

# Statički proračun konstrukcije stambene zgrade

---

**Tomaš, Duje**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:201827>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-20**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**



# **ZAVRŠNI RAD**

**Duje Tomaš**

**Split, 2023.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ,ARHITEKTURE I GEODEZIJE**



**Duje Tomaš**

**Statički proračun konstrukcije stambene zgrade**

**Završni rad**

**Split, 2023.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I**  
**GEODEZIJE**

**STUDIJ:PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Duje Tomaš**

**MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083227601**

**KATEDRA: Katedra za betonske konstrukcije i mostove**

**PREDMET: Betonske konstrukcije 2**

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema:

**Statički proračun konstrukcije stambene zgrade**

Opis zadatka:

Zadatak ovog završnog rada je analiza konstrukcije stambene zgrade. Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt stambene zgrade. Izrađeni projekt mora sadržavati:

- Tehnički opis
- Plan kontrole i osiguranja kvalitete
- Potrebne proračune
- Građevinske nacрте

U Splitu, travanj 2023.

Voditelj Završnog rada:

*Izv. prof. dr.sc. Nikola Grgić*

Predsjednik Povjerenstva za završne i  
diplomske ispite:

*Izv. prof. dr. sc. Ivo  
Andrić*

# Statički proračun konstrukcije stambene zgrade

## SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je statički proračun, te dimenzioniranje svih dijelova konstrukcije stambene zgrade. Nakon odrađenih proračuna te dimenzioniranja potrebno je izraditi armaturne nacрте dijelova konstrukcije sa iskazima količina utrošene armature. Za proračun konstrukcije je korišten software „Tower“, a za izradu armaturnih nacрта software „Armcad“.

Tlocrtnе dimenzije objekta su 21,20m x 13,10m, ukupna visina građevine iznosi  $H=15,00\text{m}$  dok je visina iznad kote terena  $H=12,05\text{m}$ . Područje u kojem se nalazi planirana građevina ima ubrzanje tla  $a = 0,278\text{g}$ . Potresne sile preuzimaju međusobno okomito postavljeni AB zidovi.

## Static structural calculation of a residential building

### SUMMARY

The topic of this thesis is static calculation and dimensioning of all parts of the construction of a residential building. After the calculations and sizing, it is necessary to make reinforcement drawings of parts of the structure with statements of the amount of reinforcement used.

The "Tower" software was used for the calculation of the structure, and the "Armcad" software for the construction of reinforcement plans.

The floor plan dimensions of the building are 21,20 m x 13,10 m, the total height of the building is  $H = 15,00\text{ m}$ , while the height above ground level is  $H = 12,05\text{ m}$ . The area where the planned building is located has soil acceleration  $a = 0.278\text{g}$ . The seismic forces are taken over by mutually perpendicularly placed AB walls.

## SADRŽAJ

<b>1. TEHNIČKI OPIS .....</b>	<b>1</b>
1.1 Općenito.....	1
1.2 Građevinska čestica.....	1
1.3 Namjena.....	1
1.4 Dispozicija.....	1
1.5 O konstrukciji objekta općenito.....	2
1.6 Međukatne konstrukcije,zidovi,stupovi,stubište i temelj.....	2
1.7 Lokacija i opterećenja na lokaciji.....	3
1.8 Materijali.....	3
1.9.Temeljno tlo.....	3
<b>2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....</b>	<b>4</b>
2.1 Općenito.....	4
2.1.1 Opis tehničkih svojstava.....	4
2.1.2 Postizanje zahtijevane geometrije.....	5
2.2 Popis normi i propisa za osiguranje kvalitete .....	5
2.2.1. Norme za beton – osnovne norme.....	5
2.2.2. Norme za beton – ostale norme.....	6
2.2.3. Norme za čelik za armiranje – osnovne norme .....	7
2.2.4. Norme za čelik za armiranje – ostale norme.....	8
2.3. Kvaliteta materijala, proizvoda koji se ugrađuju i načina izrade .....	9
2.4. Zemljani radovi.....	9
2.4.1. Iskopi .....	9
2.4.2. Nasipi.....	10
2.5. Betonski i armirano-betonski radovi.....	10
2.5.1. Općenito.....	10
2.5.2. Materijali za beton .....	11
2.5.3. Beton.....	12
2.5.4. Ugradnja betona.....	13
2.5.5. Kontrola nakon betoniranja .....	14
2.6. Oplata i skela.....	15
2.7. Obveze investitora.....	16
2.8. Obveze izvođača .....	16
2.9. Obveze nadzora .....	17
<b>3. ANALIZA OPTEREĆENJA .....</b>	<b>17</b>
3.1. Stalno opterećenje.....	17
3.1.1.Vlastita težina.....	17

3.1.2. Dodatno stalno opterećenje.....	17
3.2. Promjenjivo opterećenje .....	20
3.2.1. Korisno opterećenje .....	20
3.2.2. Opterećenje snijegom.....	20
3.2.3. Opterećenje vjetrom.....	22
3.3. Izvanredno opterećenje.....	35
3.3.1. Potresno opterećenje .....	35
3.3.2. Proračun faktora ponašanja .....	39
<b>4. PRORAČUN KONSTRUKCIJE.....</b>	<b>41</b>
4.2. Dispozicija okvira – plan pozicija zidova (3D MODEL).....	57
<b>5. ULAZNI PODACI – OPTEREĆENJE .....</b>	<b>61</b>
<b>6. Modalna analiza .....</b>	<b>67</b>
<b>7. Seizmički proračun.....</b>	<b>68</b>
<b>8. DIMEZIONIRANJE TEMELJNE KONSTRUKCIJE.....</b>	<b>71</b>
<b>9. GREDNI NOSAČI.....</b>	<b>72</b>
9.1. Dimenzioniranje grednih nosača .....	72
<b>10. STUPOVI.....</b>	<b>72</b>
10.1. Dimenzioniranje presjeka stupa .....	72
<b>11. PRORAČUN KRAKA SKALA I DIMEZIONIRANJE.....</b>	<b>75</b>
<b>12. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>79</b>
<b>13. LITERATURA.....</b>	<b>80</b>

## Popis tablica:

Tabela 1. Ravni neprohodni krov - POZ 500.....	18
Tabela 2. Unutarnje prostorije stanova( plivajući pod) - POZ 400,300,200,100.....	18
Tabela 3. Slojevi iznad temeljne ploče - POZ 0.....	18
Tabela 4. Slojevi na balkonima - POZ 400 - 100.....	19
Tabela 5. Stubište .....	19
Tabela 6. Uporabno opterećenje.....	20
Tabela 7. Karakteristična opterećenja snijega po zonama na različitim nadmorskim visinama .....	22
Tabela 8. Kategorija terena i pripadni parametri .....	25
Tabela 9. Koeficijenti vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom....	27
Tabela 10. Područja utjecaja vjetra na objekt .....	32
Tabela 11. Rezultirajuće djelovanje vjetra u x smjeru .....	33
Tabela 12. Područja utjecaja vjetra na objekt .....	33
Tabela 13. Područja utjecaja vjetra na objekt .....	34
Tabela 14. Rezultirajuće djelovanje vjetra u y smjeru .....	35
Tabela 15. Područja utjecaja vjetra na objekt .....	35
Tabela 16. Osnovna vrijednost faktora ponašanja $q_0$ .....	39
Tabela 17. Faktori participacije – sudjelujuće mase .....	40



# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1 Općenito

Stambeno poslovna građevina se planira izgraditi u Makarskoj. Sastoji se od 1 podzemne i 4 nadzemne etaže ukupne visine  $H = 15,00\text{m}$ .

## 1.2 Građevinska čestica



Promatrana stambeno poslovna građevina planirana je na sjevernoj trećini građevne čestice k.č.br. 1347/2, ,k.o. Makar, površine 708m<sup>2</sup>. Teren promatrane čestice je kosi. Čestica ima pristup sa sjeveroistočne strane preko internog puta gdje je planiran i ulaz u garažni prostor objekta. Građevinski priključak je planiran na sjeveroistočnom dijelu čestice.

## 1.3 Namjena

Objekt je projektiran kao stambena zgrada, te sa 8 stambenih jedinica. Građevina se sastoji od dva ulaza, jedan je sa zapadne strane objekta, a drugi ulaz je sa juga namijenjen stambenom dijelu.

## 1.4 Dispozicija

Objekt je tlocrtnih dimenzija 21,20 m x 13,10 m, ukupne visine  $H = 15,00\text{ m}$  dok je visina iznad kote terena  $H = 12,04\text{ m}$ . Objekt se sastoji od 4 etaže:

- 1 podzemna etaža (garažna mjesta)
- Prizemlje sa dvije stambene jedinice
- 3 kata s ukupno 6 stambenih jedinica

Konstruktivne visine etaža su:

- Podzemna etaža gdje je visina  $h = 2,77$  m
- Prizemlje s visinom  $h = 2,77$  m
- 1.-3.kat s visinom  $h=2,77$  m

U zgradi je predviđena vertikalna komunikacijska jezgra sa liftom i stubištem koja povezuje sve etaže. Krov je ravnog tipa-neprohodan sa nadozidom od  $h = 60$ cm.

### **1.5 O konstrukciji objekta općenito**

Objekt je temeljen na temeljnoj ploči. Na temeljnu ploču nastavljaju se armirano-betonski zidovi. Na zidove se oslanjaju međukatne konstrukcije. U podrumskoj etaži potrebno je 5,4 m čistog koridora kako bi se obavljala komunikacija do garažnih mjesta. Iz tog razloga se nosivim AB gredama premošćuje taj raspon, a grede se oslanjaju na zidove stubišta te na zid južnog pročelja.

### **1.6 Međukatne konstrukcije, zidovi, stupovi, stubište i temelj**

#### ***Temelji***

Temeljna ploča je debljine 40cm. Klasa betona za temeljnu ploču je C30/37 i monolitne je izvedbe, beton je lijevan u prethodno izrađenu oplatu na gradilištu. Potrebna armatura će biti dobivena proračunom i postavljena po nacrtima armature, a količina će biti navedena u iskazu armature.

#### ***Međukatne konstrukcije***

Međukatne konstrukcije izrađene su od armiranog betona. Beton korišten za izradu AB ploča je klase C30/37. Debljina svih međukatnih konstrukcija je 18 cm. AB ploče su monolitne, lijevane u oplatu koja je prethodno izrađena na gradilištu. Potrebna armatura će biti dobivena proračunom i postavljena po nacrtima armature, a količina će biti navedena u iskazu armature.

#### ***Zidovi***

Nosivi zidovi su također armirano betonski od betona klase C30/37. Monolitne izvedbe, lijevani u prethodno izrađenu oplatu na gradilištu. Potrebna armatura će biti dobivena proračunom i postavljena po nacrtima armature, a količina će biti navedena u iskazu armature.

#### ***Stupovi***

Nosivi stupovi su također armirano betonski od betona klase C30/37. Monolitne izvedbe, lijevani u prethodno izrađenu oplatu na gradilištu. Potrebna armatura će biti dobivena proračunom i postavljena po nacrtima armature, a količina će biti navedena u iskazu armature.

### ***Stubište***

Predviđena je izvedbe unutrašnjeg AB stubišta. Raspon kraka je 2,05 m, a debljina ploče podesta 15 cm. Potrebna armatura će biti dobivena proračunom i postavljena po nacrtima armature, a količina će biti navedena u iskazu armature.

### **1.7 Lokacija i opterećenja na lokaciji**

Šire područje Makarske pripada tektonski vrlo kompleksnom području dodira Jadranske mikroploče i Vanjskih Dinarida. Predmetna građevina se nalazi u 9. zoni gdje je definirano potresno ubrzanje tla od  $a_{gR} = 0,278g$  za povratni period od 475 godina. U pogledu opterećenja vjetrom objekt se nalazi u III. vjetrovnoj zoni, nadmorska visina iznosi 100 m.n.m., a karakteristična brzina djelovanja iznosi  $v_{b,0} = 50$  (m/s). Karakteristično opterećenje snijegom je minimalno sukladno području u kojem se nalazi građevina i očitani je iznos  $s_k = 0,50 \frac{kN}{m^2}$ .

### **1.8 Materijali**

#### ***Beton***

Za sve Armirano betonske nosive elemente biti će korišten beton klase C30/37. Za sve betonske radove treba poštovati (Tehnički propis za građevinske konstrukcije – TPGK N.N.17/17).

#### ***Armatura***

Svi elementi nosive konstrukcije biti će armirani armaturom B500B. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje i projekta betonske konstrukcije. Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1, a prije početka ugradnje provjeriti da je armatura uskladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije.

### **1.9. Temeljno tlo**

Temeljno tlo pregledano od strane projektanta konstrukcije i utvrđeno da je dobro nosivo i ujednačeno – naslage dobro zbijenog obronačkog materijala sa manjim primjesama gline.

Predviđena nosivost tla je  $\sigma_{dop} = 350,00 \text{ kN/m}^2$ .

**Napomena:**

- za izradu projekta nije izvršen geotehnički pregled tla od strane ovlaštene osobe;
- u slučaju različite vrste tla od pretpostavljene, potrebno je izraditi geotehnički elaborat za promatranu parcelu na kojoj se planira izgradnja.

## **2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE**

### **2.1 Općenito**

Prikaz tehničkih rješenja

Program kontrole i osiguranja kvalitete je alat za postizanje projektiranih svojstava betona i konstruktivnih elemenata u fazi građenja i kasnije uporabe objekta. Kako i što poštivati prilikom projektiranja i izrade betona i konstrukcije općenito, definirano je Tehničkim propisom za betonske konstrukcije (N.N.17/17) i sa svim važećim standardima, a predmetni projekt je izrađen sukladno Zakonu o gradnji (N.N. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19).

#### **2.1.1 Opis tehničkih svojstava**

##### ***Pouzdanost***

Svojstva konstrukcije, odabrani materijali i način izvedbe predviđaju da građevina pri normalnoj uporabi ispuni zahtjeve da tijekom trajanja građevine dakle od izvođenja do korištenja ona zadrži tražena svojstva, a da pritom ne ugrozi susjedne objekte ni infrastrukturu.

##### ***Mehanička otpornost i stabilnost.***

Projektiranjem izabrani materijali, tip konstrukcijskog sklopa te način izvedbe ne predviđa djelovanja koja bi prouzročila:

- eventualno rušenje dijela ili cijele građevine
- nedopuštene deformacije ili oštećenja objekta ili susjednih objekata.

Ovo će se dokazati statičkim i dinamičkim proračunima za pojedine dijelove građevine, programima kontrole i osiguranja kakvoće te primjenom traženih propisa prilikom projektiranja i izvođenja.

##### ***Sigurnost u slučaju požara***

Pri projektiranju se vodilo računa da se u slučaju požara očuva nosivost dijelova konstrukcije tijekom određenog vremenskog perioda, te da se spriječi nastanak i širenje vatre i dima unutar građevine i na susjedne građevine. Nosivost konstrukcije u slučaju požarnog djelovanja je definirana u okviru prikaza mjere zaštite od požara i u programu kontrole i osiguranja kvalitete. Projektna rješenja izrađena su u skladu s posebnim uvjetima i pravilima struke.

### ***Zaštita od ugrožavanja zdravlja ljudi i zaštita korisnika***

Tehnička rješenja koja su primjenjena u projektu i sama namjena građevine osigurava da ne dođe do ugrožavanja zdravlja ljudi i okoliš. Odabrani materijali i obrada pojedinih elemenata te način projektiranja objekta štite korisnike objekta od nezgoda.

#### **2.1.2 Postizanje zahtijevane geometrije**

Od iskolčenja objekta preko svih faza gradnje do samog završetka je potreban nadzor i suradnja sa geodetom. Potrebno je provesti sljedeće faze kontrole:

- Kontrolu geometrije svih elemenata i objekata kao cjeline
- Kontrolu osiguranja svih točaka
- Kontrolu postavljenih profila
- Kontrolu repera i poligonalnih točaka.

#### **2.2 Popis normi i propisa za osiguranje kvalitete**

Građevinski materijali i elementi konstrukcije nemaju specijalnih zahtjeva, tako da se primjenjuju hrvatske norme osim ukoliko materijali i postupci propisani u ovim Tehničkim uvjetima odstupaju od HRN ili ako nadzorni inženjer pismeno odobri uporabu alternativnih normi (standarda) ili pravila struke.

##### **2.2.1. Norme za beton – osnovne norme**

HRN EN 206-1:2002      Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000);

HRN EN 206-1/A1:2004      Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost  
Amandman A1 (EN 206-1:2000/A1:2004);

HRN EN 206-1/A2:2005      Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost  
Amandman A2 (EN 206-1:2000/A2:2005);

HRN 1128:2007            Beton – Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1.

2.2.2. Norme za beton – ostale norme

HRN EN 12350-1	Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje;
HRN EN 12350-2	Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem;
HRN EN 12350-3	Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: VeBe ispitivanje;
HRN EN 12350-4	Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti;
HRN EN 12350-5	Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem;
HRN EN 12350-6	Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća;
HRN EN 12350-7	Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode;
HRN EN 12390-1	Ispitivanje očvrsnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe;
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće;
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka;
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka;
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrsnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrsnulog betona;
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrsnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom;
CEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrsnulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem;
ISO 2859-1	Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja

indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine;

ISO 3951	Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti;
HRN U.M1.057	Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton;
HRN U.M1.016	Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza;
HRN EN 480-11	Dodaci betonu, mortu i injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrslom betonu;
HRN EN12504-1	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće;
HRN EN 12504-2	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka;
HRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja;
HRN EN 12504-4	Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka;
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima.

### **2.2.3. Norme za čelik za armiranje – osnovne norme**

HRN 1130-1:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 1. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A;
HRN 1130-2:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B;

HRN 1130-3:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C;
HRN 1130-4:2008	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi čelik za armiranje – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih mreža.

