INVESTITOR: OBČINA CIRKULANE
Cirkulane 40A
2282 CIRKULANE

OBJEKT: VEČNAMESKO TURISTIČNO PRIREDITVENA DVORANA

ZADEVA: MOŽNOST NAMESTITVE FOTOVOLTAIKE NA OBSTOJEČO STREHO

KONSTRUKCIJA

INVESTITOR: OBČINA CIRKULANE
Cirkulane 40A
2282 CIRKULANE

OBJEKT: VEČNAMESKO TURISTIČNO PRIREDITVENA DVORANA

ZADEVA: MOŽNOST NAMESTITVE FOTOVOLTAIKE NA OBSTOJEČO STREHO

TEHNIČNO POROČILO

1. SPLOŠNO

Investitor želi za na objekt zgrajen leta 2013 postaviti foiovoltaične panele.
Zaradi povečane obtežbe na streho in novih predpisov iz družine evrokodov je izdelana preverba obstoječe konstrukcije.

2. OBSTOJEČA KONSTRUKCIJA

je zasnovana kot kombinacija lesenih in armiranobetonskih ter jeklenih konstrukcij.
Celoten sklop je sestavljen iz dveh konstrukcijskih enot - konstrukcija od osi A - E, ter konstrukcija od E* - P.
Objekt je zgrajen po projektu št. 1510-08-K/GK izdelovalca "TMD invest d.o.o." iz Ptuja - PID projekt - avgust 2012.

2.1 Konstrukcija telovadnice od osi E* - P

Sekundarna strešna konstrukcija je trapezna pločevina "Fisher FI 90/305/0.88", ki je v osnovnem projektu tretirana kot dvopolnji nosilce na rastru 400 cm.
Na rastru 400 cm kot nosilna konstrukcija trapezne pločevine služijo leseni lepljeni nosilci spremenljive višine 20/144/220 cm svetlega razpona 25 m.
Vertikalne nosilne konstrukcije so armiranobetonske izvedbe - stene in stebri, temeljeni na pasovnih armiranobetonskih temeljih.

2.2 Konstrukcija od osi A - E

je zasnovana kot okvirna armiranobetonska konstrukcija - armiranobetonski okvirji, temeljena na pasovnih armiranobetonskih temeljih.
Strešna plošča je debeline 15 cm z minimalnim naklonom.

3. OBTEŽBE

Objekt je kontroliran na vertikalne koristne obtežbe po veljavnih standardih in predpisih – EC0, EC1 in EC8.
Horizontalna obtežba je potres a/a_g = 0.125, ter veter referenčne hitrosti 20 m/s.
Za dodatno obtežbo zaradi postavitve fotovoltaičnih panelov je zaradi naklona 6^0 upoštevana obtežba le teh v višini 0.20 kN/m^2 (brez balasta) na objektu telovadnice ter 0.35 kN/m2 na območju konstrukcije od A -E (obtežba z balastom)

4. MATERIALI

Vsi vgrajeni materiali ustrezajo tudi sedaj veljavnim standardom in predpisom.
Betoni so kvalitete C 25/30.
Jeklo za armiranje je S 500.
Konstrukcijsko jeklo (zatege" so kvalitete S 235 JR, vijaki so kvalitete 8.8, zvari so II. kvalitete.
Konstrukcijski les je GI 24.

5. TEMELJENJE

je izvedeno na sistemu armiranobetonskih točkovnih temeljih, ki so povezani po obodu z temeljnimi armiranobetonskimi gredami.
Za projektno nosilnost temeljnih tal in ostale pogoje temeljenja a je upoštevano "Geotehnično poročilo", ki ga je po št. geo/p-17/2008 izdelal "GMG, Božidar Janžekovič s.p" iz Ptuja.

6. IZRAČUN

Za konstrukcije je izveden s pomočjo računalniškega programa »Tower 8«,
Posamezni konstrukcijski elementi so dimenzionirano skladno z EC2, EC3, EC7 in EC8.
Del izpisa je sestavni del te dokumentacije, celoten izpis je zaradi obsežnosti v arhivu izdelovalca tega projekta.

7. ZAKLJUČEK

7.1 Telovadnica - os E* - P

Iz kontrolnega statičnega izračuna je dokazano, da je obstoječa konstrukcija sposobna prevzeti dodatno obtežbo na strehi v višini 0.20 kN/m^2 (brez balasta!), ter ustreza veljavnim standarnom in predpisom tako s stališča varnosti, nosilnosti in stabilnosti.

7.1 Objekt os A - E

Iz kontrolnega statičnega izračuna je dokazano, da je obstoječa konstrukcija sposobna prevzeti dodatno obtežbo na strehi v višini 0.35 kN/m^2 (z balastom), ter ustreza veljavnim standarnom in predpisom tako s stališča varnosti, nosilnosti in stabilnosti.

IVAN RAMŠAK
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0011

Velenje april 2023

J. Ramšak

ANALIZA OBTEŽBE

1.0 OBTEŽBE KONSTRUKCIJE

1.1 VETER – SIST EN 1991-1-4 in nacionalni dodatek SIST EN 1991-1-4:2005/oA101

1.1.1 Telovadnica - os E* - P

w_0 = 20 m/s
ρ = 1.25 kg/m^3
$q_b = \rho \times w_0^2/2$ = 0.25 kN/m^2
kategorija terena = II
višina objekta maksimalno 10 m; c_e = 2.35
q_p = = $c_e \times q_b$ = 2.35 x 0.25 = 0.59 kN/m^2

1.1.1 Objekt - os A - E

w_0 = 20 m/s
ρ = 1.25 kg/m^3
$q_b = \rho \times w_0^2/2$ = 0.25 kN/m^2
kategorija terena = II
višina objekta maksimalno 5.20m; c_e = 1.94
q_p = = $c_e \times q_b$ = 1.94 x 0.25 = 0.49 kN/m^2

1.2 POTRESNA OBTEŽBA – SIST EN 1998

a/ag = 0.125
faktor pomembnost φ = 1.00
kategorija tal C
faktor obnašanja q = 2.00

1.3 SNEG – SIST EN 1991-1-3 in nacionalni dodatek SIST EN 1991 – 1-3:2004/oA101

nadmorska višina objekta A = 230 m
cona snega A2; $s_k = 1.293 \times (1 + (A/728)^2)$ =
$s_k = 1.293 \times (1 + (230/728)^2) = 1.42$ kN/m^2 na nivoju tal
Na strehi = 0.80 x 1.42 = 1.14 kN/m^2

