Statički proračun stambene zgrade

Pavić, Duje

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:684620

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-06**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Duje Pavić

Split,2018

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Statički proračun stambene zgrade

Završni rad

Split,2018

Statički proračun stambene zgrade

Sažetak:

U radu je prikazan statički proračun stambene zgrade. Građevina se sastoji od prizemlja, tri etaže i ravnog krova. Nosiva konstrukcija građevine izvedena je od armiranog betona.
Projekt sadrži: tehnički opis, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata, karakteristične građevinske nacrte i armaturne planove.

Ključne riječi:

Stambena zgrada, Statički proračun

Static calculation of apartment building

Abstract:

The static design of apartment building is presented in this work. The building consist of three stories, ground floor and flat roof. Structure of building is made od reinforced concrete.
The work include tehnical description of the structure, calcuation of the main structural elemenets as well as characteristic structural plans and reinforcement plans.

Keywords:

Apartment building, Static calculation

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:	**PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT:	**Duje Pavić**
BROJ INDEKSA:	**4346**
KATEDRA:	**Katedra za teoriju konstrukcija**
PREDMET:	**Građevna statika 2**

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Statički proračun stambene zgrade

Opis zadatka: Na temelju zadane tlocrtne podloge, potrebno je izraditi 3-D proračunski model građevine u programu ″SciaEngineer″. Na temelju dobivenih rezultata proračunavaju se određeni nosivi elementi zgrade, te za proračunate elemente potrebno je napraviti armaturne planove.
Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- proračun
- građevne nacrte

U Splitu, srpanj 2018

Voditelj Završnog rada:

Doc. dr. sc. Ivan Balić

SADRŽAJ

1. TEHNIČKI OPIS ……3
1.1 Opis i konstrukcijski sustav građevine…….3
1.2 Geotehnički izvještaj……....3

2. ARHITEKTONSKI NACRTI ZGRADE……....4

3. 3-D PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE……..5

4. ANALIZA OPTEREĆENJA……...6
4.1 Vlastita težina elemenata konstrukcije (G0)……....6
4.2 Etaže-ploče……...6
4.2.1 Stalno djelovanje (G1)……6
4.2.2 Promjenjivo djelovanje (Q)……7
4.3 Etaže-balokoni……8
4.3.1 Stalno djelovanje (G1)……8
4.3.2 Promjenjivo djelovanje (Q)……9
4.4 Krov……9
4.4.1 Stalno djelovanje (G1)……9
4.4.2 Promjenjivo djelovanje (Q)……10
4.5 Stubište…….…...10
4.5.1 Stalno djelovanje (G1)……10
4.5.2 Promjenjivo djelovanje (Q)……11

5. PRIKAZ OSNOVNIH DJELOVANJA……..12
5.1 Međukatna ploča……12
5.2 Krovna ploča……...13
5.3 Stubište……14

6. KOMBINACIJE DJELOVANJA……15

7. PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE……16
7.1 Prikaz modela 1. i rezultata proračuna……17
7.2 Prikaz modela 2. i rezultata proračuna……21
7.2.1 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja……..27
7.2.2 Kontrola progiba međukatne ploče……29

8. PRORAČUN KROVNE PLOČE……30
8.1 Prikaz modela i rezultata……30
8.1.1 Dimenzioniranje na moment savijanja……36
8.2 Kontrola progiba i pukotina krovne ploče……...37
8.2.1 Kontrola progiba……..37
8.2.2 Kontrola pukotina……38

9. PRORAČUN GREDA……41
9.1 Međukatna greda……..41
9.1.1 Prikaz rezultata proračuna…….……..41

9.1.2 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja…….42
9.1.3 Dimenzioniranje na poprečnu silu…….44
9.1.4 Kontrola progiba……46
9.2 Krovna greda…….47
9.2.1 Prikaz rezultata proračuna…….47
9.2.2 Kontrola progiba……48
9.2.3 Kontrola pukotina……..49

10. PRORAČUN STUPOVA…….51

11. PRORAČUN TEMELJA……..53

12. GRAFIČKI PRILOZI……...54

13. LITERATURA……..55

1. TEHNIČKI OPIS

1.1 Opis i konstrukcijski sustav građevine

Građevina je stambene namjene, a sastoji se od prizemlja i tri kata.

Glavni nosivi konstrukcijski sustav sastoji od armirano betonskih (AB) zidova i stupova te međukatnih konstrukcija koje su izrađene od armiranog betona, lijevane na licu mjesta debljine d=16 cm. Stubišta su također izvedena u armiranom betonu debljine 16 cm. Krovna ploča je debljine 16 cm i izvedena je od armiranog betona.

Vertikalna nosiva konstrukcija građevine su unutarnji i vanjski zidovi debljine 20 cm. Temeljenje je predviđeno na trakastim temeljima od armiranog betona ispod nosivih zidova i stupova širine 70 cm.

U proračunu su dane osnovne dimenzije armature za pojedine konstruktivne elemente.

Elementi koji se ne proračunavaju armiraju se konstruktivno.

Građevina se nalazi u području za koje se uz povratni period od 475 godina očekuje potres sa ubrzanjem tla od a_g=0.2g. Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom armirano betonskih zidova sukladno prema EC-8.

Za sve betonske radove predviđen je beton C 25/30, te armatura B 500. Skidanje podupirača za ploče može se izvršiti nakon postignute min. 80% čvrstoće.

Za temelje upotrebljena je ista klasa betona C 25/30.

Svi računalni proračuni su izvršeni u programu ″SciaEngineer″. Svi ostali podaci i detalji relevantni za objekt dani su kroz projektna rješenja.

1.2 Geotehnički izvještaj

Matična stijena nalazi se na oko 90 cm od površine terena, temeljenje građevine izvest će se na njoj. Nakon iskopa temeljnu plohu potrebno je ručno očistiti od ostataka razlomljenog materijala.

Nakon obavljenog čišćenja temeljne plohe potrebno je neravnine i udubine popuniti i izravnati podložim betonom C 16/20 do projektirane kote temeljenja.

Ukoliko se naiđe na kavernu veće dubine i manje širine, a nije moguće potpuno uklanjanje materijala, sanaciju izvesti tako da se materijal ukloni do dubine 50 cm ispod kote temeljenja, a nastali prostor do projektirane kote zapuni podbetonom.

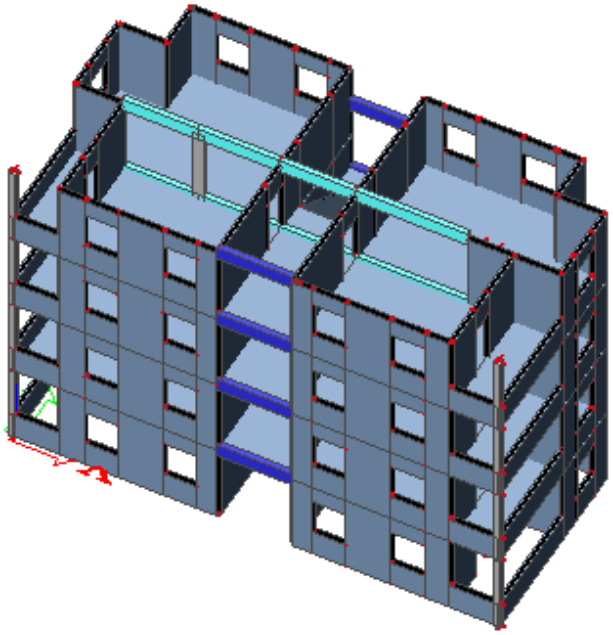
Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 500 kPa.

2. ARHITEKTONSKI NACRTI ZGRADE

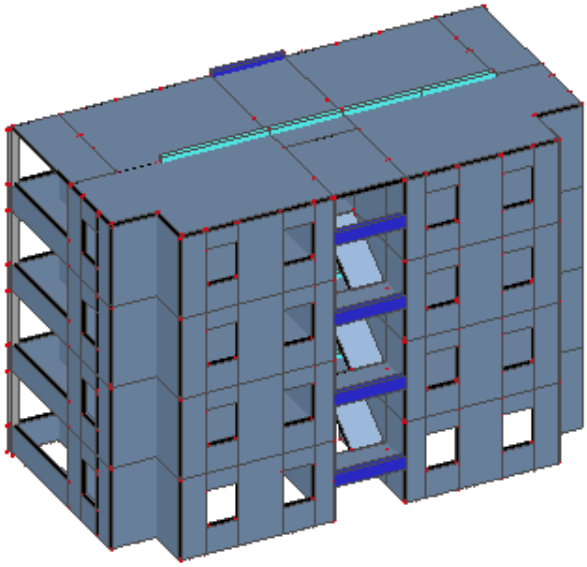
Na temelju arhitektonskih nacrta u koje spada tlocrt karakteristične etaže i dva presjeka, napravljen je 3-D proračunski model u programu ″SciaEngineer″ na kojem će biti izvršene sve analize vezane uz statički proračun građevine. Arhitektonski nacrti zgrade priloženi su u grafičkim prilozima.

3. 3-D PRORAČUNKI MODEL GRAĐEVINE

Prikazan je proračunski model armirano betonske konstrukcije.



Slika 3.1 Proračunski model ab konstrukcije – pogled 1



Slika 3.2 Proračunski model ab konstrukcije – pogled 2

4. ANALIZA OPTEREĆENJA

Podaci o osnovnim djelovanjima

Osnovna opterećenja, na čiji utjecaj se dokazuje mehanička otpornost i stabilnost predmetne građevine, podijeljena su:

Oznaka osnovnog djelovanja	Opis djelovanja
G0	Stalno djelovanje - vlastita težina elemenata nosive konstrukcije.
G1	Stalno djelovanje - ostalo stalno djelovanje: pokrov, obloga (podovi, žbuke), stalna oprema itd., zidni paneli.
Qi	Promjenjivo - uporabno djelovanje: uporabno opterećenje, pokretna oprema.
W	Vjetar.
S	Snijeg.

Tablica 4.1 Podaci o osnovnim djelovanjima

4.1 Vlastita težina elemenata konstrukcije (G0)

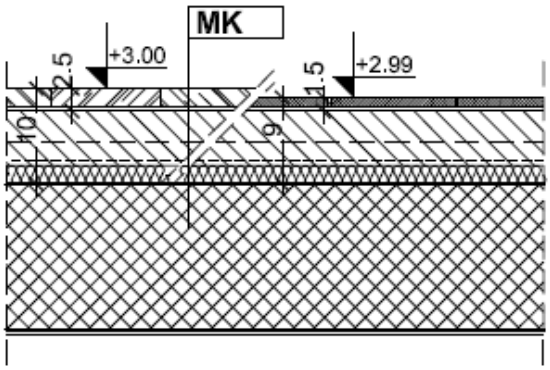
Stalno opterećenje uključeno je u proračun prema slijedećem:

- Specifična težina armiranog betona iznosi g=25.0 kN/m^3.
- Stalno opterećenje od vlastite težine elemenata armirano betonske konstrukcije sadržano je u proračunskom modelu, sukladno dimenzijama poprečnih presjeka i zadanoj specifičnoj težini.

4.2 Etaže-ploče

4.2.1 Stalno djelovanje (G1)

Debljina ploče
d=16 cm



Slika 4.1 Grafički prikaz slojeva međukatne konstrukcije stanbenog prostora

	d(m)	γ(kN/m^3)	d*γ(kN/m^2)
Parket ili kermičke pločice	0.025	9.6	0.24
Lagano armirani cementni namaz	0.055	22.0	1.21
PE folija	-	-	-
EPS termoizolacija	0.002	0.12	0.00024
Zaglađeni podgled stropa	0.005	15.0	0.075
dodatno stalno opterećenje	-	-	0.75

Tablica 4.2 Opterećenje na pločama

Ukupno stalno opterećenje g= **2.3** kN/m^2
Napomena: u dodatno stalno opterećenje spadaju instalacije, ostali stalni teret.
Napomena: Opterećenje od slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu AB ploče.

4.2.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

Stupac	1		2	3	4	5
Redak	Kategorija		Namjena	Primjer	q_k [kN/m^2]	Q_k[a] [kN]
1	A	A1	Nestambena potkrovlja	Neprikladna za stanovanje no pristupačna potkrovlja do 1,8 m svijetle visine	1,5	1
2		A2	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Stropovi sa zadovoljavajućom poprečnom raspodjelom opterećenja[b] u stambenim zgradama i kućama, sobama s krevetima, bolnicama (spavaonicama), sobama u hotelima i prenoćištima i pripadajuće kuhinje i kupaonice	1,5	–
3		A3		A2, ali bez zadovoljavajuće poprečne raspodjele opterećenja	2,0[c]	1

Tablica 4.3 Uporabna opterećenja stropova

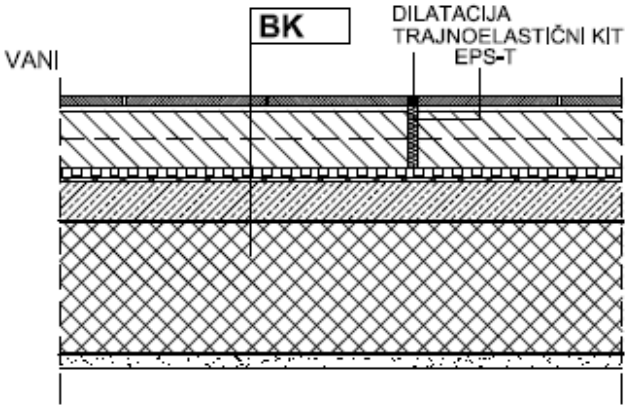
Iz tablice za uporabna opterećenja odabire se vrijednost promjenjivog djelovanja.

q=**1.5** kN/m^2

4.3 Etaže-balkoni

4.3.1 Stalno djelovanje (G1)

Debljina ploče
d=16 cm



Slika 4.2 Grafički prikaz slojeva međukatne konstrukcije balkona

	d(m)	**γ(kN/m^3)**	**d*γ(kN/m^2)**
kermičke pločice u građevinskom ljepilu	0.015	18.0	0.27
Lagano armirani cementni namaz	0.05	22.0	1.1
Drenažna traka s čepićima prema dolje (PEHD)	-	-	-
hidroizolacija	0.01	10.0	0.1
Zaglađeni cementni estrih	0.025	24.0	0.6
Završna fasadna žbuka	0.015	15.0	0.225

Tablica 4.4 Opterećenje na balkonima

Ukupno stalno opterećenje g= **2.3** kN/m^2
Napomena: Opterećenje od slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu AB ploče.

4.3.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

19	S^a	S1	Stubišta i stubišni podesti	Stubišta i stubišni podesti u stambenim i uredskim zgradama i ambulantama, bez teške opreme	3	2
20		S2		Sva stubišta i stubišni podesti koji se ne mogu razvrstati u S1 ili S3	5	2
21		S3		Pristupi i stubišta koji vode do tribina bez nepomičnih sjedala, a služe kao izlazi za nuždu	7,5	3
22	P^a		Pristupi, balkoni i sl.	Krovne terase, trijemovi, lođe, balkoni, izlazni podesti	4	2

Tablica 4.5 Uporabna opterećenja balkona

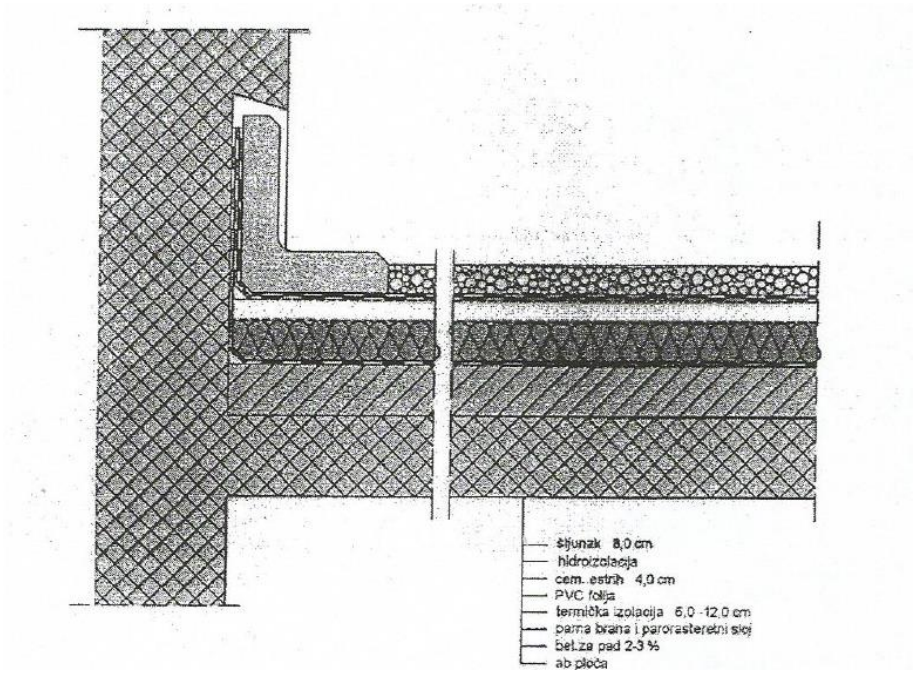
Iz tablice za uporabna opterećenja odabire se vrijednost promjenjivog djelovanja.

$$q=\mathbf{4.0}\ \mathrm{kN/m^2}$$

4.4 Krov

4.4.1 Stalno djelovanje (G1)

Debljina ploče
d=16 cm



Slika 4.3 Grafički prikaz slojeva konstrukcije neprohodnog ravnog krova

	d(m)	γ(kN/m^3)	d*γ(kN/m^2)
Šljunak	0.08	18.0	1.44
Hidroizolacija	0.003	10.0	0.03
Lagano armirani cementni estrih	0.04	22.0	0.88
Termoizolacija	0.06	0.2	0.012
Parna brana	-	-	-
Beton za pad	0.07	23.0	1.61

Tablica 4.6 Opterećenje na krovnu ploču

Ukupno stalno opterećenje g= **4.0** kN/m^2
Napomena: Opterećenje od slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu AB ploče.

4.4.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

Krov		q_k [kN/m^2]	Q_k [kN]
Kategorija H	nagib krova ≤ 20°	0,6	1,0
	nagib krova ≥ 40°	0,0	1,0

* Za nagibe između 20° i 40° vrijednost q_k može se odrediti linearnom interpolacijom.

NAPOMENA 1: Opterećenje q_k djeluje na ploštini A koja predstavlja cijelu ploštinu krova.

NAPOMENA 2: Svi nagibi krova mjere se u odnosu na horizontalu, a opterećenja djeluju vert kalno na horizontalnu projekc ju krovne plohe.

Tablica 4.7 Uporabna opterećenja neprohodnih krovova

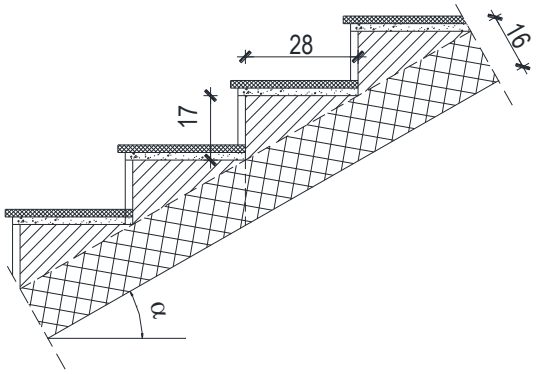
Iz tablice za uporabna opterećenja odabire se vrijednost promjenjivog djelovanja.

q=**0.6** kN/m^2

4.5 Stubište

4.5.1 Stalno djelovanje (G1)

Debljina ploče
d=16 cm



Slika 4.4 Grafički prikaz slojeva konstrukcije stubišta

	d(m)	**γ(kN/m^3)**	**d*γ(kN/m^2)**
Završna obrada gazišta (kamena ploča)	0.02	28.0	0.56
Cementni namaz	0.01	20.0	0.20
Stuba	0.07	24.0	1.68

Tablica 4.8 Opterećenje na stubištu

Ukupno stalno opterećenje g= **2.5** kN/m^2
Napomena: Opterećenje od slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu AB ploče.

4.5.2 Promjenjivo djelovanje (Q)

19	S[a]	S1	Stubišta i stubišni podesti	Stubišta i stubišni podesti u stambenim i uredskim zgradama i ambulantama, bez teške opreme	3	2
20		S2		Sva stubišta i stubišni podesti koji se ne mogu razvrstati u S1 ili S3	5	2
21		S3		Pristupi i stubišta koji vode do tribina bez nepomičnih sjedala, a služe kao izlazi za nuždu	7,5	3
22	P[a]		Pristupi, balkoni i sl.	Krovne terase, trijemovi, lođe, balkoni, izlazni podesti	4	2

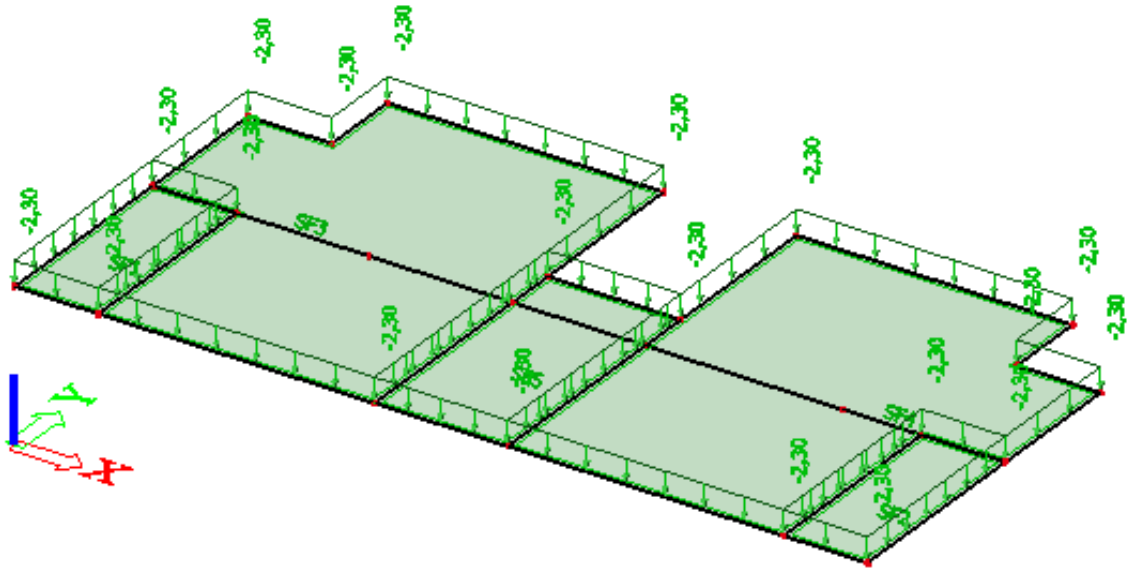
Tablica 4.9 Uporabna opterećenja stubišta i stubišnih podesta

Iz tablice za uporabna opterećenja odabire se vrijednost promjenjivog djelovanja.