#### **2.2.4. Norme za čelik za armiranje – ostale norme**

HRN EN 10020	Definicije i razredba vrsta čelika;
HRN EN 10025	Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke;
HRN EN 10027-1	Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli;
HRN EN 10027-2	Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Brojčani sustav;
EN 10079	Definicije čeličnih proizvoda;
HRN EN 10204	Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995);
prEN ISO 17660	Zavarivanje čelika za armiranje;
HRN EN 287-1	Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici;
HRN EN 719	Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti;
HRN EN 729-3	Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću;
HRN EN ISO 4063	Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi;
HRN EN ISO 377	Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja;



HRN EN 10002-1	Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi);
HRN EN ISO 15630-1	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 1. dio: Armaturene šipke i žice;
HRN EN ISO 15630-2	Čelik za armiranje i prednapinjanje betona – Ispitne metode – 2. dio: Zavarene mreže.

### **2.3. Kvaliteta materijala, proizvoda koji se ugrađuju i načina izrade**

Ugrađeni materijali, proizvodi i izrada mora biti u skladu s projektom, normama i propisima koji su u svakom trenutku podložni pregledu i pismenom odobrenju nadzornog inženjera. Nadzorni inženjer ima ovlasti odbaciti sve materijale, proizvode, opremu i izradu koji nisu u skladu sa gornjim zahtjevima. Treba koristiti provjerene materijale, proizvode i opremu čija se kakvoća i usklađenost s normama i propisima dokazuje odgovarajućim izjavama o sukladnosti (potvrđama i/ili izjavama o sukladnosti). Odabrani proizvodi moraju imati tehnička svojstva da uz propisani način ugradnje podnesu sve utjecaje od uobičajene uporabe, tako da građevina ispunjava sve bitne zahtjeve za građevinu. Građevni proizvod se može koristiti samo ako je dokazana njegova uporabljivost te ako je označen i popraćen tehničkim uputama u skladu sa Zakonom o građevnim proizvodima te propisima.

Da bi se osigurala stalna kakvoća sastavnih materijala za proizvodnju, potrebno je kontrolirati kakvoću materijala, osigurati odgovarajuću dokumentaciju o kakvoći upotrijebljenog materijala, a za sama ispitivanja materijala i proizvoda primjenjivati metode ocjenjivanja sukladnosti propisane hrvatskim normama i važećom zakonskom regulativom. U postupku ocjenjivanja sukladnosti građevnog proizvoda provode se radnje ispitivanja građevnog proizvoda i radnje nadzora proizvodnje građevnih proizvoda.

### **2.4. Zemljani radovi**

#### **2.4.1. Iskopi**

Tijekom iskopa kontrolirati sljedeće:

- Kontrolirati da se nagib radnih pokosa kreće u granicama 1:1 za nevezana krupnozrnata tla, a od 1:3 za sitnozrna vezana tla.
- U slučaju da se radi o stijenskoj masi te je potrebno izvršiti miniranje terena, potrebno je pripaziti i osigurati teren kako ne bi došlo do oštećenja okolnih objekata.

- Tijekom iskopa ne smije doći do potkopavanja ili mehaničkih oštećenja susjednih objekata.
- Ukoliko je potrebno izvesti nagib iskopa od 1.5% kako se na terenu ne bi zadržavala voda, isto se može napraviti
- Gabarite planiranog objekta kontrolirati prema izvedbenom projektu
- Teren potrebno isplanirati.

#### **2.4.2. Nasipi**

Ukoliko je kotu terena potrebno podignuti na mjestima to treba izvesti u slojevima i kontrolirano zbiti sa potrebnim vibro pločama ukoliko se radi o manjem opsegu. Sve radnje izvesti prema normama i pravilima struke. Za kontrolu postupka:

- Proctorovim pokusom dobivamo uvid u stupanj zbijenosti
- Vossov dijagram određuje debljinu sloja koji se zbija u ovisnosti o pritisku stroja.

### **2.5. Betonski i armirano-betonski radovi**

#### **2.5.1. Općenito**

Svi se betonski i armirano betonski radovi moraju izvršiti prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije te prema važećim tehničkim propisima, normativima i standardima. Ugrađeni materijali (agregati, cement, voda i armatura) moraju po kvaliteti, sastavu, dimenzijama te načinu ugradnje odgovarati, uz odgovarajuće potvrđivanje sukladnosti, važećim tehničkim propisima i standardima.

Smije se koristiti samo drobljeni agregat koji je potpuno čist i bez organskih primjesa. Cement mora nakon proizvodnje odležati 15 dana, a ne smije biti stariji od 3 mjeseca. Struktura mu mora biti brašnasta, bez ikakvih grudica. Voda ne smije sadržavati nikakve primjese. Može se koristiti voda iz gradske vodovodne mreže (proizvoljne tvrdoće). Prije početka radova na betoniranju sav materijal mora posjedovati potvrde sukladnosti ili izjave sukladnosti. U tijeku izvedbe je izvođač dužan uzimati probne betonske uzorke od svakog karakterističnog dijela konstrukcije prema važećim propisima, a isto tako prema traženju nadzornog inženjera te ih dostaviti na vrijeme na ispitivanje. Uzorci moraju biti izloženi istim uvjetima na gradilištu kao i sama konstrukcija u koju je isti beton ugrađen.

Pri ubacivanju betona u oplatu treba poduzeti sve mjere sprečavanja segregiranja betona te imati na umu sljedeća osnovna pravila: - beton pri ubacivanju u oplatu ne smije udarati u oplatu i armaturu, tj. mora se kroz oplatu i armaturu provesti kontraktor cijevima ili crijevom pumpe - ne smije se vibriranjem "transportirati", tj. navlačiti kroz oplatu i armaturu.

mora se ugrađivati u jednolikim slojevima, a ne u velikim hrpama i nagibima - debljina sloja mora biti u skladu s postupkom zbijanja tako da se zarobljeni zrak pouzdano istiskuje i s dna sloja (prema praksi najviše do 70cm) - brzina ubacivanja i zbijanja moraju biti podjednake kod zidova i stupova s vidljivom površinom brzina punjenja oplata mora biti takva da se izbjegne formiranje "hladnih" spojnica (najviše 2 m/sat). Svaki sloj mora biti potpuno zbijen prije polaganja novog sloja i svaki sloj mora biti ugrađen na još obradivi prethodni sloj i njime monolitiziran.

## **2.5.2. Materijali za beton**

### A) Cement

Cement koji će se upotrebljavati za pripremu betona je CEM II/A-M 42,5N uz minimalnu količinu cementa od 260 kg/m<sup>3</sup>. Cement će se na gradilište isporučivati u čvrstim prikladno zatvorenim vrećama, te će se kod transporta do miješalice zaštititi od vremenskih utjecaja odgovarajućom zaštitom. Izvođaču se dozvoljava upotreba samo jedne vrste cementa za cijelo vrijeme izvođenja radova (CEM II/A-M 42,5N).

Cement se mora isporučivati i skladištiti u prikladnim skladištima, koja moraju biti zaštićena od vlage i s odgovarajućom ventilacijom, te sa podignutim podom izrađenim od drvene građe ili betona. Sav se cement mora upotrijebiti u roku od tri mjeseca od dana proizvodnje, u suprotnom o ugradnji takvog betona odlučuje nadzorni inženjer. Prijevoz cementa mora se vršiti u kamionima ili vagonima cisternama, ili pakovan u prikladnim vrećama. Svaka pošiljka cementa mora imati popratni dokument sa slijedećim podacima:

- oznaka cementa,
- proizvođač cementa
- datum mljevenja
- datum otpreme
- količina cementa.

Kontrolna ispitivanja cementa vrši proizvođač u laboratoriju betonare. Ova ispitivanja vrše se za svaku pošiljku cementa, a najmanje jedanput na svakih 25 tona. Kontroliraju se slijedeća svojstva:

- standardna konzistencija
- vrijeme vezivanja
- postojanost volumena
- temperatura cementa u silosu.

Ako se kontrolnim ispitivanjem utvrdi da neki od uvjeta kakvoće nije ispunjen, odgađa se upotreba takvog cementa dok se ne dobije potvrda o sukladnosti ovlaštene organizacije za

potvrđivanje sukladnosti cementa. Ispitivanje cementa treba obaviti u svemu prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17) na gradilištu i u laboratoriju ovlaštene organizacije.

### B) Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu betona, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620:2003, normama na koje ta norma upućuje kao i odredbama TPGK.

Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema odredbama dodataka za norme HRN EN 206-1 „Beton – 1 dio Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost“ i drugim važećim HRN normama.

Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodatka za norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda).

Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

### C) Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti, proizvoljne tvrdoće. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka, izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, organskih tvari).

### **2.5.3. Beton**

Izvođač je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta.

Ručno miješanje betona nije dozvoljeno osim za manje količine i u slučajevima kad to odobri nadzorni inženjer.

Kod projektiranog betona u projektu mora biti specificiran razred tlačne čvrstoće (klasa betona) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vrijednosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi ili koji mu se proizvodi pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje HRN EN 206-1 i zahtjeve prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provode se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstalog betona prema normama niza HRN EN 12390.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzavanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima. Za svako odstupanje od projekta nadzorni inženjer dužan je obavijestiti projektanta i investitora. Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

#### **2.5.4. Ugradnja betona**

Beton se mora pregledati na mjestu ugradnje. Prije ugradnje potrebno je ispitati svojstva svježeg betona.

Beton se proizvodi u tvornici betona, a ugradnja betona mora biti najkasnije 60 minuta od izrade u tvornici. Primjenjuje se određeni razred nadzora prema normi HRN EN 13670-1. Nadzor pri preuzimanju betona uključuje provjeru otpremnice prije istovara te preuzimanje betona dokumentira potpisivanjem otpremnice. Tijekom utovara, prijevoza, istovara i prijenosa na gradilištu moraju se na najmanju mjeru svesti štetne promjene svježeg betona kao što su segregacija, izdvajanje vode, gubitak finog morta i dr.

Temperatura betona pri ugradnji ne smije biti manja od 5°C niti veća od 25°C. S betoniranjem se može početi samo na osnovu pismene potvrde o preuzimanju podloge, armature i odobrenju betoniranja od strane nadzornog inženjera. Beton se mora ugrađivati sistematski i programirano prema određenom planu i odabranoj tehnologiji (kran-beton, pumpani beton). Zabranjeno je korigiranje vode u svježem betonu bez prisustva tehnologa betona. Prije betoniranja treba oplatu polijevati. Pri polijevanju oplata u tijeku betoniranja treba voditi računa da voda ne uđe u betonsku masu. Dozvoljenu visinu slobodnog pada betona (1,0 m) treba osigurati dovoljnim brojem vertikalnih lijevaka. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama ("riža"). Beton treba ubacivati što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Nije dozvoljeno transportirati beton pomoću pervibratora. Svaki započeti konstruktivni dio ili element mora biti izbetoniran neprekinuto u započetoj opsegu, kako to predviđa program betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenje pojedinih uređaja mehanizacije iz pogona.

Ugrađivanje betona u kalupe ili oplatu pri vanjskim temperaturama ispod +5°C ili +30°C se smatra betoniranjem u posebnim uvjetima. Za betoniranje u posebnim uvjetima se moraju

osigurati posebne mjere zaštite betona. Pri vanjskim temperaturama ispod +5°C agregat mora biti otporan na mraz i ne smije sadržati organske primjese koje usporavaju hidrataciju cementa. Kod izbora cementa prednost imaju visokoaktivni cementi. Kod betoniranja u posebnim uvjetima treba rabiti dodatke protiv smrzavanja betona. Prije prvog smrzavanja beton mora imati najmanje 50% zahtijevane čvrstoće. Kad se u vrlo hladnim danima skida oplata, ne smije doći do naglog hlađenja betona te se vanjske površine betona moraju zaštititi. Pri betoniranju na visokim temperaturama početnu obradivost treba odrediti prema prethodno utvrđenom gubitku obradivosti prilikom transporta i ugradnje, u slučaju dužeg transporta ili spore ugradnje betona treba rabiti dodatke - usporivače vezivanja. Cement i sastav betona koji se ugrađuju u masivne elemente moraju biti takvi da ni u kom slučaju temperatura betona ugrađenog u masu elementa ne bude iznad +65°C. U protivnom se poduzimaju mjere za hlađenje komponenata betona ili hlađenje betona u samom elementu.

### **2.5.5. Kontrola nakon betoniranja**

Nakon betoniranja, a prije uklanjanja oplata, potrebno je procijeniti zadovoljava li čvrstoća betona. Donja oplata ploče smije se ukloniti kada beton postigne najmanje 70% čvrstoće zahtijevanog razreda. Smatra se da je takva čvrstoća dostignuta nakon 7 dana starosti betona. Nakon uklanjanja oplata, površinu betona treba pregledati u skladu s razredom nadzora.

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja
- od smrzavanja
  
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećenja.

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona parnopropusnim folijama posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem te
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti.

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm<sup>2</sup>). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C. Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju: značajno smanjenje čvrstoće, značajno povećanje poroznosti, odloženo formiranje etringita, povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

## **2.6. Oplata i skela**

Za izvedbu gotovo svih betonskih i armirano-betonskih elemenata treba pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu, plastičnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacрта, detalja i planova oplata. Podupiranjem i razupiranjem joj se mora osigurati stabilnost i nedeformabilnost pod teretom ugrađene mješavine. Unutarnje površine moraju biti ravne i glatke, bilo da su vertikalne, horizontalne ili kose. Postavljena oplata se mora lako i jednostavno rastaviti, bez udaranja i upotrebe pomoćnih alata i sredstava čime bi se tek izvedena konstrukcija izložila štetnim vibracijama. Ustanovi li se nakon skidanja oplata da izvedena konstrukcija dimenzijama i oblikom ne odgovara projektu, izvođač ju je obavezan srušiti i ponovo izvesti prema projektu. Prije ugradnje svježije mješavine betona sav prostor unutar oplata treba očistiti od smeća (zaostale drvene građe, lišća itd.) i dobro oprati te je, ako je drvena, dobro namočiti, a ako je metalna, premazati uljem. Izvođač ne može započeti betoniranje dok nadzorni inženjer ne izvrši pregled postavljene oplata i pismeno je ne odobri.

Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija.

Sve skele moraju biti stabilne, ukružene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i klijestima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukružene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena tršćanim ili lanenim pletivom kako bi se uz općenitu zaštitu osigurala i kvalitetnija izvedba i zaštita fasadnog lica.

Skele moraju biti izrađene prema pravilima struke i propisima Pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u građevinarstvu.

Nadzorni inženjer mora zabraniti izradu i primjenu oplata i skela koje prema njegovom mišljenju ne bi mogle osigurati traženu kvalitetu lica gotovog betona ili su neprihvatljive kvalitete ili sigurnosti. Prijem gotove skele ili oplata vrši se vizualno, geodetskom kontrolom i ostalom izmjerom. Pregled i prijem gotove skele, oplata i armature vrši nadzorni inženjer. Bez

obzira na odobrenu primjenu skela, oplata i armature, izvođač snosi punu odgovornost za sigurnost i kvalitetu radova.

### **2.7. Obveze investitora**

- Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti ovlaštenim osobama.
- Prije početka radova ishoditi sve potrebne dokumente na temelju kojih se može pristupiti gradnji.
- Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
- Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje
- uporabne dozvole.
- Pridržavati se ostalih zakonski propisanih obveza.

### **2.8. Obveze izvođača**

- Graditi u skladu s potvrđenim glavnim projektom, odnosno građevnom dozvolom i drugim dokumentima koji su njoj prethodili - posebnim suglasnostima za gradnju.
- Radove izvoditi na način da zadovoljavaju zahtjeve pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
- Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima i normama.
- Organizirati službu interne kontrole i osiguranja kvalitete za sve faze izgradnje građevine, neovisnu od osoblja koje izvodi radove.
- Izraditi plan kontrole, te prema njemu provesti sva tražena ispitivanja i kontrole za dokaz kvalitete radova (geodetska mjerenja, kontrole zavara itd.), koje su propisane važećim pravilnicima istandardima, odnosno prema općim tehničkim uvjetima za izvedbu konstrukcije.
- Osigurati i omogućiti nadzoru uvid i pristup svim radovima i informacijama relevantnim za sigurnost i kvalitetu.
- Kontinuirano osiguravati i prikupljati odgovarajuću tehničku, atestnu dokumentaciju o izvršenim kontrolama, te je u sređenoj i obrazloženoj cjelini predati investitoru u najmanje 2 primjerka pri završetku radova, na trajno čuvanje i korištenje. Pod tehničkom dokumentacijom naročito se podrazumijevaju nacrti izvedenog stanja, odnosno izvedbeno-radionička dokumentacija.



## 2.9. Obveze nadzora

- Kontinuirano pratiti sve aktivnosti izvođača radova u svim bitnim fazama i na svim lokacijama (uradionici i gradilištu), naročito s aspekta ispunjenja projektnih zahtjeva u pogledu sigurnosti i kvalitete, s ciljem stjecanja uvjerenja da su ispunjeni traženi tehnički uvjeti.
- Kontinuirano ocjenjivati postignute rezultate sa stanovišta prihvatljivosti (paralelno s izvođenjem radova i kontrola), te na kraju radova dostaviti pismeno izvješće u skladu s propisima. Izvođač mora na gradilištu imati sljedeću dokumentaciju:
  - potvrdu glavnog projekta ili građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti),
  - rješenja o imenovanju odgovornih osoba,
  - uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu,
  - plan izvođenja radova s mjerama zaštite od požara i zaštite na radu,
  - dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.),
  - zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja,
  - izvještaje o svim ostalim provedenim ispitivanjima.

## 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 3.1. Stalno opterećenje

#### 3.1.1. Vlastita težina

Vlastita težina svih elemenata nosivog sklopa je automatski uključena u Programskom paketu Tower 8.

