

# Projekt konstrukcije višestambene zgrade na otoku Pagu

---

Gavrić, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:425166>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

*Završni rad br. 466/GR/2023*

## **Projekt konstrukcije višestambene zgrade na otoku Pagu**

**Mario Gavrić, 3607/336**

Varaždin, rujan 2023. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 466/GR/2023

## Projekt konstrukcije višestambene zgrade na otoku Pagu

**Student**

Mario Gavrić , 3607/336

**Mentor**

Matija Orešković, doc.dr.sc.

Zagreb, rujan 2023. godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ preddiplomski stručni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Mario Gavrić

MATIČNI BROJ 3607/336

DATUM 28.08.2023.

KOLEGIJ Betonske konstrukcije

NASLOV RADA Projekt konstrukcije višestambene zgrade na otoku Pagu

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Construction project of an apartment building on the island of Pag

MENTOR Matija OREŠKOVIĆ

ZVANJE Docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. prof.dr.sc. Božo SOLDO
2. doc.dr.sc. Matija OREŠKOVIĆ
3. doc.dr.sc. Aleksej ANISKIN
4. doc.dr.sc. Danko MARKOVINOVIĆ
- 5.

## Zadatak završnog rada

BROJ 466/GR/2023

OPIS

Završnim radom potrebno je prikazati kompletan statički proračun konstrukcije odabrane višestambene zgrade. Rad se sastoji od:

- Uvod
- Predmetna građevina
- Seizmičke karakteristike terena i geološki sastav tla
- Tehnički opis građevine
- Djelovanja na zgradu
- Statički proračun i dokazi za temeljne zahtjeve za građevinu
- Modalna analiza i seizmički proračun
- Rezultati proračuna
- Zaključak

Rad treba sadržavati vlastite priloge, detalje, nacрте koji trebaju biti tekstualno potkrijepljeni.

ZADATAK URUČEN

26.09.2023.



FOTOPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER

Sveučilište  
SjeverSVEUČILIŠTE  
SJEVER

## IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MARIO GAVRIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROJEKT KONSTRUKCIJE VEŠTAČENJE ZGRADE NA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Mario Gavrić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

## **Predgovor**

Ovom prilikom zahvaljujem se svojoj obitelji, prijateljima i profesorima na strpljenju i pomoći pri studiranju. Moje obrazovanje nije gotovo te se nadam nastavku studiranja na Sveučilištu Sjever, novim poznanstvima i zanjima u struci građevine za koju sam predodređen od rođenja. Posebno hvala mentoru Matiji Oreškoviću, doc.dr.sc. u pomoći pisanja i usmjerivanju ovog rada.

## **Sažetak**

U radu je prikazan statički proračun za višestambenu zgradu na otoku Pagu. Sam proračun je izvršen u računalnom programu Tower 8. Zgrada se sastoji od prizemlja, 1. kata i 2. kata koji svaki sam za sebe predstavlja jednu stambenu jedinicu. Građevina se u potpunosti izvodi pomoću armirano betonske konstrukcije. Rad se sadrži od tehničkog opisa, proračunu djelovanja, proračuna konstrukcija, prikaza potrebne armature i arhitektonskih nacрта.

Ključne riječi: Statički proračun, armirano betonska konstrukcija, višestambena zgrada.

## **Summary**

The paper presents a static calculation for a multi-residential building on the island of Pag. The calculation itself was performed using the computer program Tower 8. The building consists of a ground floor, first floor, and second floor, each representing an individual residential unit. The structure is entirely constructed using reinforced concrete. The paper includes a technical description, load calculation, structural calculation, presentation of necessary reinforcement, and architectural drawings.

Keywords: Static Calculation, Reinforced Concrete Structure, Multi-Residential Building.



## Popis korištenih kratica

<b>kN</b>	Kilonewton, mjerna jedinica za silu
<b>kN/m<sup>2</sup></b>	Kilonewton po metru kvadratnom, mjerna jedinica za naprezanje
<b><math>\alpha</math></b>	Kut alfa
<b>s</b>	Opterećenje snijegom
<b>w</b>	Opterećenje vjetrom
<b>C<sub>e</sub></b>	Koeficijent izloženosti
<b>C<sub>t</sub></b>	Termalni koeficijent
<b>V<sub>b</sub></b>	Brzina vjetra
<b>C<sub>r(z)</sub></b>	Faktor hrapavosti
<b>k<sub>r</sub></b>	Faktor terena ovisan o duljini hrapavosti
<b>k<sub>t</sub></b>	Faktor turbulencije
<b>C<sub>e(z)</sub></b>	Faktor izloženosti
<b>q<sub>(z)</sub></b>	Tlak pri vršnoj brzini
<b>C<sub>pe</sub></b>	Koeficijent tlaka za vanjski tlak
<b>a<sub>gr</sub></b>	Vrijednost maksimalnog ubrzanja
<b>a</b>	Zaštitni sloj
<b>C25/30</b>	Klasa betona
<b>B500B</b>	Betonski čelik
<b>EC 1</b>	Eurocode 1
<b>EC 2</b>	Eurocode 2
<b>EC 8</b>	Eurocode 8
<b>kN/m<sup>3</sup></b>	Kilonewton po metru kubnom, mjerna jedinica za zapremninsku težinu
<b>r.br.</b>	Redni broj
<b>m</b>	Metar, mjerna jedinica za dužinu
<b><math>\mu</math></b>	Koeficijent oblika opterećenja snijegom
<b>S<sub>k</sub></b>	Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom
<b>OPT</b>	Opterećenje
<b><math>\phi_a</math></b>	Pretpostavljen promjer čelika za armiranje
<b>H<sub>f</sub></b>	Debljina ploče
<b>c<sub>nom</sub></b>	Debljina zaštitnog sloja
<b>d<sub>1x</sub></b>	Udaljenost od težišta čelika za armiranje
<b>d<sub>x</sub></b>	Statička visina presjeka
<b>f<sub>ck</sub></b>	Karakteristična tlačna čvrstoća betonskog valjka starog 28 dana
<b>f<sub>cd</sub></b>	Proračunska tlačna čvrstoća betona
<b>f<sub>yk</sub></b>	Karakteristična granica popuštanja čelika za armiranje
<b>f<sub>yd</sub></b>	Proračunska granica popuštanja čelika

# Sadržaj

1.UVOD .....	3
2.Proračun stalnih i promjenjivih djelovanja na građevinu.....	3
2.1. Analiza stalnih djelovanja .....	4
2.2. Korisna opterećenja na konstrukciju .....	6
2.3. Opterećenje snijegom .....	5
2.4. Opterećenje vjetrom .....	6
2.5. Seizmičko opterećenje.....	12
3.Crtanje prostornog modela .....	14
3.1.Crtanje ploča u prostornom modelu .....	14
3.2.Crtanje zidova u prostornom modelu .....	18
3.3.Crtanje greda i stupova u prostornom modelu .....	26
3.4.Zvršeni prostorni model .....	610
4.Unos stalnih i promjenjivih opterećenja na konstrukciju.....	612
4.1.Unešena opterećenja na zidove i ploče .....	613
5.Modalna analiza i seizmički proračun.....	49
6.Prikaz rezultata dimenzioniranih konstruktivnih elemenata .....	53
6.1.Prikaz rezultata ploča .....	53
6.2.Prikaz rezultata greda i stupova .....	61
6.3.Prikaz rezultata zidova .....	71
7.Usporedba rezultata dimenzioniranih ploča.....	84
7.1.Ploča pozicije 302 .....	85
7.2.Ploča pozicije 301 .....	90
7.3.Ploča pozicije 202 .....	95
7.4.Ploča pozicije 201 .....	100
7.5.Ploča pozicije 102 .....	105
7.6.Ploča pozicije 101 .....	110
8.Analiza rezultata.....	115
9.Litertura.....	116



# 1. Uvod

Izgradnja i projektiranje u Hrvatskoj u zadnje vrijeme se sve više temelji na izgradnji objekata za iznajmljivanje na hrvatskoj obali i otocima pošto u današnje vrijeme se hrvatska privreda temelji na turizmu. Ova višestambena zgrada će se nalaziti na otoku Pagu koji je jedan od najposjećenijih turističkih destinacija i sama investicija za izgradnju se temelji na brzom povratku sredstava iznajmljivanjem objekta. Projektiranje višestambene zgrade je započelo traženjem lokacijske informacije za zemljište u vlasništvu investitora. Ovlašteni arhitekt je dužan u skladu sa posebnim uvjetima i u dogovoru sa investitorom napraviti idejni projekt po kojem se nakon toga traže posebni uvjeti. Nakon usklađivanja projekta sa posebnim uvjetima kreće se u izradu glavnih projekata po kojima se kasnije traži građevinska dozvola. Jedan od projekata potrebnih za izdavanje građevinske dozvole je projekt konstrukcija koji ću ja u svome završnom radu napraviti.

Proračun konstrukcije višestambene zgrade ću raditi u računalnom programu za proračun konstrukcija Tower 8. Kroz rad ću prikazati način korištenja računalnog programa i konačan rezultati proračuna konstrukcija i dokazati temeljni sigurnosni zahtjev mehaničke stabilnosti i otpornosti [1]. Norme za proračun nosivosti i uporabljivosti ću uzimati iz EC 1, EC 2 i EC 8. Građevina za koju ću raditi proračun konstrukcija se po zakonu o gradnji nalazi u 2.b.skupini-građevine [2] za koje se utvrđuju posebni uvjeti a ne provodi postupak donošenja rješenja o prihvatljivosti zahvata na okoliš i/ili ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu. Višestambena zgrada je nepravilnog tlocrtnog oblika ukupne površine 167,45m<sup>2</sup>. Sastoji se od prizemlja i dva kata. Svaka etaža zgrade je samostalna cijelina sama za sebe.

Pošto se građevina nalazi na otoku Pagu pretpostavka je da će se zgrada naslanjati temeljnom pločom na skoro potpunu krutu podlogu odnosno stijene. Konstruktivni elementi će se u potpunosti izvoditi od armiranog betona. Zgrada se sastoji od temeljne ploče debljine 40 centimetara, međukatnih konstrukcija debljine 20 centimetara, ravnog krova debljine 20 centimetara, nosivih zidova debljine 20 centimetara, greda i stupova različitih veličina poprečnih presjeka. Predpostavka je da je beton klase C-25/30 a čelik za armiranje B500B.

U prvom dijelu rada fokus će biti na proračunu stalnih i promjenjivih utjecaja na konstrukciju uključujući djelovanja klimatskih uvjeta, zaštita od prirodnih katastrofa, getehničke karakteristike tla, uporabnih opterećenja i vlastih težina slojeva na konstruktivnim elementima.

U nastavku rada, primjenit će se stečena znanja u korištenju programa za proračun konstrukcija Tower 8. Nakon što nacrtamo prostorni model u programu na njega ćemo nanjeti utjece koje smo dobili na početku rada i nakon toga izvršit proračun i dimenzioniranje armiranobetonskih elemenata. Odabradit ćemo potrebne površine čelika za armiranje u betonskim elementima koriteći

najracionalnija rješenja. Nakon proračuna u programu ćemo napraviti usporedbu rezultata program i numeričke metode.

Očekujemo da će ovo istraživanje pridonijeti unapređenju inženjerske prakse u gradnji na obalnim otocima, pružajući konkretne smjernice za projektante i inženjere koji rade na sličnim projektima

## 2. Proračun stalnih i promjenjivih djelovanja na građevinu

### 2.1. Analiza stalnih djelovanja

Vlastita težina se automatski zadaju u modelu ovisno o materijalu i geometriji konstruktivnih elemenata. Pošto se naša zgrada sastoji samo od betonskih elemenata prostorna težina betona je  $25\text{kN/m}^3$  a težine slojeva na konstrukciji naknadno nanosimo na prostori model.

Popis slojeva, njihovu debljinu, prostornu težinu i ukupnu težinu ću prikazati u sljedećim tablicama:

<b>Ploča pozicije 001 i 002 (temeljna ploča)</b>					
r.br.	Opis sloja	Debljina (m)	Zapr.težina $\text{kN/m}^3$	Ukupna tež. $\text{kN/m}^2$	Napomena
1	Podna obloga	0,02	18,0	0,36	
2	Cementni estrih	0,06	24,0	1,44	
3	Termo izolacija	0,05	0,30	0,015	
4	Temeljna ploča	0,40	25,0	10,00	
			Ukupno:	11,84	$\Delta_g=1,83 \text{ kN/m}^2$

*Tablica 2.1.1 Analiza opterećenja ploče pozicije 001 i 002*

<b>Ploča pozicije 101 i 102 (međukatna konstrukcija)</b>					
r.br.	Opis sloja	Debljina (m)	Zapr.težina $\text{kN/m}^3$	Ukupna tež. $\text{kN/m}^2$	Napomena
1	Podna obloga	0,02	18,0	0,36	
2	Cementni estrih	0,06	24,0	1,44	
3	Termo izolacija	0,05	0,30	0,015	
4	AB ploča	0,20	25,0	5,00	
5	Vapneno cementna žbuka	0,02	18,0	0,36	
			Ukupno:	7,18	$\Delta_g=2,18 \text{ kN/m}^2$

*Tablica 2.1.2 Analiza opterećenja ploče pozicije 101 i 102*

<b>Ploča pozicije 201 i 202 (međukatna konstrukcija)</b>					
r.br.	Opis sloja	Debljina (m)	Zapr.težina $\text{kN/m}^3$	Ukupna tež. $\text{kN/m}^2$	Napomena
1	Podna obloga	0,02	18,0	0,36	
2	Cementni estrih	0,06	24,0	1,44	
3	Termo izolacija	0,05	0,30	0,015	
4	AB ploča	0,20	25,0	5,00	
5	Vapneno cementna žbuka	0,02	18,0	0,36	
			Ukupno:	7,18	$\Delta_g=2,18 \text{ kN/m}^2$

*Tablica 2.1.3 Analiza opterećenja ploče pozicije 201 i 202*

<b>Ploča pozicije 301 i 302 (ravni krov)</b>					
r.br.	Opis sloja	Debljina (m)	Zapr.težina kN/m <sup>3</sup>	Ukupna tež. kN/m <sup>2</sup>	Napomena
1	Šljunsko zrno 16-32	0,10	22,00	2,20	
2	Hidroizolacija	0,01	18,00	0,18	
3	Geotekstil	0,0002	1,20	0,00024	
4	KI ploče za ravne krovove	0,10	0,50	0,05	
5	Armirani beton	0,20	25,00	5,00	
6	Vapneno cementna žbuka	0,02	18,00	0,36	
			Ukupno:	7,79	$\Delta_g=2,79 \text{ kN/m}^2$

Tablica 2.1.4 Analiza opterećenja ploče pozicije 301 i 302

Prema EC 1 na svaku od ploča ćemo dodati  $0,5 \text{ kN/m}^2$  dodatnog opterećenja vlastite težine pregradbenih zidova

## 2.2. Korisna opterećenja na konstrukciju

Prema EC 1 pošto će se građevina koristiti kao prostor za stanovanje i kućanske djelatnosti pripada u kategoriju A korisnih opterećenja s obzirom na namjenu zgrade. Skorisno opterećenje prema tome unosimo između  $1,5 \text{ kN/m}^2$  i  $2,0 \text{ kN/m}^2$  na ploče stambenog prostora. Ravni krov se nalazi u kategoriji H neprohodni krovovi, osim za potrebe održavanja i popravka a nagib je manji od  $20^\circ$  uzimamo opterećenje od  $0,75 \text{ kN/m}^2$ .

Kategorija	Uporaba	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama, sobe u hotelima i prenoćištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Područja predviđena za okupljanje većeg broja ljudi, s iznimkom za prostore definirane u kategorijama A, B i D)	C1: Prostorije sa stolovima, npr. u školama, restoranima, čitaonicama, kafićima
		C2: Prostorije s nepomičnim sjedalima, npr. u crkvama, kazalištima, kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanje
		C3: Prostorije bez zapreka za kretanje ljudi, npr. u muzejima, izložbenim prostorima te pristupne prostorije u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i kolodvorima
		C4: Prostorije gdje su moguće fizičke aktivnosti, npr. plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice
		C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, npr. u zgradama za javne priredbe, poput koncertnih i sportskih dvorana te gledališta, terase i željezničke platforme
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama
		D2: Prostori u robnim kućama
E1	Prostorije namijenjene gomilanju robe, uključivo pristupne prostorije	Prostorije za skladištenje, uključivo skladištenje knjiga i ostalih dokumenata
H	Neprohodni krovovi, osim za potrebe održavanja i popravaka	
I	Prohodni/pristupačni krovovi s okupiranošću koja odgovara kategorijama A – D	

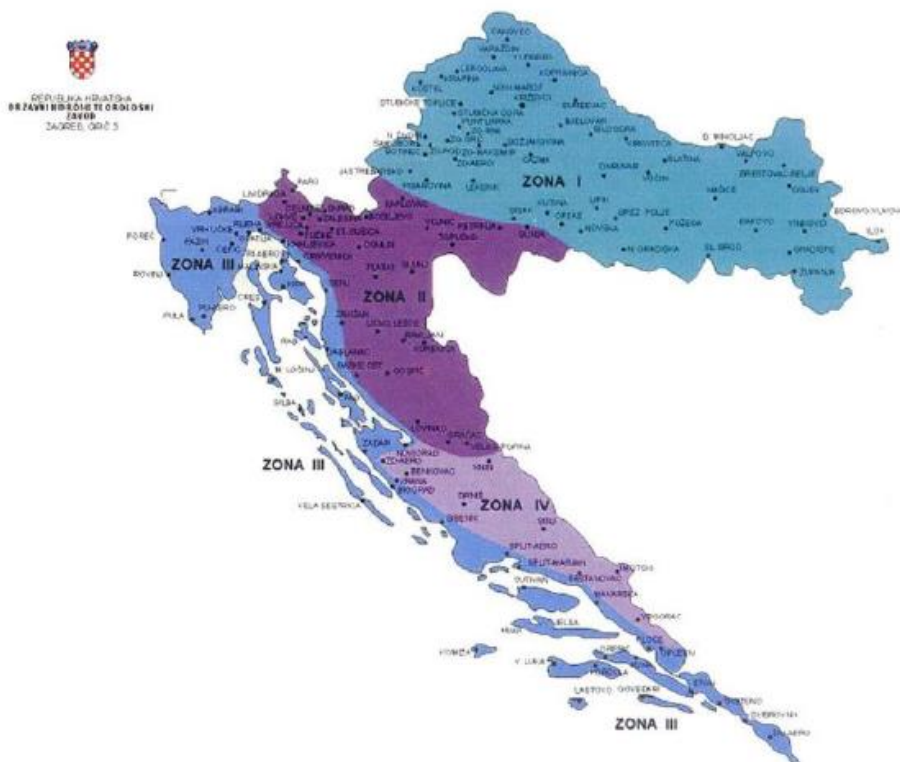
Tablica 2.2.1. Kategorije uporabnih opterećenja s obzirom na namjenu zgrade [3]

Kategorije		$q_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$Q_k$ (kN)
Kategorija A:	stropovi	1,5 – 2,0	2,0 – 3,0
	stubišta	2,0 – 4,0	2,0 – 4,0
	balkoni	2,5 – 4,0	2,0 – 3,0
Kategorija B		2,0 – 3,0	1,5 – 4,5
Kategorija C	C1	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0
	C2	3,0 – 4,0	2,5 – 7,0 (4,0)
	C3	3,0 – 5,0	4,0 – 7,0
	C4	4,5 – 5,0	3,5 – 7,0
	C5	5,0 – 7,5	3,5 – 4,5
Kategorija D	D1	4,0 – 5,0	3,5 – 7,0 (4,0)
	D2	4,0 – 5,0	3,5 – 7,0
Kategorija E1		7,5	7,0
Kategorija H	za nagibe < 20°	0,75	1,5
	za nagibe > 40°	0	1,5
Kategorija I		v. kategorije A – D	

Tablica 2.2.2 Vrijednost korisnih opterećenja s obzirom na kategoriju zgrade [3]

### 2.3. Opterećenje snijegom

Proračun opterećenja snijegom je rađen prema odrednicama iz Eurocode-a 1.



Slika 2.3.1 Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom[3]



Nadmorska visina do (m)	s <sub>k</sub> (kN/m <sup>2</sup> )			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
100	1,10	1,10	0,45	0,35
200	1,30	1,40	0,80	0,50
300	1,55	1,75	1,20	0,70
400	1,80	2,20	1,65	0,90
500	2,05	2,65	2,15	1,15
600	2,35	3,15	2,70	-
700	2,65	3,70	3,30	-
800	2,95	4,25	3,95	-
900	3,25	4,90	4,65	-
1000	3,60	5,55	5,40	-
1100	3,95	6,25	6,20	-
1200	4,30	7,00	7,05	-
1300	-	7,80	7,95	-
1400	-	8,65	8,90	-
1500	-	9,50	9,90	-
1600	-	10,40	10,95	-
1700	-	11,40	12,05	-
1800	-	-	13,20	-

Tablica 2.3.1. Karakteristične vrijednosti djelovanja snijega prema zonama [3]

Krov na zgradi je ravni krov. Prema lokaciji građevina se nalazi u III zoni karakterističnog opterećenja snijegom 10 metara nadmorske visine.

Kut nagiba krovišta  $\alpha=0^\circ$

Koeficijent oblika opterećenja snijegom  $\mu_1=0.80$

Koeficijent izloženosti  $C_e=1.000$

Toplinski koeficijent  $C_t=1.000$

Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu  $s_k=0.45\text{kN/m}^2$

Izraz za proračun opterećenja od djelovanja snijega:

$$s_{Pn} = \mu_1 * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,45$$

$$s_{Pn} = 0,36\text{kN/m}^2$$

## 2.4. Opterećenje vjetrom

Proračun opterećenja vjetrom izrađen je prema „Eurocode 1 (EC1) Wind actions, EN1991-1-4:2005“

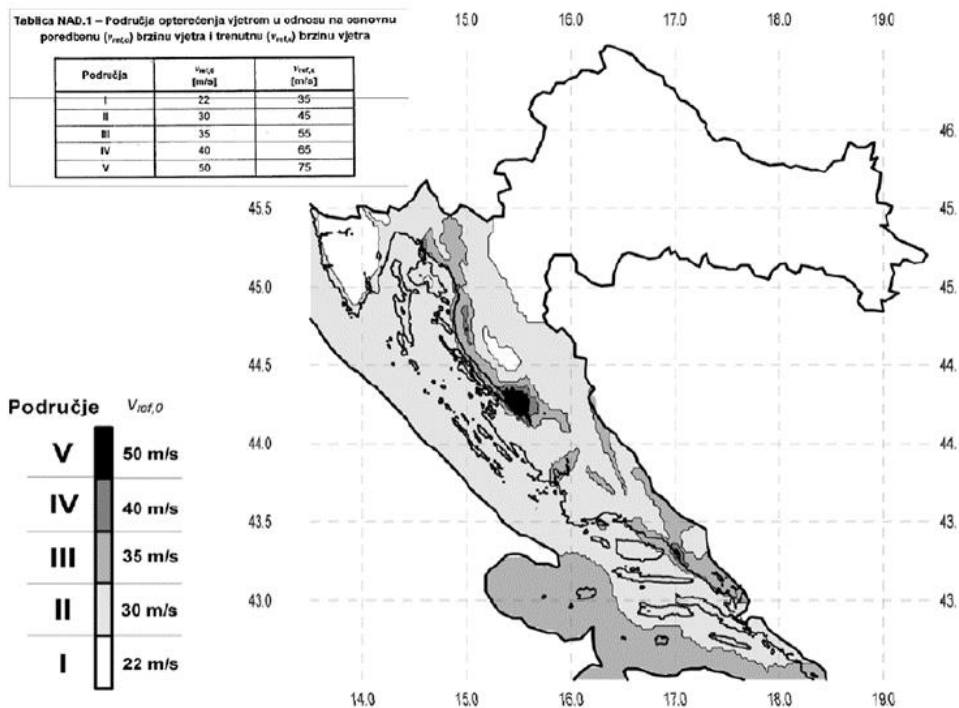
Podaci o zgradi

Visina zgrade:  $h=9,15\text{m}$

Duljina zgrade:  $b= 14,30\text{m}$

Širina zgrade:  $d= 13,30\text{m}$

Nagib krova:  $\alpha=3^\circ$



Slika 2.4.1 Brzine vjetra s obzirom na zonu (Eurocode 1 (EC1)

Actions on structures, Wind actions, EN1991-1-4:2005) [4]

Prema slici 2.4.1 građevina se nalazi u kategoriji V zona iz čega proizlazi da je  $V_{b,0}=50\text{m/s}$

Izraz za proračun osnovne brzine vjetra:

$$V_b = C_{dir} * C_{season} * V_{b,0}$$

Koeficijent smjera vjetra  $C_{dir}=1,00$

Koeficijent godišnjeg doba  $C_{season}=1,00$

$$V_b = 50 * 1 * 1 = 50\text{m/s}$$

Hrapavost faktor  $C_{r(z)}$

Teren kategorije II

$z = 9,15\text{m}$  visina iznad tla

$z_0 = 0,300\text{m}$  duljina hrapavosti

$z_{min} = 5\text{m}$  određeno eurocod-om

$z_{0,II} = 0,05\text{m}$  određeno eurocod-om

$z_{max} = 200\text{m}$  određeno eurocod-om

$$k_r = 0,19 * (0,300/0,05)^{0,07} = 0,215 \quad k_r\text{-faktor terena ovisan o duljini hrapavosti } z_0$$

$$C_{r(z)} = k_r * \ln(z/z_0) = 0,215 * \ln(9,15/0,300) = 0,735$$

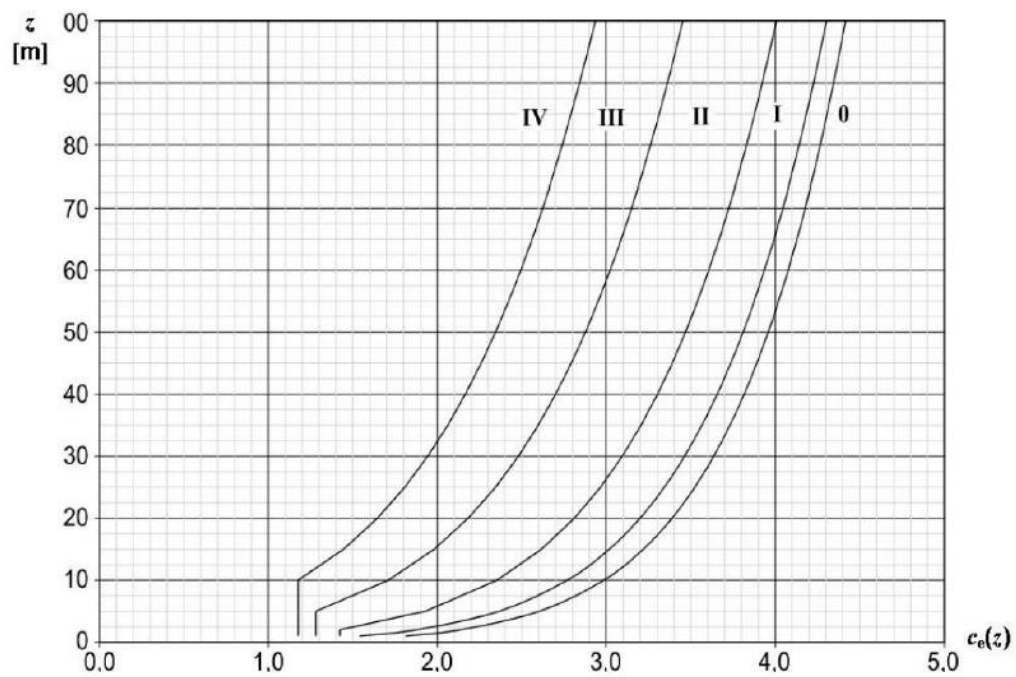
$k_t = 1,00$  faktor turbulencije određen eurocod-om

$C_{o(z)} = 1,0$  vertikalna razvedenost terena

Faktor izloženosti  $C_{e(z)}$

Kategorija terena III

$z=9,15\text{m}$



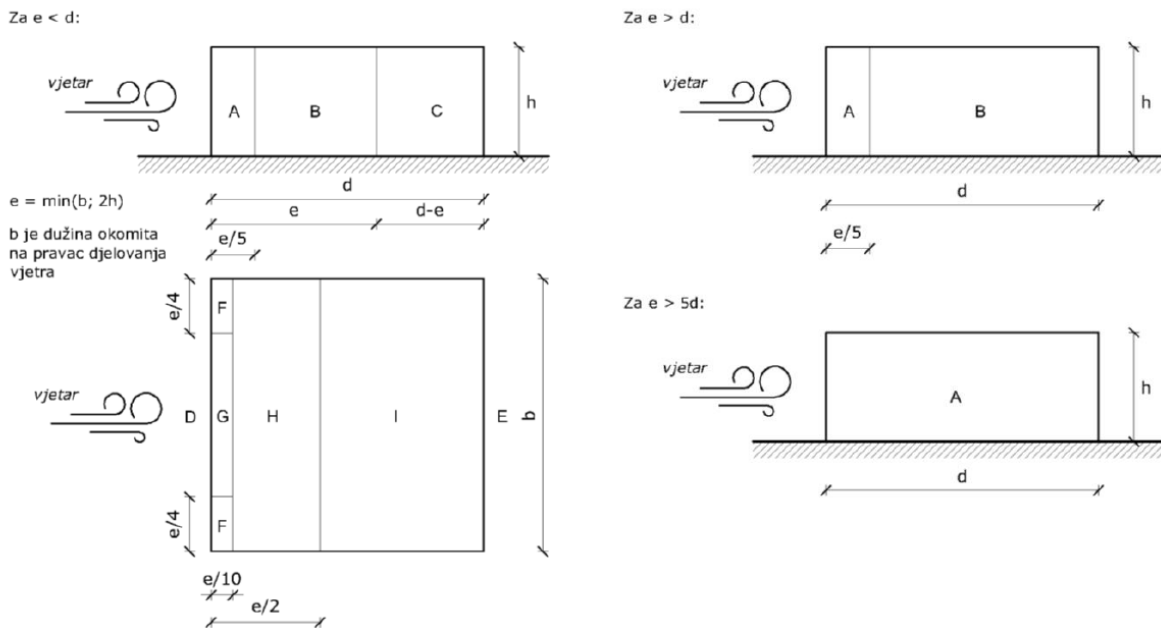
Slika 2.4.2 Grafički prikaz koeficijenta izloženosti kao funkcija visine iznad tla  $z$  i kategorije terena [4]

Očitano  $C_{e(z)}=1,68$

$$q_{(z)}=C_{e(z)}*(1/2\rho)*V_b^2$$

$$=(0,001)*1,68*0,625*50^2$$

$$=2,625\text{kN/m}^2$$



Slika 2.4.3. Sheme područja na koje djeluje vjetar za zgrade s ravnim krovovima i pravokutnim tlocrtima (Priručnik s tablicama i izrazima za proračun djelovanja na konstrukcije)[3]

Smjer vjetra  $\theta=0,00$

$$e = \min(b, 2h) = 13,30\text{m}$$

$$e/2 = 6,65\text{m}, e/4 = 3,33\text{m}, e/5 = 2,66\text{m}, e/10 = 1,33\text{m}$$

$e < d$

Područje	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
<0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Tablica 2.4.1. Koeficijent vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom (Priručnik s tablicama i izrazima za proračun djelovanja na konstrukcije)[3]

Zona A	$C_{pe,10} = -1,2$	$C_{pe,1} = -1,4$
Zona B	$C_{pe,10} = -1,2$	$C_{pe,1} = -1,4$
Zona C	$C_{pe,10} = -0,5$	$C_{pe,1} = -0,5$
Zona D	$C_{pe,10} = 0,7$	$C_{pe,1} = 1,0$
Zona E	$C_{pe,10} = 0,3$	$C_{pe,1} = 0,3$
Zona A	$w_e = -3,15\text{kN/m}^2$	$w_e = -3,68\text{kN/m}^2$
Zona B	$w_e = -3,15\text{kN/m}^2$	$w_e = -3,68\text{kN/m}^2$
Zona C	$w_e = -1,31\text{kN/m}^2$	$w_e = -1,31\text{kN/m}^2$
Zona D	$w_e = 1,83\text{kN/m}^2$	$w_e = 2,78\text{kN/m}^2$
Zona E	$w_e = 0,78\text{kN/m}^2$	$w_e = 0,78\text{kN/m}^2$

Vrsta krova	Područje							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Oštri zabati	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

Tablica 2.4.2. Koeficijent vanjskog tlaka za ravne krovove[3]

Zona F	$C_{pe,10}=-1,8$	$C_{pe,1}=-2,5$
Zona G	$C_{pe,10}=-1,2$	$C_{pe,1}=-2,0$
Zona H	$C_{pe,10}=-0,7$	$C_{pe,1}=-1,2$
Zona I	$C_{pe,10}=+0,2$	$C_{pe,1}=-0,2$
Zona F	$w_e=-4,73\text{kN/m}^2$	$w_e=-6,56\text{kN/m}^2$
Zona G	$w_e=-3,15\text{kN/m}^2$	$w_e=-5,25\text{kN/m}^2$
Zona H	$w_e=-1,84\text{kN/m}^2$	$w_e=-3,15\text{kN/m}^2$
Zona I	$w_e=0,53\text{kN/m}^2$	$w_e=-0,53\text{kN/m}^2$

Smjer vjetra  $\theta=90,00^\circ$

$e=\min(b,2h)=14,30\text{m}$

$e/2=7,15\text{m}$ ,  $e/4=3,58\text{m}$ ,  $e/5=2,86\text{m}$ ,  $e/10=1,43\text{m}$

$e < d$

Područje	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1,2	1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,8	+1,0	-0,7		
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,8	+1,0	-0,5		
<0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	+0,7	+1,0	-0,3		

Tablica 2.4.3. Koeficijent vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom

(Priručnik s tablicama i izrazima za proračun djelovanja na konstrukcije)[3]

Zona A	$C_{pe,10}=-1,2$	$C_{pe,1}=-1,4$
Zona B	$C_{pe,10}=-1,2$	$C_{pe,1}=-1,4$
Zona D	$C_{pe,10}=0,7$	$C_{pe,1}=1,0$
Zona E	$C_{pe,10}=0,3$	$C_{pe,1}=0,3$
Zona A	$w_e=-3,15\text{kN/m}^2$	$w_e=-3,68\text{kN/m}^2$
Zona B	$w_e=-3,15\text{kN/m}^2$	$w_e=-3,68\text{kN/m}^2$
Zona D	$w_e=1,83\text{kN/m}^2$	$w_e=2,78\text{kN/m}^2$
Zona E	$w_e=0,78\text{kN/m}^2$	$w_e=0,78\text{kN/m}^2$

Vrsta krova	Područje							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Oštri zabati	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

Tablica 2.4.4. Koeficijent vanjskog tlaka za ravne krovove[3]

Zona F	$C_{pe,10}=-1,8$	$C_{pe,1}=-2,5$
Zona G	$C_{pe,10}=-1,2$	$C_{pe,1}=-2,0$
Zona H	$C_{pe,10}=-0,7$	$C_{pe,1}=-1,2$
Zona I	$C_{pe,10}=+0,2$	$C_{pe,1}=-0,2$
Zona F	$w_e=-4,73\text{kN/m}^2$	$w_e=-6,56\text{kN/m}^2$
Zona G	$w_e=-3,15\text{kN/m}^2$	$w_e=-5,25\text{kN/m}^2$
Zona H	$w_e=-1,84\text{kN/m}^2$	$w_e=-3,15\text{kN/m}^2$
Zona I	$w_e=0,53\text{kN/m}^2$	$w_e=-0,53\text{kN/m}^2$

## 2.5. Seizmičko opterećenje

Svaka zemlja je podjeljena na seizmičke zone ovisne o tektonskim svojstvima. Svaka seizmička zona definirana je vrijednostima maksimalnog ubrzanja tla. Preko proračunskog ubrzanja se određuje potresno djelovanje koje odgovara povratnom periodu od 500 godina. Postoje pet različitih razreda tla koji imaju svoje podrazrede. Prema procjeni tlo na lokaciji nalazi se u razredu tla „A“ koja označava stiju ili druga geološka formacija uključujući najmanje 5 metara slabijeg materijala na površini. Prema seizmološkoj karti Republike Hrvatske da se očitati period ubrzanje  $a_{gR}=0.099$  g (m/s) za povratni period od 475 godina



Slika 2.5.1. Iznos horizontalnih vršnih ubrzanja tla za lokaciju Pag

Izvor: <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php> [5]

Tip tla	Opis geotehničkog profila tla	vs,30 [m/s]	NSPT [n/30cm]	Cu [kPa]
A	Stijena ili druga geološka formacija uključujući najmanje 5 m slabijeg materijala na površini.	>800	–	–
B	Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.	360 - 800	> 50	> 250
C	Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Nanosi slabo do srednje koherentni (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili s predominantno mekim do srednje krutim koherentnim tlima.	< 180	< 15	< 70
E	Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina vs tzv. tipove tla C i D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom većom od vs 800 m/s	–	–	–
S1	Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom (IP>40) i visokim sadržajem vode	< 100	–	10 - 20
S2	Nanosi likvefakcijski osjetljivog tla pijeska i gline ili bilo koji tip tla koji nije opisan od A do E i pod S1	–	–	–

*vs,30 - srednja vrijednost brzine (L) poprečnih površinskih valova;*

*Nspt - standardni penetracijski test (broj udaraca); Cu - posmična čvrstoća tla*

Tip tla	S	T <sub>p</sub> (s)	T <sub>c</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)
A	1,00	0,15	0,4	2,0
B	1,20	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,40	0,15	0,5	2,0

*Slika 2.5.2. Kategorizacija tla prema seizmičnosti [4]*

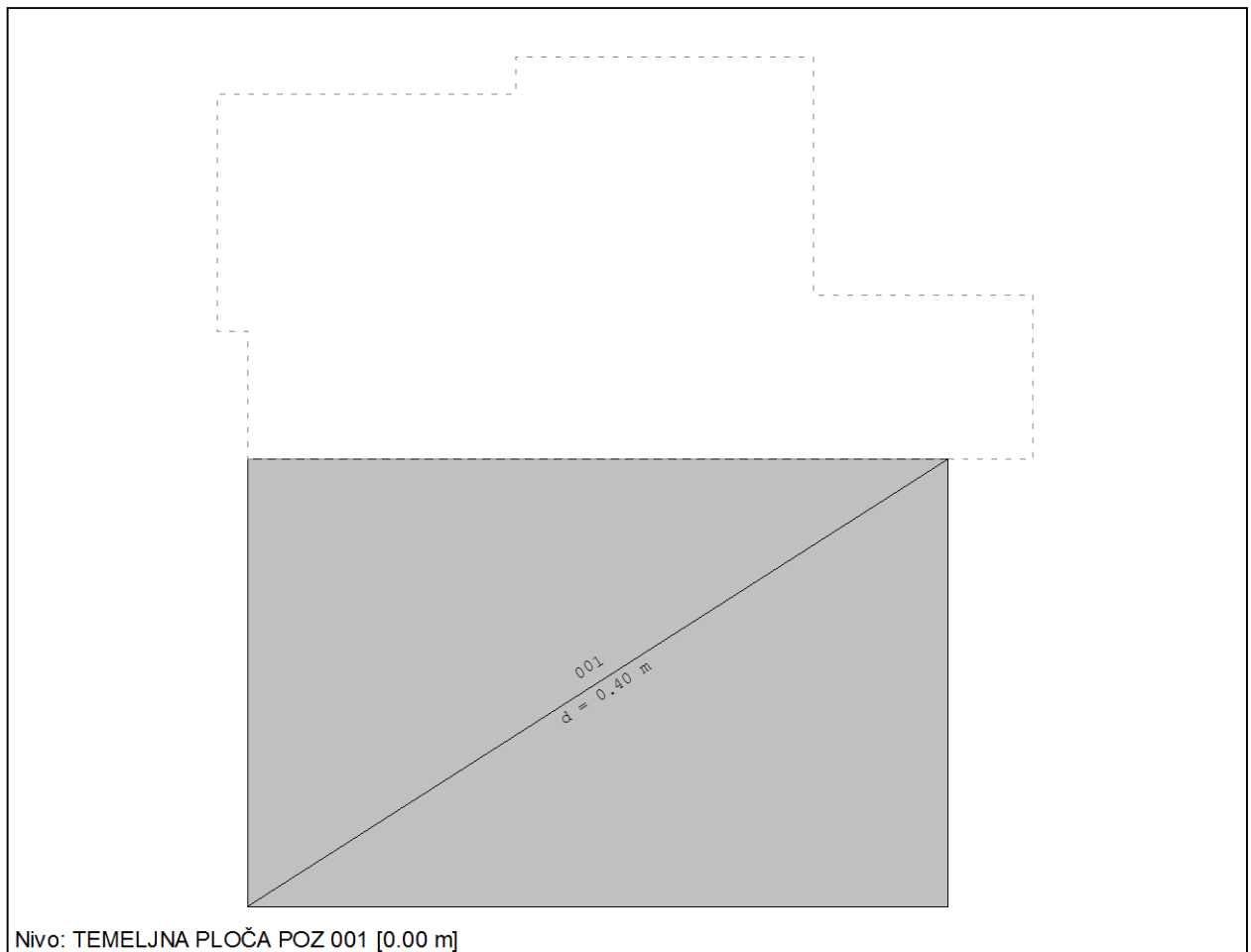


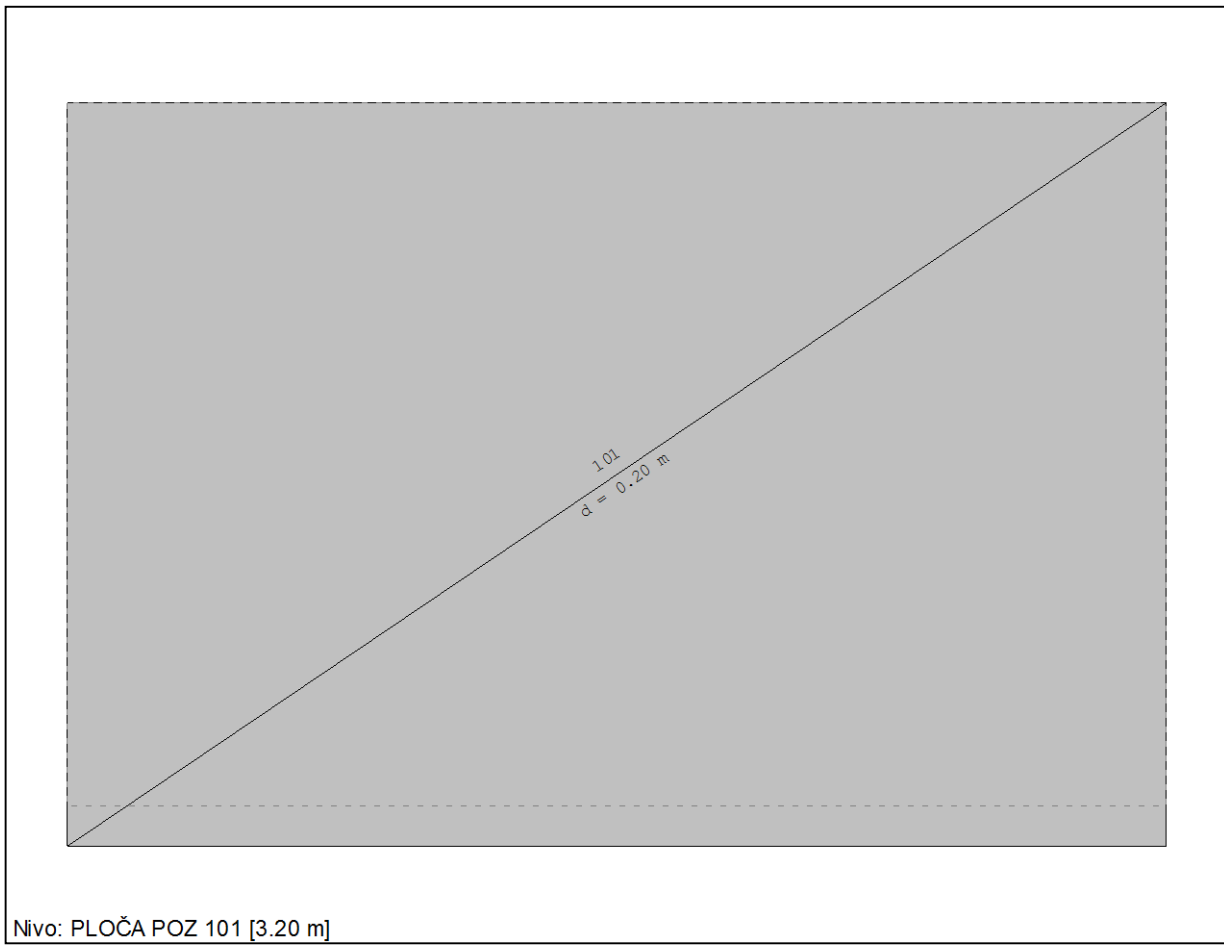
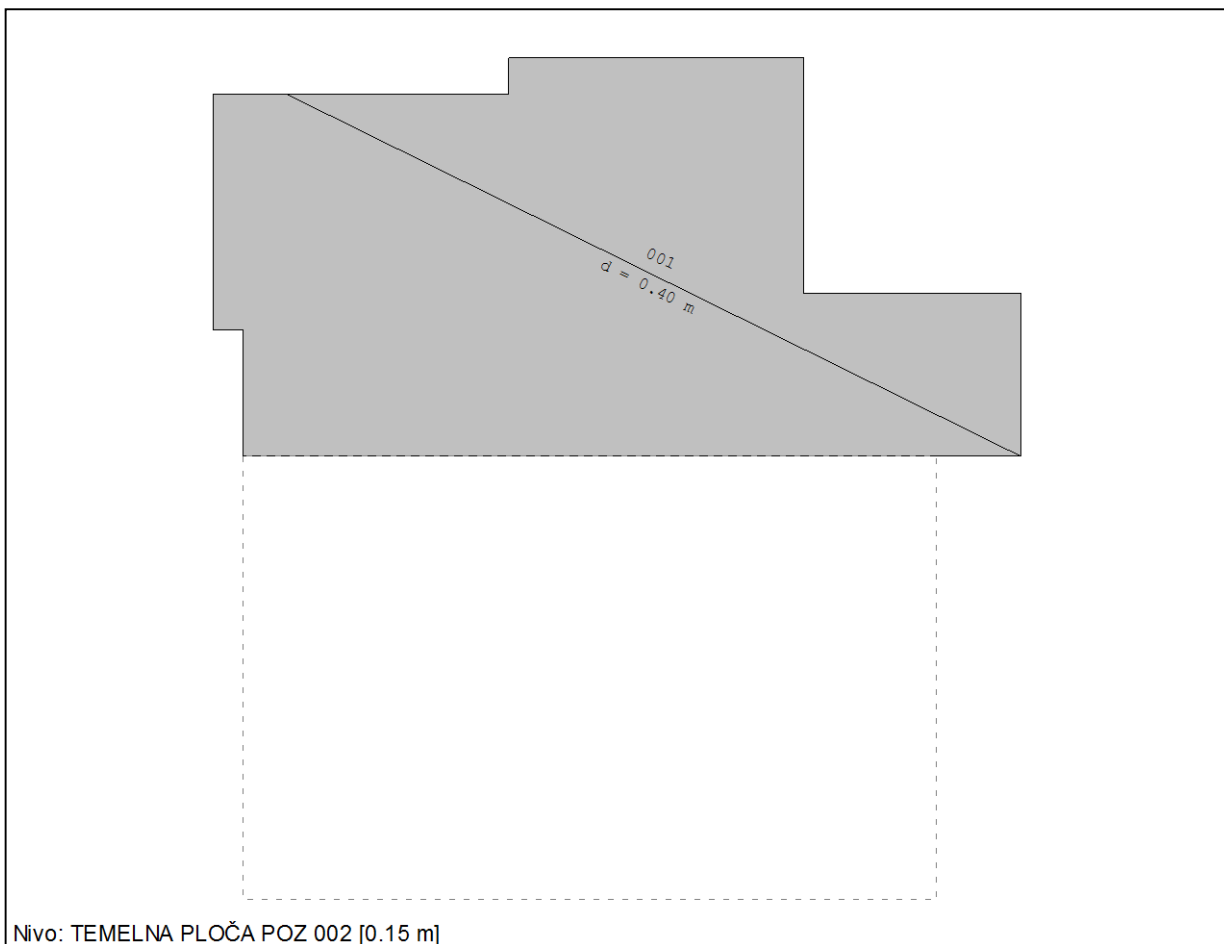
### 3. Crtanje prostornog modela