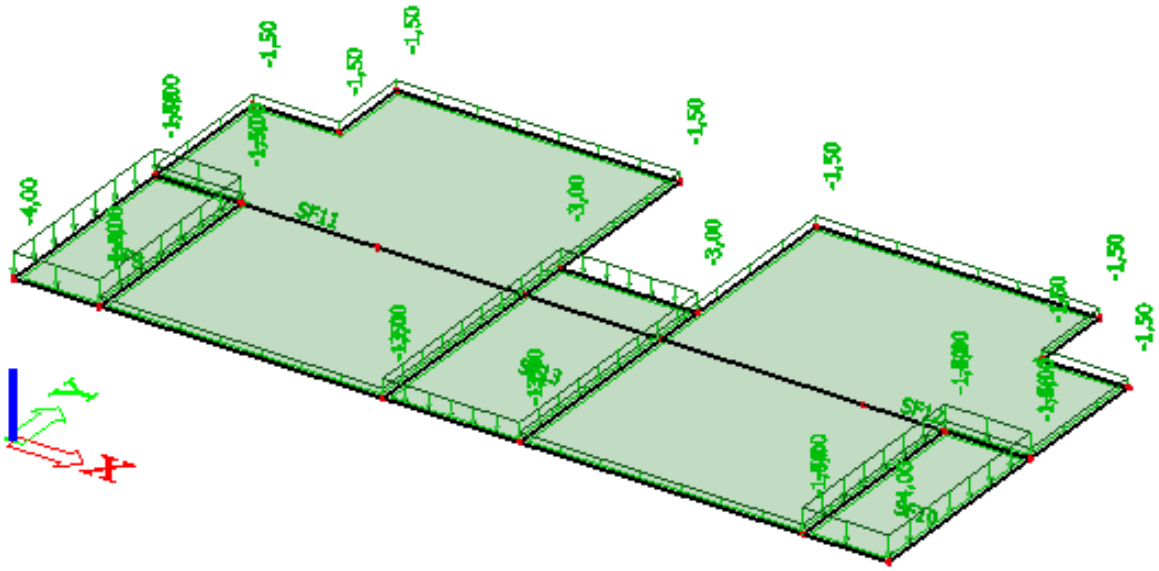
q=**3.0** kN/m^2

5. PRIKAZ OSNOVNIH DJELOVANJA

5.1 Međukatna ploča

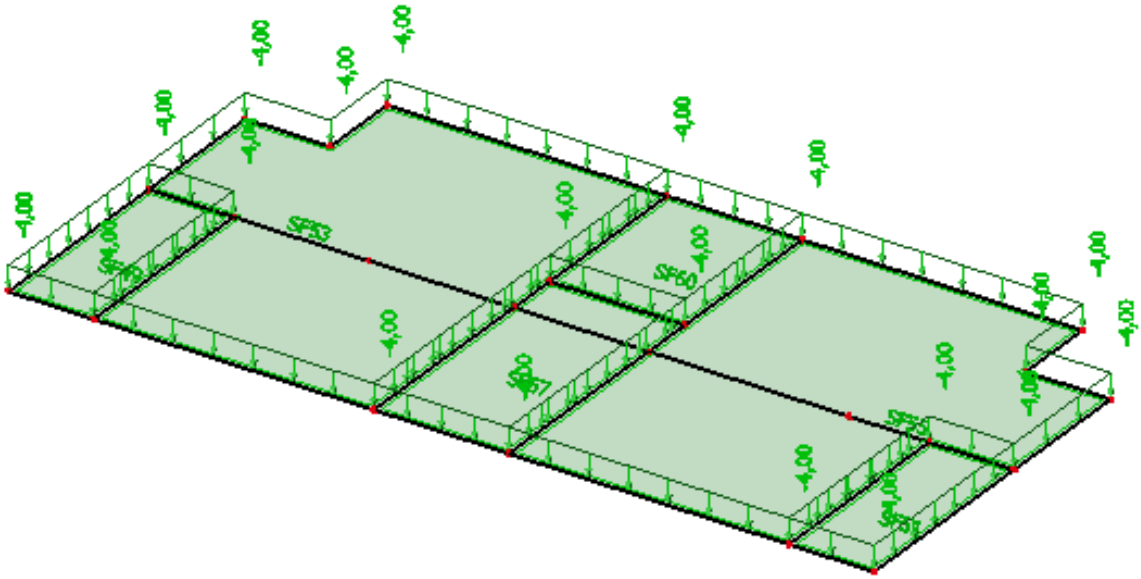


Slika 5.1 Dodatno stalno djelovanje G1(kN/m^2)

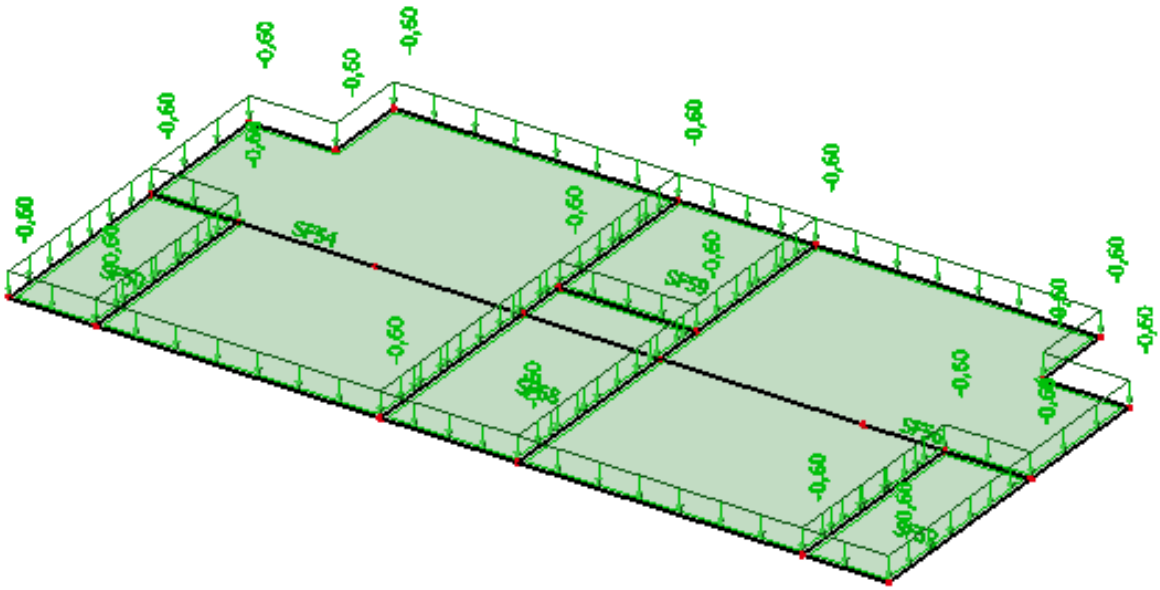


Slika 5.2 Promjenjivo djelovanje Q(kN/m^2)

5.2 Krovna ploča

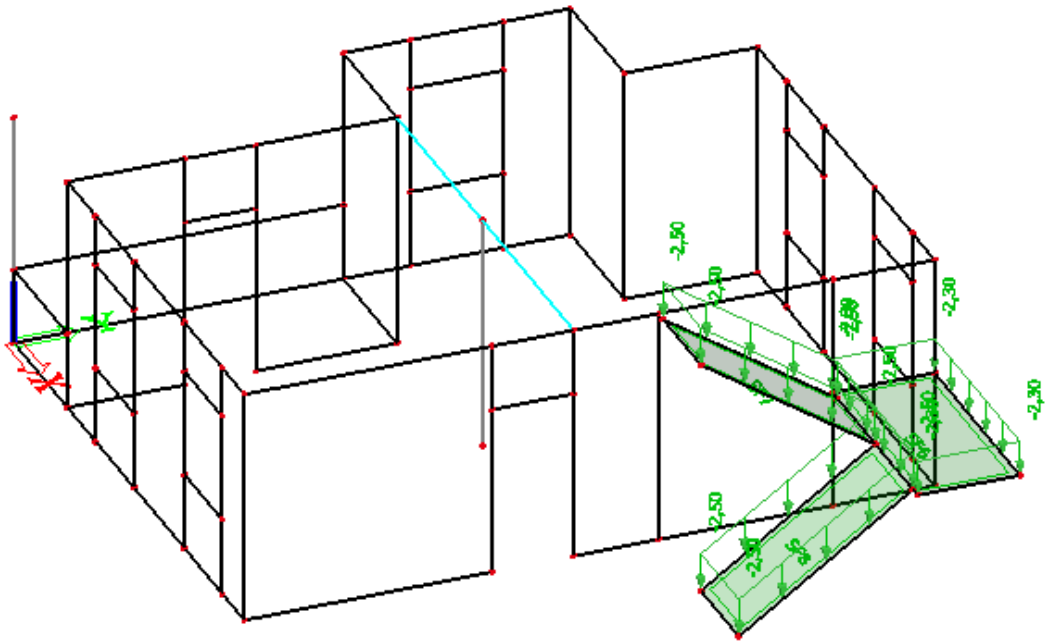


Slika 5.3 Dodatno stalno djelovanje G1(kN/m^2)

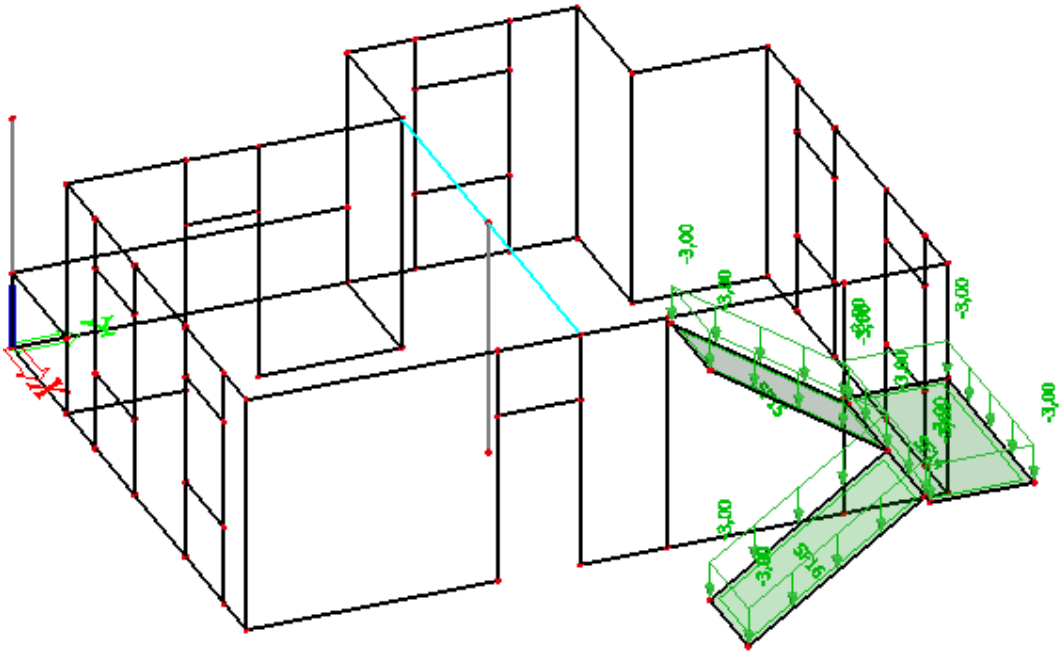


Slika 5.4 Promjenjivo djelovanje Q(kN/m^2)

5.3 Stubište



Slika 5.5 Dodatno stalno djelovanje G1(kN/m^2)



Slika 5.6 Promjenjivo djelovanje Q(kN/m^2)

6. KOMBINACIJE DJELOVANJA

Za dokaz nosivosti elemenata konstrukcije predmetne građevine osnovna djelovanja kombiniraju se za pojedina granična stanje i iznose:

Granično stanje nosivosti

GSN-1 1.35*G + 1.5*Q

G-vlastita težina + dodatno stalno djelovanje
Q-vodeće promjenjivo djelovanje

Granično stanje nosivosti koristimo za dimenzioniranje nosivih elemenata konstrukcije.

Granično stanje uporabljivosti

GSU-1 (česta kombinacija) $1.0*G + \Psi_{1i}*Q$
$1.0*G + 0.5*Q$

$\Psi_{1i}=0.5$ za promjenjiva djelovanja u stambenim zgradama za čestu kombinaciju.
Česta kombinacija se koristi za kontrolu progiba ploča i greda, te za kontrolu pukotina ploča i greda.

GSU-2 (nazovistalna kombinacija) $1.0*G + \Psi_{2i}*Q$
$1.0*G + 0.3*Q$

$\Psi_{2i}=0.3$ za promjenjiva djelovanja u stambenim zgradama za nazovistalnu kombinaciju.
Nazovistalna kombinacija se koristi za ograničenje tlačnog naprezanja u armirano betonskim elementima, te za kontrolu dugotrajnih progiba.

7. PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE

U nastavku će se prikazat unutarnje sile i progibi za dva modela međukatne ploče. Prvi model ploče koji će biti prvi obrađen ima upete rubove, dok drugi model ima postavljene zglobove, odnosno oslobođen zaokret na rubovima. U prvom modelu javljaju se momenti na rubovima što predstavlja nerealno ponašanje ploče, stoga se radi drugi model u kojem se ne javljaju momenti na rubovima ploče.

Limitirajući moment:

$$M_{Rd,\lim} = \mu_{sd,\lim} \cdot b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 1.0 \cdot 0.135^2 \cdot 16.66 \cdot 1000 = 48.3\, kNm$$

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,\min} = 0.0015 \cdot b \cdot d = 0.0015 \cdot 100 \cdot 13.5 = 2.02 cm^2 / m$$

$$A_{s,\min} = 0.06 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0.6 \cdot 100 \cdot \frac{13.5}{500} = 1.62 cm^2 / m$$

$$A_{s,\max} = 0.31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.31 \cdot 100 \cdot 13.5 \cdot \frac{16.66}{434.8} = 16.04 cm^2 / m$$

Za proračun armature usvaja se ζ≈0.9,potrebna armatura:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0.9 \cdot 13.5 \cdot 43.48} = M_{Ed} \cdot 0.189$$

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{135}} = 2.21 \leq 2.0 \quad \Rightarrow \quad k = 2.00$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0.0$$

$$C_{Rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.5 = 0.12$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{2.57}{13.5 \cdot 100} = 0.0019$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.12 \cdot 2.00 \cdot (100 \cdot 0.0019 \cdot 25.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0 \right] \cdot 1000 \cdot 135$$

$$V_{Rd,c} = 55\, kN / m$$

$$V_{Rd,c,\min} = \left[\nu_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$$

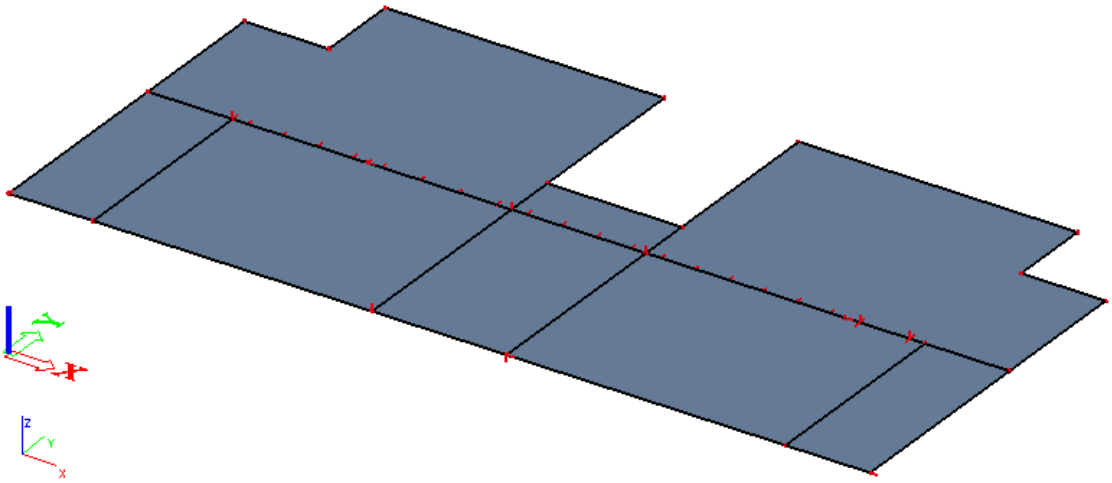
$$k_1 = 0.15$$

$$\nu_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.0^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0.495$$

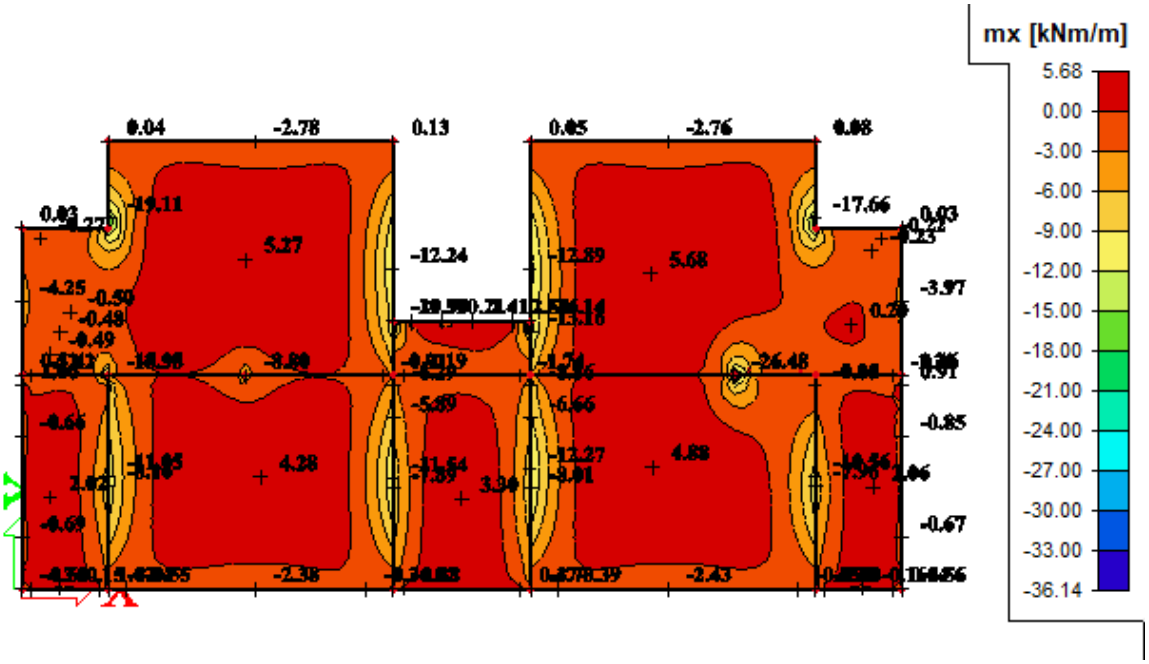
$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0.0$$

$$V_{Rd,c,\min} = 0.495 \cdot 1000 \cdot 135 = 67 kN/m$$

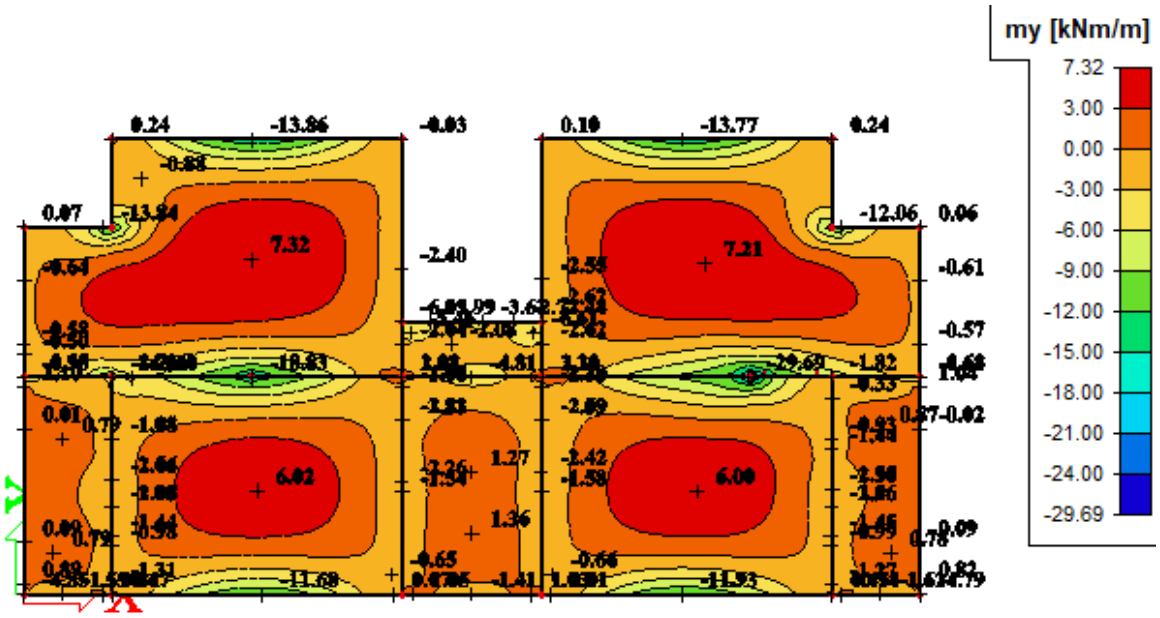
7.1 Prikaz modela 1. i rezultata proračuna



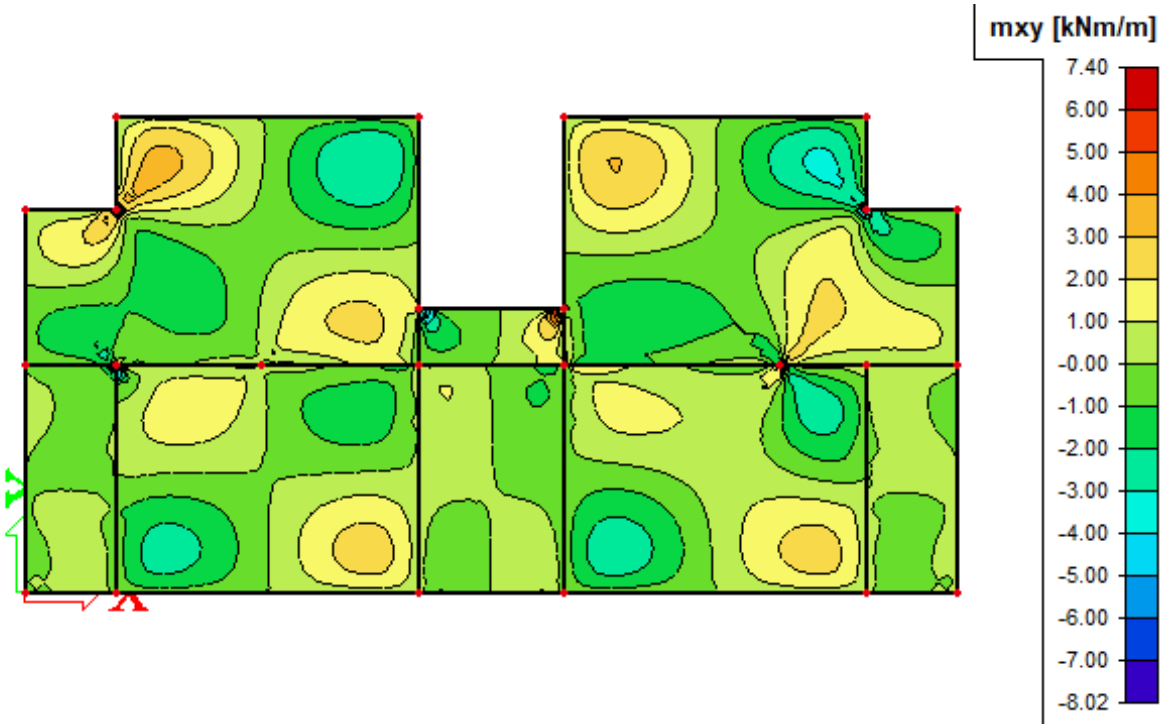
Slika 7.1 Prikaz modela 1.



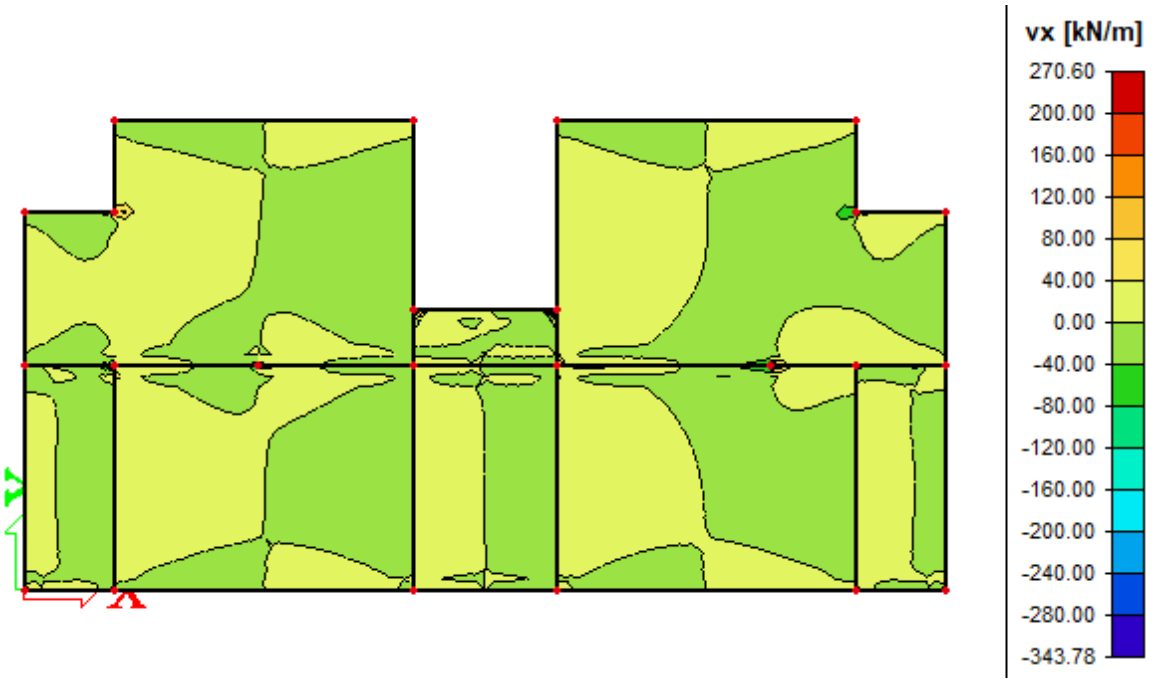
Slika 7.2 Moment savijanja $M_{Ed,x}$ (kNm/m) za GSN-1



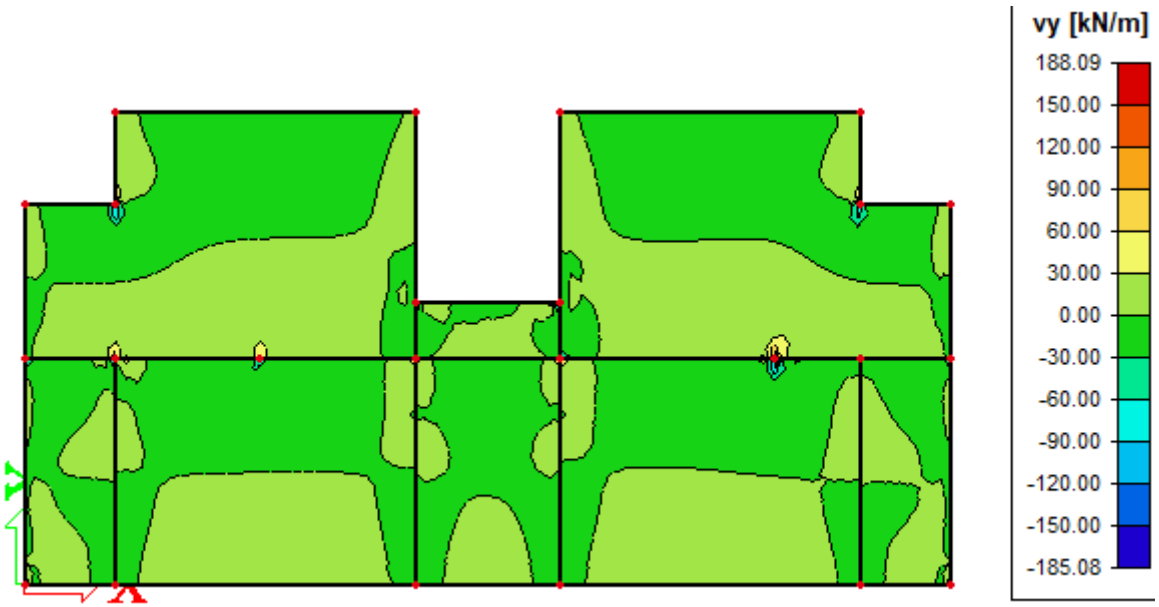
Slika 7.3 Moment savijanja $M_{Ed,y}$ (kNm/m) za GSN-1