#### 3.1.2. Dodatno stalno opterećenje

Ravni neprohodni krov - POZ 500				
R.br.	Sloj	Specifična težina (KN/m <sup>3</sup> )	Debljina sloja (cm)	Iznos površinskog opterećenja (kN/m <sup>2</sup> )
1	Kameni oblutci	18	10	1,8
2	Geotekstil 150-200g/m <sup>2</sup>	0	0,2	

3	Hidroizolacija-tekuća guma	11	1	0,11
4	Poliuretanska pjena	0,25	10	0,025
5	Parna brana	22	1	0,22
6	Beton u padu	22	8	1,76
7	Mineralna žbuka	16	1	0,16
Ukupno bez AB ploče:				4,075

*Tabela 1. Ravni neprohodni krov - POZ 500*

Unutarnje prostorije stanova( plivajući pod) - POZ 400,300,200,100				
R.br.	Sloj	Specifična težina (KN/m3)	Debljina sloja (cm)	Iznos površinskog opterećenja (kN/m2)
1	Pregradni zidovi			1
2	Završna obrada pod-keramičke pločice	20	2	0,4
3	Cementni estrih	22	8	1,76
4	PE – folija	12	0,02	0,0024
5	EPS-Ekspandirani polistiren	0,3	3	0,009
6	Mineralna žbuka	16	1	0,16
Ukupno bez AB ploče:				3,33

*Tabela 2. Unutarnje prostorije stanova( plivajući pod) - POZ 400,300,200,100*

Slojevi iznad temeljne ploče - POZ 0				
R.br.	Sloj	Specifična težina (KN/m3)	Debljina sloja (cm)	Iznos površinskog opterećenja (kN/m2)
1	Armirani cementni estrih	30	7	2,1
Ukupno bez AB ploče:				2,1

*Tabela 3. Slojevi iznad temeljne ploče - POZ 0*

Slojevi na balkonima - POZ 400 – 100				
R.br.	Sloj	Specifična težina (KN/m3)	Debljina sloja (cm)	Iznos površinskog opterećenja (kN/m2)
1	Završna obrada pod-keramičke pločice	20	2	0,4
2	Cementni estrih	22	8	1,76
3	Paropropusna pričuvna	22	0,5	0,11

	hidroizolacija			
4	Mineralna žbuka	16	1	0,16
Ukupno bez AB ploče:				2,46

*Tabela 4. Slojevi na balkonima - POZ 400 - 100*

Stubište				
R.br.	Sloj	Specifična težina (KN/m <sup>3</sup> )	Debljina sloja (cm)	Iznos površinskog opterećenja (kN/m <sup>2</sup> )
1	Betonska stuba			2,3
2	Kamene ploče	28	3	0,84
3	Cementni mort	20	2	0,4
5	Mineralna žbuka	16	1	0,16
Ukupno bez AB ploče:				3,7

*Tabela 5. Stubište*

## 3.2. Promjenjivo opterećenje

### 3.2.1. Korisno opterećenje

Minimalno korisno opterećenje za zgrade prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA. Po procjeni projektanta ili na zahtjev investitora može se koristiti opterećenje s većim iznosom. Za potrebe proračuna uzima se korisno opterećenja kategorije A za stambene prostorije:

Površine u zgradama		Odgovarajuće uporabno opterećenje(kn/m <sup>2</sup> )
1	Uobičajene prostorije	2,00
2	Stubište	3,00
3	Balkoni	4,00
4	Neprohodni krov	1,00
5	Garaže (lagana vozila)	2,00

Tabela 6. Uporabno opterećenje

### 3.2.2. Opterećenje snijegom

Opterećenje krovne plohe snijegom je definirano Eurokodom 1991-1-3 i određuje se prema izrazu:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

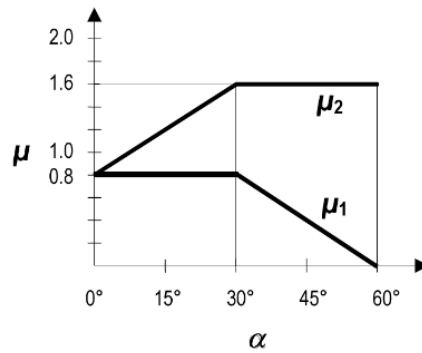
$S_k$ -karakteristično opterećenje snijegom na tlu prema zoni snijega, ovisno o geografskoj lokaciji i nadmorskoj visini.

$\mu_i$  - koeficijent oblika opterećenja snijegom na krovu, prema tipu i nagibu krova

$C_e$  - koeficijent izloženosti; uzima u obzir teže uvjete puhanja vjetra;

$C_t$  -temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja zgrade, uzima u obzir termičku izolaciju krova.

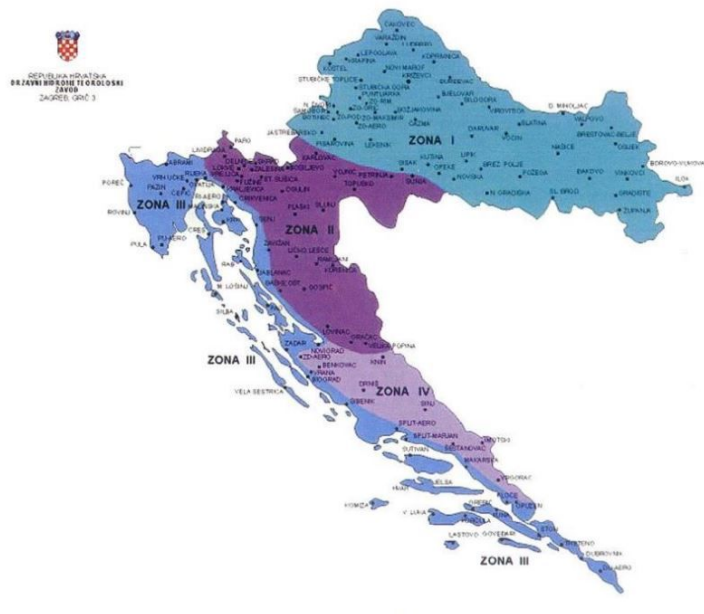
Krov nagiba  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$



Slika 1. Koefficienti oblika opterećenja snijegom

**MAKARSKA** → Zona III ; nadmorska visina objekta do  $h = 100$  m.n.m.

Građevina je prema karti snježnoj karti svrstana u III. klimatsku zonu i nacionalnim dodatkom je dano osnovno opterećenje snijegom iznosa  $S_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$ .



Slika 2. Opterećenja snijegom po zonama u RH

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	-

Tabela 7. Karakteristična opterećenja snijega po zonama na različitim nadmorskim visinama

- C<sub>e</sub> - koeficijent izloženosti → C<sub>e</sub> = 1,0

- C<sub>t</sub> - toplinski koeficijent → C<sub>t</sub> = 1,0

$$- s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,45 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje snijegom za ravne krovove, u područjima gdje je snijeg rijedak (prema pravilniku) iznosi 0,50 kN/m<sup>2</sup>, pa se za korisno opterećenje neprohodnih ravnih krovova može uzeti zamjenjujuća vrijednost =1,0 kN/m<sup>2</sup>.

### 3.2.3. Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom definirano je Eurokodom 1991-1-4 – Djelovanje vjetra, a spada u promjenjivo slobodno djelovanje. Obzirom da je građevina jednostavne geometrije i relativno male visine( manje od 200m), koristit će se pojednostavljeni proračun opterećenja vjetrom. v<sub>b,0</sub> - je osnovna poredbena brzina vjetra ovisna o geografskom položaju objekta. Osnovna poredbena vrijednost brzine vjetra je karakteristična srednja 10 - minutna vrijednost brzine vjetra, neovisna o smjeru vjetra, vremenu i godišnjem dobu, na 10 m iznad površine otvorenog terena, koji može biti obrastao travom i grmljem i manjim preprekama. Potrebno je v<sub>b,0</sub> dodatno korigirati s obzirom na smjer vjetra, godišnje doba i nadmorsku visinu. Korigiranom vrijednosti osnovne poredbene brzine vjetra dobivamo poredbenu (referentnu) brzinu vjetra:

$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0}$$

c<sub>DIR</sub> - koeficijent smjera vjetra → c<sub>DIR</sub> = 1,0 za cijelo područje Hrvatske

$c_{TERM}$  - koeficijent godišnjeg doba →  $c_{TERM} = 1.0$  za cijelo područje Hrvatske

$c_{ALT}$  - koeficijent nadmorske visine obuhvaća povećanje brzine vjetra s nadmorskom visinom, gdje je  $a_s$  → nadmorska visina promatrane građevine u (m).

$$\rightarrow c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot a_s$$

Makarsko primorje je poznato po jakim udarima bure iz smjera Biokova. Kako navodi članak iz Geografija.hr (2004.): „S obzirom na veliku nadmorsku visinu Biokova (najviši vrh Sv.Jure, 1762 m) te na izraziti nagib njegovih južnih, primorskih padina (sjeverni dio planine manje je nagnut) upravo je za buru na području makarskog primorja karakteristična katabatička komponenta (vjetar koji puše niz padine i dodatno ubrzava). Udar od čak 69, 5 m/s zabilježen je 26. prosinca 1996., a 28. veljače 1997. od 68, 4 m/s. Ti se iznosi ipak ne mogu smatrati apsolutno pouzdanima zbog osjetljivosti anemografa pri velikim brzinama. Stoga se apsolutnim maksimalnim udarom, pouzdano izmjerenim smatra onaj od 30. ožujka 1997. koji je iznosio 60, 5 m/s.“ S obzirom da udari vjetra na Makarskom području znaju doseći brzine od preko 200 km/h to područje je svrstano u V. zonu sa osnovnom poredbenom brzinom vjetra od 50 m/s kako bi bili na strani sigurnosti.

Oznaka regije	Opis regije	Područje opterećenja vjetrom
P1	zapadna unutrašnjost (od Požeške kotline do zapadne granice Hrvatske)	I
P2	istočna unutrašnjost (od Požeške kotline do istočne granice Hrvatske)	I
P3	Gorski Kotar i unutrašnjost Istre	I, II
P4	Lika	I, II
P5	Velebit i planinsko zaleđe južnojadranskog priobalja	II, III, IV, V
P6	obala Istre	II
P7	sjevernojadransko priobalje (od Opatije do Zadra)	II, III, IV
P8	sjevernojadranski otoci (od Krka do Paga)	II, III
	mostovi Krk i Pag	IV
P9	južnojadransko priobalje (južno od Zadra)	II, III
	područje Makarske	V
P10	južnojadranski otoci (južno od Paga)	II, III

Slika 3. Područja opterećenja vjetrom za Hrvatsku



Slika 4. Karta vjetrovnih zona Republike Hrvatske

Srednja brzina vjetra:

$C_0$  - koeficijent topografije (uglavnom 1.0)

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

Mjerodavna visina je veća od minimalne (5,00 m), pa je koeficijent hrapavosti:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$



Kategorija terena	Karakteristika terena
0	More i obalno područje prema otvorenome moru
I	Jezera ili područja sa zanemarivom vegetacijom, bez zapreka
II	Slaba vegetacija (npr. trava) i izolirane zapreke (npr. drveća i zgrade) s razmakom koji odgovara najmanje 20 visina zapreke
III	Normalna vegetacija i izolirane zapreke s razmakom koji odgovara najviše 20 visina zapreke (npr. sela, predgrađa, trajna šuma)
IV	Najmanje 15 % površine je prekriveno zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m

Tabela 8. Kategorija terena i pripadni parametri

Mjedoravna visina je veća od minimalne (5,00 m), pa je koeficijent hrapavosti:

$$c_{r(z)} = k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right)$$

Intezitet turbulencije vjetra na visini z:

$$I_V(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln \frac{z}{z_0}} \text{ za } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

$$I_V(z) = I_V(z_{min}) \text{ za } z \leq z_{max}$$

Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z_c)$ :

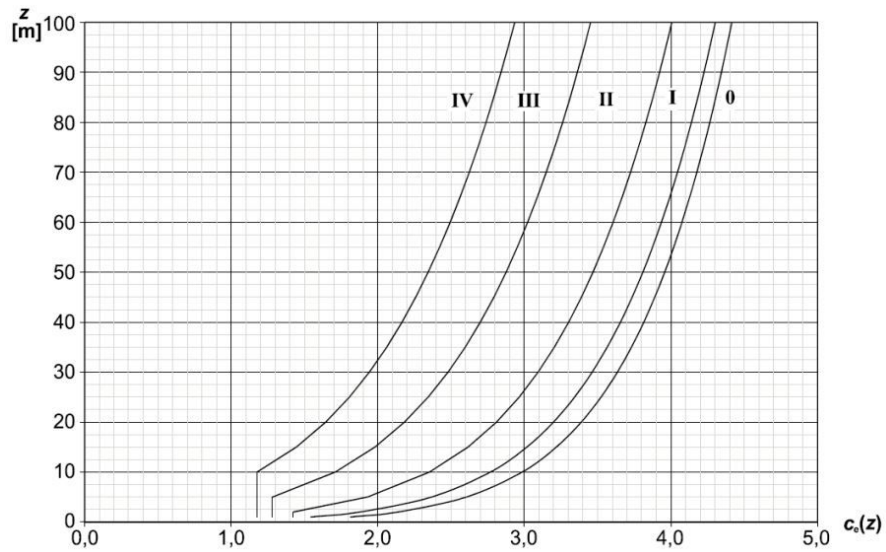
$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot I_V(z)) \cdot \frac{\rho_{zv}}{2} \cdot v_m^2(z)$$

Odnosno  $\rightarrow q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$

$$q_b = \frac{\rho_{zv}}{2} \cdot v_b^2$$

$$\rho_{zv} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Koeficijent izloženosti  $c_e(z)$  se iščitava sa dijagrama na kojem su u ovisnosti kategorija terena i visina promatranog objekta.



Slika 5. Koeffcijent izloženosti  $c_e$

Rezultirajući pritisak vjetra:

$$w_e = q_p * (z_e) * c_{pe}$$

-pritisak vjetra na vanjske plohe objekta

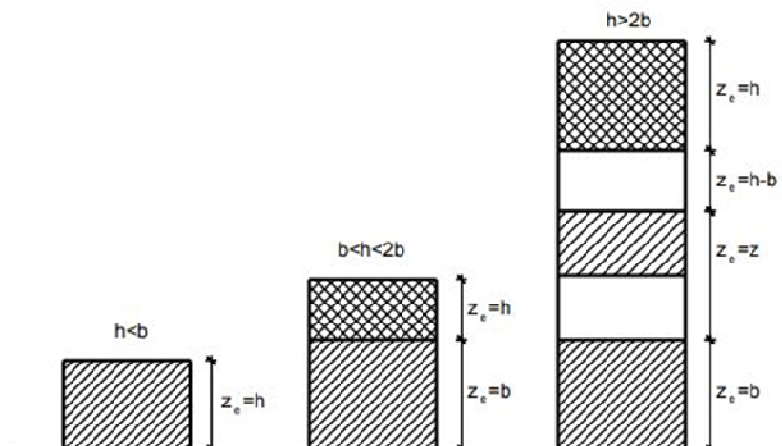
$c_{pe}$  - koeffcijent vanjskog tlaka

$$w_i = q_p * (z_e) * c_{pi}$$

-pritisak vjetra na unutarnje plohe objekta

$c_{pi}$  - koeffcijent unutarnjeg tlaka

$z_e$  - referentna visina objekta

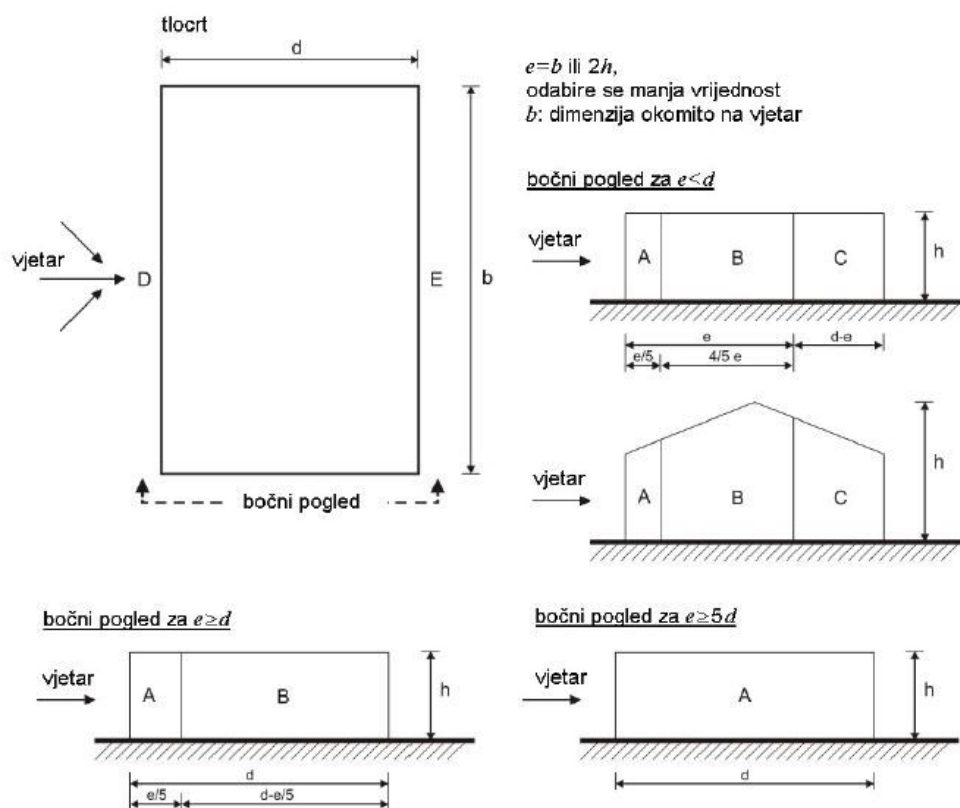


Slika 6. Referentna visina  $z_e$ , u ovisnosti o  $h$  i  $b$  objekta

## Koeficijent vanjskog pritiske $c_{pe}$

Rezultirajuća sila vjetra odnosno koeficijent rezultirajuće sile  $c_{pe}$  ovisi o veličini površine na koju vjetar djeluje. Ako je promatrana površina manja od  $10 \text{ m}^2$ , uzimamo  $c_{pe,1}$ , a ako je veća od  $10 \text{ m}^2$  uzimamo  $c_{pe,10}$ .