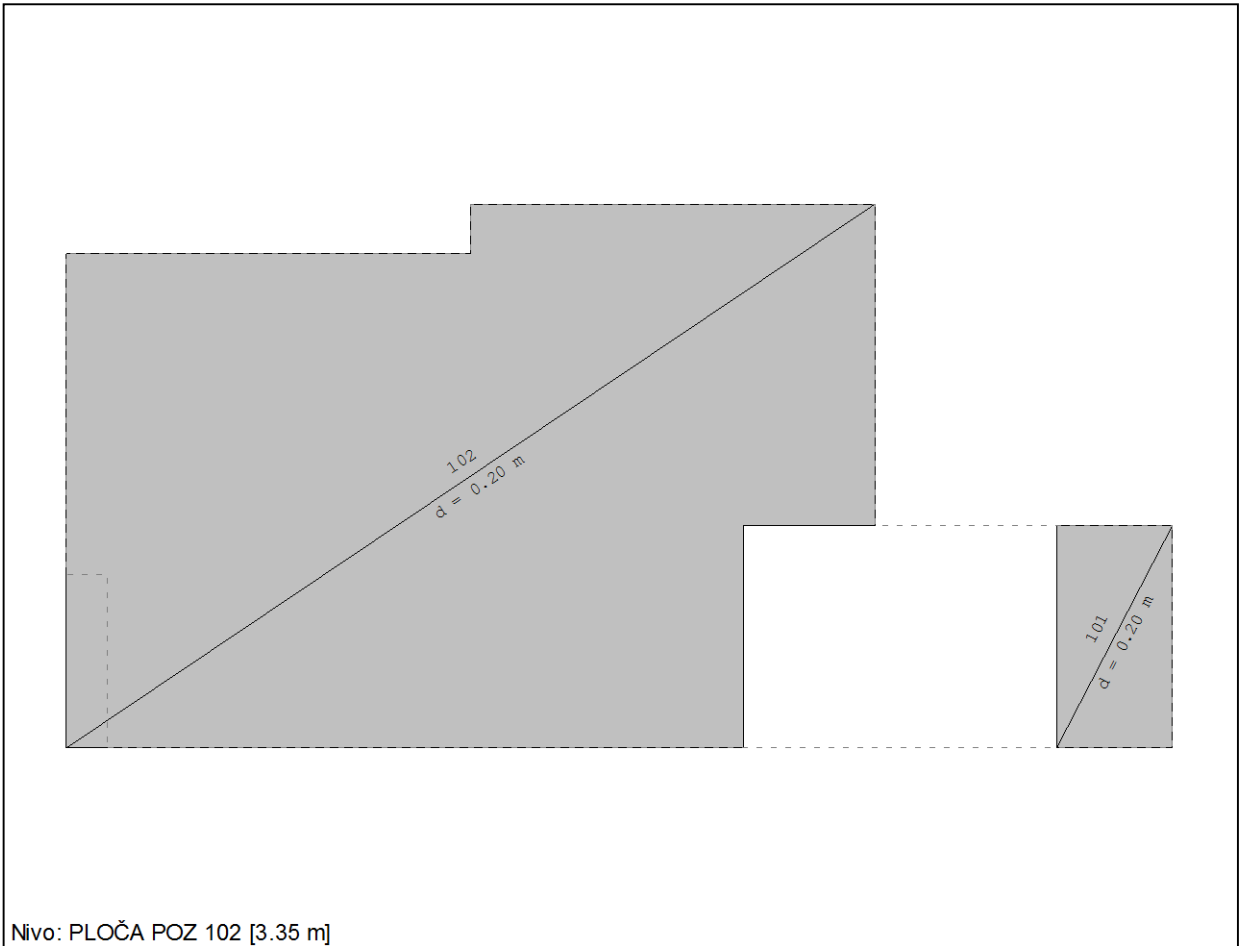
Nakon proračuna stalnih promjenjivih djelovanja kreće crtanje prostornog modela u programskom paketu TOWER. Prije samog crtanja modela potrebno je odrediti udaljenosti između osi konstruktivnih dijelova u arhitektonskim podlogama

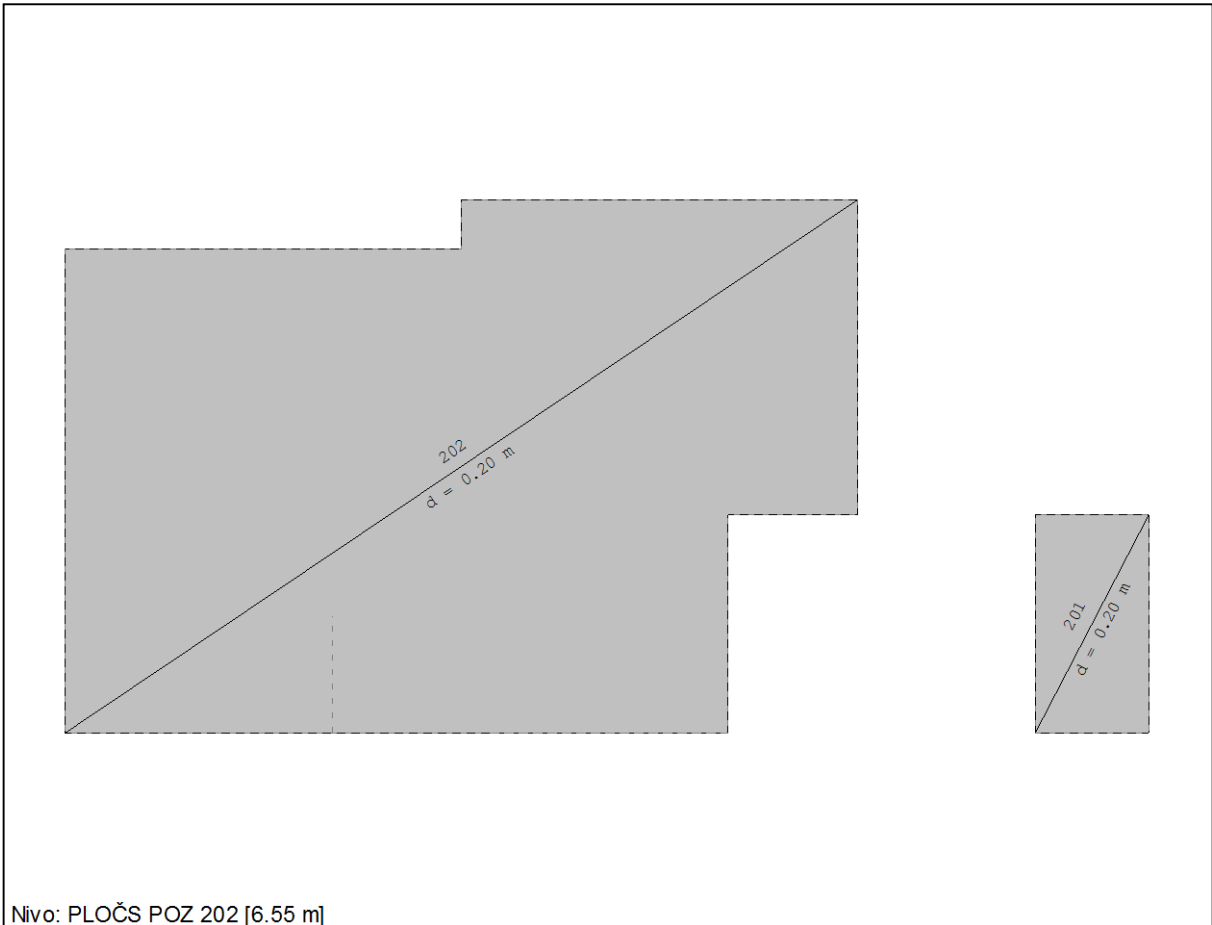
#### 3.1. Crtanje ploča u prostornom modelu

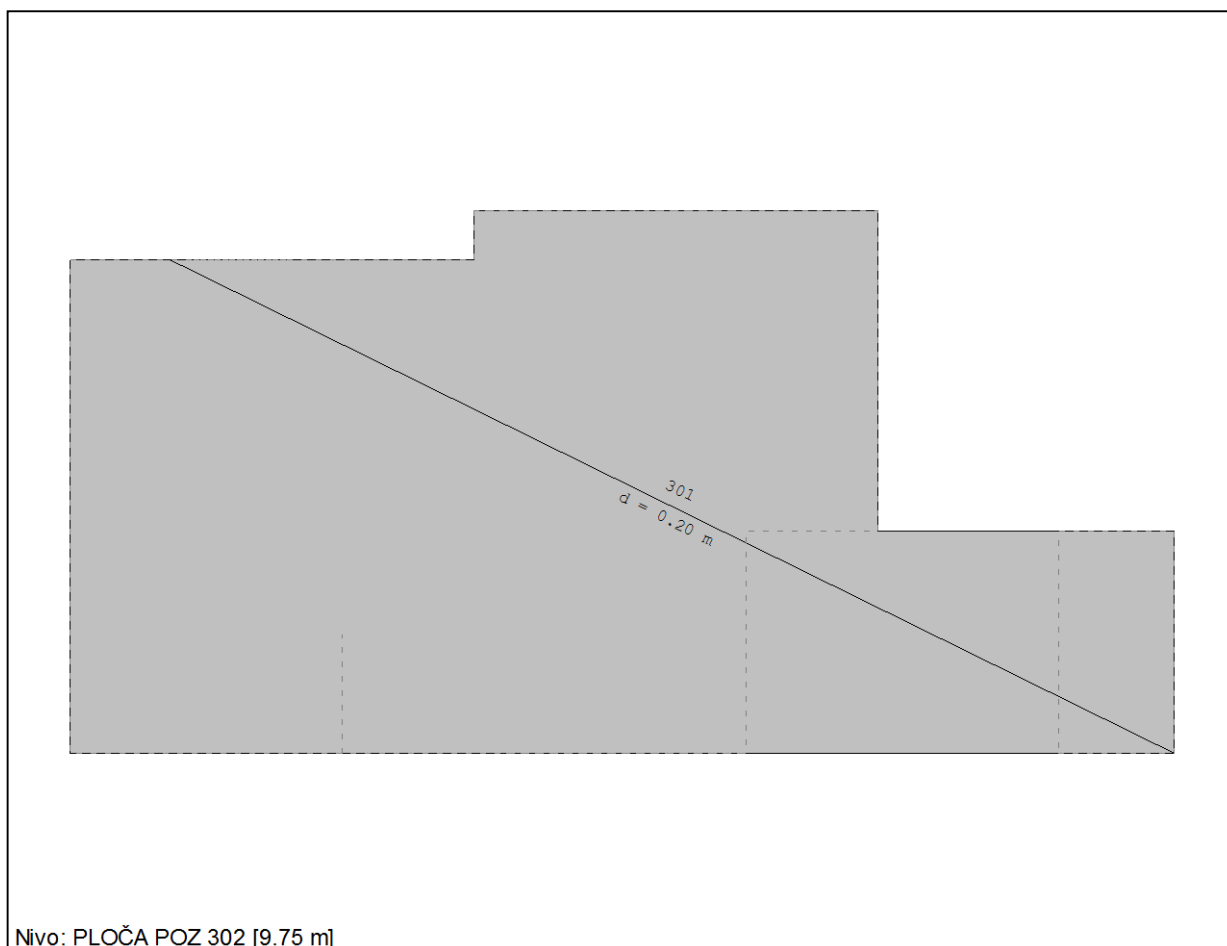
Odeđujemo visine na kojima se nalaze ploče i njihove veličine i položaje te ih unosimo u program.





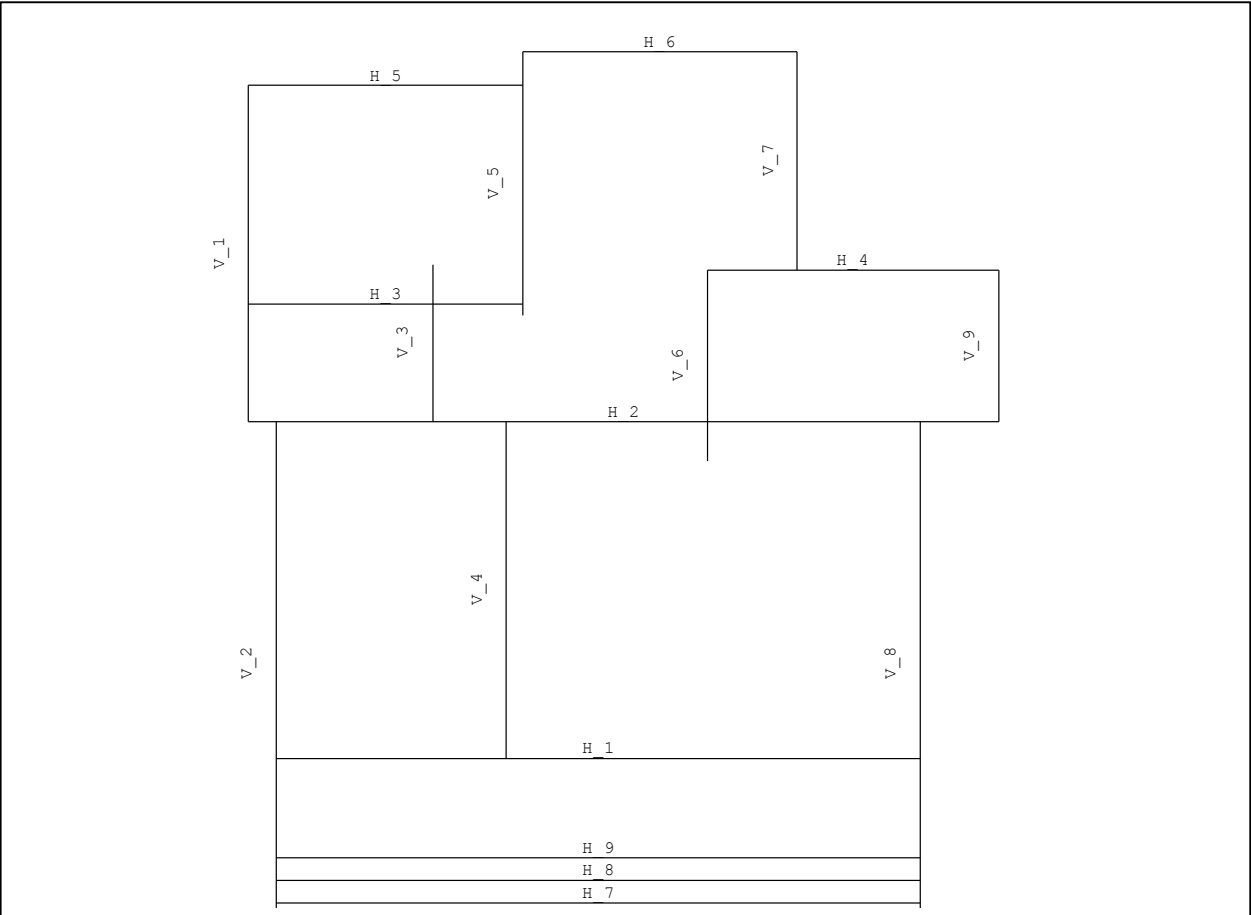




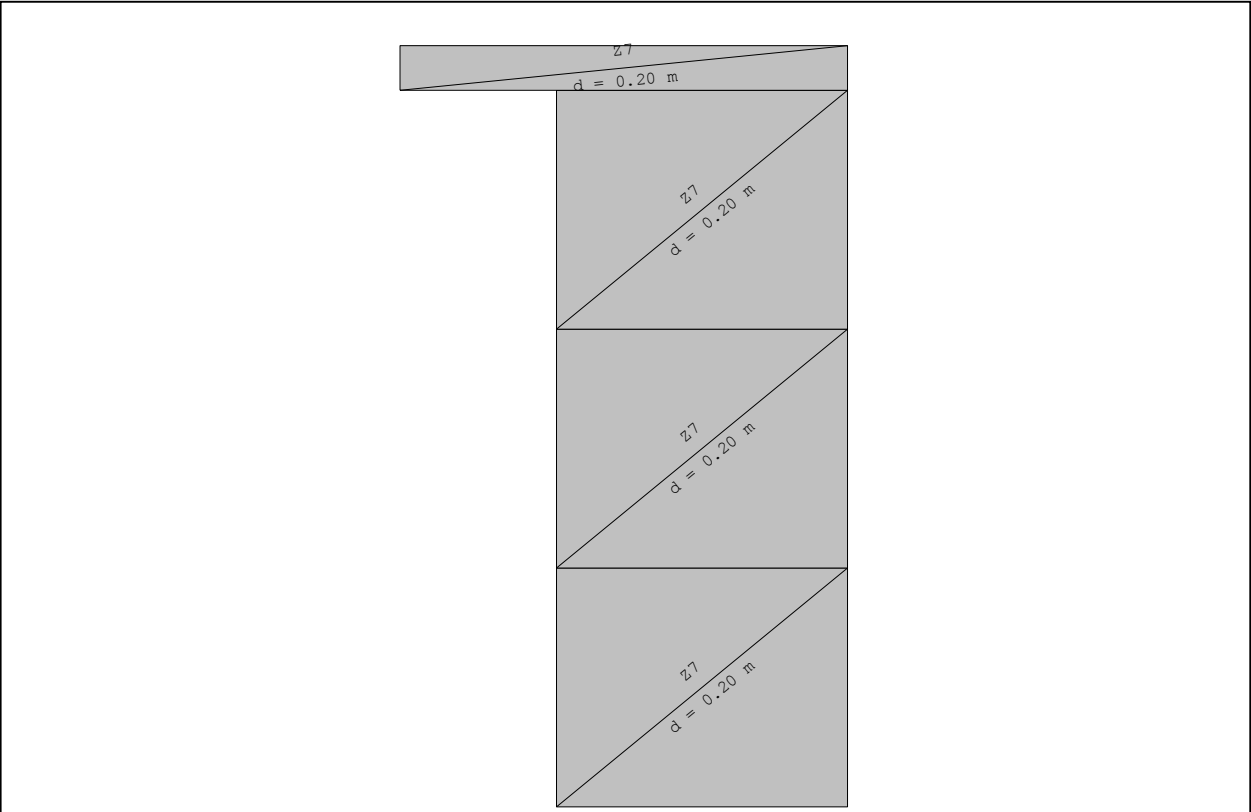


### 3.2. Crtanje zdiova u prostornom modelu

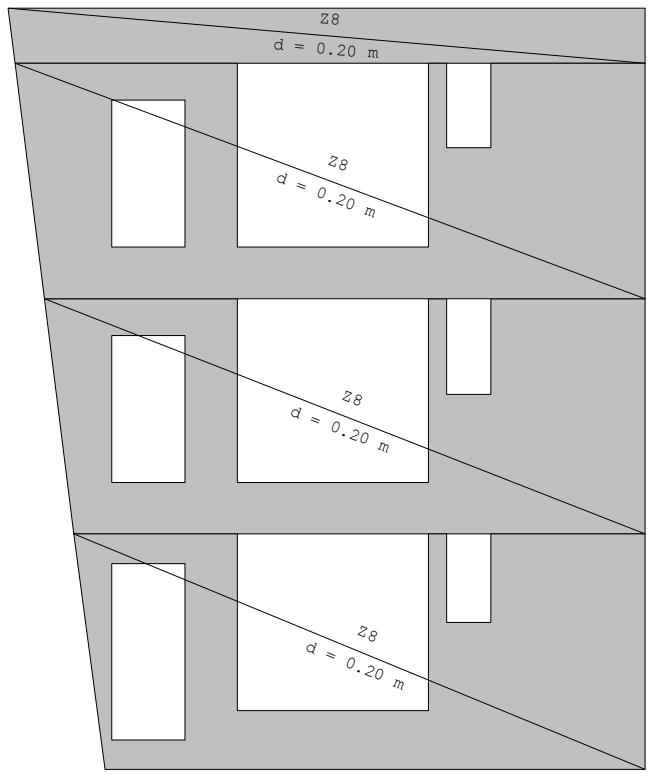
Prije samog crtanja zidova u prostornom modelu određujemo osi u kojima se nalaze i unosimo ih pomoću funkcije „linijski ležaj“. Nakon što ucrtamo zidove odredimo poziciju otvora u zidu i ucrtamo ih. Radi lakšeg snalaženja prvo ćemo generirati dispoziciju okvira koja nam prikazuje nazive osi u kojima se nalaze zidovi. Ucrtane zidove vidimo u sljedećim nacrtima.



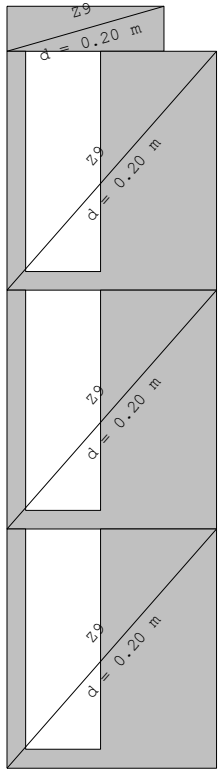
Dispozicija okvira



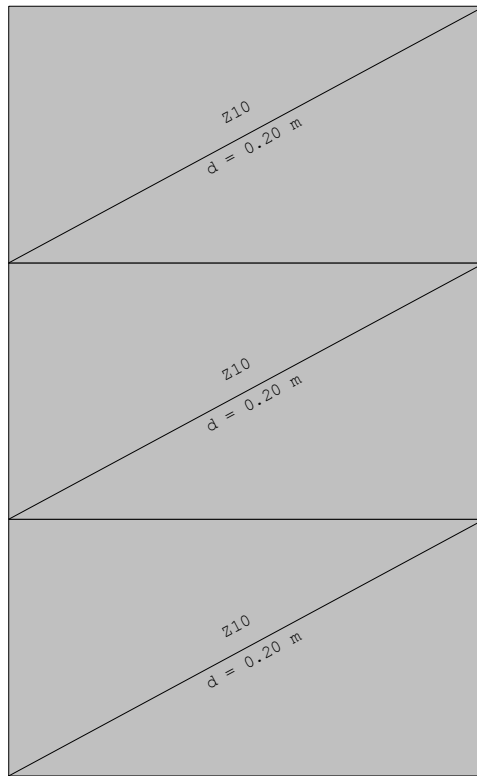
Okvir: V<sub>1</sub>



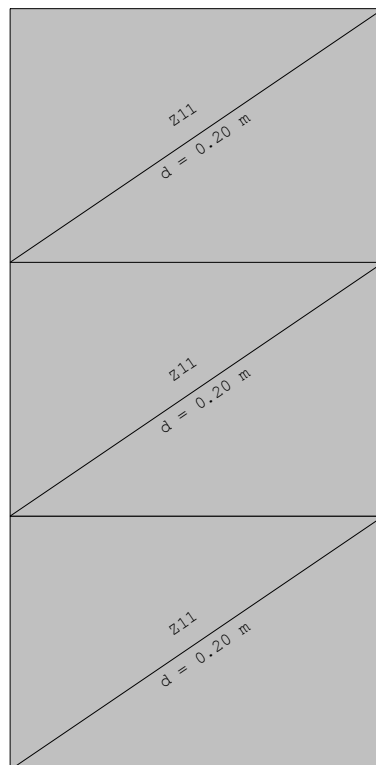
Okvir: V\_2



Okvir: V\_3

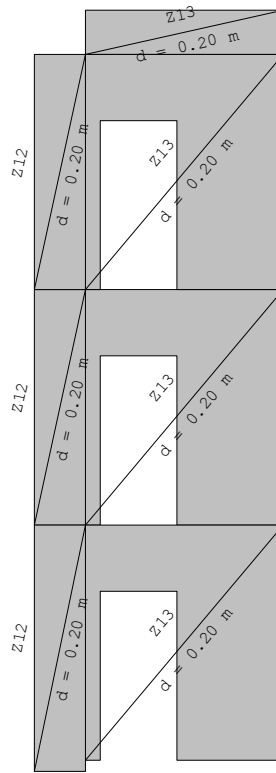


Okvir: V\_4

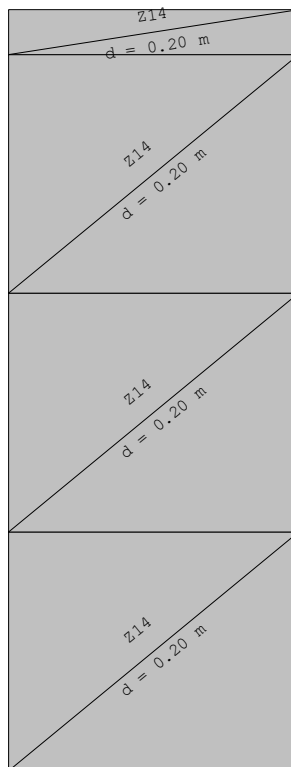


Okvir: V\_5

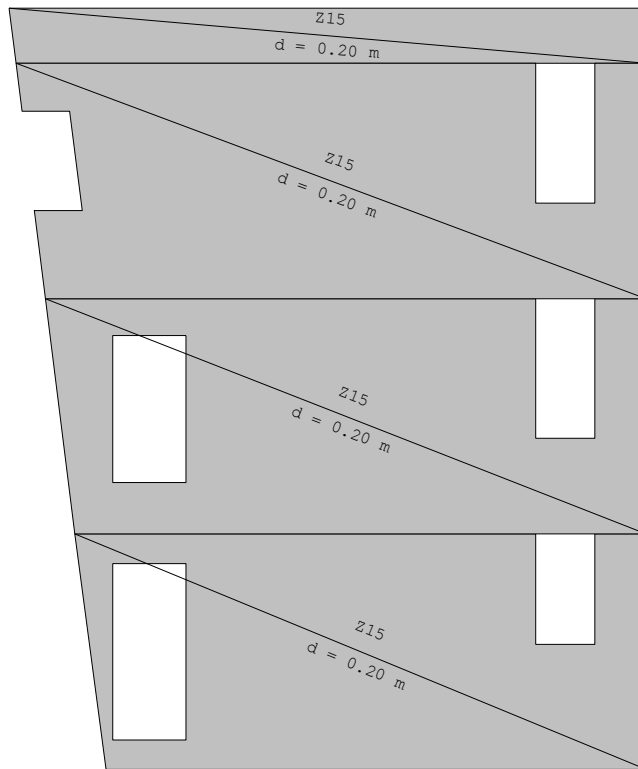




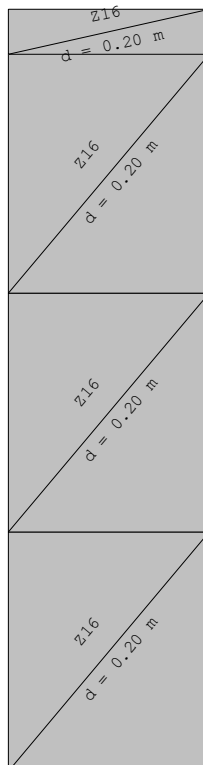
Okvir: V\_6



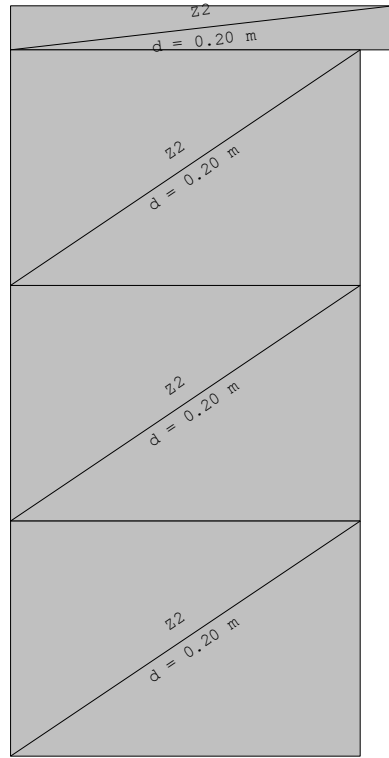
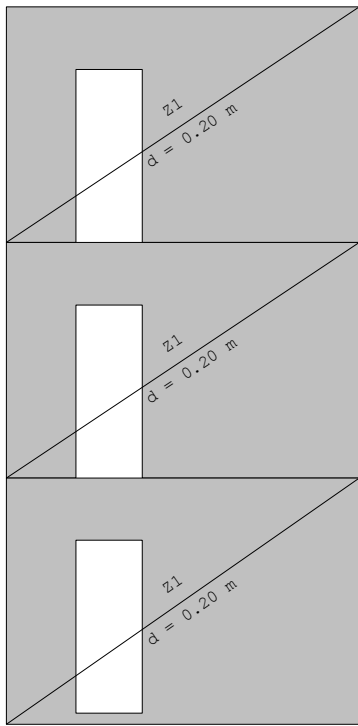
Okvir: V\_7



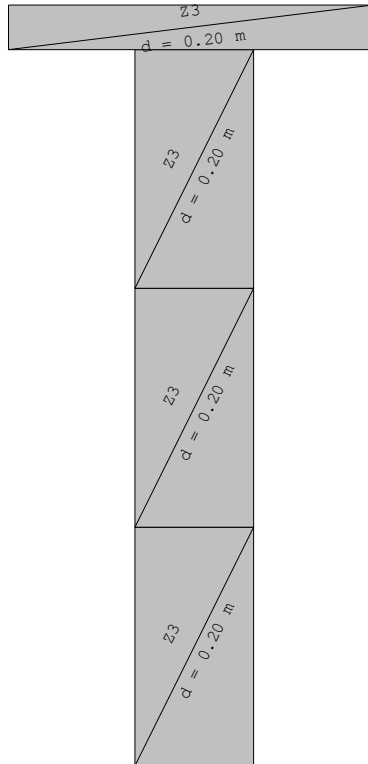
Okvir: V\_8



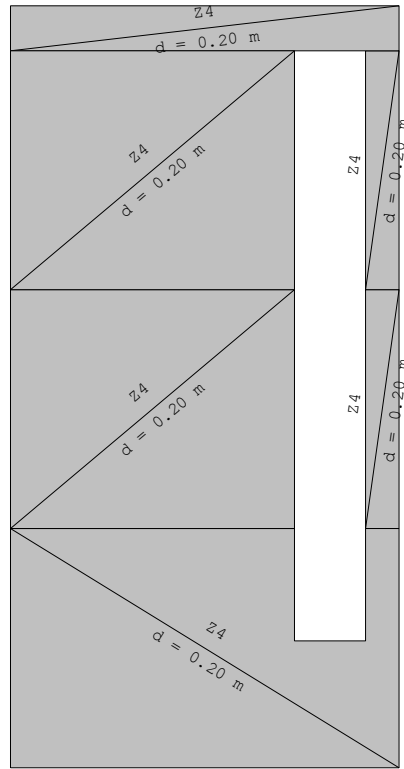
Okvir: V\_9



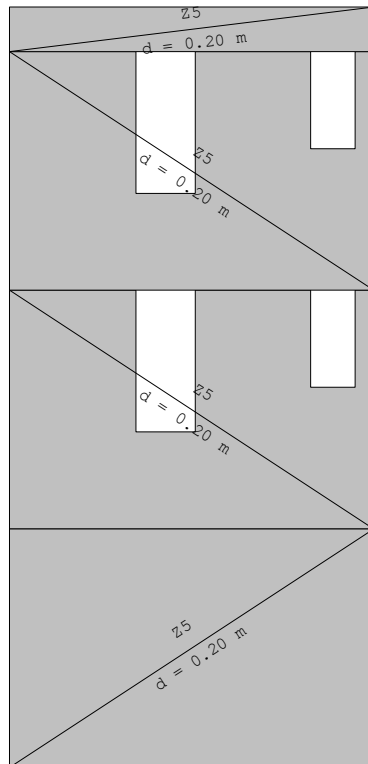
Okvir: H\_2



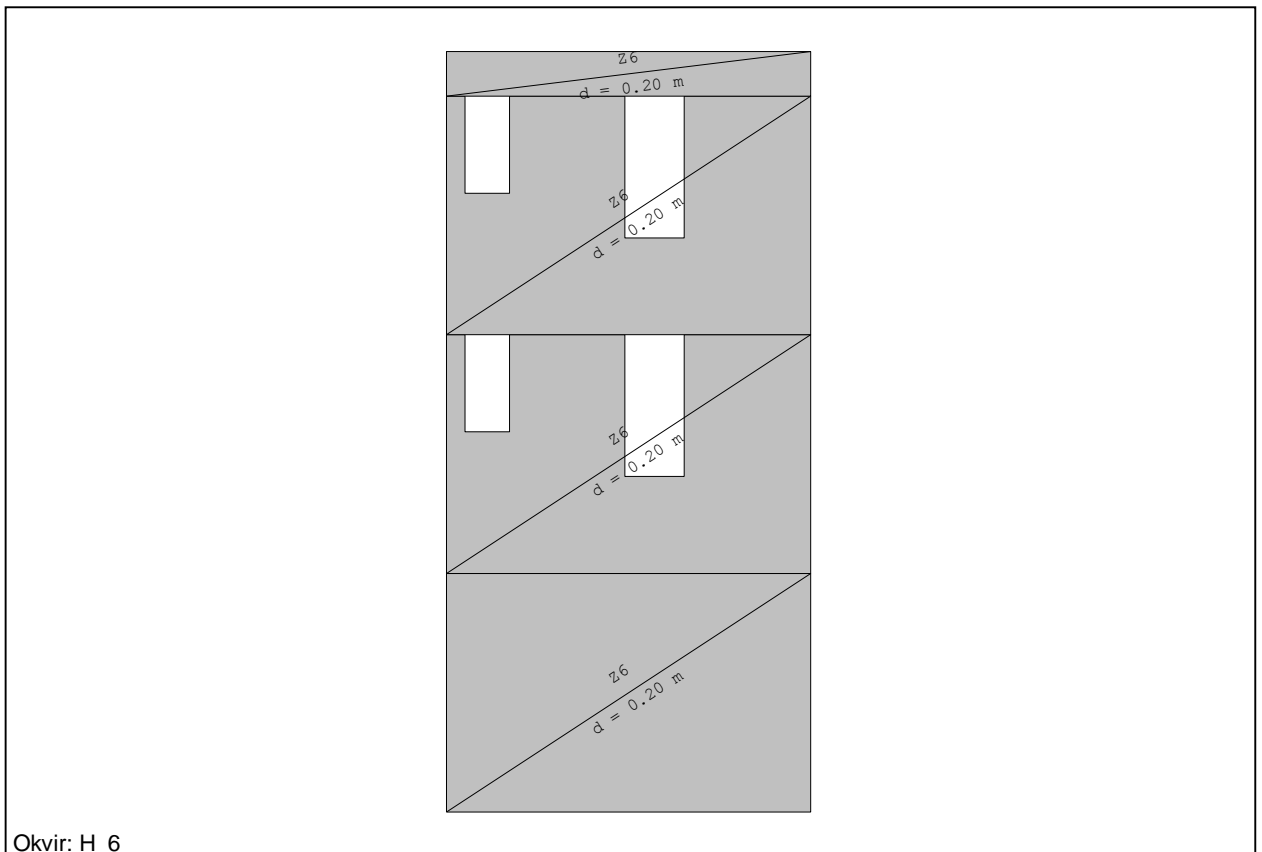
Okvir: H\_3



Okvir: H\_4

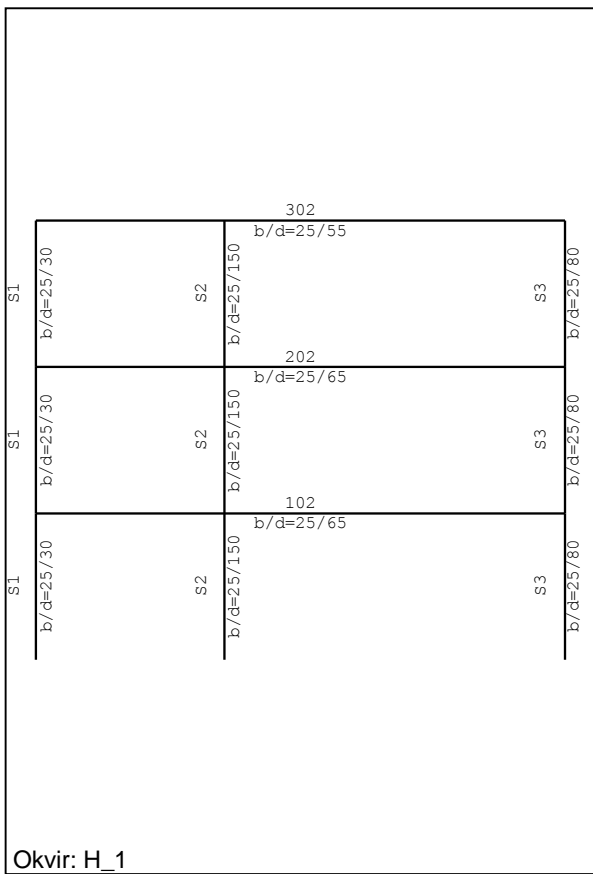


Okvir: H\_5

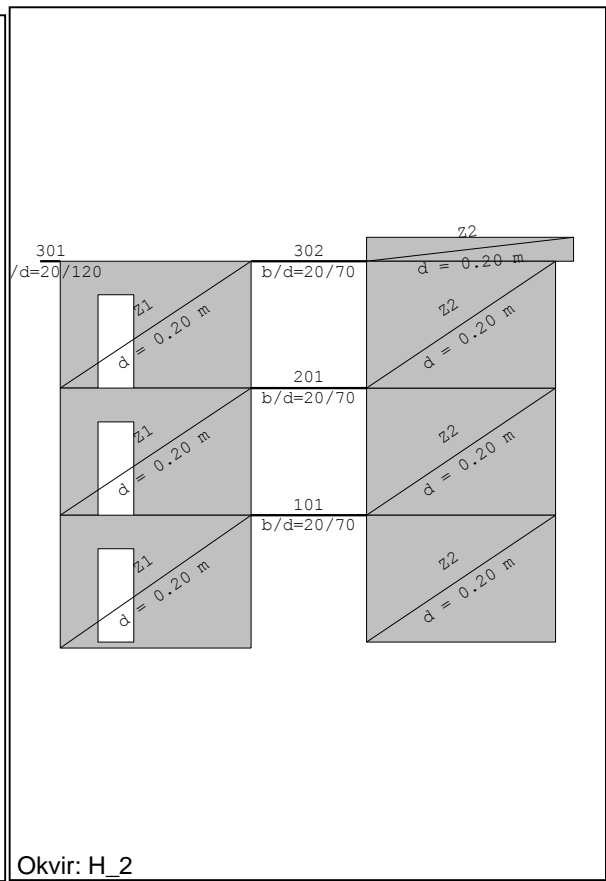


### 3.3. Crtanje greda i stupova u prostornom modelu

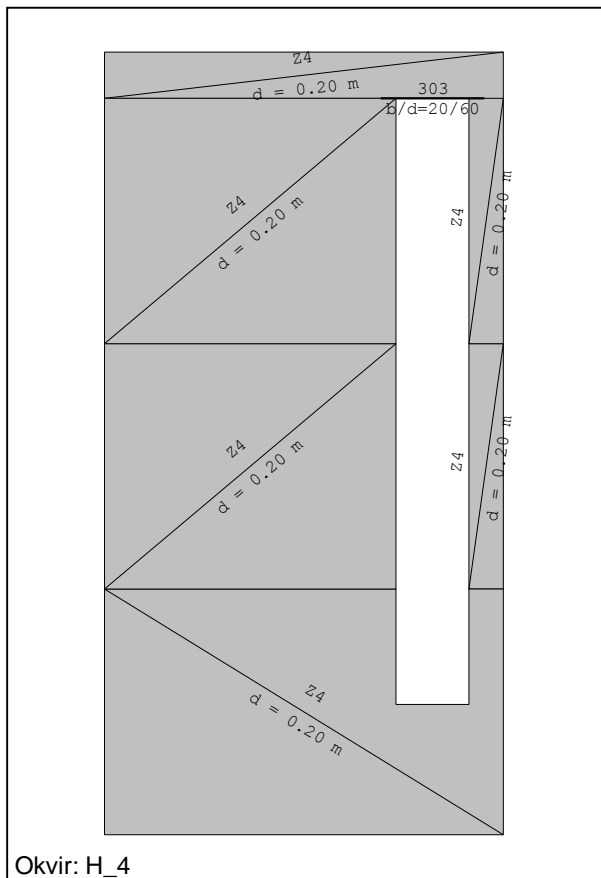
Grede i stupove odeđujemo po pravilu  $b \leq 5d$  ili  $h \leq 5d$  u suprotnop pripadaju u zidove. Grede također unosimo iznad otvora. Nakon što odredimo koji konstruktivni element je greda, zid ili stup odeđujemo lokaciju na kojoj se nalazi i krećemo s ucrtavanjem u prostorni model. Radi lakšeg snalaženja koristi će nam dispozicija okvira.