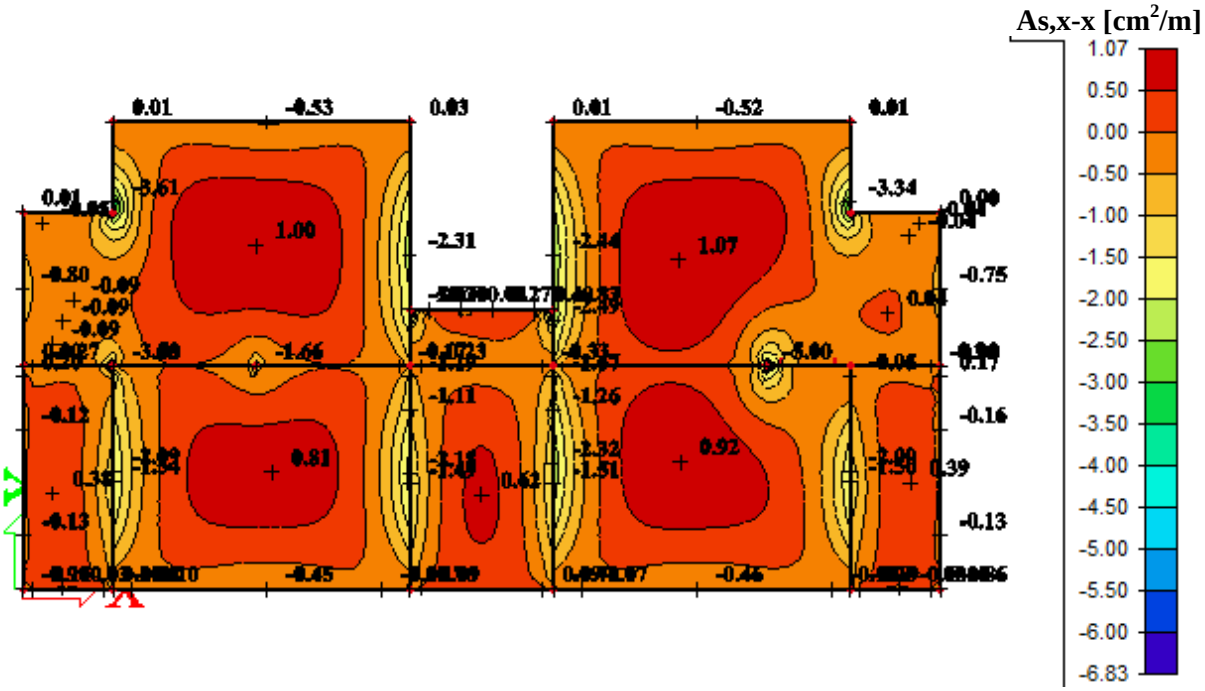
Slika 7.4 Moment savijanja $M_{Ed,xy}$ (kNm/m) za GSN-1



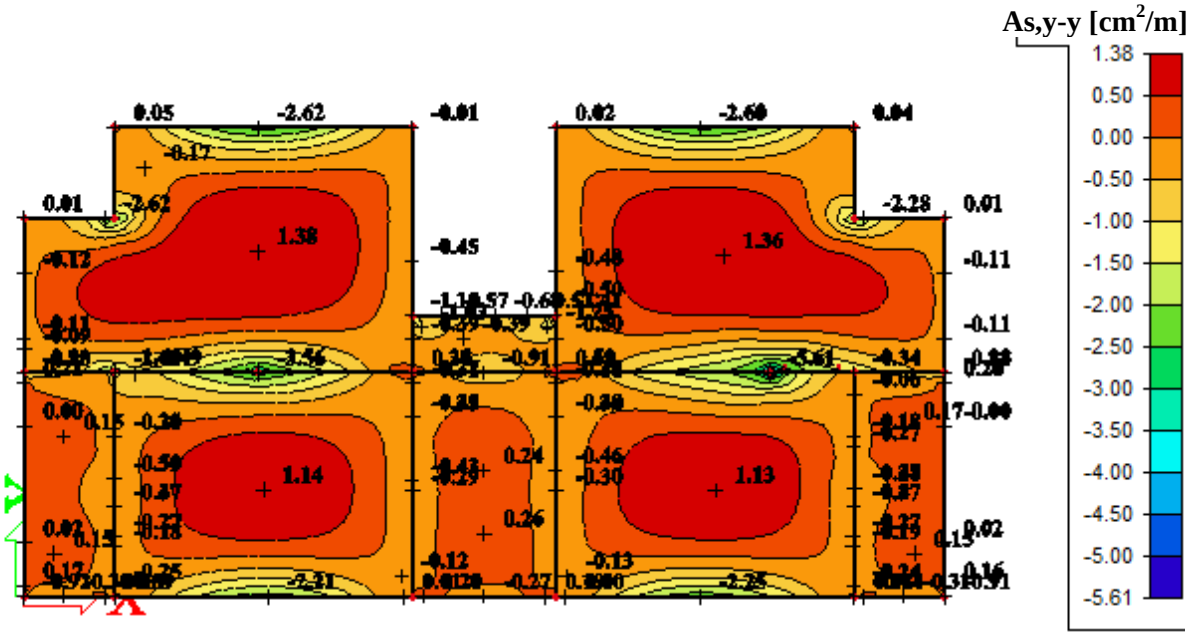
Slika 7.5 Poprečne sile $V_{Ed,x}$ (kN/m) za GSN-1



Slika 7.6 Poprečne sile $V_{Ed,y}$ (kN/m) za GSN-1



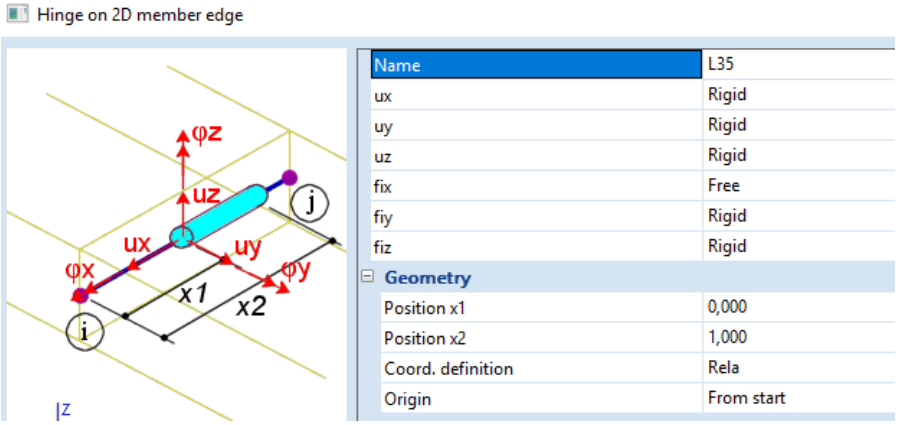
Slika 7.7 Armatura u ploči smjer As,x-x (cm^2/m) za GSN-1



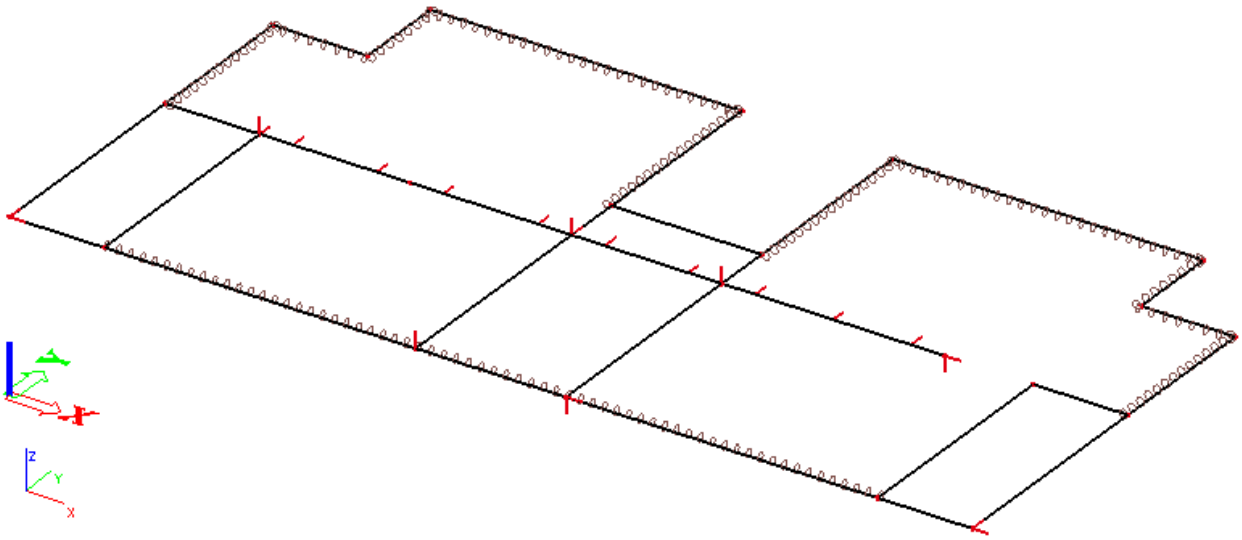
Slika 7.8 Armatura u ploči smjer As,y-y (cm^2/m) za GSN-1

7.2 Prikaz modela 2. i rezultata proračuna

U ovom modelu dopuštamo zaokret na rubovima ploče, te na mjestima oslobođenog zaokreta ne dolazi do javljanja momenta savijanja.

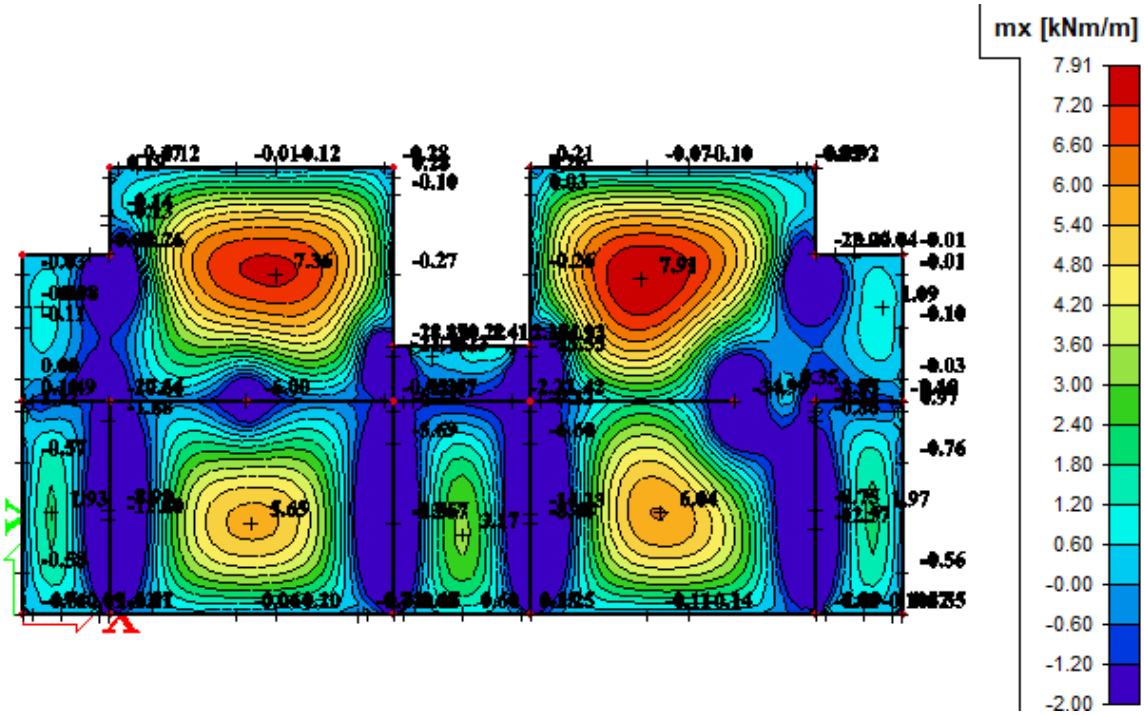


Slika 7.9 Prikaz oslobađanja zaokreta na rubovima ploče

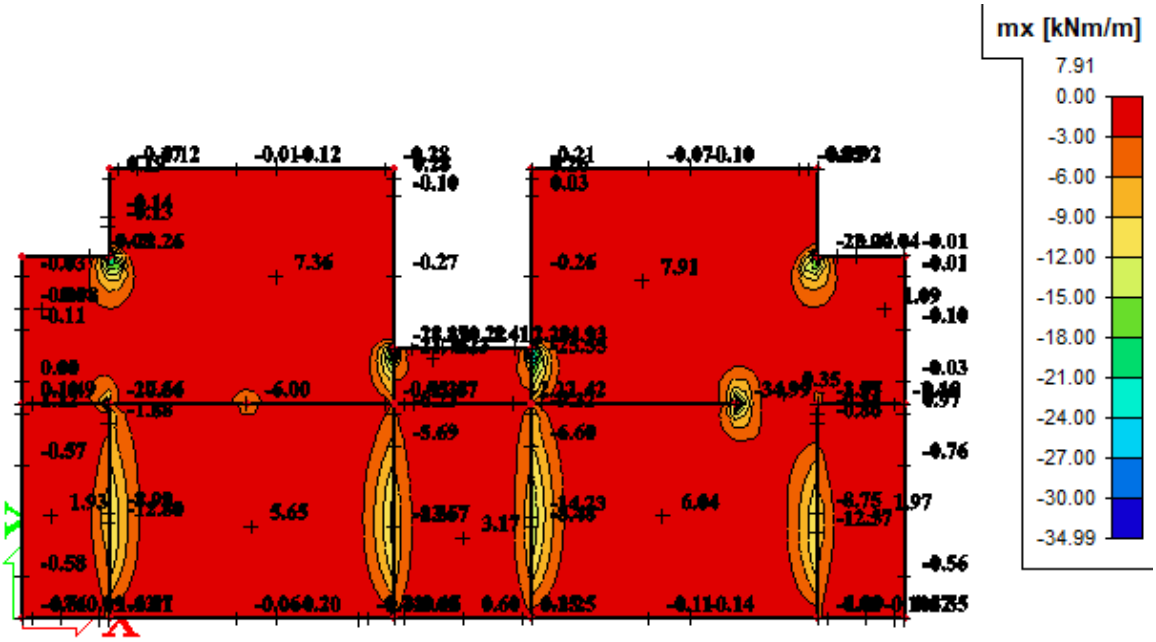


Slika 7.10 Prikaz modela 2.

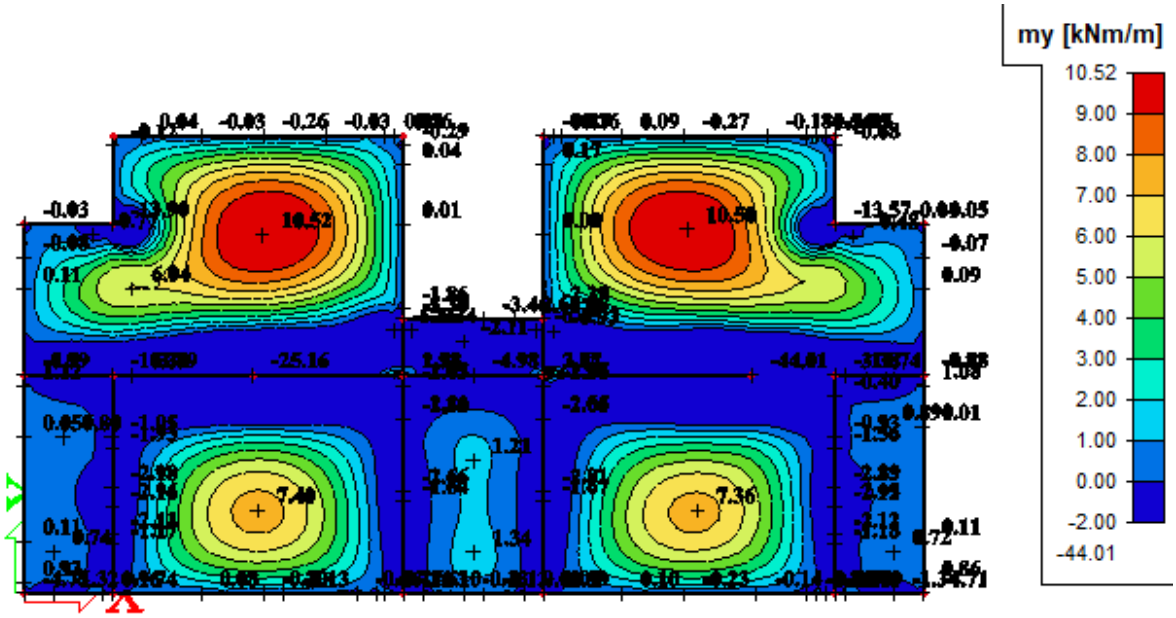
Zbog loše preglednosti dijagrami rezultata momenata savijanja prikazani su zasebno u polju i zasebno na ležajevima.



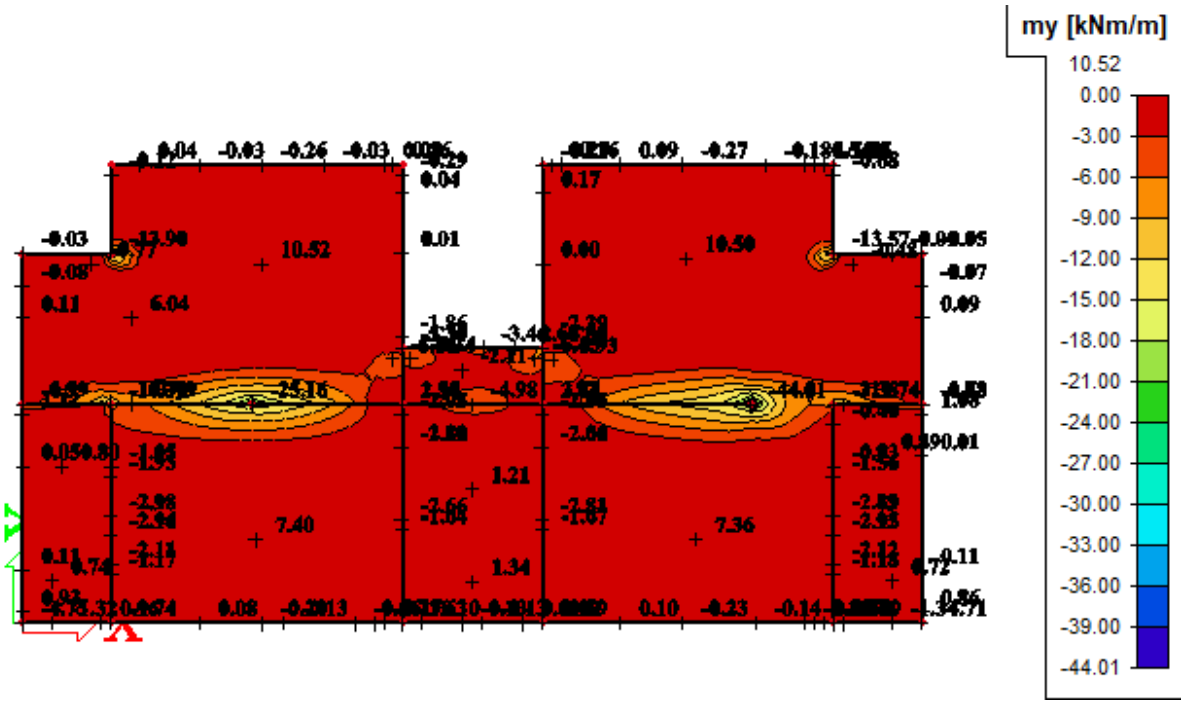
Slika 7.11 Moment savijanja (polje) $M_{Ed,x}$ (kNm/m) za GSN-1



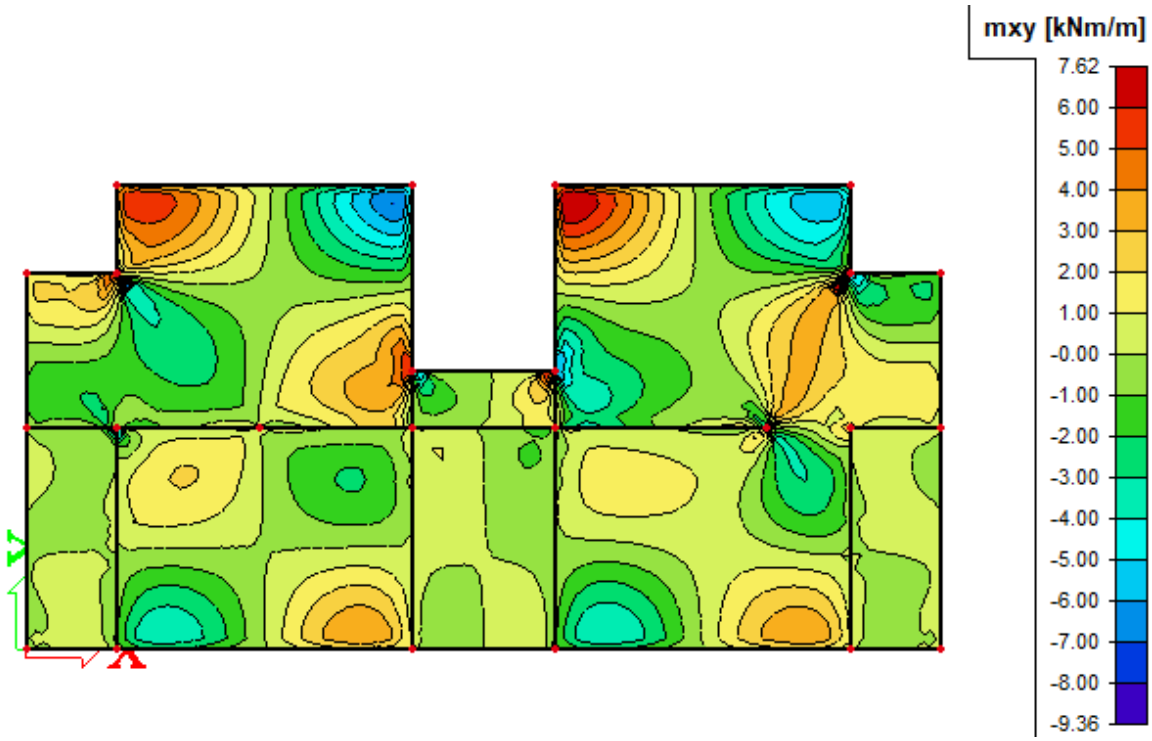
Slika 7.12 Moment savijanja (ležaj) $M_{Ed,x}$ (kNm/m) za GSN-1



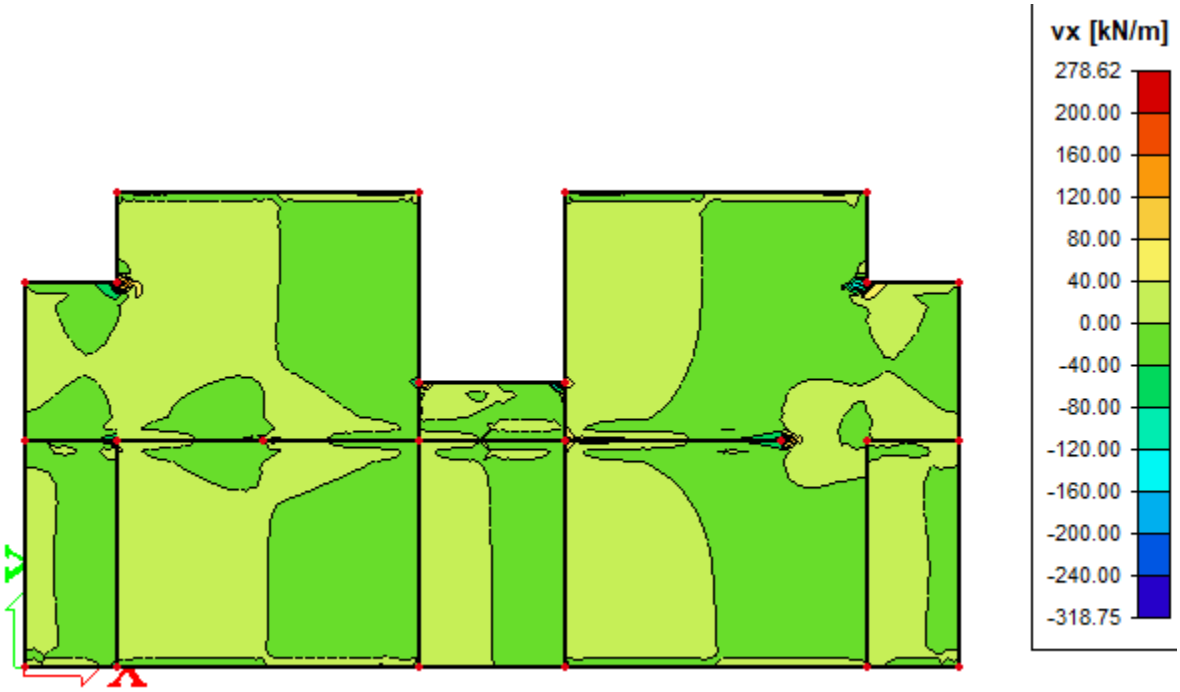
Slika 7.13 Moment savijanja (polje) $M_{Ed,y}$ (kNm/m) za GSN-1