### Podjela na vertikalne plohe



Slika 7. Podjela vertikalne plohe na zone

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
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0		-0,3

Tabela 9. Koeficijenti vanjskog tlaka za vertikalne zidove zgrada s pravokutnim tlocrtom

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
S nadozidima	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Zaobljeni zabati	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2
Izlomljeni zabati	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2

NAPOMENA 1: Za krovove s nadozidima ili zaobljenim zabatima, smije se upotrebljavati linearna interpolacija za međuvrijednosti  $h_p/h$  i  $r/h$ .

NAPOMENA 2: Za krovove s izlomljenim zabatima, smije se upotrebljavati linearna interpolacija između  $\alpha = 30^\circ$ ,  $45^\circ$  i  $60^\circ$ . Za  $\alpha > 60^\circ$  smije se upotrebljavati linearna interpolacija između vrijednosti za  $\alpha = 60^\circ$  i vrijednosti za ravne krovove s oštrim (izlomljenim) zabatima.

NAPOMENA 3: U području I, gdje su dane i pozitivne i negativne vrijednosti, u obzir treba uzeti obje vrijednosti.

NAPOMENA 4: Za sami izlomljeni zabat, koeficijenti vanjskog tlaka dani su u tablici 7.4a „Koeficijenti vanjskog tlaka za dvostrešne krovove; smjer vjetra 0°“, područje F i G, ovisno o nagibu izlomljenog zabata.

NAPOMENA 5: Za sami zaobljeni zabat, koeficijenti vanjskog tlaka dani su linearnom interpolacijom duž krivulje, između vrijednosti na zidu i na krovu.

NAPOMENA 6: Za mansardne strehe čije su horizontalne dimenzije manje od  $e/10$  treba uzeti vrijednosti za oštre strehe. Za definiciju  $e$  vidjeti sliku 7.6

Slika 8. Koeficijenti vanjskog tlaka za ravne krovove nagiba manjeg od  $\pm 4$

### Koeficijent unutarnjeg pritiska $c_{pi}$

Maksimalni koeficijent unutarnjeg pritiska je 0.8, a minimalni odnosno podtlak je -0.5.

Koeficijent unutarnjeg pritiska odabiremo:

$$c_{pi} = 0.75 \cdot c_{pe}$$

- površina otvora na dominantnom zidu barem 2 puta veća od površine otvora na ostalim zidovima

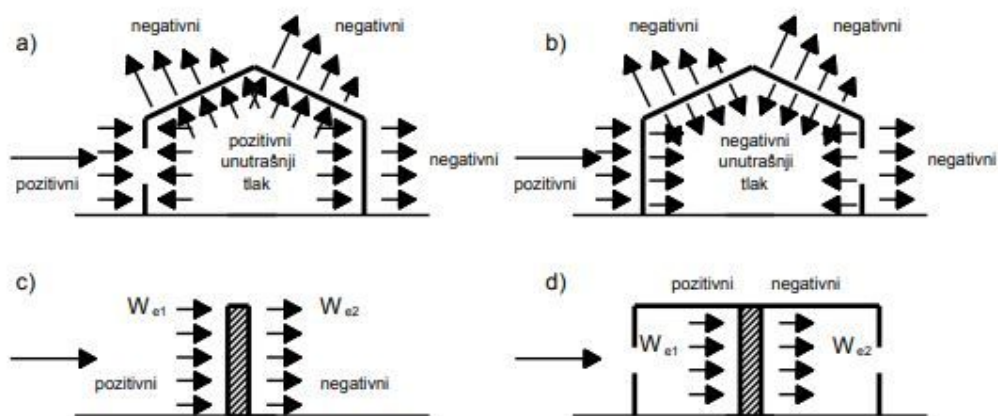
$$c_{pi} = 0.90 \cdot c_{pe}$$

- površina otvora na dominantnom zidu bar 3 puta veća od površine otvora na ostalim zidovima

### Rezultirajući pritisci vjetra

Kako bi odredili rezultirajuće pritiske vjetra mora se uzeti u obzir djelovanje vanjskog i unutarnjeg pritiska u isto vrijeme njihovim zbrajanjem ili

oduzimanjem.



Slika 9. Rezultirajući pristisci vjetra

### Proračun opterećenja vjetrom

$$v_{b,0} = 50 \text{ m/s}$$

$$c_{DIR} = 1.0$$

$$c_{TEM} = 1.0$$

$$c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot a_s \rightarrow c_{ALT} = 1 + 0,0001 \cdot 100 = 1,01$$

$$v_b = c_{DIR} \cdot c_{TEM} \cdot c_{ALT} \cdot v_{b,0} \rightarrow v_b = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,01 \cdot 50 = 50,50 \text{ m/s}$$

Građevina ima veću visinu od širine, a za mjerodavnu visinu uzimamo visinu građevine iznad kote terena. Mjerodavna visina građevine s AB nadozidom iznosi: 12,42 m.

$$z_e = 3,00 + 2,70 \cdot 3 + 0,18 \cdot 4 + 0,6 = 12,42 \text{ m}$$

Koeficijent terena  $c_r$  određuje se iz odgovarajuće tablice ovisno o kategoriji terena. Odabiremo III. kategoriju terena za koju vrijedi:

$$z_0 = 0,30 \text{ m}; z_{\min} = 5 \text{ m}; c_e(z) = 1,84$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln\left(\frac{12,42}{0,3}\right) = 0,80$$

Srednja brzina vjetra tako iznosi:

$C_n$  - koeficijent topografije (uglavnom 1.0)

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,80 \cdot 1,0 \cdot 50,50 = 40,4 \text{ m/s.}$$

Turbulencija:

$$I_v(z) = \frac{1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z_0}{z_p}\right)} = \frac{1}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{12,42}{0,3}\right)} = 0,269$$

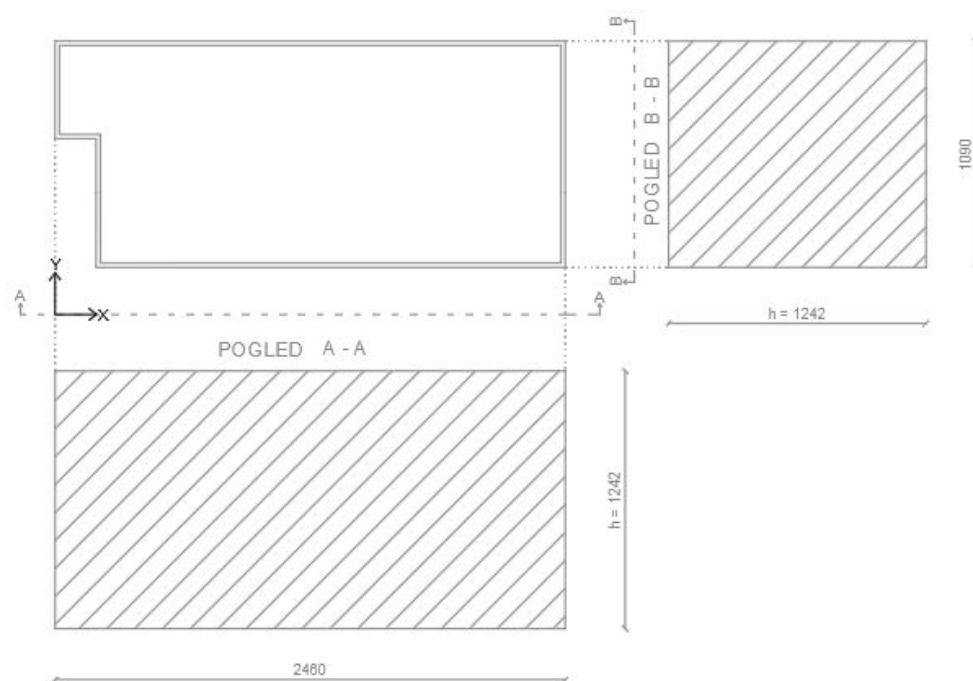
Maksimalni tlak brzine vjetra  $q_p(z_c)$ :

$$q_r(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot \frac{\rho_{zv}}{2} \cdot v_m^2(z)$$

$$\rho_{zv} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$q_p(z) = (1 + 7 \cdot 0,269) \cdot \frac{1,25}{2} \cdot 40,4^2 = 2,94 \text{ kN/m}^2$$

## Površine djelovanja vjetra:



Slika 10. Površine na koje vjetar djeluje

Smjer x:

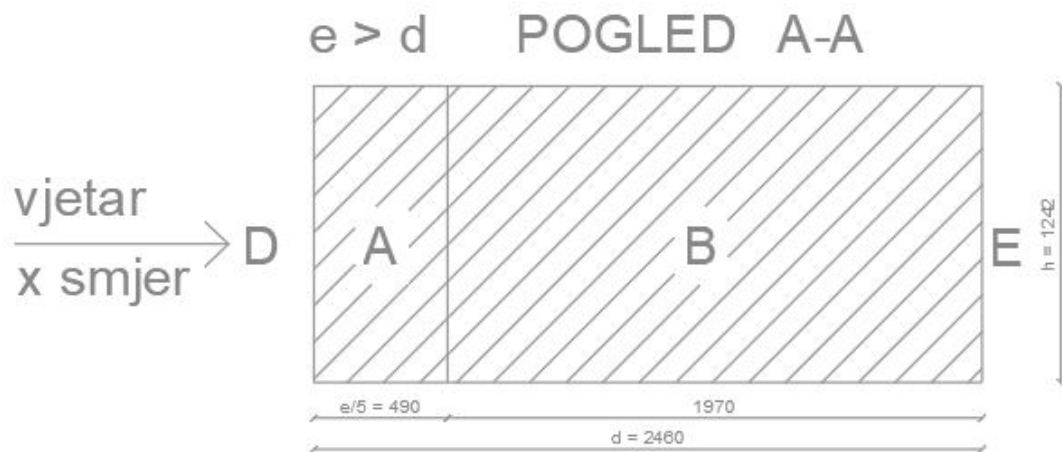
- vertikalni zidovi:

$$h = 12,04 \text{ m}$$

$$e = 2$$

$$\cdot h = 2 \cdot 12,04 = 24,08 \text{ m}$$

$$e = 24,08 \text{ m} > d = 24,60 \text{ m}$$



Slika 11. Područja udara vjetra za x smjer

Očitane vrijednosti iz tablice (broj tablice) za  $\frac{h}{d} = \frac{12,04}{24,60} = 0,53$  i  $c_{pe,10}$ . (linearno interpolirane vrijednosti):

Područje utjecaja	A	B	D	E
$c_{pe}$	-1,2	-0,8	+0,75	-0,4

Tabela 10. Područja utjecaja vjetra na objekt

Krov je ravni – armirano-betonski, pa je djelovanje vjetra na krov zanemareno.

**Koeficijenti unutarnjeg pritiska vjetra:**

$$c_{pi} = +0,8 \text{ i } c_{pi} = -0,5$$

$$w_e = q_p \cdot (z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_i = q_p \cdot (z_e) \cdot c_{pi}$$

$$q_p(z) = 2,94 \text{ kN/m}^2$$



**Rezultirajuće djelovanje vjetra u x smjeru:**

<i>Područje utjecaja</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
$c_{pe}$	-1,2	-0,8	0	-0,4
	0	0	0,75	0
$c_{pi}$	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	0,8	0,8	0,8	0,8
$w_{e1} = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$	-3,53	-2,35	0	-1,18
$w_{e2} = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$	0	0	2,21	0
$w_{i1} = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$	-1,47	-1,47	-1,47	-1,47
$w_{i2} = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$	2,35	2,35	2,35	2,35
$w_1 = w_{e1} + w_{i1}$	-2,06	-0,88	1,47	0,29
$w_2 = w_{e1} + w_{i2}$	-5,88	-4,7	-2,35	-3,53
$w_3 = w_{e2} + w_{i1}$	1,47	1,47	3,68	1,47
$w_4 = w_{e2} + w_{i2}$	2,35	2,35	-0,14	-2,35

*Tabela 11. Rezultirajuće djelovanje vjetra u x smjeru*

**Mjerodavno djelovanje vjetra za x smjer:**

<b>Područje utjecaja</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
$w_{mjerodavno} [kN/m^2]$	-5,88	-4,70	3,68	-3,53

*Tabela 12. Područja utjecaja vjetra na objekt*

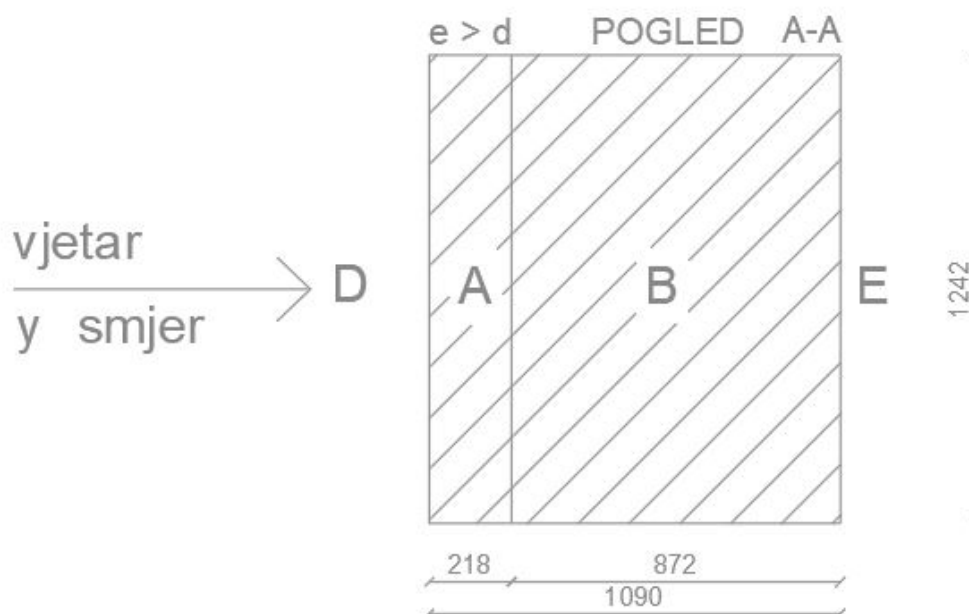
**Smjer y:**

- vertikalni zidovi:

$$h = 12,04 \text{ m}$$

$$e = 2 \cdot h = 2 \cdot 12,04 = 24,08 \text{ m}$$

$$e = 24,08 \text{ m} > d = 10,85 \text{ m}$$



Slika 12. Područja udara vjetra za y smjer

Očitane vrijednosti iz tablice (broj tablice) za  $\frac{h}{d} = \frac{12,04}{10,85} = 1,10$  i  $c_{pe,10}$ . (linearno interpolirane vrijednosti).

Područje utjecaja	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
$c_{pe}$	-1,2	-0,8	+0,8	-0,51

Tabela 13. Područja utjecaja vjetra na objekt

Krov je ravni – armirano-betonski, pa je djelovanje vjetra na krov zanemareno.