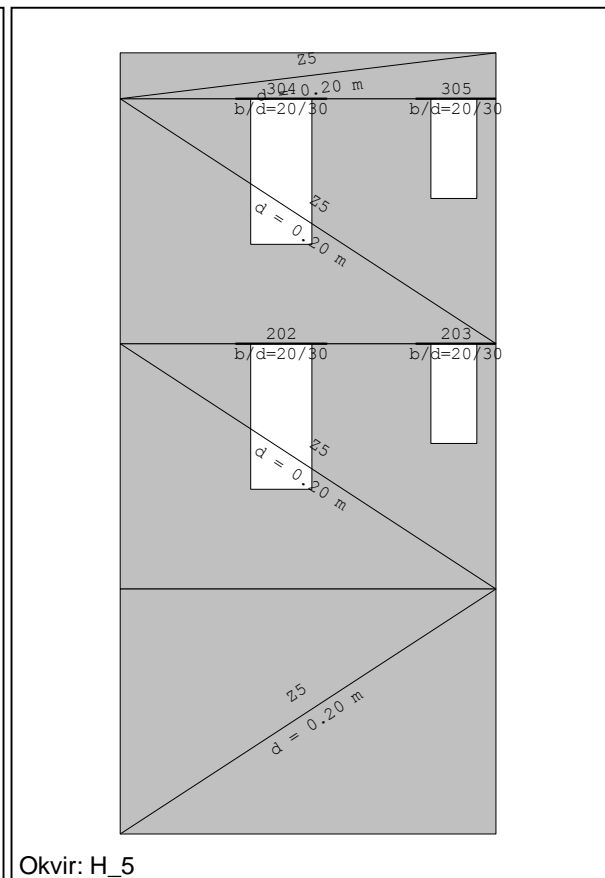
Okvir: H\_1



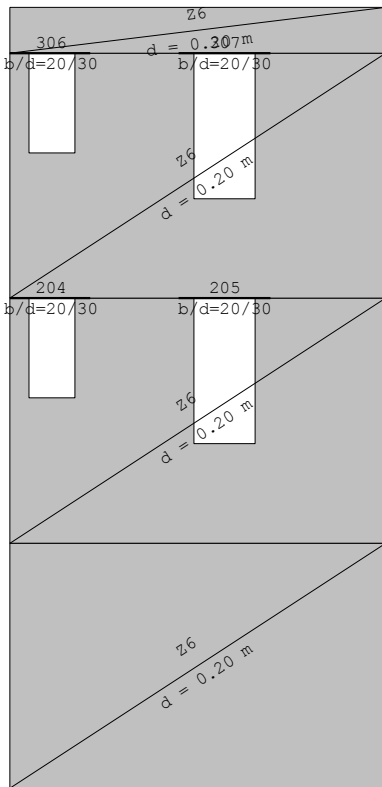
Okvir: H\_2



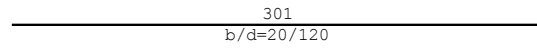
Okvir: H\_4



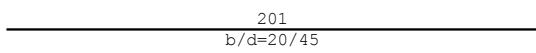
Okvir: H\_5



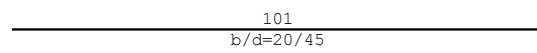
Okvir: H\_6



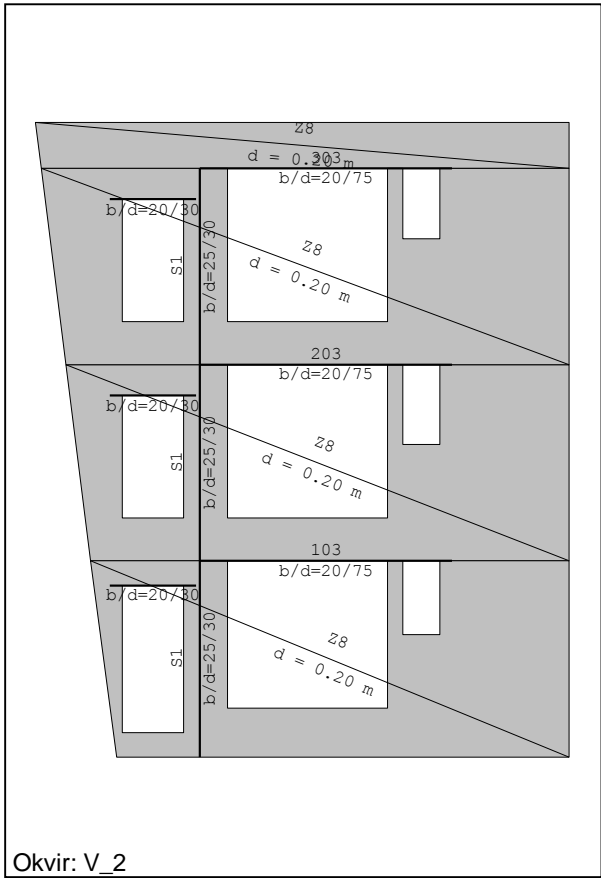
Okvir: H\_7



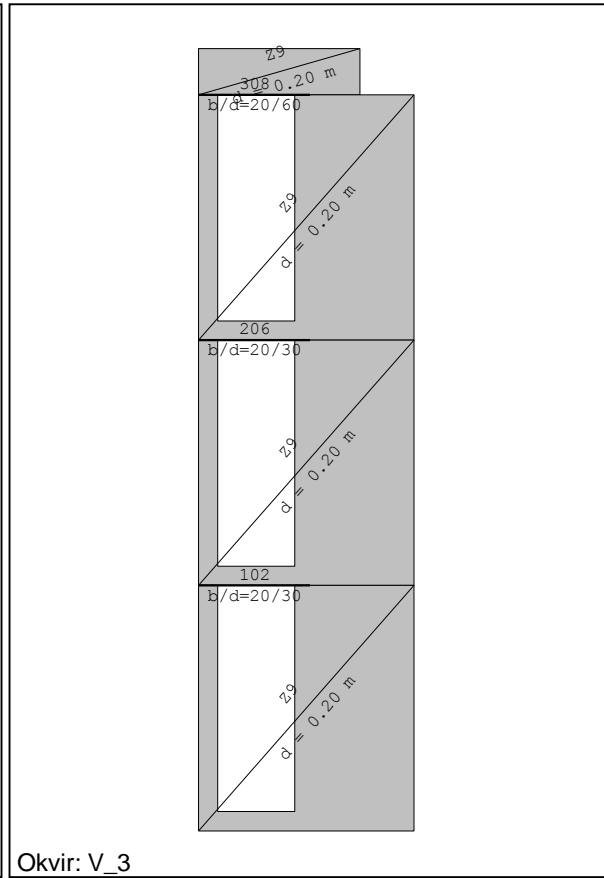
Okvir: H\_8



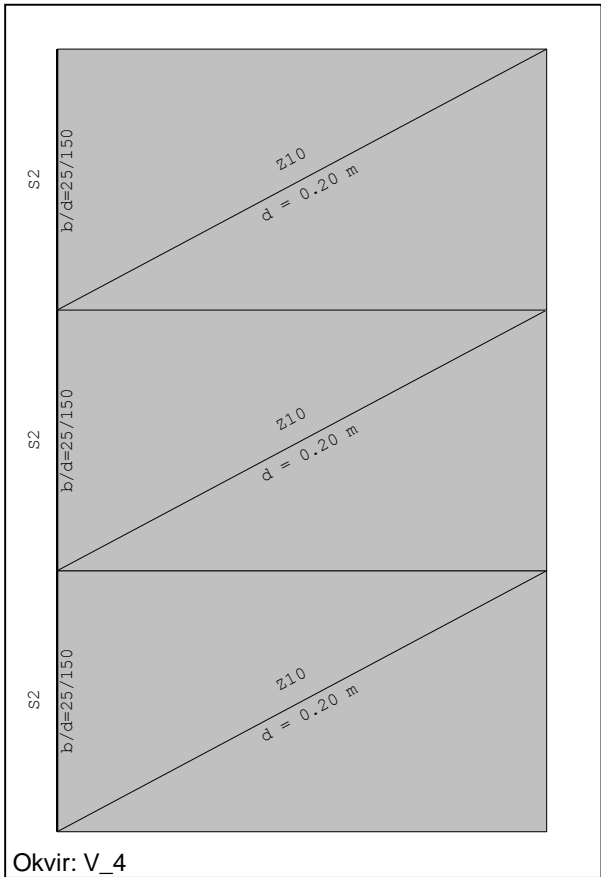
Okvir: H\_9



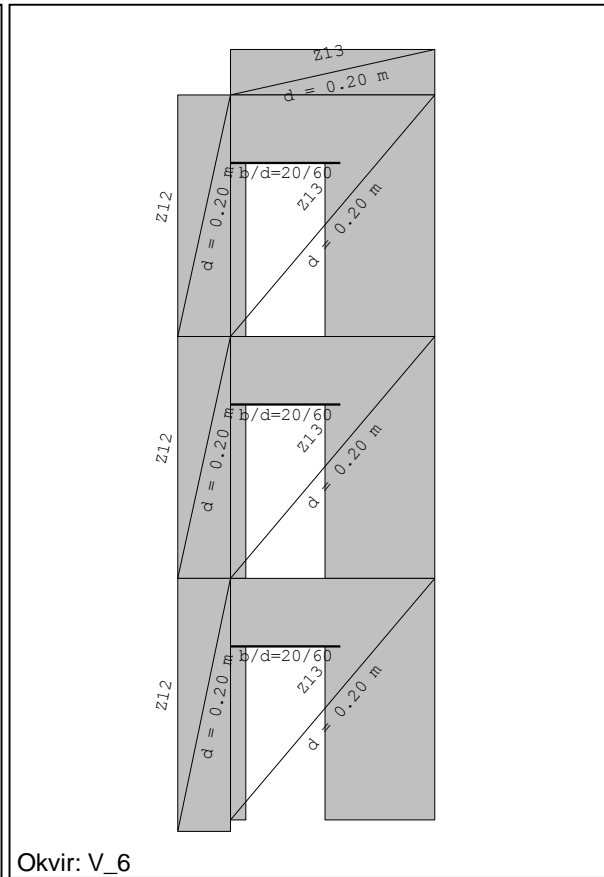
Okvir: V\_2



Okvir: V\_3

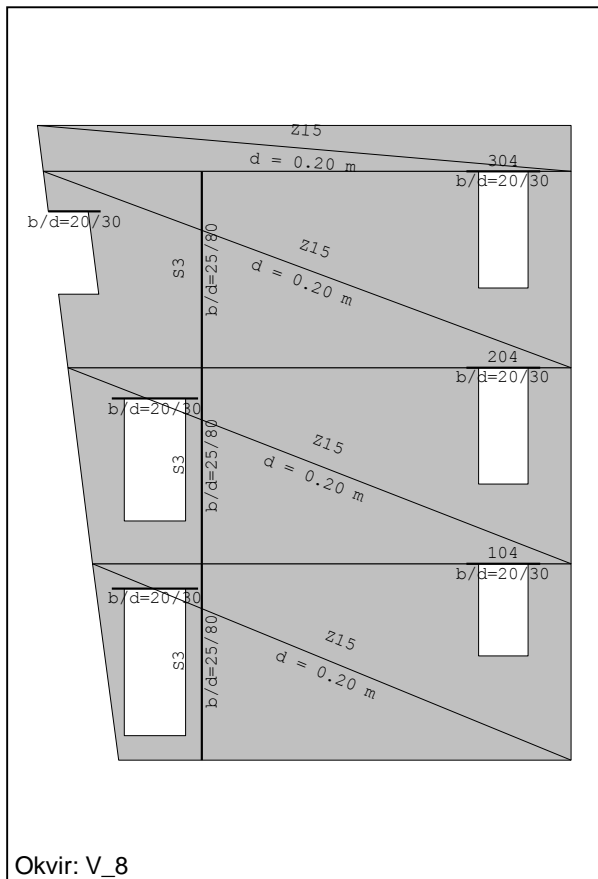


Okvir: V\_4



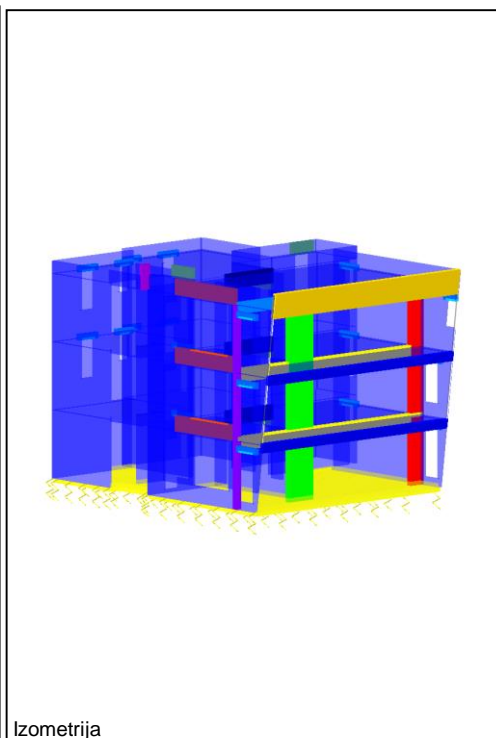
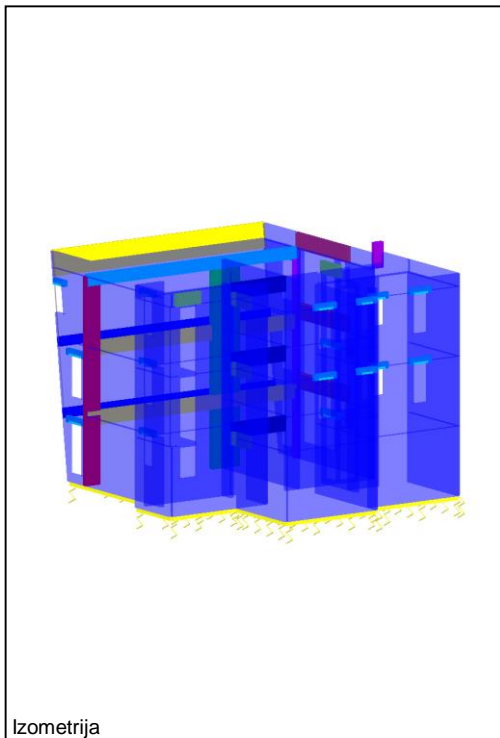
Okvir: V\_6

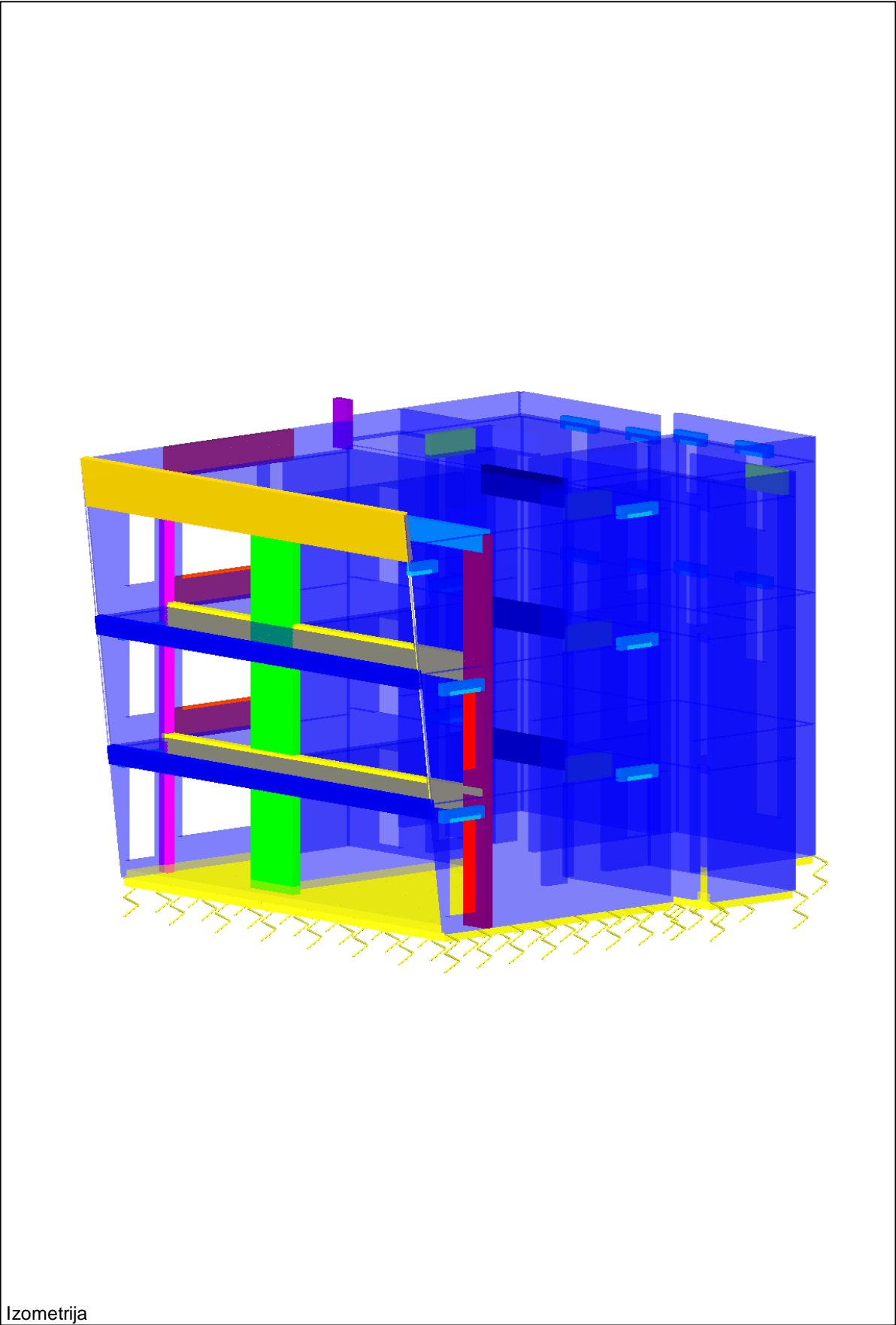




### 3.4. Završeni prostorni model

Nakon što smo unjeli sve konstruktivne elemente u model možemo prikazati izgled modela.

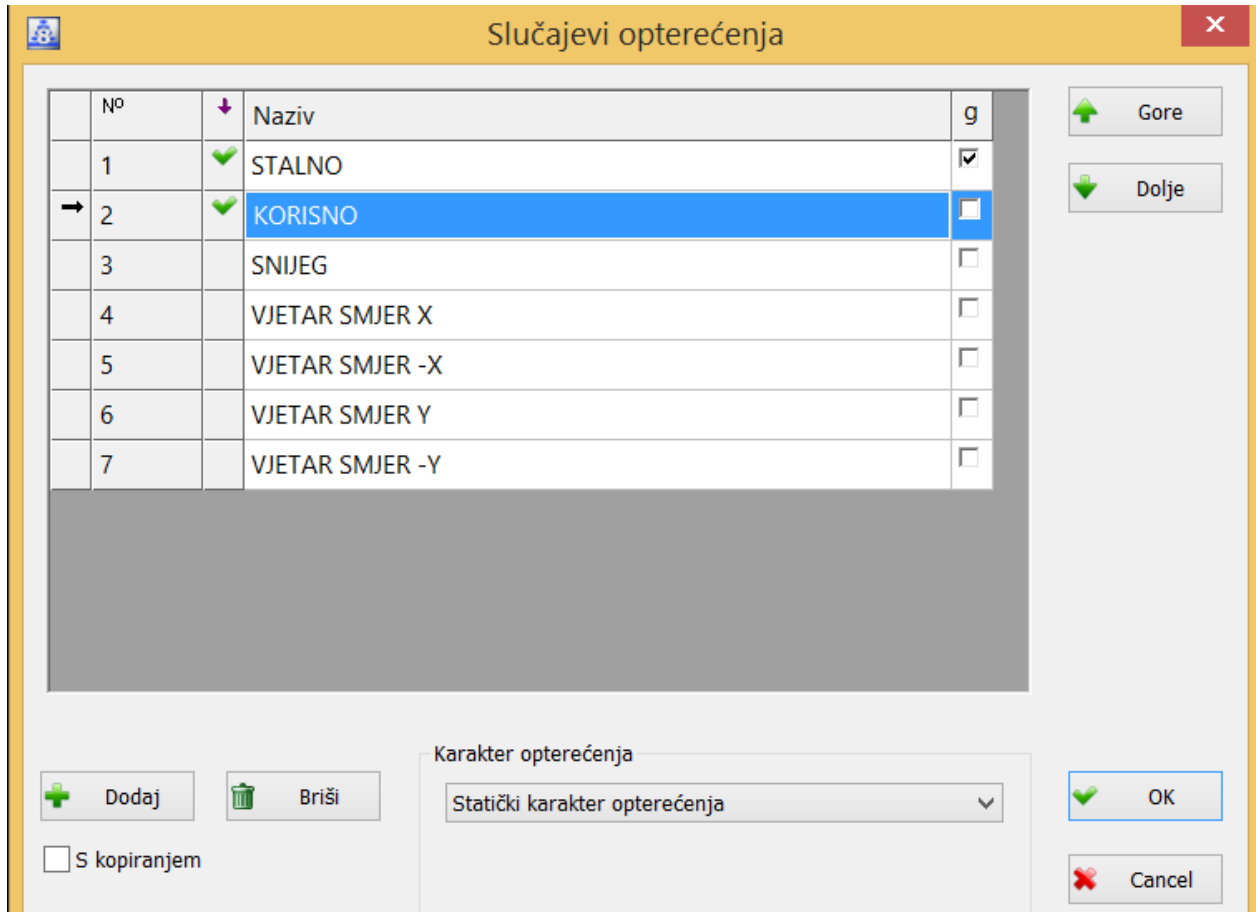




Izometrija

## 4. Unos stalnih i promjenjivih opterećenja na konstrukciju

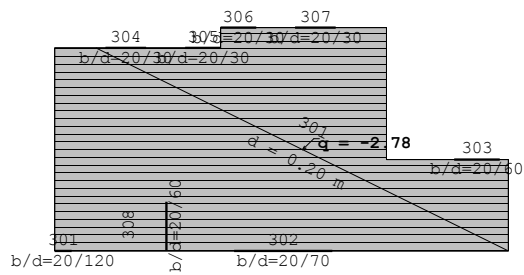
U padajućem izborniku odredimo vrste opterećenja. U našem slučaju to su stalno, korisno, snijeg, vjetar u smjeru x, vjetar u smjeru -x, vjetar u smjeru y i vjetar u smjeru -y. Nakon toga za svako opterećenje posebno unosimo vrijedosti prije izračunate.



Slika 4 Prikaz slučajev aopterećenja (snimka zaslona u programu TOWER)

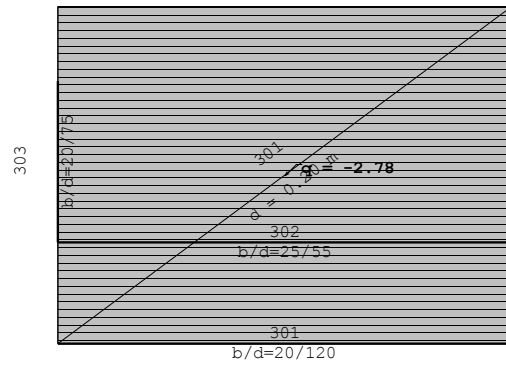
## 4.1. Unešena opterećenja na ploče i zidove

Opt. 1: STALNO (g)



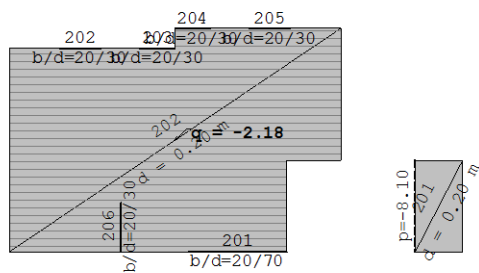
Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Opt. 1: STALNO (g)



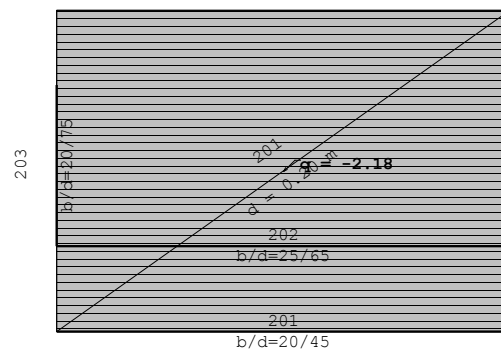
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

Opt. 1: STALNO (g)



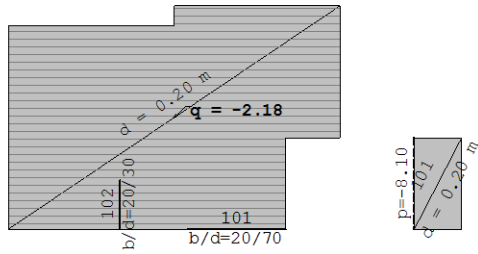
Nivo: PLOČA POZ 202 [6.55 m]

Opt. 1: STALNO (g)



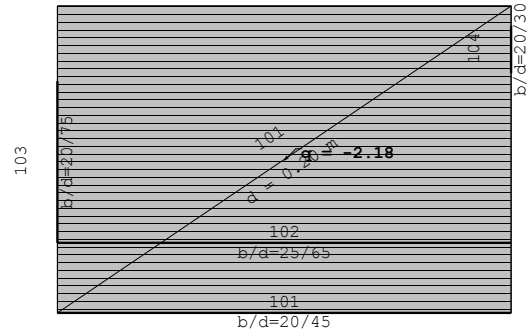
Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]

Opt. 1: STALNO (g)



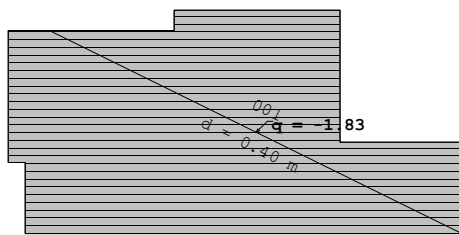
Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]

Opt. 1: STALNO (g)



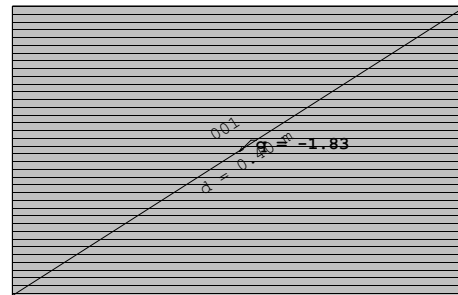
Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]

Opt. 1: STALNO (g)



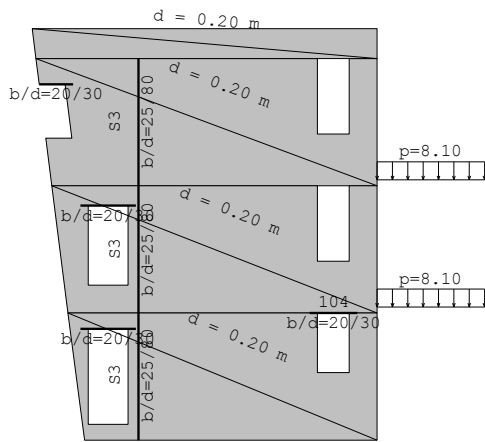
Nivo: TEMELNA PLOČA POZ 002 [0.15 m]

Opt. 1: STALNO (g)



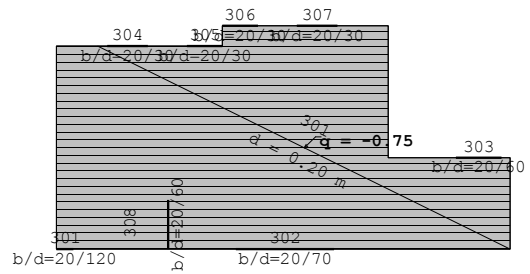
Nivo: TEMELJNA PLOČA POZ 001 [0.00 m]

Opt. 1: STALNO (g)



Okvir: V\_8

Opt. 2: KORISNO



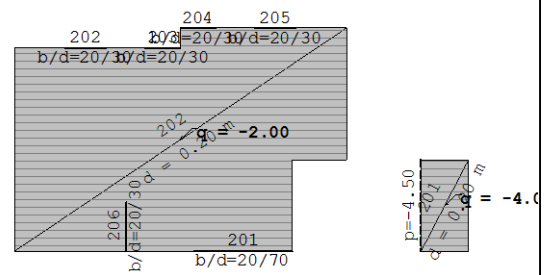
Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Opt. 2: KORISNO



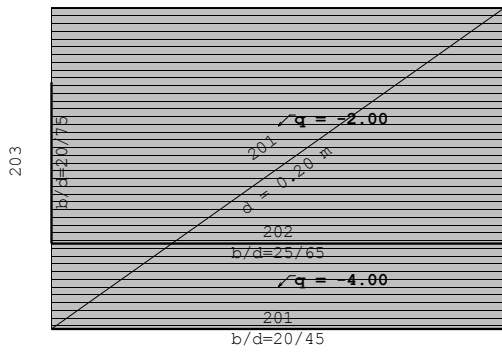
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

Opt. 2: KORISNO



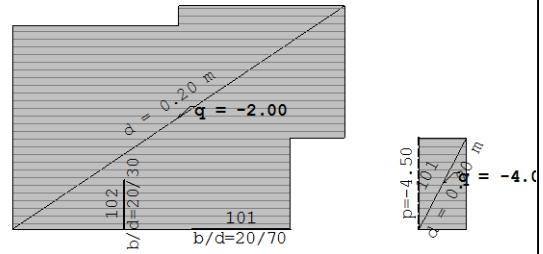
Nivo: PLOČA POZ 202 [6.55 m]

Opt. 2: KORISNO



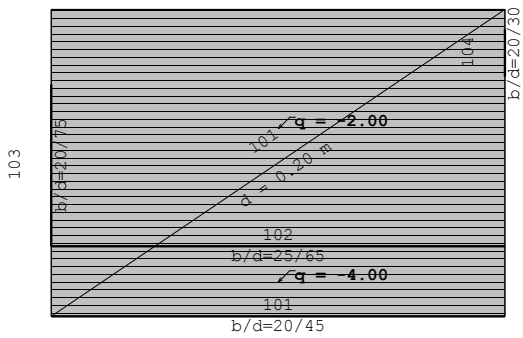
Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]

Opt. 2: KORISNO



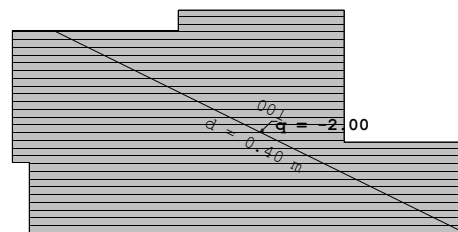
Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]

Opt. 2: KORISNO



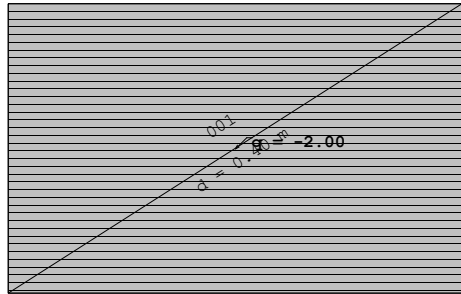
Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]

Opt. 2: KORISNO



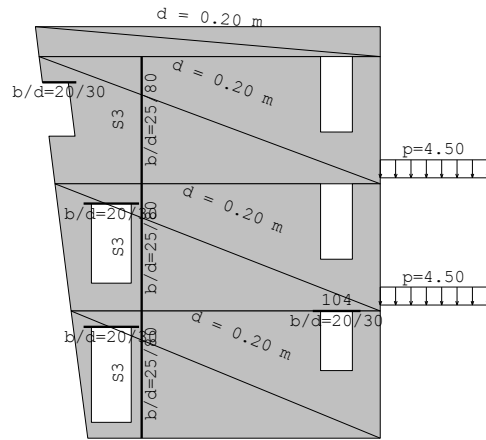
Nivo: TEMELNA PLOČA POZ 002 [0.15 m]

Opt. 2: KORISNO



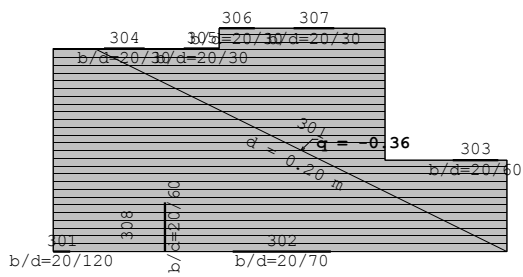
Nivo: TEMELJNA PLOČA POZ 001 [0.00 m]

Opt. 2: KORISNO



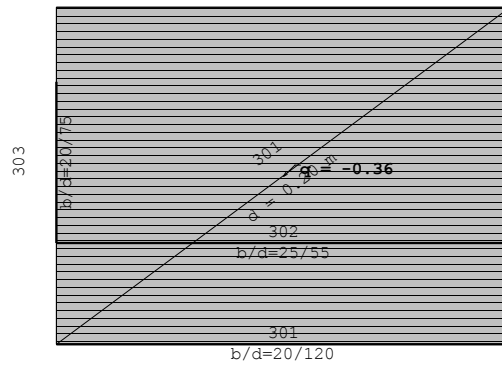
Okvir: V\_8

Opt. 3: SNIJEG



Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

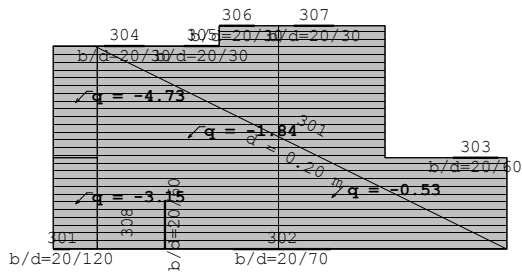
Opt. 3: SNIJEG



Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

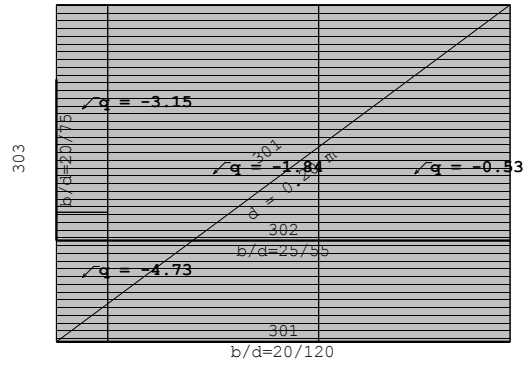


Opt. 4: VJETAR SMJER X



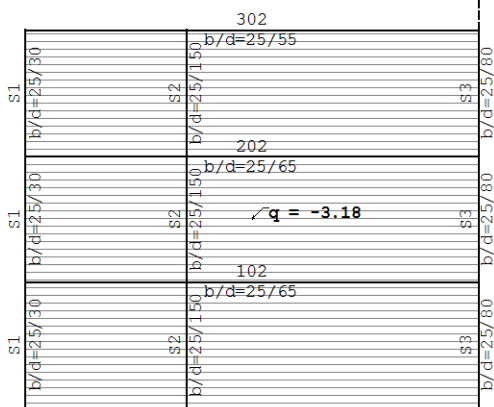
Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Opt. 4: VJETAR SMJER X



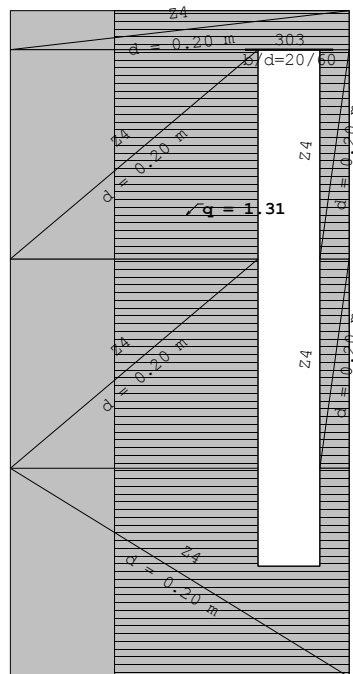
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

Opt. 4: VJETAR SMJER X



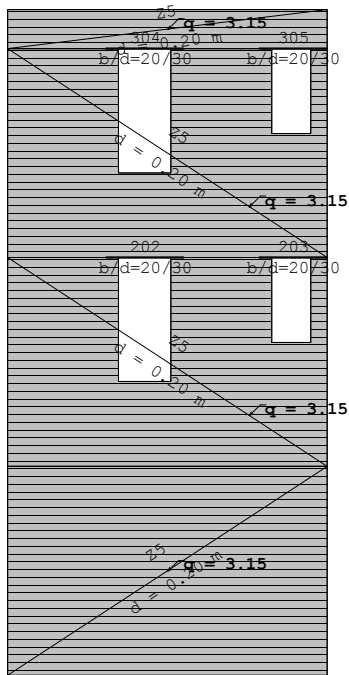
Okvir: H\_1

Opt. 4: VJETAR SMJER X



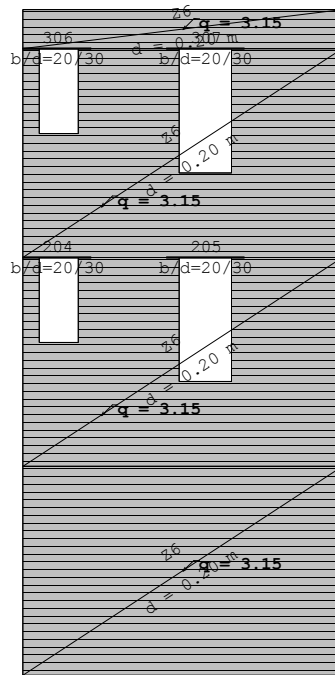
Okvir: H\_4

Opt. 4: VJETAR SMJER X



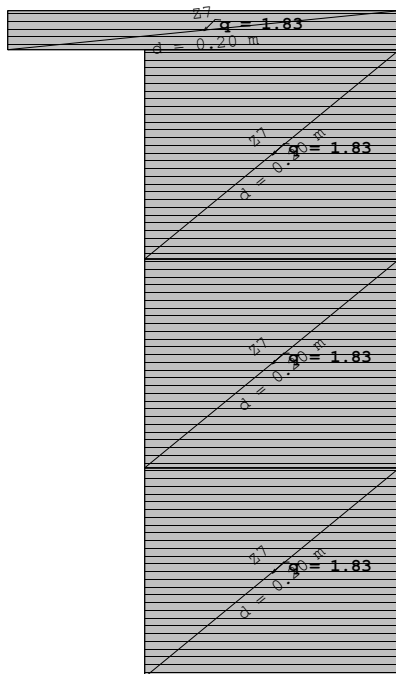
Okvir: H\_5

Opt. 4: VJETAR SMJER X



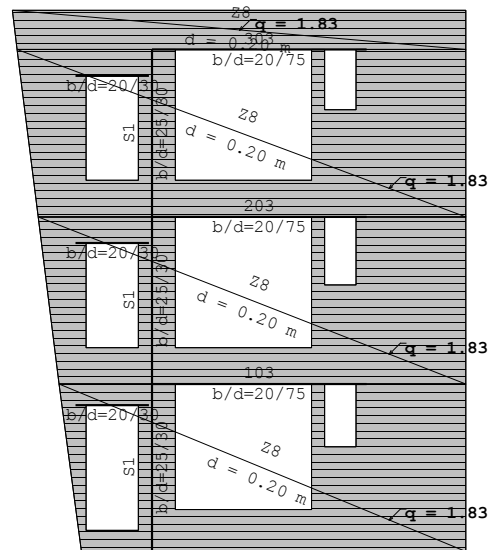
Okvir: H\_6

Opt. 4: VJETAR SMJER X



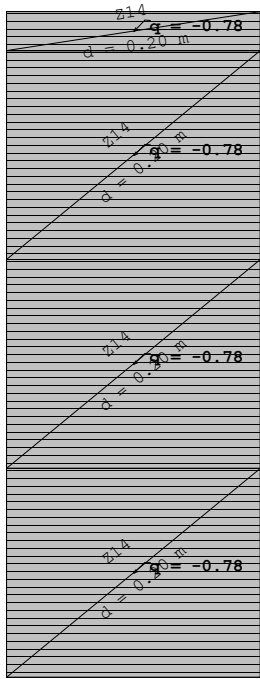
Okvir: V\_1

Opt. 4: VJETAR SMJER X



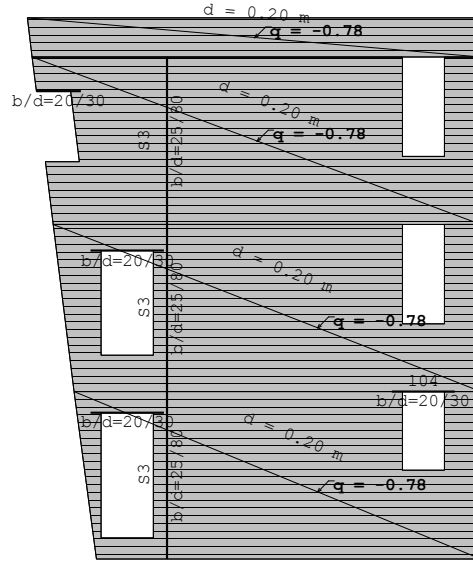
Okvir: V\_2

Opt. 4: VJETAR SMJER X



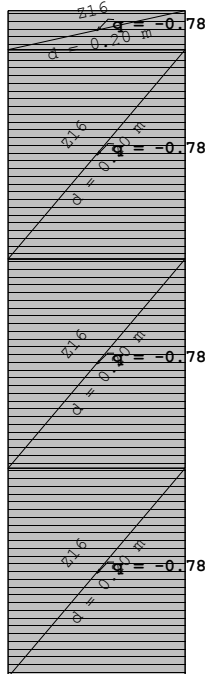
Okvir: V\_7

Opt. 4: VJETAR SMJER X



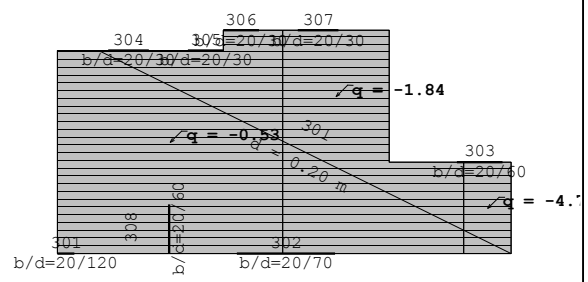
Okvir: V\_8

Opt. 4: VJETAR SMJER X



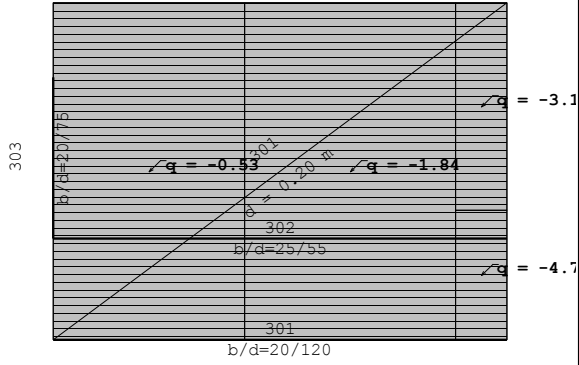
Okvir: V\_9

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



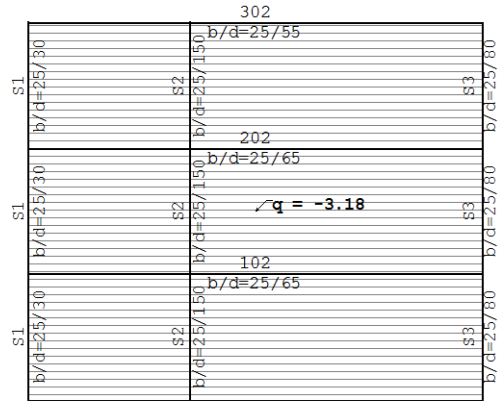
Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