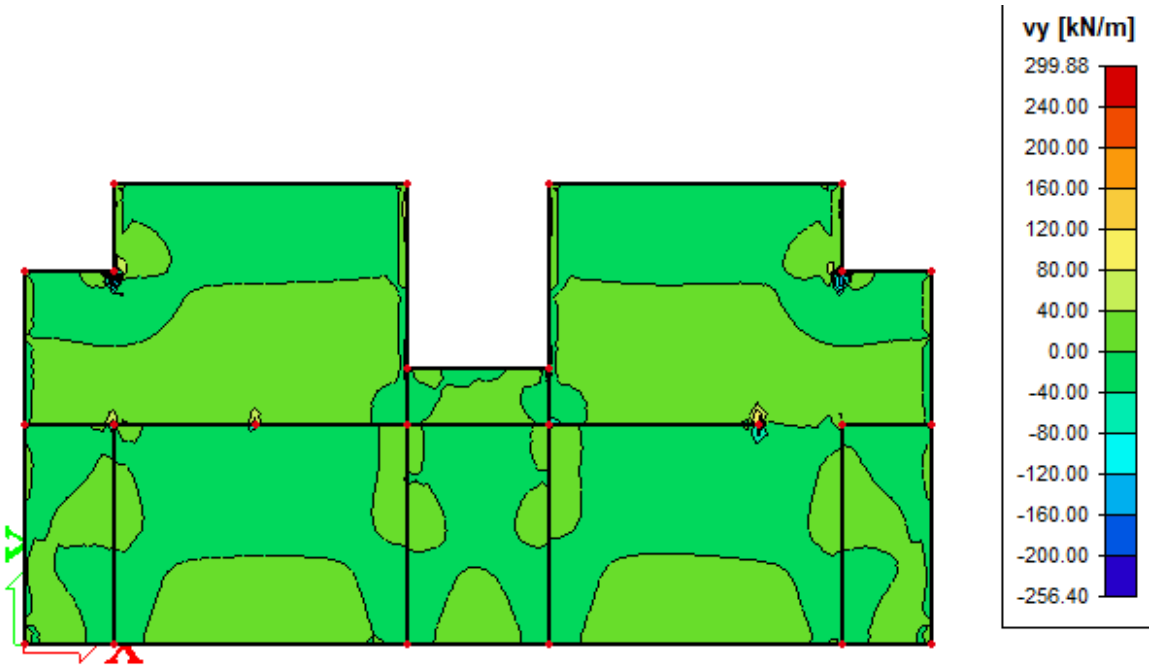
Slika 7.14 Moment savijanja (ležaj) $M_{Ed,y}$ (kNm/m) za GSN-1



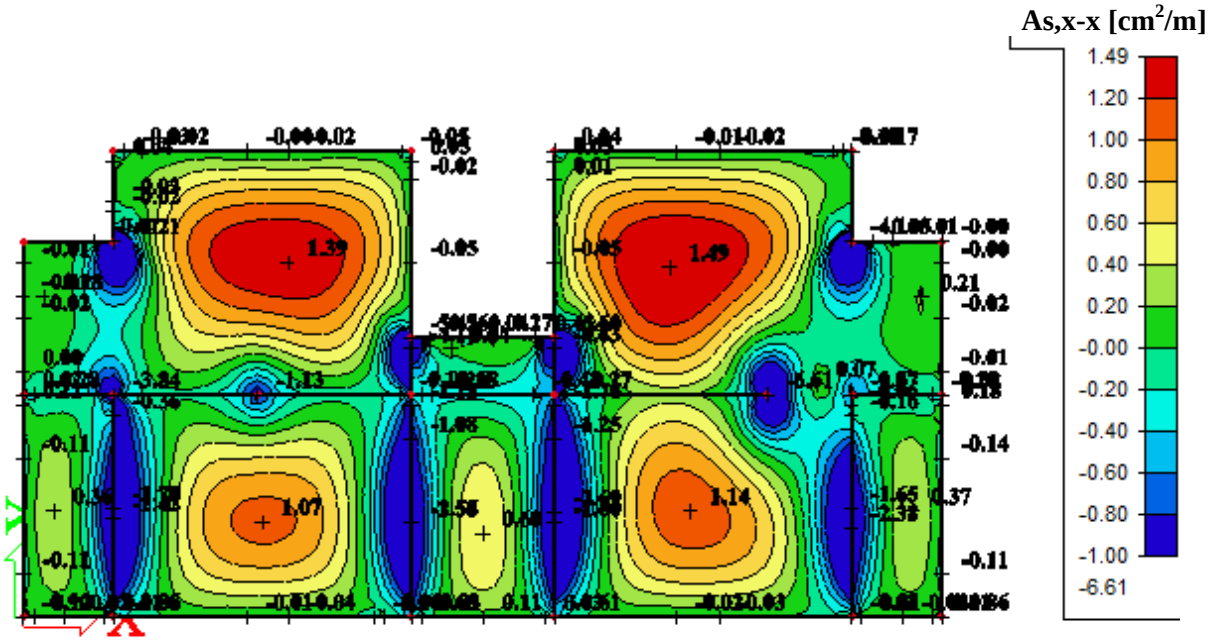
Slika 7.15 Moment savijanja $M_{Ed,xy}$ (kNm/m) za GSN-1



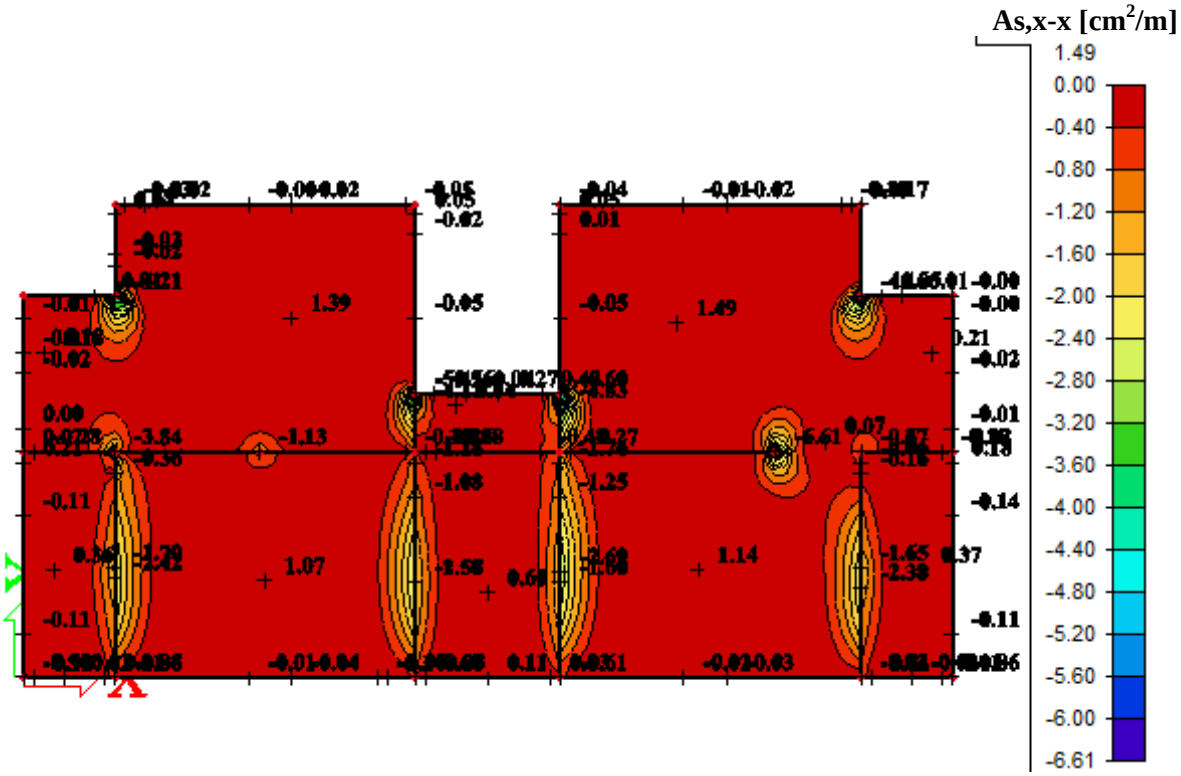
Slika 7.16 Poprečne sile $V_{Ed,x}$ (kN/m) za GSN-1



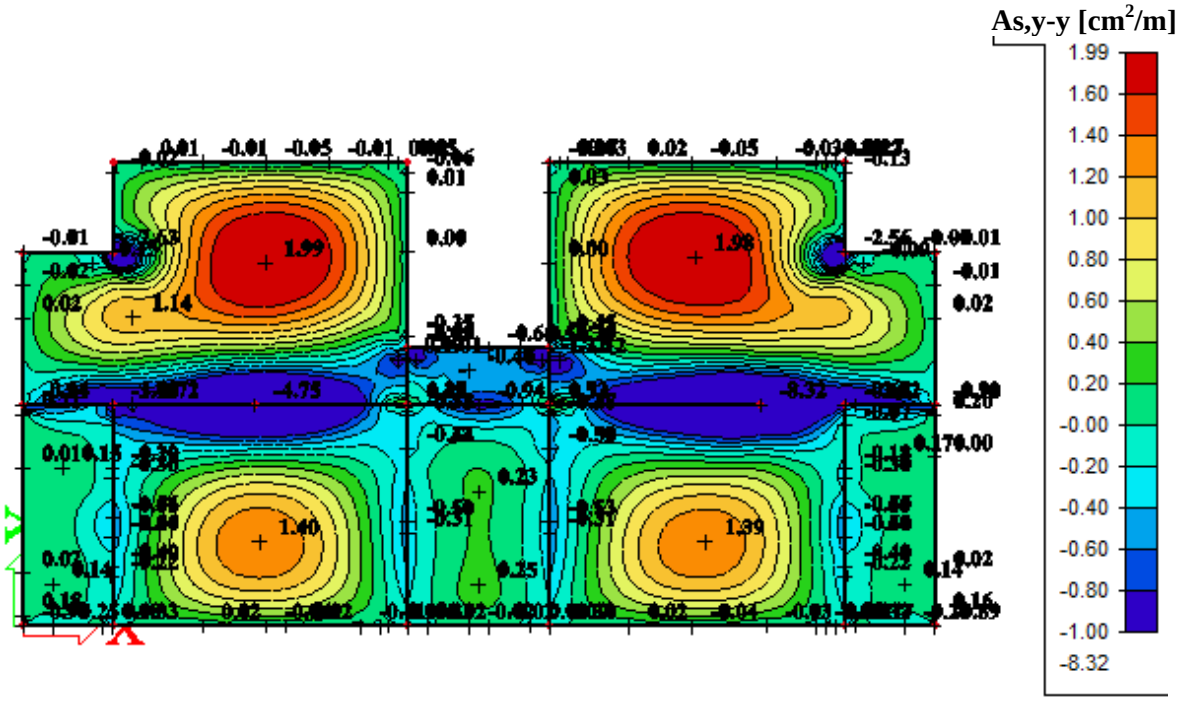
Slika 7.17 Poprečne sile $V_{Ed,y}$ (kN/m) za GSN-1



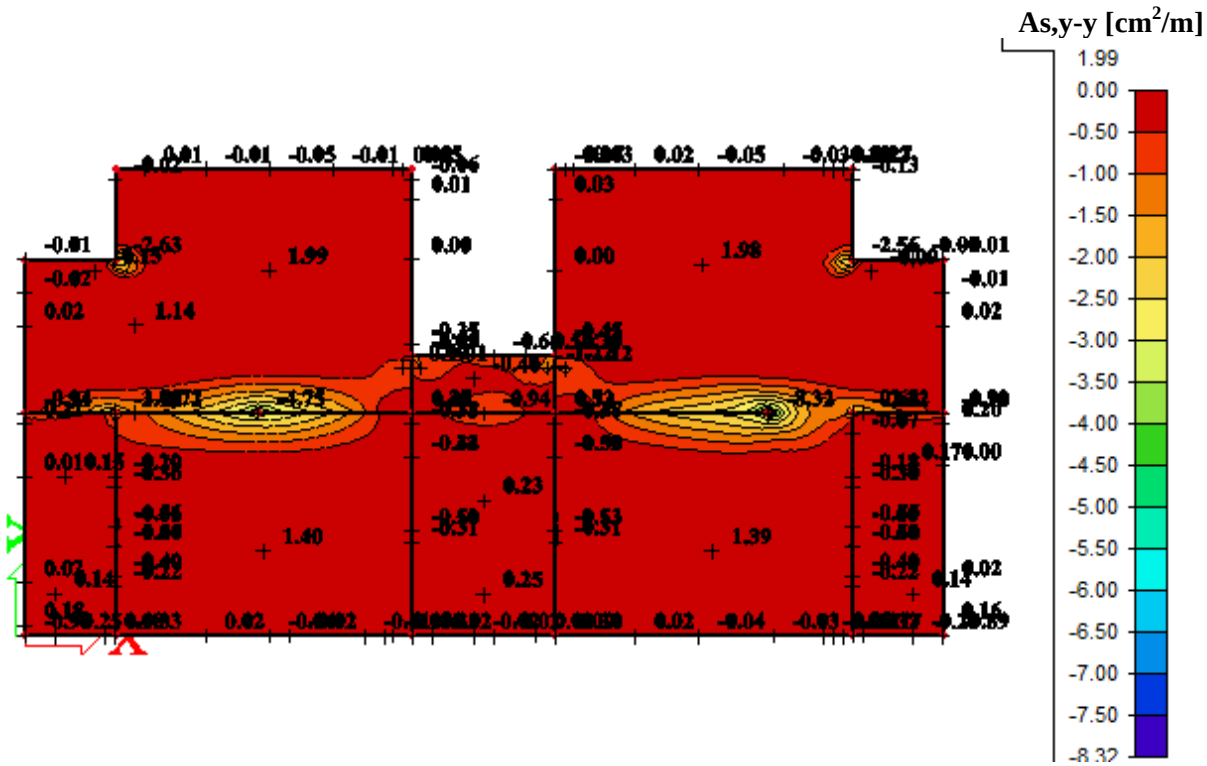
Slika 7.18 Armatura u ploči smjer As,x-x (polje) (cm^2/m) za GSN-1



Slika 7.19 Armatura u ploči smjer As,x-x (ležaj) (cm^2/m) za GSN-1

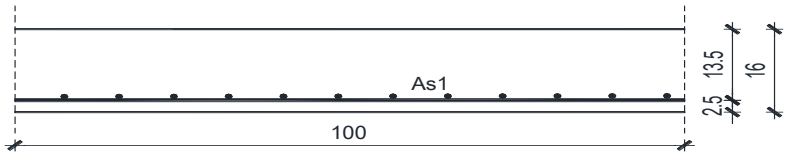


Slika 7.20 Armatura u ploči smjer As,y-y (polje) (cm^2/m) za GSN-1



Slika 7.21 Armatura u ploči smjer As,y-y (ležaj) (cm^2/m) za GSN-1

7.2.1 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja



Slika 7.22 Poprečni presjek ploče

h=16 cm
zaštitni sloj: a=2.0 cm; d=13.5 cm

Beton: C 25/30
f_{ck}=25.0 MPa
E_{cm}=30.0 GPa

Armatura: B 500B
f_y=500 MPa

Napomena: Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.

Armatura u polju 1.99 cm^2*1.25=2.49 cm^2
Armatura na ležaju 2.38 cm^2*0.85=2.02 cm^2

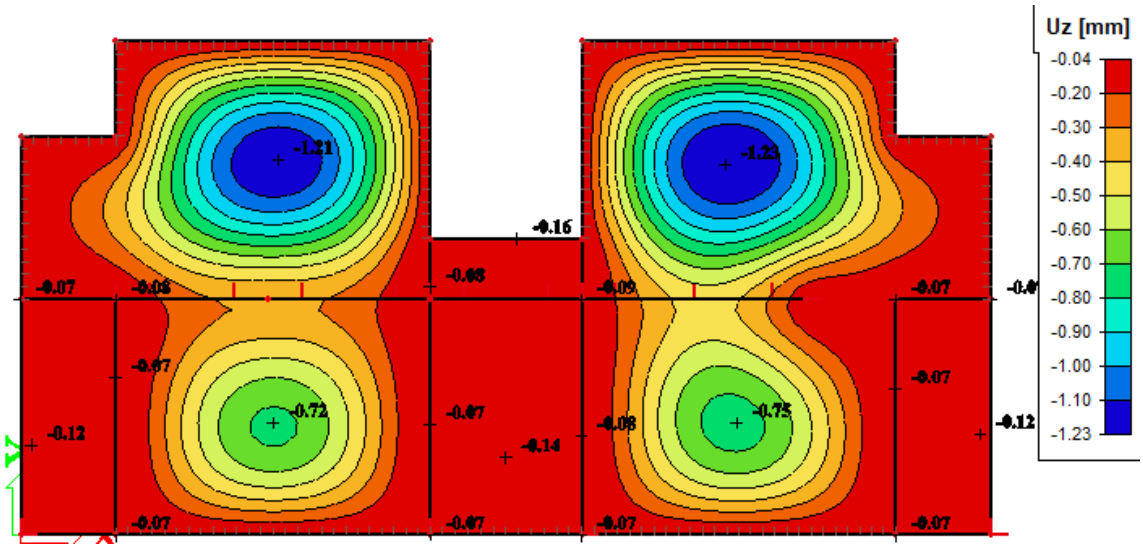
ODABRANA ARMATURA
Polje Q-257 (2.57 $cm^{2/}$m)
Ležaj Q-257 (2.57 cm^2/m)

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke Φ10 u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

Vidimo da kod drugog modela u odnosu na prvi dolazi do preraspodjele momenta sa ruba na moment u polje i moment nad ležajem. U polju dolazi do povećanja momenta za oko 60% vrijednosti momenta koji se javlja u prvom modelu. Također dolazi do povećanja momenta i nad ležajevima, stoga drugi model uzimamo kao mjerodavan jer prikazuje realnije ponašanje ploče.

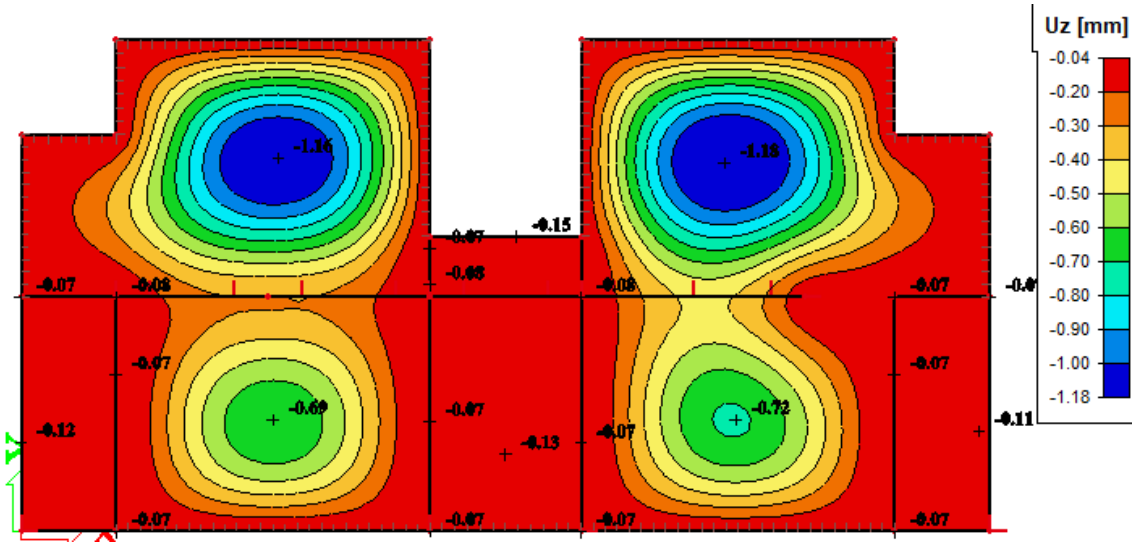
Armaturni plan međukatne ploče za donju i gornju zonu priloženi su u grafičkim prilozima.

7.2.2 Kontrola progiba međukatne ploče



Slika 7.23 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

Najveći progib iznosa je 1,23 mm
Dozvoljen progib L/1000 =460/1000 =4,6 mm
Međukatna ploča zadovoljava na progibe.



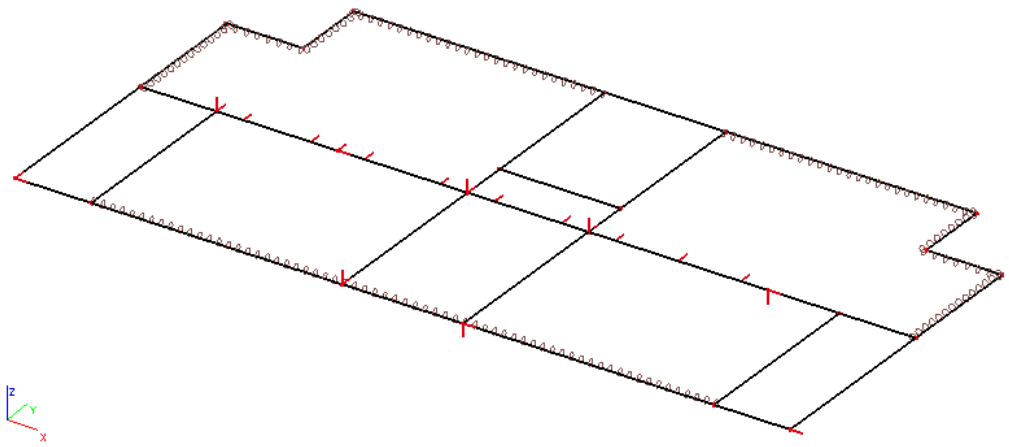
Slika 7.24 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

Najveći progib iznosa je 1,18 mm
Dozvoljen progib L/1250 =460/1250 =3,68 mm
Međukatna ploča zadovoljava na progibe.

8. PRORAČUN KROVNE PLOČE

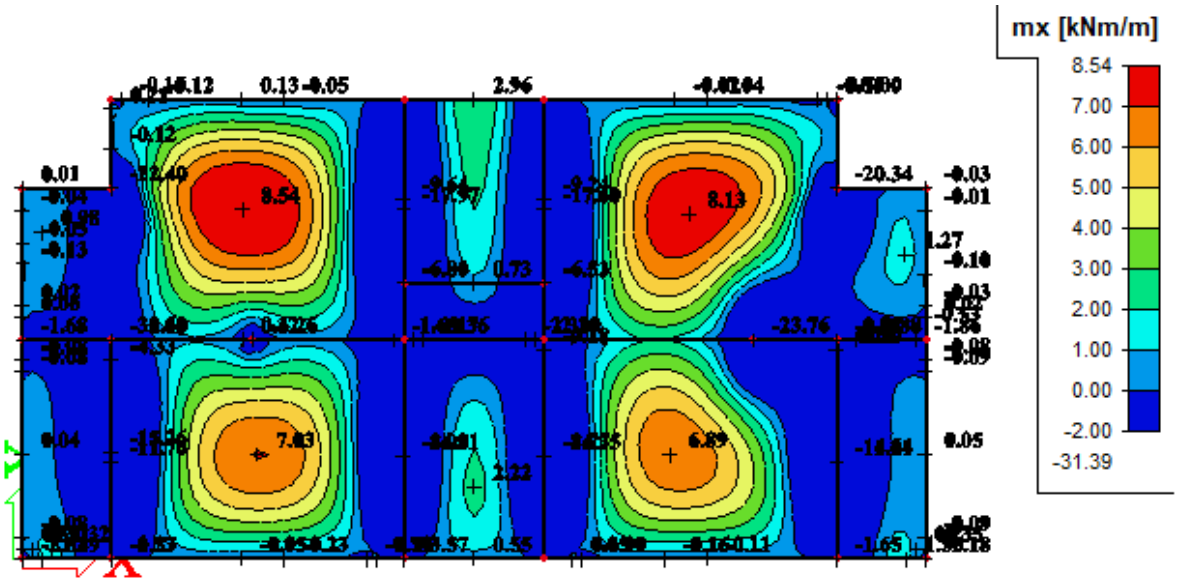
Nakon iznesenih zaključaka u prethodnom poglavlju u ovom ćemo prikazati samo rezultate sa drugog modela.(Napomena: kod drugog modela oslobođen je zaokret na rubovima, te ne dolazi do javljanja momenta na tim mjestima.)