Koeficijenti unutarnjeg pritiska vjetra:

$$c_{pi} = +0,8 \text{ i } c_{pi} = -0,5$$

$$w_e = q_p \cdot (z_e) \cdot c_{pe}$$

$$w_i = q_p \cdot (z_e) \cdot c_{pi}$$

$$q_p(z) = 2,94 \text{ kN/m}^2$$

### Rezultirajuće djelovanje vjetra u y smjeru:

<i>Područje utjecaja</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
$C_{pe}$	-1,2	-0,8	0	-0,51
	0	0	0,80	0
$C_{pi}$	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
	0,8	0,8	0,8	0,8
$W_{e1} = q_p(z_e) * C_{pe}$	-3,53	-2,35	0	-1,5
$W_{e2} = q_p(z_e) * C_{pe}$	0	0	2,35	0
$W_{i1} = q_p(z_e) * C_{pi}$	-1,47	-1,47	-1,47	-1,47
$W_{i2} = q_p(z_e) * C_{pi}$	2,35	2,35	2,35	2,35
$W_1 = W_{e1} + W_{i1}$	-2,06	-0,88	1,47	-0,03
$W_2 = W_{e2} + W_{i2}$	-5,88	-4,70	-2,35	-3,85
$W_3 = W_{e1} + W_{i2}$	1,47	1,47	3,82	1,47
$W_4 = W_{e2} + W_{i1}$	2,35	2,35	0	-2,35

Tabela 14. Rezultirajuće djelovanje vjetra u y smjeru

### Mjerodavno djelovanje vjetra za y smjer:

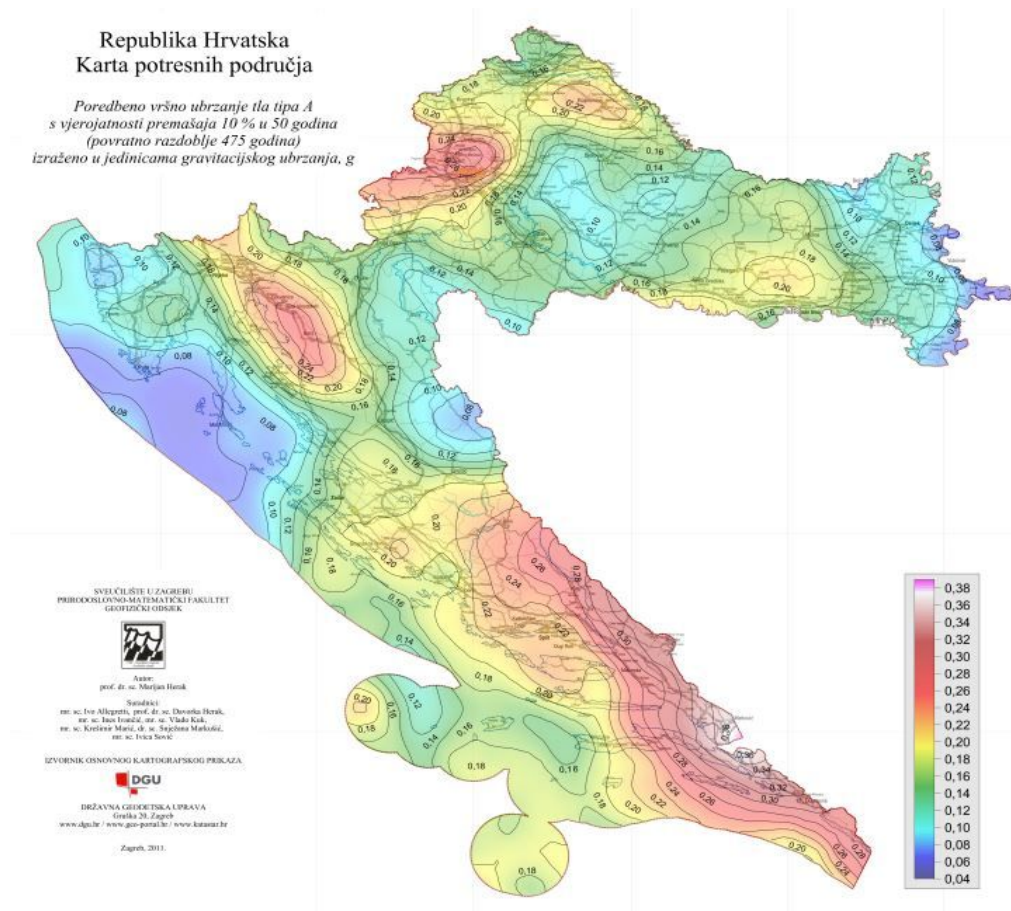
<b>Područje utjecaja</b>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
$W_{mjerodavno} [kN/m^2]$	-5,88	-4,70	3,82	-3,85

Tabela 15. Područja utjecaja vjetra na objekt

## 3.3. Izvanredno opterećenje

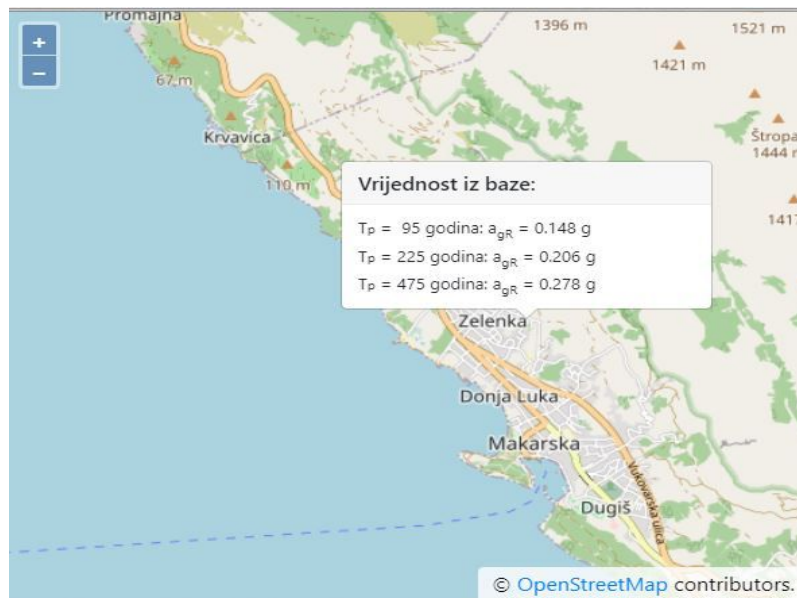
### 3.3.1. Potresno opterećenje

Potresne sile proračunate su pojednostavljenim postupkom metodom višemodalne (spektralne) analize prema EC-8 uz pomoć programskog paketa Tower 8 koristeći prostorni model konstrukcije. Predmetna građevina se nalazi u Makarskoj te spada u IX. potresnu zonu. Šire područje Makarske pripada tektonski vrlo kompleksnom području dodira Jadranske mikroploče i Vanjskih dinarida. Očitane su vrijednosti poredbenog vršnog ubrzanja tla koristeći se seizmološkim kartama Republike Hrvatske koje su sastavni dio nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998 – 1:2011/NA:2011, Eurokod 8:Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade.



Slika 13. Sezimička karta Republike Hrvatske

Očitano projektirano ubrzanje tla iznosi  $a = 0,278 \cdot g$  za povratni period od 475 godina.



Slika 14. Prikaz parametara za predmetnu lokaciju

Eurokod 8 prepoznaje pet osnovnih tipova tla te dva dodatna.

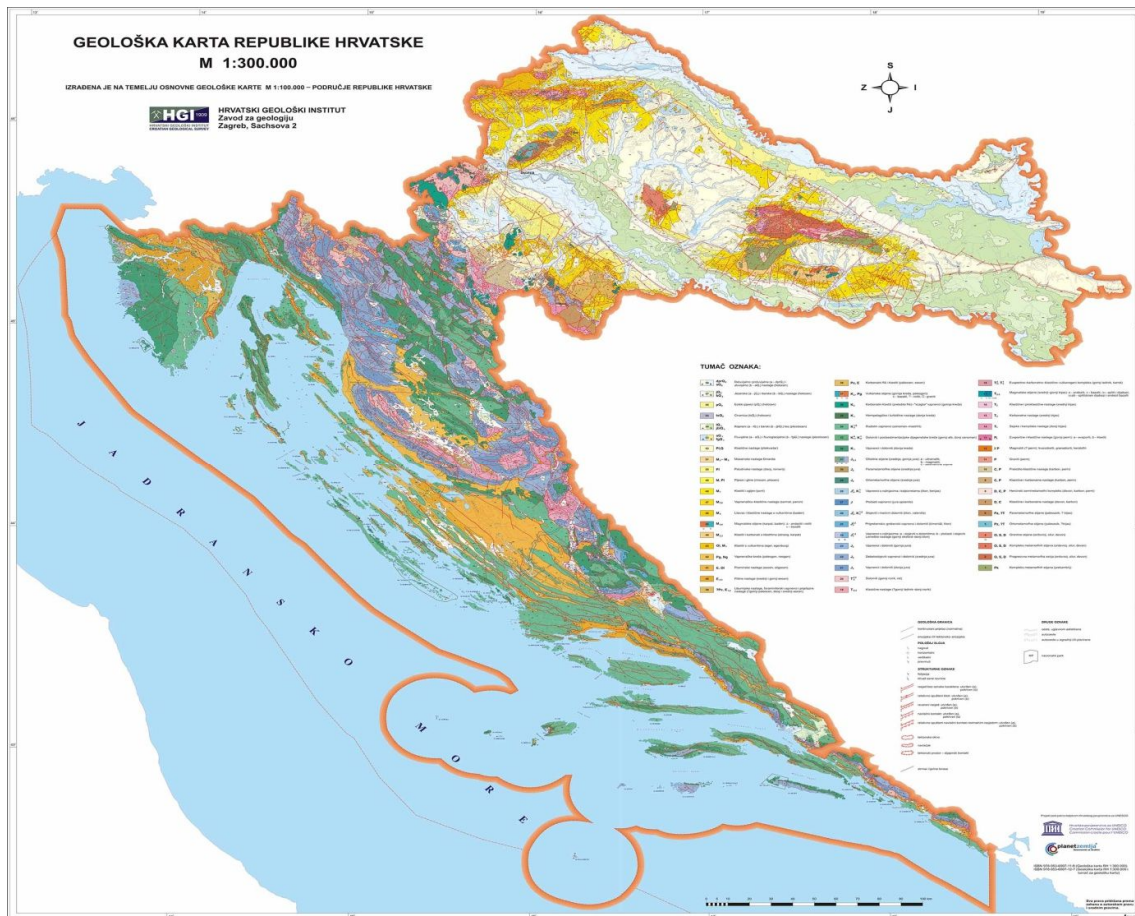
Tip tla	Opis geotehničkog profila	$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (n/30 cm)	$C_u$ (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	$\geq 800$		
B	Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.	360 - 800	$\geq 50$	$\geq 250$
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.	$\leq 180$	$\leq 15$	$\leq 70$
E	Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina $v_s$ za tipove tla C ili D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom $v_s \geq 800$ m/s			
S1	Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom ( $PI \geq 40$ ) i visokim sadržajem vode	$\leq 100$	-	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			

Slika 15: Vrijednost parametara tla

Kategorija tla	Opis tla	$v_{s,30}$ (m/s)	Parametar tla S	Intervali na apscisi spektra		
				$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	Stijena ili druga geološka formacija slična stijeni, uzimajući u obzir najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	$> 800$	1,00	0,15	0,40	2,00
B	Naslage vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetaka metara s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom.	360 – 800	1,20	0,15	0,50	2,00
C	Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline od nekoliko desetina do više stotina metara.	180 – 360	1,15	0,20	0,60	2,00
D	Naslage nekoherentnog tla (s ili bez mekih koherentnih slojeva) ili prevladavajuća meka do tvrda koherentna tla.	$< 180$	1,35	0,20	0,80	2,00
E	Površinske aluvijalne naslage kao u slučaju tla C ili D, čije su debljine između 5 i 20 m, a nalaze se iznad materijala s $v_s > 800$ m/s.		1,40	0,15	0,50	2,00

Slika 15. Kategorije tla i preporučene vrijednosti parametara za tip I elastičnog spektra odziva





Slika 16. Geološka karta Republike Hrvatske

Predmetna građevina je temeljena na tlu A kategorije ,a pretpostavlja se srednja klasa ponašanja – DCM (medium ductility).

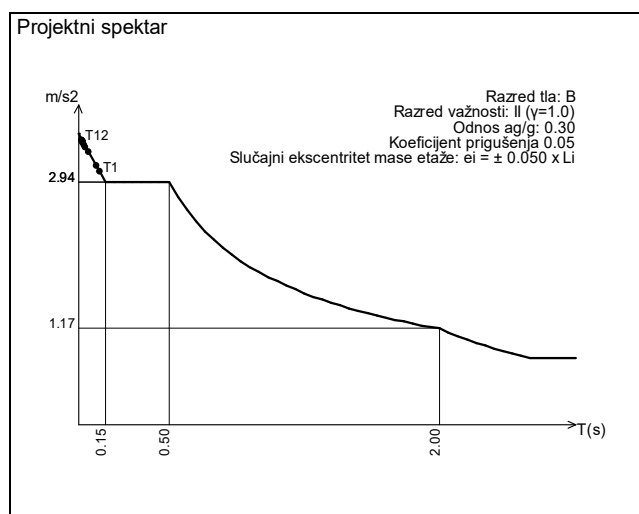
Kategorija tla	A
Računsko ubrzanje tla $\alpha_g$	0,278g
Koeficijent računskog ubrzanja tla $\alpha = a_{gR} / g$	0,278
Faktor tla S za klasu tla A	1,0
Donja vrijednost faktora horizontalnog spektra odziva $\beta$	0,2
Granični periodi osciliranja za klasu tla A	$T_B=0,15s$ $T_C=0,40s$ $T_D=2,0s$

### 3.3.2. Proračun faktora ponašanja

Obzirom da se dio potresne energije akumulira u konstrukciji njenim deformiranjem, ovisno o duktilnosti pojedine konstrukcije, dopušta se proračun djelovanja potresnih sila koje su manje od onih u elastičnom spektru odziva. Kako bi se izbjegao nelinearni proračun u obzir uzimamo kapacitet trošenja energije u konstrukciji. Taj kapacitet ovisi o duktilnosti konstrukcije odnosno njenih elemenata. Konstrukcije veće duktilnosti imaju veći kapacitet akumuliranja energije u konstrukciji, a time i smanjenja potresnog djelovanja. Smanjenje potresnog djelovanja se postiže upotrebom faktora ponašanja- koeficijentom koji predstavlja omjer potresnih sila kojima je građevina potencijalno izložena kad bi njen odziv bio u potpunosti elastičan u odnosu na potresne sile koje bi se pojavile na promatranoj konstrukciji.

STRUCTURAL TYPE	DCM	DCH
Frame system, dual system, coupled wall system	$3,0\alpha_v/\alpha_1$	$4,5\alpha_v/\alpha_1$
Uncoupled wall system	3,0	$4,0\alpha_v/\alpha_1$
Torsionally flexible system	2,0	3,0
Inverted pendulum system	1,5	2,0

Tabela 16. Osnovna vrijednost faktora ponašanja  $q_0$



Slika 16. Proračun spektra ubrzanja tla za dane parametre

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$$

$q_0$  - osnovna vrijednost ovisi o tipu konst. sustava i pravilnost po visini

$k_w$  – faktor kojim se uzima prevladavajući oblik sloma konstrukcije sustava sa zidovima

Pretpostavka –srednji razred duktilnosti (DCM)

Proračun faktora prevladavajućeg sloma  $k_w$ :

$$k_w \frac{1 + \alpha_0}{3} \leq 1 \quad 0,5 \leq k_w \leq 1,00 \quad \alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum l_{wi}} = \frac{218,2}{147,7} = 1,47$$

Za proračun seizmičkog opterećenja korištena je multimodalna spektralna analiza. Pri izračunumasa korištena je kombinacija stalnog opterećenja (težina konstrukcije i dodatno stalnoopterećenje) i 30% pokretnog opterećenja. Broj oblika (modova) osciliranja za predmetnu građevinu iznosi 30. Kroz 30 promatranih modova skupljeno je 92,85% mase u smjeru osi X, 97,64% mase u smjeru osi Y. Aktivirana masa pri djelovanju potresa:

**Faktori participacije - Sudjelujuće mase**

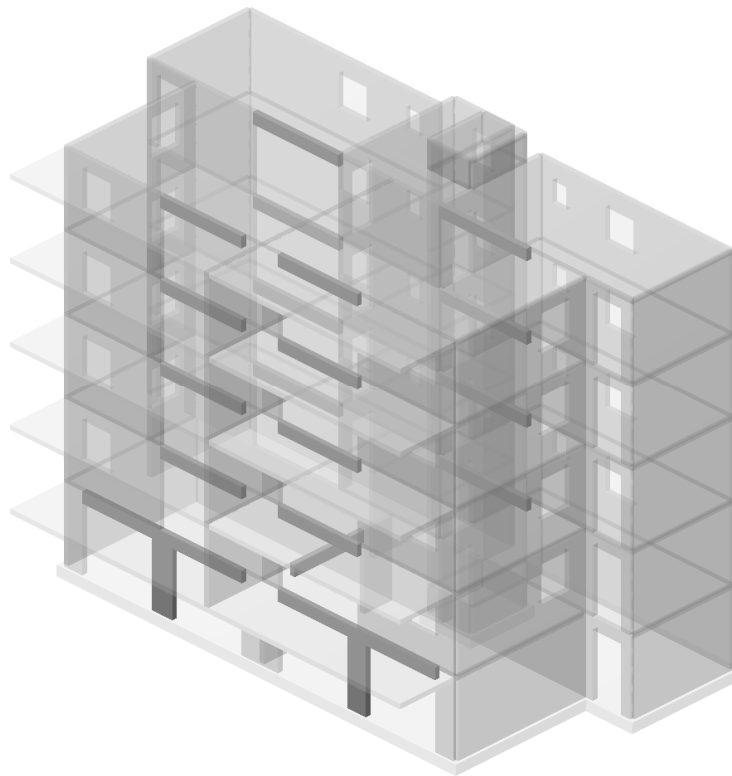
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	46.44	0.00
2	0.00	72.07
3	21.38	0.00
4	20.54	0.00
5	0.01	23.51
6	0.07	0.89
7	0.83	0.04
8	3.11	0.00
9	0.24	0.01
10	0.01	1.08
11	0.00	0.03
12	0.22	0.00
ΣU (%)	92.85	97.64

*Tabela 17. Faktori participacije – sudjelujuće mase*



#### 4. PRORAČUN KONSTRUKCIJE

##### *Ulazni podaci – Konstrukcija*



Izometrija

## Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	1.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	2.95
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	2.95
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	2.95

PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	2.95
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	2.95
TEMP.PL. POZ 100	0.00	0.90
TEMP.PL.LIFTA 0	-0.90	

## Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$ m
1	Concrete C 25	3.000e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

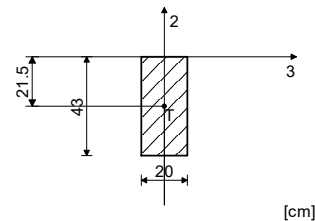
## Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
<2>	0.180	0.000	1	Tanka ploča	Izotropna			

## Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=20/43, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Concrete C 25	8.600e-2	7.167e-2	7.167e-2	8.120e-4	2.867e-4	1.325e-3



## Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		

## Setovi točkastih ležajeva

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			1.000e+10
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			1.000e+10

## Konture ploča

No	Konturni čvorovi	Sklop	Set
1	1234-1429-1355-1298-938-1-246-133-415-1045-843-1106-1234	Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]	2

## Konture greda Set 1, b/d=20/43

No	Čvor I	Čvor J	Oslobađanje utjecaja												M	Ozn. pozicije
			Čvor I						Čvor J							
			M1	M2	M3	P1	P2	P3	M1	M2	M3	P1	P2	P3		
1	43	398														
2	519	1032														
3	812	565														

