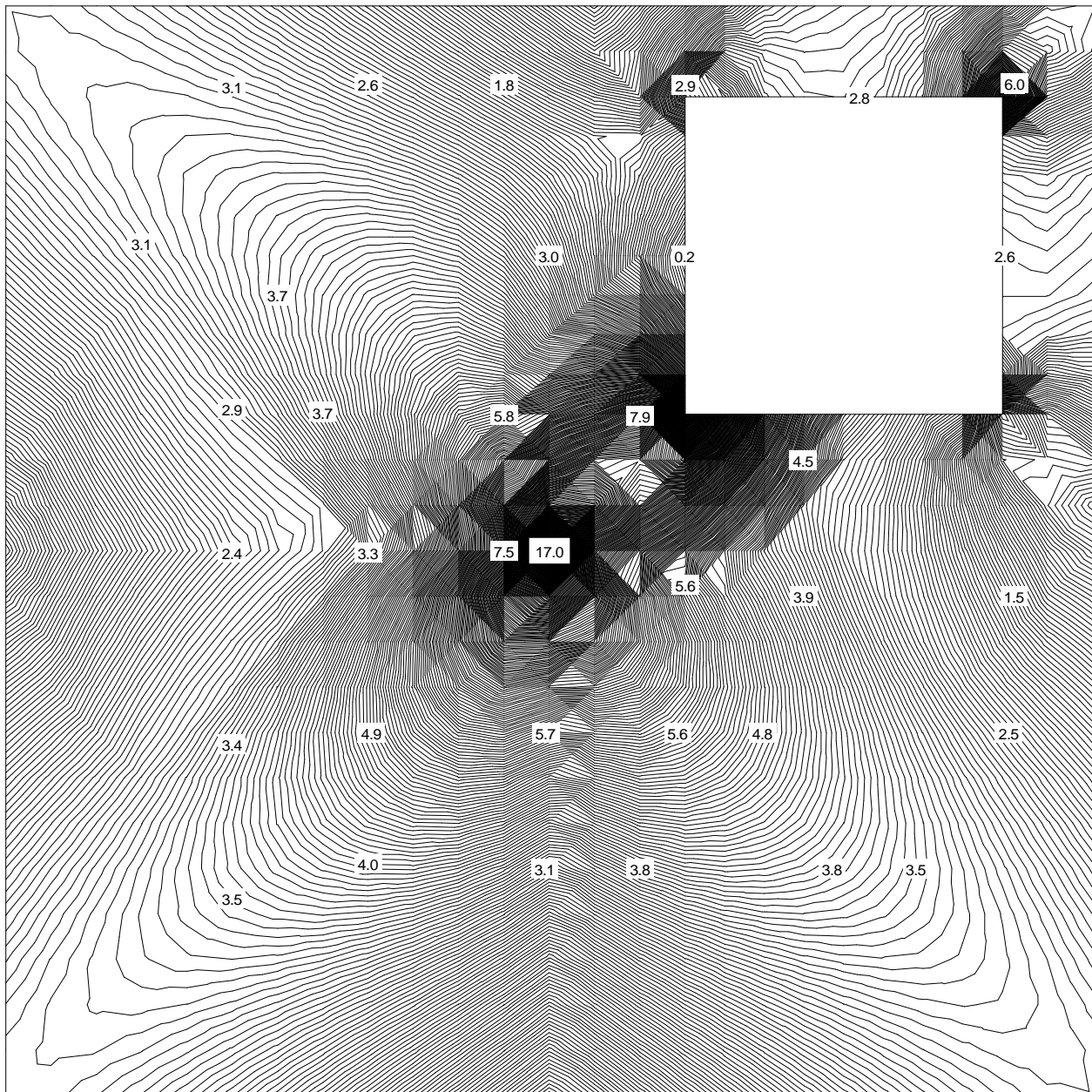


Scale 1:14.5  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A02)  
Loading : S1 U2 P3 O4  
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500  
- Reinforcem. AsY- [cm<sup>2</sup>/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.

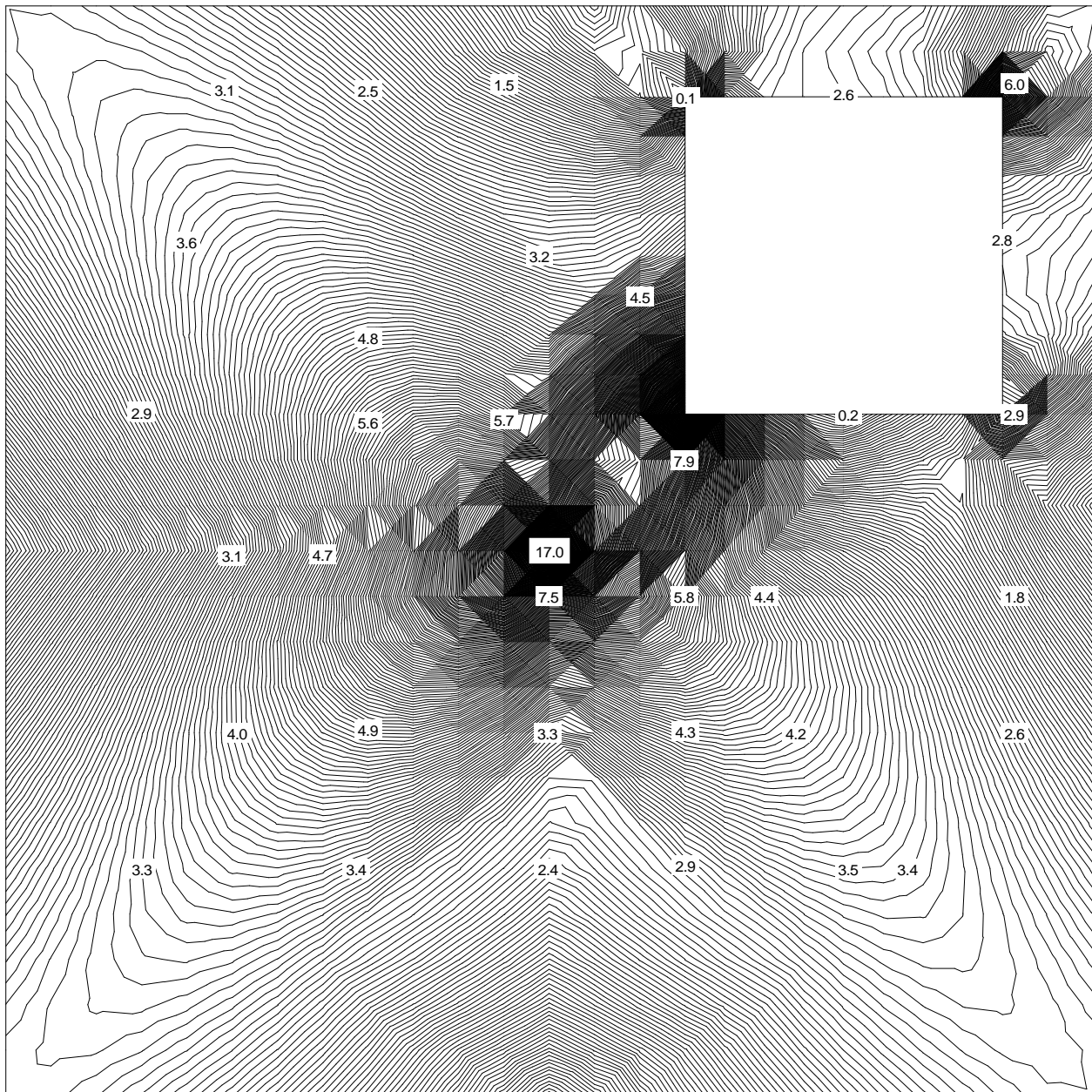




Scale 1:14.5  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A02)  
Loading : S1 U2 P3 O4  
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500  
- Reinforcem. AsX+ [cm<sup>2</sup>/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:14.5  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A02)  
Loading : S1 U2 P3 O4  
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500  
- Reinforcem. AsY+ [cm<sup>2</sup>/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.

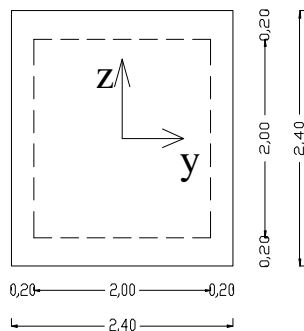


Τοποθετούνται Φ14/10 ( $15,39\text{cm}^2$ ) και στις δύο διευθύνσεις στην κάτω παρειά.

Τοποθετούνται Φ10/20 ( $3,93\text{cm}^2$ ) και στις δύο διευθύνσεις στην άνω παρειά.

Ενισχυμένη ζώνη στην περιοχή του λαιμού με 4Φ16 στις δύο διευθύνσεις.

### 1.3.2 Κατακόρυφα τοιχία



Διαστάσεις :  $L_z = 2,20 \text{ m}$  ,  $L_y = 2,20 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_z} = \frac{2,20}{2,20} = 1,00$$

Ώθηση γαιών σε βάθος 0,25 m  $G_1 = 0,43 \cdot 22 \cdot 0,25 = 2,37 \text{ kN/m}^2$

Ώθηση γαιών σε βάθος 2,65 m  $G_2 = 0,43(18 \cdot 2,40 + 22 \cdot 0,25) = 20,94 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{29,00} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{18,3} = 3,73 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{104,2} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{59,5} = 1,06 \text{ kNm}$$

$$m_{yerm}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{34,5} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{16,2} = 3,31 \text{ kNm}$$

$$m_{ymax}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{95,2} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{44,1} = 1,20 \text{ kNm}$$

Ώθηση λόγω κινητού  $Q = 0,43 \cdot 33,3 = 14,32 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{18,30} = 3,79 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{59,5} = 1,16 \text{ kNm}$$

$$m_{yerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{16,2} = 4,28 \text{ kNm}$$

$$m_{ymax}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{44,1} = 1,57 \text{ kNm}$$

$$M_{zerm} = 1,35 \cdot 3,73 + 1,5 \cdot 3,79 = 10,72 \text{ kNm}$$

$$M_{zmax} = 1,35 \cdot 1,06 + 1,5 \cdot 1,16 = 3,17 \text{ kNm}$$

$$M_{yerm} = 1,35 \cdot 3,31 + 1,5 \cdot 4,28 = 10,89 \text{ kNm}$$

$$M_{ymax} = 1,35 \cdot 1,20 + 1,5 \cdot 1,57 = 3,98 \text{ kNm}$$

C25/30 B500C  $h = 0,20 \text{ m}$  οπότε  $d = 0,15 \text{ m}$

Στο άνοιγμα :  $M_{zmax}=3,17 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{3,17}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,011 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,011$$

$$A_s = 0,011 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,51 \text{ cm}^2$$

$M_{ymax}=3,98 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{3,98}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,013 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,013$$

$$A_s = 0,013 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,60 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται δομικό πλέγμα T188 (1.88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Στις στηρίξεις :  $M_{zerm}=10,72 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{10,72}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,036 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,037$$

$$A_s = 0,037 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,70 \text{ cm}^2$$

$M_{yerm}=10,89 \text{ kNm}$

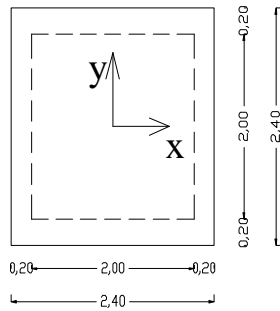
$$\mu_{sd} = \frac{10,89}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,036 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,037$$

$$A_s = 0,037 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,70 \text{ cm}^2$$

Υπάρχει δομικό πλέγμα T188 (1.88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Τοποθετούνται και γωνιακά ΑΕ8/25 σε όλη την περίμετρο.

### 1.3.3 Πλάκα πυθμένα



Διαστάσεις :  $L_x = 2,40 \text{ m}$  ,  $L_y = 2,40 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{2,40}{2,40} = 1,00$$

Φορτία: Βάρος πλάκας επικάλυψης  $2,4 \times 2,4 \times 0,20 \times 25,0 = 28,8 \text{ kN}$

Υλικό οδοστρώσας  $2,4 \times 2,4 \times 0,25 \times 22,0 = 31,7 \text{ kN}$

Βάρος τοιχίων  
 $(2 \times 2,4 \times 2,0 + 2 \times 2,0 \times 2,0) \times 0,20 \times 25,0 = \underline{88,0 \text{ kN}}$

Σύνολο  $148,5 \text{ kN}$

Μετατροπή σε ομοιόμορφο φορτίο:  $\frac{148,5}{2,4 \times 2,4} = 25,78 \text{ kN/m}^2$

Κινητό πλάκας οροφής  $= 33,3 \text{ kN/m}^2$

$$1,35 \times G + 1,50 \times Q = 1,35 \times 25,78 + 1,50 \times 33,3 = 84,75 \text{ kN/m}^2$$

C25/30 B500C  $h = 0,20 \text{ m}$  οπότε  $d = 0,15 \text{ m}$

#### Έλεγχος κάμψης

$$M_{xerm} = M_{yerm} = \frac{84,75 \times 2,40^2}{19,4} = 25,16 \text{ kNm}$$

$$M_{xm} = M_{ym} = \frac{84,75 \times 2,40^2}{56,8} = 8,59 \text{ kNm}$$

Στο άνοιγμα :  $M_x = M_y = 8,59 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_{sd} = \frac{8,59}{0,15^2 \times 1,0 \times \frac{20}{1,5} \times 10^3} = 0,029 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,030$$

$$A_{sx} = 0,030 \times 15 \times 100 \times \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,38 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται  $\text{AEB}/20$  και στις δύο παρειές ( $2,51 \text{ cm}^2$ ).

Στη στήριξη :  $M_x = M_y = 25,16 \text{ kN/m}^2$

$$M_{\text{χτταρ}} = 25,16 - 0,2 \cdot 84,75 = 8,21 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_{sd} = \frac{8,21}{0,15^2 \cdot 1,0 \cdot \frac{20}{1,5} \cdot 10^3} = 0,027 \text{ }^{\circledast} \quad \omega = 0,028$$

$$A_{sx} = 0,028 \cdot 15 \cdot 100 \cdot \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,29 \text{ cm}^2$$

Υπάρχουν  $A_{E8}/20$ .

Τοποθετούνται και γωνιακά  $A_{E8}/40$  σε όλη την περίμετρο.

## **2. ΦΡΕΑΤΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ**

### **2.1 Γενικά**

Τα φρεάτια καθαρισμού που χρησιμοποιούνται είναι εσωτερικών διαστάσεων 2,00x3,00x2,00.

### **2.2 Παραδοχές**

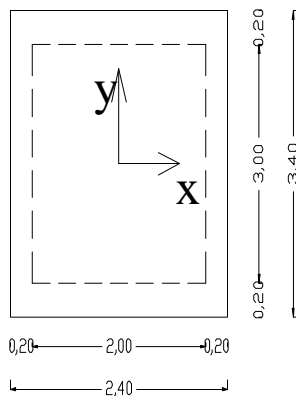
- 2.2.1 Το πάχος της πλάκας, των τοιχίων και του πυθμένα λαμβάνεται  $d=20\text{cm}$ .
- 2.2.2 Το ειδικό βάρος του οπλισμένου σκυροδέματος λαμβάνεται ίσο με  $25,0 \text{ kN/m}^3$ , του εδάφους  $18,0 \text{ kN/m}^3$  και του υλικού οδοστρώσας  $22,0 \text{ kN/m}^3$ .
- 2.2.3 Το κινητό φορτίο λαμβάνεται του τύπου SLW 60.
- 2.2.4 Η πλάκα υπολογίζεται με φορτίο προσαυξημένο κατά  $\varphi = 1,4 - 0,008L$  (συντ. δονισμού).
- 2.2.5 Πάνω από την πλάκα θεωρούμε υλικό οδοστρώσας 25 cm.
- 2.2.6 Η γωνία τριβής του εδάφους λαμβάνεται ίση με  $35^\circ$  και ο συντελεστής ώθησης ηρεμίας  $K = 1 - \eta \mu \varphi = 1 - \eta \mu 35^\circ = 0,43$ .
- 2.2.7 Υλικά κατασκευής : σκυρόδεμα C25/30 (B25) με οπλισμό B500C.
- 2.2.8 Τα φορτία για τον υπολογισμό των τοιχίων λαμβάνονται από τον τύπο  $P = K \cdot \gamma \cdot H$  όπου :  
 $K =$  ο συντελεστής ώθησης ηρεμίας  
 $\gamma =$  το ειδικό βάρος του εδάφους  
 $H =$  το βάθος μέχρι το σημείο υπολογισμού.
- 2.2.9 Τα τοιχία υπολογίζονται σαν πλάκες πακτωμένες στις τρεις πλευρές με ελεύθερη στήριξη στην τέταρτη πλευρά.
- 2.2.10 Ο πυθμένας υπολογίζεται σαν πλάκα πακτωμένη στις τέσσερις πλευρές.
- 2.2.11 Η επικάλυψη των οπλισμών λαμβάνεται 5cm για διατομές υπό επίχωση και 4cm σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.