8.1 Prikaz modela i rezultata

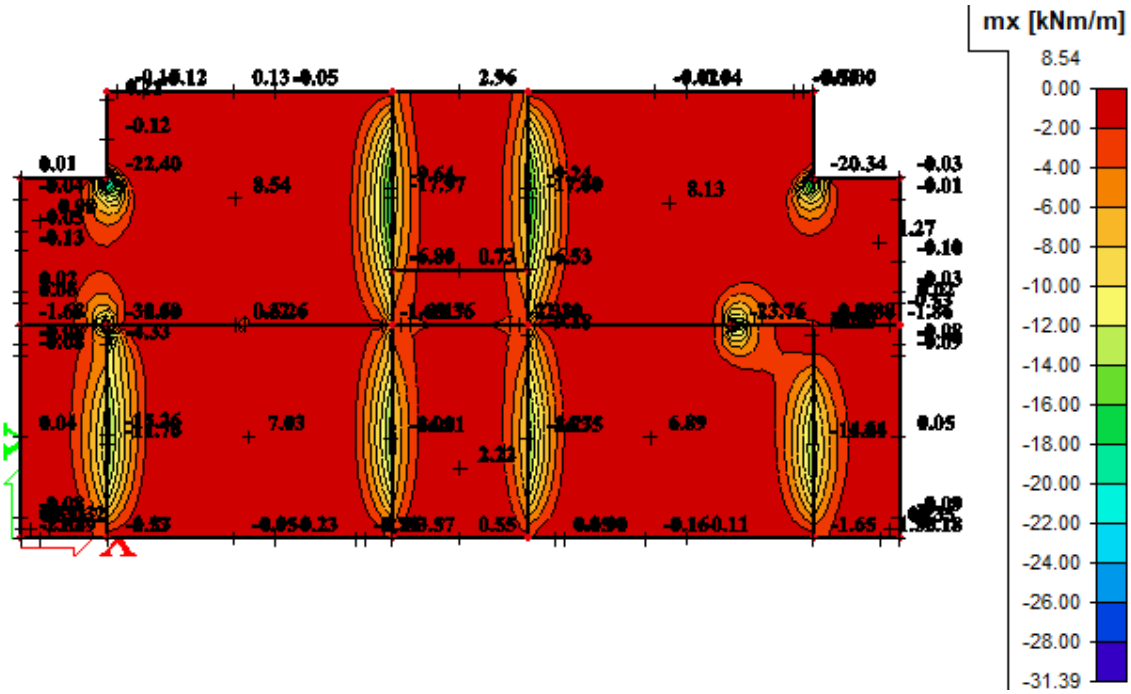


Slika 8.1 Prikaz modela

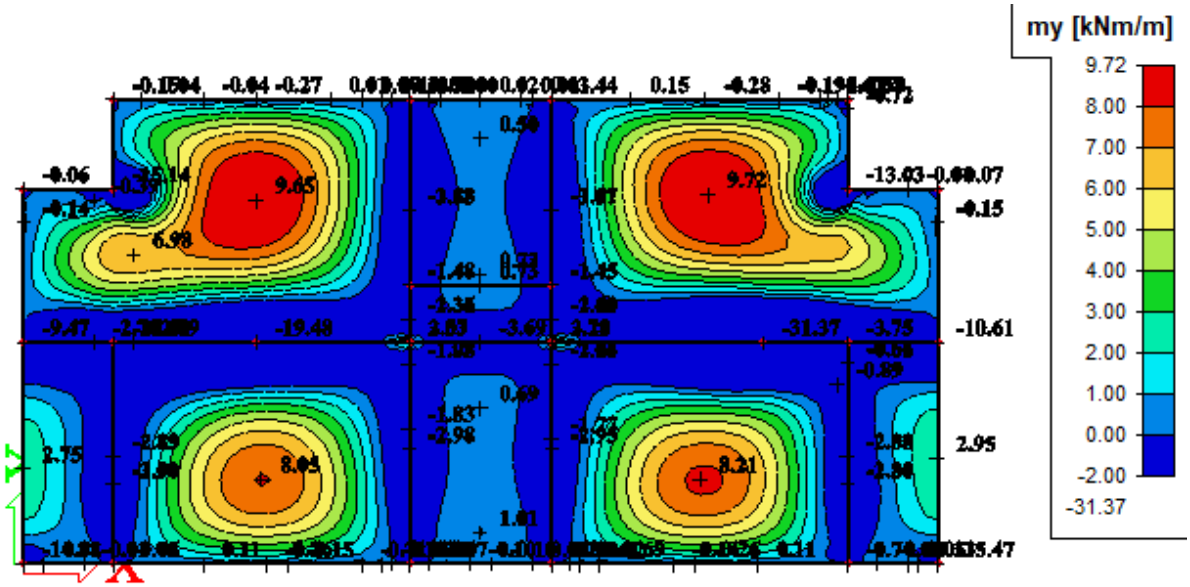
Zbog loše preglednosti dijagrama rezultati momenata savijanja prikazani su zasebno u polju i zasebno na ležajevima.



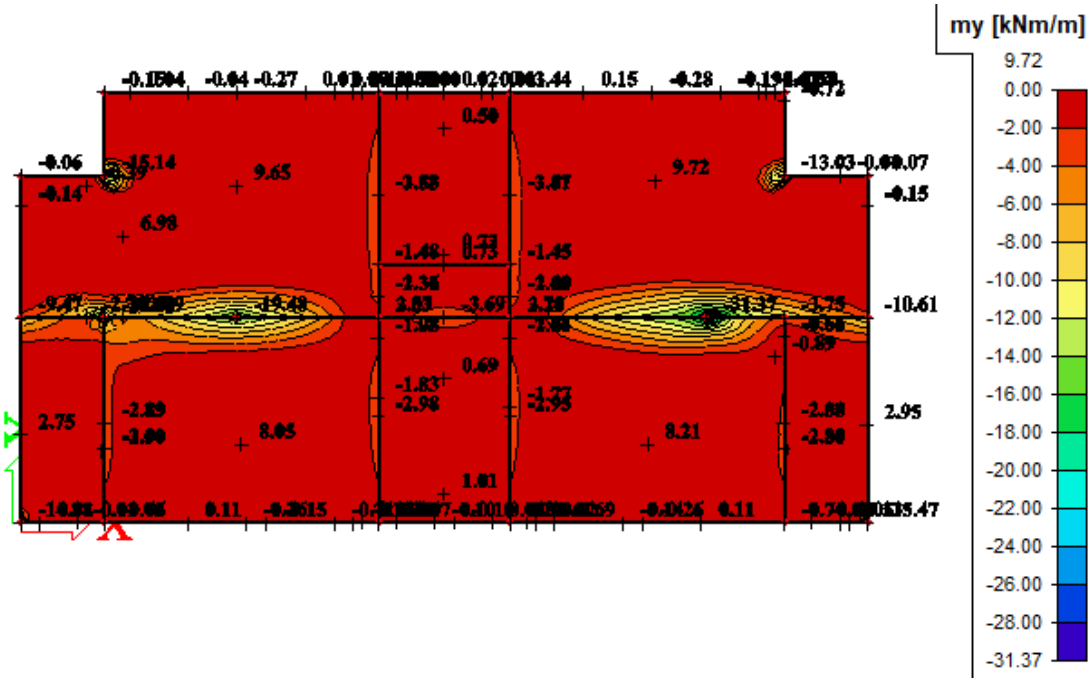
Slika 8.2 Moment savijanja (polje) $M_{Ed,x}$ (kNm/m) za GSN-1



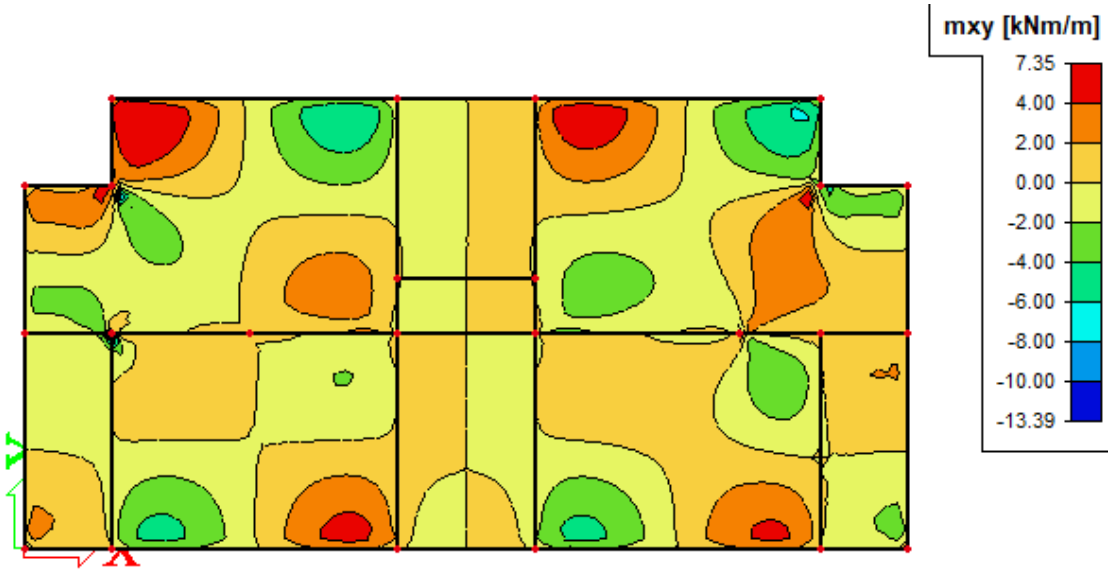
Slika 8.3 Moment savijanja (ležaj) $M_{Ed,x}$ (kNm/m) za GSN-1



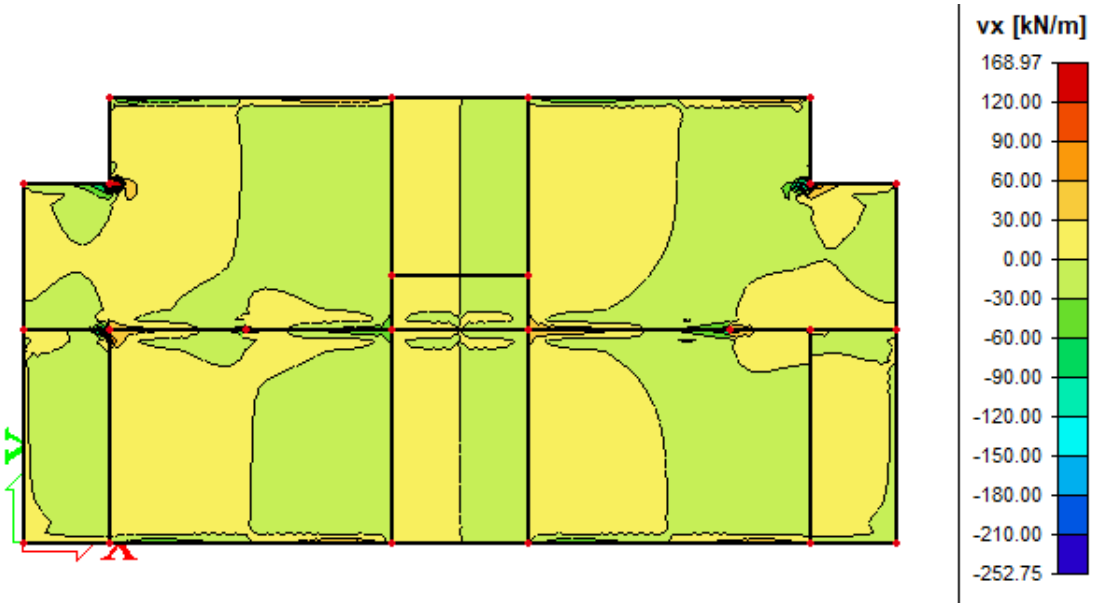
Slika 8.4 Moment savijanja (polje) $M_{Ed,y}$ (kNm/m) za GSN-1



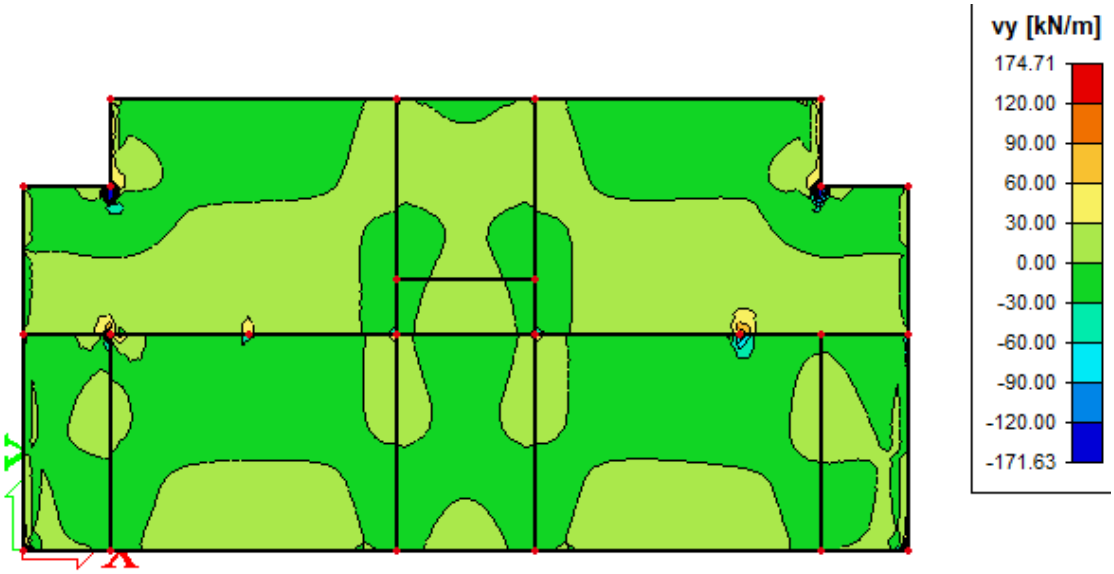
Slika 8.5 Moment savijanja (ležaj) $M_{Ed,y}$ (kNm/m) za GSN-1



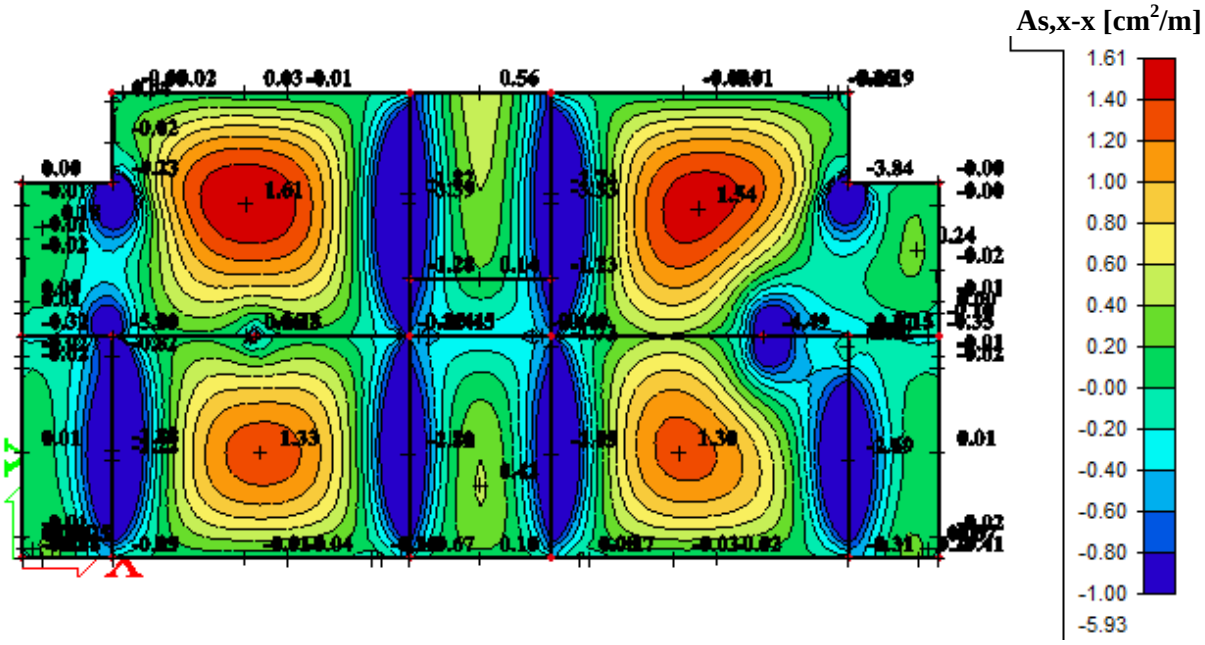
Slika 8.6 Moment savijanja $M_{Ed,xy}$ (kNm/m) za GSN-1



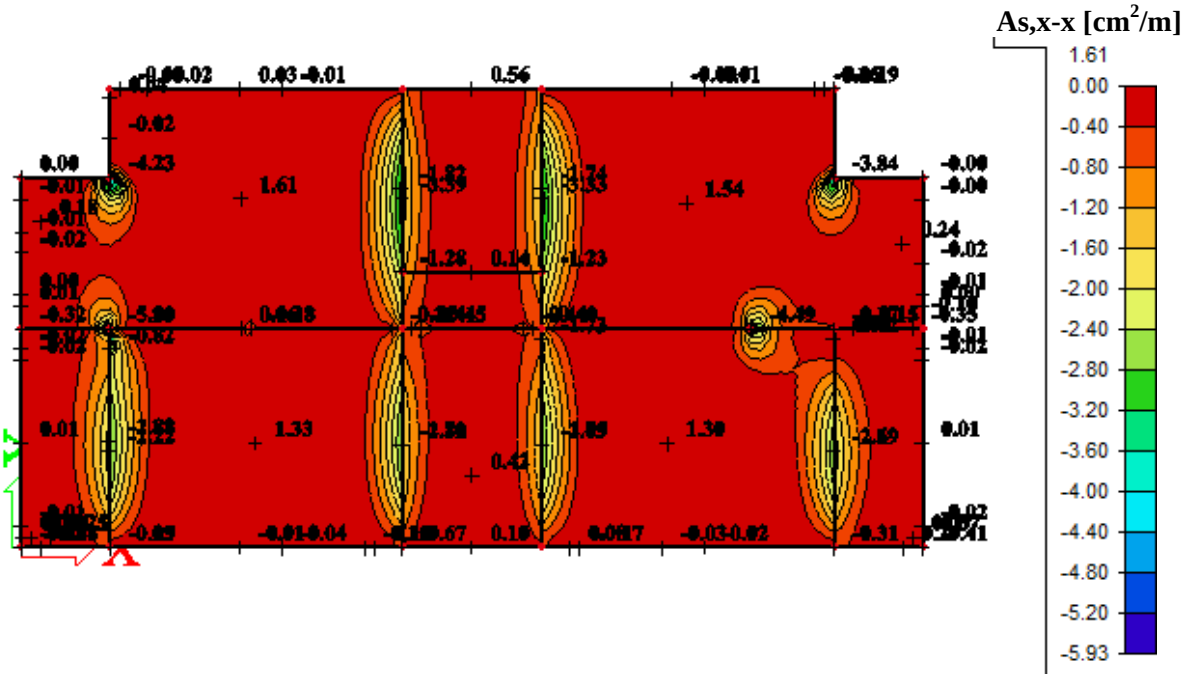
Slika 8.7 Poprečne sile $V_{Ed,x}$ (kN/m) za GSN-1



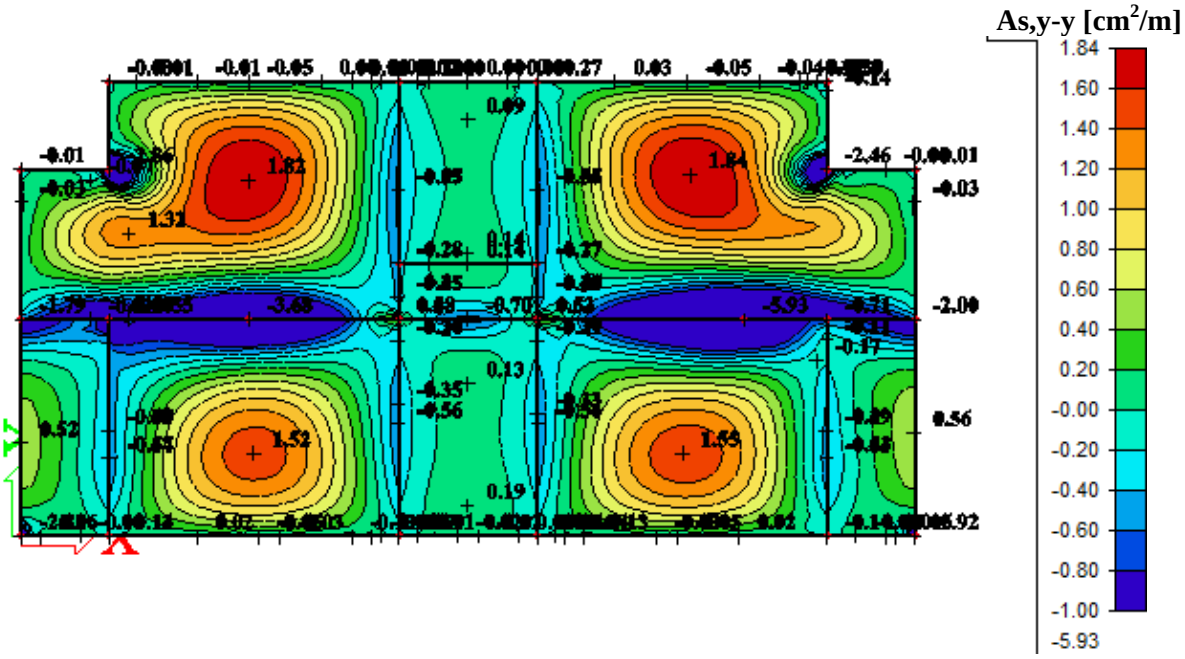
Slika 8.8 Poprečne sile $V_{Ed,y}$ (kN/m) za GSN-1



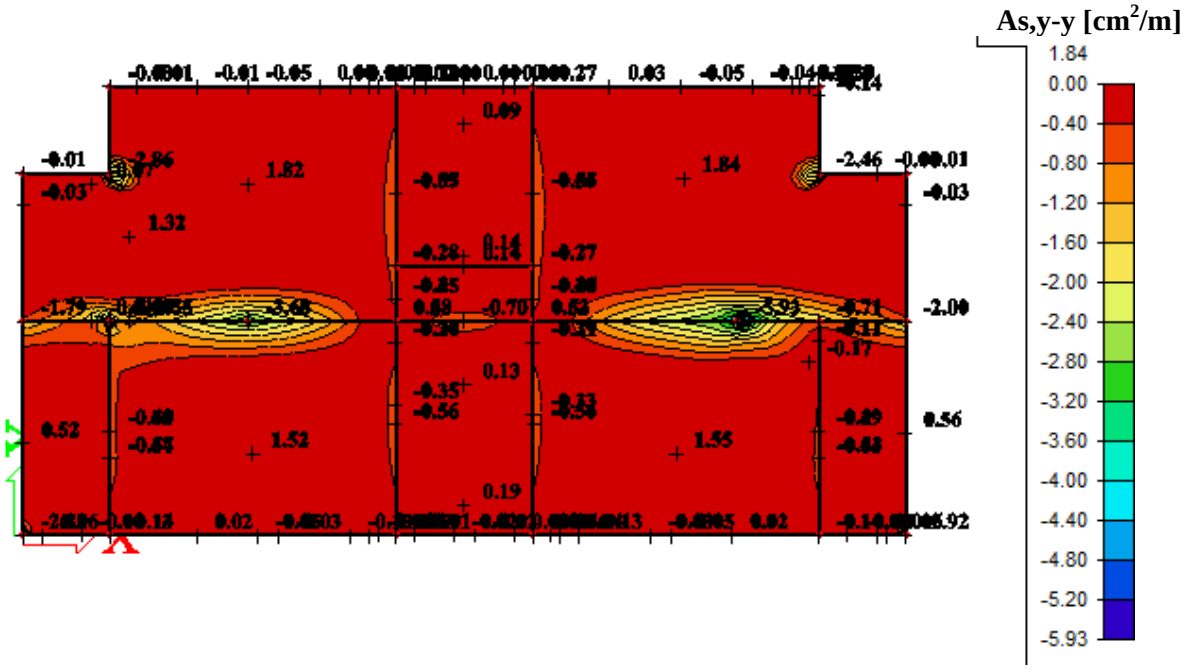
Slika 8.9 Armatura u ploči smjer As,x-x (polje) (cm^2/m) za GSN-1



Slika 8.10 Armatura u ploči smjer As,x-x (ležaj) (cm^2/m) za GSN-1

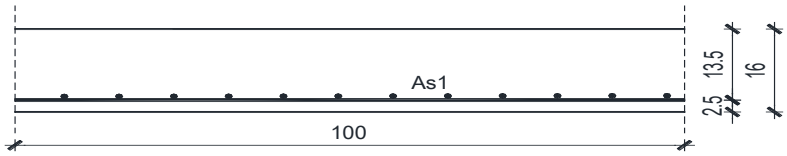


Slika 8.11 Armatura u ploči smjer As,y-y (polje) (cm^2/m) za GSN-1



Slika 8.12 Armatura u ploči smjer As,y-y (ležaj) (cm^2/m) za GSN-1

8.1.1 Dimenzioniranje ploče na moment savijanja



Slika 8.13 Poprečni presjek ploče

h=16 cm
zaštitni sloj: a=2.0 cm; d=13.5 cm

Beton: C 25/30
f_{ck}=25.0 MPa
E_{cm}=30.0 GPa

Armatura: B 500B
f_y=500 MPa

Napomena: Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.
Armatura u polju 1.84 cm^2*1.25=2.30 cm^2
Armatura na ležaju 2.69 cm^2*0.85=2.28 cm^2

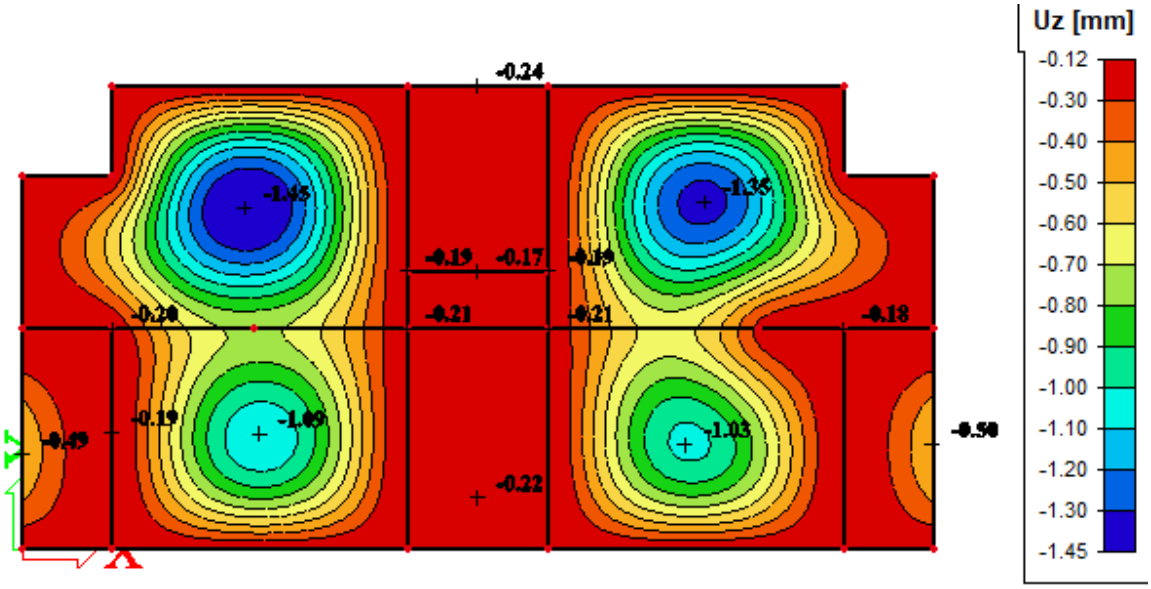
ODABRANA ARMATURA
Polje Q-257 (2.57 $cm^{2/}$m)
Ležaj1 Q-257 (2.57 cm^2/m) / vidjeti u grafičkom prilogu
Ležaj2 Q-335 (3.35 cm^2/m) / vidjeti u grafičkom prilogu

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke Φ10 u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

Armaturni plan krovne ploče za donju i gornju zonu priloženi su u grafičkim prilozima.