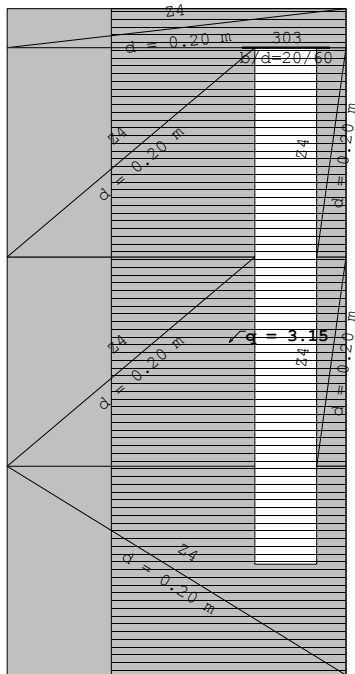
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



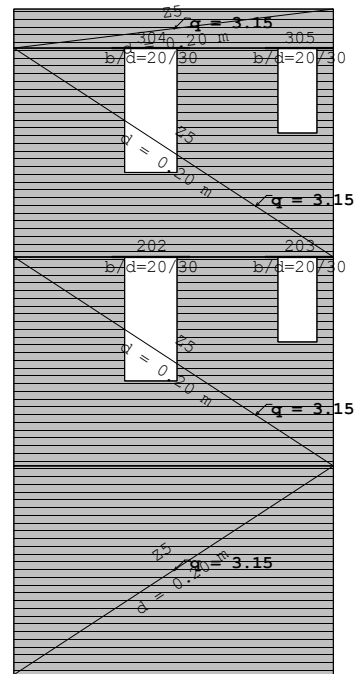
Okvir: H\_1

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



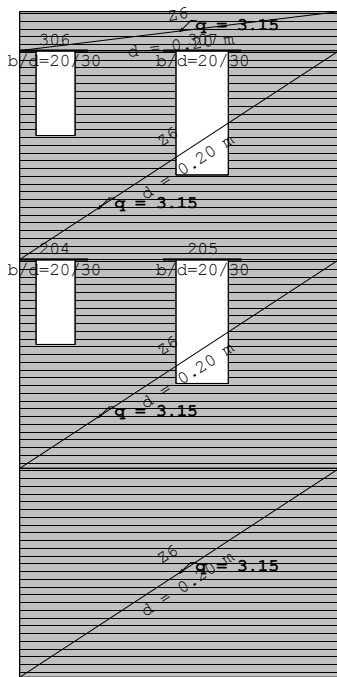
Okvir: H\_4

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



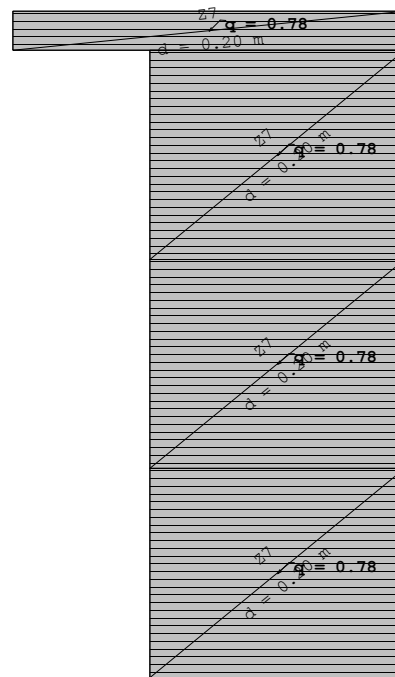
Okvir: H\_5

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



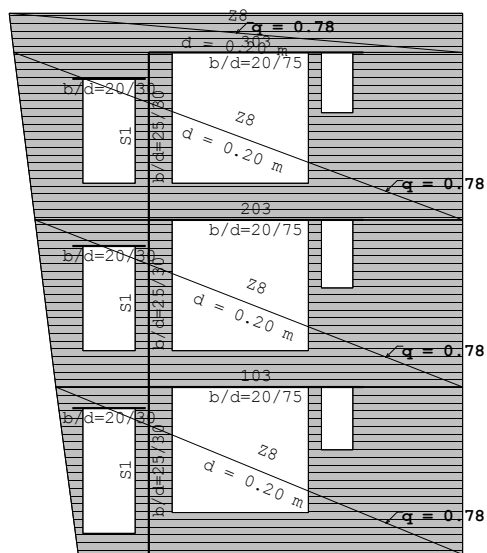
Okvir: H\_6

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



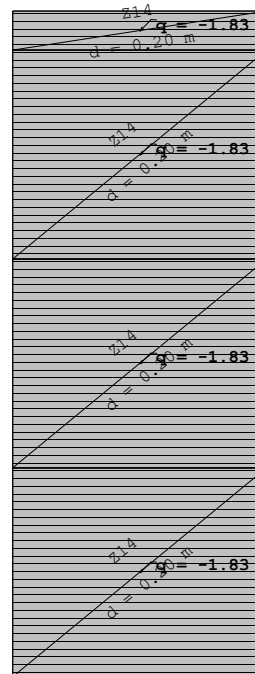
Okvir: V\_1

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



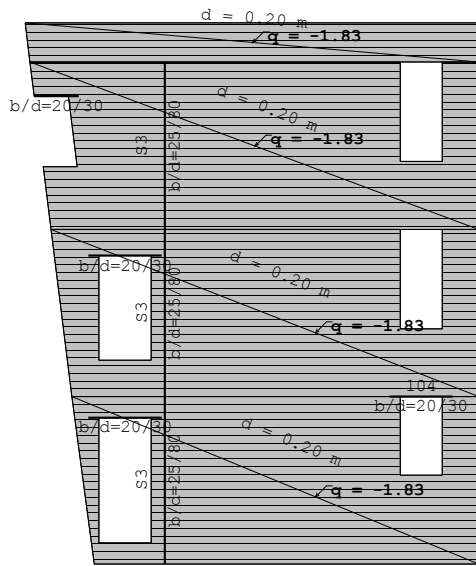
Okvir: V\_2

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



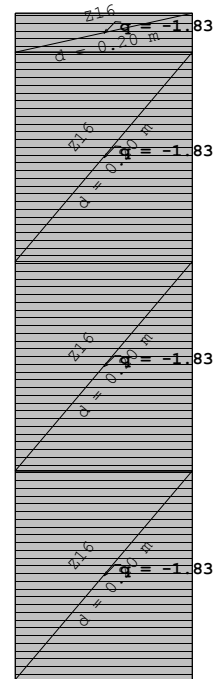
Okvir: V\_7

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



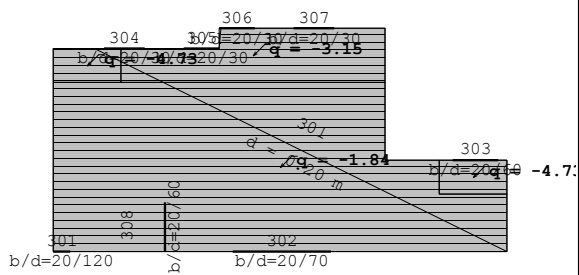
Okvir: V\_8

Opt. 5: VJETAR SMJER -X



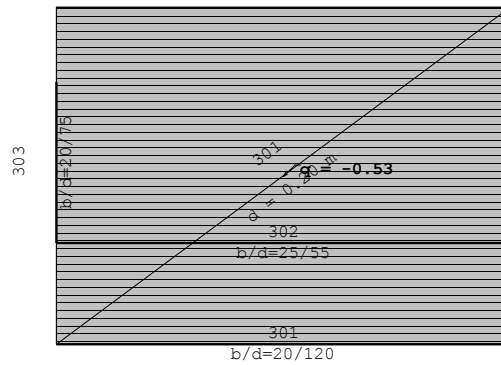
Okvir: V\_9

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



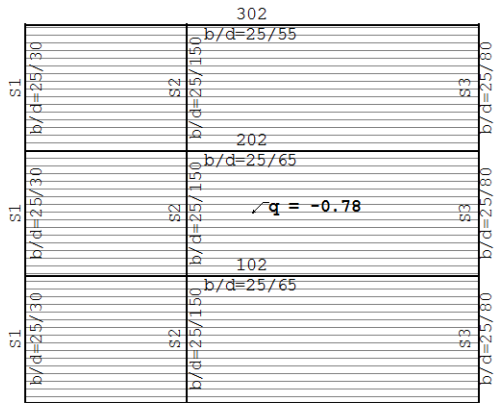
Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



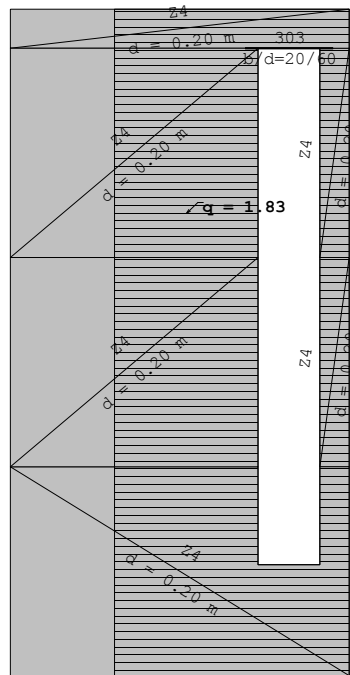
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



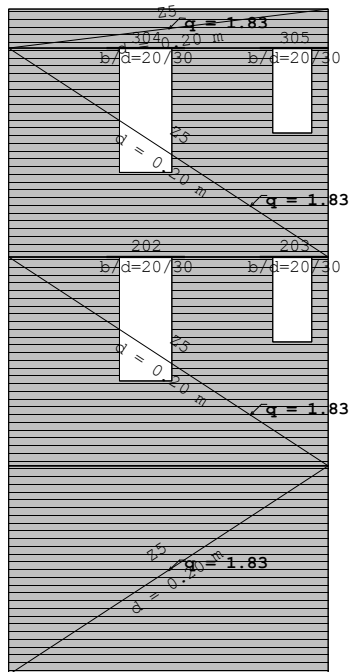
Okvir: H\_1

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



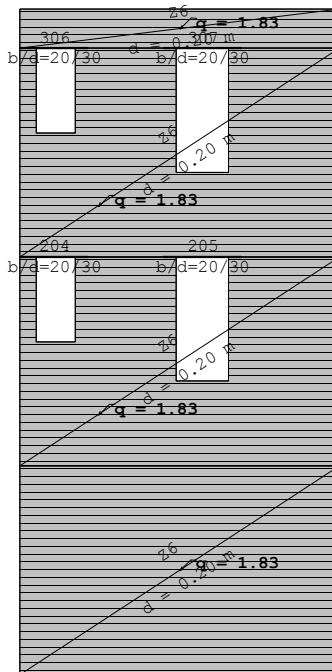
Okvir: H\_4

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



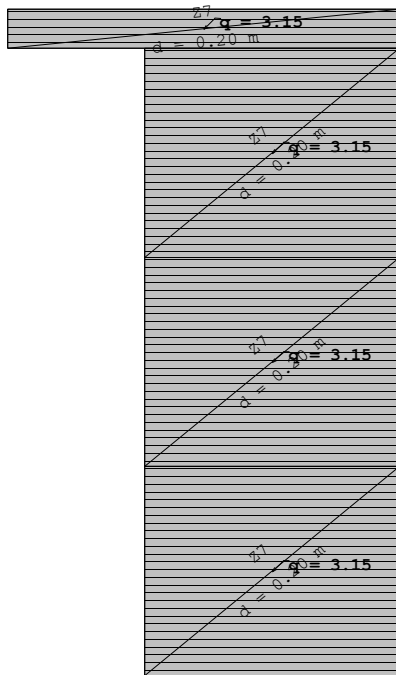
Okvir: H\_5

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



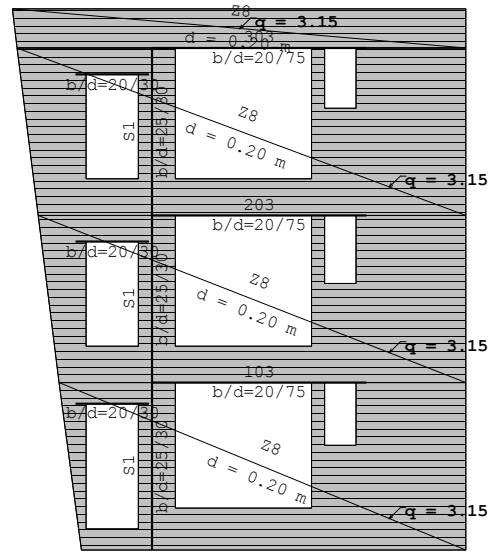
Okvir: H\_6

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



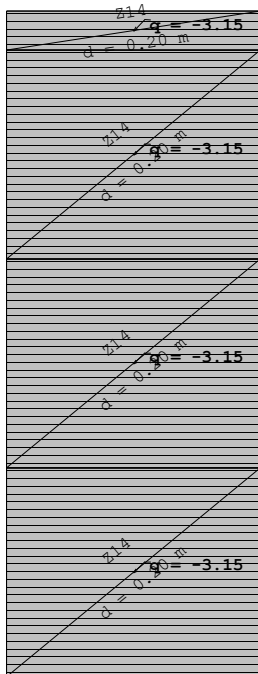
Okvir: V\_1

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



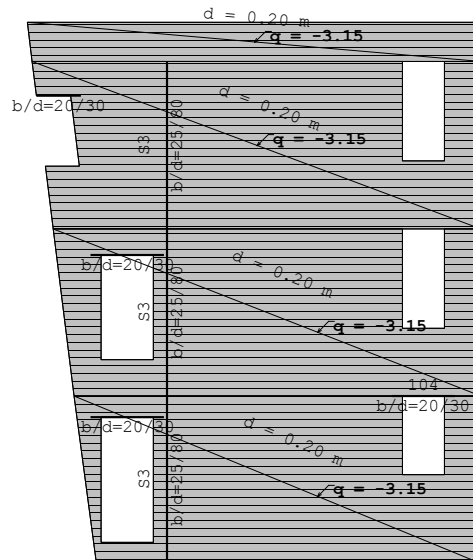
Okvir: V\_2

Opt. 6: VJETAR SMJER Y



Okvir: V\_7

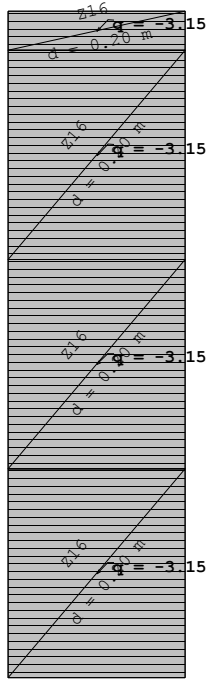
Opt. 6: VJETAR SMJER Y



Okvir: V\_8

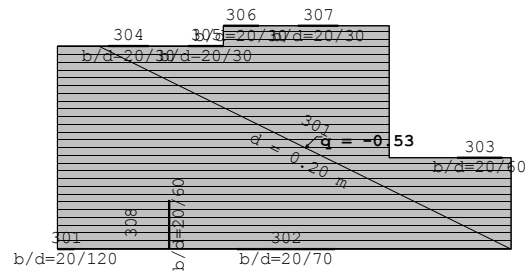


Opt. 6: VJETAR SMJER Y



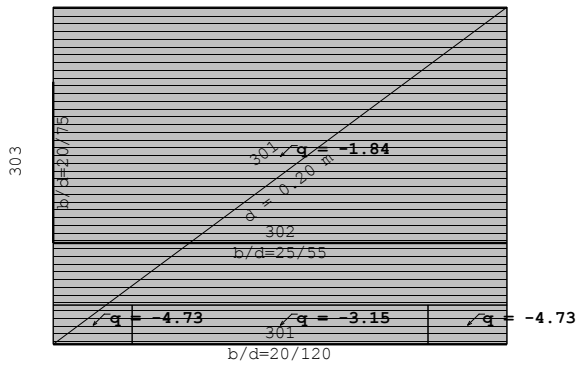
Okvir: V\_9

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



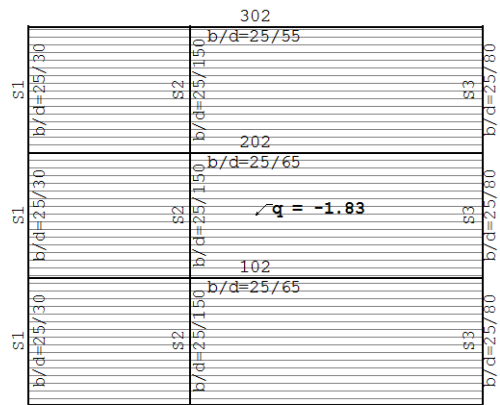
Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



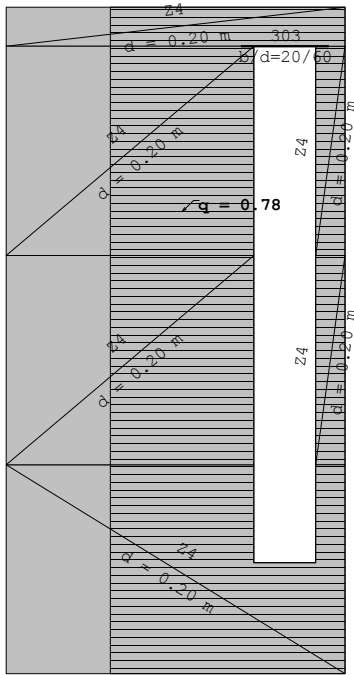
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



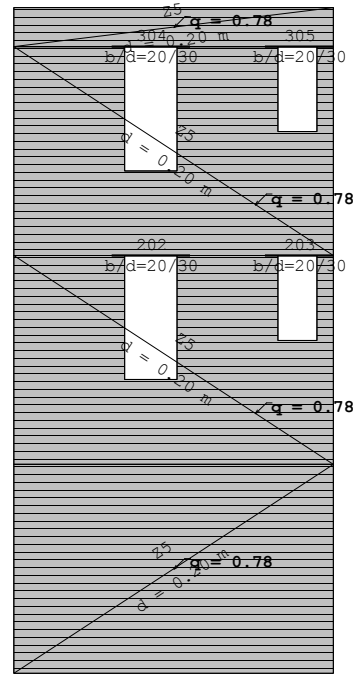
Okvir: H\_1

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



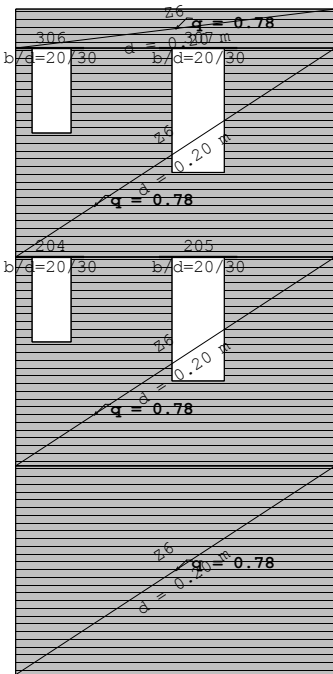
Okvir: H\_4

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



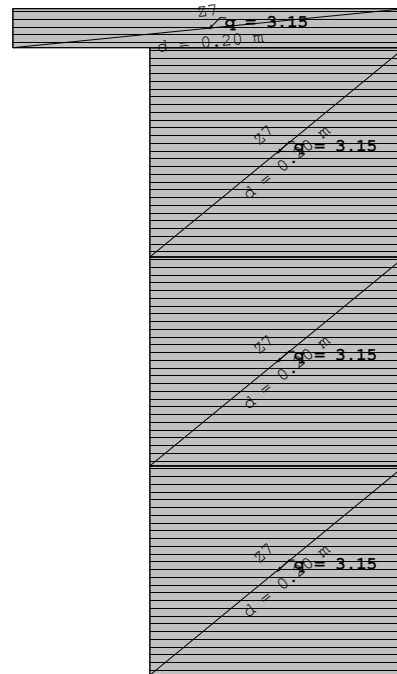
Okvir: H\_5

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



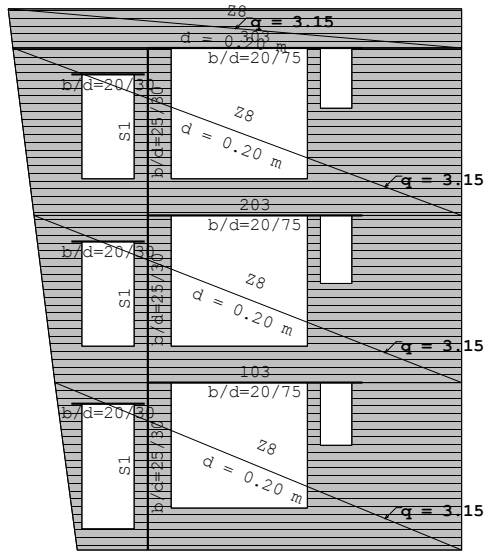
Okvir: H\_6

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



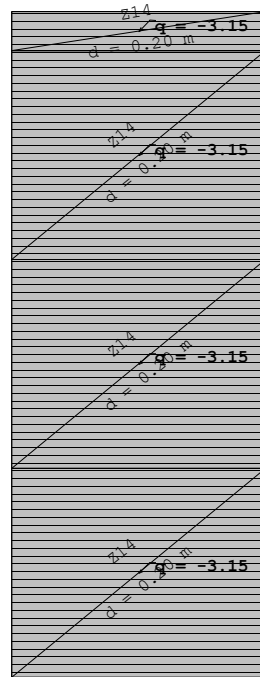
Okvir: V\_1

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



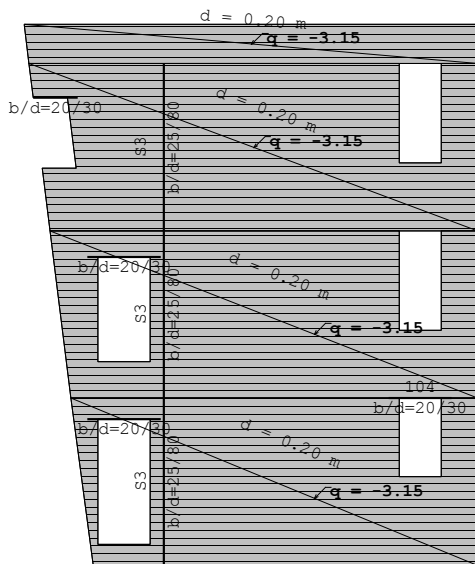
Okvir: V\_2

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



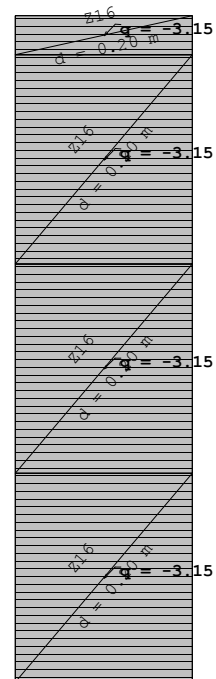
Okvir: V\_7

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



Okvir: V\_8

Opt. 7: VJETAR SMJER -Y



Okvir: V\_9

## 5. Modalna analiza i seizmički proračun

### Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Spriječeno osciliranje u Z pravcu

#### Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	STALNO (g)	1.35
2	KORISNO	1.50
3	SNIJEG	1.50
4	VJETAR SMJER X	1.50
5	VJETAR SMJER -X	1.50
6	VJETAR SMJER Y	1.50
7	VJETAR SMJER -Y	1.50

#### Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m <sup>2</sup>
PLOČA POZ 302	9.75	6.02	2.80	185.69	2.60
PLOČA POZ 301	9.60	6.26	-3.51	292.02	2.96
PLOČS POZ 202	6.55	5.96	2.13	162.47	2.65
PLOČA POZ 201	6.40	6.24	-2.96	205.74	2.19
PLOČA POZ 102	3.35	6.02	2.10	166.28	2.72
PLOČA POZ 101	3.20	6.34	-2.78	201.17	2.25
TEMELNA PLOČA POZ 002	0.15	6.07	2.43	200.90	2.85
TEMELJNA PLOČA POZ 001	0.00	6.23	-3.67	168.26	1.99
Ukupno:	5.20	6.16	-0.70	1582.54	

#### Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
PLOČA POZ 302	9.75	5.89	2.55
PLOČA POZ 301	9.60	6.75	0.82
PLOČS POZ 202	6.55	5.91	2.47
PLOČA POZ 201	6.40	6.49	0.75
PLOČA POZ 102	3.35	5.88	3.35
PLOČA POZ 101	3.20	6.40	3.08
TEMELNA PLOČA POZ 002	0.15	5.85	3.22
TEMELJNA PLOČA POZ 001	0.00	5.90	-0.35

#### Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
PLOČA POZ 302	9.75	0.13	0.25
PLOČA POZ 301	9.60	0.49	4.33
PLOČS POZ 202	6.55	0.05	0.34
PLOČA POZ 201	6.40	0.26	3.71
PLOČA POZ 102	3.35	0.14	1.24
PLOČA POZ 101	3.20	0.06	5.88
TEMELNA PLOČA POZ 002	0.15	0.23	0.79
TEMELJNA PLOČA POZ 001	0.00	0.33	3.32

#### Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.1375	7.2722
2	0.1084	9.2281
3	0.0726	13.7745
4	0.0491	20.3829
5	0.0387	25.8470
6	0.0387	27.2559
7	0.0297	33.7263
8	0.0277	36.0609
9	0.0269	37.2221
10	0.0267	37.3968

**Seizmički proračun: EC8 (HRN EN 1998-1:2011)**

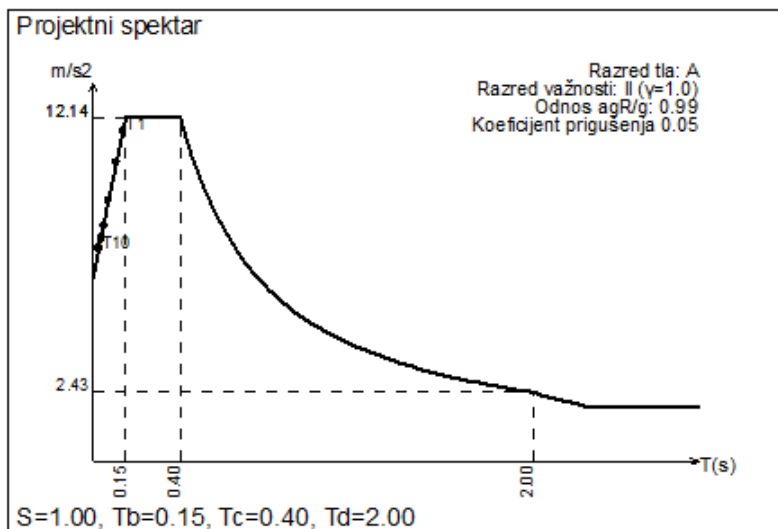
Razred tla:	A
Razred važnosti:	II ( $\gamma=1.0$ )
Odnos $a_g/R/g$ :	0.99
Koeficijent prigušenja	0.05

**Faktori pravca potresa**

Slučaj opterećenja	Kut $\alpha$ [°]	$k_\alpha$	$k_{\alpha+90^\circ}$	$k_z$	Faktor P.
SX	0	1.000	0.300	0.000	2.000
SY	90	1.000	0.300	0.000	2.000

**Tip spektra**

Slučaj opterećenja	S	T <sub>b</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>d</sub>	avg/ $a_g$
SX	1.000	0.150	0.400	2.000	1.000
SY	1.000	0.150	0.400	2.000	1.000


**Raspored seizmičkih sila po visini objekta - SX**

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3			
		P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	1345.0	-726.86	120.24	554.71	894.24	-130.12	443.71	547.26	-86.76	
PLOCA POZ 301	9.80	1449.1	-1140.5	-426.58	2317.4	1392.5	407.56	-480.16	781.77	69.83	
PLOCS POZ 202	6.55	789.88	-448.95	62.64	221.39	536.42	-94.32	295.03	273.34	-68.02	
PLOCA POZ 201	6.40	454.52	-528.97	-261.30	310.95	593.07	231.13	77.65	222.35	35.36	
PLOCA POZ 102	3.35	463.98	-267.88	56.87	41.00	308.11	-91.14	236.30	133.76	-65.17	
PLOCA POZ 101	3.20	215.31	-287.92	-247.56	167.38	310.37	191.68	95.14	118.54	25.15	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	199.55	-86.26	76.27	-85.28	75.41	-105.80	151.92	14.02	-71.77	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	-14.96	-51.36	-81.48	-18.58	37.48	69.50	15.57	7.51	20.56	
		$\Sigma$ =	4902.4	-3538.77	-700.90	3509.0	4147.6	478.50	835.16	2098.5	-140.81

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6			
		P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	-170.39	-60.27	-4.75	17.99	-127.89	56.39	-241.93	4.06	-18.88	
PLOCA POZ 301	9.80	-332.48	-71.33	-80.63	-4.74	-187.71	-184.28	-13.56	15.28	164.23	
PLOCS POZ 202	6.55	127.32	-38.70	4.30	10.05	67.39	38.09	37.03	5.66	4.56	
PLOCA POZ 201	6.40	447.29	0.22	-41.01	-3.60	120.36	-107.43	39.50	0.01	96.68	
PLOCA POZ 102	3.35	507.76	-39.05	6.25	10.42	233.58	36.52	238.00	8.13	6.20	
PLOCA POZ 101	3.20	1527.9	-9.46	-8.11	1.00	315.10	-80.29	73.47	-11.17	90.66	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	371.74	-0.55	7.88	14.44	310.09	42.66	384.13	-2.31	3.25	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	468.18	16.60	-1.17	7.61	247.58	-25.66	42.83	-14.09	24.54	
		$\Sigma$ =	2947.3	-202.54	-117.23	53.17	978.50	-224.00	558.47	5.56	371.46

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9			
		P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [kN]	P <sub>y</sub> [kN]	P <sub>z</sub> [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	0.06	0.00	0.01	-2.69	5.96	0.78	8.70	-1.16	2.41	
PLOCA POZ 301	9.80	0.09	0.01	-0.01	48.24	-4.16	-9.40	25.32	-3.11	19.97	
PLOCS POZ 202	6.55	-0.03	0.00	-0.00	-6.79	3.91	-0.45	-20.35	3.01	0.92	
PLOCA POZ 201	6.40	-0.20	-0.01	-0.01	-80.53	-0.25	4.96	-55.18	4.56	-8.97	
PLOCA POZ 102	3.35	-0.13	-0.03	-0.00	-47.92	1.26	-0.15	-13.77	-2.31	1.09	
PLOCA POZ 101	3.20	0.08	-0.00	-0.01	-7.07	0.31	-9.71	-10.24	1.15	5.15	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	0.10	-0.00	-0.01	80.57	-5.86	-0.86	40.35	-7.46	-0.22	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	0.06	-0.01	-0.00	133.19	-3.53	-0.32	78.29	-4.60	-0.00	
		$\Sigma$ =	0.02	-0.05	-0.03	117.01	-2.36	-15.18	53.13	-9.92	20.36

Nivo	Z [m]	Ton 10			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	-13.87	11.28	-5.18	
PLOCA POZ 301	9.60	-5.35	0.47	-0.62	
PLOCS POZ 202	6.55	10.92	1.92	-2.52	
PLOCA POZ 201	6.40	33.56	-14.66	-3.01	
PLOCA POZ 102	3.35	2.60	4.75	-2.51	
PLOCA POZ 101	3.20	-8.12	-1.41	1.76	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	1.29	14.17	-0.52	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	-4.54	3.58	1.00	
		$\Sigma=$	16.48	20.10	-11.60

#### Raspored seizmičkih sila po visini objekta - SY

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	-1754.27	948.04	-156.82	361.18	582.25	-84.72	559.81	690.45	-109.47	
PLOCA POZ 301	9.60	-1890.10	1487.6	556.39	1508.9	906.70	265.37	-605.80	986.33	88.11	
PLOCS POZ 202	6.55	-1030.23	585.57	-81.70	144.15	349.27	-61.41	372.23	344.87	-95.81	
PLOCA POZ 201	6.40	-592.82	689.93	340.81	202.46	386.15	150.49	97.97	280.54	44.62	
PLOCA POZ 102	3.35	-605.17	349.39	-74.18	26.69	200.62	-59.34	298.13	168.76	-82.22	
PLOCA POZ 101	3.20	-280.83	375.53	322.89	108.98	202.09	124.80	120.03	149.55	31.73	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	-260.27	112.51	-99.47	-55.53	49.10	-68.89	191.68	17.68	-90.55	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	19.51	66.99	106.27	-12.10	24.41	45.25	19.64	9.48	25.95	
		$\Sigma=$	-6394.17	4615.6	914.18	2284.8	2700.8	311.55	1053.7	2647.7	-177.66

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	64.15	22.69	1.79	49.94	-355.05	156.54	69.96	-1.17	5.46	
PLOCA POZ 301	9.60	125.17	28.85	30.36	-13.15	-521.11	-511.58	3.92	-4.42	-47.49	
PLOCS POZ 202	6.55	-47.94	14.57	-1.62	27.91	187.08	105.75	-10.71	-1.64	-1.32	
PLOCA POZ 201	6.40	-168.40	-0.08	15.44	-9.99	334.14	-298.24	-11.13	-0.00	-27.96	
PLOCA POZ 102	3.35	-191.16	14.70	-2.35	28.92	648.45	101.38	-68.82	-2.35	-1.79	
PLOCA POZ 101	3.20	-575.22	3.56	3.05	2.78	874.78	-222.89	-21.24	3.23	-26.27	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	-139.95	0.21	-2.97	40.08	860.86	118.42	-111.08	0.67	-0.94	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	-176.26	-6.25	0.44	21.12	687.32	-71.24	-12.39	4.08	-7.10	
		$\Sigma=$	-1109.61	76.25	44.14	147.61	2716.5	-621.86	-161.49	-1.61	-107.41

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
PLOCA POZ 302	9.75	-1.21	-0.07	-0.17	0.87	-1.92	-0.25	-4.49	0.60	-1.24	
PLOCA POZ 301	9.60	-1.76	-0.11	0.20	-15.54	1.34	3.03	-13.05	1.60	-10.30	
PLOCS POZ 202	6.55	0.71	-0.07	0.06	2.19	-1.26	0.14	10.49	-1.55	-0.47	
PLOCA POZ 201	6.40	4.17	0.27	0.15	25.94	0.08	-1.60	28.45	-2.35	4.62	
PLOCA POZ 102	3.35	2.64	0.56	0.08	15.44	-0.41	0.05	7.10	1.19	-0.56	
PLOCA POZ 101	3.20	-1.59	0.08	0.20	2.28	-0.10	3.13	5.28	-0.59	-2.65	
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	-2.02	0.07	0.13	-25.95	1.89	0.28	-20.81	3.85	0.11	
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	-1.28	0.25	0.02	-42.90	1.14	0.10	-40.37	2.37	0.00	
		$\Sigma=$	-0.35	0.98	0.67	-37.69	0.76	4.89	-27.39	5.11	-10.49

Nivo	Z [m]	Ton 10		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
PLOCA POZ 302	9.75	-9.34	7.60	-3.49
PLOCA POZ 301	9.60	-3.60	0.31	-0.41
PLOCA POZ 202	6.55	7.35	1.29	-1.70
PLOCA POZ 201	6.40	22.59	-9.87	-2.03
PLOCA POZ 102	3.35	1.75	3.20	-1.69
PLOCA POZ 101	3.20	-5.47	-0.95	1.18
TEMELNA PLOCA POZ 002	0.15	0.87	9.54	-0.35
TEMELJNA PLOCA POZ 001	0.00	-3.06	2.41	0.67
	$\Sigma=$	11.09	13.53	-7.81

#### Faktori participacije - Relativno učešće

Ton i Naziv	1. SX	2. SY
1	0.274	0.465
2	0.339	0.143
3	0.104	0.168
4	0.206	0.029
5	0.025	0.190
6	0.040	0.003
7	0.000	0.000
8	0.008	0.001
9	0.004	0.001
10	0.002	0.001

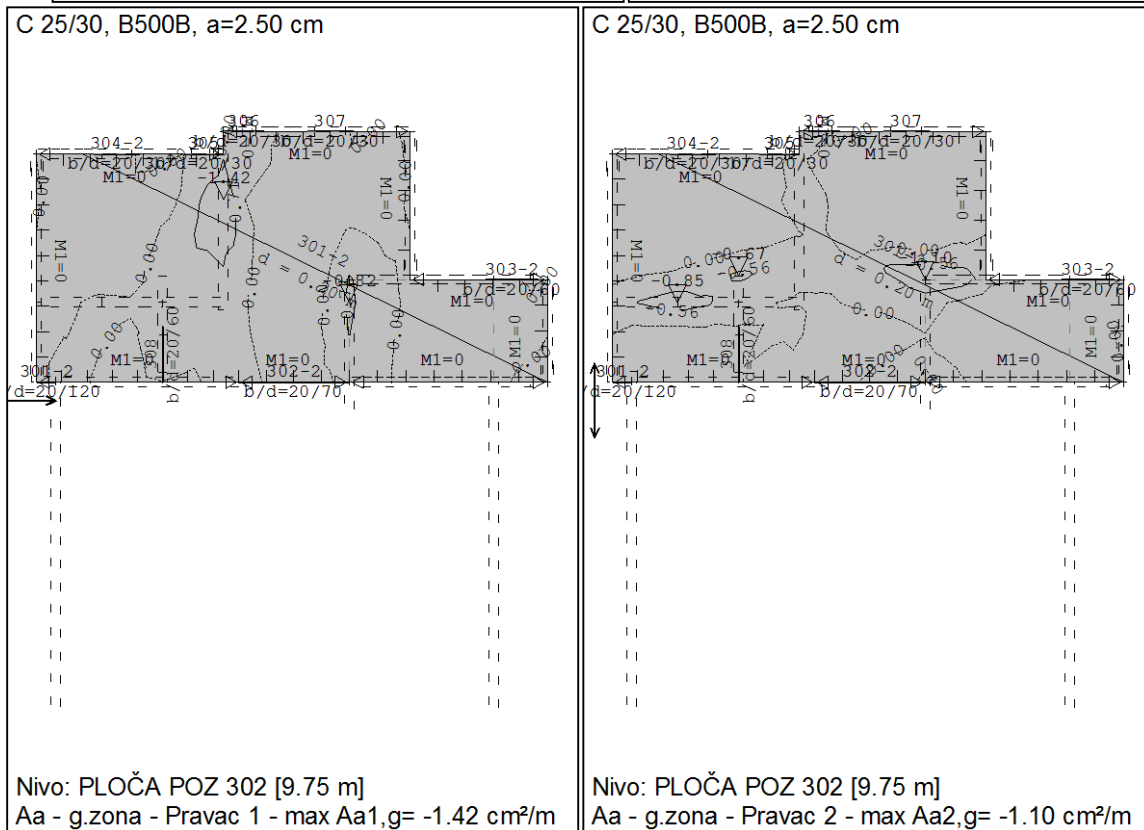
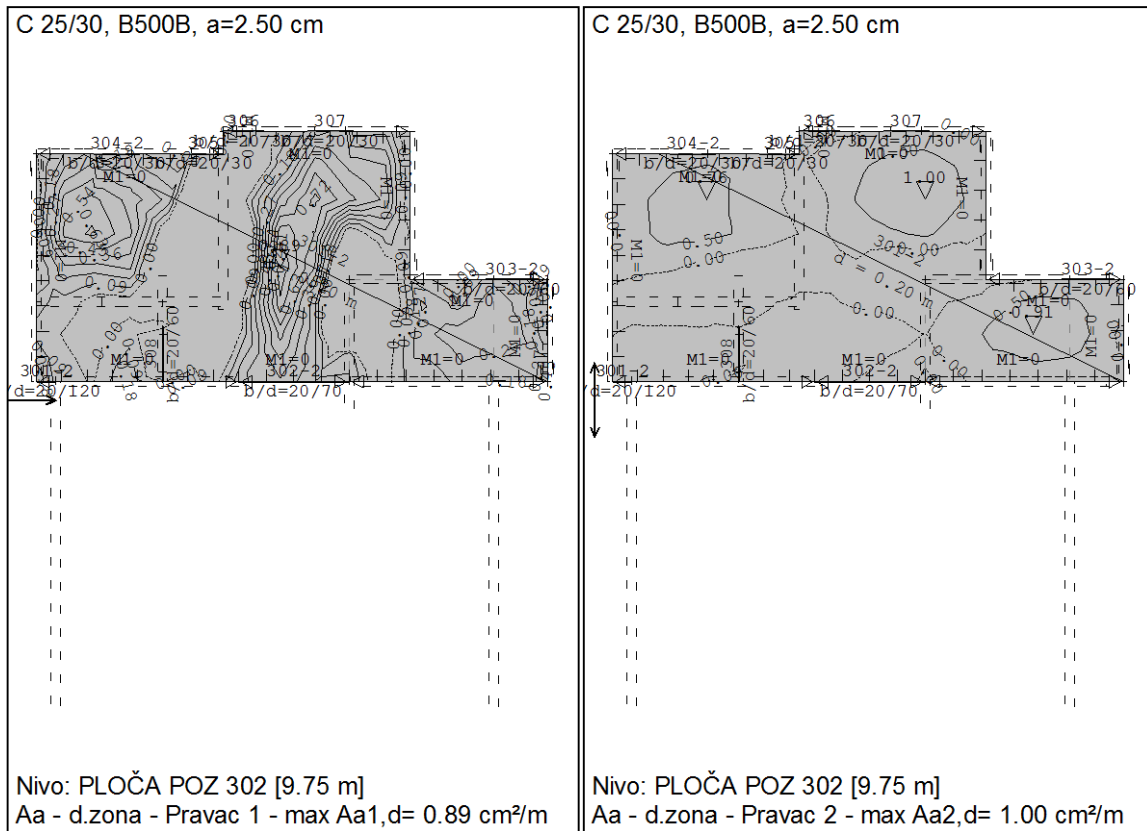
#### Faktori participacije - Sudjelujuće mase

Ton	U [ $\alpha=0^\circ$ ]	U [ $\alpha=90^\circ$ ]
1	40.07	20.88
2	17.08	23.87
3	3.51	22.13
4	23.32	0.11
5	0.09	29.98
6	6.77	0.00
7	0.00	0.01

8	1.01	0.00
9	0.49	0.02
10	0.11	0.16
$\Sigma U$ (%)	92.44	97.15

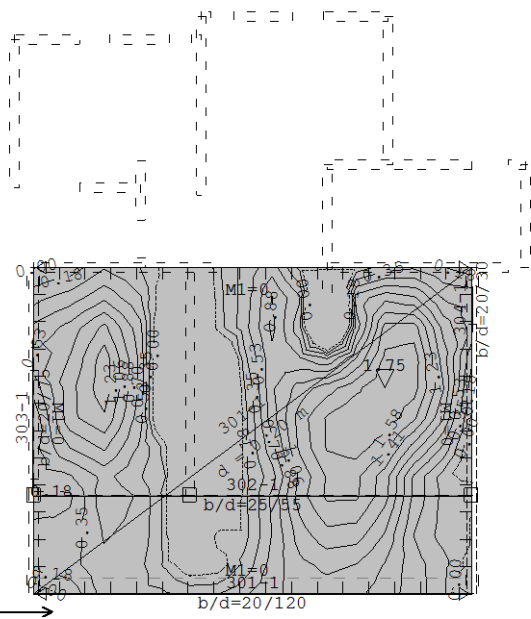
## 6. Prikaz rezultata dimenzioniranih konstruktivnih elemenata