1.4 Temperatura:

$\Delta T = 20^o$

2.0 OBTEŽBA ELEMENTOV

2.01 Streha Telovadnico - os E* - P

fotovoltaika (brez balasta)	0.20 kN/m^2
teža trapezne pločevine	0.10 kN/m^2
strešni izolacijski trakovi	0.10 kN/m^2
toplotna izolacija 30 cm	0.60 kN/m^2
instalacije	0.30 kN/m^2
	q_g = 1.30 kN/m^2

2.02 Streha Objekt - os A - E

fotovoltaika (z balastom)	0.35 kN/m^2
strešni izolacijski trakovi	0.10 kN/m^2
toplotna izolacija 30 cm	0.60 kN/m^2
folija	0.05 kN/m^2
estrih 4 - 14 cm	2.25 kN/m^2
instalacije	0.30 kN/m^2
	q_g = 3.65 kN/m^2

KONTROLA TRAPEZNE PLOČEVINE NA DODATNO OBTEŽBO FOTOVOLTAIKE

Upoštevam kot dvopolnji nosilec 2 x 400 cm

OBTEŽBA (sestava S1 po PID načrtu)

l. teža	0,10 kN/m2
strešni izolacijski trakovi	0,10 kN/m2
toplotna izolacija 30 cm	0,60 kN/m2
istalacije	0,30 kN/m2
fotovoltaika	0,20 kN/m2
sneg + veter	1,30 kN/m2
skupaj:	**2,60 kN/m2**

Po podatkih proizvajalca ustreza pločevina npr.
trapezna pločevina **Fisher oznaka FI 90/305/0.88**
kjer je za dvopolnji noislec razpona 400 cm dovoljena obtežba 2,68 kN/m2

Vhodni podatki - Konstrukcija

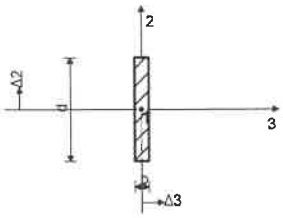
Tabele materialov

No	Naziv materiala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Les-Iglavci-Lamelirani	1.100e+7	0.20	5.00	1.000e-5	1.100e+7	0.20

Seti gred

Set: 1 Prerez: Spremenljiv

Mat.	Tip spremembe
1 - Les-Iglavci-Lamel...	Relativna linearna sprememba.



No	dL	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	b [cm]	d [cm]		
S	0	0.00	0.00	20.00	144.00		
1	0.5	0.00	38.00	20.00	220.00		
E	1	0.00	0.00	20.00	144.00		

Seti točkovnih podpor

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

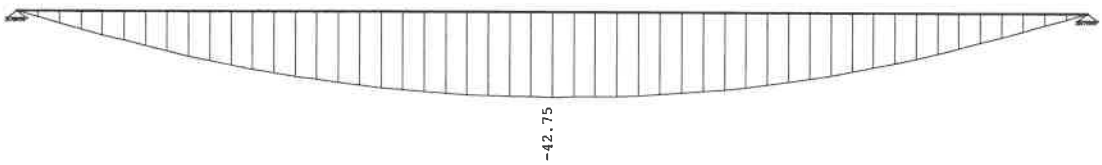
Vhodni podatki - Obtežba

Lista obtežnih primerov

LC	Naziv
1	STALNA (g)
2	SNEG + VETER
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+1.5xII
5	Komb.: 1.35xI
6	Komb.: I+II

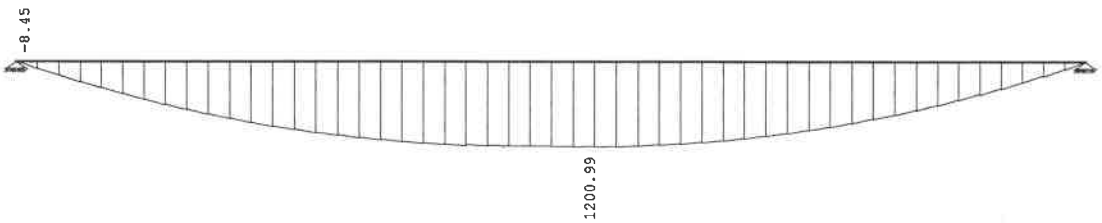
Statični preračun

Obt. 6: I+II



Vplivi v gredi: max Zp= -0.00 / min Zp= -42.75 m / 1000

Obt. 3: 1.35xI+1.5xII

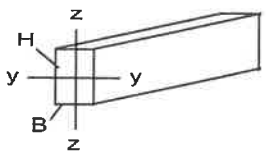


Vplivi v gredi: max M3= 1200.99 / min M3= -8.45 kNm

KONTROLA LESENEGA STREŠNEGA NOSILCA TELOVADNICE

Vhodni podatki::

Lastnosti prereza		
B =	200	mm
H =	2200	mm
W_y =	1,61 E+8	mm^3
W_z =	1,47 E+7	mm^3



Vrsta lesa	5
C14	1
C16	2
C18	3
C22	4
C24	5
C27	6
C30	7
C35	8
C40	9
D30	10
D35	11
D40	12
D50	13
D60	14
D70	15

Oslabitev prereza		
ΔW_y =	0,00 E+0	mm^3
ΔW_z =	0,00 E+0	mm3

% vlage =	2
u ≤ 12%	1
u ≤ 20%	2
20% < u	3
obtežba =	3
P=	1
L=	2
M=	3
S=	4

Merodajna obtežba:		
$M_{y,d}$ =	1200,00	kNm
$M_{z,d}$ =	0,00	kNm

Kontrola:

upogib(1): $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$

upogib(2): $k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \le 1$

Upogib (1):	0,50	+	0,00	=	0,50	<	1
Upogib (2):	0,35	+	0,00	=	0,35	<	1

Podatki iz baze:

k_{mod} = 0,80 γ_M = 1,3 k_m = 0,7 za prereze pravokotnih oblik

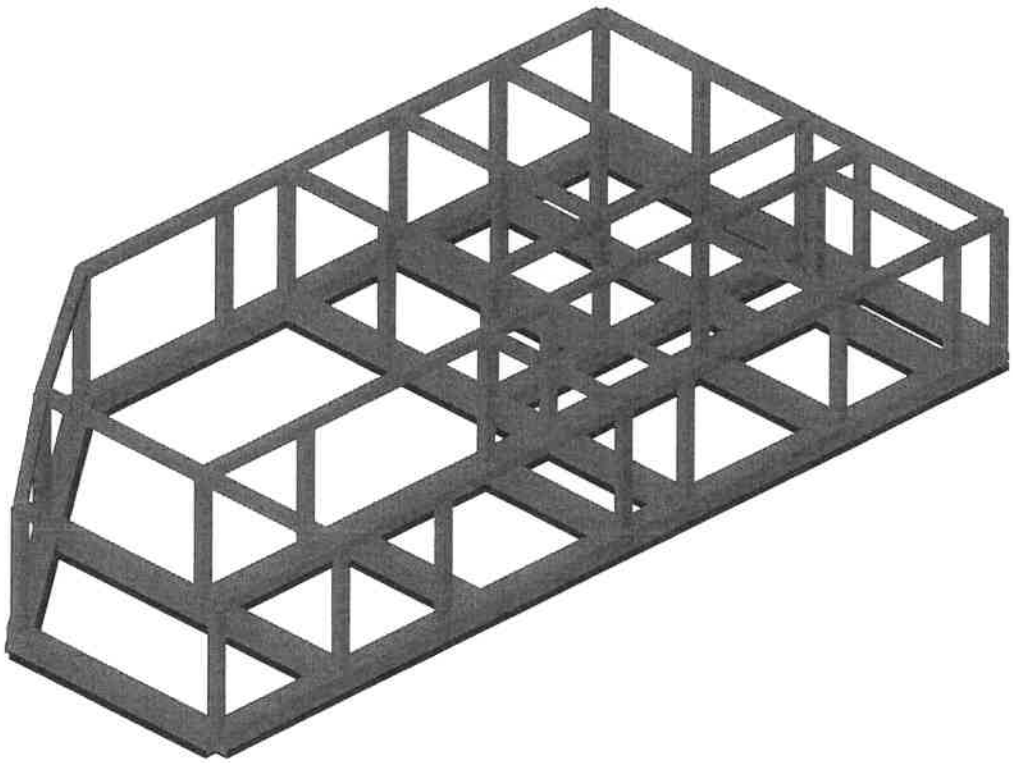
Upogib okrog y - osi

$\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_{y,netto}$ =	7,4	N/mm^2
$f_{m,y,k}$ =	24,0	N/mm^2
$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,y,k} / \gamma_M$ =	14,8	N/mm^2

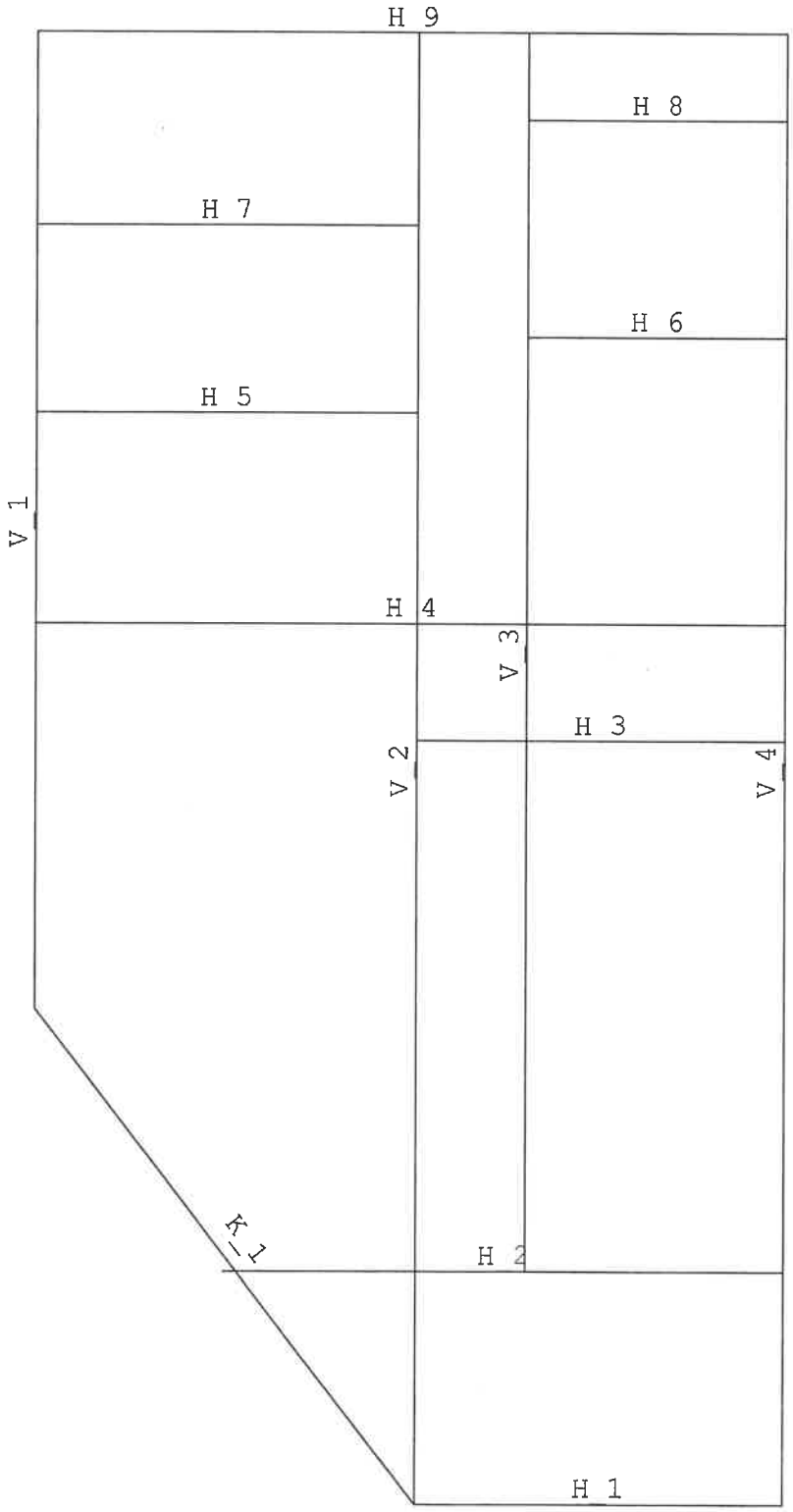
Upogib okrog z - osi

$\sigma_{m,z,d} = M_{z,d} / W_{z,netto}$ =	-	N/mm^2
$f_{m,z,k}$ =	-	N/mm^2
$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,z,k} / \gamma_M$ =	-	N/mm^2