## 2.3 Υπολογισμοί του φρεατίου 2,00x3,00x2,00

Διαστάσεις : 2,00 m x 3,00 m καθαρό ύψος **h = 2,00 m**

### 2.3.1. Πλάκα επικάλυψης



Διαστάσεις :  $L_x = 2,20 \text{ m}$  ,  $L_y = 3,20 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\epsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{3,20}{2,20} = 1,45$$

Φορτία : Ίδιο βάρος σκυροδέματος  $25,0 \text{ kN/m}^3$   
Υλικό οδοστρώσας  $0,25 * 22 = 5,50 \text{ kN/m}^2$

Κινητό

Λαμβάνεται ο δυσμενέστερος συνδυασμός από τους παρακάτω:

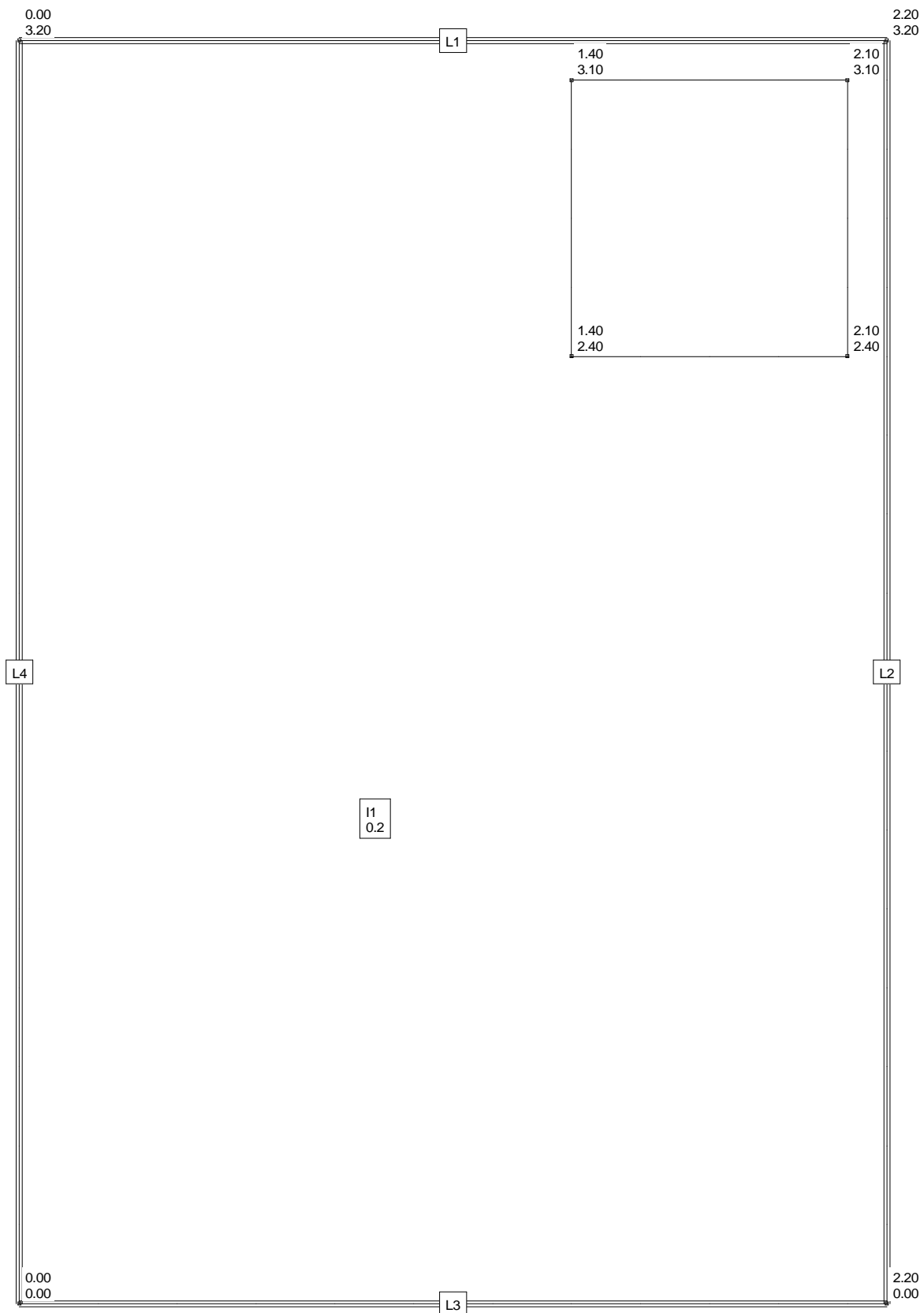
A) φόρτιση πατάει στο κέντρο της πλάκας ή μια ρόδα από το βαρύ όχημα 100kN

B) ομοιόμορφη φόρτιση  $33,3 \text{ kN/m}^2$

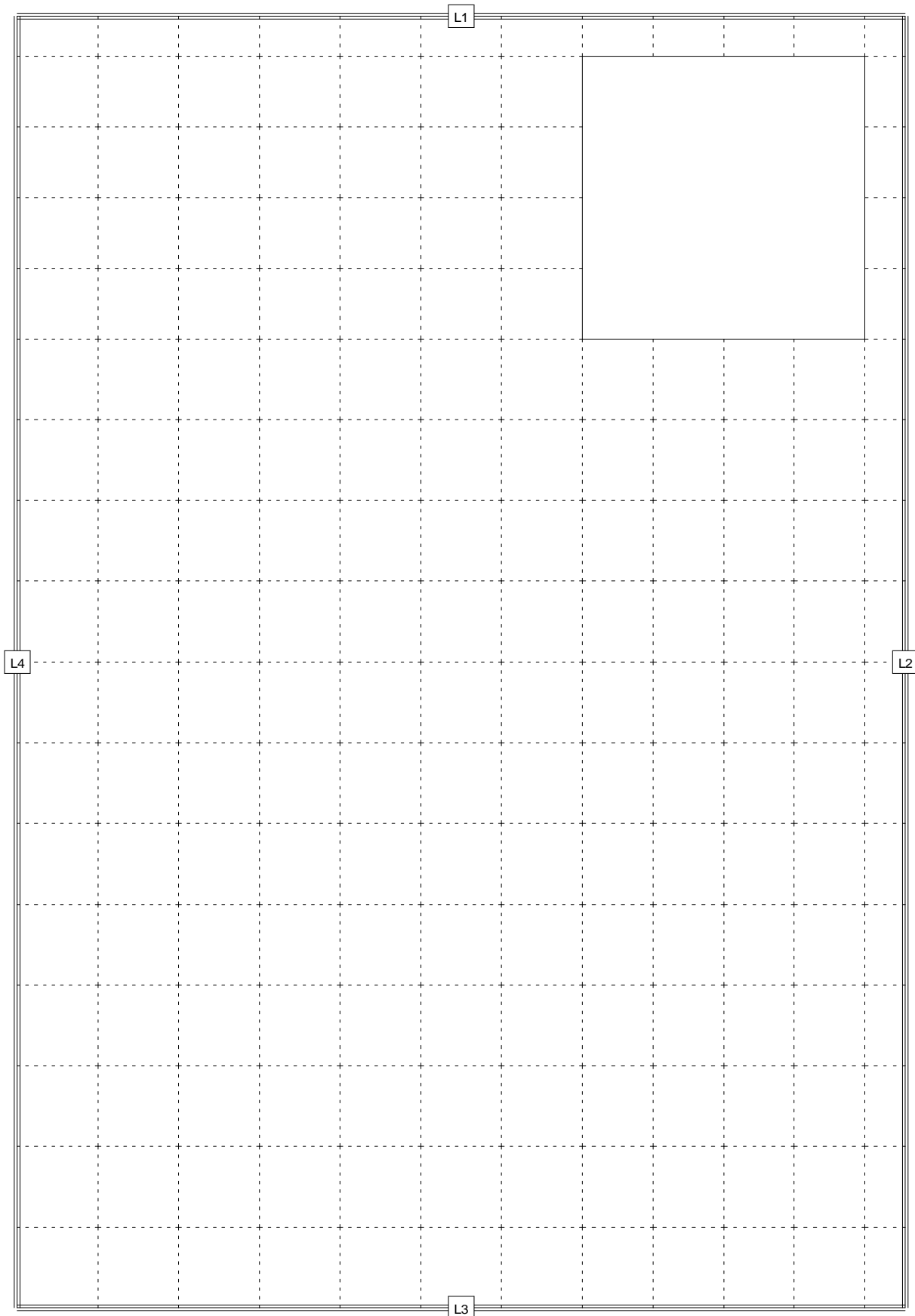
( $\varphi = 1,4 - 0,008 * 2,20 = 1,382$  , συντ. δονισμού)

Η επίλυση γίνεται με πεπερασμένα στοιχεία με το πρόγραμμα Cedrus 3 της Cubus.

Scale 1:15.1  
Geometry (ID=A)  
- Point- and LineSupport  
- MaterialZones-ID and thikcn in[m]  
- Plan coordinates in [m]  
- Coord. of LineSupport



Scale 1:14.1  
Mesh (ID=A)  
-



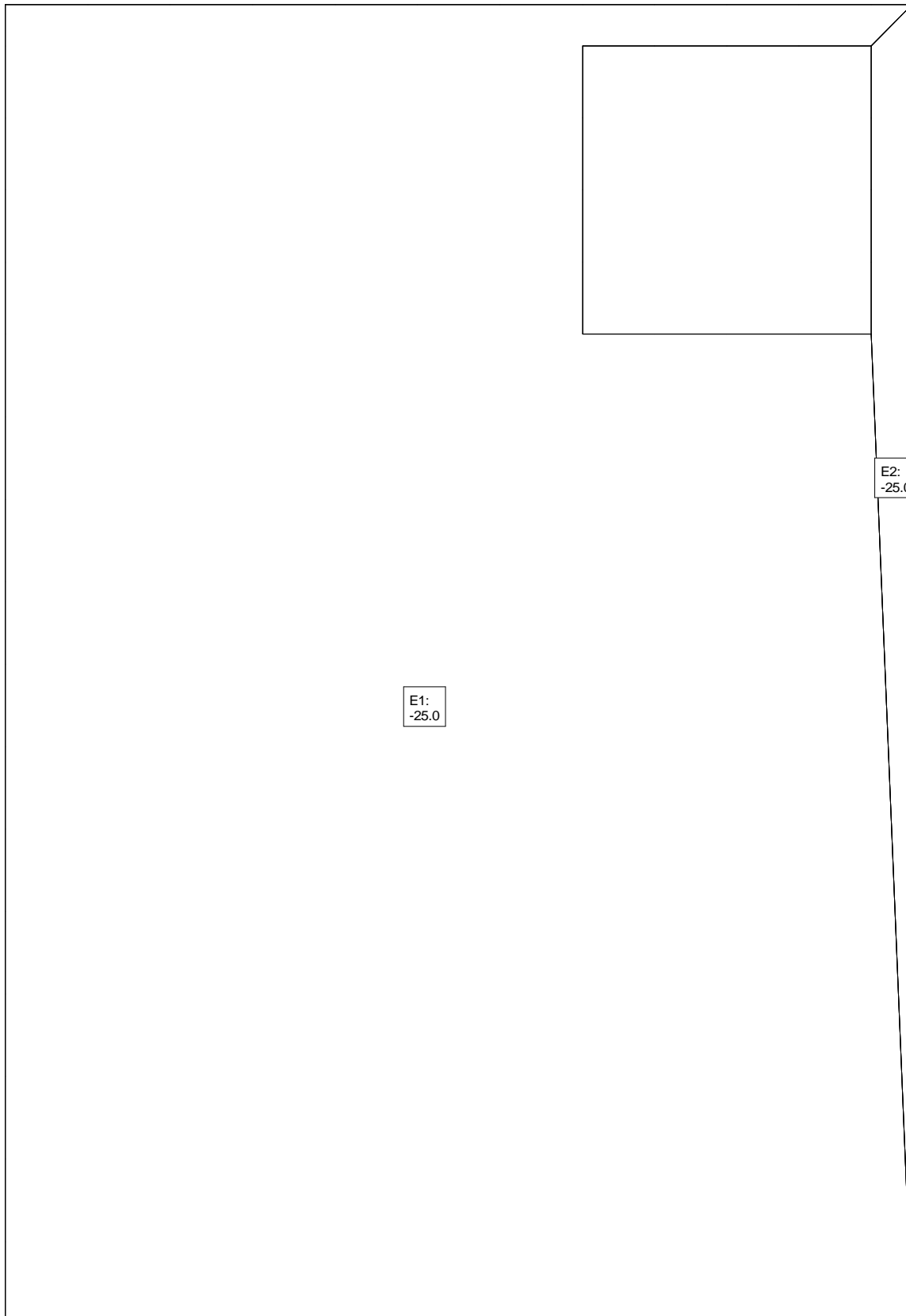
---

LIST OF ALL LOADINGS :

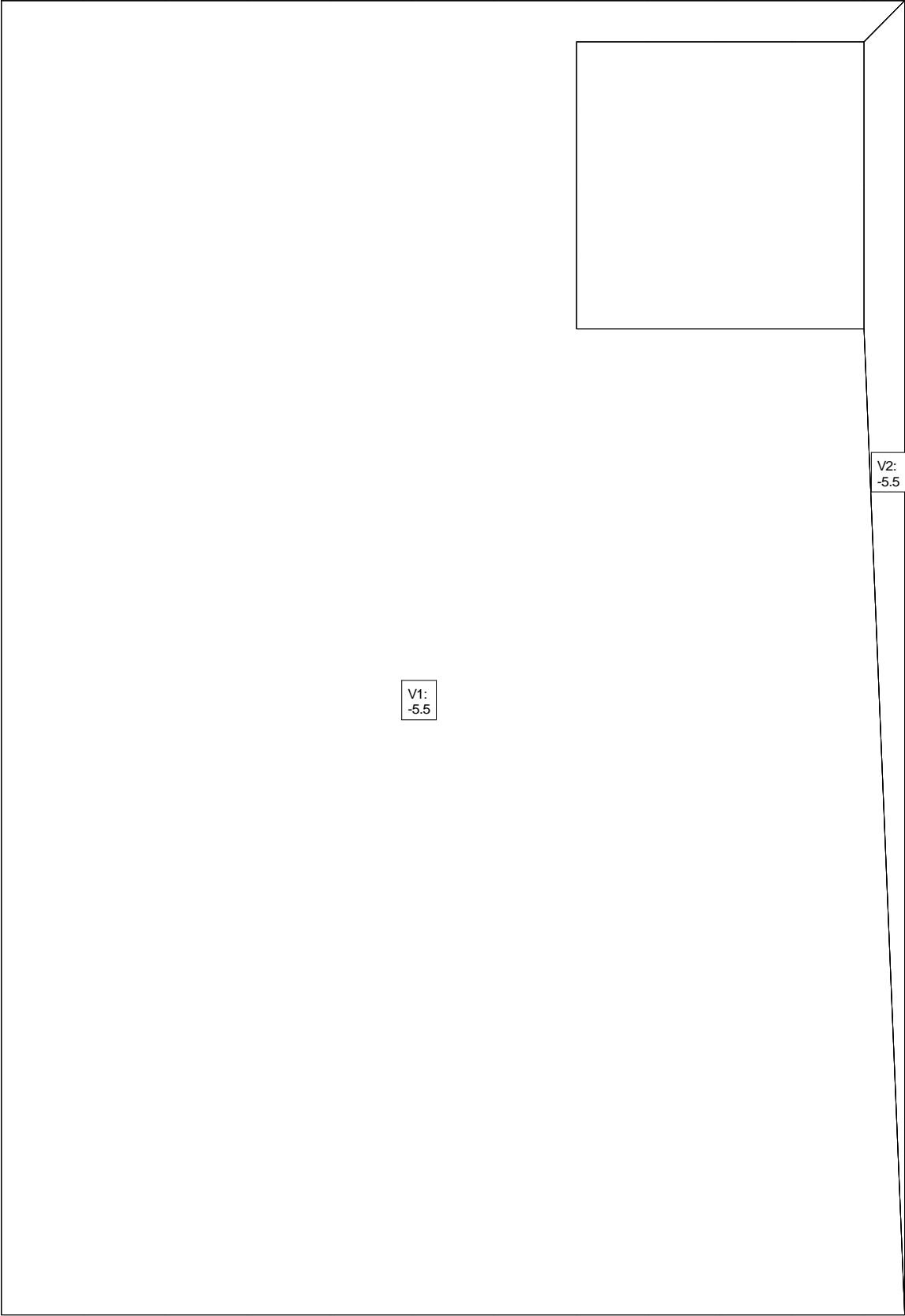
| No.   | Type | Title              |
|-------|------|--------------------|
| ----- |      |                    |
| 1     | LO   | 'idio baros'       |
| 2     | LO   | 'prostheta monima' |
| 3     | LO   | 'slw60-1'          |
| 4     | LO   | 'slw60-2'          |