### 6.1. Prikaz rezultata ploča



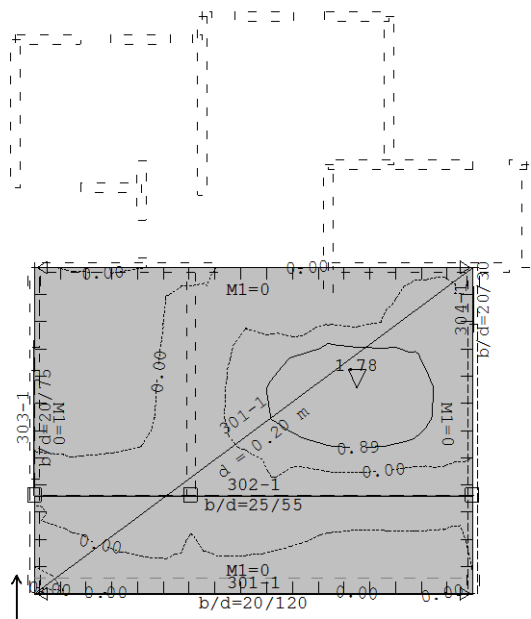


C 25/30, B500B, a=2.50 cm



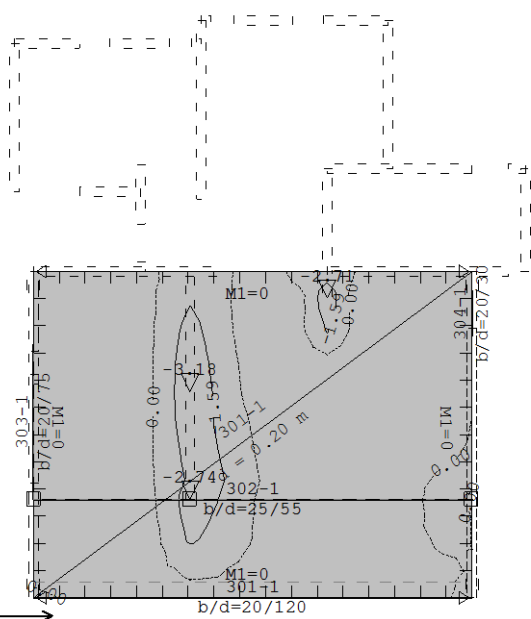
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 1.75 cm²/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



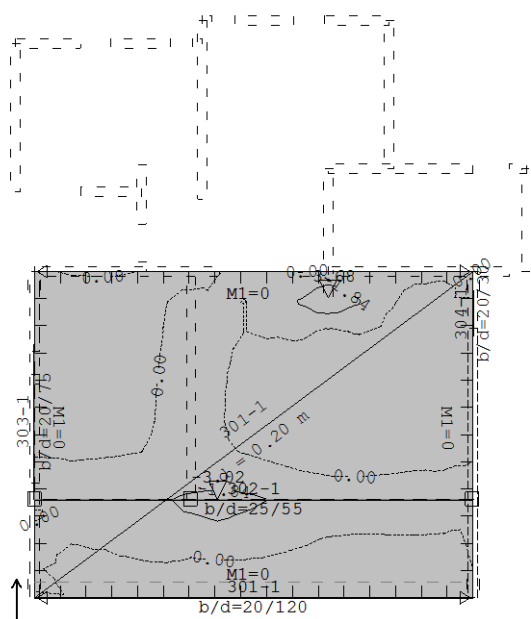
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 1.78 cm²/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -3.18 cm²/m

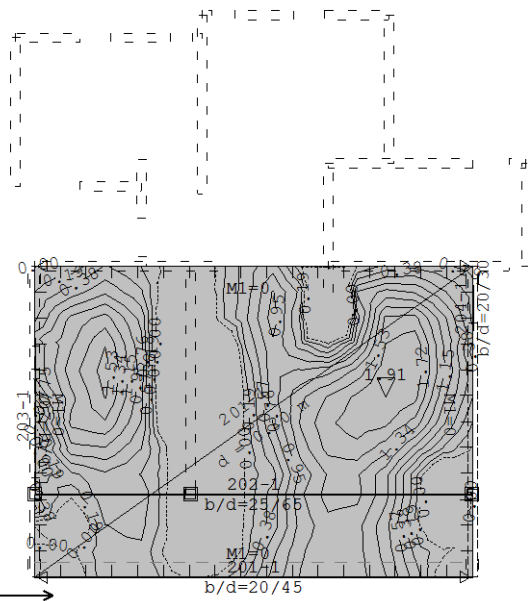
C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -3.68 cm²/m

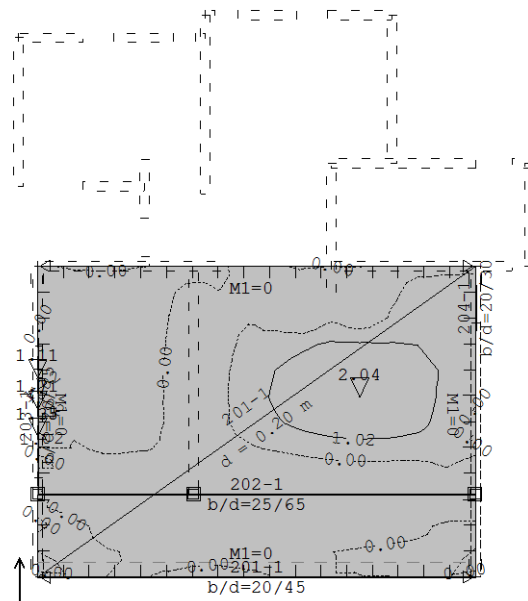


C 25/30, B500B, a=2.50 cm



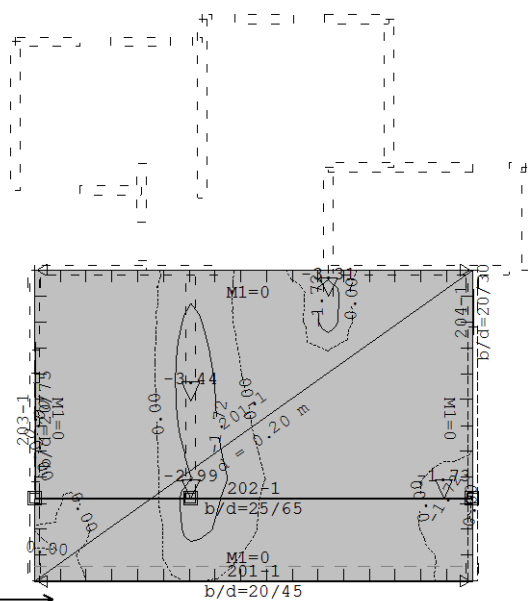
Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 1.91 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



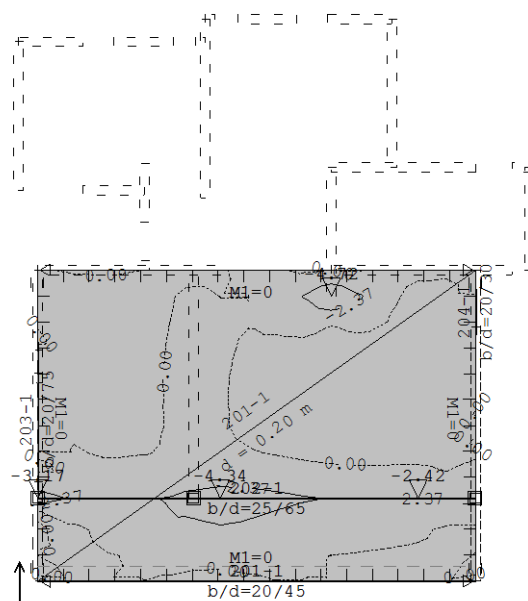
Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 2.04 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



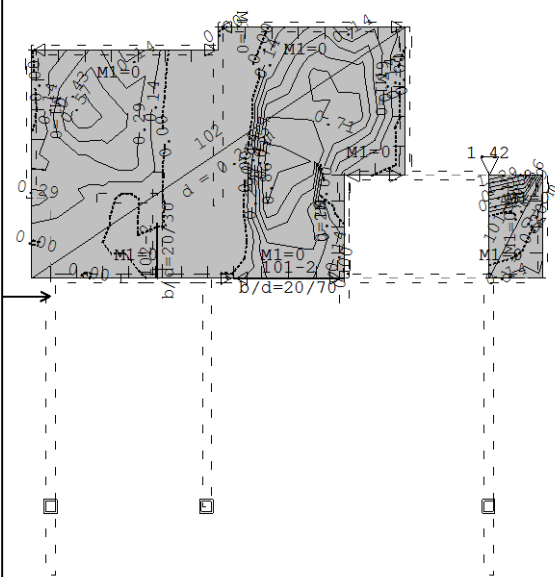
Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -3.44 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



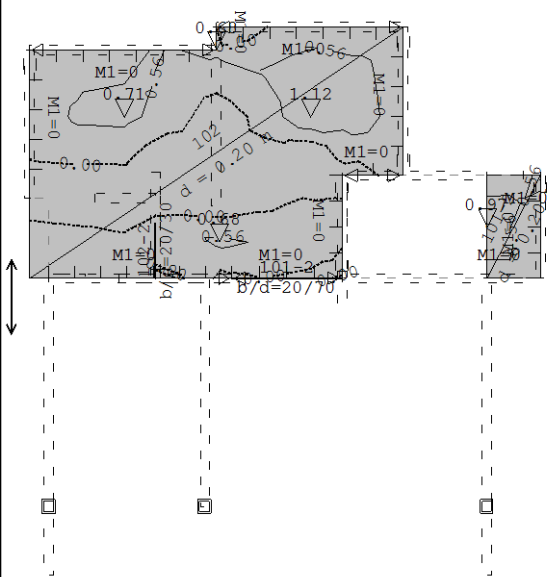
Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -4.72 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



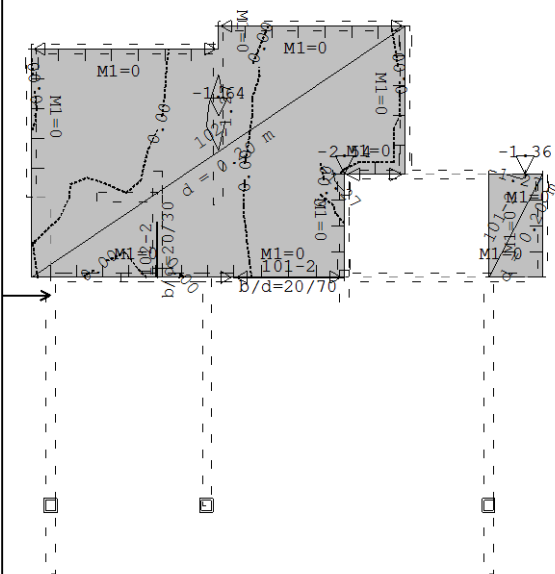
Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 1.42 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



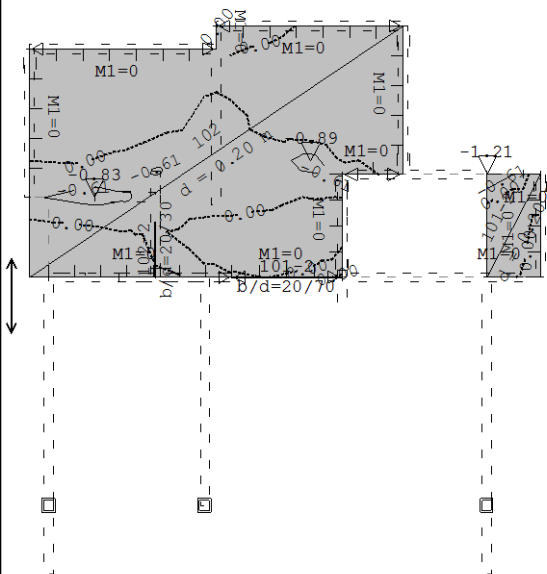
Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 1.12 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



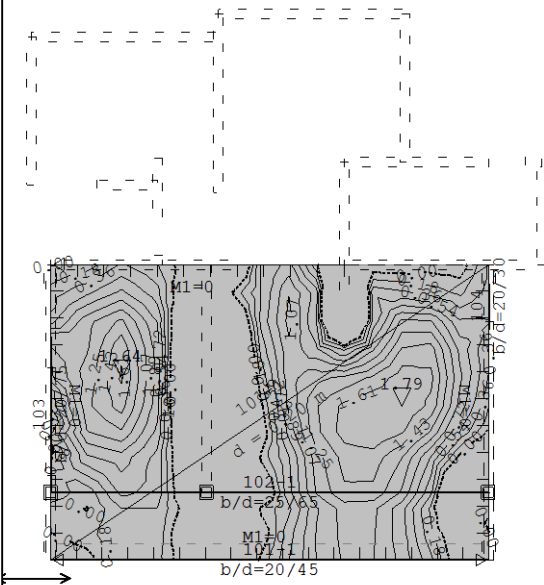
Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -2.54 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



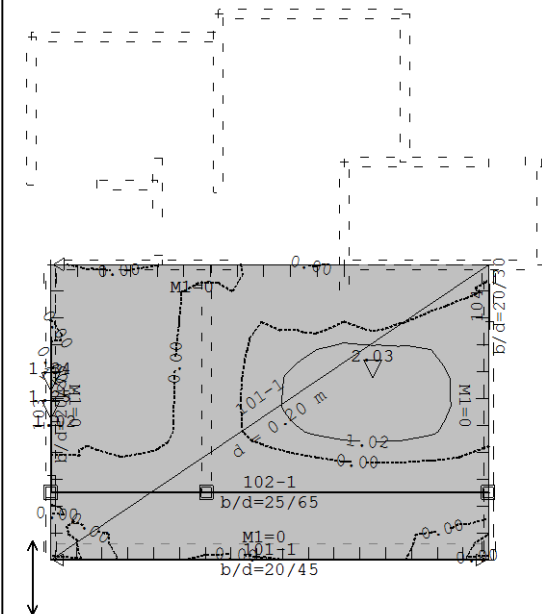
Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -1.21 cm<sup>2</sup>/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



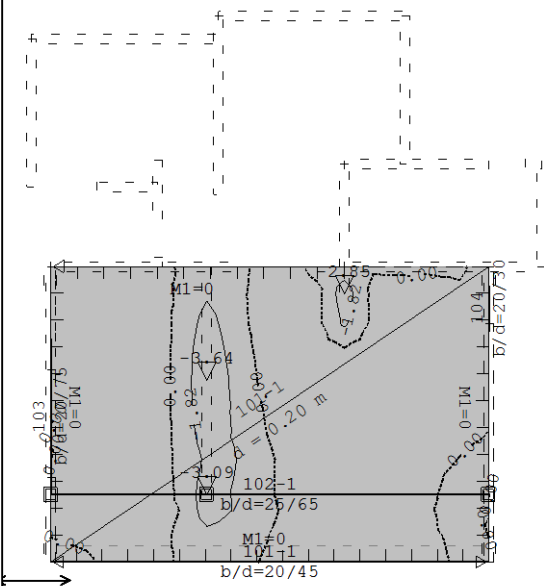
Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 1.79  $\text{cm}^2/\text{m}$

Mjerodavno opterećenje: 1-14,16-23  
TPBK, C 30, S500H, a=2.50 cm



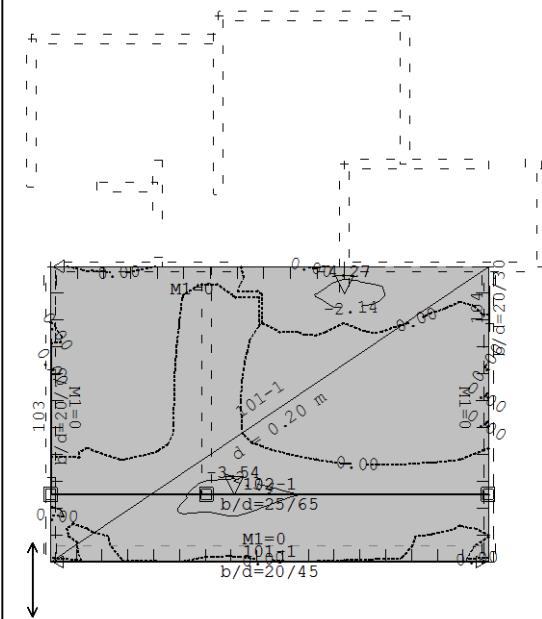
Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 2.03  $\text{cm}^2/\text{m}$

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



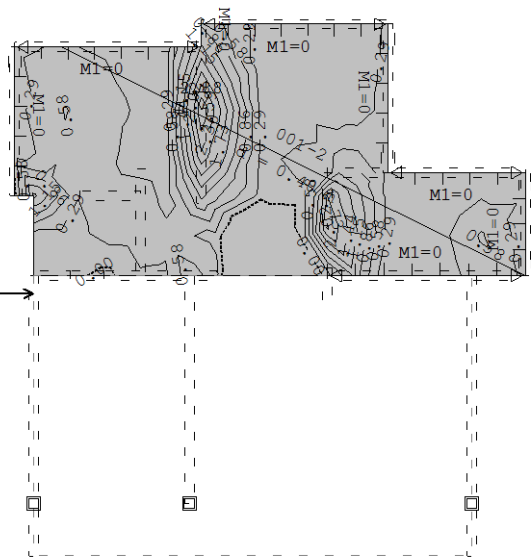
Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -3.64  $\text{cm}^2/\text{m}$

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



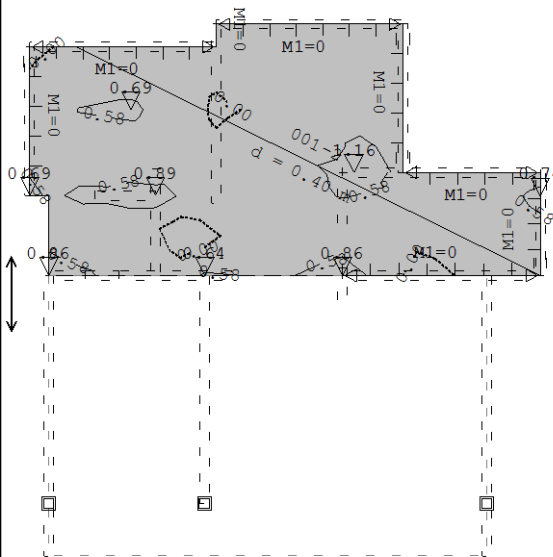
Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]  
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -4.27  $\text{cm}^2/\text{m}$

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



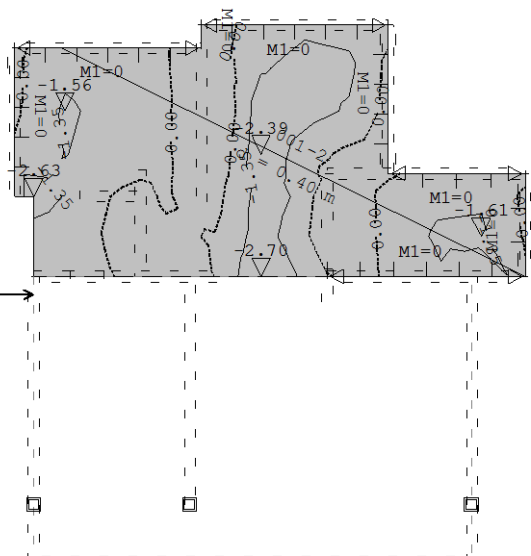
Nivo: TEMELNA PLOČA POZ 002 [0.15 m]  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 2.88 cm²/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



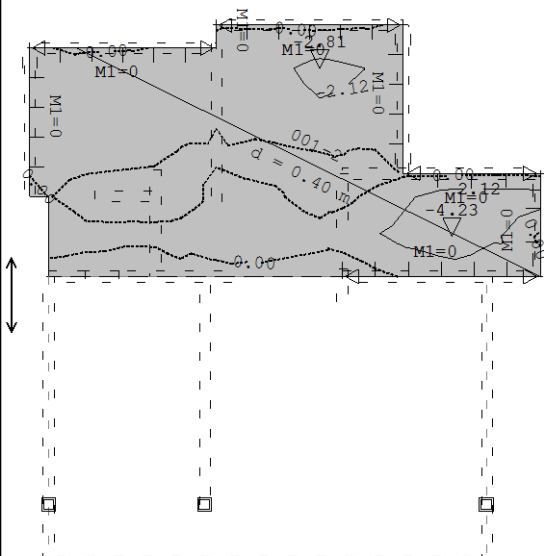
Nivo: TEMELNA PLOČA POZ 002 [0.15 m]  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 1.16 cm²/m

C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Nivo: TEMELNA PLOČA POZ 002 [0.15 m]  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -2.70 cm²/m

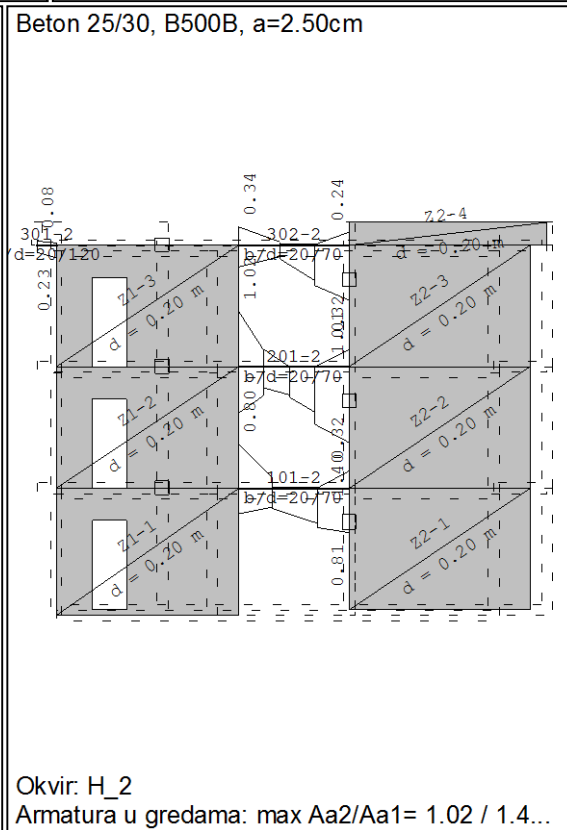
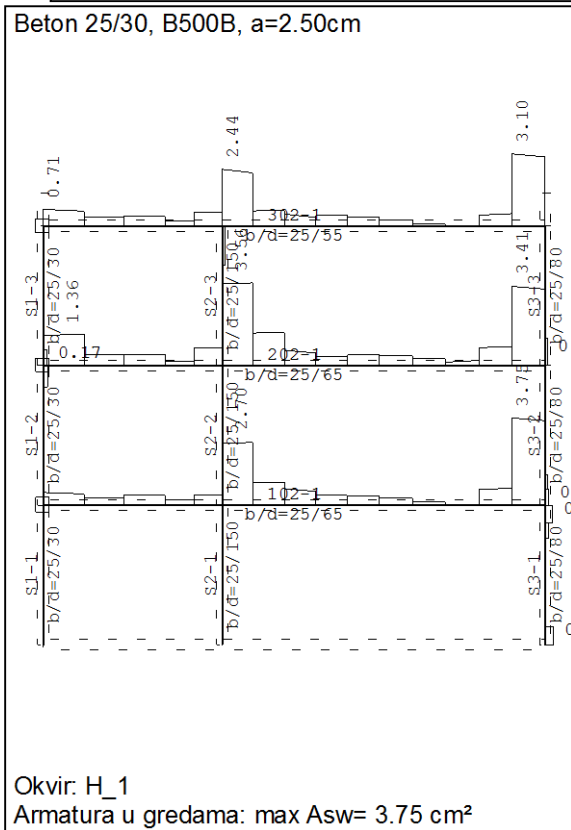
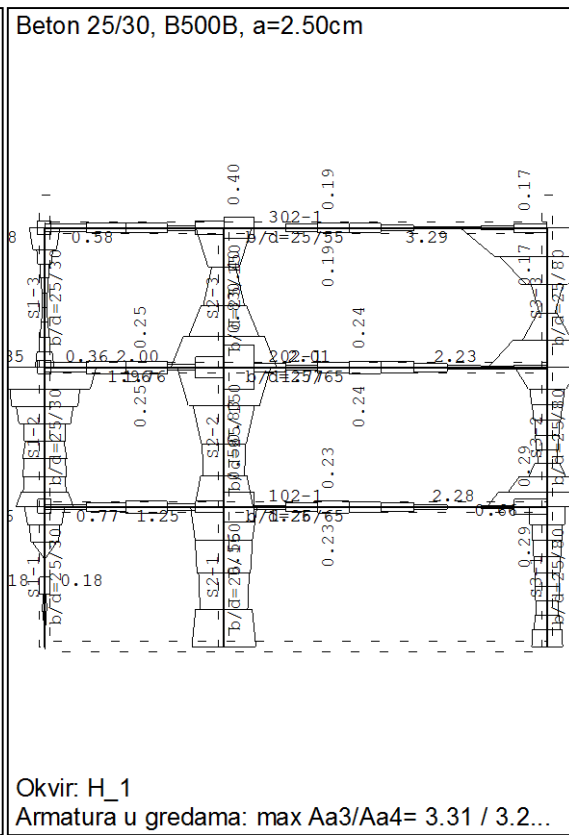
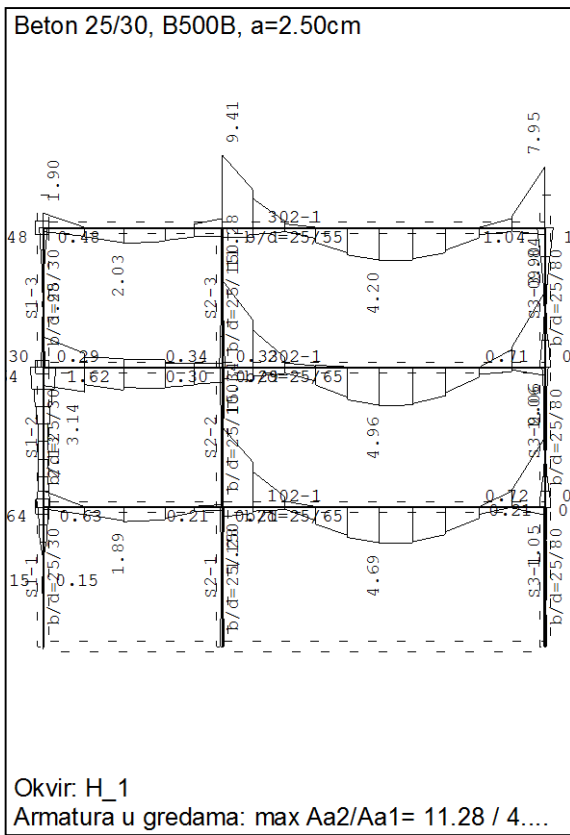
Mjerodavno opterećenje: 1-14,16-23  
TPBK, C 30, S500H, a=2.50 cm



Nivo: TEMELNA PLOČA POZ 002 [0.15 m]  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -4.23 cm²/m

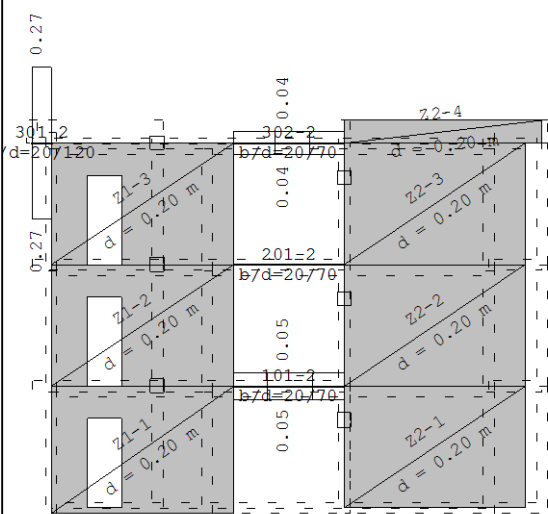


## 6.2. Prikaz rezultata greda i stupova



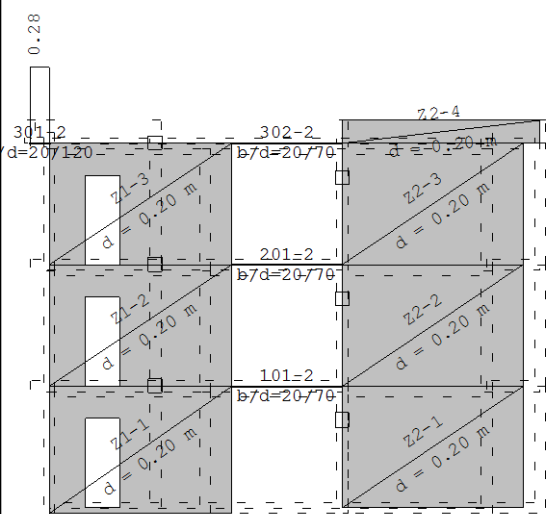


Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



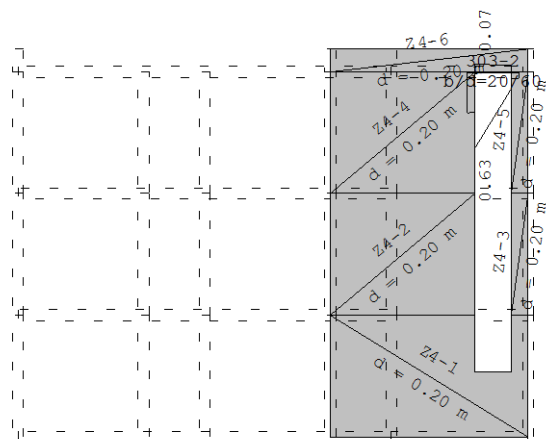
Okvir: H<sub>2</sub>  
 Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 0.27 / 0.2...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



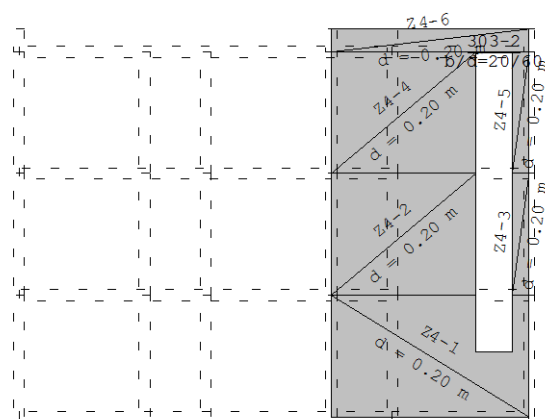
Okvir: H<sub>2</sub>  
 Armatura u gredama: max  $Asw = 0.28 \text{ cm}^2$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



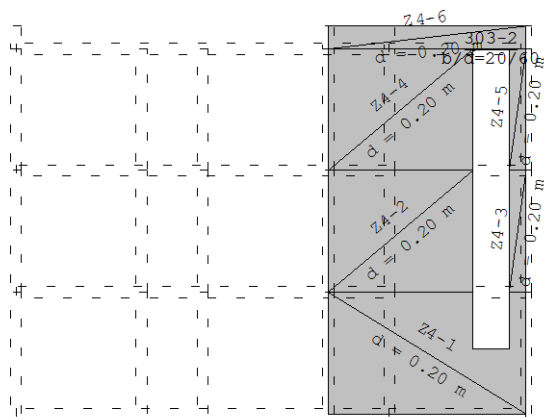
Okvir: H<sub>4</sub>  
 Armatura u gredama: max  $Aa2/Aa1 = 0.07 / 0.6...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



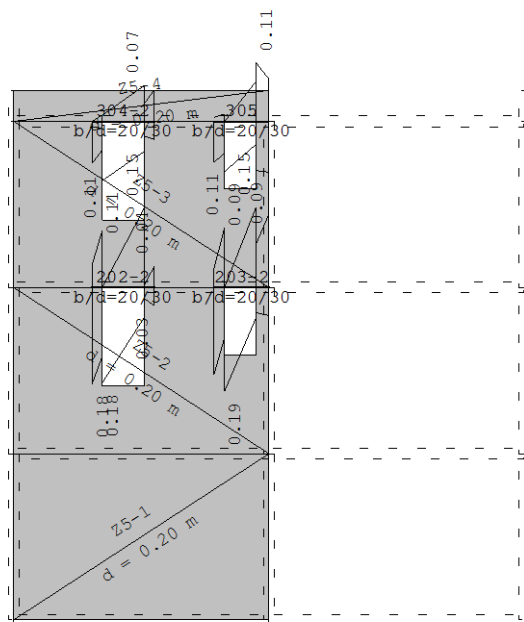
Okvir: H<sub>4</sub>  
 Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 0.00 \text{ cm}^2$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



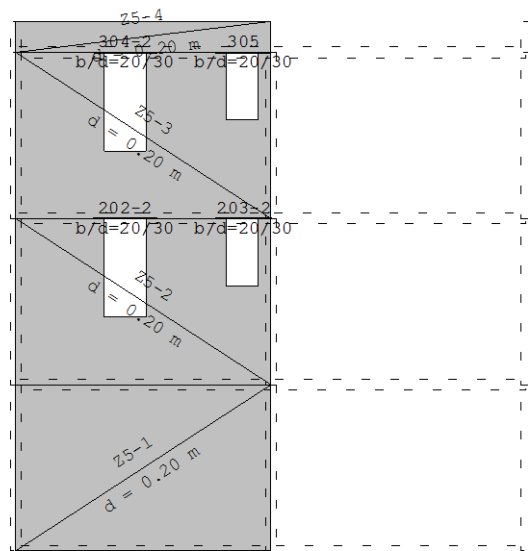
Okvir: H\_4  
 Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 0.00 \text{ cm}^2$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



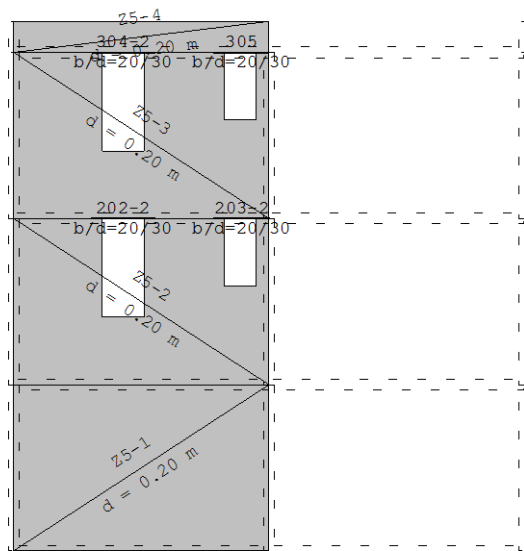
Okvir: H\_5  
 Armatura u gredama: max  $A_{a2}/A_{a1} = 0.15 / 0.1\dots$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



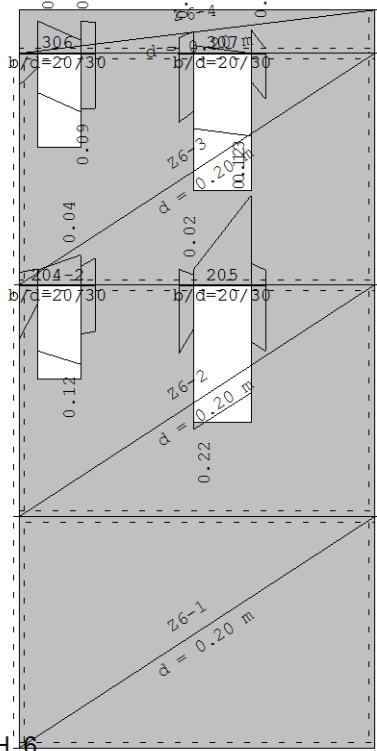
Okvir: H\_5  
 Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 0.00 \text{ cm}^2$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_5  
 Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 0.00 \text{ cm}^2$

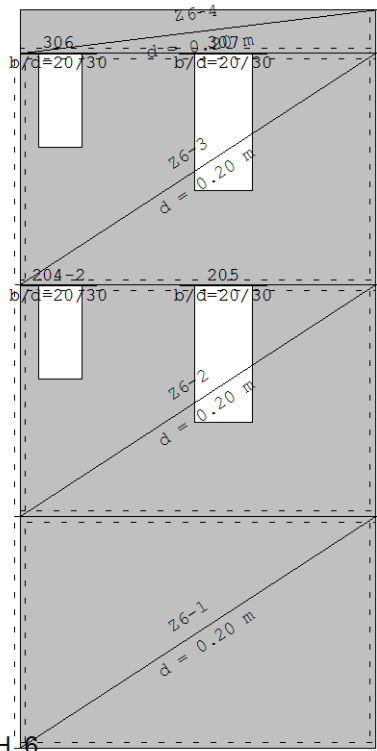
Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_6

Armatura u gredama: max  $Aa2/Aa1 = 0.13 / 0.2...$

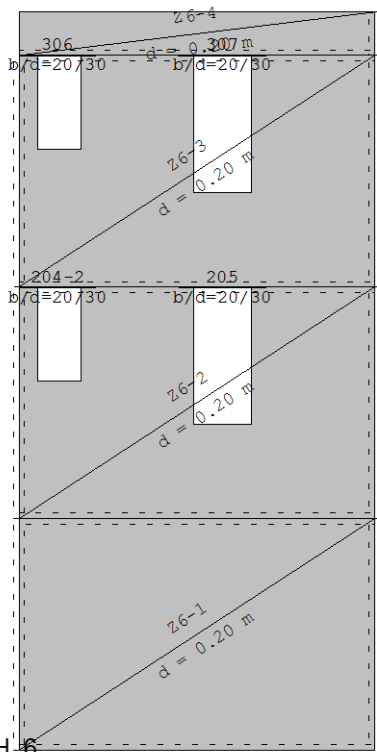
Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_6

Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 0.00 \text{ cm}^2$

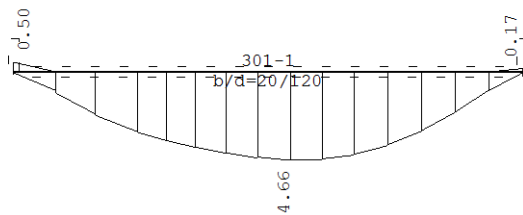
Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_6

Armatura u gredama: max  $Asw = 0.00 \text{ cm}^2$

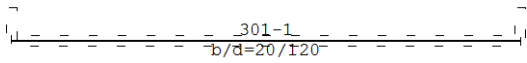
Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_7

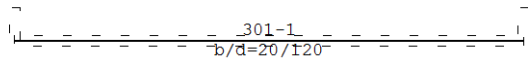
Armatura u gredama: max  $Aa2/Aa1 = 0.50 / 4.6...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



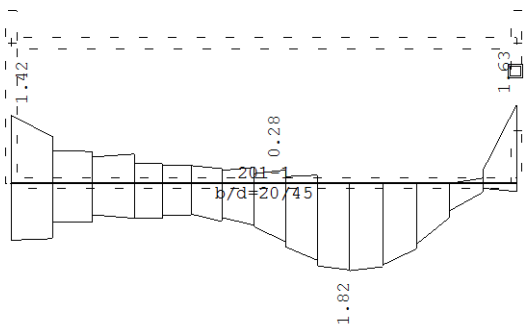
Okvir: H\_7  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 0.00 cm<sup>2</sup>

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



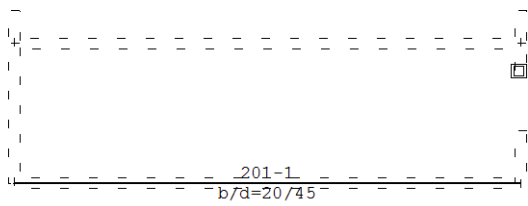
Okvir: H\_7  
Armatura u gredama: max Asw= 0.00 cm<sup>2</sup>

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



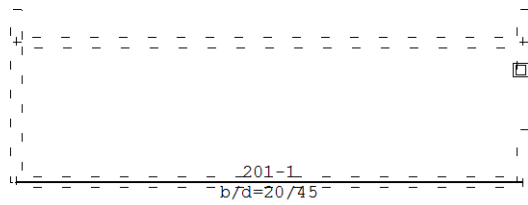
Okvir: H\_8  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 1.63 / 1.8...

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



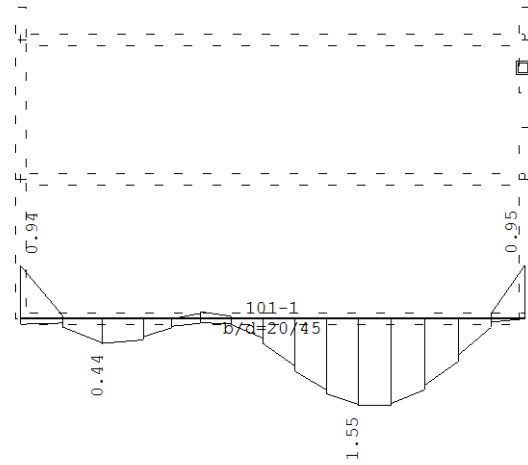
Okvir: H\_8  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 0.00 cm<sup>2</sup>

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



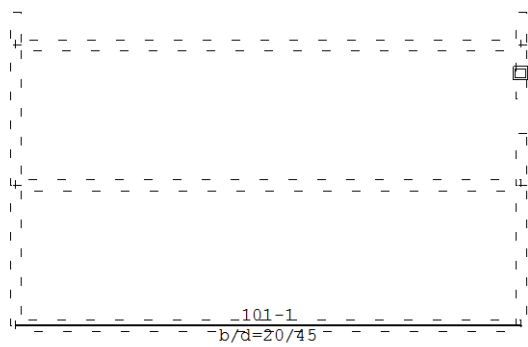
Okvir: H\_8  
Armatura u gredama: max Asw= 0.00 cm<sup>2</sup>

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



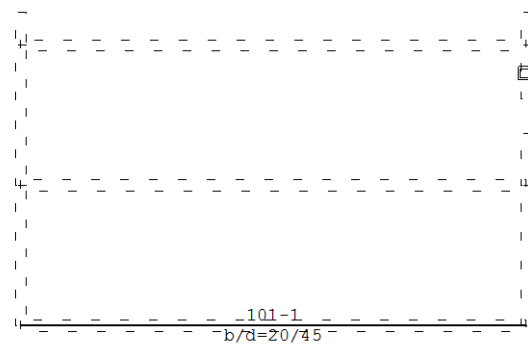
Okvir: H\_9  
Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 0.95 / 1.5...