Vhodni podatki - Konstrukcija



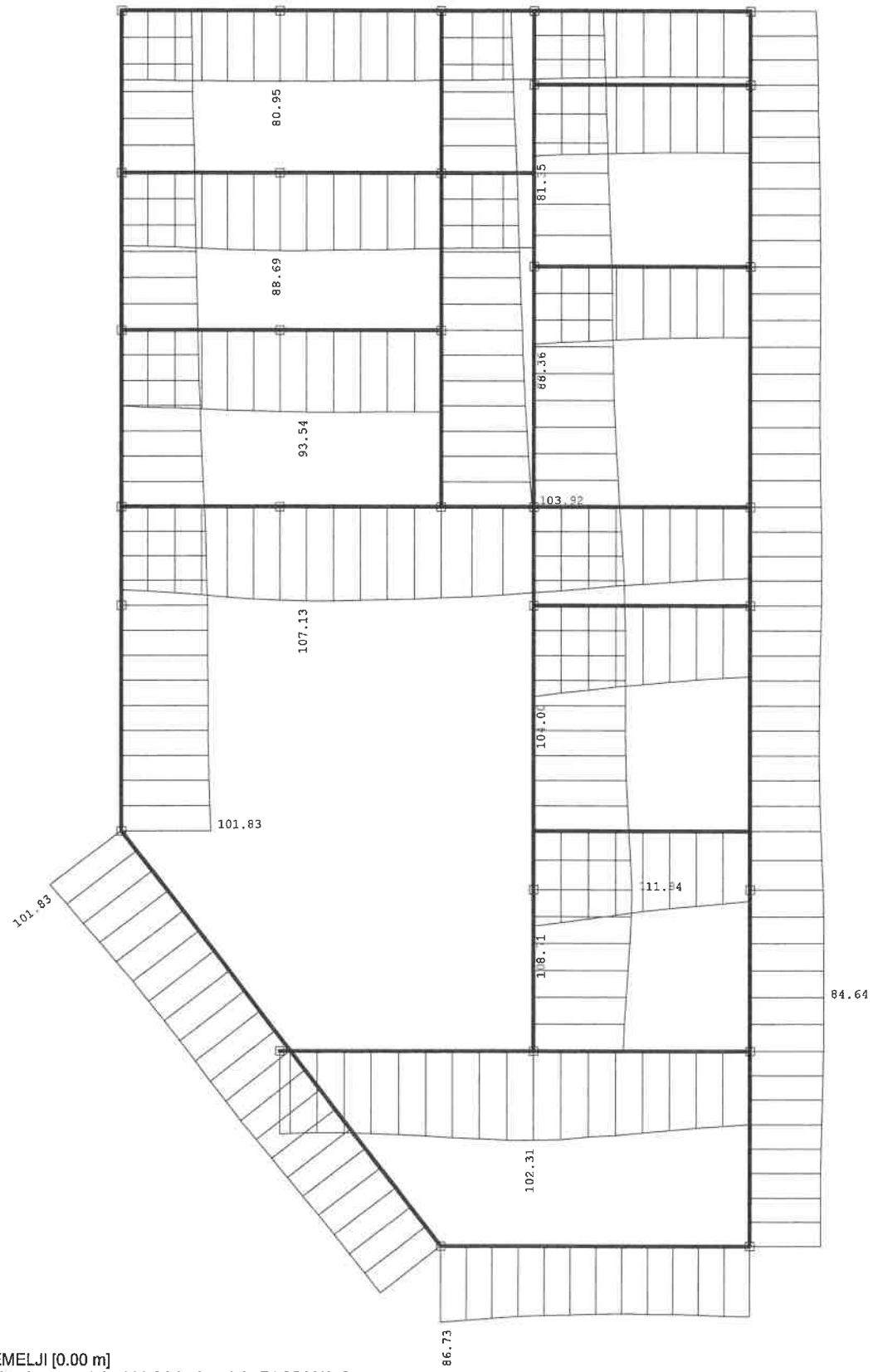
Izometrija



Dispozicija okvirjev

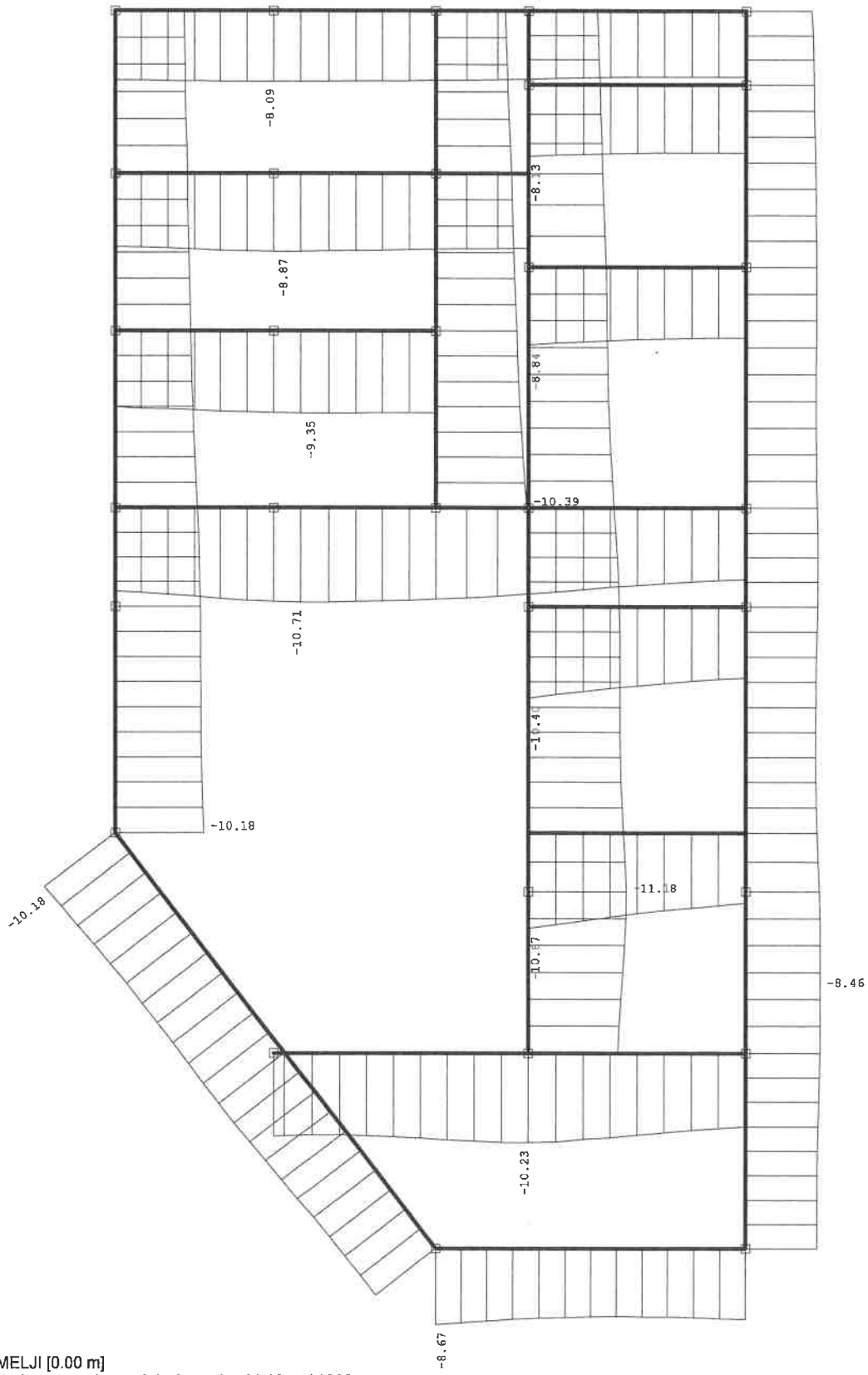
Statični preračun

Obt. 12: I+II



Nivo: NIVO TEMELJI [0.00 m]