## Konture linijskih ležajeva

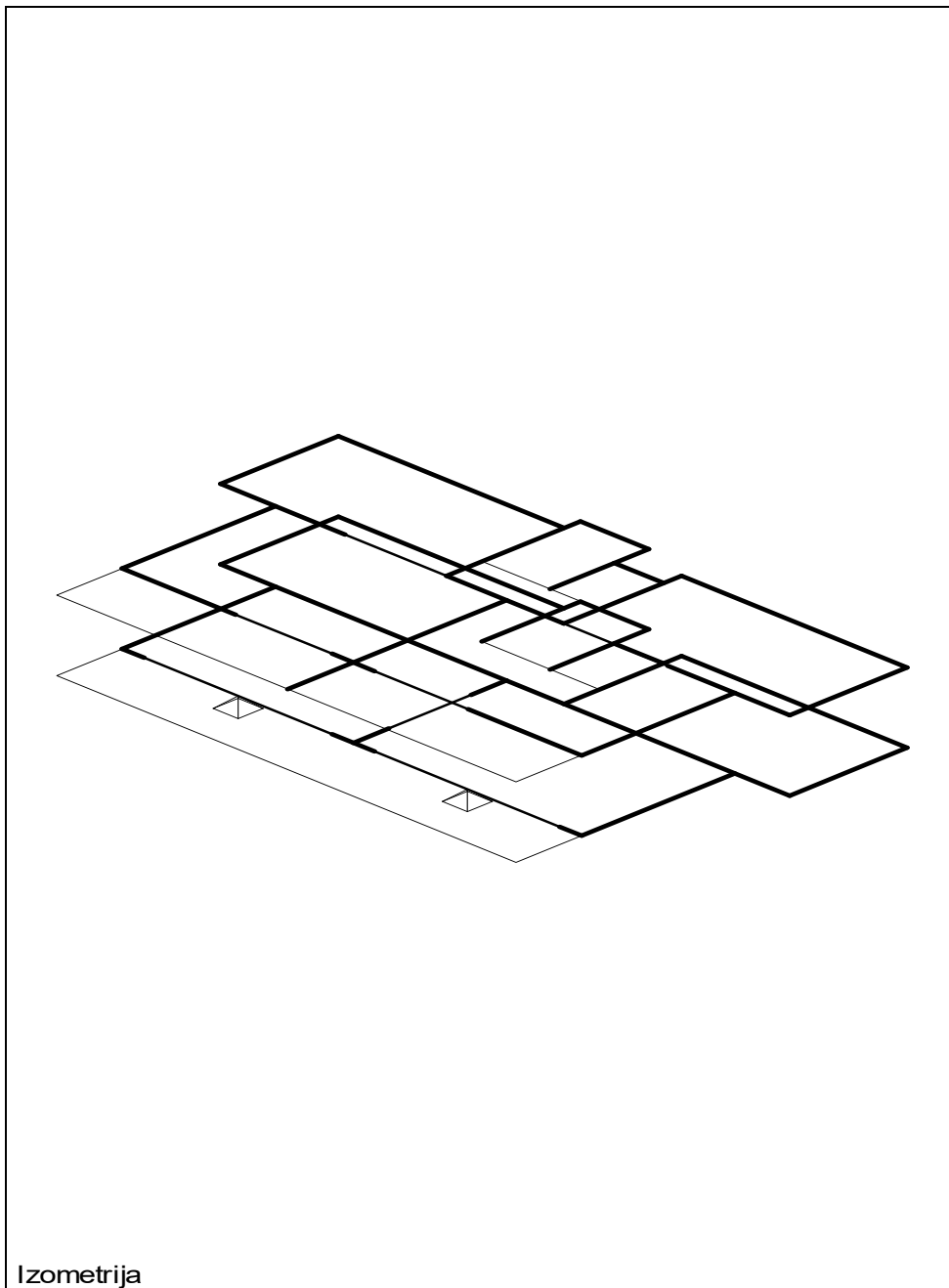
No	Konturni čvorovi	Set
1	1298-1073	1
2	1073-1032	1
3	1429-1234	1
4	1234-1046	1
5	912-812	1
6	457-565	1
7	1202-1127	1
8	1185-1071	1
9	1045-415	1

10	1355-133	1
11	415-133	1
12	246-28	1
13	28-43	1
14	1429-1355	1
15	1185-1016	1
16	1071-843	1
17	519-398	1

## Konture točkastih ležajeva

	Čvorovi	Set
158		1

792		2
-----	--	---

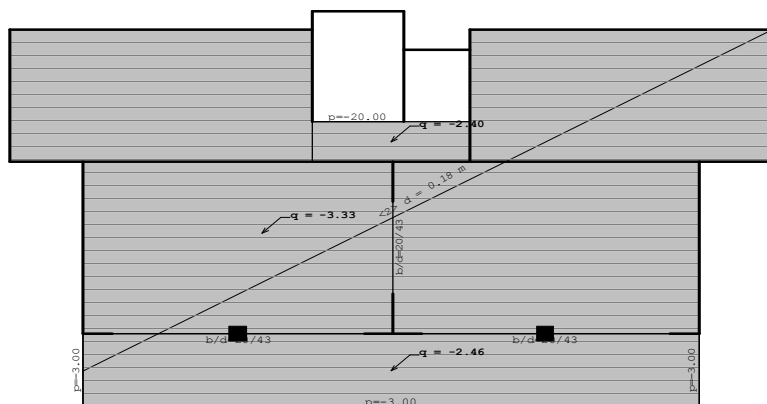


**Ulazni podaci - Opterećenje**

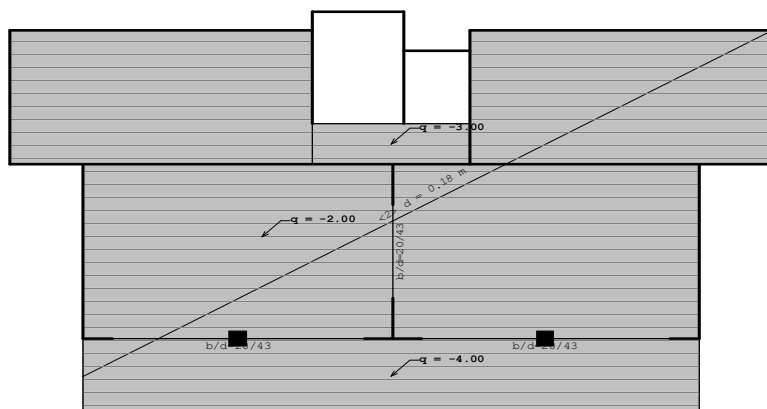
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	STALNO (g)
2	KORISNO
3	Komb.: 1.35xl
4	Komb.: 1.5xll
5	Komb.: 1.35xll+1.5xll
6	Komb.: I
7	Komb.: 0.5xll
8	Komb.: I+0.5xll
9	Komb.: I
10	Komb.: 0.3xll
11	Komb.: I+0.3xll

Opt. 1: STALNO (g)



Opt. 2: KORISNO



BETON: C25/30

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA: B 500B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

DEBLJINA PLOČE:  $h = 18 \text{ cm}$ ZAŠTITNI SLOJ BETONA:  $c = 3,0 \text{ cm}$ 

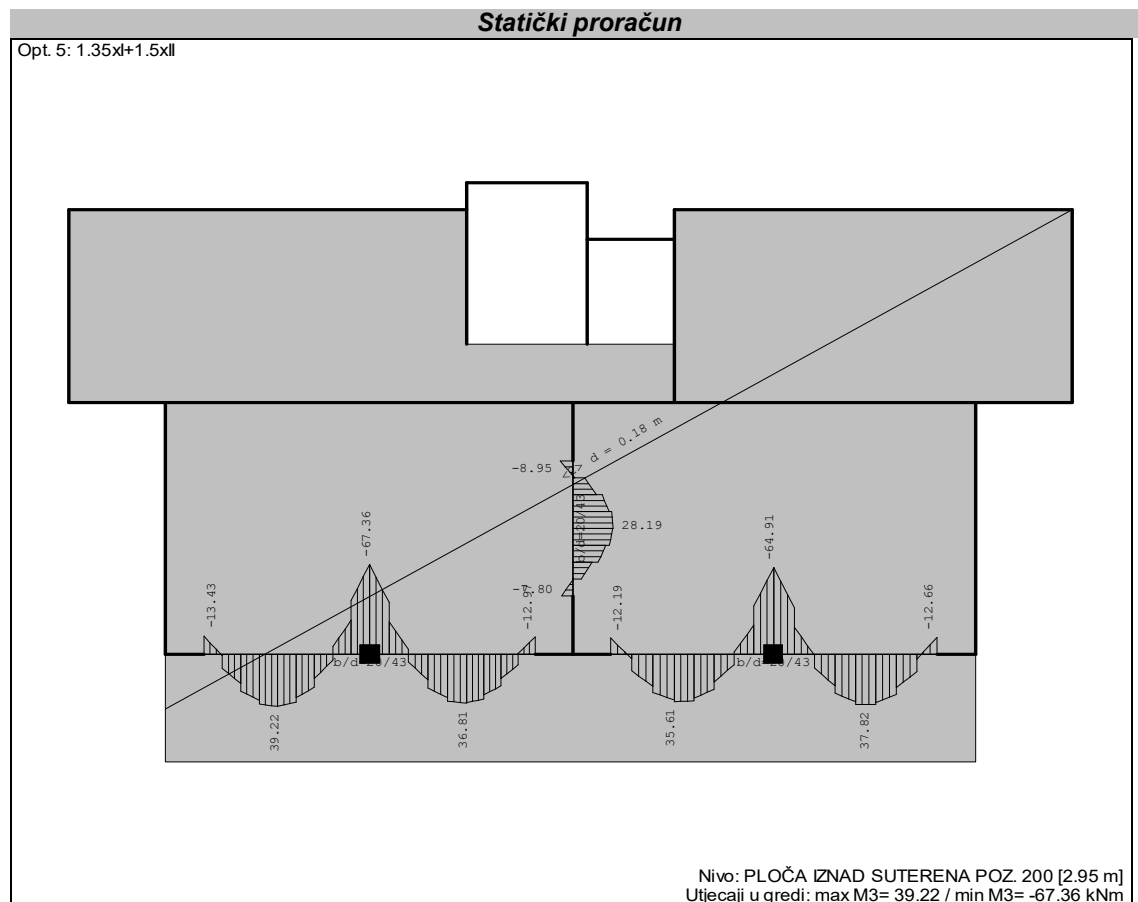
STATIČKA VISINA PLOČE:

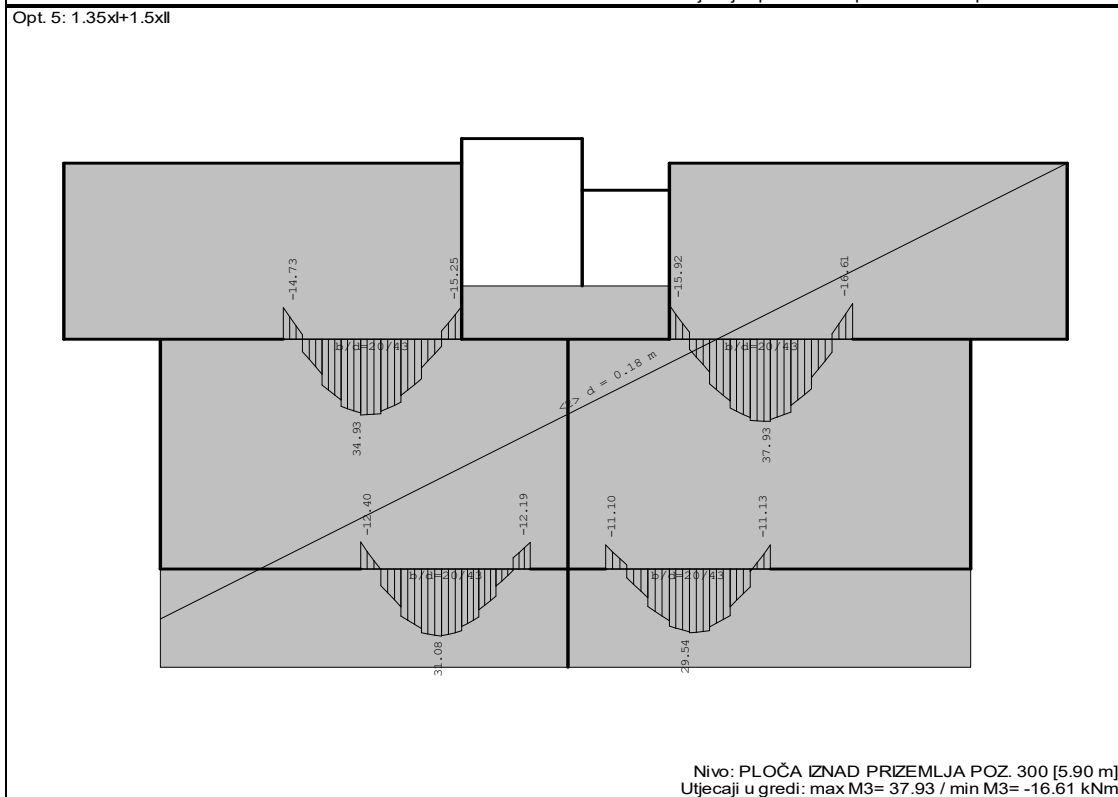
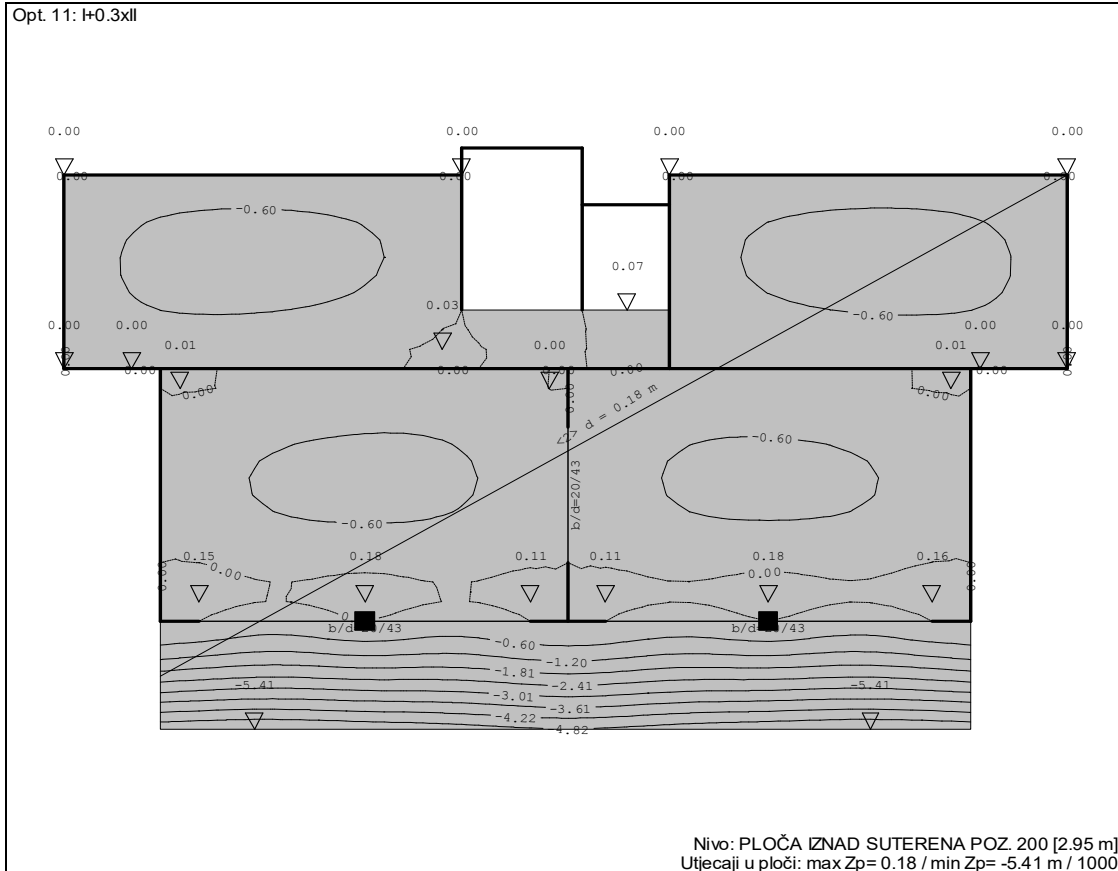
$$d = h - d_1 = 18 - 3,0 = 15,0 \text{ cm} \rightarrow \text{mjerodavna je veća visina}$$

MINIMALNA ARMATURA:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{3,5}{500} \cdot 100 \cdot 15,0 = 2,73 \text{ cm}^2/\text{m}$$

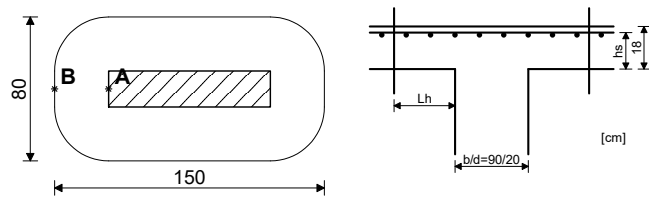
$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot 100 \cdot 15,0 = 1,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$





**Kontrola ploča na proboj**

Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]  
 Presjek 1 (6.23,0.00,2.95)  
 C 30

**KONTROLA PRESJEKA UZ RUB STUPA**

Mjerodavna kombinacija: 1.35xI+1.50xII	
Mjerodavni posmični napon (točka A)	ved = 0.695 MPa
Debljina ploče	d,pl = 0.180 m
Statička visina ploče	hs = 0.150 m
Čvrstoća betona	fck = 30.000 MPa
Računska čvrstoća betona	fcd = 20.000 MPa
Koeficijent	v = 0.528
Koeficijent	yc = 1.500
Maksimalna otpornost	vRd,max = 4.224 MPa
	0.40×v×fcd =

**Uvjet: ved ≤ vRd,max (0.69 ≤ 4.22)**

Uvjet je ispunjen.