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_9  
Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 0.00 cm<sup>2</sup>

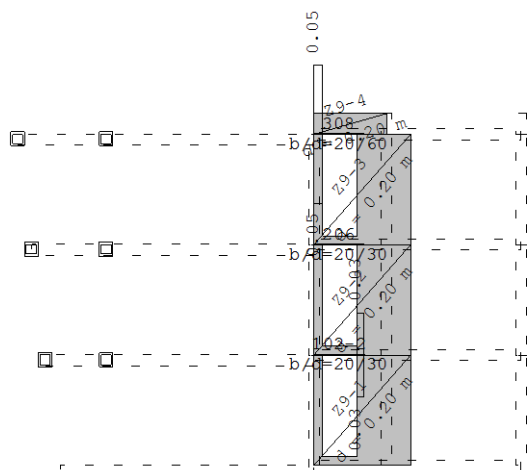
Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: H\_9  
Armatura u gredama: max Asw= 0.00 cm<sup>2</sup>

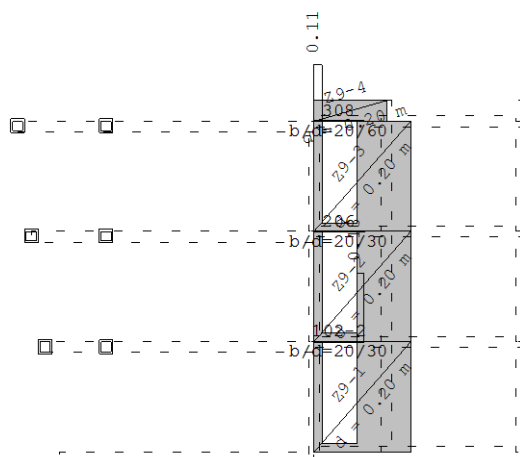


Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



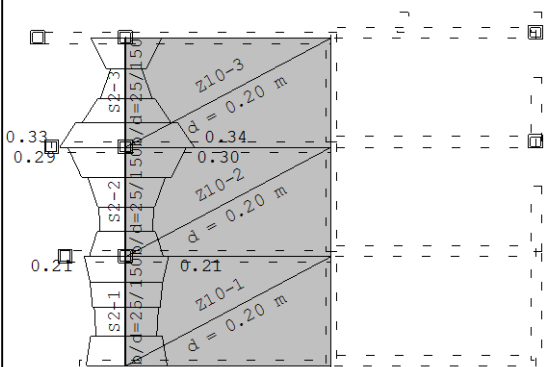
Okvir: V\_3  
 Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 0.05 / 0.0...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



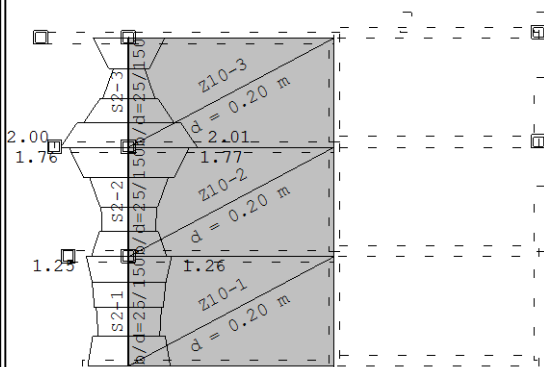
Okvir: V\_3  
 Armatura u gredama: max  $Asw = 0.13 \text{ cm}^2$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



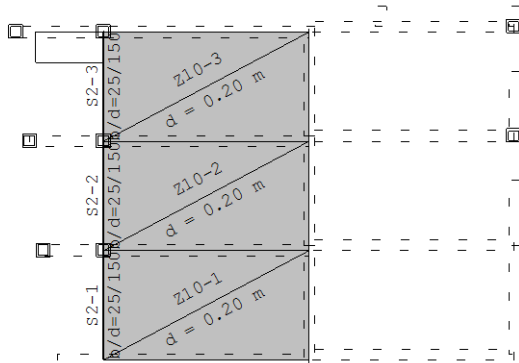
Okvir: V\_4  
 Armatura u gredama: max  $Aa2/Aa1 = 0.33 / 0.3...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



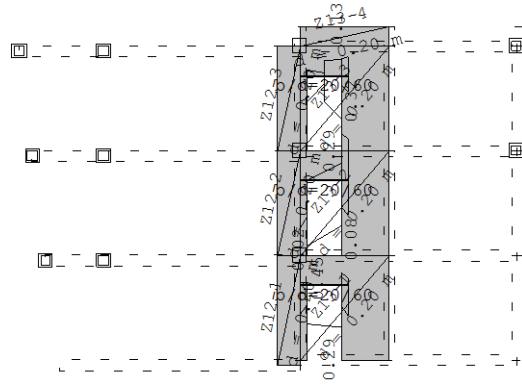
Okvir: V\_4  
 Armatura u gredama: max  $Aa3/Aa4 = 2.01 / 2.0...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



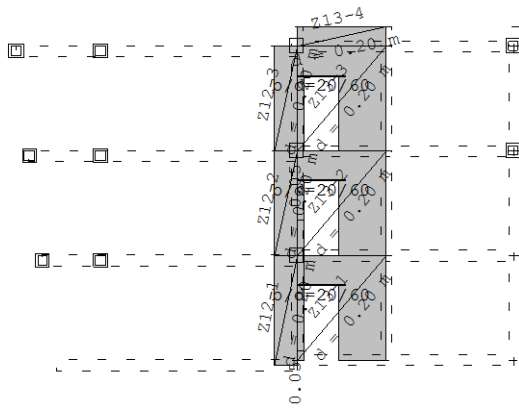
Okvir: V\_4  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 0.13 \text{ cm}^2$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



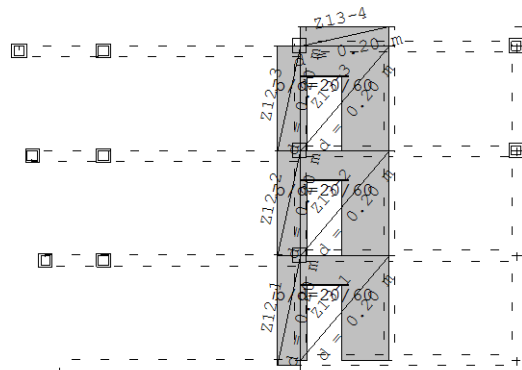
Okvir: V\_6  
Armatura u gredama: max  $A_{a2}/A_{a1} = 0.32 / 0.4...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm



Okvir: V\_6  
Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 0.05 / 0.0...$

Beton 25/30, B500B, a=2.50cm

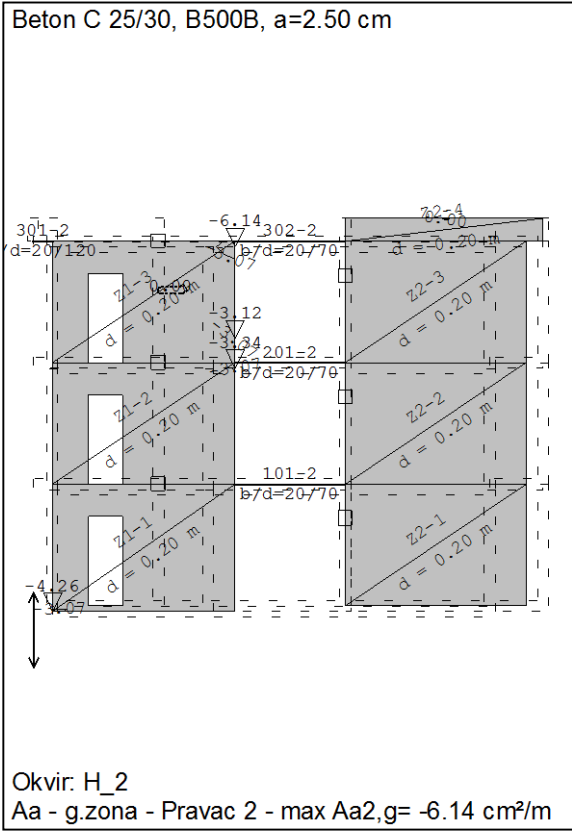
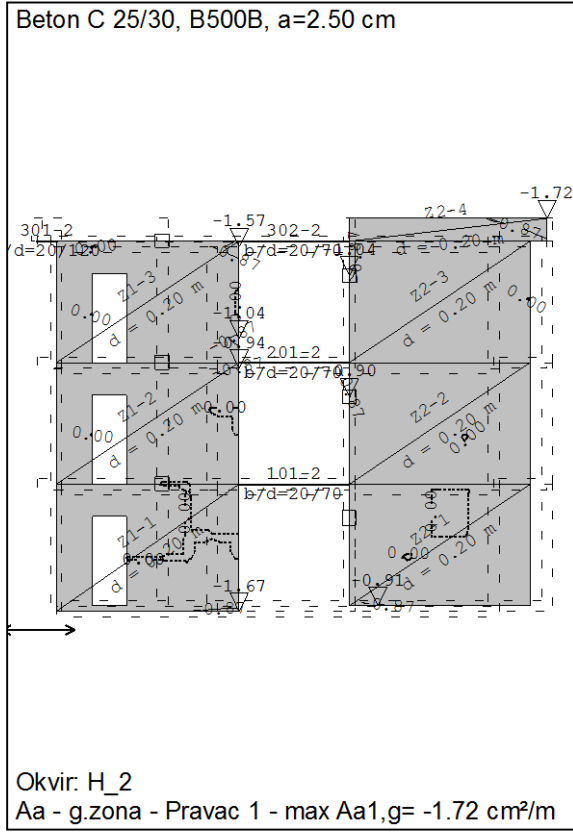
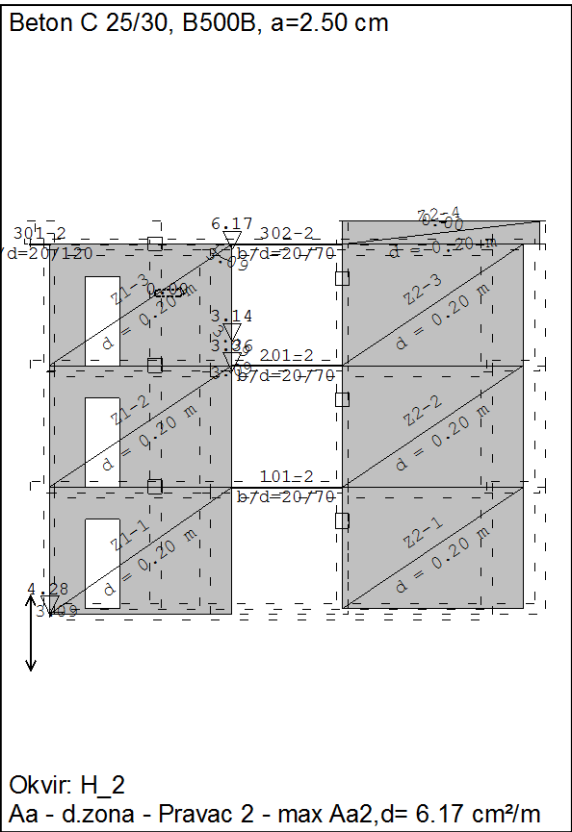
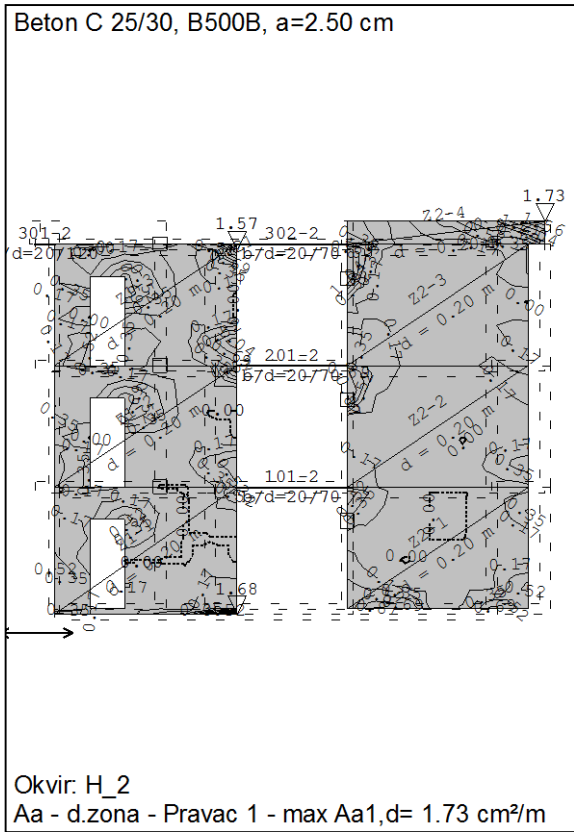


Okvir: V\_6  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 0.00 \text{ cm}^2$

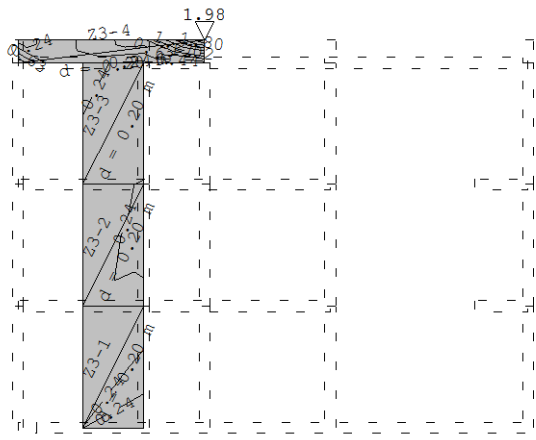




### 6.3. Prikaz rezultata zidova

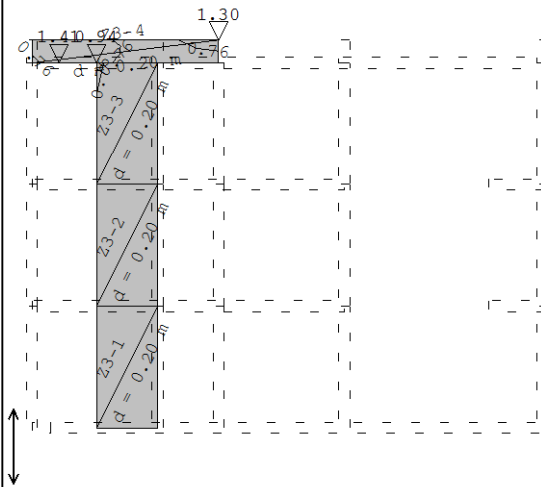


Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



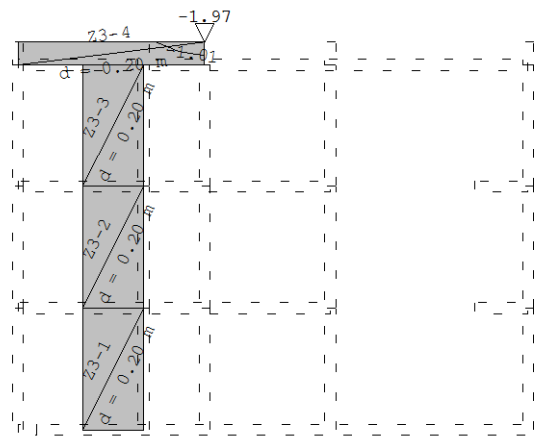
Okvir: H\_3  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 1.98 cm²/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



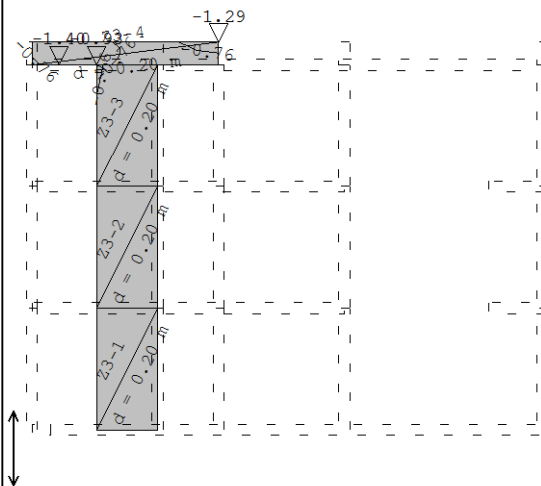
Okvir: H\_3  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 1.41 cm²/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



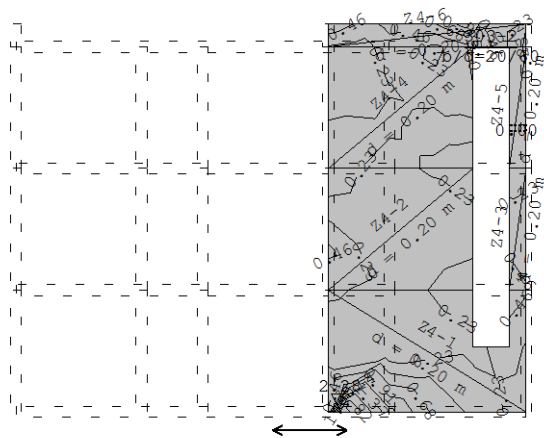
Okvir: H\_3  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -1.97 cm²/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



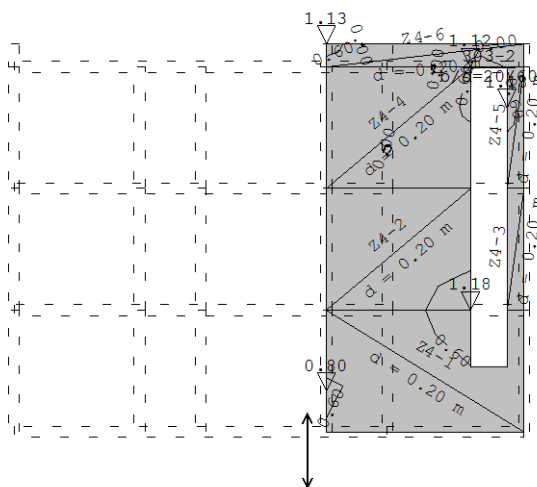
Okvir: H\_3  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -1.40 cm²/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



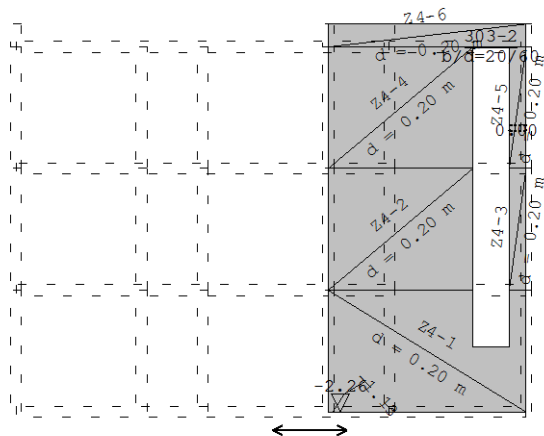
Okvir: H\_4  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 2.28 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



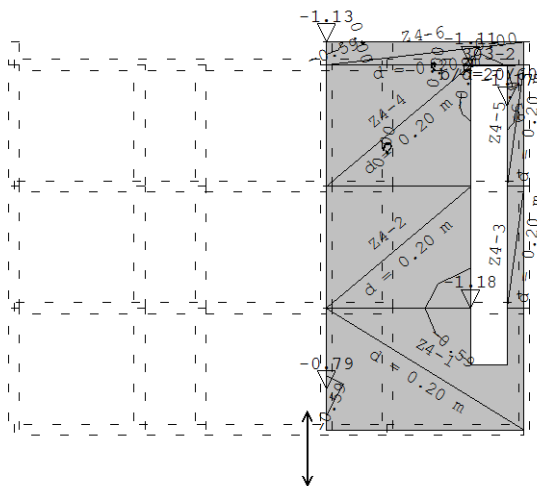
Okvir: H\_4  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 1.18 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



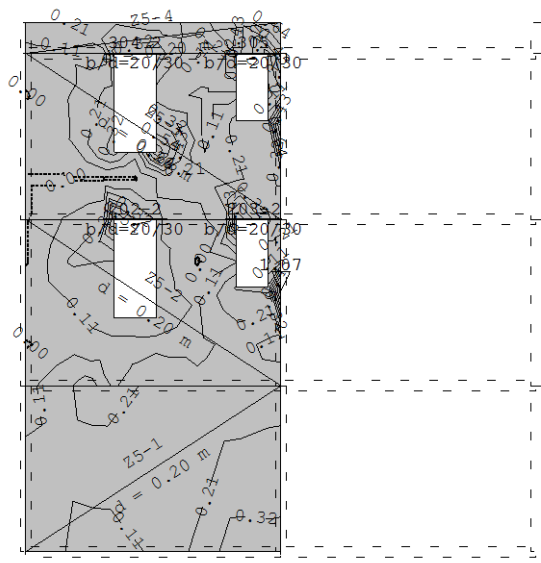
Okvir: H\_4  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -2.26 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



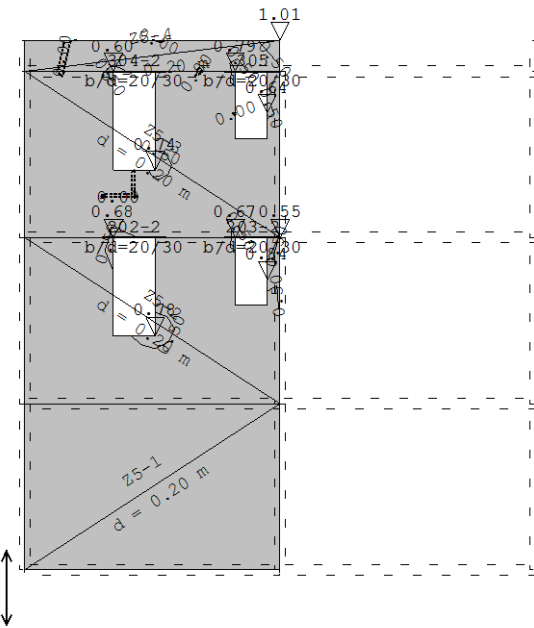
Okvir: H\_4  
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -1.18 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



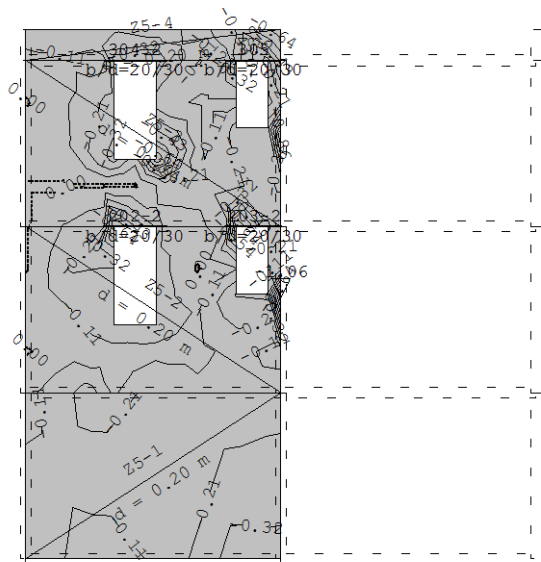
Okvir: H\_5  
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 1.07 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



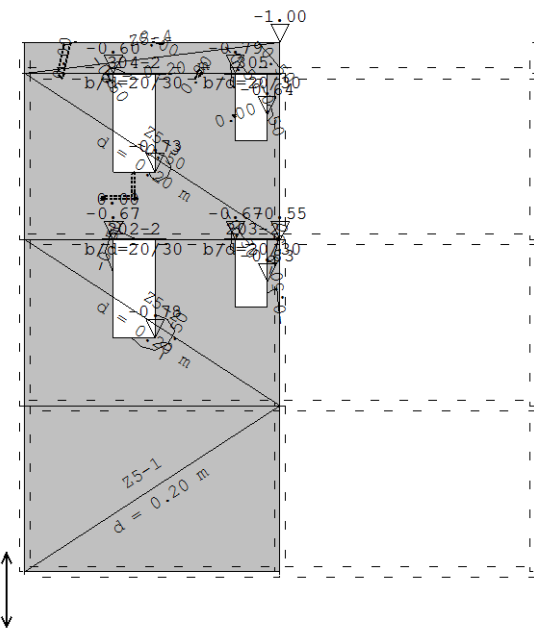
Okvir: H\_5  
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 1.01 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



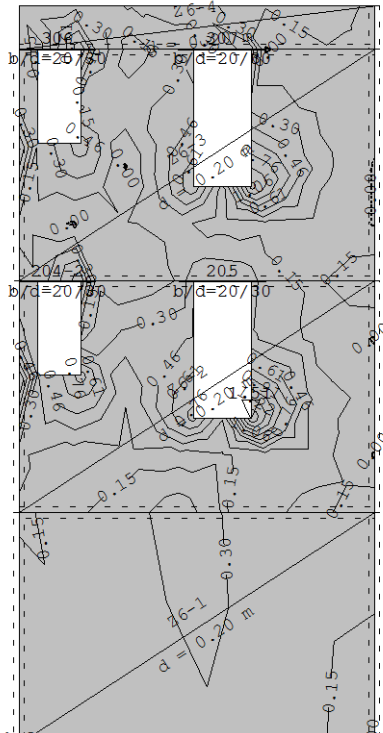
Okvir: H\_5  
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -1.06 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



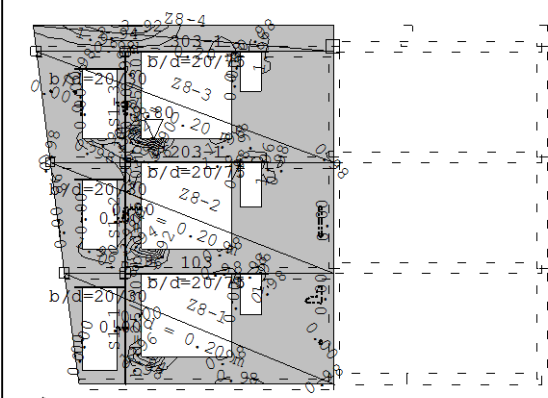
Okvir: H\_5  
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -1.00 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm





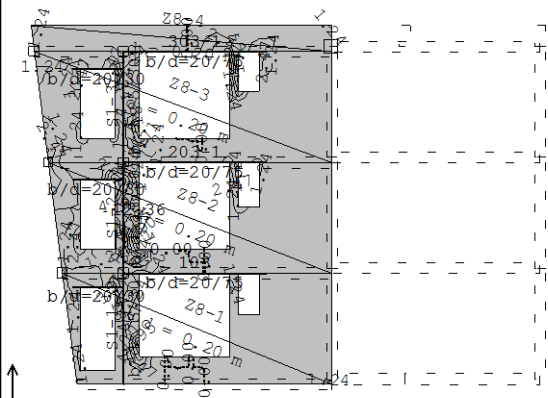
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_2

Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 9.80 cm<sup>2</sup>/m

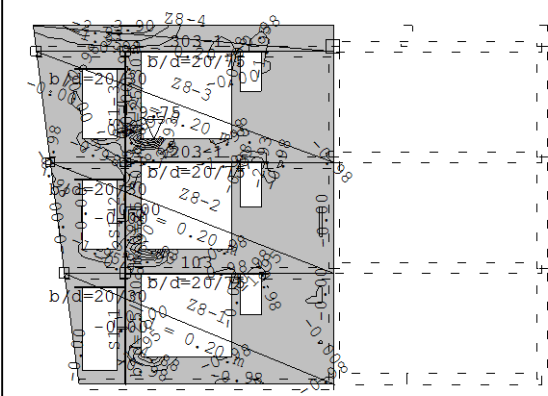
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_2

Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 12.36 cm<sup>2</sup>/m

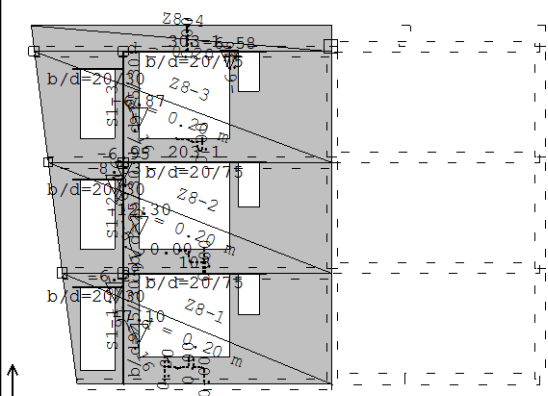
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_2

Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -9.75 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm

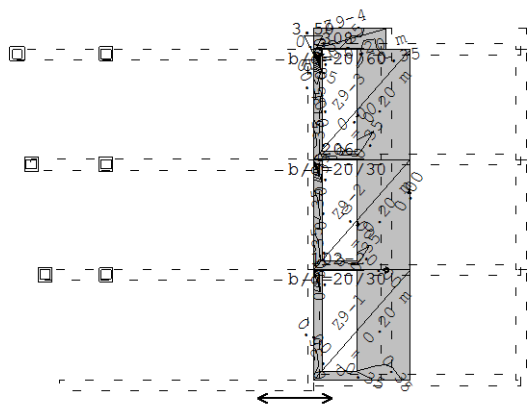


Okvir: V\_2

Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -12.30 cm<sup>2</sup>/m



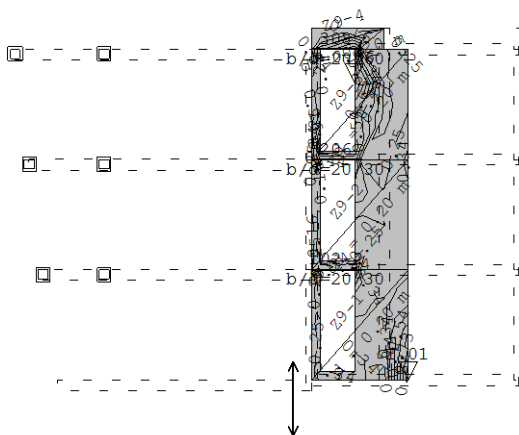
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_3

Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 3.50 cm<sup>2</sup>/m

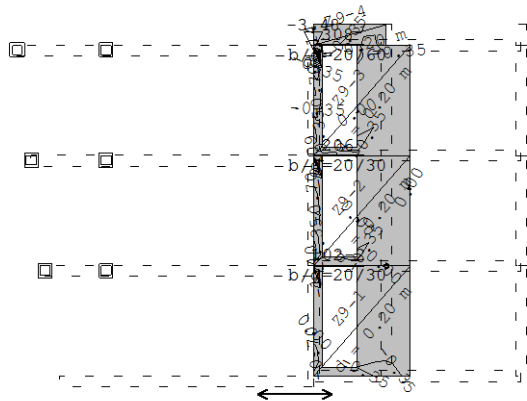
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_3

Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 1.01 cm<sup>2</sup>/m

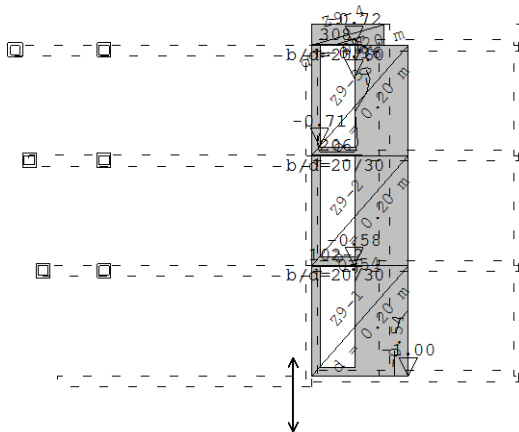
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_3

Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -3.48 cm<sup>2</sup>/m

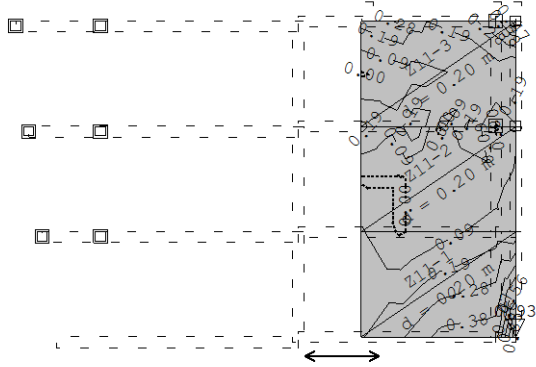
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_3

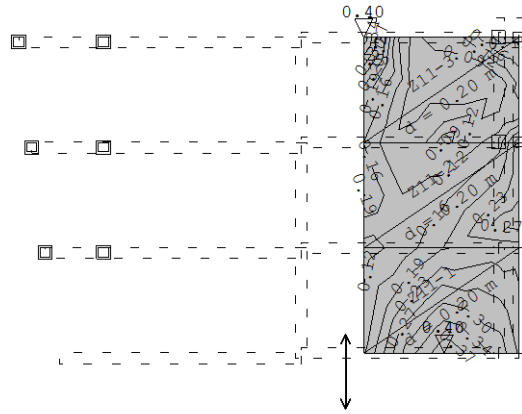
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -1.00 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



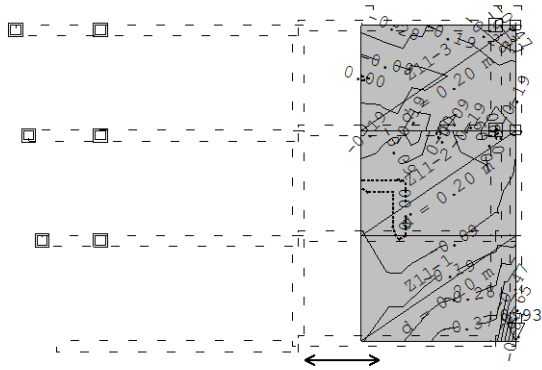
Okvir: V\_5  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1, d= 0.93 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



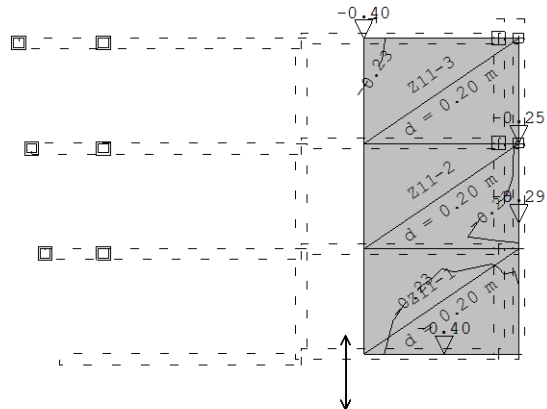
Okvir: V\_5  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2, d= 0.40 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



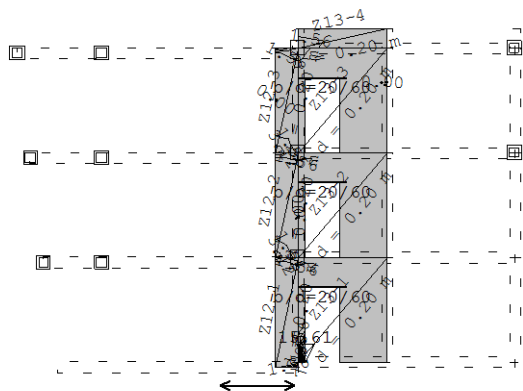
Okvir: V\_5  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1, g= -0.93 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_5  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2, g= -0.40 cm<sup>2</sup>/m

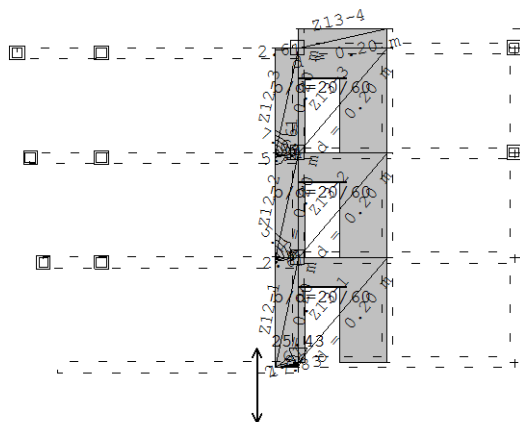
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_6

Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 15.61 cm<sup>2</sup>/m

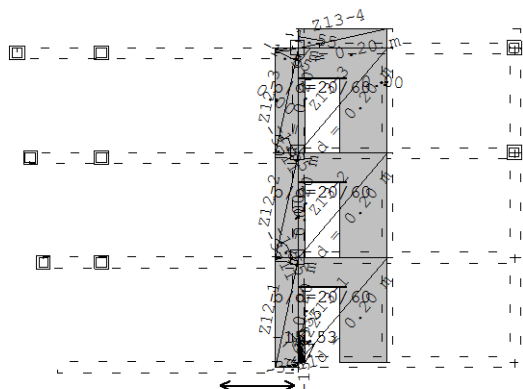
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_6

Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 25.43 cm<sup>2</sup>/m

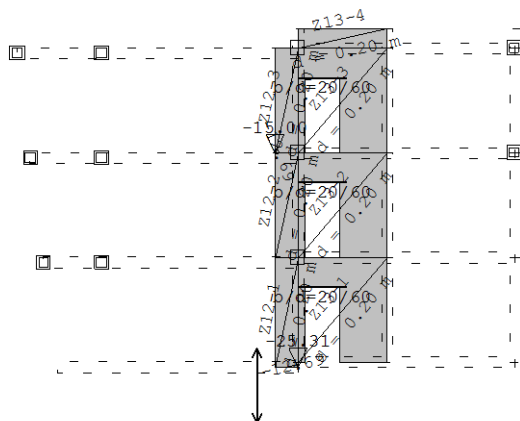
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_6

Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -15.53 cm<sup>2</sup>/m

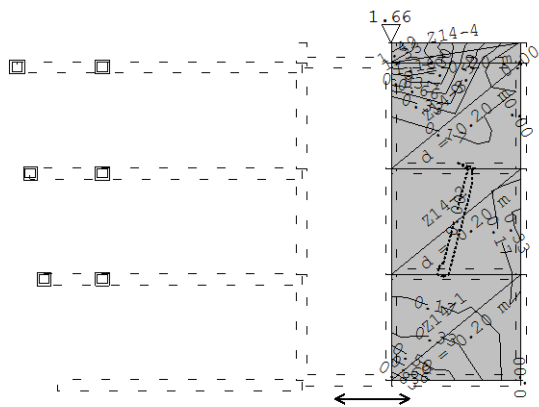
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_6

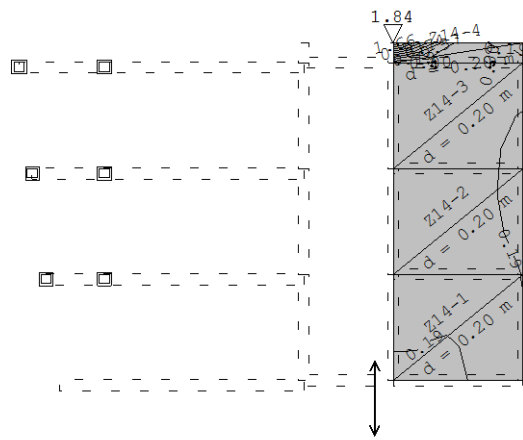
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -25.31 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



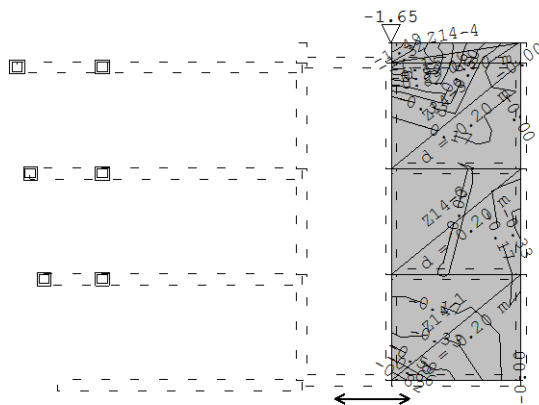
Okvir: V\_7  
Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 1.66 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



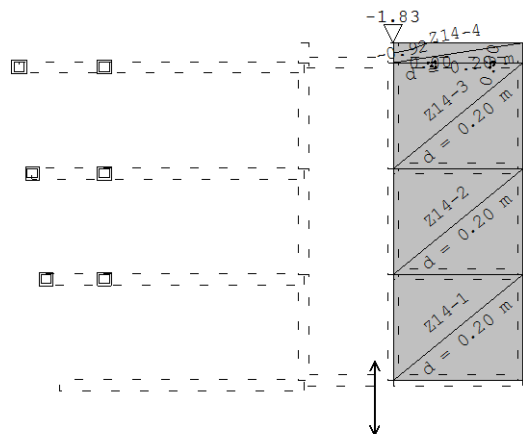
Okvir: V\_7  
Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 1.84 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



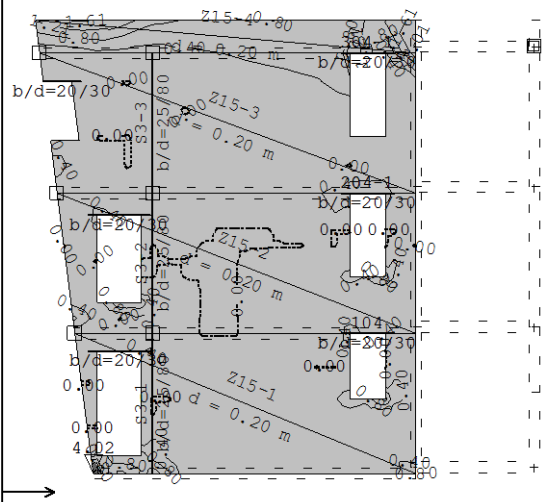
Okvir: V\_7  
Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -1.65 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_7  
Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -1.83 cm<sup>2</sup>/m

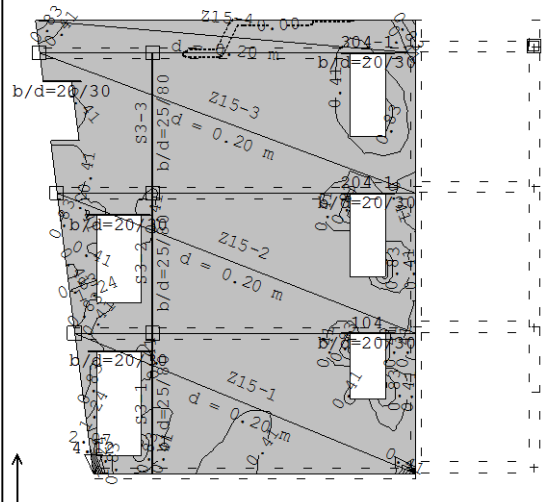
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_8

Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 4.02 cm<sup>2</sup>/m

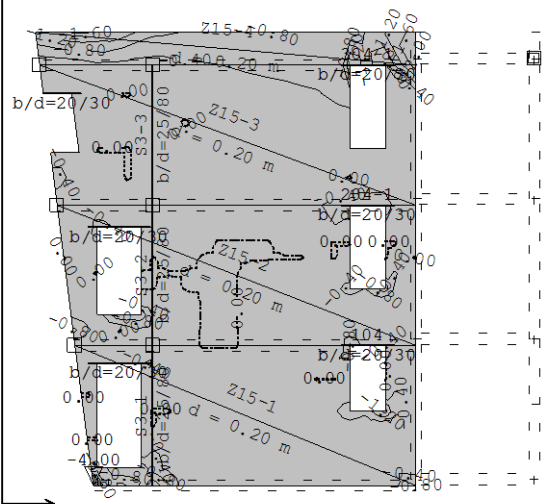
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_8

Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 4.12 cm<sup>2</sup>/m

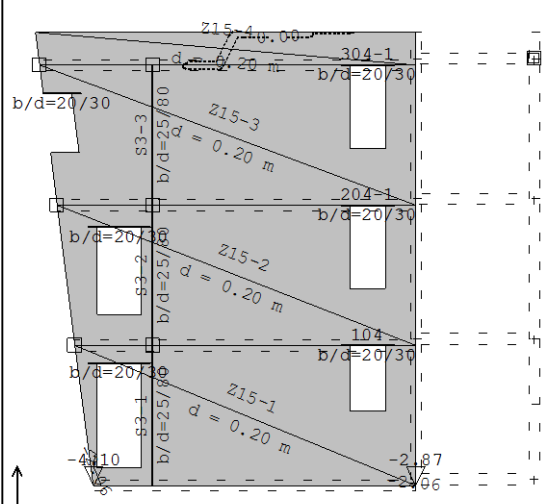
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_8

Aa - g.zona - Pravec 1 - max Aa1,g= -4.00 cm<sup>2</sup>/m

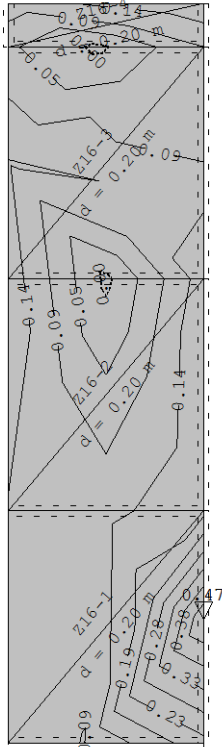
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_8

Aa - g.zona - Pravec 2 - max Aa2,g= -4.10 cm<sup>2</sup>/m

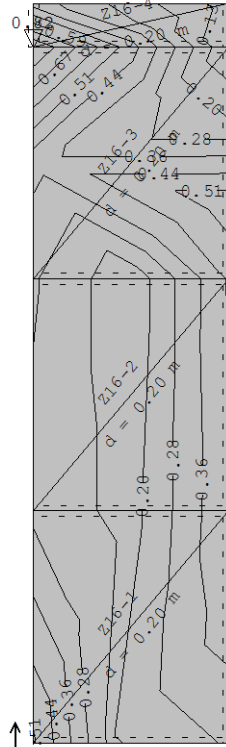
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_9

Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1, d = 0.47 cm<sup>2</sup>/m

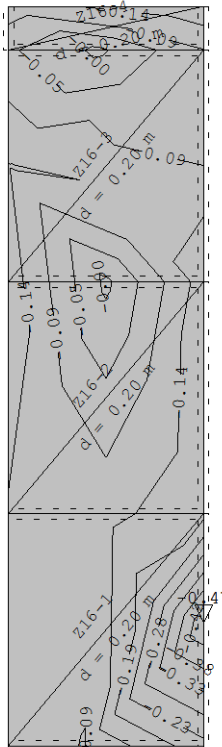
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_9

Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2, d = 0.82 cm<sup>2</sup>/m

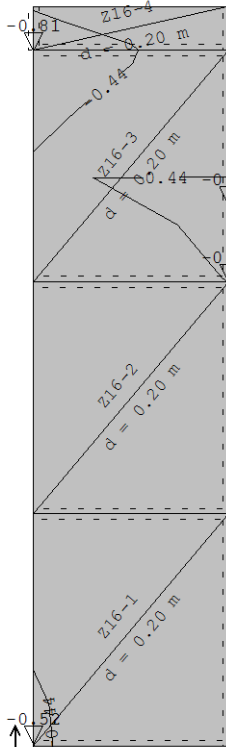
Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_9

Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1, g = -0.47 cm<sup>2</sup>/m

Beton C 25/30, B500B, a=2.50 cm



Okvir: V\_9

Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2, g = -0.81 cm<sup>2</sup>/m

## 7. Usporedba rezultata dimenzioniranih ploča

U ovom poglavlju ću usporediti rezultate proračuna potrebne armature za ploče iz programa i sa rezultatima proračuna potrebne armature numeričkom metodom. Za početak u ovome dijelu ću proračnati parametre koji se ponavljaju za sve ploče.