Vplivi v lin. podpori: max σ,tal= 111.84 / min σ,tal= 74.85 kN/m²

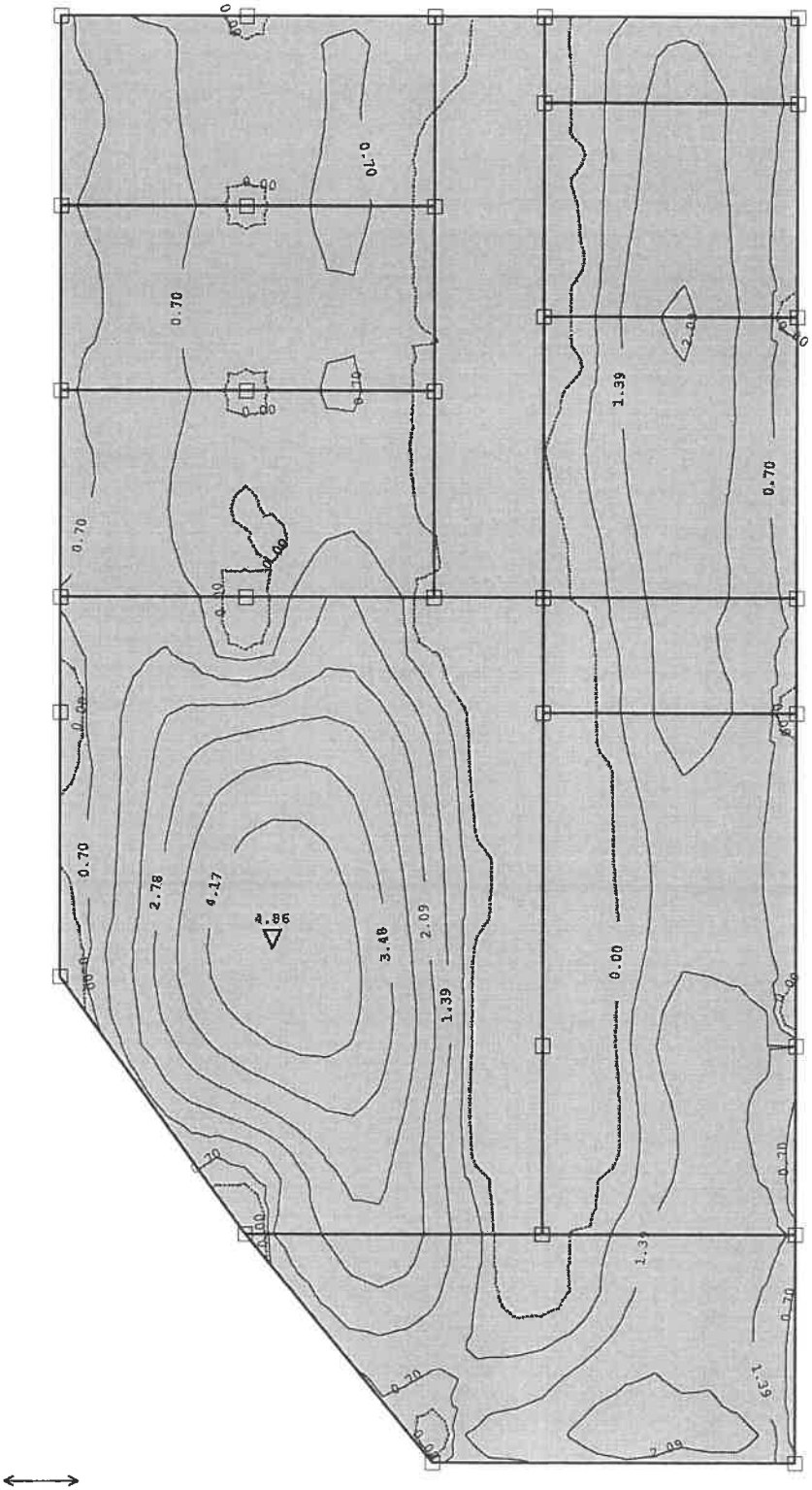
Obt. 12: I+II



Nivo: NIVO TEMELJI [0.00 m]
Vplivi v lin. podpori: max s.tal= -7.48 / min s.tal= -11.18 m / 1000