---

Scale 1:14.5  
Loading 001: "idio baros" (LoadSum = -32.75 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]

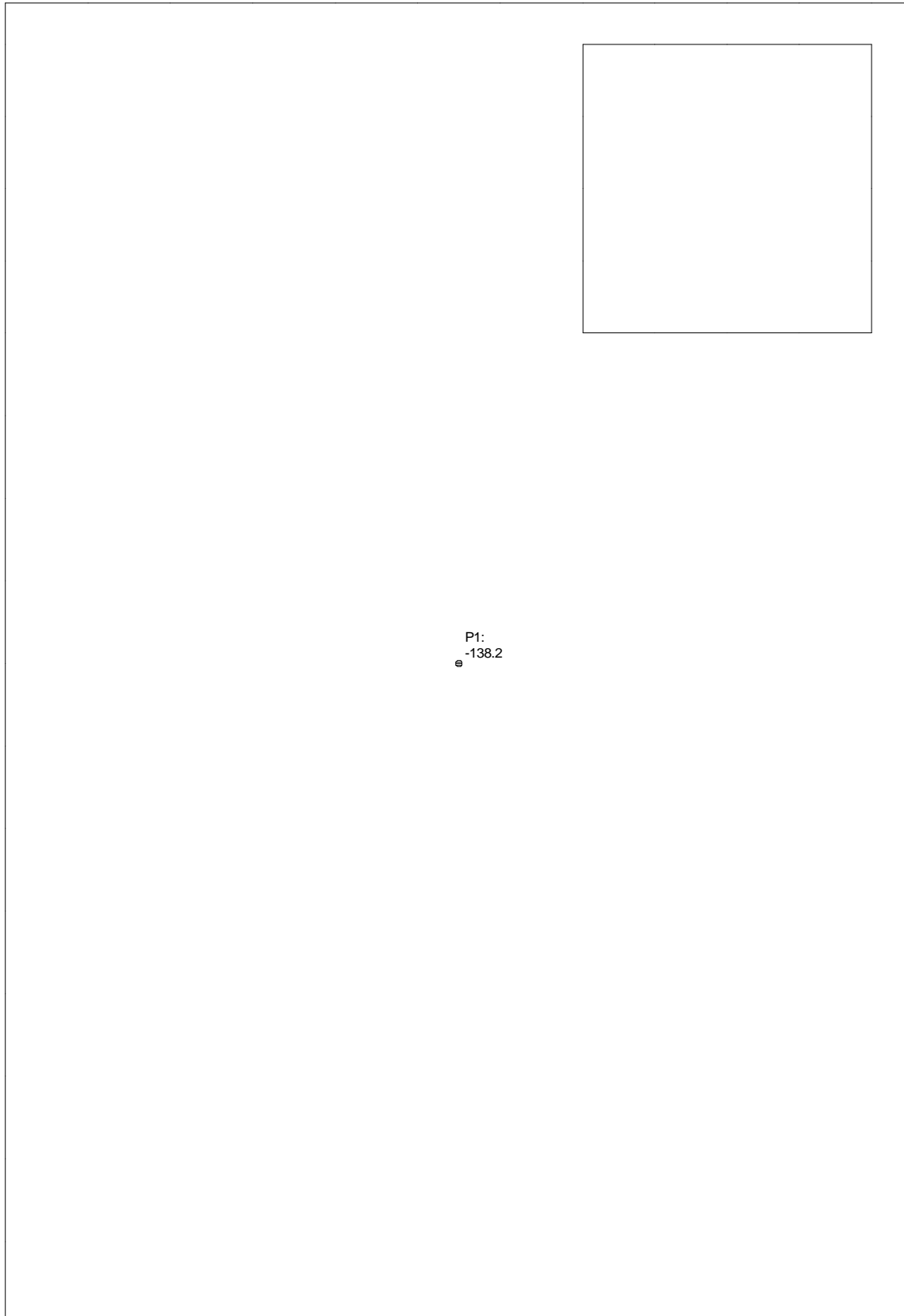


Scale 1 :14.5  
Loading 002: "prostheses monima" (LoadSum = -36.02 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]



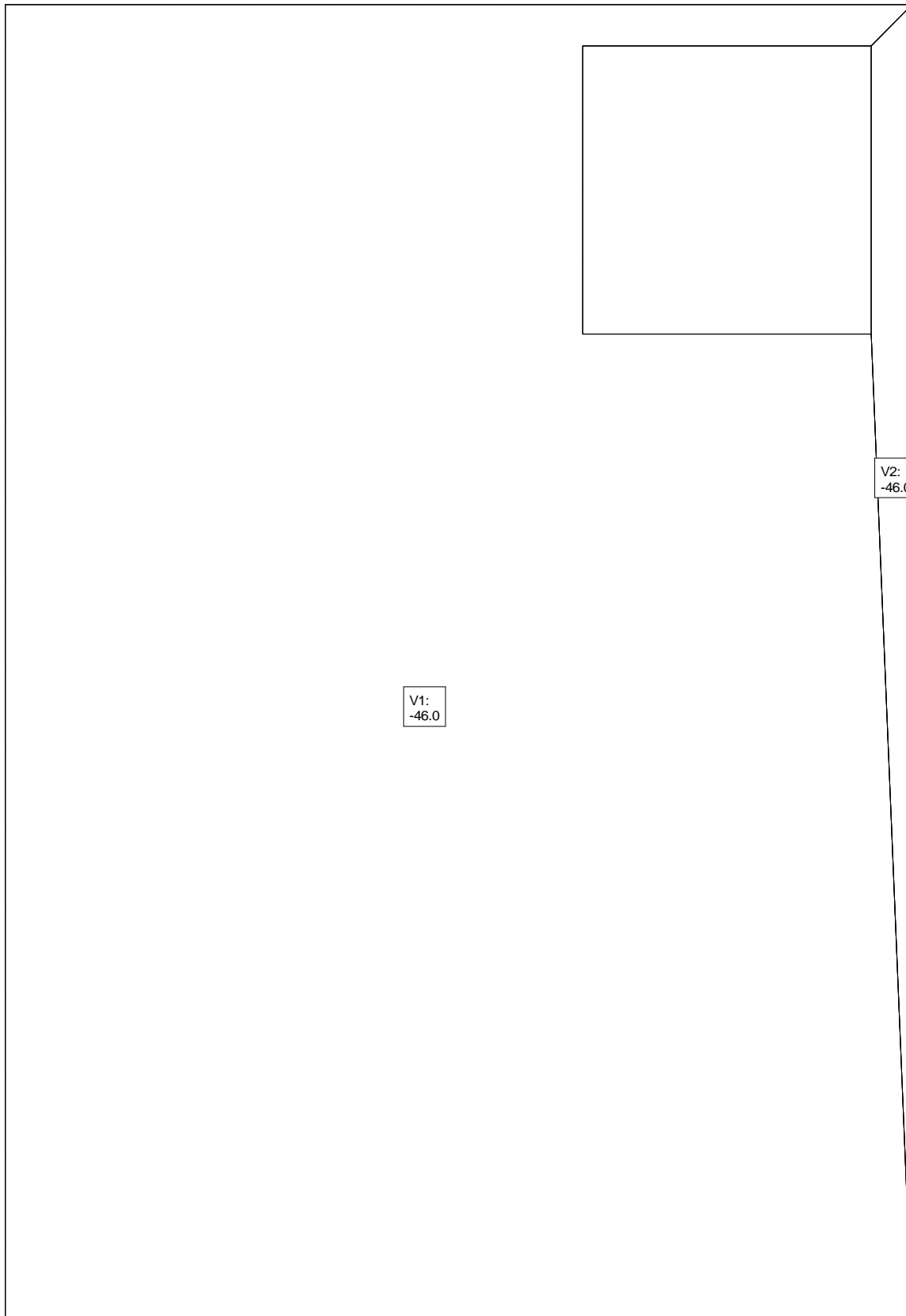
---

Scale 1:14.5  
Loading 003: "slw60-1" (LoadSum = -138.20 kN)  
- PointLoads  
Val. : PZ [kN]



---

Scale 1:14.5  
Loading 004: "slw60-2" (LoadSum = -301.43 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]





---

OUTPUT ZONES: (A01)

---

GRN-Design : Steel: 'S500' BetaS: 434780.0 kN/m2  
Emod : 2.00000E+08 kN/m2  
Concr: 'C20/25' BetaR: 11333.0 kN/m2

Zone 1: 'I1' (Isotrop) d=0.2 m X-dir.= 0.00 deg.  
Cover [cm]: ox = 4.0 oy = 4.0 ux = 4.0 uy = 4.0  
BasicRnf[cm2/m]: gox= 0.5 goy= 0.5 gux= 0.5 guy= 0.5  
Equidistance Moments : 5.000 kNm/m  
Equidistance Rnf. : 0.500 cm2/m  
Equidistance Shears : 5.000 kN/m

---

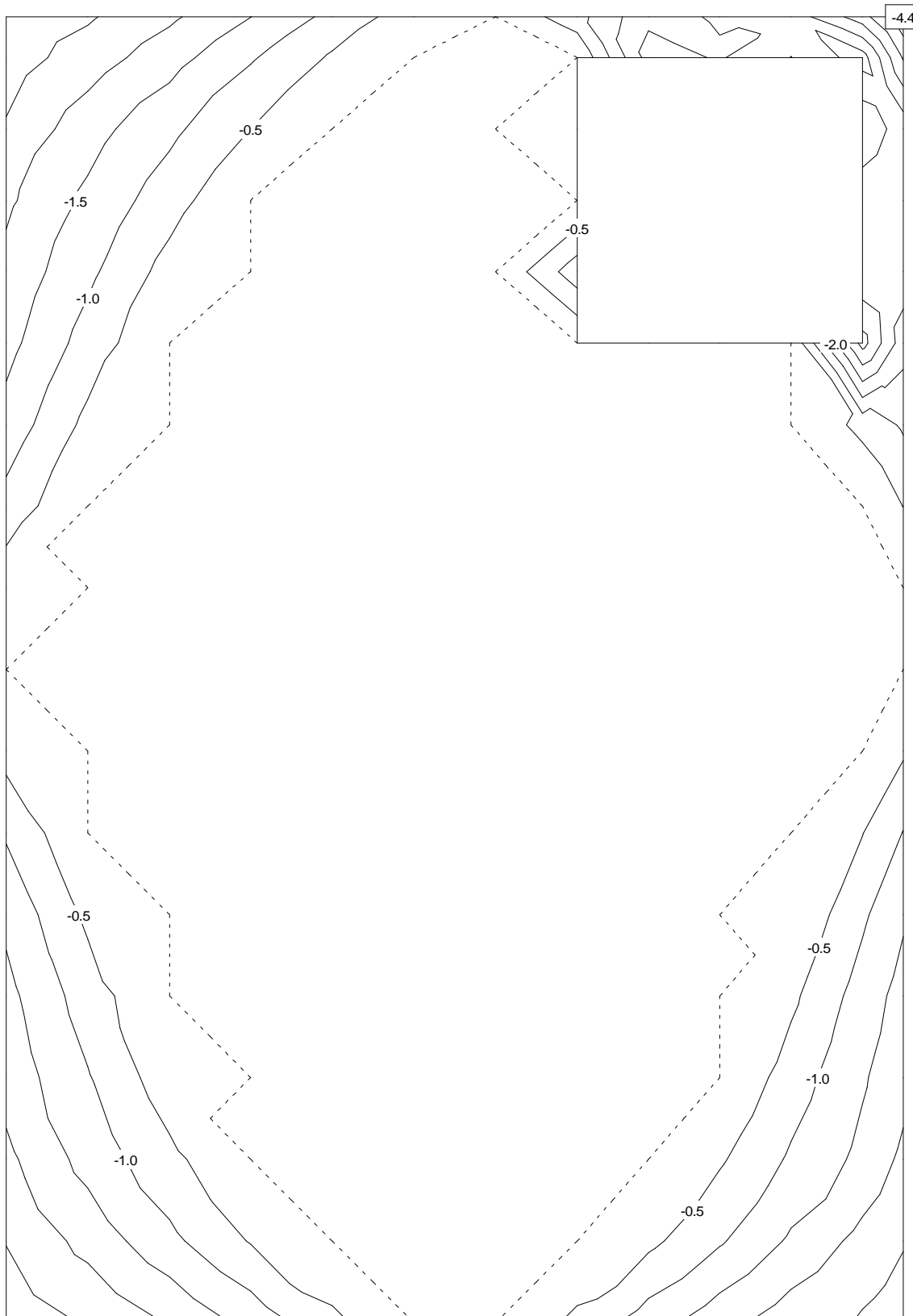
ENVELOPE FORMAT : (A01)

Spez. Lo.No. Factor Lo-Title

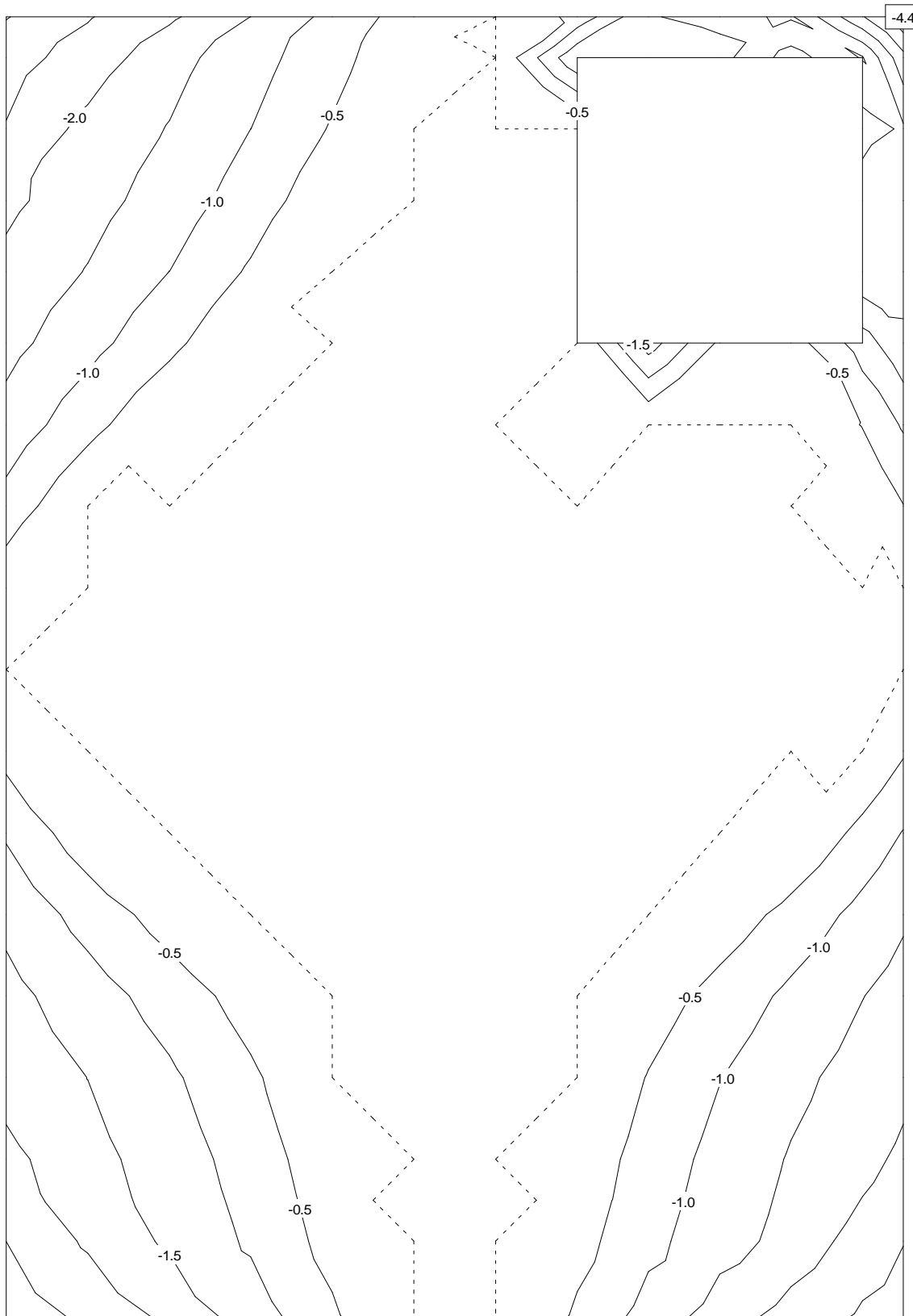
=====

|          |   |       |                  |
|----------|---|-------|------------------|
| PERMANEN | 1 | 1.350 | idio baros       |
| AND      | 2 | 1.350 | prostheta monima |
| PLUS     | 3 | 1.500 | slw60-1          |
| OR       | 4 | 1.500 | slw60-2          |