Pretpostavka:

$$\phi_{a,x} = 8 \text{ mm} = 0,8 \text{ cm}$$

$$\phi_{a,y} = 8 \text{ mm} = 0,8 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$H_f = 20 \text{ cm}$$

$$c_{\text{nom}} = 2,5 \text{ cm}$$

Udaljenost od težišta armature:

$$\begin{aligned} d_{1,x} &= c_{\text{nom}} + \phi_{a,y} + (\phi_{a,x}/2) \\ &= 3,7 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{1,y} &= c_{\text{nom}} + (\phi_{a,x}/2) \\ &= 2,9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Statička visina:

$$\begin{aligned} d_x &= H_f - d_{1,x} \\ &= 16,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_y &= H_f - d_{1,y} \\ &= 17,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Računska čvrstoća za beton klase 25/30:

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 25 \text{ N/mm}^2 \\ &= 2,5 \text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{cd} &= f_{ck}/\gamma_c \\ &= 2,5/1,5 \\ &= 1,67 \text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

Računska granica popuštanja čelika B500B:

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$= 50 \text{ kN/cm}^2$$

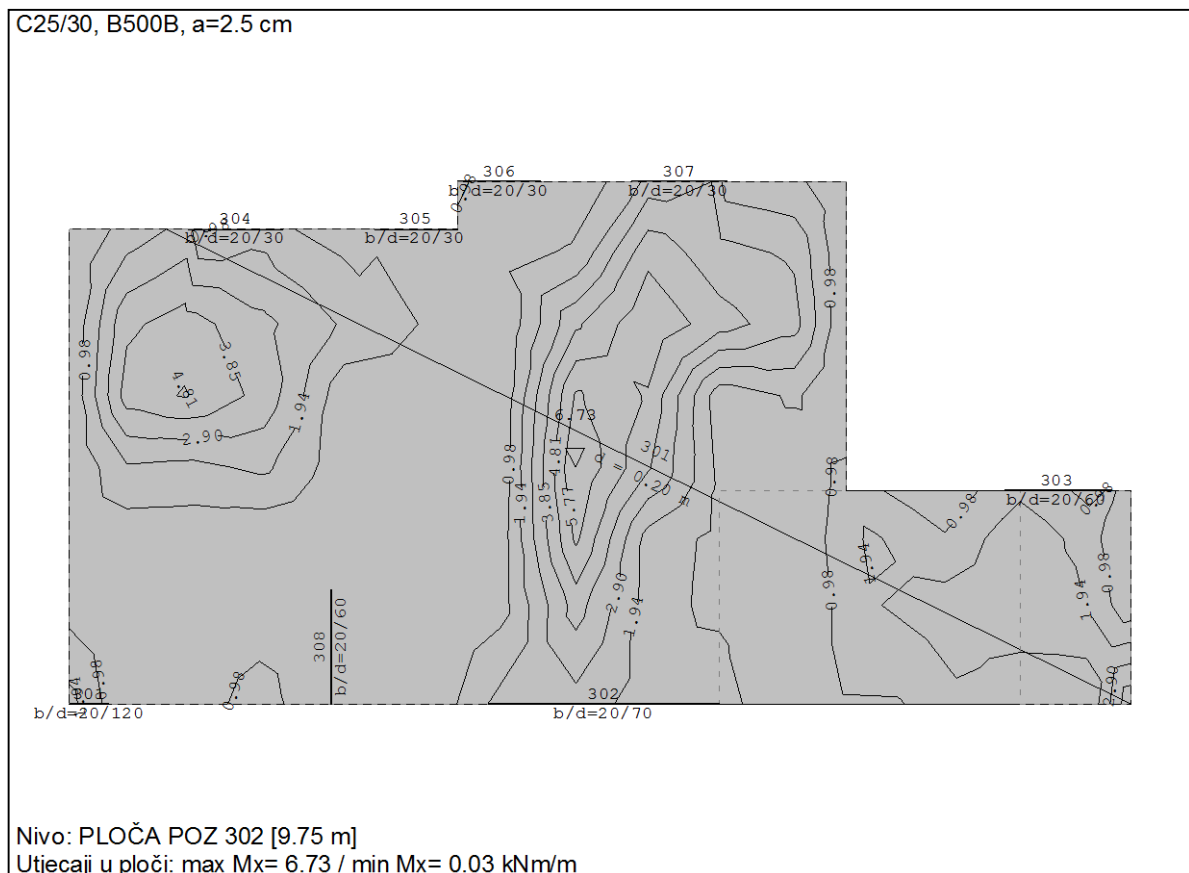
$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$f_{yd} = 50 / 1,15$$

$$= 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Nakon što smo odredili računске parametre za materijal iz programa izvozimo dijagrame momenata za odeđenu ploču te iz dijagrama uzimamo maksimalne veličine za proračun.

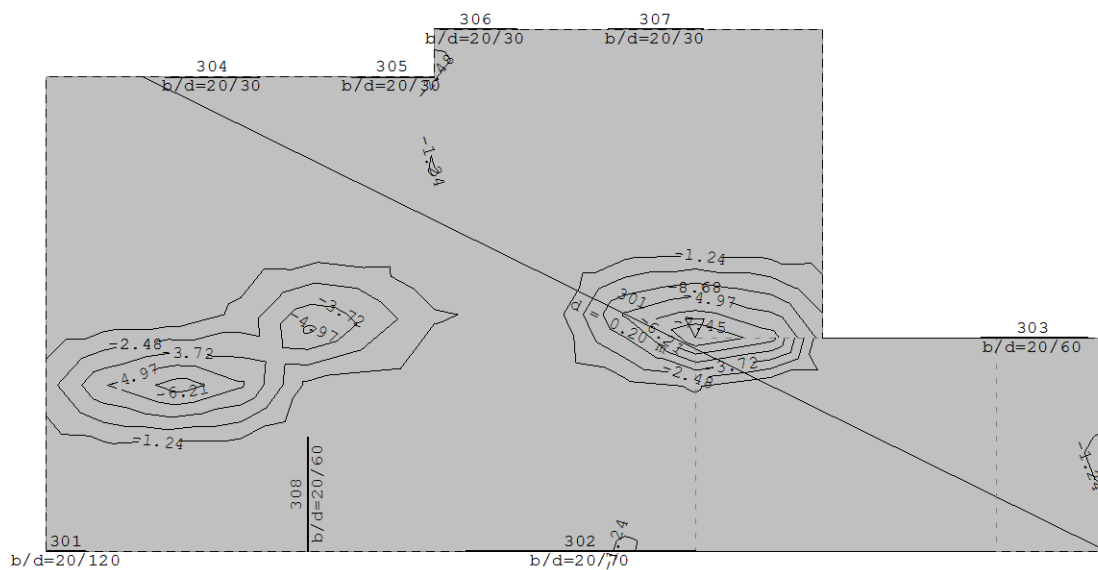
## 7.1. Ploča pozicije 302







C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 302 [9.75 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_y = -0.01$  / min  $M_y = -8.68$  kNm/m

Momenti za proračun:

DONJA ZONA  $M_x = 6.73$  kNm

$M_y = 7.55$  kNm

GORNJA ZONA  $M_x = 11.33$  kNm

$M_y = 8.68$  kNm

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 302 donja zona smjer x

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,x}^{302}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{6.73}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,0151 \leq 0,017$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,017$

kefificijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,983$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,x}^{302} = \frac{M_{d,x}^{302}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{673}{0,983 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= \mathbf{0.97 \text{ cm}^2}$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 302 donja zona smjer y**

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,y}^{302}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{7,55}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,0154 \leq 0,017$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,017$

koeficijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,983$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,y}^{302} = \frac{M_{d,y}^{302}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{755}{0,983 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= \mathbf{1.03 \text{ cm}^2}$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 302 gornja zona smjer x**

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,x}^{302}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{11,33}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,026 \leq 0,029$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke



Kod odabira armature za ploču pozicije 302 će biti mjerodavna minimalna količina armature koja se računa pomoću izraza:

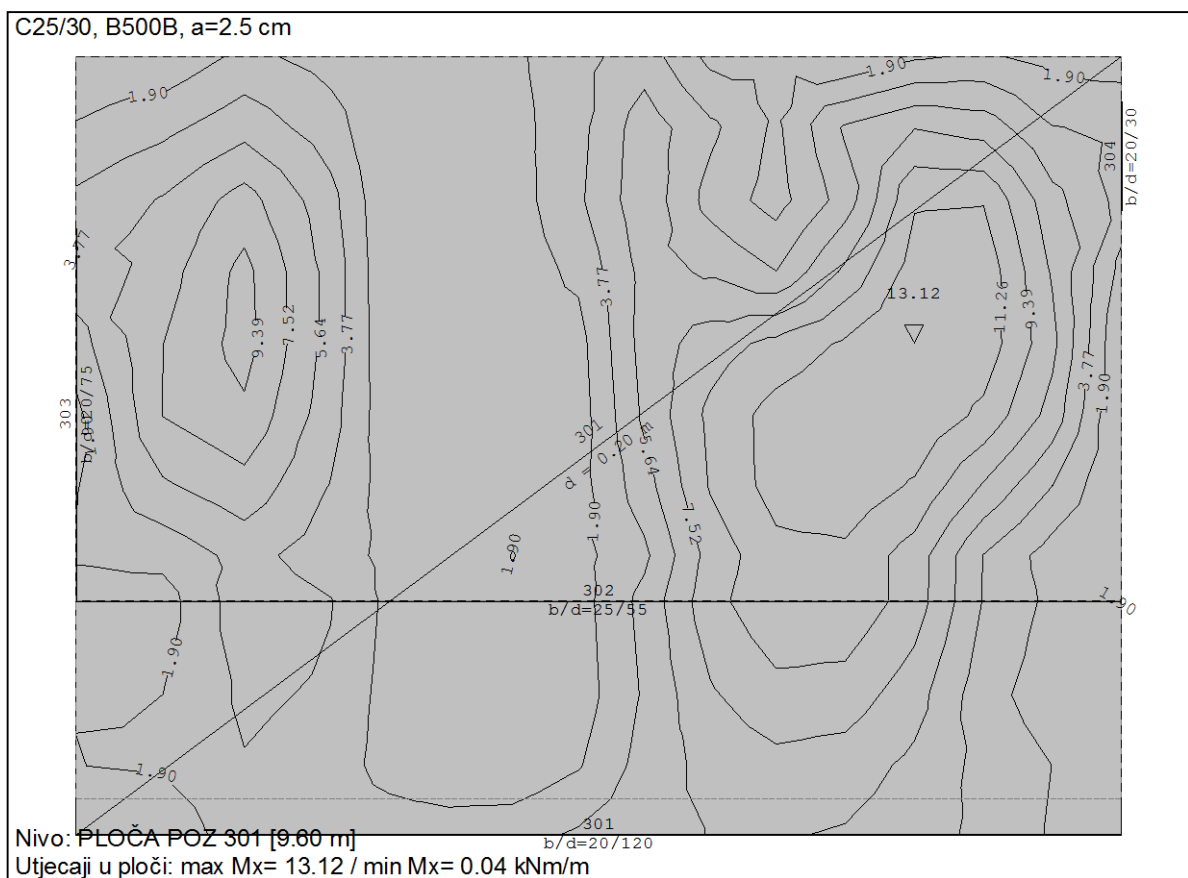
$$A_{\min,x} = 0,0224 \cdot \frac{f_{ck,kocka}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d_x \quad [4]$$

$$= 2,52 \text{ cm}^2$$

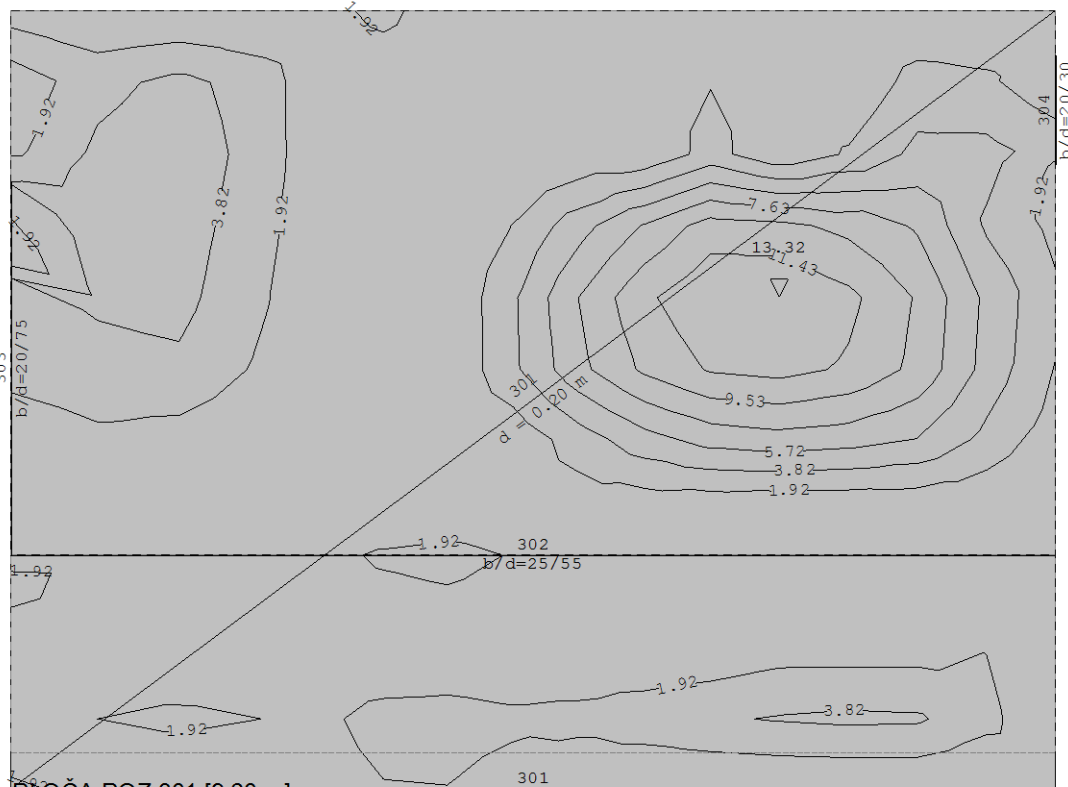
$$A_{\min,y} = 0,0224 \cdot \frac{f_{ck,kocka}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d_y \quad [4]$$

$$= 2,64 \text{ cm}^2$$

## 7.2. Ploča pozicije 301

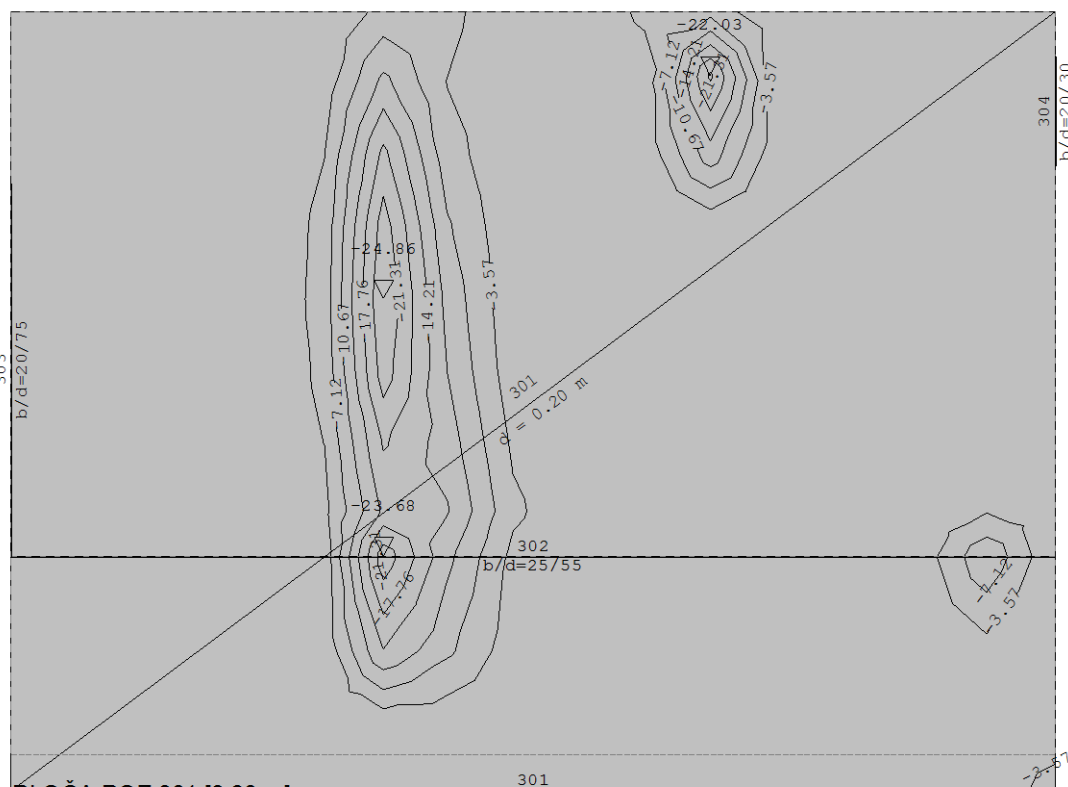


C25/30, B500B, a=2.5 cm



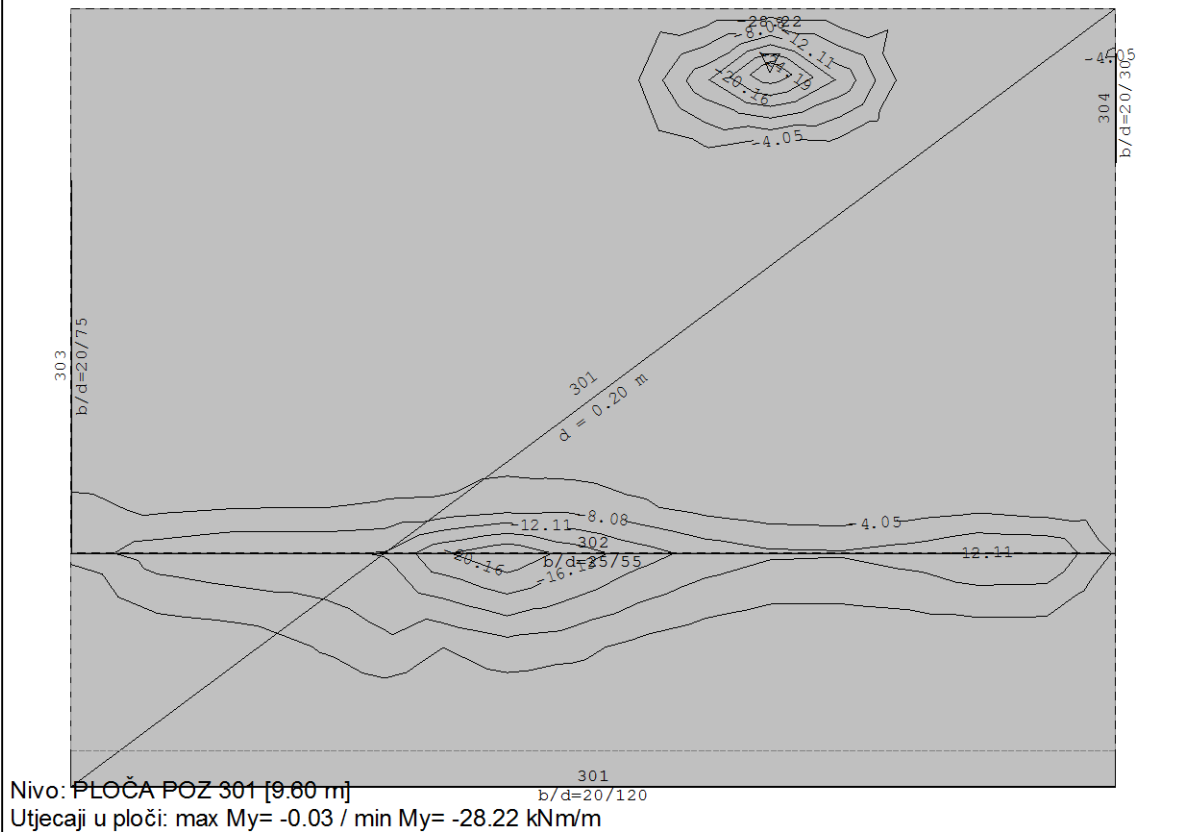
Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]  
 Utjecaji u ploči: max  $M_y = 13.32$  / min  $M_y = 0.02$  kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 301 [9.60 m]  
 Utjecaji u ploči: max  $M_x = -0.03$  / min  $M_x = -24.86$  kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Momenti za proračun:

DONJA ZONA       $M_x = 13.12$  kNm

$M_y = 13.32$  kNm

GORNJA ZONA       $M_x = 24.86$  kNm

$M_y = 28.22$  kNm

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 301 donja zona smjer x

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,x}^{301}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$

$$= \frac{13,12}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,030 \leq 0,033$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,033$

keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,975$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,x}^{301} = \frac{M_{d,x}^{301}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1312}{0,975 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 1.90 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 301 donja zona smjer y**

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,y}^{301}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{13,32}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,027 \leq 0,029$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,029$

koeficijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,977$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,y}^{301} = \frac{M_{d,y}^{301}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1332}{0,977 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= 1.83 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 301 gornja zona smjer x**

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,x}^{301}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{24,86}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,056 \leq 0,060$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke



bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd}= 0,060$

keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta= 0,960$

Proračun potrebne armature

$$A_{gx}^{301} = \frac{M_{g,x}^{301}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{2486}{0,960 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 3,65 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 301 gornja zona smjer y

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,y}^{301}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{28,22}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,058 \leq 0,060$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd}= 0,060$

keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta= 0,960$

Proračun potrebne armature

$$A_{gy}^{301} = \frac{M_{g,y}^{301}}{\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{2822}{0,982 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= 3,87 \text{ cm}^2$$

Prema dijagramima iz proračuna konstrukcije isčitavamo da je potrebna armatura:

DONJA ZONA                      smjer X                      A=1.75 cm<sup>2</sup>/m

smjer Y                      A=1.72 cm<sup>2</sup>/m

GORNJA ZONA                      smjer X                      A=3.18 cm<sup>2</sup>/m

smjer Y                      A=3.68 cm<sup>2</sup>/m

Prema proračunu numeričkom metodom dolazimo do količine potrebne armature

DONJA ZONA                      smjer X                      A=1.90 cm<sup>2</sup>/m

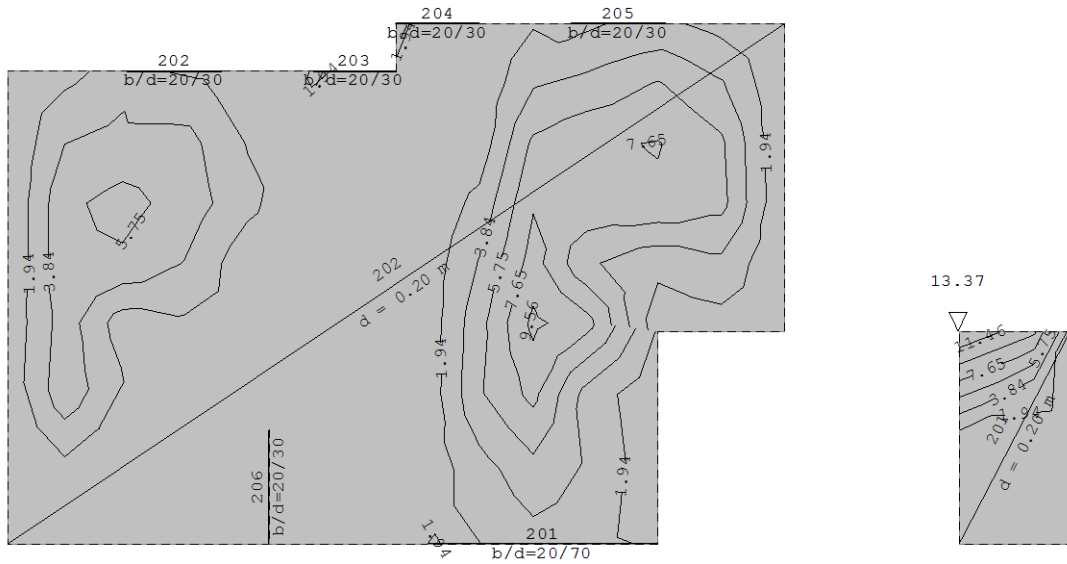
smjer Y                      A=1.83 cm<sup>2</sup>/m

GORNJA ZONA                      smjer X                      A=3.65 cm<sup>2</sup>/m

smjer Y                      A=3.87 cm<sup>2</sup>/m

### 7.3. Ploča pozicije 202

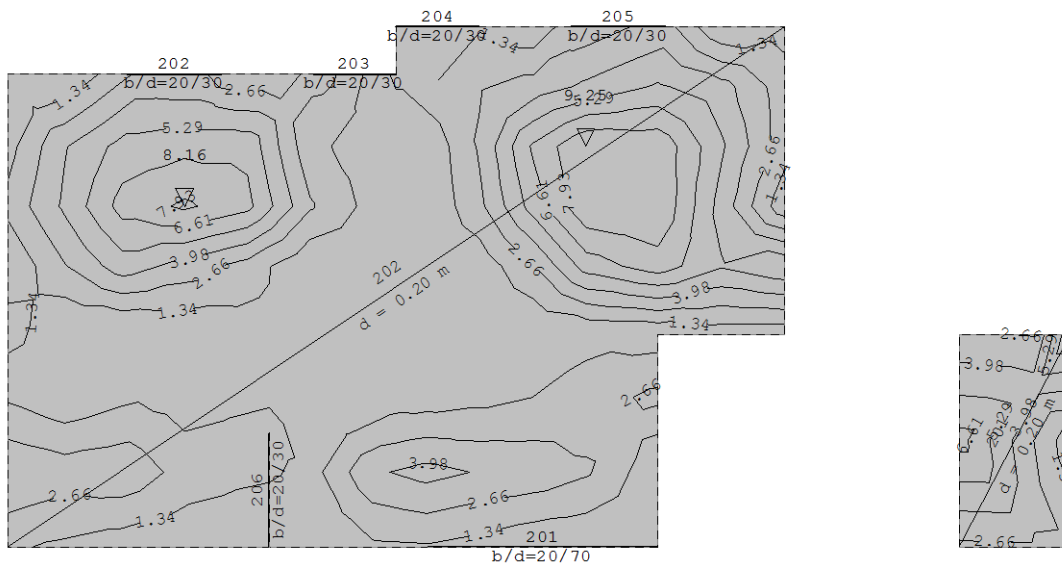
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 202 [6.55 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_x = 13.37$  / min  $M_x = 0.03$  kNm/m

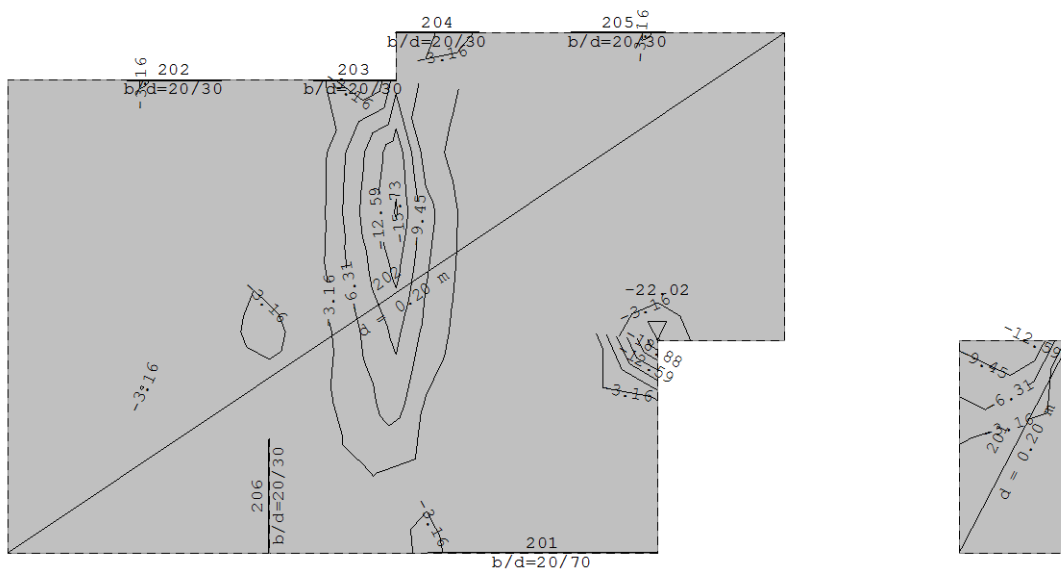
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 202 [6.55 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_y = 9.25$  / min  $M_y = 0.02$  kNm/m

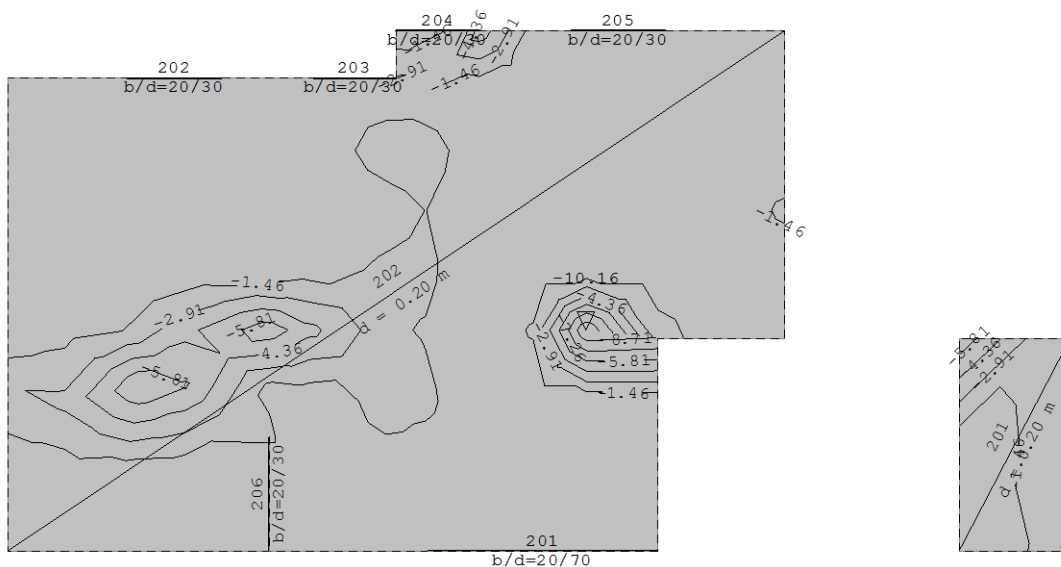
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 202 [6.55 m]

Utjecaji u ploči: max Mx= -0.03 / min Mx= -22.02 kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 202 [6.55 m]

Utjecaji u ploči: max My= -0.02 / min My= -10.16 kNm/m

Momenti za proračun:

DONJA ZONA  $M_x = 13.37$  kNm

$M_y = 9.25$  kNm

GORNJA ZONA  $M_x = 22.02$  kNm

$M_y = 10.16$  kNm

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 202 donja zona smjer x

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,x}^{202}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{13,37}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,030 \leq 0,033$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,033$

koeficijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,975$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,x}^{202} = \frac{M_{d,x}^{202}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1337}{0,975 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 1,93 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 202 donja zona smjer y

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,y}^{202}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{9,25}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,019 \leq 0,023$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,023$   
keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,980$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,y}^{202} = \frac{M_{d,y}^{202}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{925}{0,980 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= 1,27 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 202 gornja zona smjer x**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,x}^{202}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{22,02}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,050 \leq 0,053$$

Na temelju dobivenog bezdimezionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,053$   
keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,964$

Proračun potrebne armature

$$A_{g,x}^{202} = \frac{M_{g,x}^{202}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{2202}{0,964 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 3,22 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 202 gornja zona smjer y**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,y}^{202}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{10,16}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,021 \leq 0,023$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,023$

kefijecijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,980$

Proračun potrebne armature

$$A_{gy}^{202} = \frac{M_{g,y}^{202}}{\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd}}$$

$$= \frac{1016}{0,980 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$

$$= \mathbf{1.39 \text{ cm}^2}$$

Prema dijagramima iz proračuna konstrukcije isčitavamo da je potrebna armatura:

DONJA ZONA                    smjer X                    A=1.68 cm<sup>2</sup>/m

    smjer Y                    A=1.23 cm<sup>2</sup>/m

GORNJA ZONA                    smjer X                    A=2.45 cm<sup>2</sup>/m

    smjer Y                    A=1.36 cm<sup>2</sup>/m

Prema proračunu numeričkom metodom dolazimo do količine potrebne armature

DONJA ZONA                    smjer X                    A=1.93 cm<sup>2</sup>/m

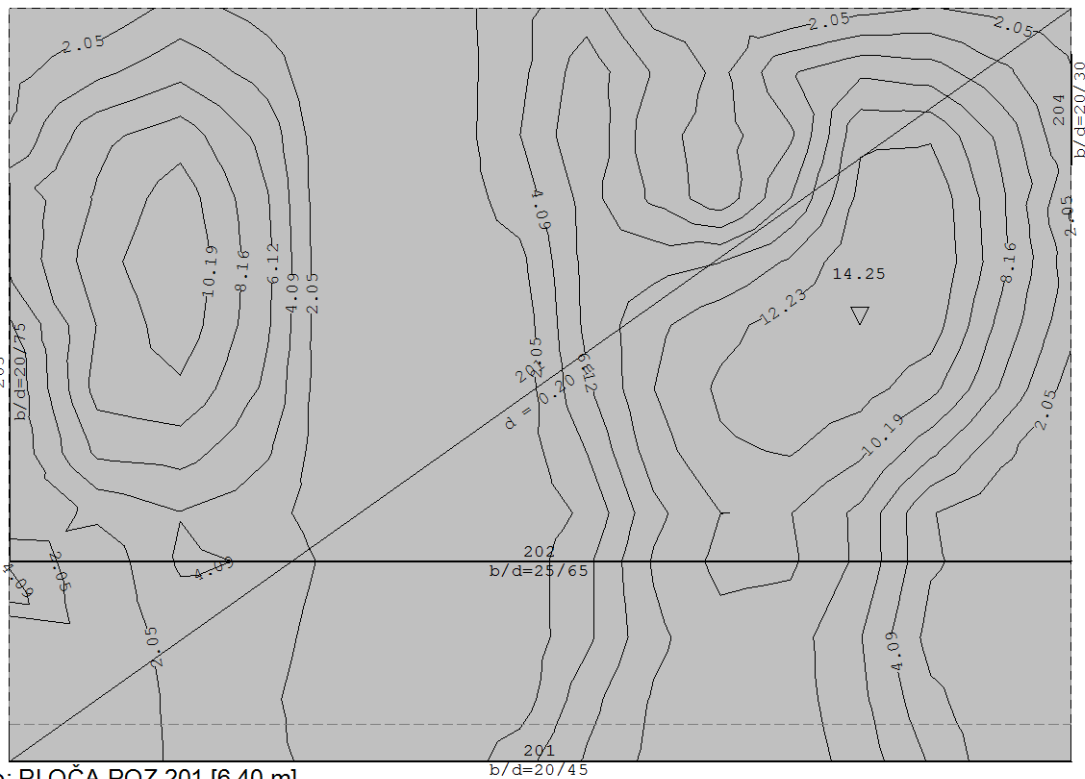
    smjer Y                    A=1.27 cm<sup>2</sup>/m

GORNJA ZONA                    smjer X                    A=3.22 cm<sup>2</sup>/m

    smjer Y                    A=1.39 cm<sup>2</sup>/m

## 7.4. Ploča pozicije 201

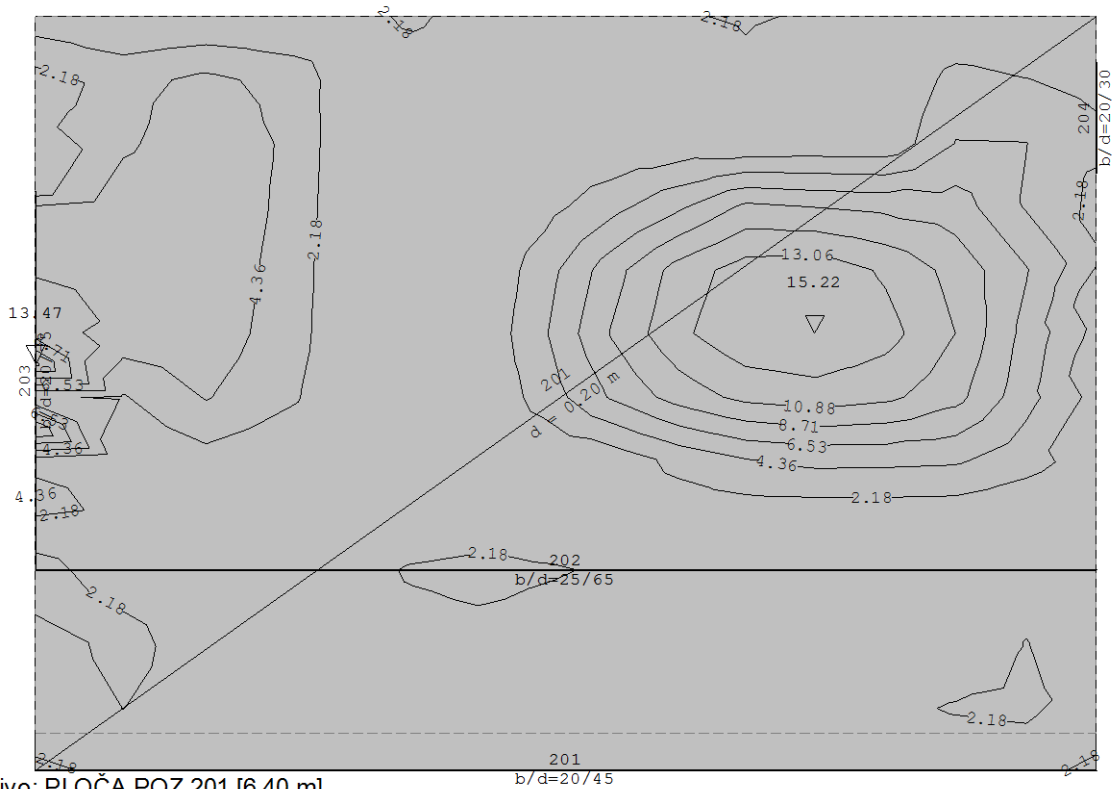
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_x = 14.25$  / min  $M_x = 0.02$  kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 201 [6.40 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_y = 15.22$  / min  $M_y = 0.02$  kNm/m





Momenti za proračun:

DONJA ZONA  $M_x = 14.25$  kNm

$M_y = 15.22$  kNm

GORNJA ZONA  $M_x = 26.85$  kNm

$M_y = 35.81$  kNm

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 201 donja zona smjer x

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,x}^{201}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$

$$= \frac{14,25}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,032 \leq 0,033$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,033$

koeficijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,975$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,x}^{201} = \frac{M_{d,x}^{201}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$

$$= \frac{1425}{0,975 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$

$$= 2,06 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 201 donja zona smjer y

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,y}^{201}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$= \frac{15,22}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,031 \leq 0,033$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,033$   
keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,975$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,y}^{201} = \frac{M_{d,y}^{201}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1522}{0,975 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= 2,10 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 201 gornja zona smjer x**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,x}^{201}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{26,85}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,061 \leq 0,063$$

Na temelju dobivenog bezdimezionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,063$   
keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,959$

Proračun potrebne armature

$$A_{g,x}^{201} = \frac{M_{g,x}^{201}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{2685}{0,959 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 3,95 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 201 gornja zona smjer y**

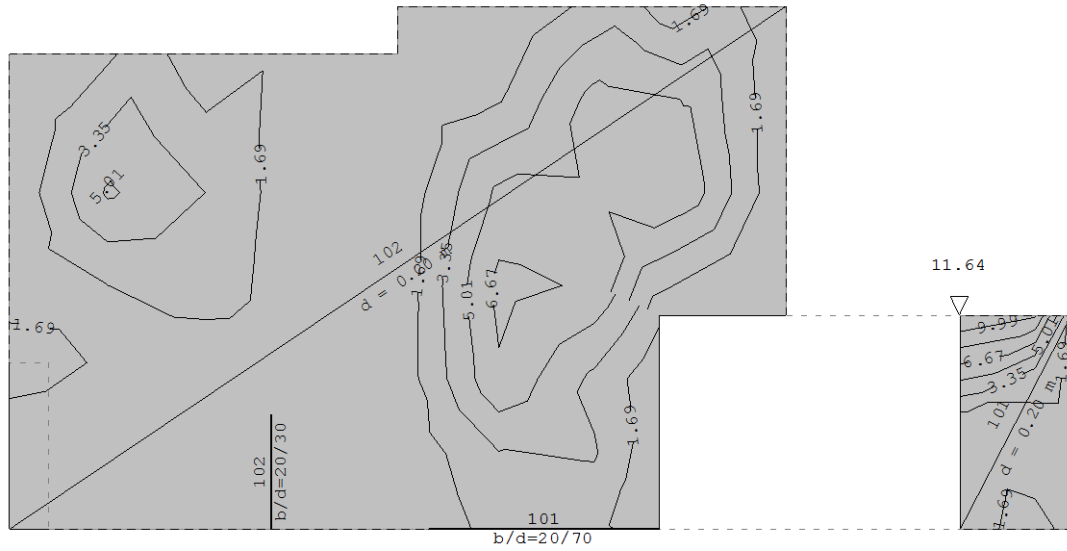
Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,y}^{201}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{35,81}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,073 \leq 0,076$$



## 7.5. Ploča pozicije 102

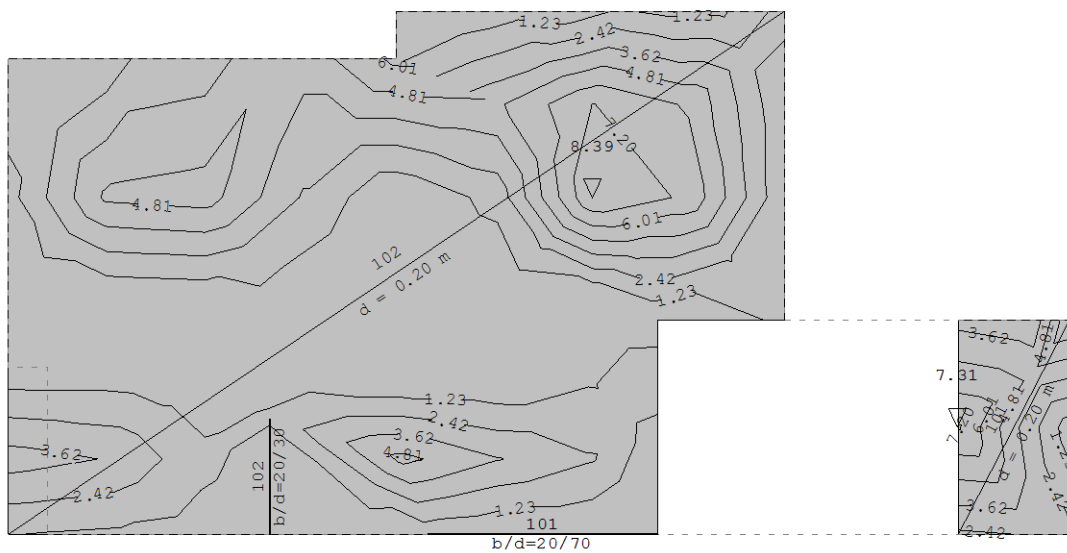
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_x = 11.64$  / min  $M_x = 0.04 \text{ kNm/m}$

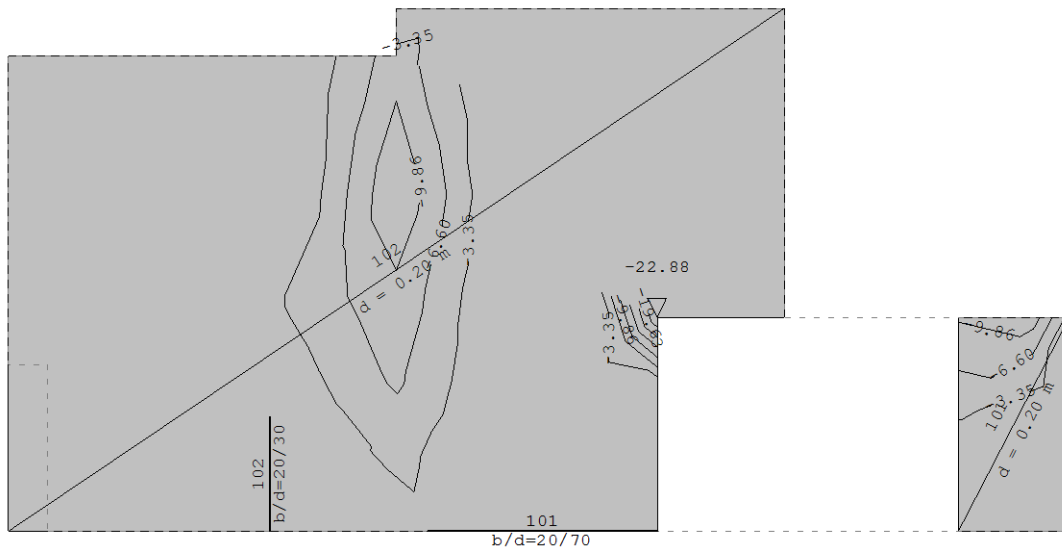
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_y = 8.39$  / min  $M_y = 0.04 \text{ kNm/m}$