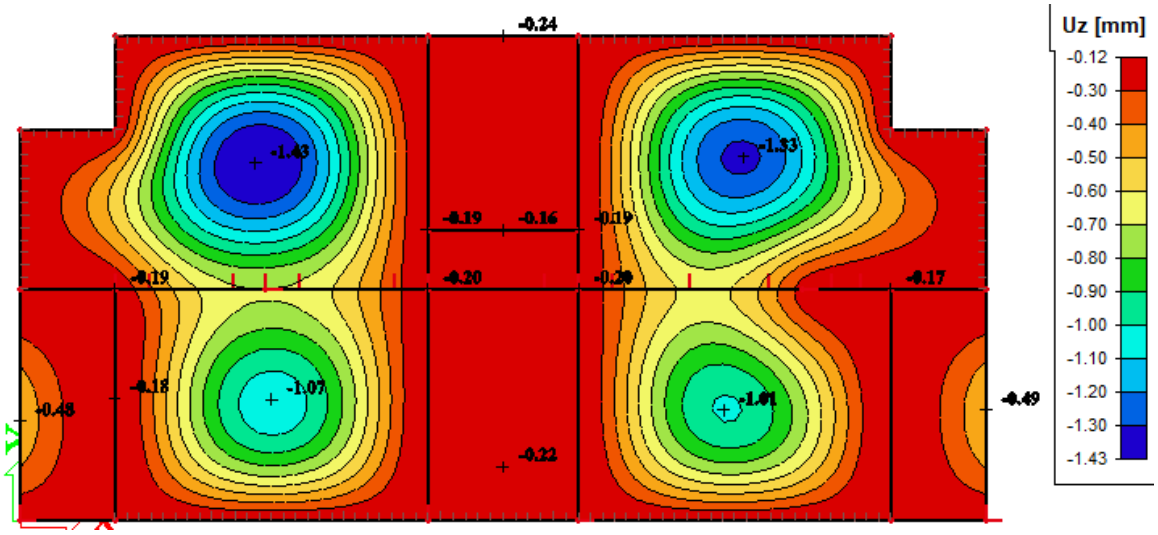
8.2 Kontrola progiba i pukotina krovne ploče

8.2.1 Kontrola progiba



Slika 8.14 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

Najveći progib iznosa je 1,45 mm
Dozvoljen progib L/1000 =460/1000 =4,6 mm
Krovna ploča zadovoljava na progibe.

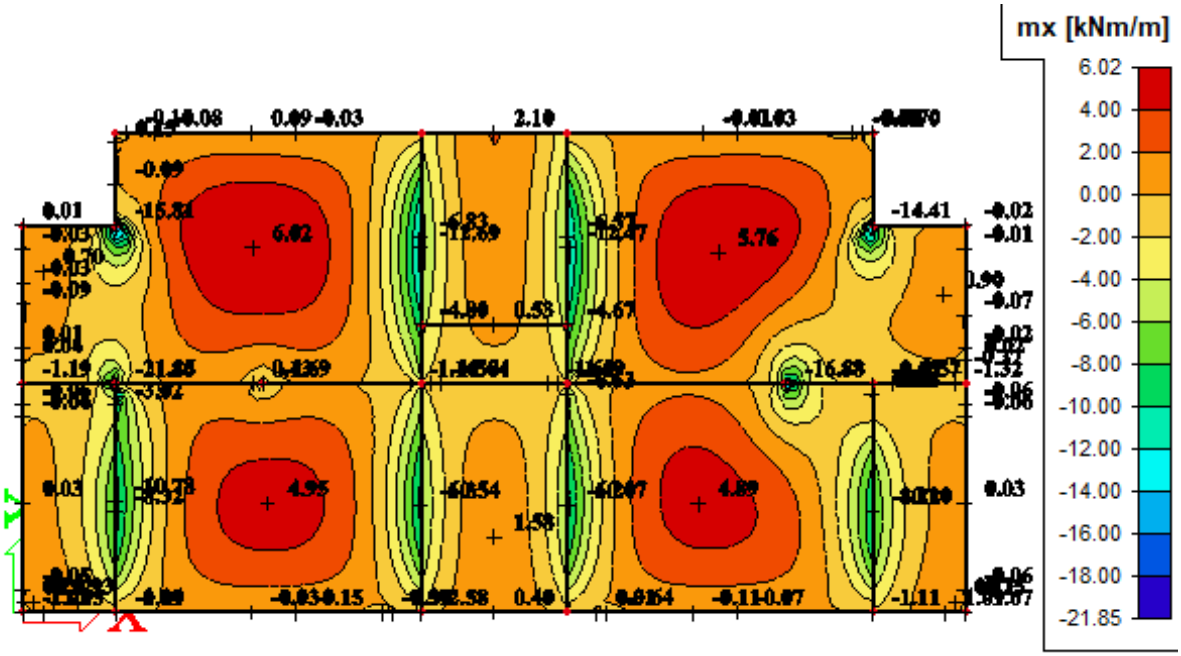


Slika 8.15 Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

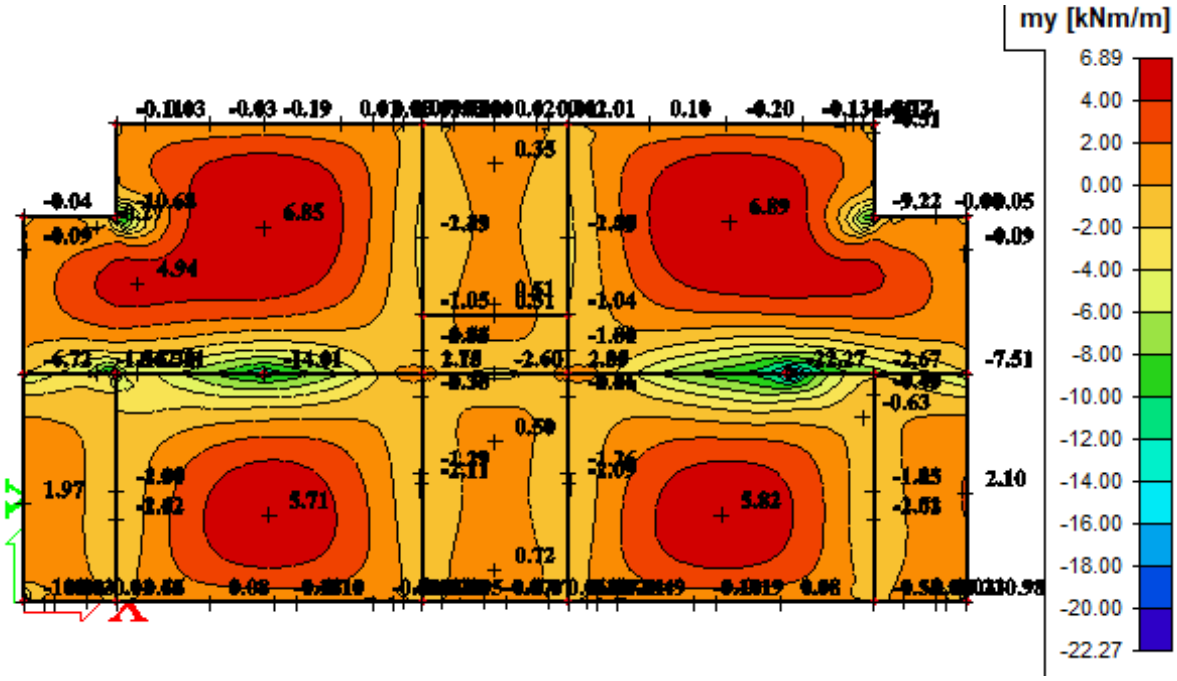
Najveći progib iznosa je 1,43 mm
Dozvoljen progib L/1250 =460/1250 =3,68 mm
Krovna ploča zadovoljava na progibe.

8.2.2 Kontrola pukotina

U priložena dva dijagrama odabire se najveći moment savijanja koji će biti mjerodavan kod izračuna širine pukotina.



Slika 8.16 Moment savijanja $M_{Ed,x}$ (kNm/m) za GSU-1



Slika 8.17 Moment savijanja $M_{Ed,y}$ (kNm/m) za GSU-1

Mjerodavni moment M=6,89 kNm/m

Prognozna širina pukotine:

$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Vrijednost $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ određuje se prema izrazu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \dfrac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \left(1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff}\right)}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$x = \frac{\alpha_{eI} \cdot A_{S1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{eI} \cdot A_{S1}}}\right) = \frac{7.0 \cdot 2.57}{100} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 13.5}{7.0 \cdot 2.57}}\right) = 2.03\, cm$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \dfrac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{689}{\left(13.5 - \dfrac{2.03}{3}\right) \cdot 2.57} = 20.90 \frac{kN}{cm^2} = 209.0\, MPa$$

Za C 25/30 ⇨ $f_{ct,eff} = 2.6\, MPa$

A_{s1} = Q-257 = 2.57 cm^2

$E_{cm} = 30.0\, GPa = 30000.0\, MPa$ - modul elastičnosti betona

$E_s = 210.0\, GPa = 210000.0\, MPa$ - modul elastičnosti armature

$k_t = 0.4$ - Dugotrajno opterećenje

$\alpha_e = \dfrac{E_s}{E_{cm}} = \dfrac{210}{30} = 7.0$ - Odnos modula elastičnosti

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{2.57}{100 \cdot (2.5 \cdot 2.5)} = 0.0041$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{209.0 - 0.4 \dfrac{2.6}{0.0041}(1 + 7.0 \cdot 0.0041)}{21000000} \geq 0.6 \cdot \frac{209.0}{21000000}$$

$$-0.000247 \geq 0{,}000597$$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0.000597$

Srednji razmak pukotina:

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} \quad [mm]$$

$\phi = 7.0\, mm$ -

$c = 20\, mm$ - Zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1 = 0.8$ - Rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$ - Savijanje

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$$s_{r,\max} = 3.4 \cdot 20 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{7}{0.0041} = 358{,}24 mm$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 358.24 \cdot 0.000597 = 0.21 mm < w_g = 0.3 mm$$

- Pukotine zadovoljavaju!

9. PRORAČUN AB GREDA

Limitirajući moment:

$$M_{Rd,\lim} = \mu_{sd,\lim} \cdot b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.159 \cdot 0.2 \cdot 0.47^2 \cdot 16.66 \cdot 1000 = 117.03\, kNm$$

Minimalna i maksimalna armatura za grede:

$$A_{s,\min}^{poje} = 0.0015 \cdot b_w \cdot d = 0.0015 \cdot 20 \cdot 47 = 1.41 cm^2$$

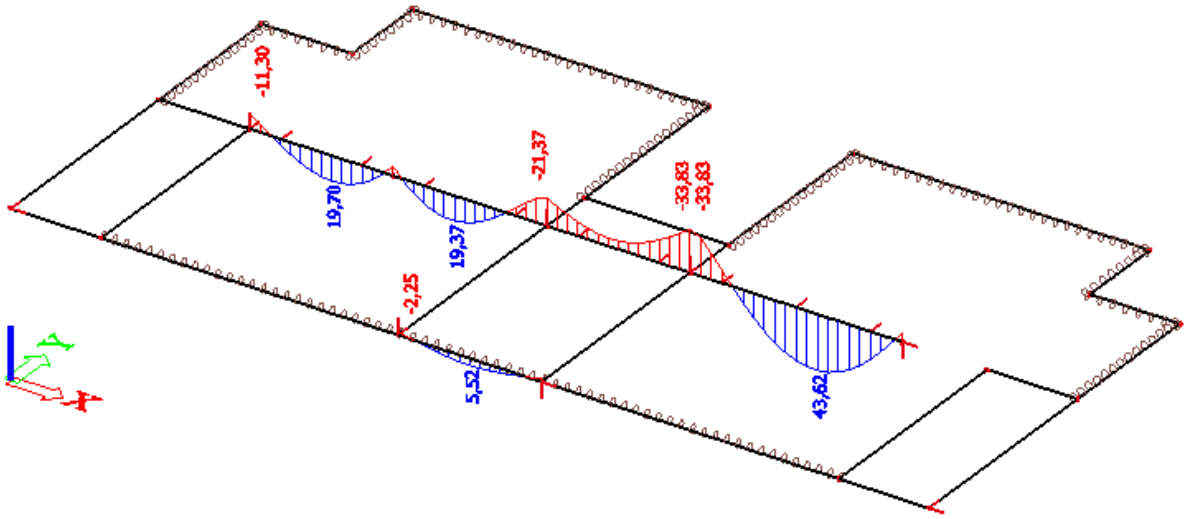
$$A_{s,\min}^{ležaj} = 0.0015 \cdot b_{eff} \cdot d = 0.0015 \cdot 88 \cdot 47 = 6.02 cm^2$$

$$A_{s,\max}^{polje} = 0.31 \cdot b_w \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.31 \cdot 20 \cdot 47 \cdot \frac{16.66}{434.8} = 11.16 cm^2$$

$$A_{s,\max}^{ležaj} = 0.85 \cdot b_{eff} \cdot h_f \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.85 \cdot 88 \cdot 50 \cdot \frac{16.66}{434.8} = 143.3 cm^2$$

9.1 Međukatna greda

9.1.1 Prikaz rezultata proračuna



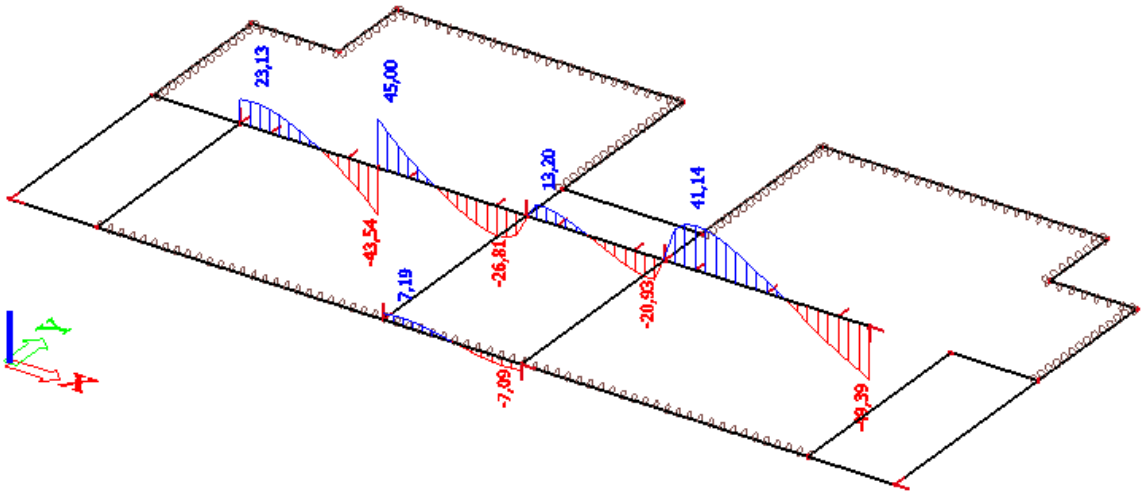
Slika 9.1 Moment savijanja $M_{Ed,y}$ (kNm) za GSN-1

Napomena: Preraspodjela momenta savijanja u gredama, moment u polju povećati za 30 % , a moment nad ležajem smanjiti za 15 %.

Mmax,polje1=19,70*1.30= 25.61 kNm

Mmax,polje2 =43,62*1.30= 56.70 kNm

Mmax,ležaj = 33,83*0.85= 28.76kN

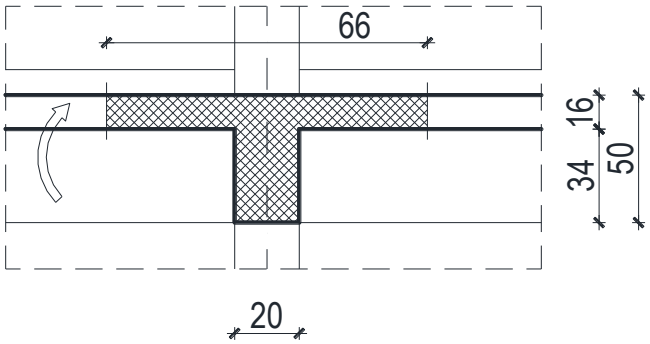


Slika 9.2 Poprečne sile $V_{Ed,z}$ (kN) za GSN-1

9.1.2 Dimenzioniranje na moment savijanja

Polje 1

Utjecajna širina: $b_{eff} = b_0 + \frac{l_0}{5} \quad \Rightarrow \quad b_{eff} = 20 + \frac{0.85 \cdot 270}{5} = 65.9\,cm$



Slika 9.3 Poprečni presjek grede (polje1)

$$M_{Ed} = 25.61\,kNm$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2561}{65.9 \cdot 47^2 \cdot 1.67} = 0.011$$

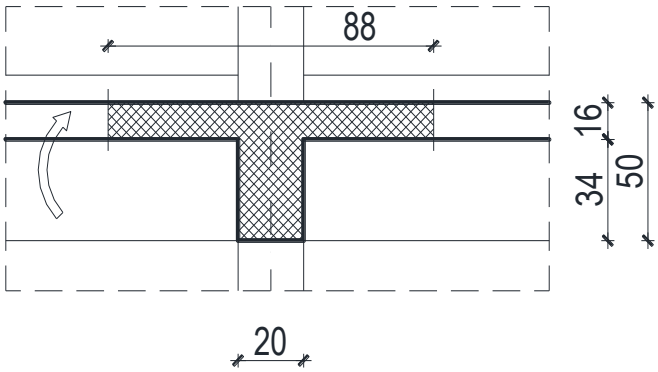
Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0\,‰ \quad \varepsilon_{c2} = 0.6‰ \quad \xi = 0.057 \quad \zeta = 0.981$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2561}{0.981 \cdot 47 \cdot 43.5} = 1.27\,cm^2$$

Odabrano 2Ø12 (As=2.26 cm^2)

Polje 2

Utjecajna širina: $b_{eff} = b_0 + \frac{l_0}{5} \quad \Rightarrow \quad b_{eff} = 20 + \frac{0.85 \cdot 400}{5} = 88\,cm$



Slika 9.4 Poprečni presjek grede (polje2)

$M_{Ed} = 56.70\,kNm$

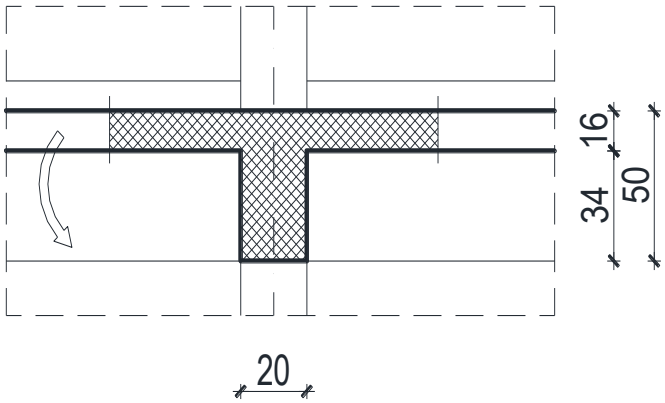
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{fw} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5670}{88 \cdot 47^2 \cdot 1.67} = 0.017$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0\,‰ \quad \varepsilon_{c2} = 0.7\,‰ \quad \xi = 0.065 \quad \zeta = 0.977$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5670}{0.977 \cdot 47 \cdot 43.5} = 2.84\,cm^2$$

Odabrano 3Ø12 (As=3.39 cm^2)

Ležaj



Slika 9.5 Poprečni presjek grede (ležaj)

$$M_{Ed} = 28.76\,kNm$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{fw} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{2876}{20 \cdot 47^2 \cdot 1.67} = 0.039$$

Očitano: $\varepsilon_{s1} = 10.0$ ‰ $\quad \varepsilon_{c2} = 1.2$ ‰ $\quad \xi = 0.107 \quad \zeta = 0.962$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{2876}{0.962 \cdot 47 \cdot 43.5} = 1.46\,cm^2$$

Odabrano 2Ø12 (As=2.26 cm^2)

9.1.3 Dimenzioniranje na poprečnu silu

V_{Ed}= 49,39 kN

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{470}} = 1.65 \le 2.0 \quad \Rightarrow \quad k = 1.65$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0.0$$

$$C_{Rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.5 = 0.12$$

$$\sum A_s = 2\phi 12 + 2\phi 12 = 2.26 + 2.26 = 4.52\,cm^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{4.52}{20 \cdot 50} = 0.0045$$

$$V_{Rd,c} = \left[0.12 \cdot 1.65 \cdot (100 \cdot 0.0045 \cdot 25.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.0\right] \cdot 200 \cdot 470$$

$$V_{Rd,c} = 41060.69\,N = 41.06\,kN$$

$V_{Rd,c}$ mora biti veća od:

$$V_{Rd,c} \ge \left[\nu_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0.15$$

$$\nu_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.66^{3/2} \cdot 25.0^{1/2} = 0.374$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = 0.0$$

$$V_{Rd,c} \ge 0.374 \cdot 200 \cdot 470$$

$$V_{Rd,c} \ge 35156\,N = 35.16\,kN$$

Uvjet je zadovoljen.

$$V_{Ed,\max} = V_{Ed} = 49.39\,kN$$
$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot \nu \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$
$$\nu = 0.6\left[1.0 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0.6\left[1.0 - \frac{25}{250}\right] = 0.54$$
$$V_{Rd,\max} = 0.5 \cdot 0.54 \cdot 200 \cdot 470 \cdot 16.67 = 4230846\ N = 423.08 kN > V_{Ed,\max} = V_{Ed}$$

$$V_{Ed,\max} / V_{Rd,\max} = 49.39/423.08 \approx 0.12 \Rightarrow V_{Ed} = 0.12\, V_{Rd,\max}$$
$$s_{\max} = \min\{0.75 \cdot d;\ 30.0\,cm\} =$$
$$\min\{0.75 \cdot 46 = 34.5;\ 30.0\} \quad \Rightarrow \quad s_{\max} = 30.0\,cm$$
$$\rho_{\min} = 0.00090$$

Potrebna računska poprečna armatura!

$$A_{sw,\min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0009 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.27\,cm^2$$

Odabrane minimalne spone: **Ø8/30** (A_{sw}=0.50 cm^2)

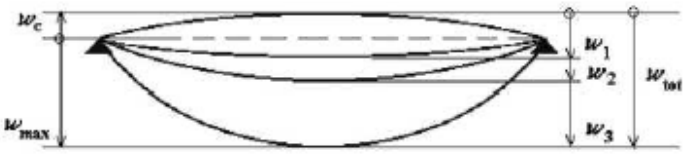
$$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; \quad B\,500B \quad \Rightarrow \quad f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.8\,MPa = 43.48\,kN/cm^2$$
$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg\,\theta$$
$$V_{Rd,s} = \frac{0.50}{30} \cdot (0.9 \cdot 47) \cdot 43.48 \cdot 2 = 61.31\,kN$$
$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

Postaviti spone **Ø8/20** (A_{sw}=0.50 cm^2)

Na mjestima spoja grede sa stupom i na mjestima spoja greda za zidovima progušćuju se spone, pa uzimamo razmak između spona 15 cm.

Armaturni plan grede priložen je u grafičkim prilozima.