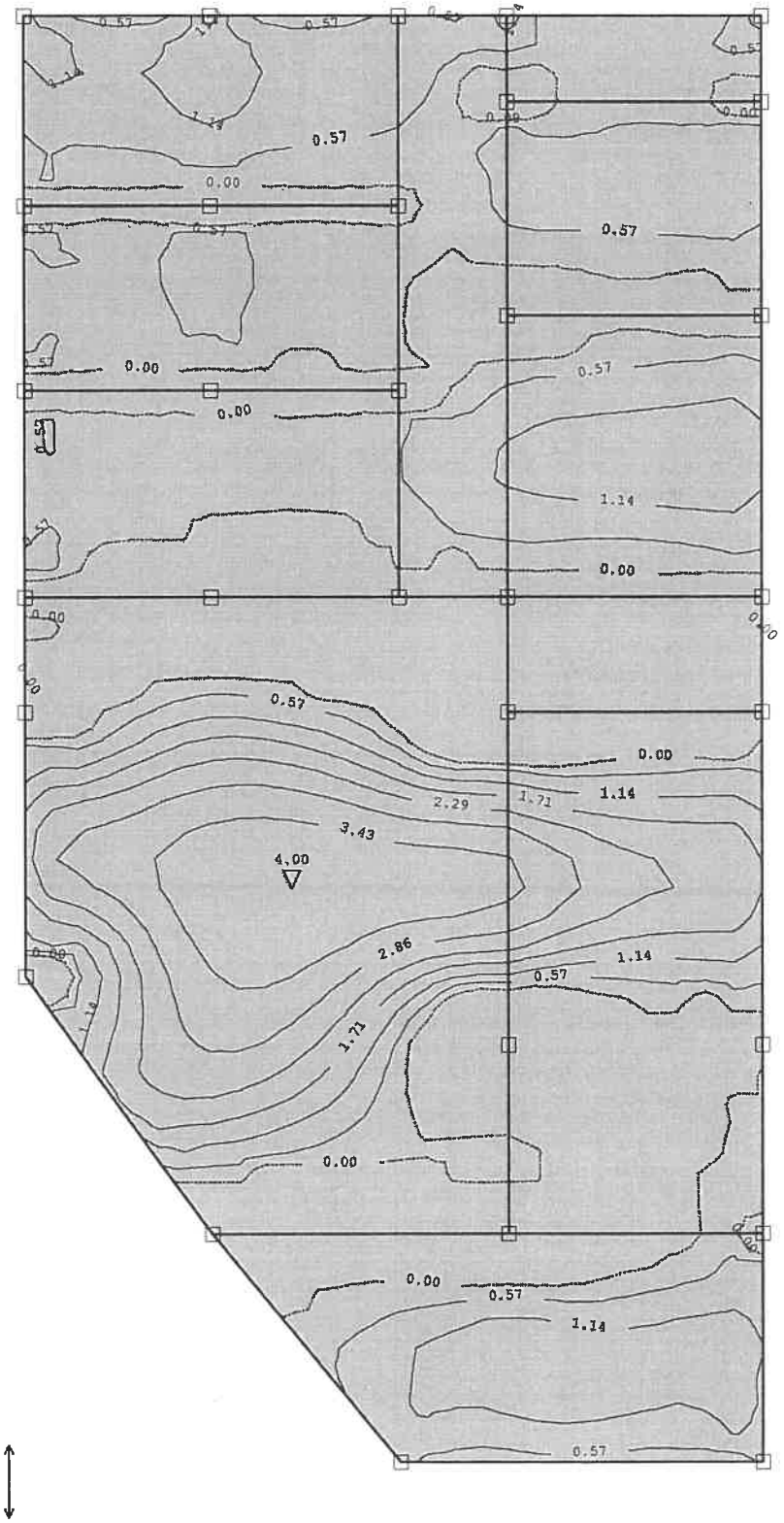
Dimenzioniranje (beton)

Merodajna obtežba: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500N, a=2.00 cm



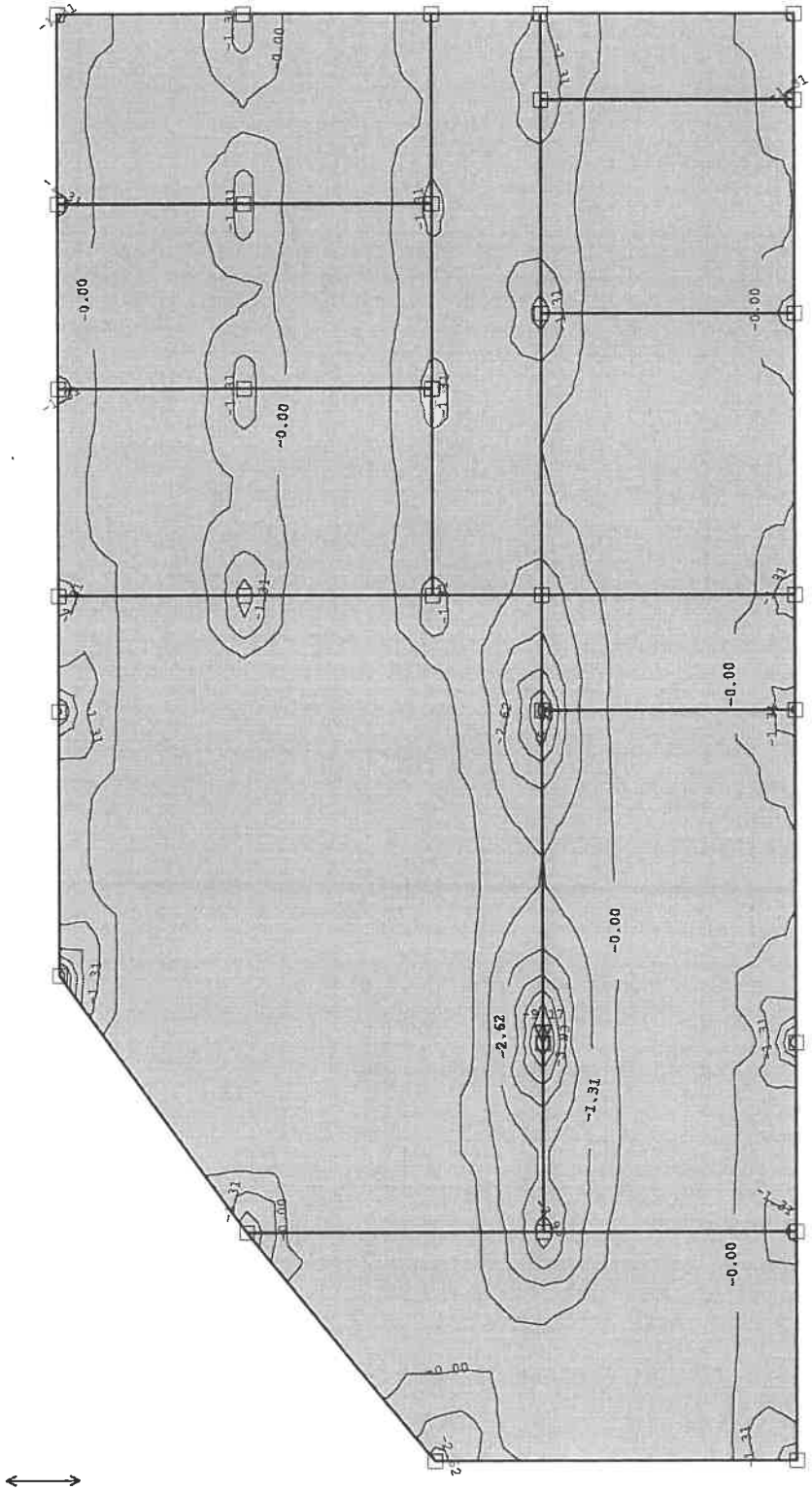
Nivo: NIVO STREHA [3.50 m]
Aa - sp.cona - Smer 1 - max Aa1,s= 4.86 cm²/m