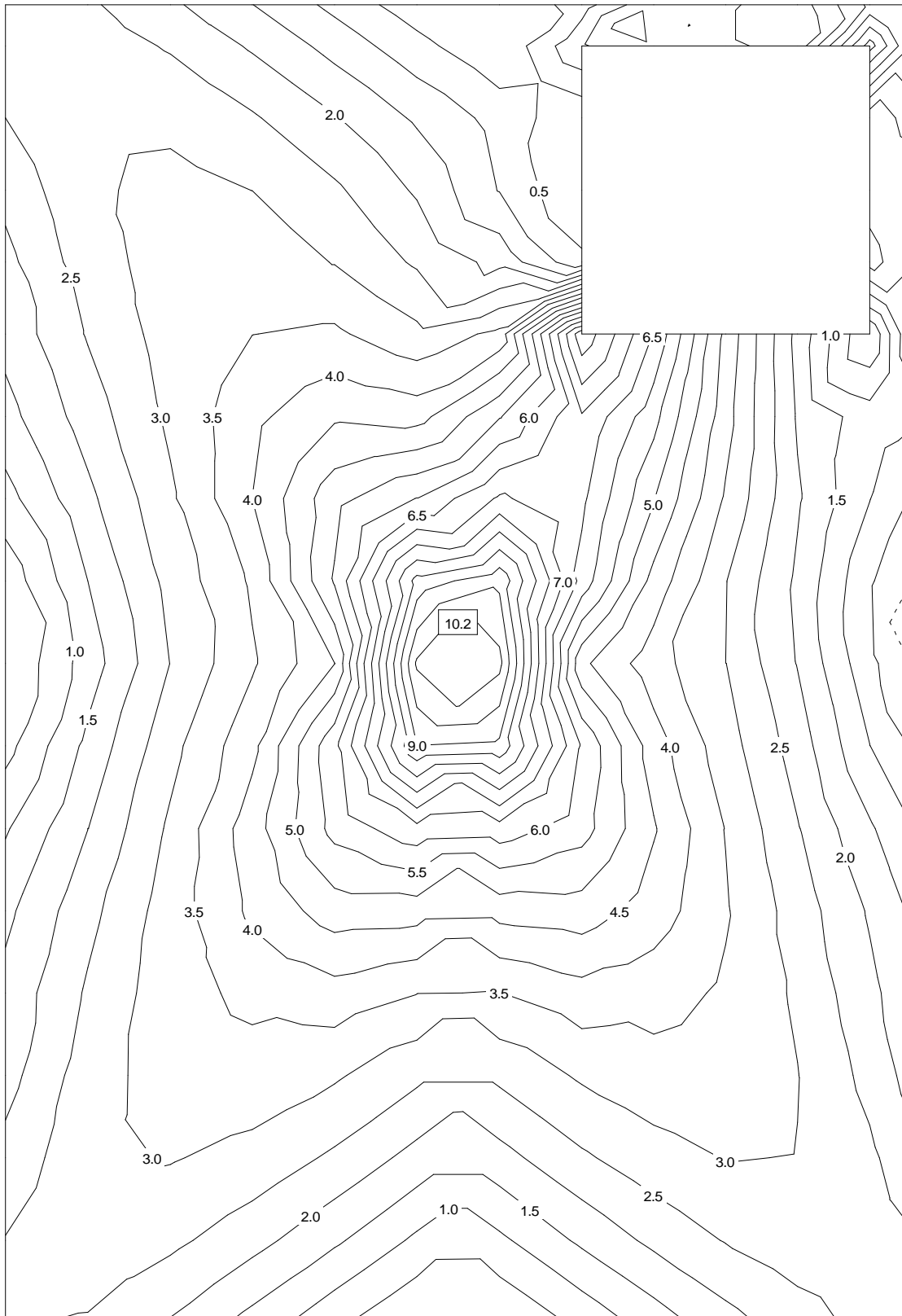
Scale 1:14.9  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A01)  
Loading : S1 1.35 U2 1.35 P3 1.5 O4 1.5  
GRN-Design: Concr=C20/25, Steel=S500  
- Reinforcem. AsX- [cm<sup>2</sup>/m], BasicRnf= 0.50 cm<sup>2</sup>/m, cover= 4.00 cm  
X-Dir.= 0.00 Deg.



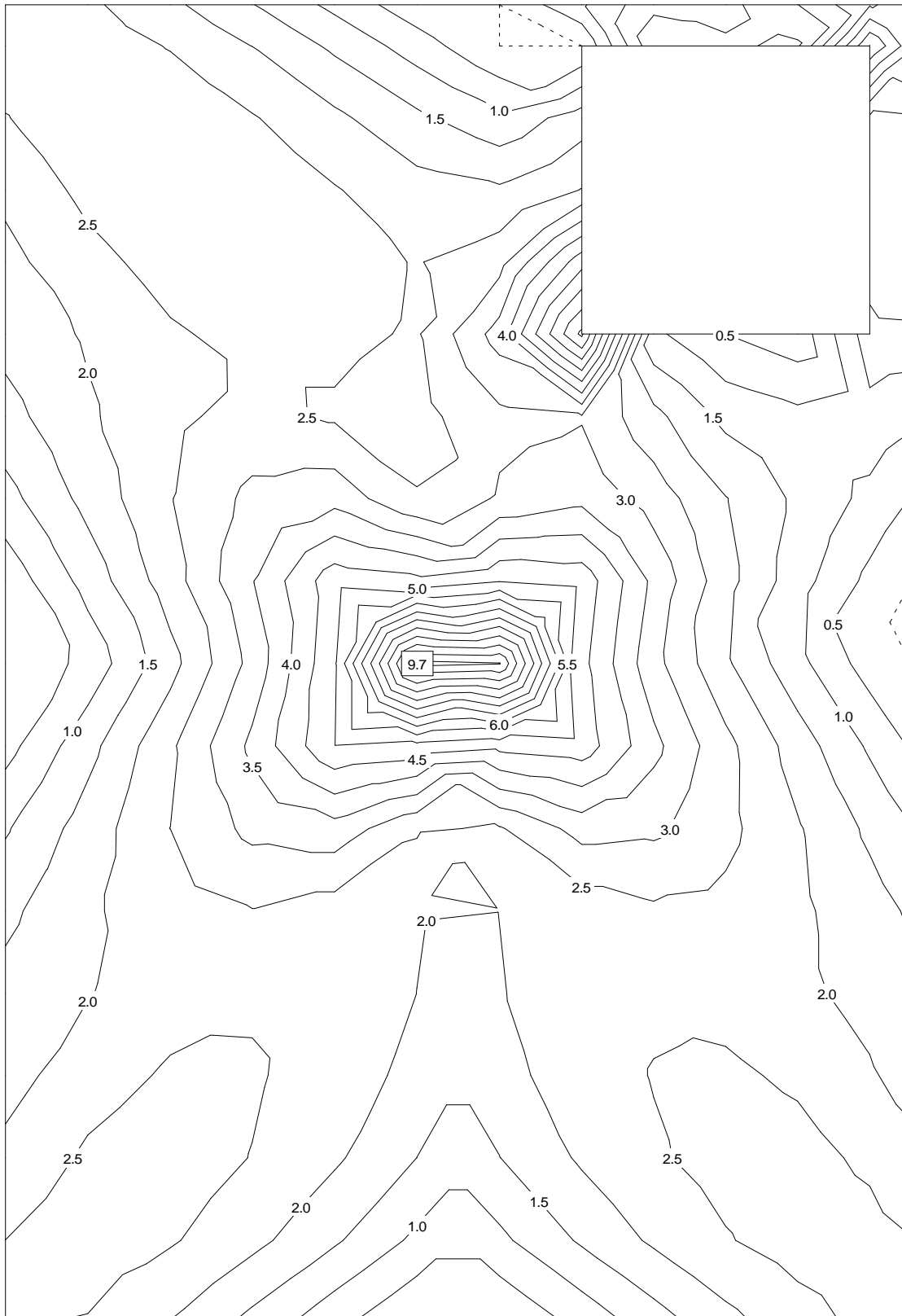
Scale 1:14.9  
Reinforcem. [cm2/m] (A01)  
Loading : S1 1.35 U2 1.35 P3 1.5 O4 1.5  
GRN-Design: Concr=C20/25, Steel=S500  
- Reinforcem. AsY- [cm2/m], BasicRnf= 0.50 cm2/m, cover= 4.00 cm  
X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:14.9  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A01)  
Loading : S1 1.35 U2 1.35 P3 1.5 O4 1.5  
GRN-Design: Concr=C20/25, Steel=S500  
- Reinforcem. AsX+ [cm<sup>2</sup>/m], BasicRnf= 0.50 cm<sup>2</sup>/m, cover= 4.00 cm  
X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:14.9  
Reinforcem. [cm2/m] (A01)  
Loading : S1 1.35 U2 1.35 P3 1.5 O4 1.5  
GRN-Design: Concr=C20/25, Steel=S500  
- Reinforcem. AsY+ [cm2/m], BasicRnf= 0.50 cm2/m, cover= 4.00 cm  
X-Dir.= 0.00 Deg.

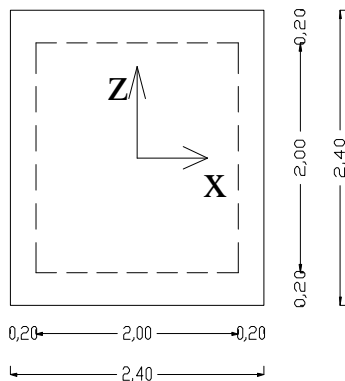


Τοποθετούνται  $\Phi 12/10$  ( $11,31\text{cm}^2$ ) και στις δύο διευθύνσεις στην κάτω παρειά.

Τοποθετούνται  $\Phi 10/20$  ( $3,93\text{cm}^2$ ) και στις δύο διευθύνσεις στην άνω παρειά.

Ενισχυμένη ζώνη στην περιοχή του λαιμού με  $4\Phi 14$  στις δύο διευθύνσεις.

### 2.3.2. Κατακόρυφα τοιχεία



Διαστάσεις :  $L_z = 2,20 \text{ m}$  ,  $L_x = 2,20 \text{ m}$

$d = 0,20 \text{ m}$

$$\varepsilon = \frac{L_x}{L_z} = \frac{2,20}{2,20} = 1,00$$

Ώθηση γαιών σε βάθος 0,25 m  $G_1 = 0,43 \cdot 22 \cdot 0,25 = 2,37 \text{ kN/m}^2$

Ώθηση γαιών σε βάθος 2,65 m  $G_2 = 0,43(18 \cdot 2,40 + 22 \cdot 0,25) = 20,94 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{29,00} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{18,3} = 3,73 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{104,2} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{59,5} = 1,06 \text{ kNm}$$

$$m_{xerm}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{34,5} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{16,2} = 3,31 \text{ kNm}$$

$$m_{xmax}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{95,2} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{44,1} = 1,20 \text{ kNm}$$

Ώθηση λόγω κινητού  $Q = 0,43 \cdot 33,3 = 14,32 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{18,30} = 3,79 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{59,5} = 1,16 \text{ kNm}$$

$$m_{xerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{16,2} = 4,28 \text{ kNm}$$

$$m_{xmax}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{44,1} = 1,57 \text{ kNm}$$

$$M_{zerm} = 1,35 \cdot 3,73 + 1,5 \cdot 3,79 = 10,72 \text{ kNm}$$

$$M_{zmax} = 1,35 \cdot 1,06 + 1,5 \cdot 1,16 = 3,17 \text{ kNm}$$

$$M_{xerm} = 1,35 \cdot 3,31 + 1,5 \cdot 4,28 = 10,89 \text{ kNm}$$

$$M_{xmax} = 1,35 \cdot 1,20 + 1,5 \cdot 1,57 = 3,98 \text{ kNm}$$

C25/30 B500C  $h = 0,20 \text{ m}$  οπότε  $d = 0,15 \text{ m}$



Στο άνοιγμα :  $M_{zmax}=3,17 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{3,17}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,011 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,011$$

$$A_s = 0,011 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,51 \text{ cm}^2$$

$M_{xmax}=3,98 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{3,98}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,013 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,013$$

$$A_s = 0,013 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,60 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται δομικό πλέγμα T188 (1.88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Στις στηρίξεις :  $M_{zerm}=10,72 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{10,72}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,036 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,037$$

$$A_s = 0,037 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,70 \text{ cm}^2$$

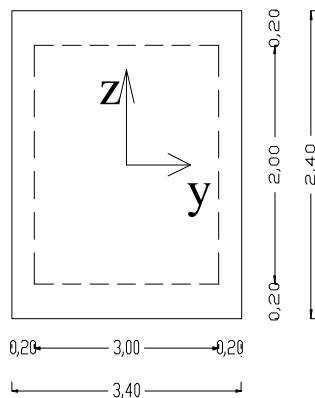
$M_{xerm}=10,89 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{10,89}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,036 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,037$$

$$A_s = 0,037 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,70 \text{ cm}^2$$

Υπάρχει δομικό πλέγμα T188 (1.88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Τοποθετούνται και γωνιακά ΑΕ8/25 σε όλη την περίμετρο.