9.1.4 Kontrola progiba

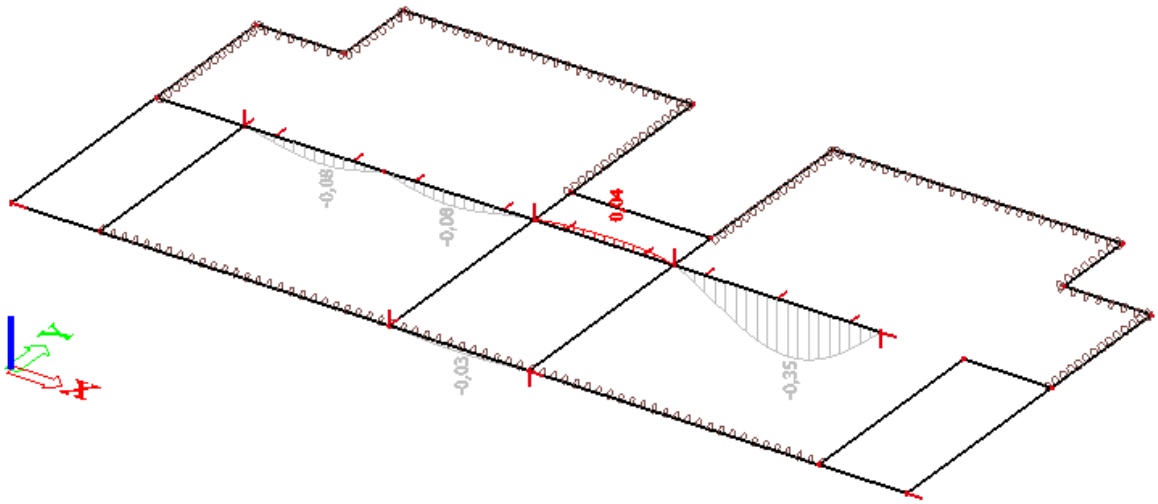


Slika 9.6 Prikaz progiba grede

w_c -nadvišenje neopterećenog konstruktivnog elementa
w_1 - početni progib od stalnog opterećenja
w_2 - dugotrajni progib od stalnog opterećenja
w_3 - progib od promjenjivog opterećenja
w_{max} – ukupni progib

Konstrukcija	w_{max}	w_2+w_3
krovišta	L/200	L/250
Prohodna krovišta	L/250	L/300
stropovi	L/250	L/300
stropovi/krovovi sa žbukom ili drugim krhkim završnim slojevima ili nesavitljivim pregradama	L/300	L/350
stropovi koje podupiru stupovi (osim ako je progib uzet u obzir u sklopu proračuna za granično stanje nosivosti)	L/400	L/500
kada w_{max} može narušiti izgled zgrade	L/250	–

Tablica 9.1 Ograničenje vertikalnih progiba za karakterističnu kombinaciju



Slika 9.7 Progib grede (mm) za kombinaciju GSU-1

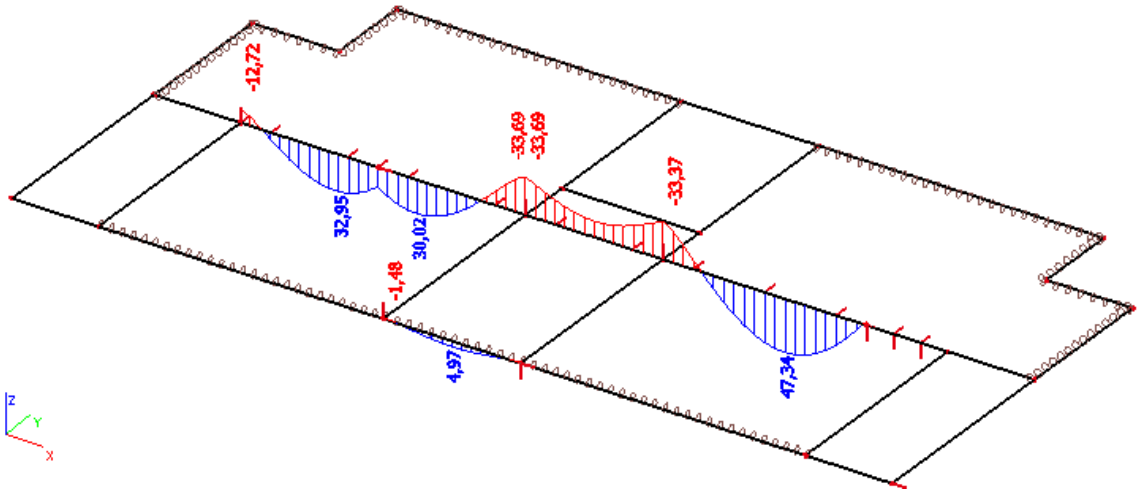
Najveći progib iznosa je 0,35 mm

Dozvoljen progib L/250 =400/250 =1,6 cm

Međukatna greda zadovoljava na progibe.

9.2 Krovna greda

9.2.1 Prikaz rezultata proračuna



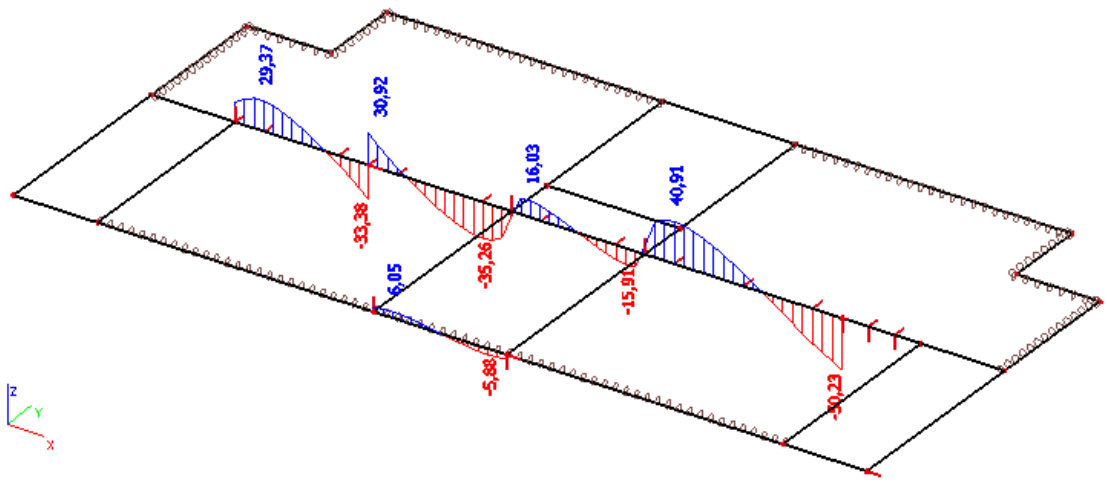
Slika 9.8 Moment savijanja $M_{Ed,y}$ (kNm) za GSN-1

Napomena: Preraspodjela momenta savijanja u gredama, moment u polju povećati za 30 % , a moment nad ležajem smanjiti za 15 %.

Mmax,polje1=32.95*1.30= 42.84 kNm

Mmax,polje2=47,34*1.30= 61.54 kNm

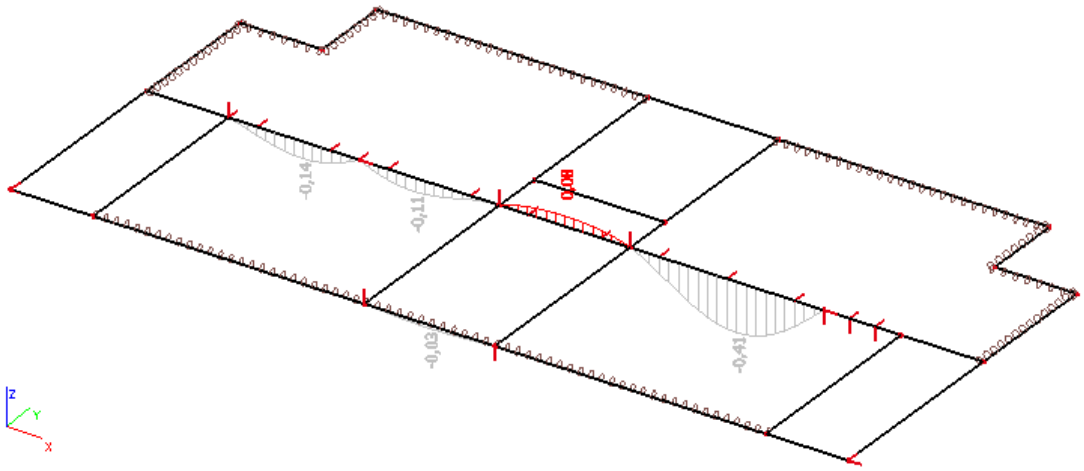
Mmax,ležaj= 33,69*0.85= 28.63kN



Slika 9.9 Poprečne sile $V_{Ed,z}$ (kN) za GSN-1

Nema velikih promjena u momentnom dijagramu ni u dijagramu poprečnih sila pa se krovna greda armira isto kao i međukatne grede.

9.2.2 Kontrola progiba



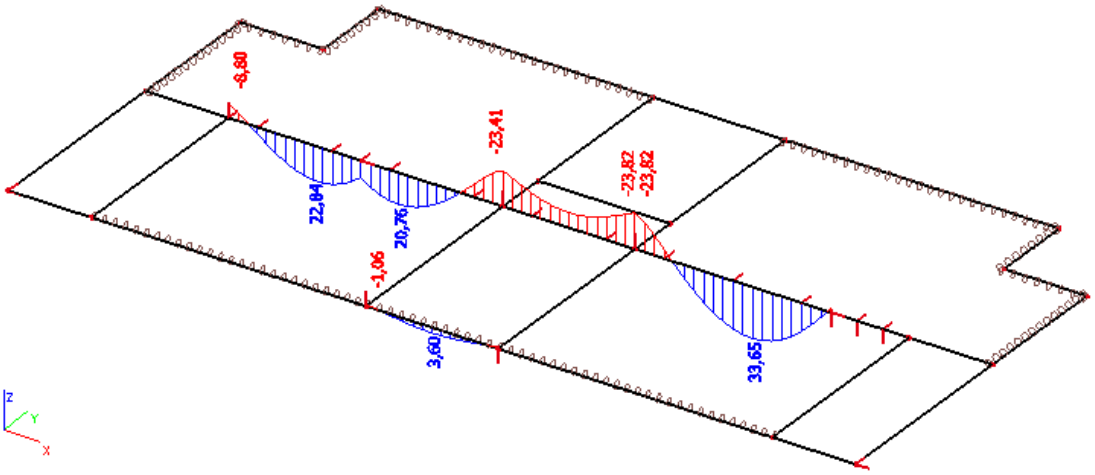
Slika 9.10 Progib grede (mm) za kombinaciju GSU-1

Najveći progib iznosa je 0,41 mm

Dozvoljen progib L/250 =400/250 =1,6 cm

Krovna greda zadovoljava na progibe.

9.2.3 Kontrola pukotina



Slika 9.11 Moment savijanja $M_{Ed,y}$ (kNm) za GSU-1

Mmax= 33,65 kN

Prognozna širina pukotine:

$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Vrijednost $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ određuje se prema izrazu:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \dfrac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}\left(1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff}\right)}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$x = \frac{\alpha_{eI} \cdot A_{S1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{eI} \cdot A_{S1}}}\right) = \frac{7.0 \cdot 3.39}{20} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 20 \cdot 47}{7.0 \cdot 3.39}}\right) = 9.33\, cm$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \dfrac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{3365}{\left(47 - \dfrac{9.33}{3}\right) \cdot 3.39} = 23.14 \frac{kN}{cm^2} = 231.4\, MPa$$

Za C 25/30 ⇨ $f_{ct,eff} = 2.6\, MPa$

$A_{s1} = 3\Phi 12 = 3.39\ cm^2$

$E_{cm} = 30.0\, GPa = 30000.0\, MPa$ - modul elastičnosti betona

$E_s = 210.0\, GPa = 210000.0\, MPa$ - modul elastičnosti armature

$k_t = 0.4$ - Dugotrajno opterećenje

$\alpha_e = \dfrac{E_s}{E_{cm}} = \dfrac{210}{30} = 7.0$ - Odnos modula elastičnosti

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{3.39}{20 \cdot (2.5 \cdot 4)} = 0.017$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{231.4 - 0.4 \frac{2.6}{0.017}(1 + 7.0 \cdot 0.017)}{21000000} \geq 0.6 \cdot \frac{231.4}{21000000}$$

$$0.000775 \geq 0{,}000661$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0.000775$$

Srednji razmak pukotina:

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} \quad [mm]$$

$\phi = 12\,mm$ -

$c = 25\,mm$ - Zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1 = 0.8$ - Rebrasta armatura

$k_2 = 0.5$ - Savijanje

$k_3 = 3.4$

$k_4 = 0.425$

$$s_{r,\max} = 3.4 \cdot 25 + 0.8 \cdot 0.5 \cdot 0.425 \cdot \frac{12}{0.017} = 205.0\,mm$$

Karakteristična širina pukotine:

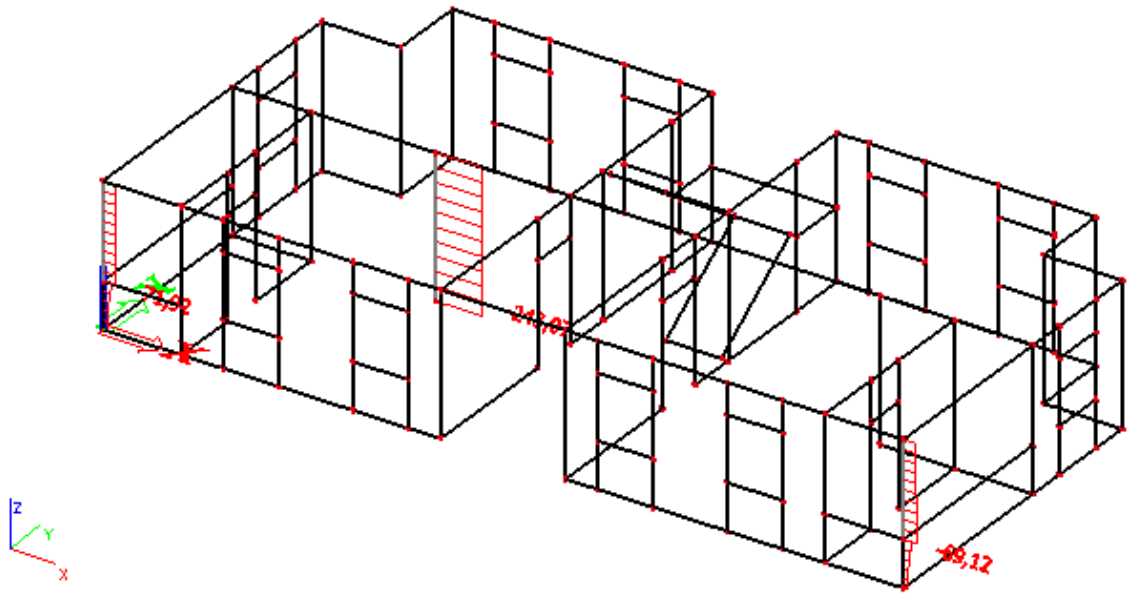
$$w_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 205.0 \cdot 0.000775 = 0.16\,mm < w_g = 0.3\,mm$$

- Pukotine zadovoljavaju!

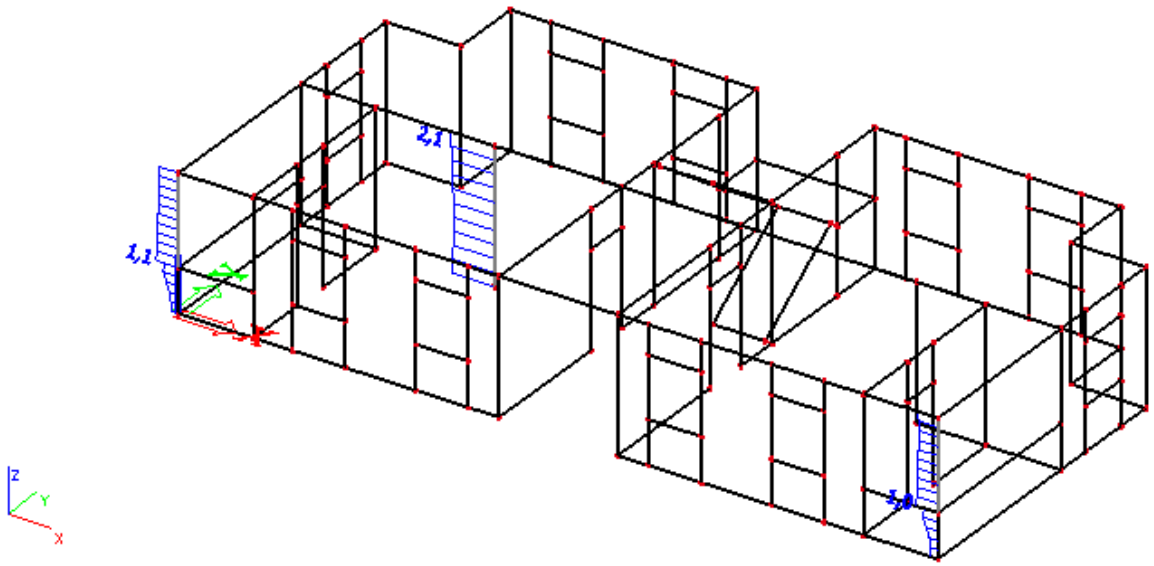
10. PRORAČUN STUPOVA

Za stupove koji ne preuzimaju sile potresa:
-Minimalne dimenzije presjeka stupova b_{min}=20 cm.
-Horizontalni razmak vertikalne armature stupova ≤ 40 cm.
-Min. i max. % armature za stupove: $A_{s,min}=0.003 \cdot b \cdot h$; $A_{s,max}=0.040 \cdot b \cdot h$
-$A_{s,min}=4\phi12$

Ograničenja naprezanja u betonu
Ograničenje srednjeg tlačnog naprezanja:
$\sigma_c \leq 0.45\ f_{ck}$ za nazovistalnu kombinaciju GSU2=1.0G + Ψ_2Q=1.0G + 0.3Q
za C25/30, $\sigma_c \leq 0.45*25=11.25$ MPa



Slika 10.1 Uzdužne sile u stupovima N_{Ed} (kN) za GSU-2



Slika 10.2 Srednje tlačno naprezanje u stupovima $\sigma_{c,Ed}$ (MPa) za GSU-2

Beton: C25/30; f_{ck}=25Mpa

Kontrolira se srednje tlačno naprezanje u stupu za nazovistalnu kombinaciju:

GSU-2 = 1.0G +Ψ_{2i}*Qi = 1.0G +0.3Q1

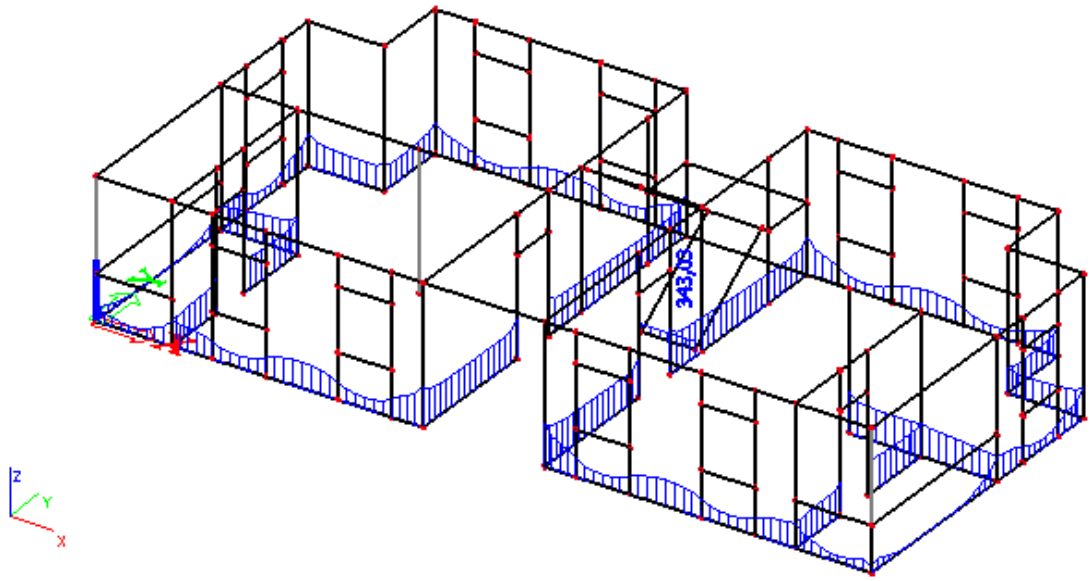
$\sigma_{c,ed} \leq 0.45\ f_{ck}$

za C 25/30: 0.45 f_{ck} = 0.45*25 = 11.25 MPa

U niti jednom stupu (dimenzije prema planu pozicija) nije prekoračeno srednje tlačno naprezanje.

11. PRORAČUN TEMELJA

U nastavku su prikazani rezultati iz globalnog modela. Veza zidova sa podlogom je u numeričkom modelu modelirana kao upeta. Prikazane su linijske reakcije na mjestima oslanjanja zidova na temeljne trake.
Najmanje dimenzije poprečnog presjeka betonskih temeljnih greda: $h_{w,min}$ = 0.5 m
Najmanji omjer armiranja betonskih temeljnih greda: $\rho_{b,min}$ = 0.004



Slika 11.1 Linijske reakcije na mjestima oslanjanja zidova na temeljne trake [kN/m] za kombinaciju GSN-1

Odabrana je maksimalna uprosječena linijska reakcija u iznosu od 343 kN/m.

Vrijednost dopuštenog kontaktnog naprezanja je 500 kN/m^2.

Širina temeljne trake određena je na sljedeći način.

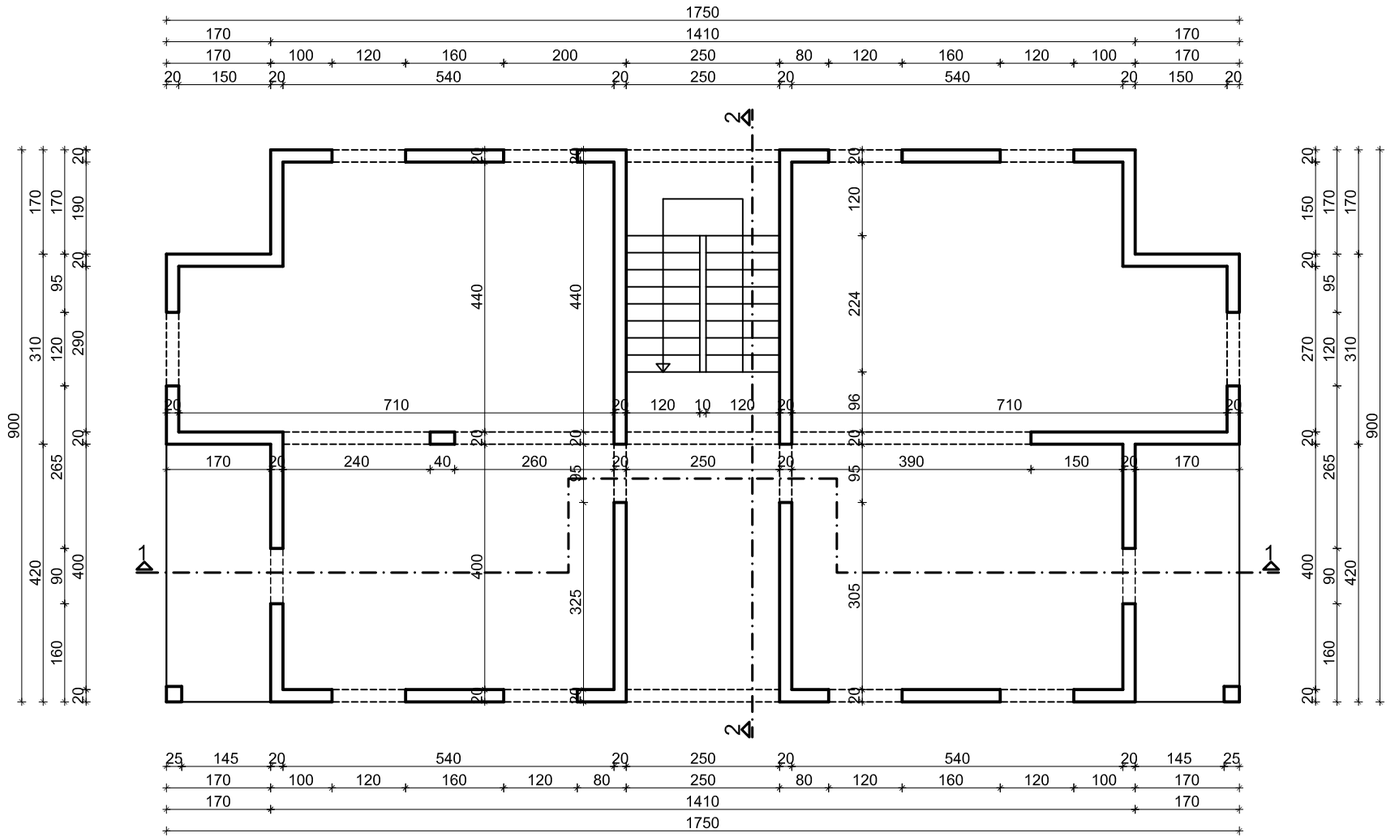
$$b \geq \frac{343}{500} = 0.686m$$

Usvoje na širina temeljne stope je 0.7 m ; b/h=70/50 cm.