Merodajna obtežba: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500N, a=2.00 cm



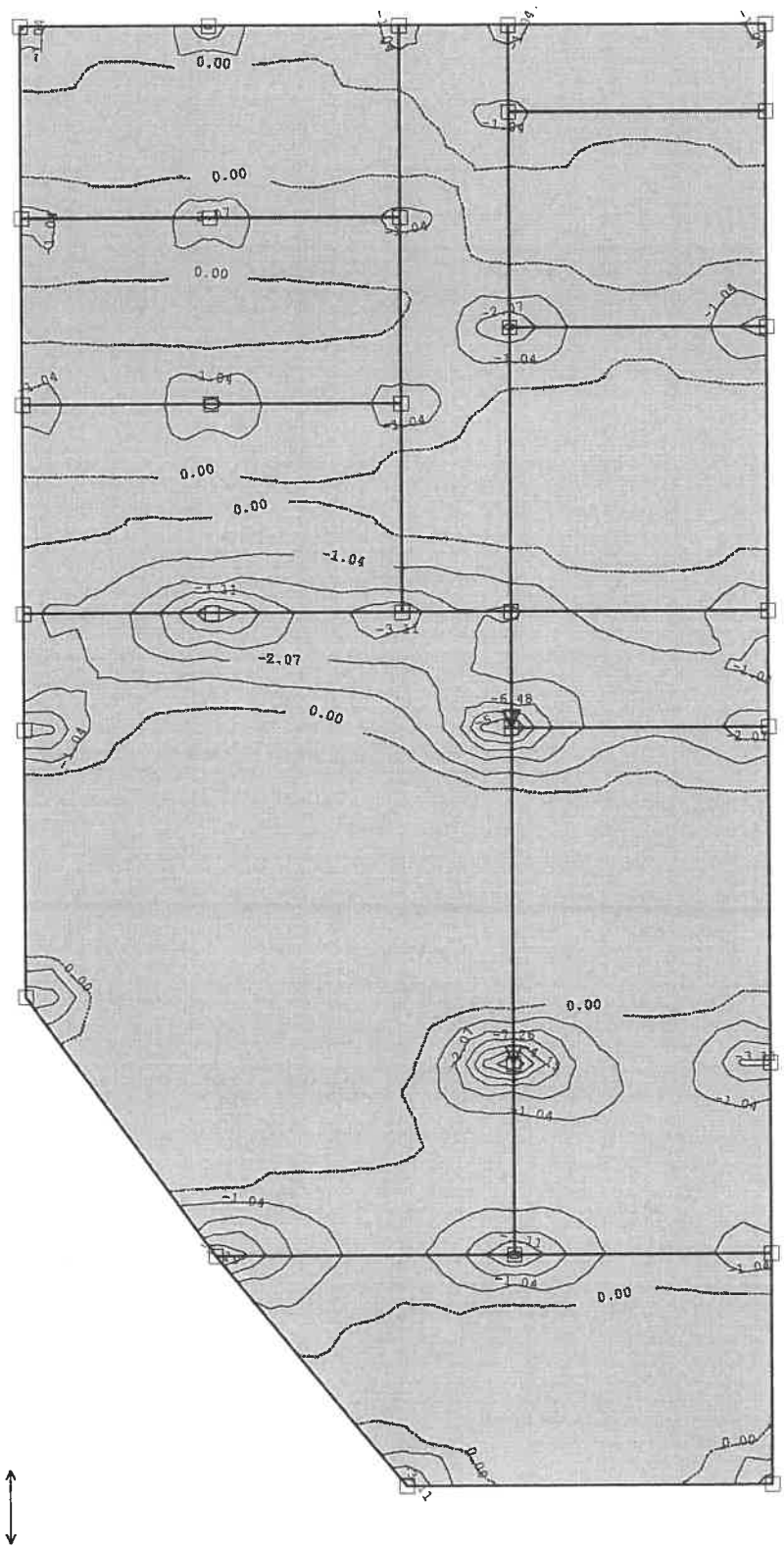
Nivo: NIVO STREHA [3.50 m]
Aa - sp.cona - Smer 2 - max Aa2,s= 4.00 cm²/m

Merodajna obtežba: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500N, a=2.00 cm