Διαστάσεις :  $L_z = 2,20 \text{ m}$  ,  $L_y = 3,20 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_z} = \frac{3,20}{2,20} = 1,45$$

Ώθηση γαιών σε βάθος 0,25 m  $G_1 = 0,43 \cdot 22 \cdot 0,25 = 2,37 \text{ kN/m}^2$

Ώθηση γαιών σε βάθος 2,65 m  $G_2 = 0,43(18 \cdot 2,40 + 22 \cdot 0,25) = 20,94 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{19,2} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{10,9} = 5,73 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{55,1} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{26,4} = 2,07 \text{ kNm}$$

$$m_{yerm}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{28,3} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{12,8} = 4,07 \text{ kNm}$$

$$m_{ymax}^G = \frac{18,57 \cdot 2,20^2}{117,1} + \frac{2,37 \cdot 2,20^2}{52,3} = 0,99 \text{ kNm}$$

Ώθηση λόγω κινητού  $Q = 0,43 \cdot 33,3 = 14,32 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{10,9} = 6,36 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{26,4} = 2,63 \text{ kNm}$$

$$m_{yerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{12,8} = 5,41 \text{ kNm}$$

$$m_{ymax}^Q = \frac{14,32 \cdot 2,20^2}{52,3} = 1,33 \text{ kNm}$$

$$M_{zerm} = 1,35 \cdot 5,73 + 1,5 \cdot 6,36 = 17,28 \text{ kNm}$$

$$M_{zmax} = 1,35 \cdot 2,07 + 1,5 \cdot 2,63 = 6,74 \text{ kNm}$$

$$M_{yerm} = 1,35 \cdot 4,07 + 1,5 \cdot 5,41 = 13,61 \text{ kNm}$$

$$M_{ymax} = 1,35 \cdot 0,99 + 1,5 \cdot 1,33 = 3,33 \text{ kNm}$$

C25/30 B500C  $h = 0,20 \text{ m}$  οπότε  $d = 0,15 \text{ m}$

Στο άνοιγμα :  $M_{zmax}=6,74 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{6,74}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,022 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,022$$

$$A_s = 0,022 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,02 \text{ cm}^2$$

$M_{ymax}=3,33 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{3,33}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,011 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,011$$

$$A_s = 0,011 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,51 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται δομικό πλέγμα T188 ( $1.88 \text{ cm}^2$ ) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Στις στηρίξεις :  $M_{zerm}=17,28 \text{ kNm}$

$$\mu_{sd} = \frac{17,28}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,058 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,061$$

$$A_s = 0,061 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 2,80 \text{ cm}^2$$

$M_{yerm}=13,61 \text{ kNm}$

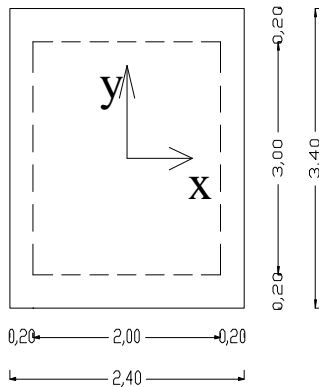
$$\mu_{sd} = \frac{13,61}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,045 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,047$$

$$A_s = 0,047 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 2,16 \text{ cm}^2$$

Υπάρχει δομικό πλέγμα T188 ( $1.88 \text{ cm}^2$ ) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Τοποθετούνται και γωνιακά  $\text{Æ}8/25$  σε όλη την περίμετρο.

### 2.3.3. Πλάκα πυθμένα



Διαστάσεις :  $L_x = 2,40 \text{ m}$  ,  $L_y = 3,40 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{3,40}{2,40} = 1,42$$

$$2,4 \cdot 3,4 \cdot 0,20 \cdot 25,0 = 40,8 \text{ kN}$$

Φορτία: Βάρος πλάκας επικάλυψης

Υλικό οδοστρώσας

$$2,4 \cdot 3,4 \cdot 0,25 \cdot 22,0 = 44,9 \text{ kN}$$

Βάρος τοιχίων

$$(2 \cdot 2,4 \cdot 2,0 + 2 \cdot 3,0 \cdot 2,0) \cdot 0,20 \cdot 25,0 = 108,0 \text{ kN}$$

Σύνολο

$$193,7 \text{ kN}$$

Μετατροπή σε ομοιόμορφο φορτίο:  $\frac{193,7}{2,4 \cdot 3,4} = 23,74 \text{ kN/m}^2$

Κινητό πλάκας οροφής = 33,3 kN/m<sup>2</sup>

$$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q = 1,35 \cdot 23,74 + 1,50 \cdot 33,3 = 82,00 \text{ kN/m}^2$$

C25/30 B500C  $h = 0,20 \text{ m}$  οπότε  $d = 0,15 \text{ m}$

Έλεγχος κάμψης

$$M_{xerm} = \frac{82,0 \cdot 2,40^2}{13,6} = 34,73 \text{ kNm}$$

$$M_{yerm} = \frac{82,0 \cdot 2,40^2}{17,5} = 26,99 \text{ kNm}$$

$$M_{xm} = \frac{82,0 \cdot 2,40^2}{31,5} = 14,99 \text{ kNm}$$

$$M_{ym} = \frac{82,0 \cdot 2,40^2}{85,8} = 5,50 \text{ kNm}$$

Στο άνοιγμα :  $M_x = 14,99 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_{sd} = \frac{14,99}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,050 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,052$$

$$A_{sx} = 0,052 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 2,39 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται  $\text{Æ}10/20$  και στις δύο παρειές ( $3,93 \text{ cm}^2$ ).

$$M_y = 5,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_{sd} = \frac{5,50}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,018 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,018$$

$$A_{sx} = 0,018 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,83 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται  $\text{Æ}10/20$  και στις δύο παρειές ( $3,93 \text{ cm}^2$ ).

Στη στήριξη :  $M_x = 34,73 \text{ kN/m}^2$

$$M_{\text{χπαρ}} = 31,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_{sd} = \frac{31,25}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,104 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,113$$

$$A_{sx} = 0,113 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 5,20 \text{ cm}^2$$

Υπάρχουν  $\text{Æ}10/20$ .

$$M_y = 26,99 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{\text{γπαρ}} = 24,29 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_{sd} = \frac{24,29}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,081 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,086$$

$$A_{sx} = 0,086 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Υπάρχουν  $\text{Æ}10/20$ .

Τοποθετούνται και γωνιακά  $\text{Æ}8/20$  σε όλη την περίμετρο.

### 3. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΠΕΡΑΤΟΣ

#### 3.1 Γενικά

Το φρεάτιο πέρατος που χρησιμοποιείται είναι εσωτερικών διαστάσεων 1,50x2,00x1,50.

#### 3.2 Παραδοχές

3.2.1 Το πάχος της πλάκας, των τοιχίων και του πυθμένα λαμβάνεται  $d=20\text{cm}$ .

3.2.2 Το ειδικό βάρος του οπλισμένου σκυροδέματος λαμβάνεται ίσο με  $25,0 \text{ kN/m}^3$ , του εδάφους  $18,0 \text{ kN/m}^3$  και του υλικού οδοστρώσας  $22,0 \text{ kN/m}^3$ .

3.2.3 Το κινητό φορτίο λαμβάνεται του τύπου SLW 60.

3.2.4 Η πλάκα υπολογίζεται με φορτίο προσαυξημένο κατά  $\varphi = 1,4 - 0,008L$  (συντ. δονισμού).

3.2.5 Πάνω από την πλάκα θεωρούμε υλικό οδοστρώσας 25 cm.

3.2.6 Η γωνία τριβής του εδάφους λαμβάνεται ίση με  $35^\circ$  και ο συντελεστής ώθησης ηρεμίας  $K = 1 - \eta \mu \varphi = 1 - \eta \mu 35^\circ = 0,43$ .

3.2.7 Υλικά κατασκευής : σκυρόδεμα C25/30 (B25) με οπλισμό B500C.

3.2.8 Τα φορτία για τον υπολογισμό των τοιχίων λαμβάνονται από τον τύπο  $P = K \cdot \gamma \cdot H$  όπου :

$K = 0$  συντελεστής ώθησης ηρεμίας

$\gamma =$  το ειδικό βάρος του εδάφους

$H =$  το βάθος μέχρι το σημείο υπολογισμού.

3.2.9 Τα τοιχία υπολογίζονται σαν πλάκες πακτωμένες στις τρεις πλευρές με ελεύθερη στήριξη στην τέταρτη πλευρά.

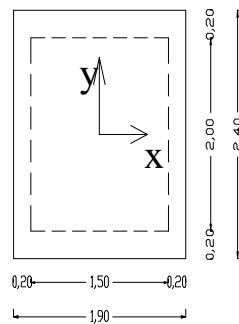
3.2.10 Ο πυθμένας υπολογίζεται σαν πλάκα πακτωμένη στις τέσσερις πλευρές.

3.2.11 Η επικάλυψη των οπλισμών λαμβάνεται 5cm για διατομές υπό επίχωση και 4cm σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

### 3.3 Υπολογισμοί του φρεατίου 1,50x2,00x1,50

Διαστάσεις : 1,50 m x 2,00 m καθαρό ύψος **h = 1,50 m**

#### 3.3.1. Πλάκα επικάλυψης



Διαστάσεις :  $L_x = 1,70 \text{ m}$  ,  $L_y = 2,20 \text{ m}$   
 $d = 0,20 \text{ m}$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{2,20}{1,70} = 1,30$$

Φορτία : Ίδιο βάρος σκυροδέματος  $0,20 * 25 = 5,00 \text{ kN/m}^2$   
Υλικό οδοστρώσας  $0,25 * 22 = 5,50 \text{ kN/m}^2$

Κινητό

Λαμβάνεται ο δυσμενέστερος συνδυασμός από τους παρακάτω:

A) φόρτιση πατάει στο κέντρο της πλάκας ή μια ρόδα από το βαρύ όχημα 100kN

B) ομοιόμορφη φόρτιση  $33,3 \text{ kN/m}^2$

( $\varphi = 1,4 - 0,008 * 1,7 = 1,387$  , συντ. δονισμού)

Η επίλυση γίνεται με πεπερασμένα στοιχεία με το πρόγραμμα Cedrus 3 της Cubus.

PLAN DATA: (ID=A)  
 =====

COORDINATES: (Joint numbers optimized)

| Joint            | X-Coord<br>[m] | Y-Coord<br>[m] | Joint | X-Coord<br>[m] | Y-Coord<br>[m] | Joint | X-Coord<br>[m] | Y-Coord<br>[m] |
|------------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|
| -----            |                |                |       |                |                |       |                |                |
| BorderPoints:    |                |                |       |                |                |       |                |                |
| 1                | 0.000          | 0.000          | 20    | 0.000          | 1.900          | 423   | 2.400          | 0.000          |
| 442              | 2.400          | 1.900          |       |                |                |       |                |                |
| Opening Points : |                |                |       |                |                |       |                |                |
| 43               | 0.200          | 0.200          | 50    | 0.200          | 0.900          | 147   | 0.900          | 0.200          |
| 154              | 0.900          | 0.900          | 275   | 1.500          | 1.000          | 282   | 1.500          | 1.700          |
| 393              | 2.200          | 1.000          | 400   | 2.200          | 1.700          |       |                |                |

THCKN AND MATERIAL :

```

d      : Platethickn.
Emod   : Elasticity modulus
Nue    : Poisson rat
Adir   : x-dir. of Results output
Mdir   : Principal dir. of material coefficients
dll..  : Orthotropy coefficients
h      : Beam depth
dPlt   : Thickness of beam's adjacent plate (0 = is copied)
dtop   : depth of beamOverht
Dir    : Direction of beam's axis

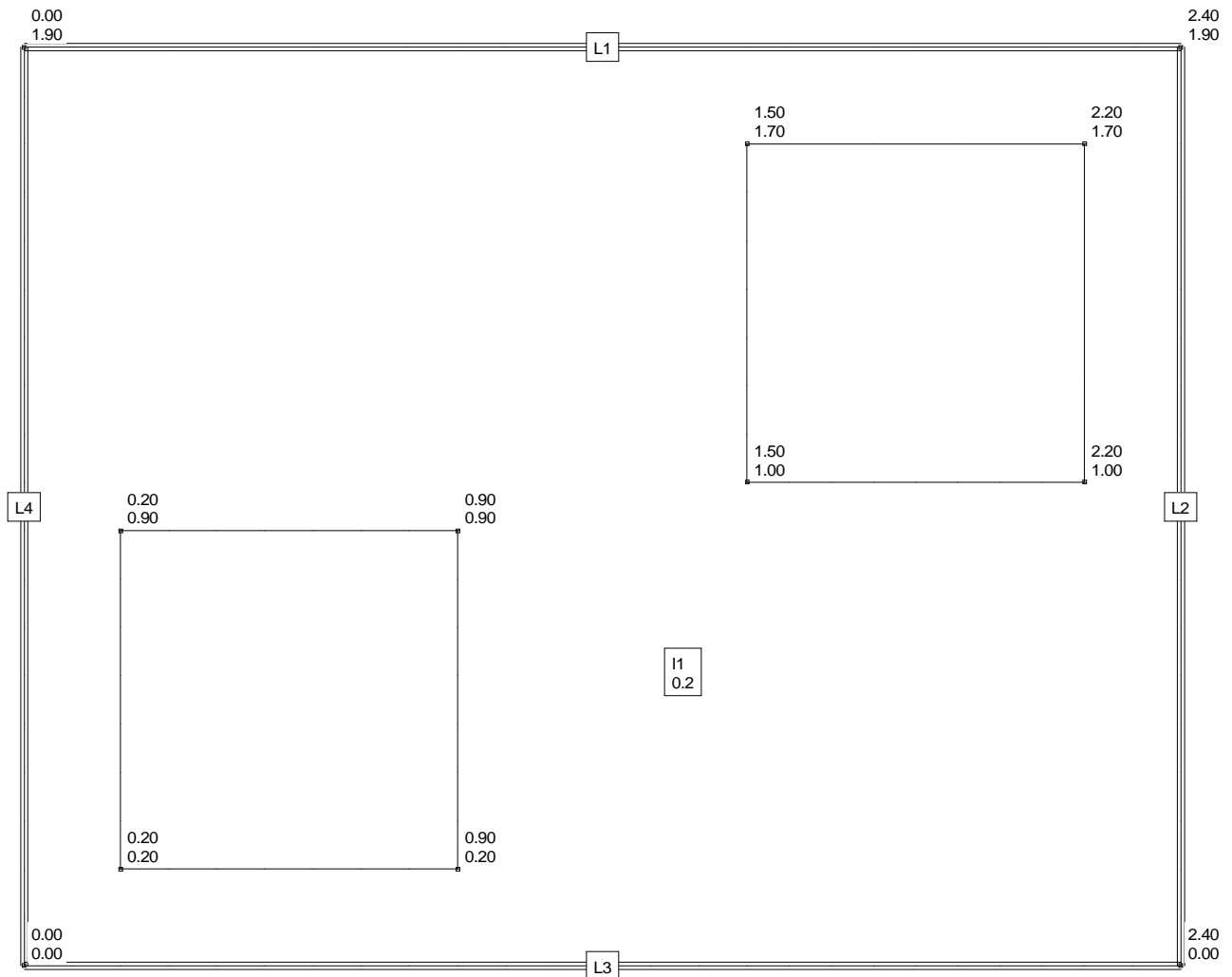
I1: Isotrop      d = 0.200 [m]      Adir= 0.00 [Deg.]
      Emod=3.00E+07 [kN/m2]  Nue = 0.167 [-]      dtop= 0.000 [m]
  
```

LINE AND POINT SUPP. :