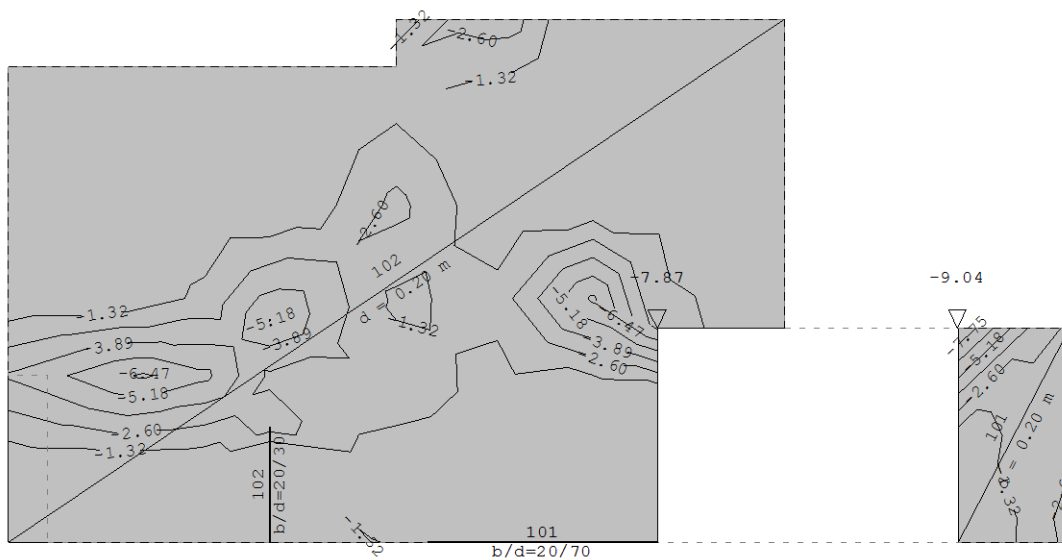
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_x = -0.10$  / min  $M_x = -22.88$  kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 102 [3.35 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_y = -0.04$  / min  $M_y = -9.04$  kNm/m

Momenti za proračun:

DONJA ZONA  $M_x = 11.64$  kNm

$M_y = 8.39$  kNm

GORNJA ZONA  $M_x = 22.88$  kNm

$M_y = 9.04$  kNm

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 102 donja zona smjer x

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,x}^{102}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{11,64}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,026 \leq 0,029$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,029$

koeficijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,977$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,x}^{102} = \frac{M_{d,x}^{102}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1164}{0,977 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 1,68 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 102 donja zona smjer y

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,y}^{102}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{8,39}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,017 \leq 0,019$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,019$   
keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,982$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,y}^{102} = \frac{M_{d,y}^{102}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{839}{0,982 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= 1,15 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 102 gornja zona smjer x**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,x}^{102}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{22,88}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,052 \leq 0,053$$

Na temelju dobivenog bezdimezionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,053$   
keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,964$

Proračun potrebne armature

$$A_{g,x}^{102} = \frac{M_{g,x}^{102}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{2288}{0,964 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 3,35 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 102 gornja zona smjer y**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

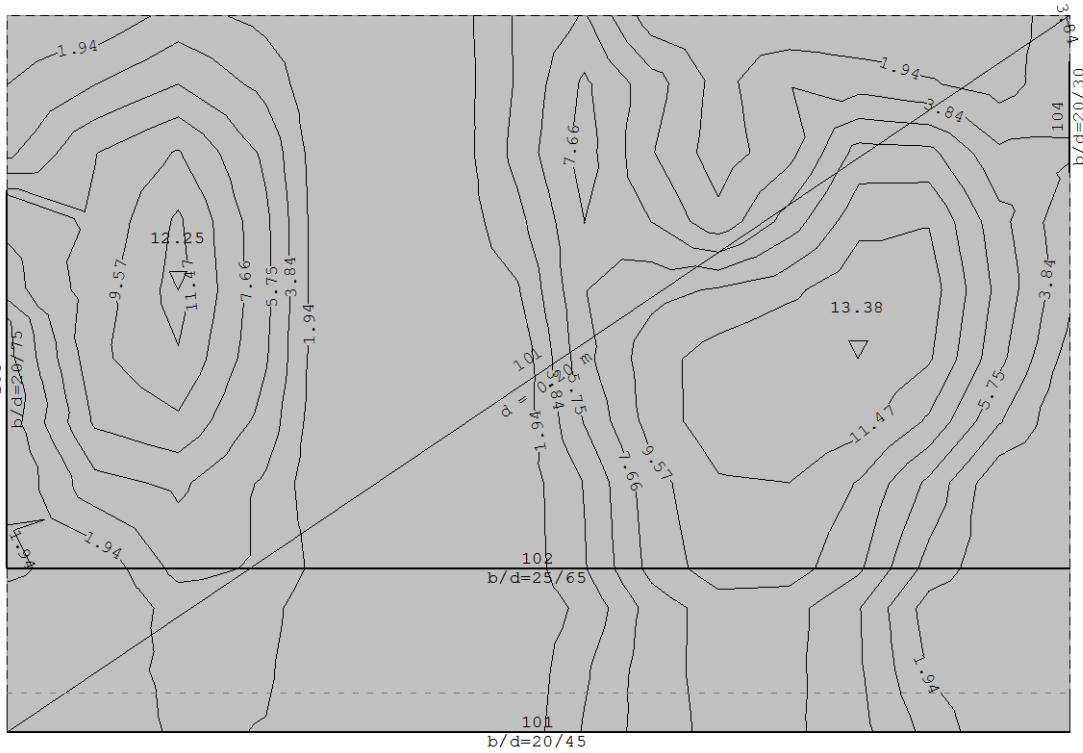
$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,y}^{102}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{9,04}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,019 \leq 0,023$$





## 7.6. Ploča pozicije 101

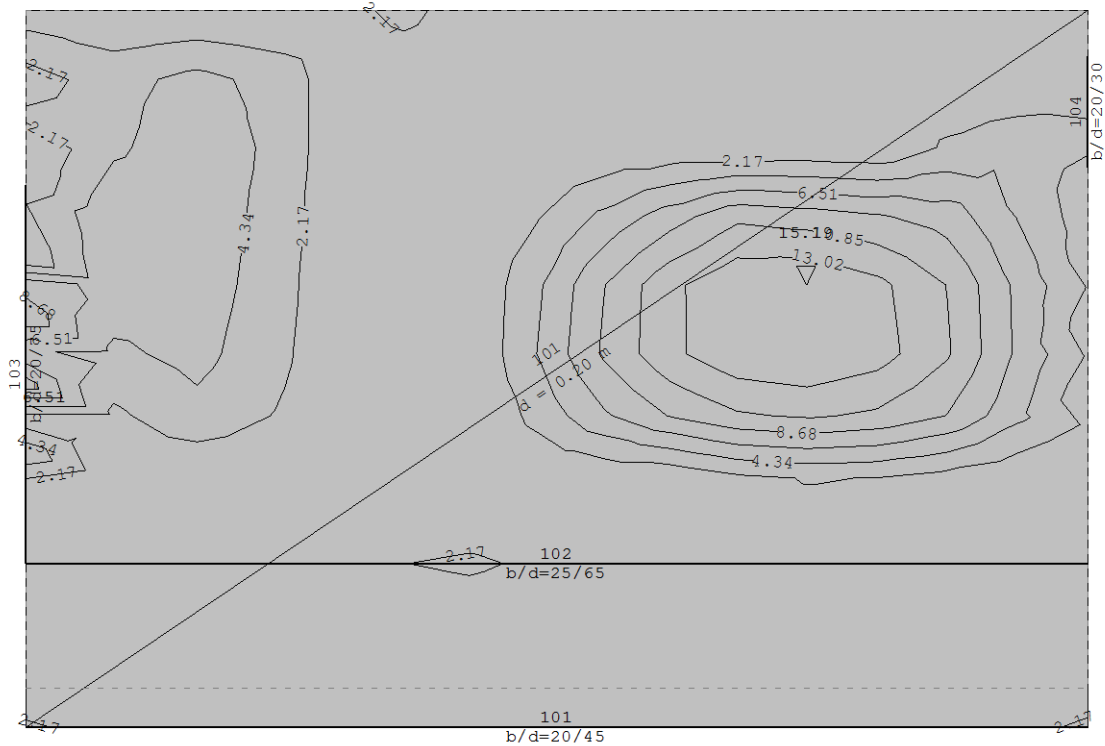
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]

Utjecaji u ploči: max  $M_x = 13.38$  / min  $M_x = 0.03$  kNm/m

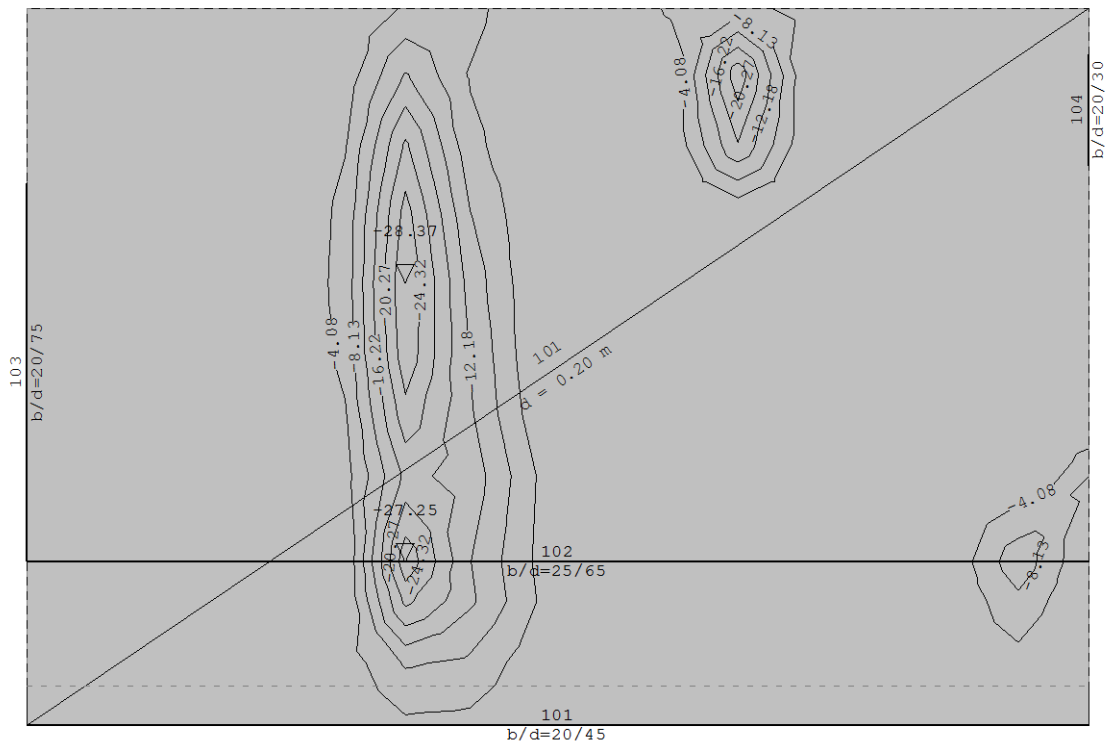
C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]

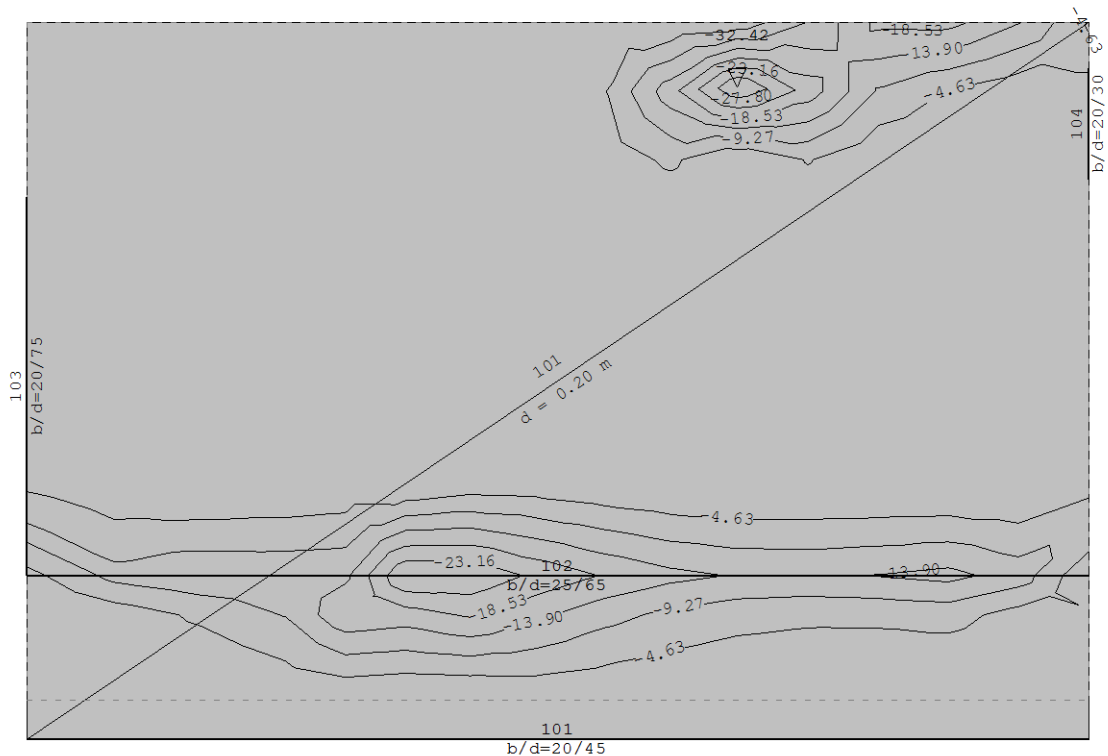
Utjecaji u ploči: max  $M_y = 15.19$  / min  $M_y = 0.01$  kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_x = -0.04$  / min  $M_x = -28.37$  kNm/m

C25/30, B500B, a=2.5 cm



Nivo: PLOČA POZ 101 [3.20 m]  
Utjecaji u ploči: max  $M_y = -0.01$  / min  $M_y = -32.42$  kNm/m

Momenti za proračun:

DONJA ZONA  $M_x = 13.38$  kNm

$M_y = 15.19$  kNm

GORNJA ZONA  $M_x = 28.37$  kNm

$M_y = 32.42$  kNm

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 101 donja zona smjer x

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,x}^{101}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{13,38}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,030 \leq 0,033$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimenzionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,033$

koeficijent kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,975$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,x}^{101} = \frac{M_{d,x}^{101}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1338}{0,975 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 1,94 \text{ cm}^2$$

### Dimenzioniranje armature u polju ploče 101 donja zona smjer y

Bezdimenzionalni koeficijent armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{d,y}^{101}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{15,19}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$

$$= 0,031 \leq 0,033$$

Na temelju dobivenog bezdimenzionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,033$

keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,975$

Proračun potrebne armature

$$A_{d,y}^{101} = \frac{M_{d,y}^{101}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{1519}{0,975 \cdot 17,1 \cdot 43,48}$$
$$= 2,10 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 101 gornja zona smjer x**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,x}^{101}}{b \cdot d_x^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{28,37}{1 \cdot 16,3^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,064 \leq 0,066$$

Na temelju dobivenog bezdimezionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke

bezdimezionalni moment savijanja  $\mu_{sd} = 0,066$

keficient kraka unutrašnjih sila  $\zeta = 0,957$

Proračun potrebne armature

$$A_{gx}^{101} = \frac{M_{g,x}^{101}}{\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}}$$
$$= \frac{2837}{0,957 \cdot 16,3 \cdot 43,48}$$
$$= 4,18 \text{ cm}^2$$

**Dimenzioniranje armature u polju ploče 102 gornja zona smjer y**

Bezdimezionalni koeficient armiranja

$$\mu_{sd} = \frac{M_{g,y}^{101}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$
$$= \frac{32,42}{1 \cdot 17,1^2 \cdot 1,67}$$
$$= 0,066 \leq 0,069$$

Na temelju dobivenog bezdimezionalnog momenta savijanja iz tablice P.S.34 [4] uzimamo sljedeće podatke



## 8. Analiza rezultata

U ovom proračun konstrukcije višestambene zgrade na otoku Pagu prikazan je cijeli proces proračuna. U prvom dijelu su izračunata stalna i promjenjiva djelovanja na konstrukciju sa faktorima sigurnosti. Nakon proračuna stalnih djelovanja i promjenjivih djelovanja je nacrtan prostorni model u programu. Na prostorni model su unšeni različiti slučajevi opterećenja i proračunata je modalna analiza i seizmički proračun. Samim proračunom su dokazani temeljni sigurnosni zahtjev mehaničke stabilnosti i otpornosti.

Usporebom rezultata proračuna dobijenih programom i proračuna numeričkom metodom da se zaključiti da je precizniji proračun pomoću programa te racionalnija upotreba čelika za armiranje. Prednost programa je njegov prikaz prostornog modela i brzina crtanja. Lakše se unose promjene koje se javljaju prilikom projektiranja. Isto tako proračun u samom programu zahtjeva dosta pred znanja jer je potreban proračun stalnih i promjenjivih opterećenja i jer se u pojedinim pločama javlja manja potrebna armatura nego što je propisom određena minimalna armatura.

## 9. Literatura

- [1] Tehnički propisi za građevinske konstrukcije (narodne novine 17/17,75/20 i 7/22)
- [2] Zakon o gradnji (narodne novine 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- [3] Kraus I. (2018.) Priručnik s tablicama i izrazima za proračun djelovanja na konstrukcije
- [4] Radić J. (2006.) Betonske konstrukcije 2, rješeni primjerci

Internet izvori:

- [5] [http://www.pmf.unizg.hr/grof/seizmoloska\\_sluzba/](http://www.pmf.unizg.hr/grof/seizmoloska_sluzba/)

## Popis slika

Slika 2.3.1 Klimatske zone karakterističnog opterećenja snijegom .....	5
Slika 2.4.1 Brzine vjetra s obzirom na zonu .....	7
Slika 2.4.2 Grafički prikaz koeficijenta izloženosti kao funkcija visine iznad tla z i kategorije terena .....	8
Slika 2.4.3 Sheme područja na koje djeluje vjetar na zgrade s ravnim krovovima i pravokoutnim tlocrtima .....	9
Slika 2.5.1 Iznos horizontalnih vršnih ubzanja tla za lokaciju Pag .....	12
Slika 2.5.2 Kategorije tla prema seizmičnosti .....	13



## Popis tablica

Tablica 2.1.1. Analiza opterećenja ploče pozicije 001 i 002. ....	3
Tablica 2.1.2. Analiza opterećenja ploče pozicije 101 i 102. ....	3
Tablica 2.1.3. Analiza opterećenja ploče pozicije 201 i 202. ....	3
Tablica 2.1.4. Analiza opterećenja ploče pozicije 301 i 302. ....	4
Tablica 2.2.1. Kategorija uporabnih opterećenja s obzirom na namjenu zgrade.	4
Tablica 2.2.2. Vrijednost korisnih opterećenja s obzirom na kategoriju zgrade.	5
Tablica 2.3.1. Karakteristične vrijednosti djelovanja snijega prema zonama. ....	6
Tablica 2.4.1. Koeficijent vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom. .....	9
Tablica 2.4.2. Koeficijent vanjskog tlaka za ravne krovove . ....	10
Tablica 2.4.3. Koeficijent vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom. .....	10
Tablica 2.4.4. Koeficijent vanjskog tlaka za ravne krovove. . ....	11

## **Prilozi**

Prilog 1. Tlocrt temeljne ploče

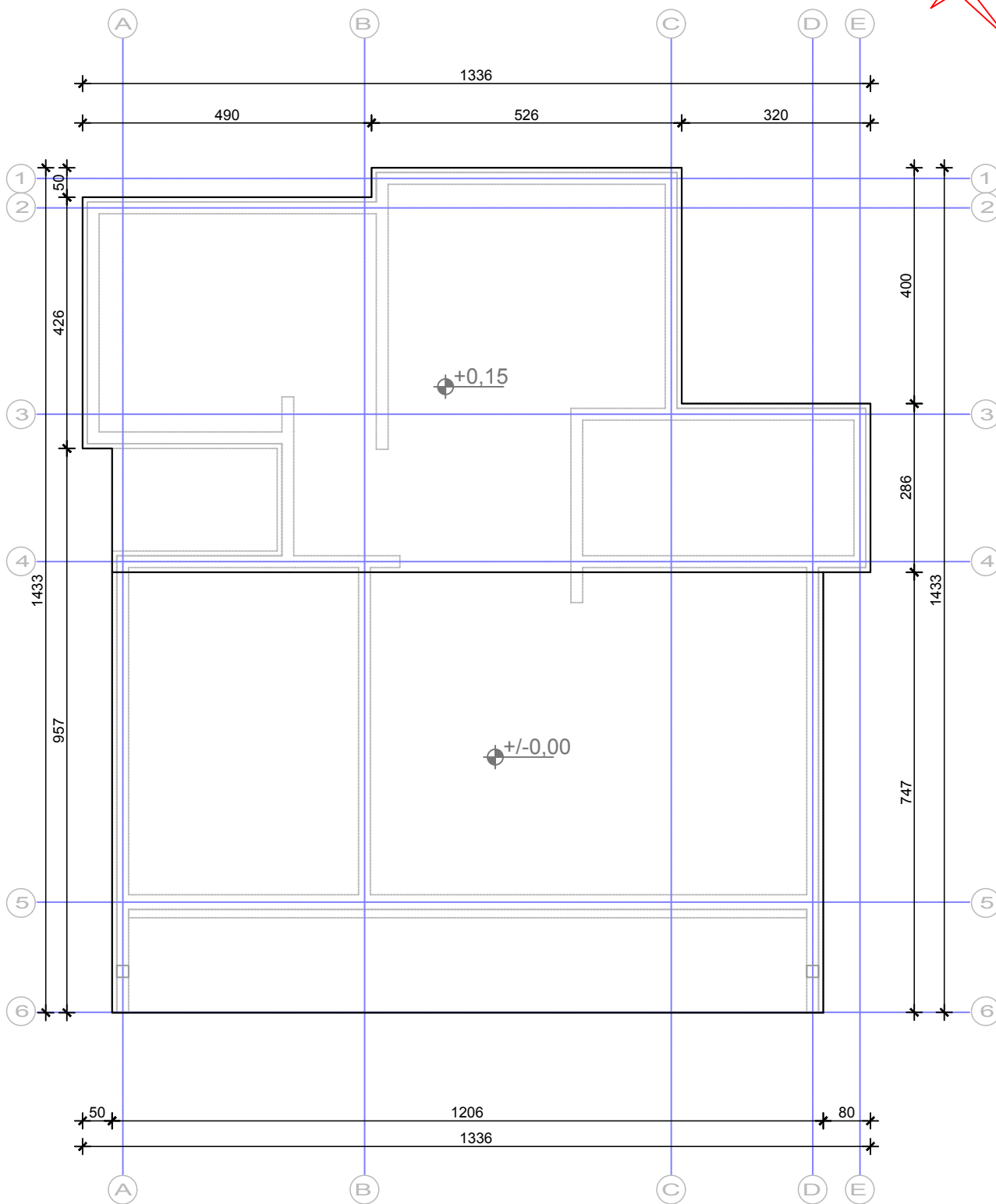
Prilog 2. Tlocrt prizemlja građevine

Prilog 3. Tlocrt 1.kata građevine

Prilog 4. Tlocrt 2.kata građevine

Prilog 5. Tlocrt krova građevine

Prilog 6. Presjek A-A građevine



SVEUČILIŠTE SJEVER  
Odjel za graditeljstvo

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Matija Orešković doc.dr.sc.

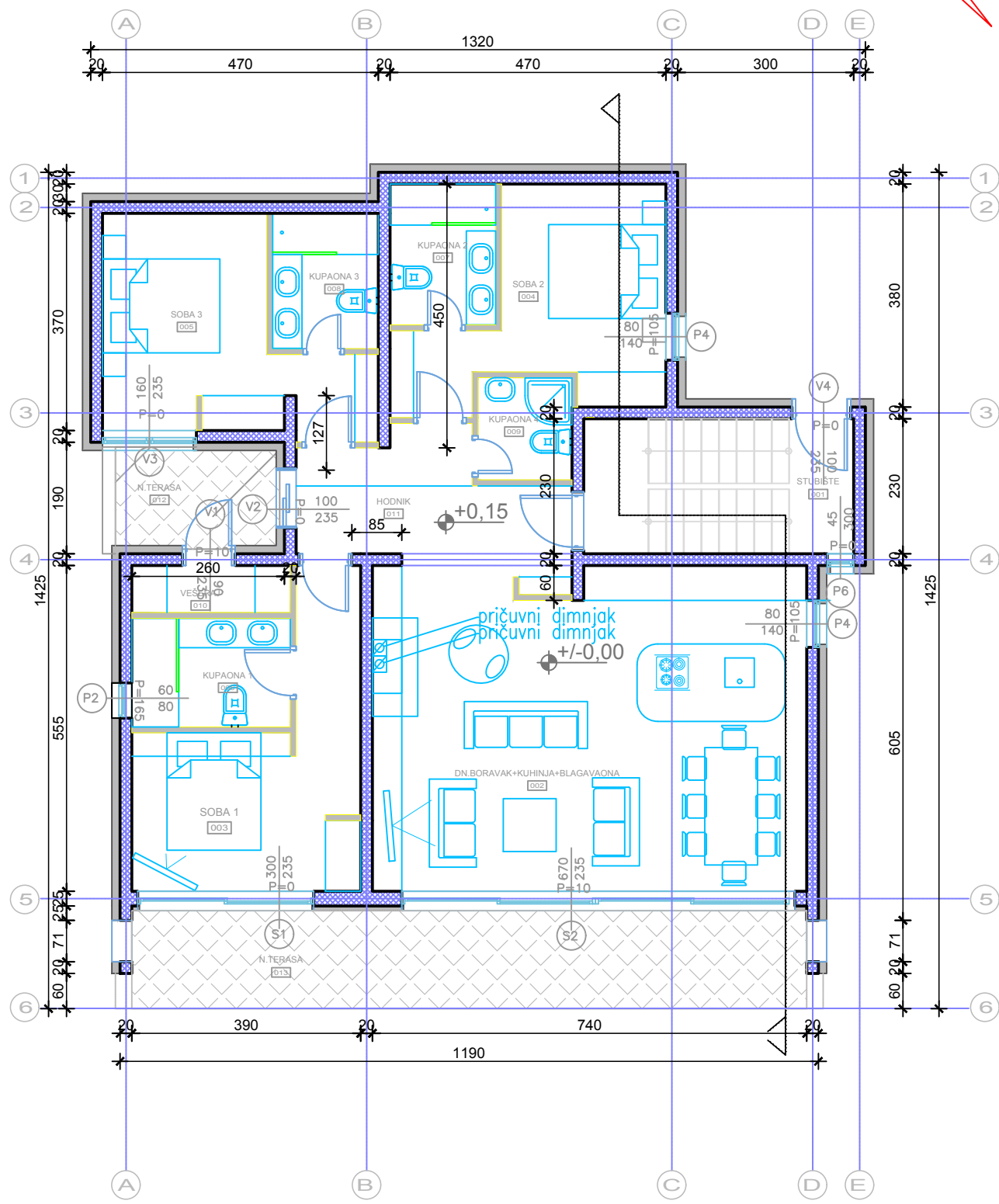
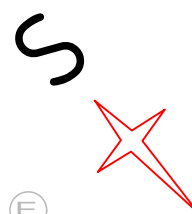
Student: Mario Gavrić

PRILOG 1  
TLOCRT TEMELJNE PLOČE

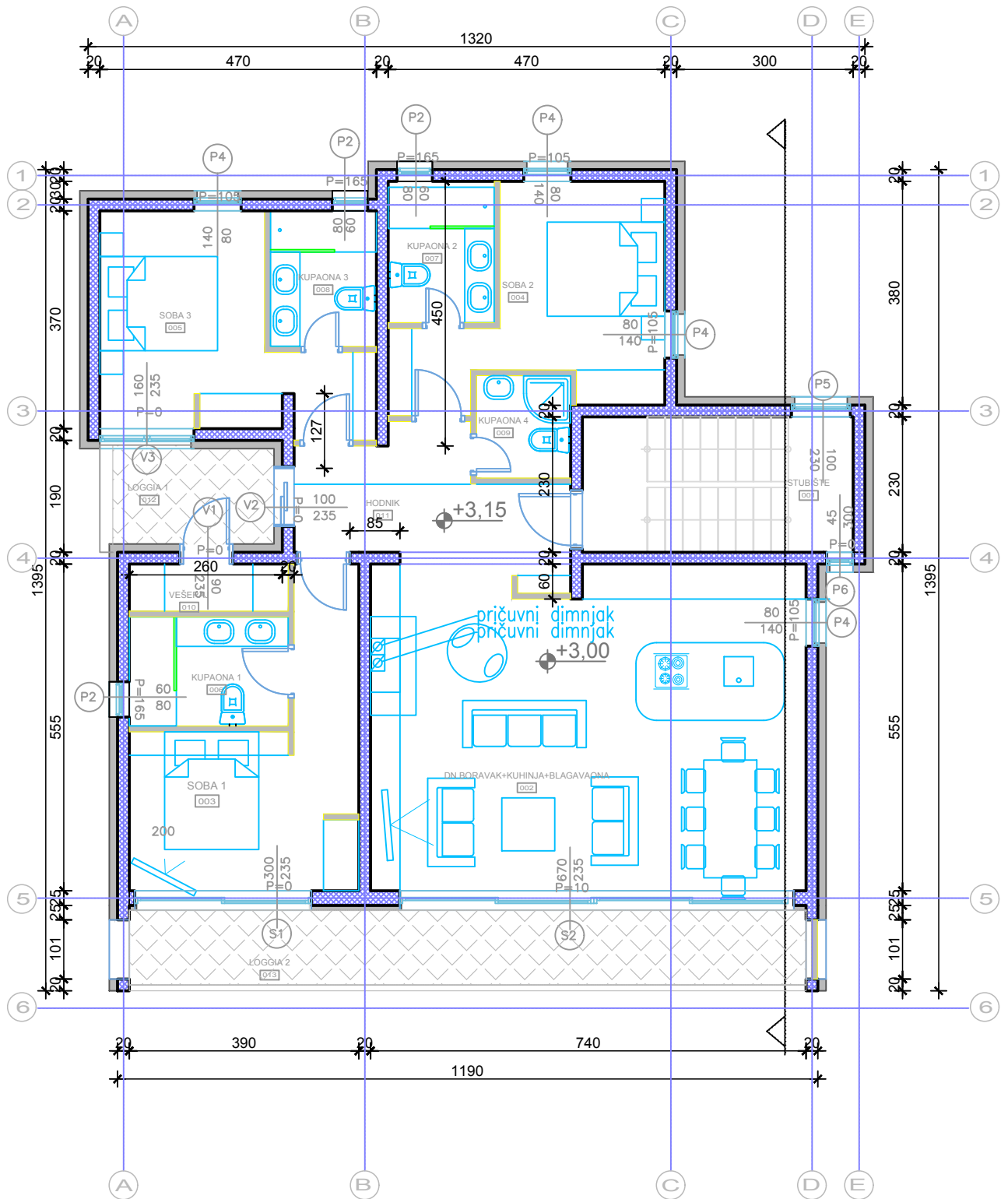
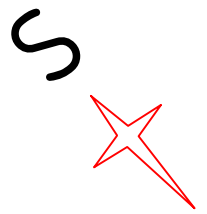
Mjerilo:  
1:100

rujan, 2023

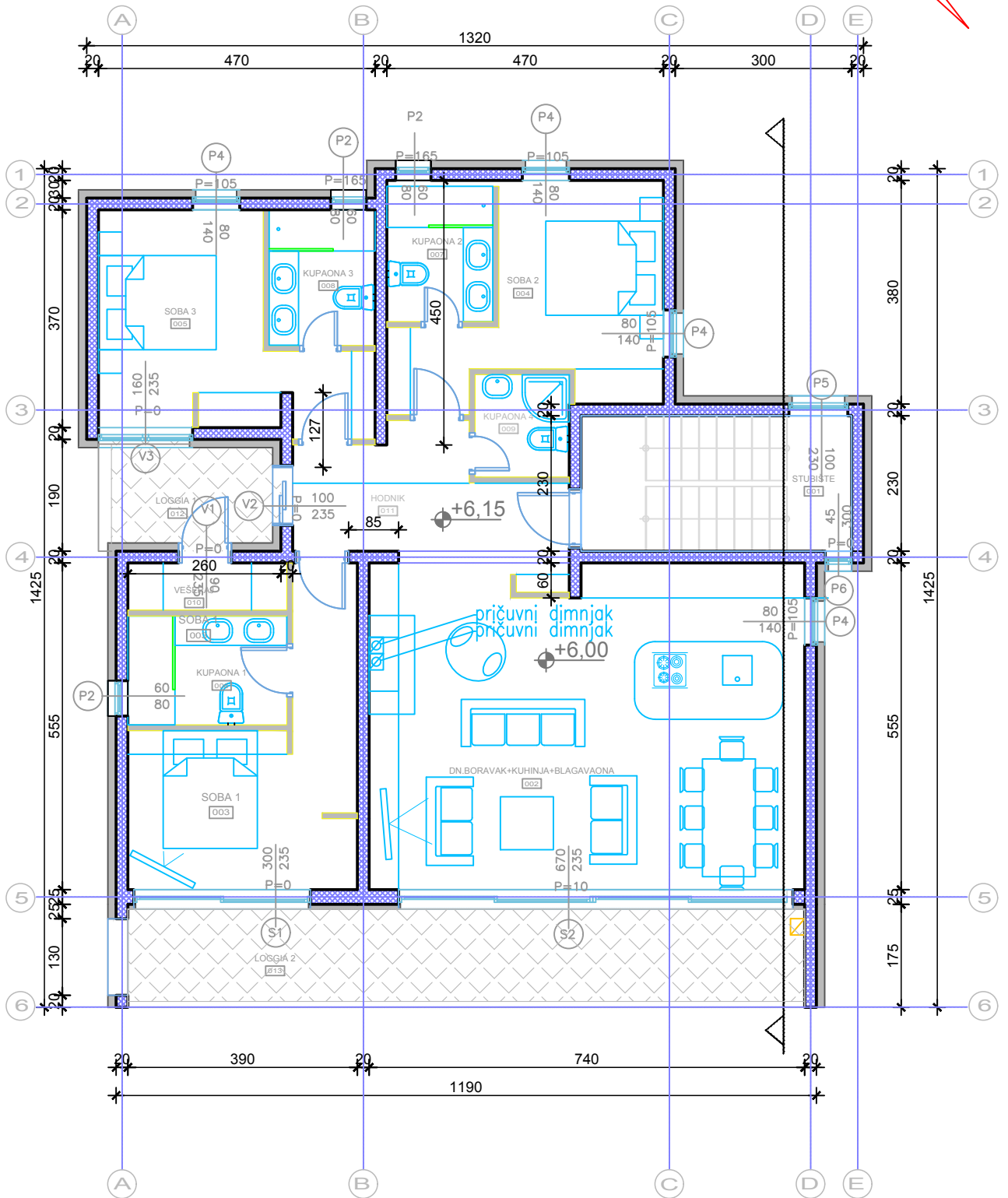
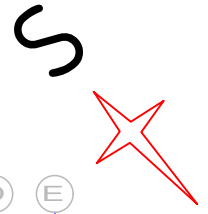
Broj crteža  
1



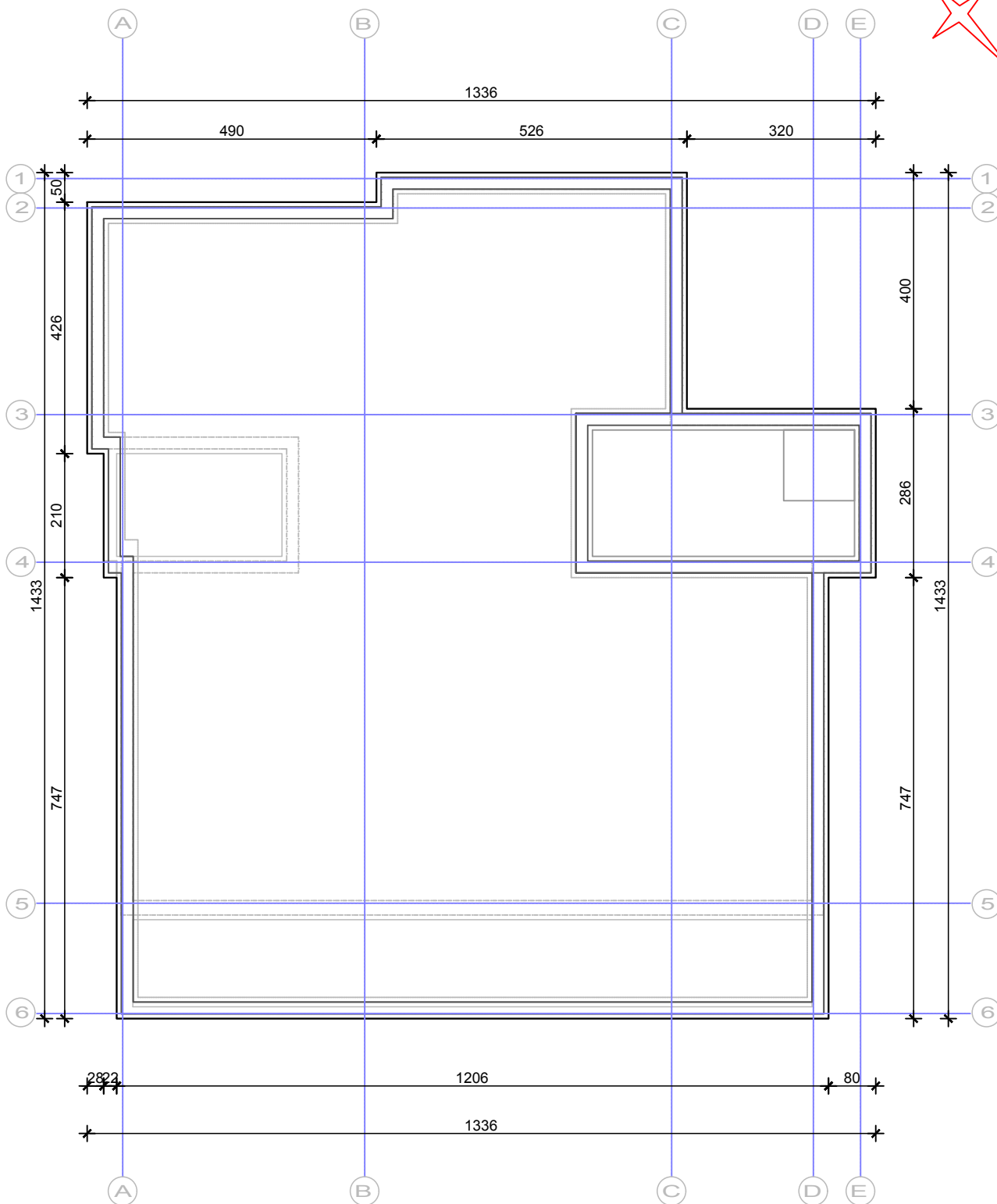
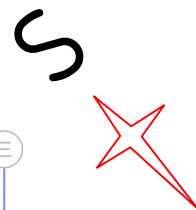
SVEUČILIŠTE SJEVER Odjel za graditeljstvo		PRILOG 2 TLOCRT PRIZEMLJA		
ZAVRŠNI RAD				
Mentor: Matija Orešković doc.dr.sc.				
Student: Mario Gavrić		Mjerilo: 1:100	rujan,2023	Broj orteža 2



SVEUČILIŠTE SJEVER Odjel za graditeljstvo		PRILOG 3 TLOCRT 1. KATA	
ZAVRŠNI RAD			
Mentor: Matija Orešković doc.dr.sc.			
Student: Mario Gavrić		Mjerilo: 1:100	rujan,2023 Broj crteža 3



SVEUČILIŠTE SJEVER Odjel za graditeljstvo	PRILOG 4 TLOCRT 1. KATA		
ZAVRŠNI RAD			
Mentor: Matija Orešković doc.dr.sc.			
Student: Mario Gavrić	Mjerilo: 1:100	rujan,2023	Broj crteža 4



SVEUČILIŠTE SJEVER  
Odjel za graditeljstvo

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Matija Orešković doc.dr.sc.

Student: Mario Gavrić

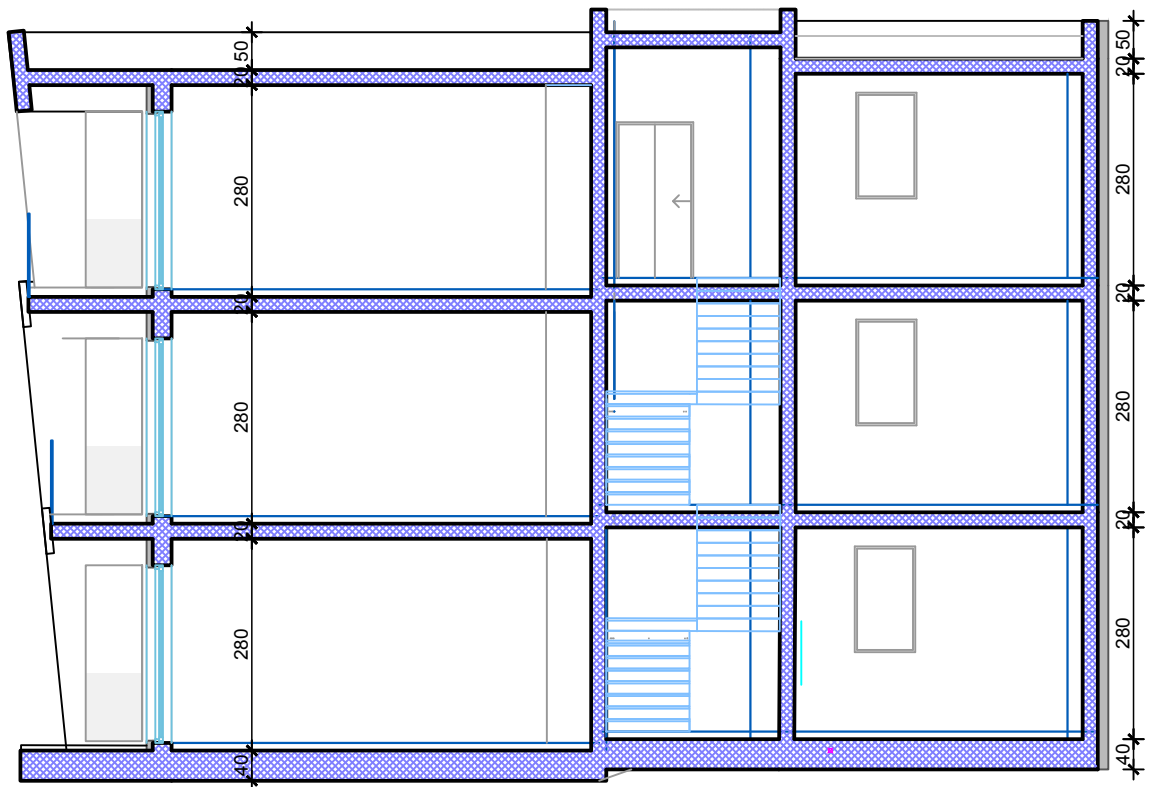
PRILOG 5  
TLOCRT KROVA

Mjerilo:  
1:100

rujan, 2023

Broj crteža  
5

# presjek A-A



SVEUČILIŠTE SJEVER  
Odjel za graditeljstvo

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Matija Orešković doc.dr.sc.

Student: Mario Gavrić

PRILOG 6  
PRESJEK A-A

Mjerilo:  
1:100

rujan, 2023

Broj crteža  
6