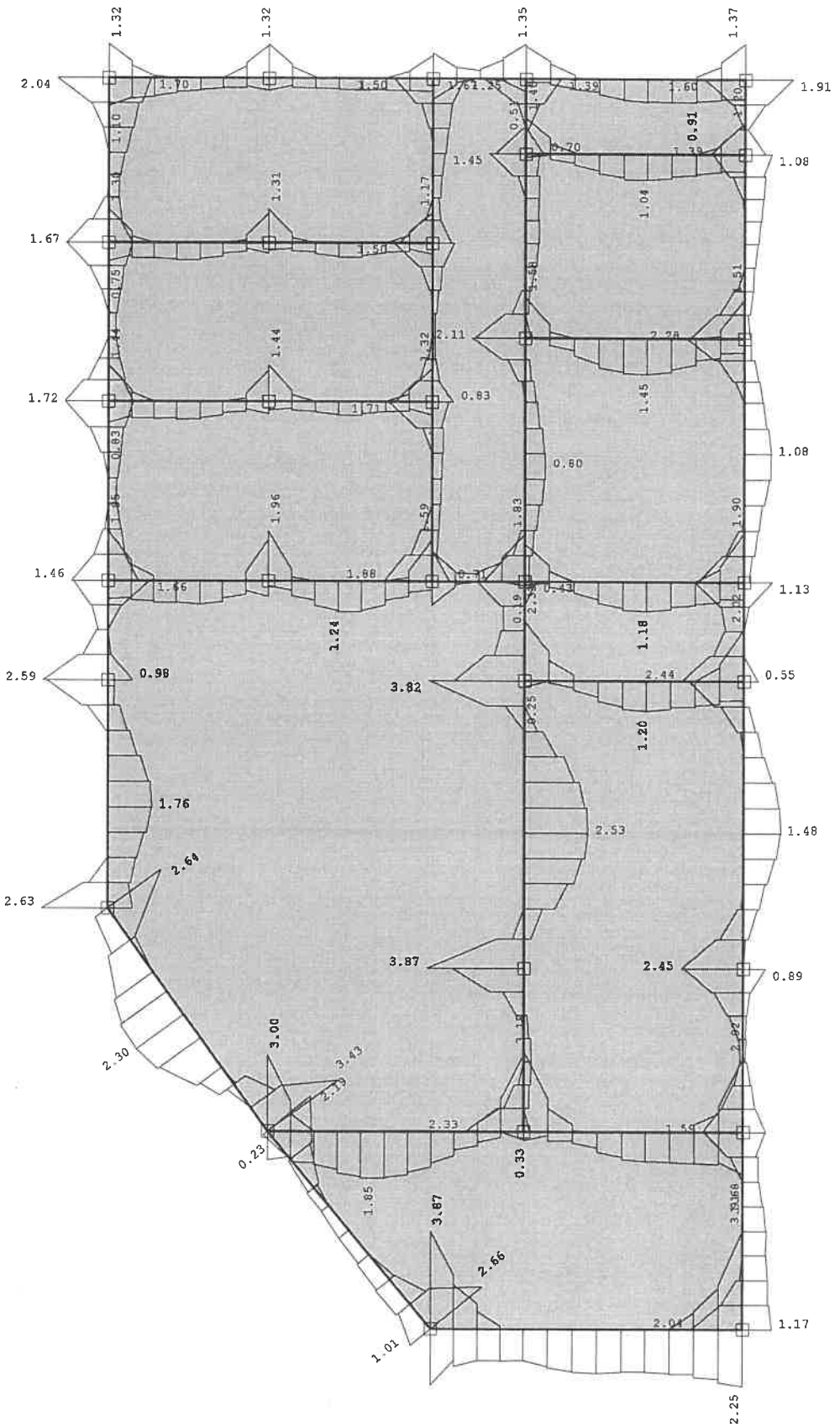
Nivo: NIVO STREHA [3.50 m]
Aa - zg.cona - Smer 1 - max Aa1,z= -9.17 cm²/m

Merodajna obtežba: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500N, a=2.00 cm



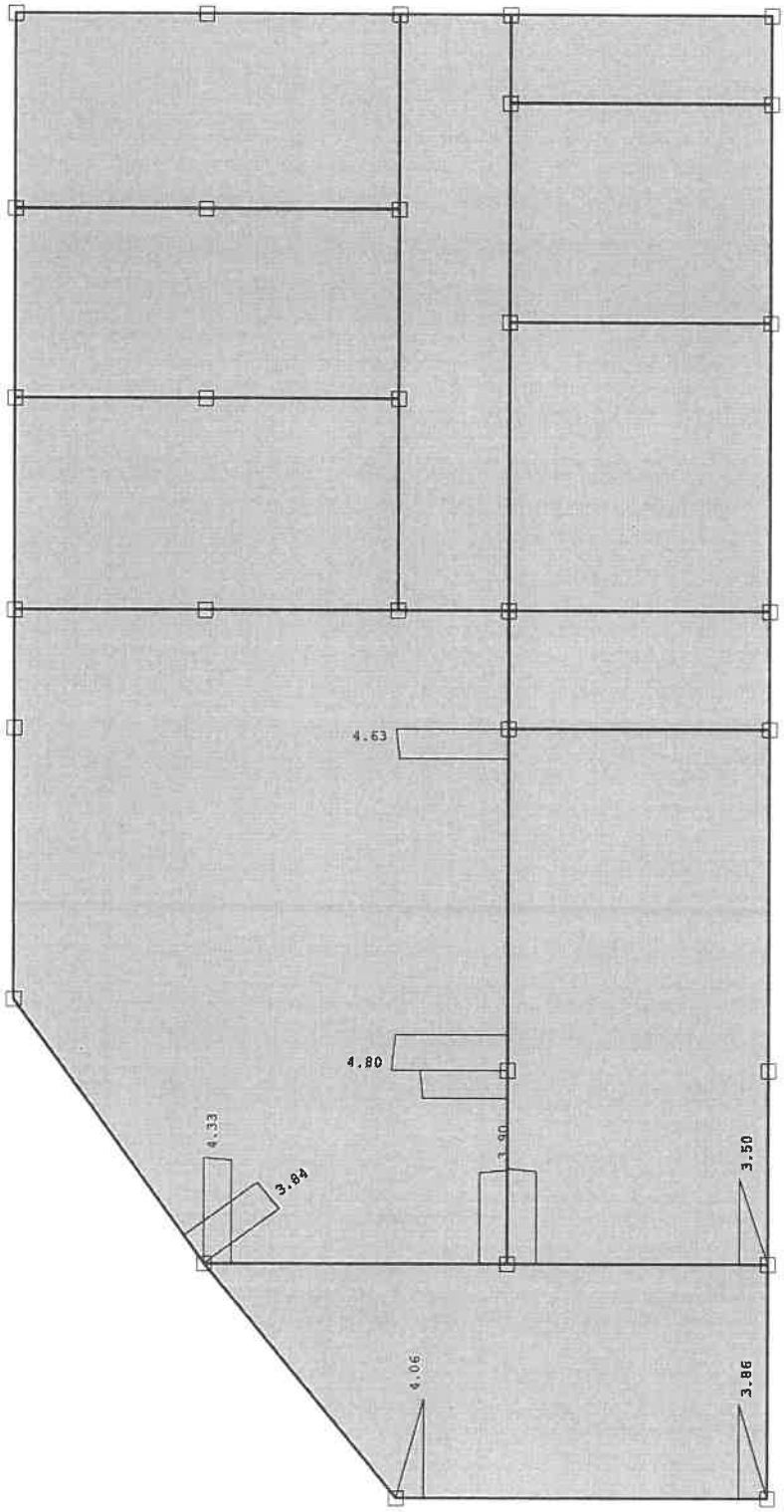
Nivo: NIVO STREHA [3.50 m]
Aa - zg.cona - Smer 2 - max Aa2,z= -7.26 cm²/m

Merodajna obtežba: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500N



Nivo: NIVO STREHA [3.50 m]
Armatura v gredah: max Aa2/Aa1= 3.91 / 2.53 cm²

Merodajna obtežba: Kompletna shema
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, S500N



Nivo: NIVO STREHA [3.50 m]
Armatura v gredah: max Aa,st= 4.80 cm²