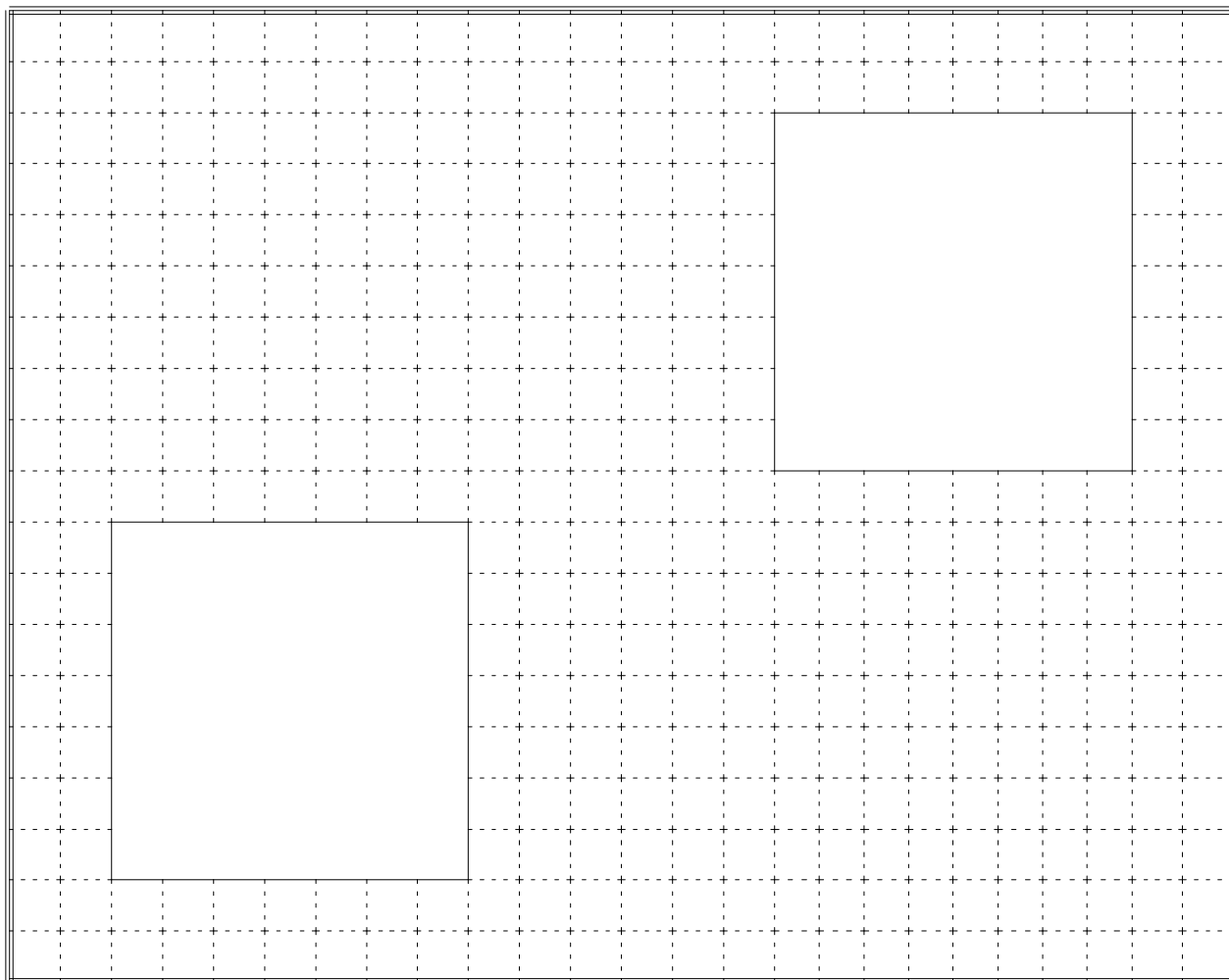
| Id           | Typ        | vz [kN/m2] | rx [kNm/m] | ry [kNm/m] | Angle [Deg.] |
|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| -----        |            |            |            |            |              |
| LineSupport: |            |            |            |            |              |
| L1: simple   | fixed      |            | free       | fixed      | 0.000        |
| Jn:          | L11 = 20   | L12 = 40   | L13 = 60   | L14 = 74   |              |
|              | L15 = 88   | L16 = 102  | L17 = 116  | L18 = 130  |              |
|              | L19 = 144  | L110 = 164 | L111 = 184 | L112 = 204 |              |
|              | L113 = 224 | L114 = 244 | L115 = 264 | L116 = 284 |              |
|              | L117 = 298 | L118 = 312 | L119 = 326 | L120 = 340 |              |
|              | L121 = 354 | L122 = 368 | L123 = 382 | L124 = 402 |              |
|              | L125 = 422 | L126 = 442 |            |            |              |
| L2: simple   | fixed      |            | free       | fixed      | -90.000      |
| Jn:          | L21 = 442  | L22 = 441  | L23 = 440  | L24 = 439  |              |
|              | L25 = 438  | L26 = 437  | L27 = 436  | L28 = 435  |              |
|              | L29 = 434  | L210 = 433 | L211 = 432 | L212 = 431 |              |
|              | L213 = 430 | L214 = 429 | L215 = 428 | L216 = 427 |              |
|              | L217 = 426 | L218 = 425 | L219 = 424 | L220 = 423 |              |
| L3: simple   | fixed      |            | free       | fixed      | 180.000      |
| Jn:          | L31 = 423  | L32 = 403  | L33 = 383  | L34 = 369  |              |
|              | L35 = 355  | L36 = 341  | L37 = 327  | L38 = 313  |              |
|              | L39 = 299  | L310 = 285 | L311 = 265 | L312 = 245 |              |
|              | L313 = 225 | L314 = 205 | L315 = 185 | L316 = 165 |              |
|              | L317 = 145 | L318 = 131 | L319 = 117 | L320 = 103 |              |
|              | L321 = 89  | L322 = 75  | L323 = 61  | L324 = 41  |              |
|              | L325 = 21  | L326 = 1   |            |            |              |
| L4: simple   | fixed      |            | free       | fixed      | 90.000       |
| Jn:          | L41 = 1    | L42 = 2    | L43 = 3    | L44 = 4    |              |
|              | L45 = 5    | L46 = 6    | L47 = 7    | L48 = 8    |              |
|              | L49 = 9    | L410 = 10  | L411 = 11  | L412 = 12  |              |
|              | L413 = 13  | L414 = 14  | L415 = 15  | L416 = 16  |              |
|              | L417 = 17  | L418 = 18  | L419 = 19  | L420 = 20  |              |



Scale 1:14.9  
Geometry (ID=A)  
- Point- and LineSupport  
- MaterialZones-ID and thicken in[m]  
- Plan coordinates in [m]  
- Coord. of LineSupport



Scale 1:14.5  
Mesh (ID=A)



---

LIST OF ALL LOADINGS :

| No.   | Type | Title        |
|-------|------|--------------|
| ----- |      |              |
| 1     | LO   | 'IDIO BAROS' |
| 2     | LO   | 'PROSTHET'   |
| 3     | LO   | 'SLW60-1'    |
| 4     | LO   | 'SLW60-2'    |

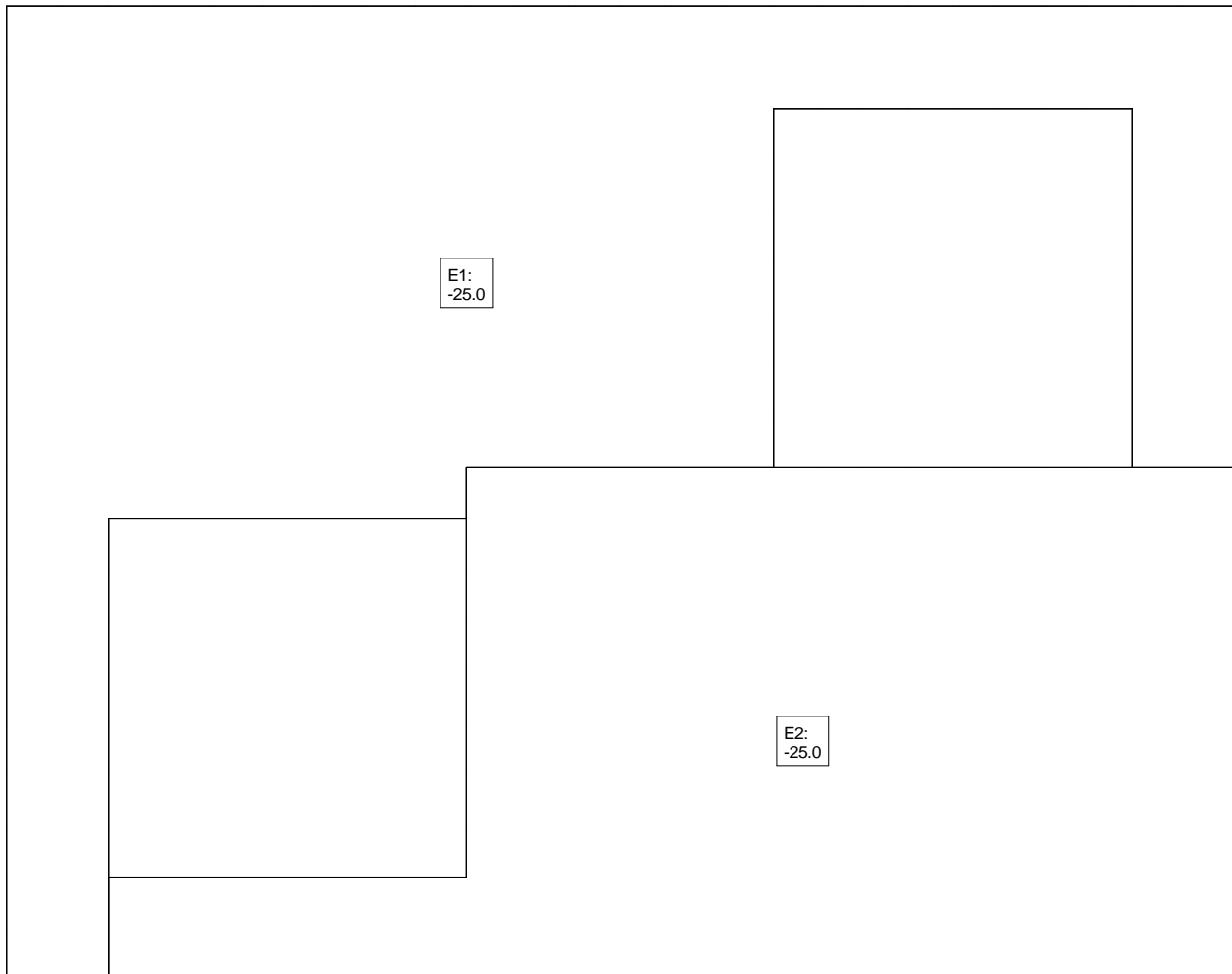
LOADING 1: "IDIO BAROS"  
 =====

AREA LOADS :

| ID    | Typ        | Dim.  | Val.   | NumbP | LdSum<br>[kN] |
|-------|------------|-------|--------|-------|---------------|
| ----- |            |       |        |       |               |
| E1    | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 12    | -9.70         |
| E2    | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 6     | -8.20         |
| ----- |            |       |        |       |               |
| Sum   |            |       |        |       | -17.90        |

LOADSUM [kN] Loading 1: -17.90  
 =====

Scale 1:14.5  
 Loading 001: "IDIO BAROS" (LoadSum = -17.90 kN)  
 - Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
 V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]

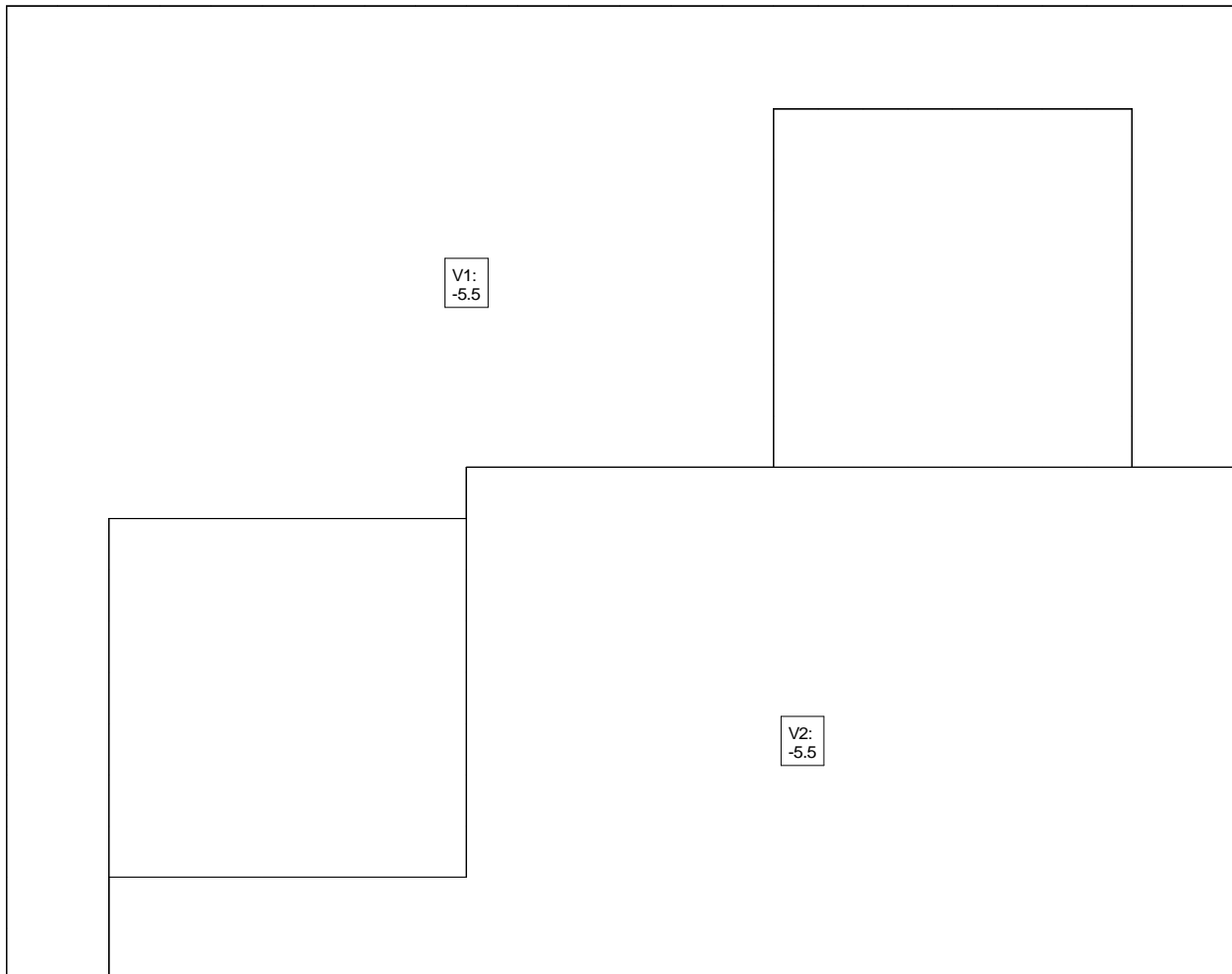


LOADING 2: "PROSTHET"  
 =====

| AREA LOADS : |        |       |       |       |               |
|--------------|--------|-------|-------|-------|---------------|
| ID           | Typ    | Dim.  | Val.  | NumbP | LdSum<br>[kN] |
| -----        |        |       |       |       |               |
| V1           | Distr. | kN/m2 | -5.50 | 12    | -10.67        |
| V2           | Distr. | kN/m2 | -5.50 | 6     | -9.02         |
| Sum          |        |       |       |       | -19.69        |

LOADSUM [kN] Loading 2: -19.69  
 =====

Scale 1:14.5  
 Loading 002: "PROSTHET" (LoadSum = -19.69 kN)  
 - Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
 V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]

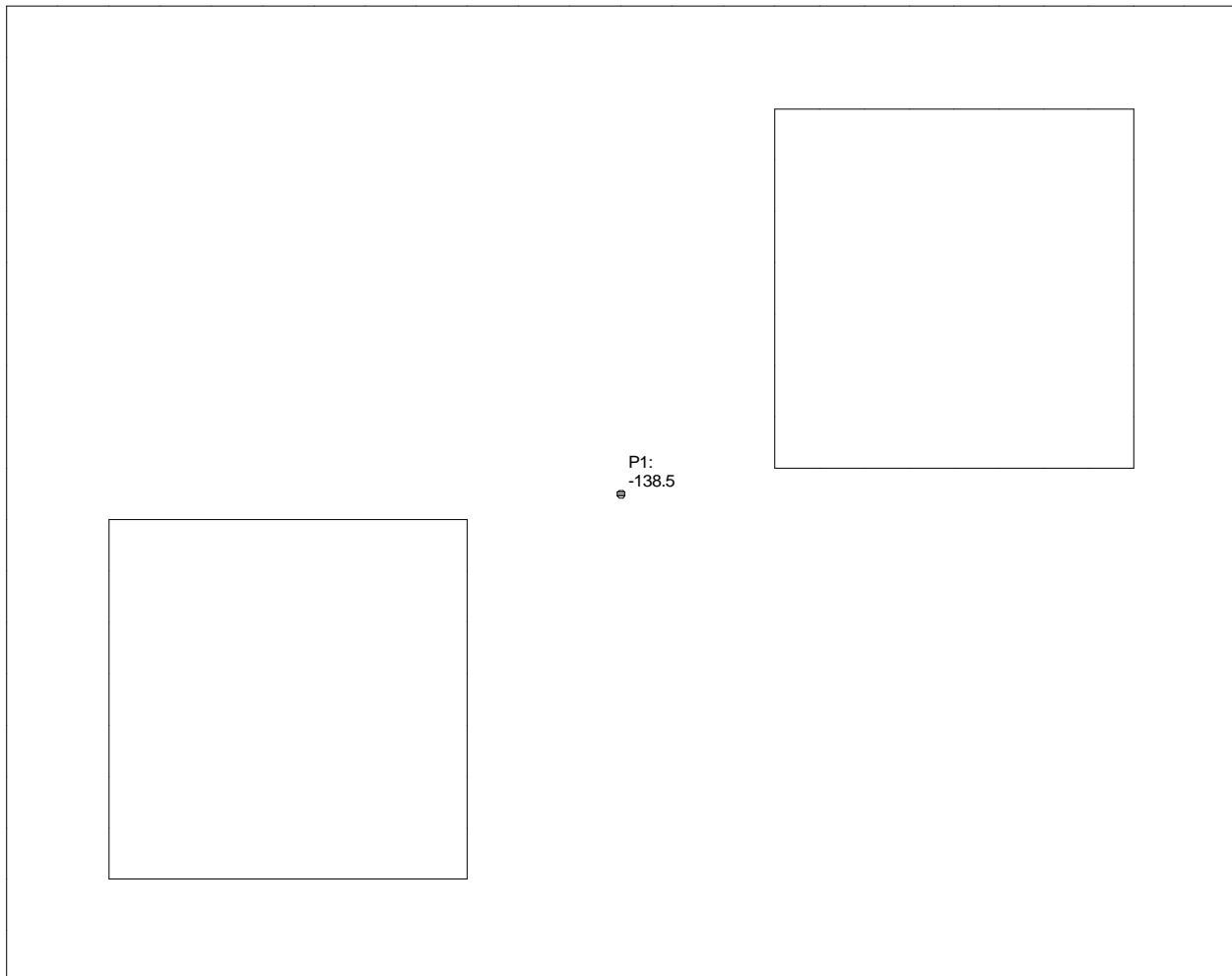


LOADING 3: "SLW60-1"  
 =====

| POINTLOADS : |            |             |             |          |          |               |
|--------------|------------|-------------|-------------|----------|----------|---------------|
| ID           | KZ<br>[kN] | RX<br>[kNm] | RY<br>[kNm] | X<br>[m] | Y<br>[m] | LdSum<br>[kN] |
| P1           | -138.50    | 0.0         | 0.0         | 1.200    | 0.950    | -138.50       |
| Sum          |            |             |             |          |          | -138.50       |