12. GRAFIČKI PRILOZI

Redom su priloženi:	- Tlocrt karakteristične etaže	M 1:100
	- Presjek 1-1,2-2	M 1:100
	- Armatura međukatne ploče-donja zona	M 1:100
	- Armatura međukatne ploče-gornja zona	M 1:100
	- Armatura krovne ploče-donja zona	M 1:100
	- Armatura krovne ploče-gornja zona	M 1:100
	- Armatura grede	M 1:100

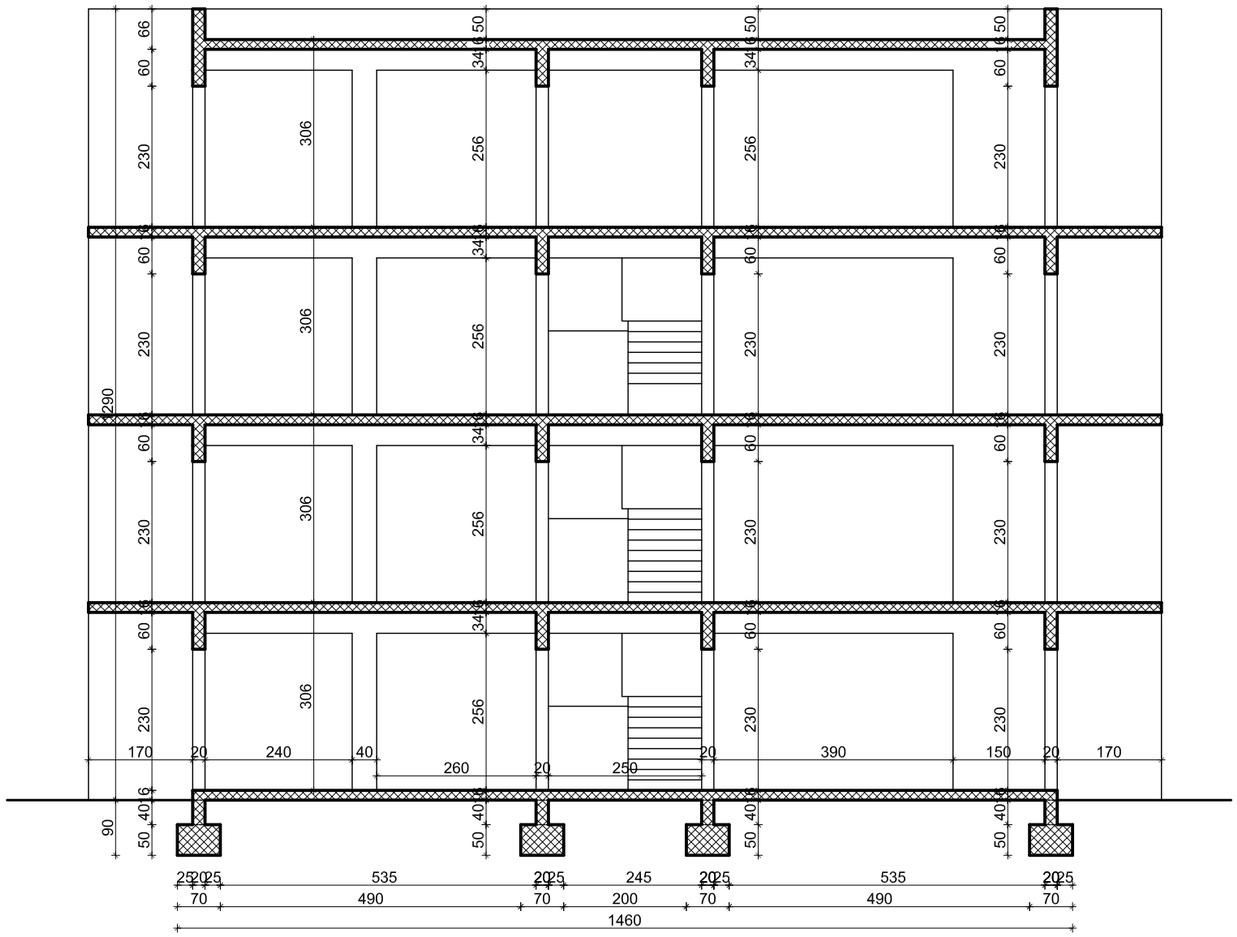
TLOCRT KARAKTERISTIČNE ETAŽE M 1:100



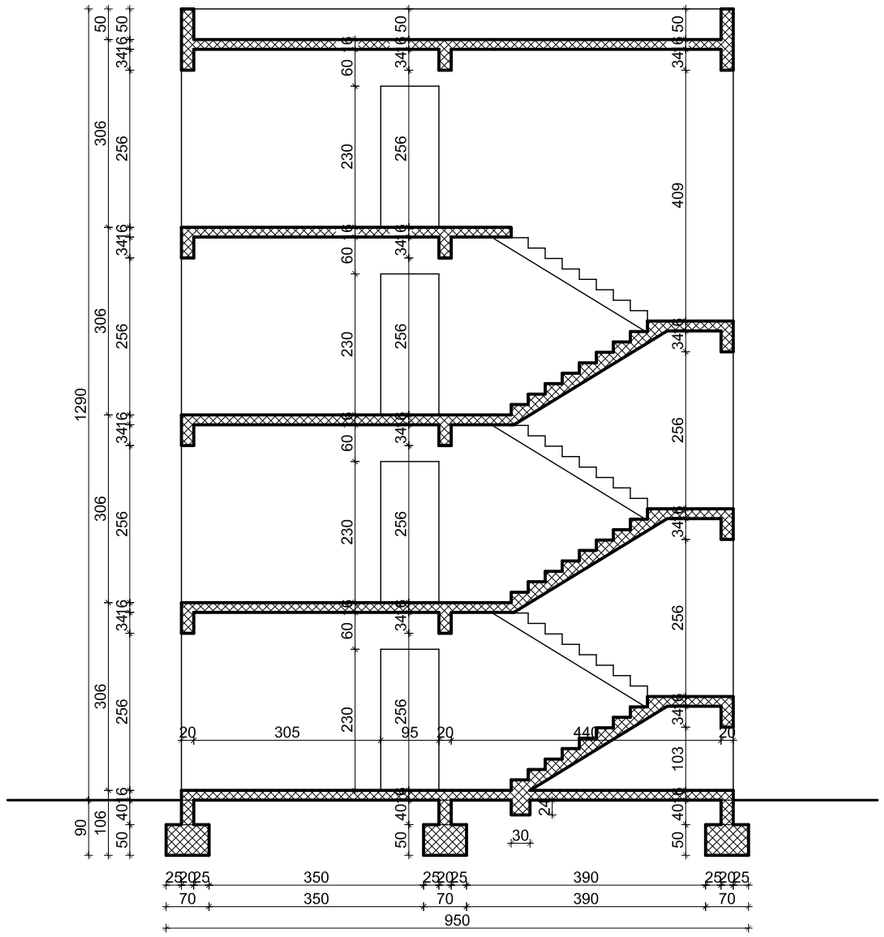
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad		
TEMA	STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE	
STUDENT	Duje Pavić	
SADRŽAJ	Tlocrt karakteristične ezaže	MJERILO 1:100
DATUM	2018	BROJ PRILOGA 1

PRESJEK 1-1 M 1:100



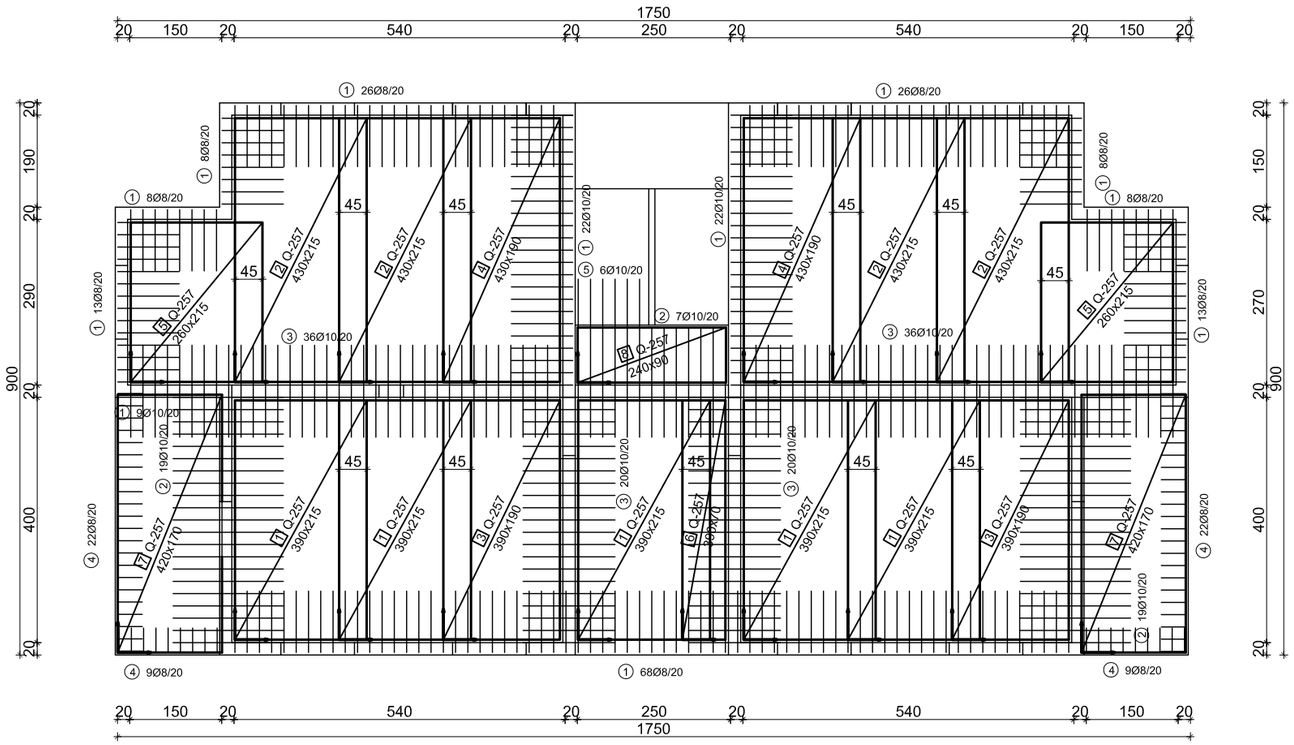
PRESJEK 2-2 M 1:100

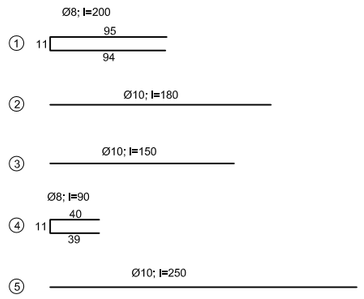


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad	
TEMA: STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE	
STUDENT: Duje Pavić	
SADRŽAJ: Presjek 1-1,2-2	MJERILO: 1:100
DATUM: 2018	BROJ PRILOGA: 2

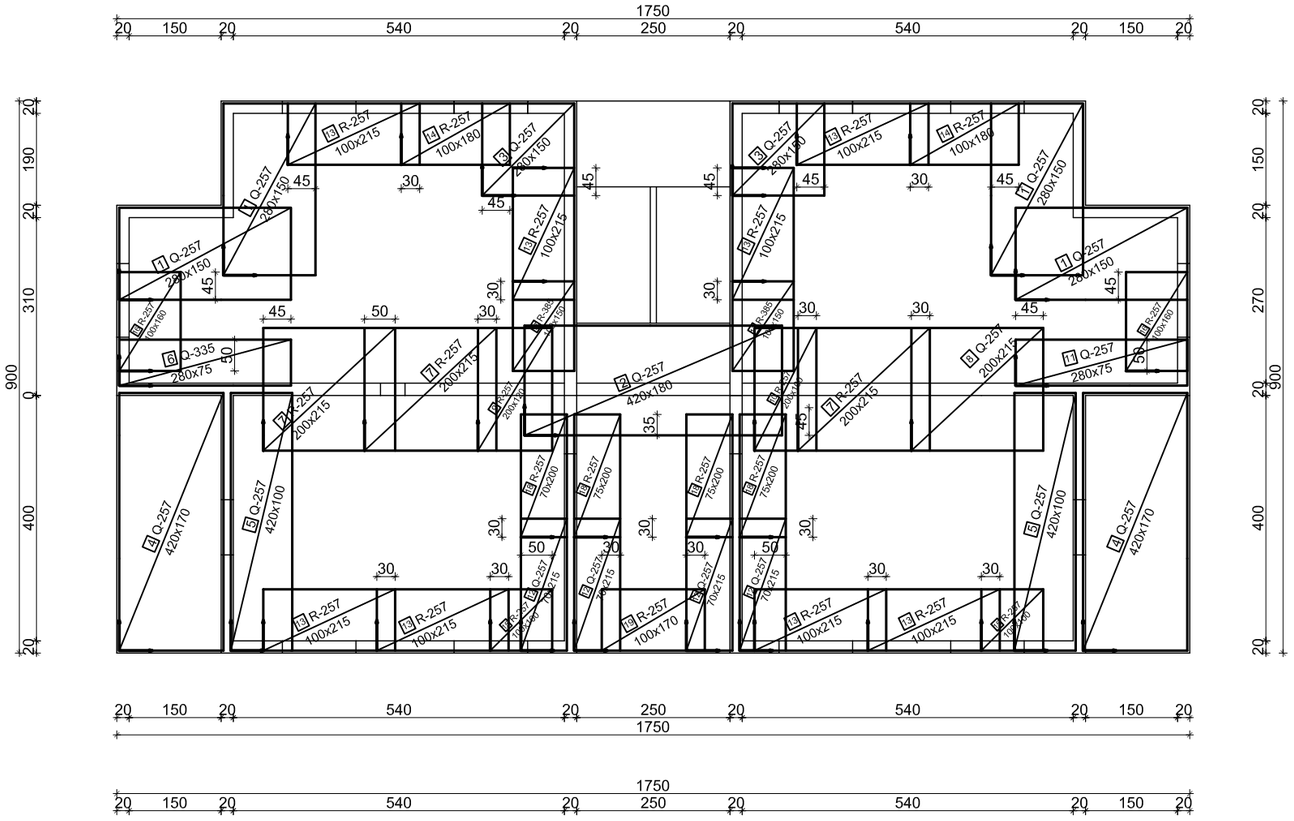
ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-DONJA ZONA M 1:100



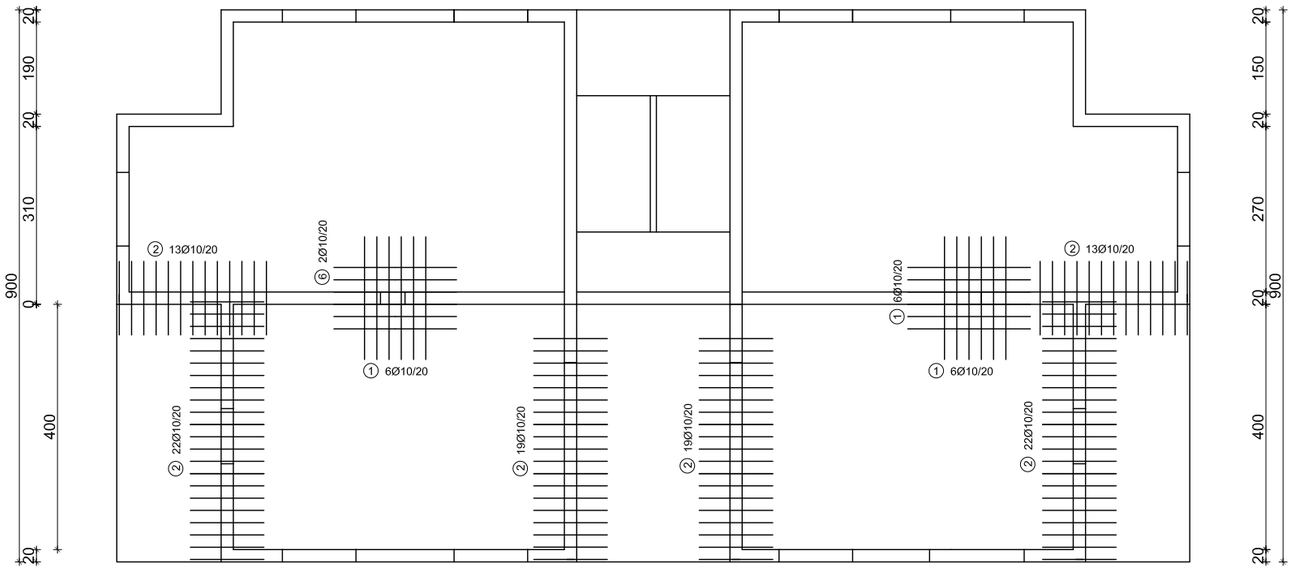


SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad	
TEMA	STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE
STUDENT	Duje Pavić
SADRŽAJ	Armatura međukatne ploče -donja zona
MJERILO	1:100
BROJ PRILOGA	3
DATUM	2018



ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-
GORNJA ZONA (MREŽE) M 1:100



ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE-
GORNJA ZONA (ŠIPKE) M 1:100

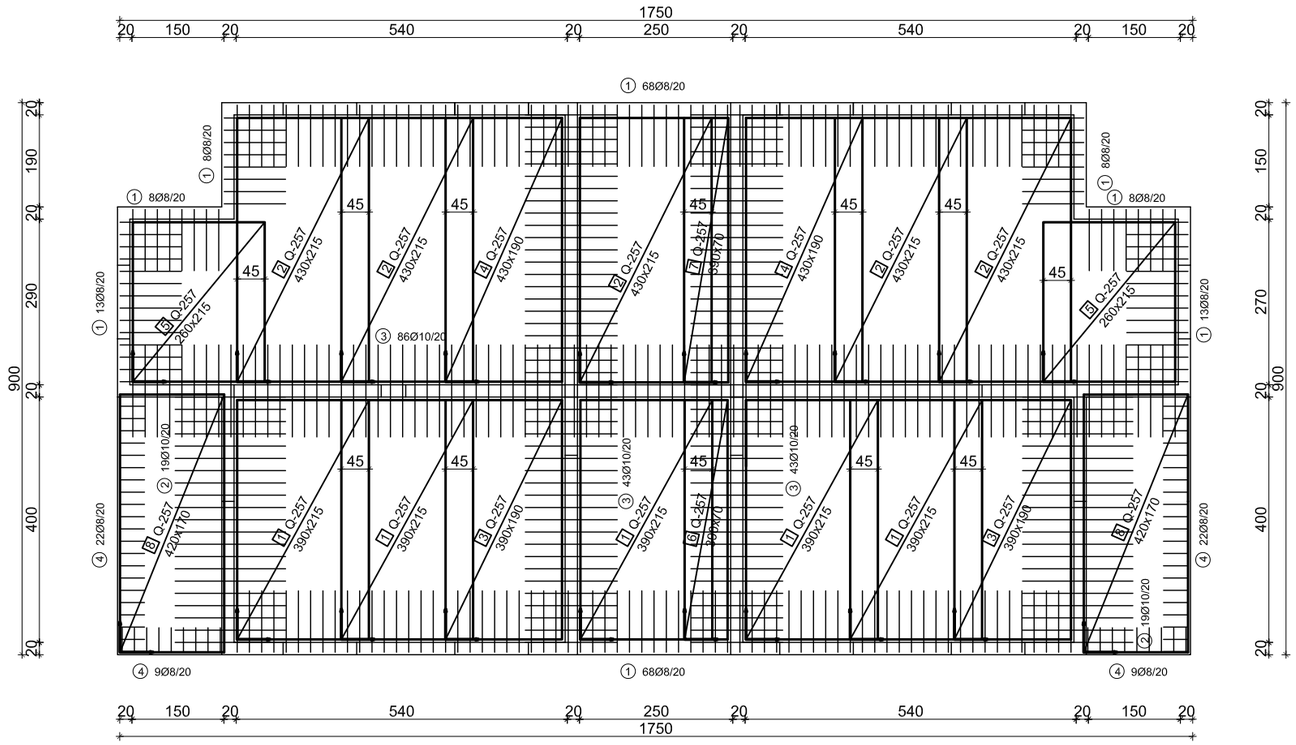
① Ø10; l=200

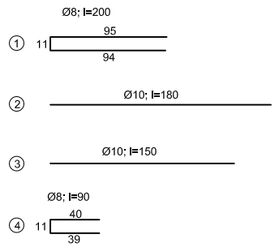
② Ø10; l=120

SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad	
TEMA: STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE	
STUDENT: Duje Pavić	
SADRŽAJ: Armatura međukatne ploče -gornja zona	MJERILO: 1:100
DATUM: 2018	BROJ PRILOGA: 4

ARMATURA KROVNE PLOČE-DONJA ZONA M 1:100

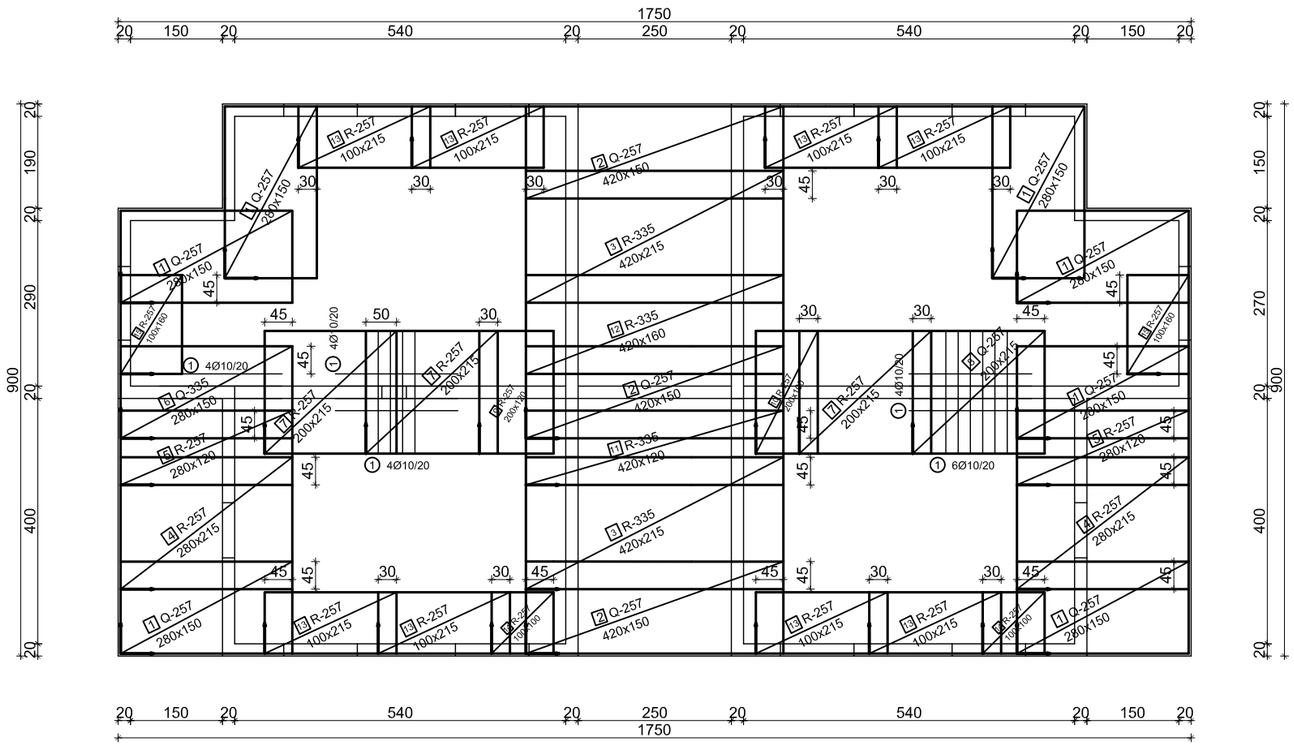




SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad	
TEMA	STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE
STUDENT	Duje Pavić
SADRŽAJ	Armatura krovne ploče -donja zona
MJERILO	1:100
BROJ PRILOGA	5
DATUM	2018

ARMATURA KROVNE PLOČE-GORNJA ZONA M 1:100

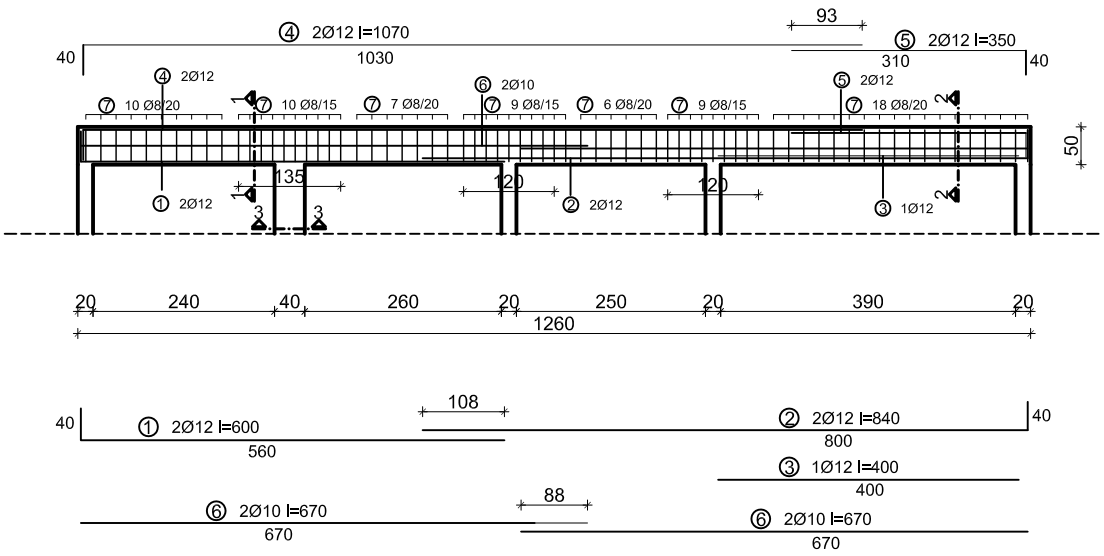


1 Ø10; l=200

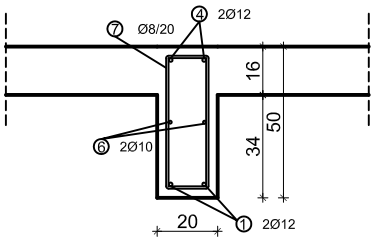
SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Završni rad	
TEMA: STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE	
STUDENT: Duje Pavić	
SADRŽAJ: Armatura krovne ploče -gornja zona	MJERILO: 1:100
	BROJ PRILOGA: 6
DATUM: 2018	

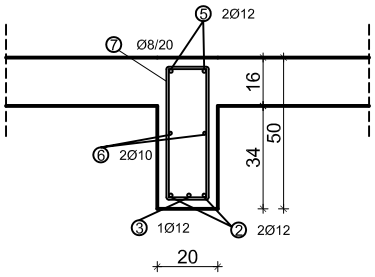
ARMATURA GREDE M 1:100



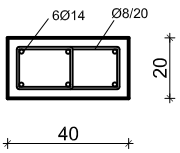
PRESJEK 1-1 M 1:25



PRESJEK 2-2 M 1:25



PRESJEK 3-3 M 1:25



SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	Završni rad		
	TEMA: STATIČKI PRORAČUN STAMBENE ZGRADE		
	STUDENT: Duje Pavić		
	SADRŽAJ: Armatura grede	MJERILO: 1:100	
	DATUM: 2018	BROJ PRILOGA: 7	

13. LITERATURA

-Ante Mihanović, Boris Trogrlić, **Građevna statika I,** Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2011.

- Ante Mihanović, Boris Trogrlić, Vlaho Akmadžić, **Građevna statika II**, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2014.

-Ivan Tomičić, **Betonske konstrukcije,** Društvo hrvatskih građevinskih konstruktora, Zagreb 1996.