LOADSUM [kN] Loading 3: -138.50  
 =====

Scale 1:14.5  
 Loading 003: "SLW60-1" (LoadSum = -138.50 kN)  
 - PointLoads  
 Val.: PZ [kN]



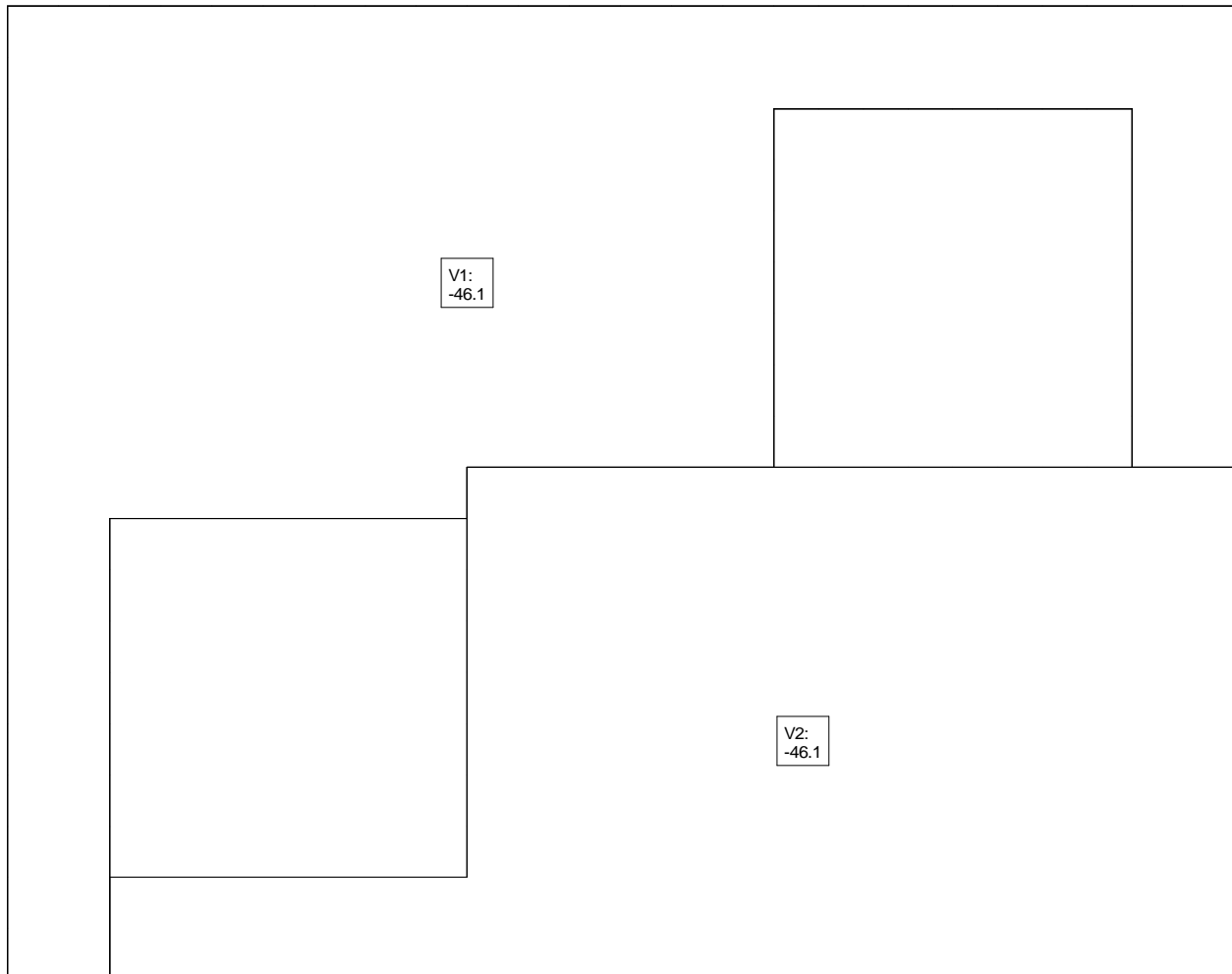
LOADING 4: "SLW60-2"  
 =====

| AREA LOADS : |        |       |        |       |               |
|--------------|--------|-------|--------|-------|---------------|
| ID           | Typ    | Dim.  | Val.   | NumbP | LdSum<br>[kN] |
| -----        |        |       |        |       |               |
| V1           | Distr. | kN/m2 | -46.10 | 12    | -89.43        |
| V2           | Distr. | kN/m2 | -46.10 | 6     | -75.60        |
| Sum          |        |       |        |       | -165.04       |

LOADSUM [kN] Loading 4: -165.04  
 =====

---

Scale 1 :14.5  
Loading 004: "SLW60-2" (LoadSum = -165.04 kN)  
- Area Loads values : E = Self Weight [kN/m3]  
V=Distr.Load [kN/m2], K=Curvatur [m-1]



| Spez. | Lo.No. | Factor | Lo-Title |
|-------|--------|--------|----------|
|-------|--------|--------|----------|

=====

|          |   |       |            |
|----------|---|-------|------------|
| PERMANEN | 1 | 1.000 | IDIO BAROS |
|----------|---|-------|------------|

AND 2 1.000 PROSTHET

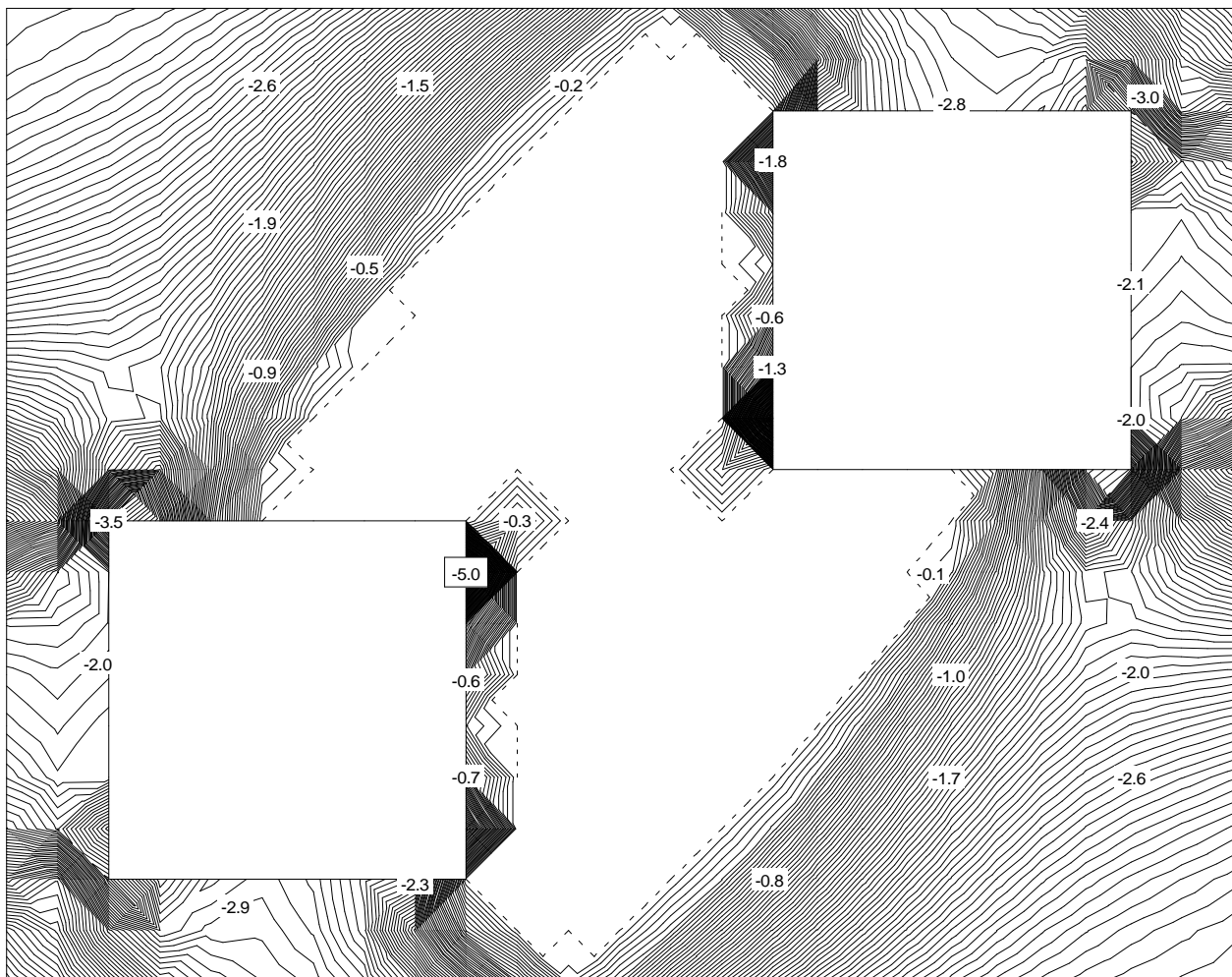
|      |   |       |         |
|------|---|-------|---------|
| PLUS | 3 | 1.000 | SLW60-1 |
|------|---|-------|---------|

|    |   |       |         |
|----|---|-------|---------|
| OR | 4 | 1.000 | SLW60-2 |
|----|---|-------|---------|

Reinforcem. [cm2/m] (A01)

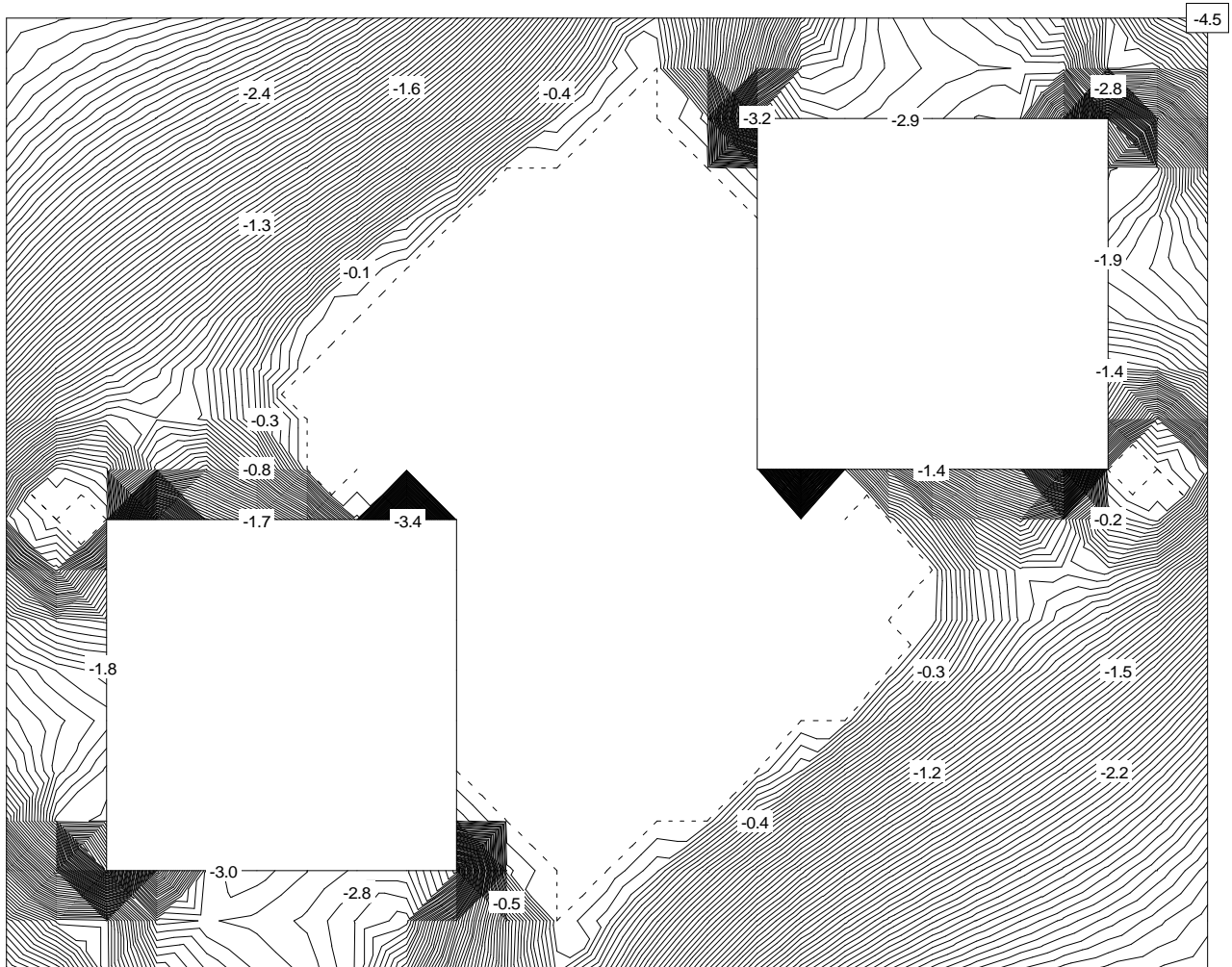
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500

- Reinforcem. AsX- [cm2/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.

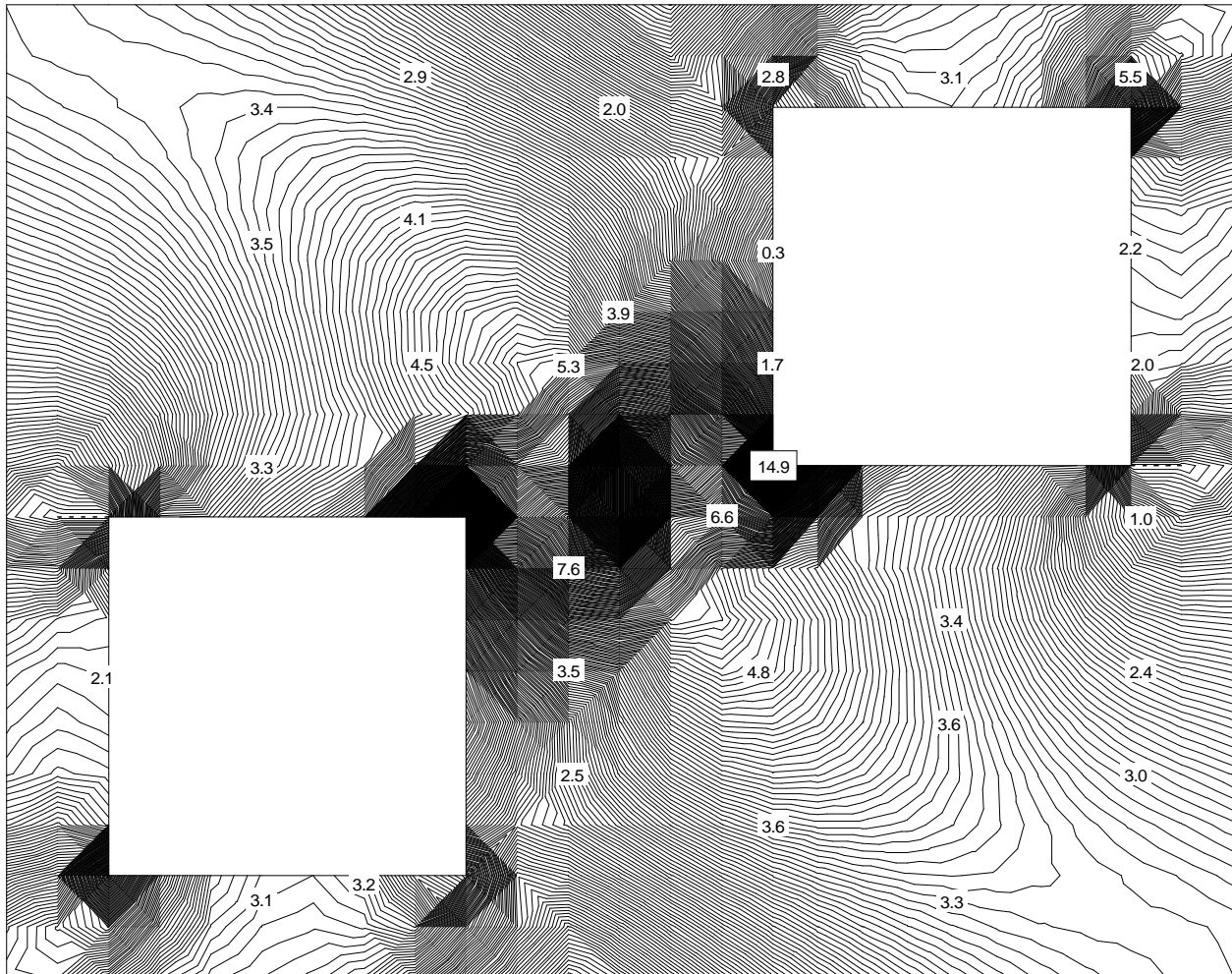




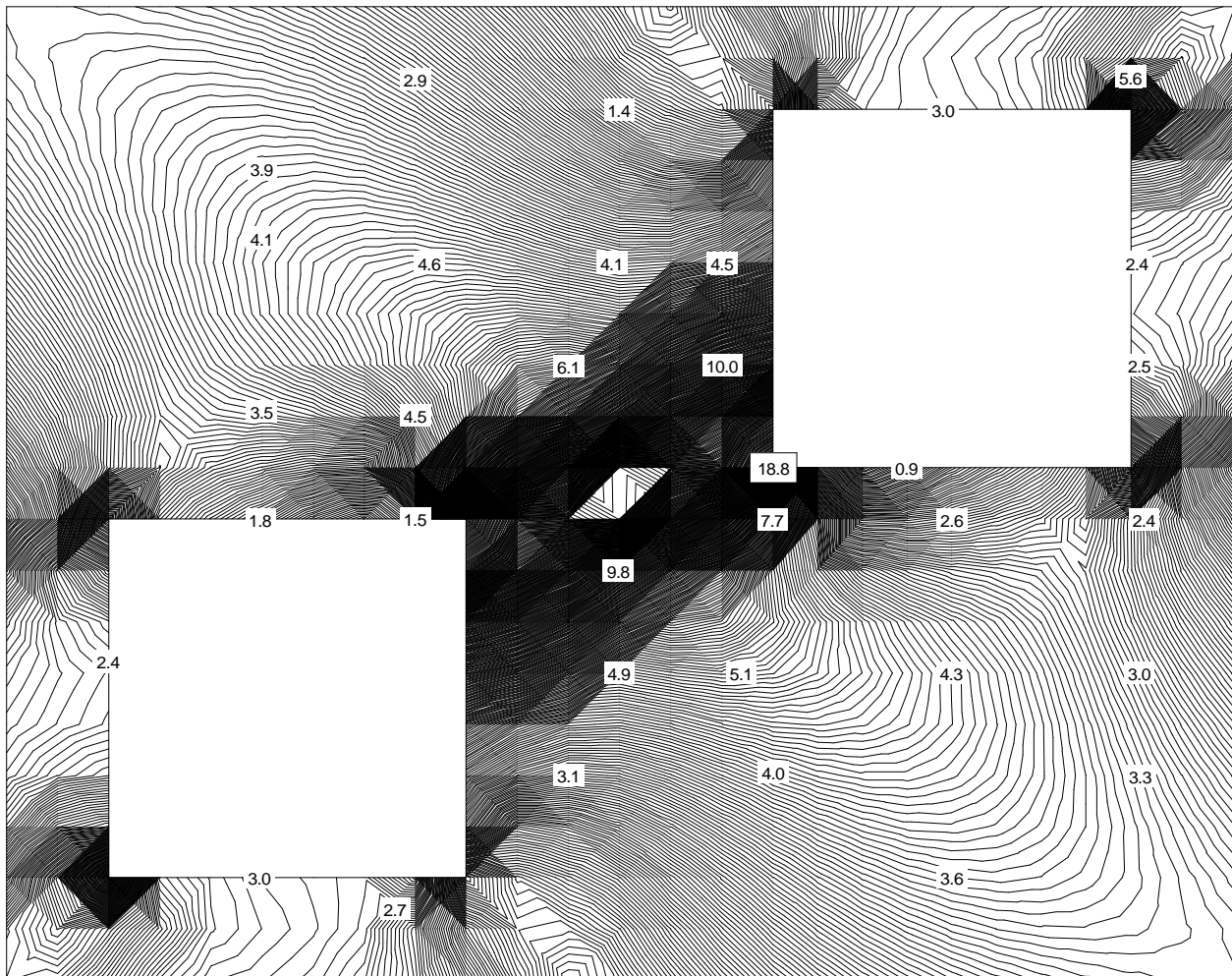
Scale 1:14.5  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A01)  
Loading : S1 U2 P3 O4  
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500  
- Reinforcem. AsY- [cm<sup>2</sup>/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:14.5  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A01)  
Loading : S1 U2 P3 O4  
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500  
- Reinforcem. AsX+ [cm<sup>2</sup>/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:14.5  
Reinforcem. [cm<sup>2</sup>/m] (A01)  
Loading : S1 U2 P3 O4  
DIN-Design: Concr=B25, Steel=BST500  
- Reinforcem. AsY+ [cm<sup>2</sup>/m], cover= 4.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.

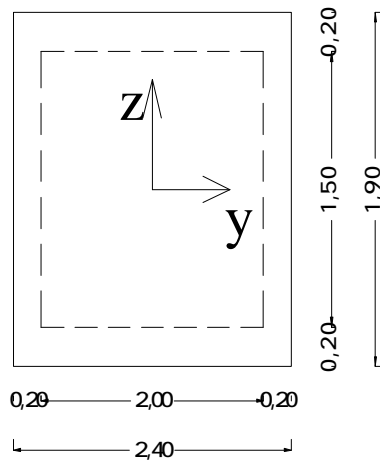


Τοποθετούνται  $\Phi 12/15$  ( $7,54\text{cm}^2$ ) κατά x-x και  $\Phi 14/15$  ( $10,26\text{cm}^2$ ) κατά y-y στην κάτω παρειά στο άνοιγμα. Στις υπόλοιπες θέσεις τοποθετούνται  $\Phi 10/15$  ( $5,24\text{cm}^2$ ) στην κάτω παρειά.

Τοποθετούνται  $\Phi 8/15$  ( $3,35\text{cm}^2$ ) και στις δύο διευθύνσεις στην άνω παρειά.

Ενισχυμένη ζώνη στην περιοχή του λαιμού με 4 $\Phi 16$  στις δύο διευθύνσεις.

### 3.3.2 Κατακόρυφα τοιχεία



Διαστάσεις :  $L_z = 1,70 \text{ m}$  ,  $L_y = 2,20 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_z} = \frac{2,20}{1,70} = 1,3$$

Ώθηση γαιών σε βάθος 0,25 m  $G_1 = 0,43 \cdot 22 \cdot 0,25 = 2,37 \text{ kN/m}^2$

Ώθηση γαιών σε βάθος 2,15 m  $G_2 = 0,43(18 \cdot 1,90 + 22 \cdot 0,25) = 17,07 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^G = \frac{14,70 \cdot 1,70^2}{21,1} + \frac{2,37 \cdot 1,70^2}{12,2} = 2,57 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^G = \frac{14,70 \cdot 1,70^2}{64,9} + \frac{2,37 \cdot 1,70^2}{31,8} = 0,87 \text{ kNm}$$

$$m_{yerm}^G = \frac{14,70 \cdot 1,70^2}{29,2} + \frac{2,37 \cdot 1,70^2}{13,3} = 1,97 \text{ kNm}$$

$$m_{ymax}^G = \frac{14,70 \cdot 1,70^2}{103,1} + \frac{2,37 \cdot 1,70^2}{46,9} = 0,56 \text{ kNm}$$

Ώθηση λόγω κινητού  $Q = 0,43 \cdot 33,3 = 14,32 \text{ kN/m}^2$

$$m_{zerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 1,70^2}{12,2} = 3,39 \text{ kNm}$$

$$m_{zmax}^Q = \frac{14,32 \cdot 1,70^2}{31,8} = 1,30 \text{ kNm}$$

$$m_{yerm}^Q = \frac{14,32 \cdot 1,70^2}{13,3} = 3,11 \text{ kNm}$$

$$m_{ymax}^Q = \frac{14,32 \cdot 1,70^2}{46,9} = 0,88 \text{ kNm}$$

$$M_{zerm} = 1,35 \cdot 2,57 + 1,5 \cdot 3,39 = 8,55 \text{ kNm}$$

$$M_{zmax} = 1,35 \cdot 0,87 + 1,5 \cdot 1,30 = 3,12 \text{ kNm}$$

$$M_{yerm} = 1,35 \cdot 1,97 + 1,5 \cdot 3,11 = 7,32 \text{ kNm}$$

$$M_{y\max}=1,35*0,56+1,5*0,88=2,08 \text{ kNm}$$

$$C25/30 \text{ B500C} \quad h=0,20\text{m} \text{ οπότε } d=0,15\text{m}$$

$$\text{Στο άνοιγμα :} \quad M_{z\max}=3,12 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{3,12}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,010 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,010$$

$$A_s = 0,010 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,46 \text{ cm}^2$$

$$M_{y\max}=2,08 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{2,08}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,007 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,007$$

$$A_s = 0,007 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,32 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται δομικό πλέγμα T188 (1,88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

$$\text{Στις στηρίξεις :} \quad M_{z\text{erm}}=8,55 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{8,55}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,029 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,030$$

$$A_s = 0,030 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,38 \text{ cm}^2$$

$$M_{y\text{erm}}=7,32 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{7,32}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,024 \quad \textcircled{R} \quad \omega=0,025$$

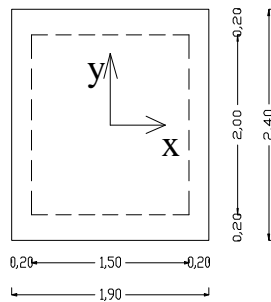
$$A_s = 0,025 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,15 \text{ cm}^2$$

Υπάρχει δομικό πλέγμα T188 (1,88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Τοποθετούνται και γωνιακά ΑΕ8/40 σε όλη την περίμετρο.

Στο εσωτερικό τοιχίο τοποθετούμαι δομικό πλέγμα T188 (1,88cm<sup>2</sup>) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

### 3.3.3 Πλάκα πυθμένα



Διαστάσεις :  $L_x = 1,90 \text{ m}$  ,  $L_y = 2,40 \text{ m}$

$$d = 0,20 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \frac{L_y}{L_x} = \frac{2,40}{1,90} = 1,26$$

Φορτία: Βάρος πλάκας επικάλυψης  $1,9 \cdot 2,4 \cdot 0,20 \cdot 25,0 = 22,8 \text{ kN}$

Υλικό οδοστρώσας  $1,9 \cdot 2,4 \cdot 0,25 \cdot 22 = 25,1 \text{ kN}$

Βάρος τοιχίων  
 $(2 \cdot 1,9 \cdot 1,5 + 2 \cdot 2,0 \cdot 1,5) \cdot 0,20 \cdot 25,0 = 58,5 \text{ kN}$

Σύνολο  $106,4 \text{ kN}$

Μετατροπή σε ομοιόμορφο φορτίο:  $\frac{106,4}{1,9 \cdot 2,4} = 23,33 \text{ kN/m}^2$

Κινητό πλάκας οροφής  $= 33,3 \text{ kN/m}^2$

$$1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q = 1,35 \cdot 23,33 + 1,50 \cdot 33,3 = 81,45 \text{ kN/m}^2$$

C25/30 B500C  $h = 0,20 \text{ m}$  οπότε  $d = 0,15 \text{ m}$

### Έλεγχος κάμψης

$$M_{xerm} = \frac{81,45 \cdot 1,90^2}{14,8} = 19,87 \text{ kNm}$$

$$M_{xm} = \frac{81,45 \cdot 1,90^2}{36,6} = 8,03 \text{ kNm}$$

$$M_{yerm} = \frac{81,45 \cdot 1,90^2}{17,7} = 16,61 \text{ kNm}$$

$$M_{ym} = \frac{81,45 \cdot 1,90^2}{70,2} = 4,19 \text{ kNm}$$

Στο άνοιγμα :  $M_x = 8,03 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_{sd} = \frac{8,03}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,027 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,028$$

$$A_{sx} = 0,028 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 1,29 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται Φ8/20 ( $2,51 \text{ cm}^2$ ) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

$M_y = 4,19 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_{sd} = \frac{4,19}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,014 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,014$$

$$A_{sx} = 0,014 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 0,64 \text{ cm}^2$$

Τοποθετείται Φ8/20 ( $2,51 \text{ cm}^2$ ) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Στη στήριξη :  $M_x = 19,87 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_{sd} = \frac{19,87}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,066 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,068$$

$$A_{sx} = 0,068 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 3,13 \text{ cm}^2$$

Υπάρχει Φ8/20 ( $2,51 \text{ cm}^2$ ) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

$M_y = 16,61 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_{sd} = \frac{16,61}{0,15^2 * 1,0 * \frac{20}{1,5} * 10^3} = 0,055 \quad \textcircled{R} \quad \omega = 0,057$$

$$A_{sx} = 0,057 * 15 * 100 * \frac{20/1,5}{500/1,15} = 2,62 \text{ cm}^2$$

Υπάρχει Φ8/20 ( $2,51 \text{ cm}^2$ ) και στις δύο παρειές (μέσα-έξω).

Τοποθετούνται και γωνιακά ΑΕ8/40 ( $1,26 \text{ cm}^2$ ) σε όλη την περίμετρο.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ .....</b>                   | <b>1</b>  |
| 1.1 Γενικά .....                                     | 1         |
| 1.2 Παραδοχές.....                                   | 1         |
| 1.3 Υπολογισμοί του φρεατίου 2,00x2,00x2,00.....     | 3         |
| <b>2. ΦΡΕΑΤΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ .....</b>                   | <b>24</b> |
| 2.1 Γενικά .....                                     | 24        |
| 2.2 Παραδοχές.....                                   | 24        |
| 2.3 Υπολογισμοί του φρεατίου 2,00x3,00x2,00.....     | 25        |
| <b>3. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΠΕΡΑΤΟΣ.....</b> | <b>46</b> |
| 3.1 Γενικά .....                                     | 46        |
| 3.2 Παραδοχές.....                                   | 46        |
| 3.3 Υπολογισμοί του φρεατίου 1,50x2,00x1,50.....     | 47        |