**KONTROLA KRITIČNOG PRESJEKA 1. (Lh = 0.30m od ruba stupa)**

Mjerodavna kombinacija: 1.35xI+1.50xII	
Mjerodavni posmični napon (točka B)	ved = 0.522 MPa
Debljina ploče	d,pl = 0.180 m
Statička visina ploče	hs = 0.150 m
Opseg kritičnog presjeka	u1 = 4.085 m
Čvrstoća betona	fck = 30.000 MPa
Računska čvrstoća betona	fcd = 20.000 MPa
Koeficijent	v = 0.528
Koeficijent	yc = 1.500
Maksimalna otpornost	vRd,max = 4.224 MPa
	0.40×v×fcd =

**Uvjet: ved ≤ vRd,max (0.52 ≤ 4.22)**

Uvjet je ispunjen.

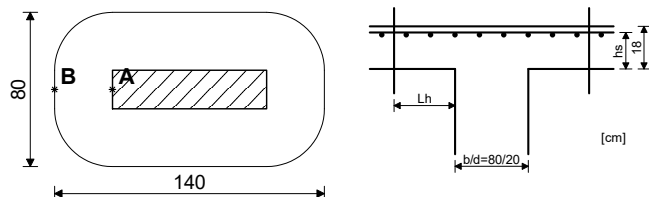
Postotak armiranja	ρ = 0.000 %
Koeficijent	CRd,c = 0.120
Koeficijent	K1 = 0.100
Koeficijent	k,vmin = 0.035
Koeficijent	vmin = 0.542
Normalni napon u betonu	σcp = 0.000 MPa
Otpornost na proboj ploče bez dodatne armature	vRd,c = 0.542 MPa

**Uvjet: ved ≤ vRd,c (0.52 ≤ 0.54)**

Uvjet je ispunjen, nije potrebna dodatna armatura za osiguranje od proboga ploče.

**Kontrola ploča na proboj**

Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]  
 Presjek 2 (14.61,0.00,2.95)  
 C 30

**KONTROLA PRESJEKA UZ RUB STUPA**

Mjerodavna kombinacija: 1.35xI+1.50xII	
Mjerodavni posmični napon (točka A)	ved = 0.603 MPa
Debljina ploče	d,pl = 0.180 m
Statička visina ploče	hs = 0.150 m
Čvrstoća betona	fck = 30.000 MPa
Računska čvrstoća betona	fcd = 20.000 MPa
Koeficijent	v = 0.528
Koeficijent	yc = 1.500

Maksimalna otpornost  $v_{Rd,max} = 4.224 \text{ MPa}$   
 $0.40 \times v \times f_{cd}$   
 =

**Uvjet:  $v_{ed} \leq v_{Rd,max}$  (0.60  $\leq$  4.22)**  
 Uvjet je ispunjen.

KONTROLA KRITIČNOG PRESJEKA 1. (Lh = 0.30m od ruba stupa)

Mjerodavna kombinacija: 1.35xI+1.50xII  
 Mjerodavni posmični napon (točka B)  $v_{ed} = 0.479 \text{ MPa}$   
 Debljina ploče  $d_{pl} = 0.180 \text{ m}$   
 Statička visina ploče  $h_s = 0.150 \text{ m}$   
 Opseg kritičnog presjeka  $u_1 = 3.885 \text{ m}$   
 Čvrstoća betona  $f_{ck} = 30.000 \text{ MPa}$   
 Računska čvrstoća betona  $f_{cd} = 20.000 \text{ MPa}$   
 Koeffcijent  $v = 0.528$   
 Koeffcijent  $\gamma_c = 1.500$   
 Maksimalna otpornost  $v_{Rd,max} = 4.224 \text{ MPa}$   
 $0.40 \times v \times f_{cd}$   
 =

**Uvjet:  $v_{ed} \leq v_{Rd,max}$  (0.48  $\leq$  4.22)**  
 Uvjet je ispunjen.

Postotak armiranja  $\rho = 0.000 \%$   
 Koeffcijent  $CR_{d,c} = 0.120$   
 Koeffcijent  $K_1 = 0.100$   
 Koeffcijent  $k_{vmin} = 0.035$   
 Koeffcijent  $v_{min} = 0.542$   
 Normalni napon u betonu  $\sigma_{cp} = -0.000 \text{ MPa}$   
 Otpornost na proboj ploče bez dodatne armature  $v_{Rd,c} = 0.542 \text{ MPa}$

**Uvjet:  $v_{ed} \leq v_{Rd,c}$  (0.48  $\leq$  0.54)**  
 Uvjet je ispunjen, nije potrebna dodatna armatura za osiguranje od proboja ploče.



**Dimenzioniranje (beton) – 2D MODEL****Minimalna površina uzdužne armature:****POLJE:**

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

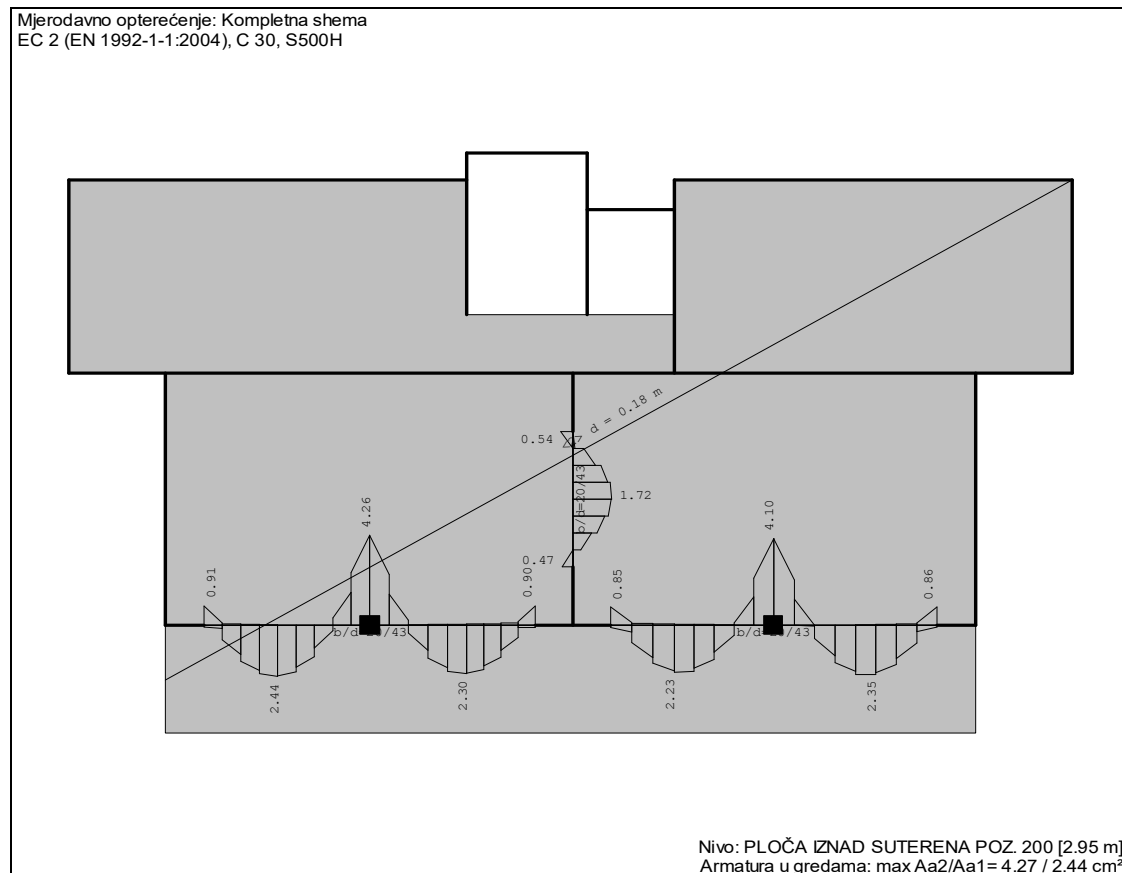
$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,26 \cdot \frac{3,5}{500} \cdot 20 \cdot 43 = 1,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot 20 \cdot 43 = 1,2 \text{ cm}^2$$

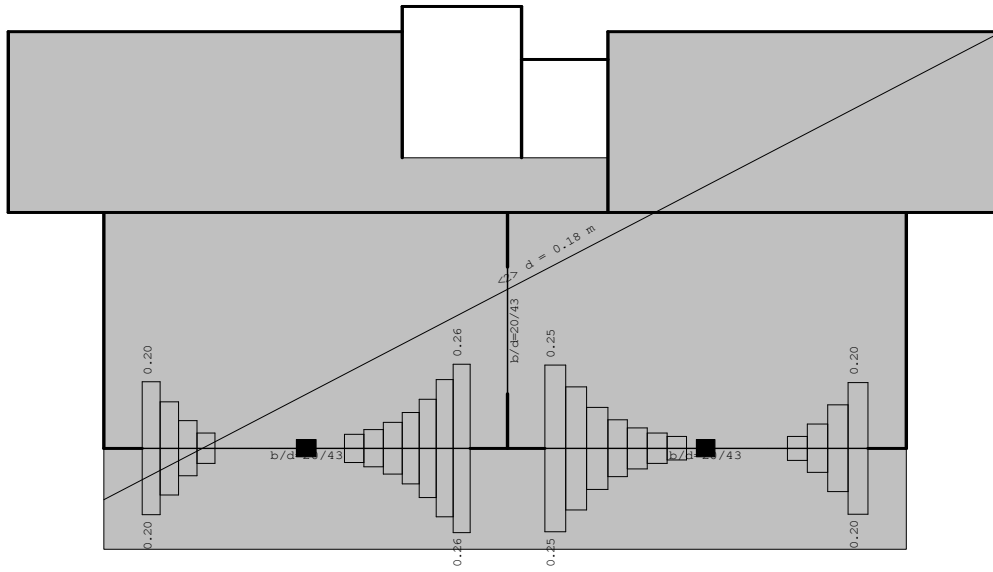
**LEŽAJ:**

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20 \cdot 43 = 1,2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot A_c = 40 \text{ cm}^2$$

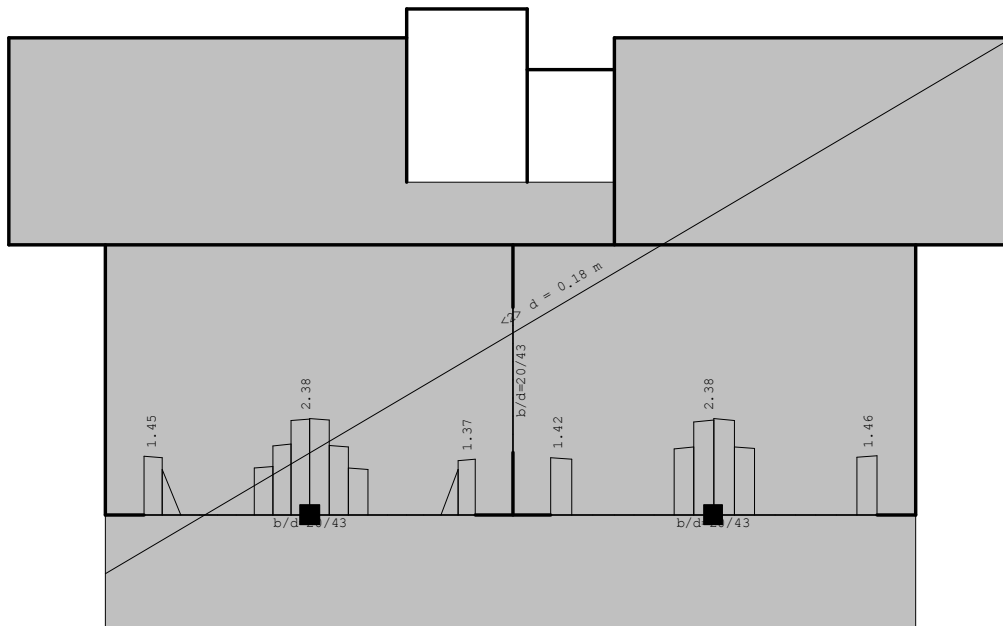


Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H

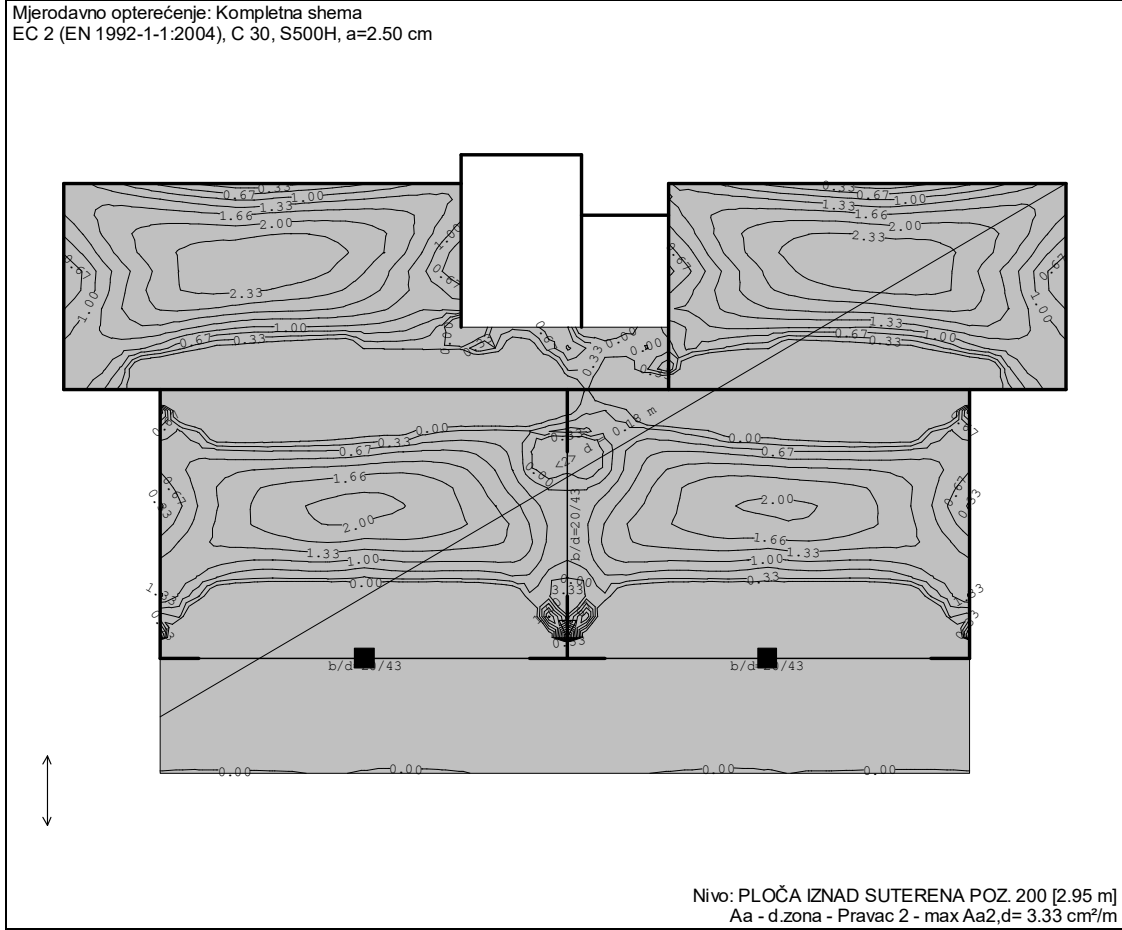
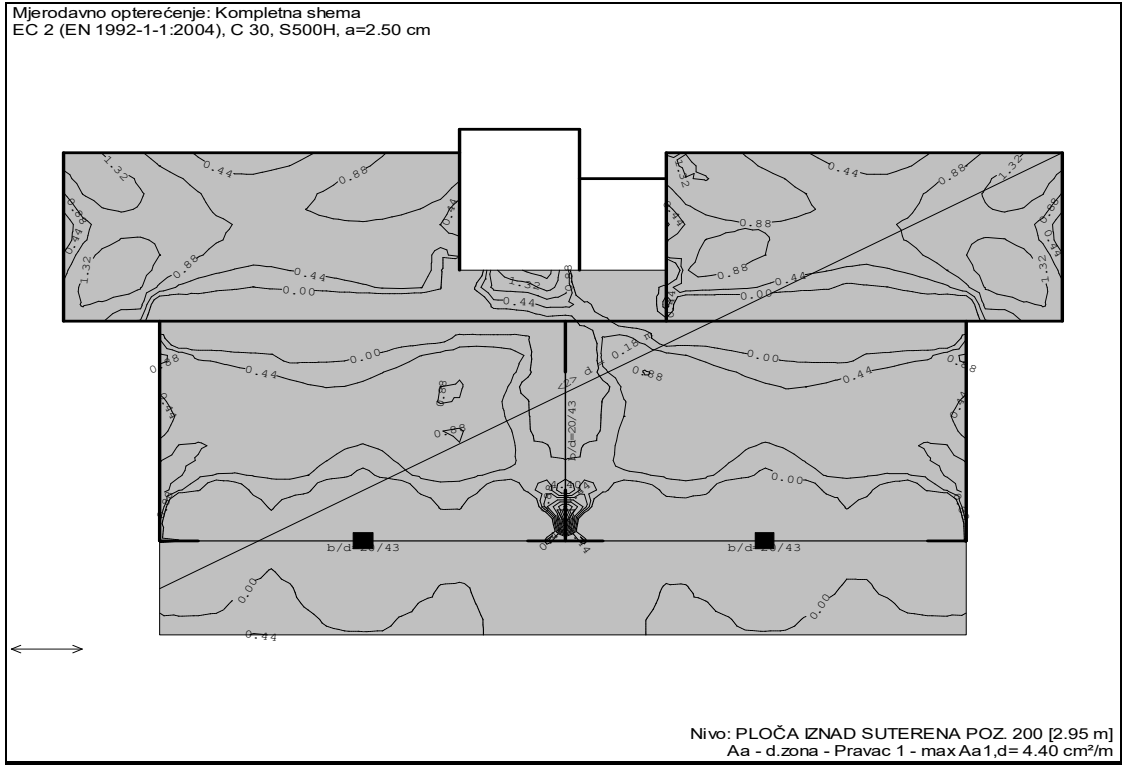


Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]  
Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 0.26 / 0.26 \text{ cm}^2$

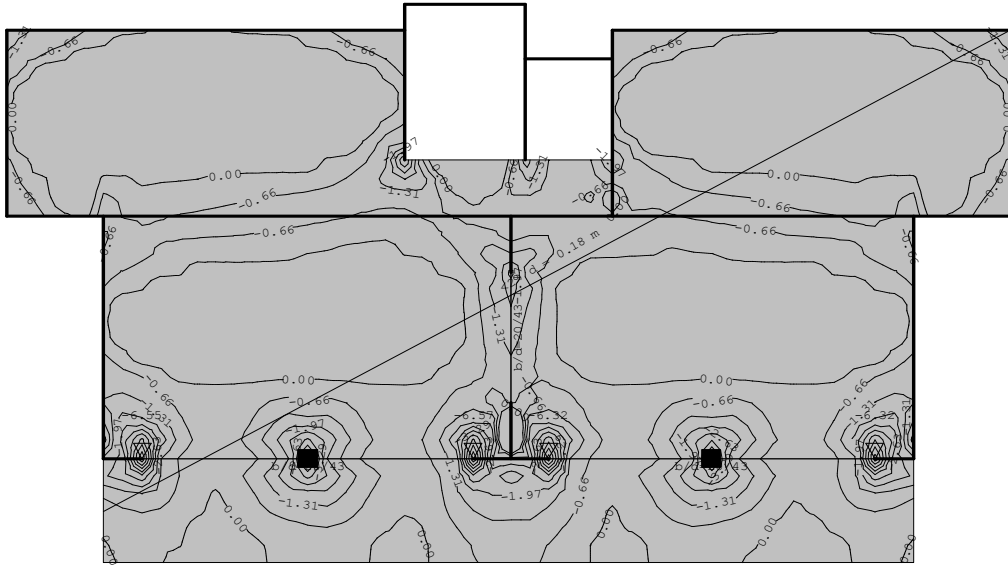
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]  
Armatura u gredama: max  $A_{sw} = 2.38 \text{ cm}^2$

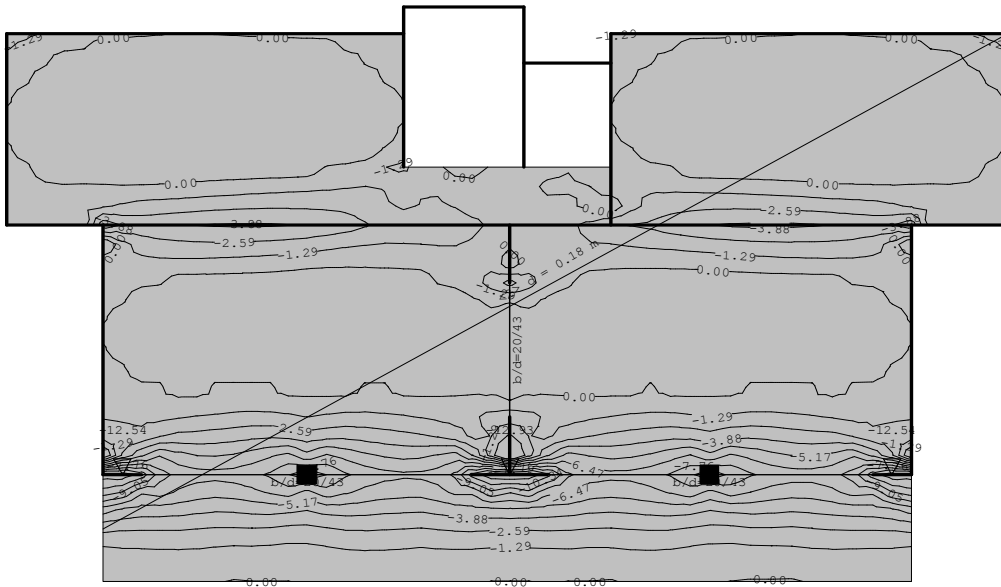


Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=2.50 cm



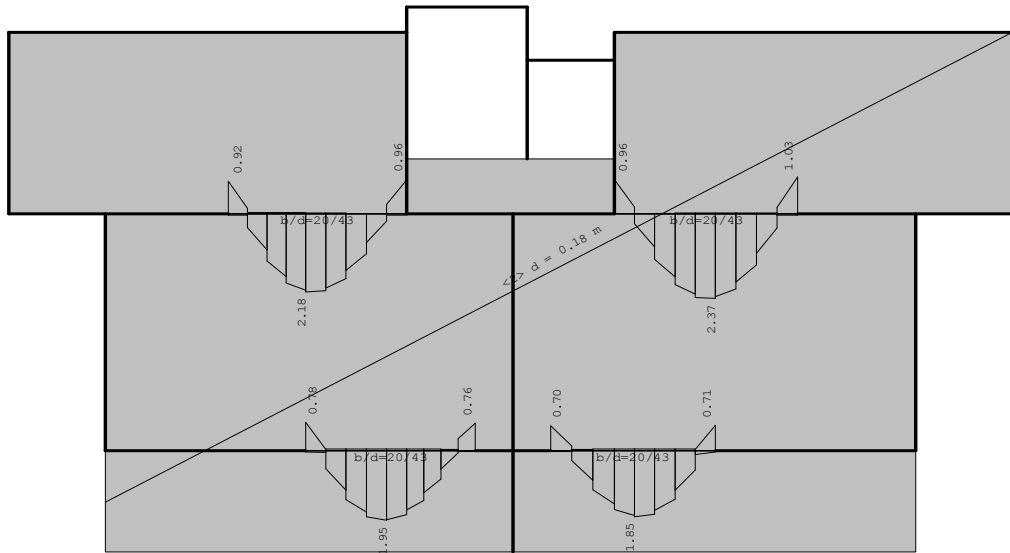
Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]  
 Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,u= -6.57 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=2.50 cm



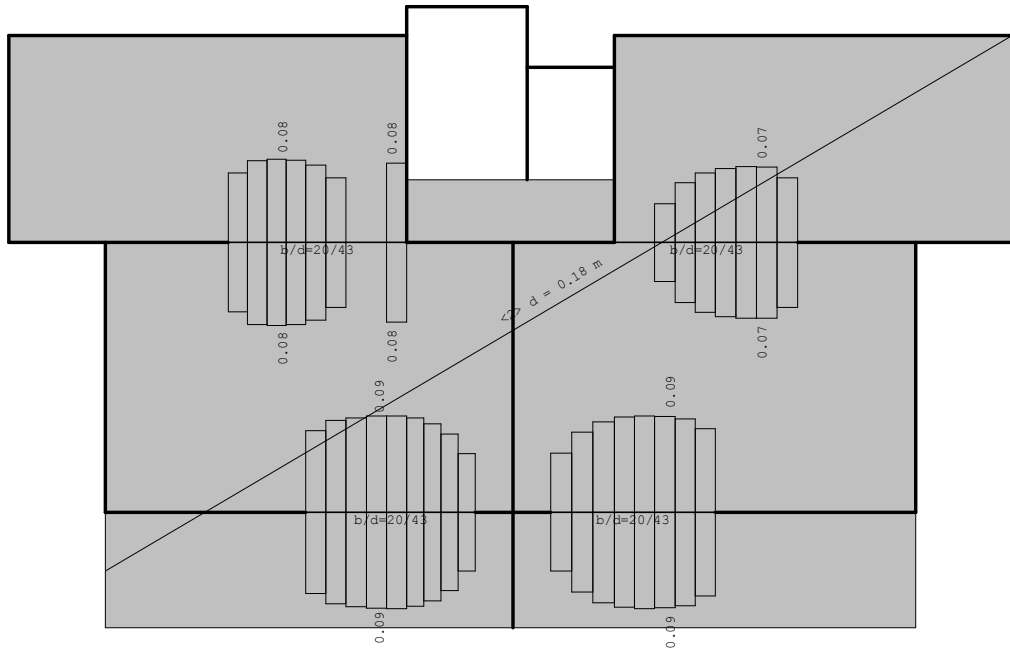
Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]  
 Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,u= -12.93 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H

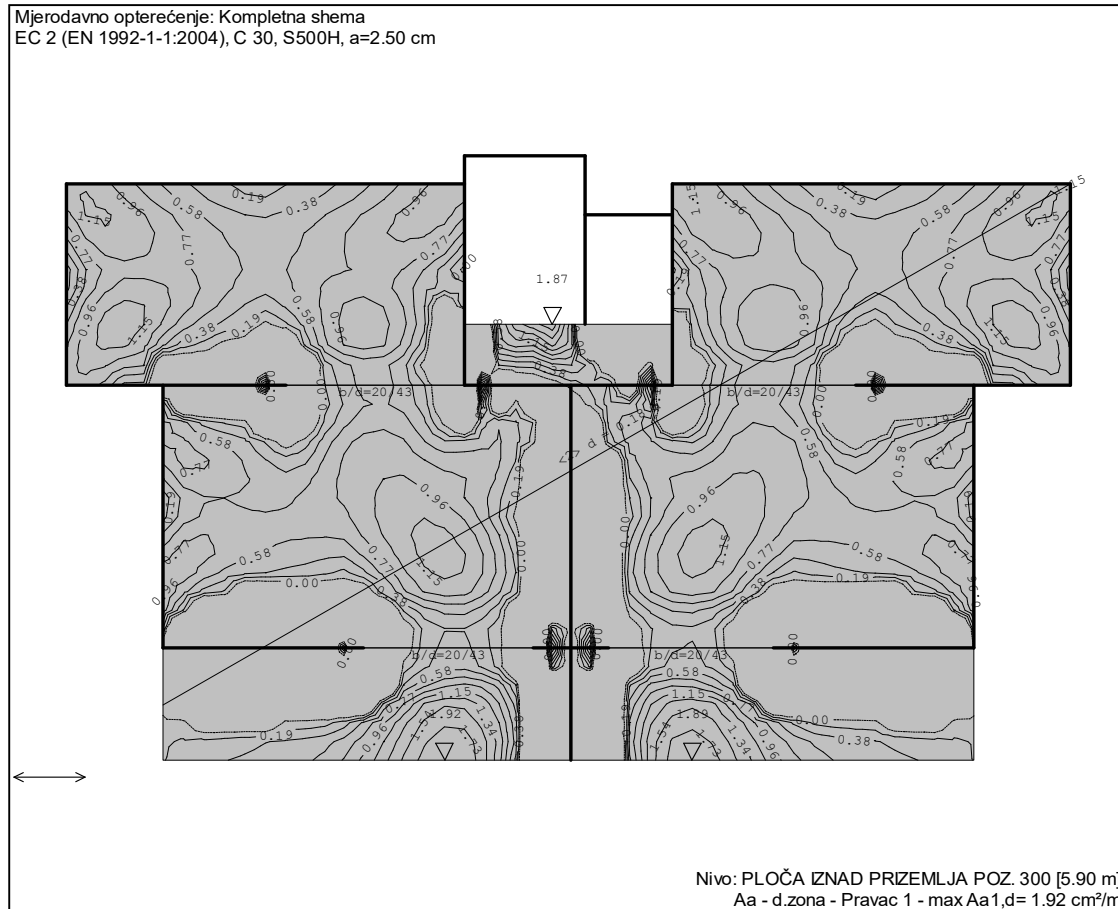
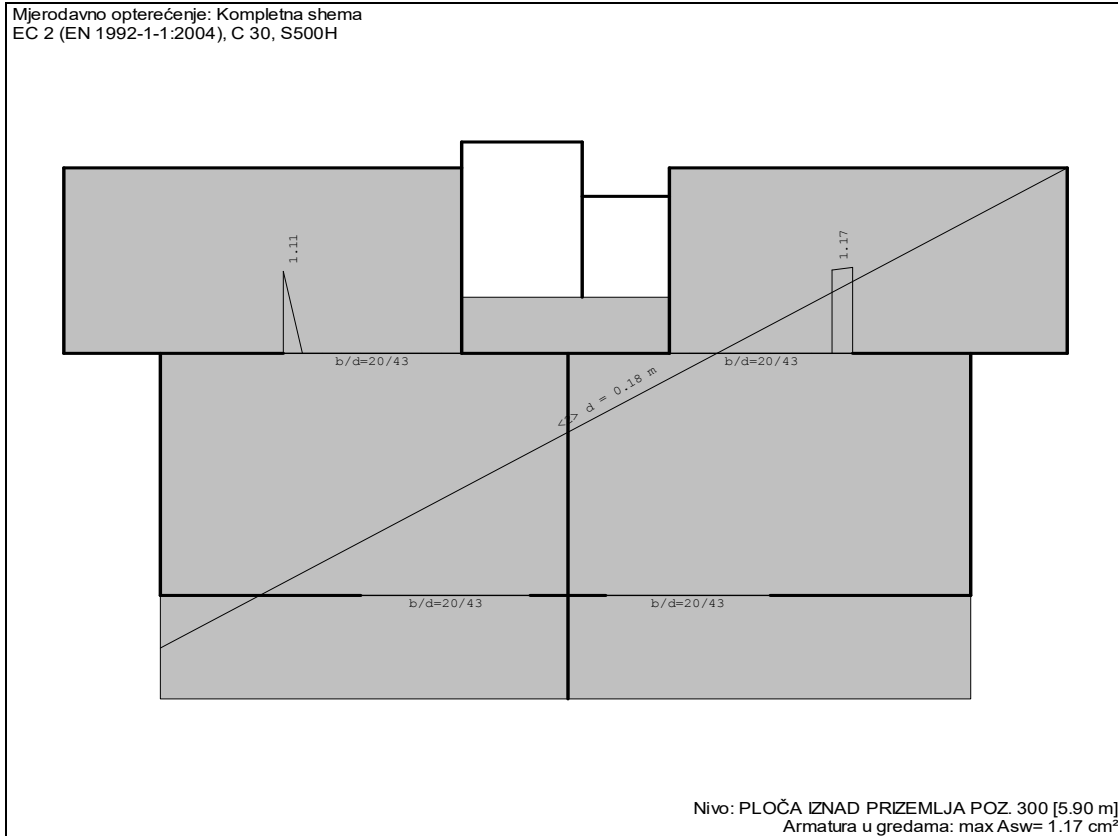


Nivo: PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300 [5.90 m]  
 Armatura u gredama: max  $A_{a2}/A_{a1} = 1.03 / 2.37 \text{ cm}^2$

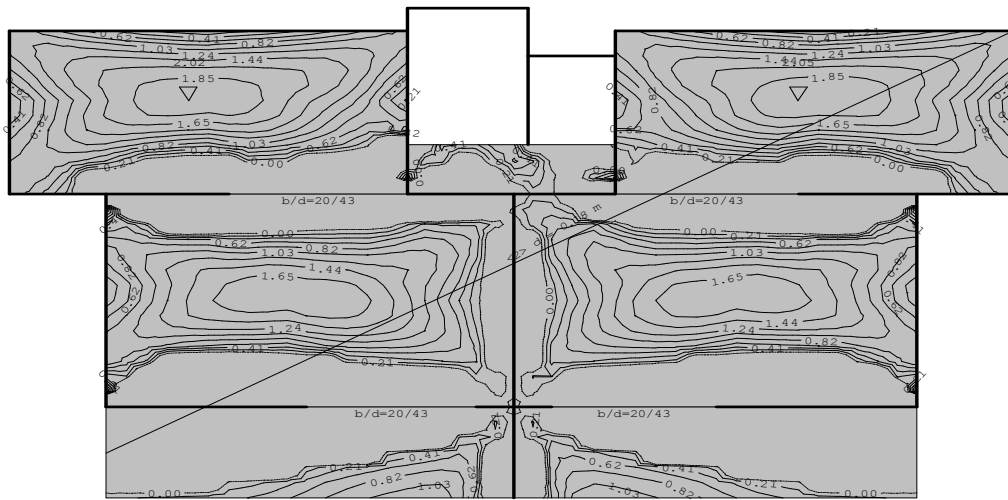
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



Nivo: PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300 [5.90 m]  
 Armatura u gredama: max  $A_{a3}/A_{a4} = 0.09 / 0.09 \text{ cm}^2$

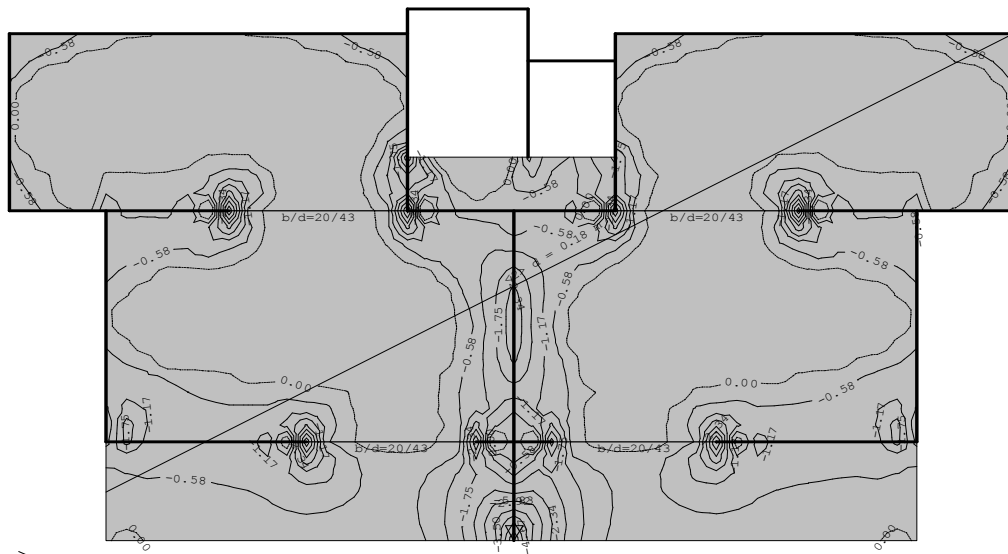


Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=2.50 cm

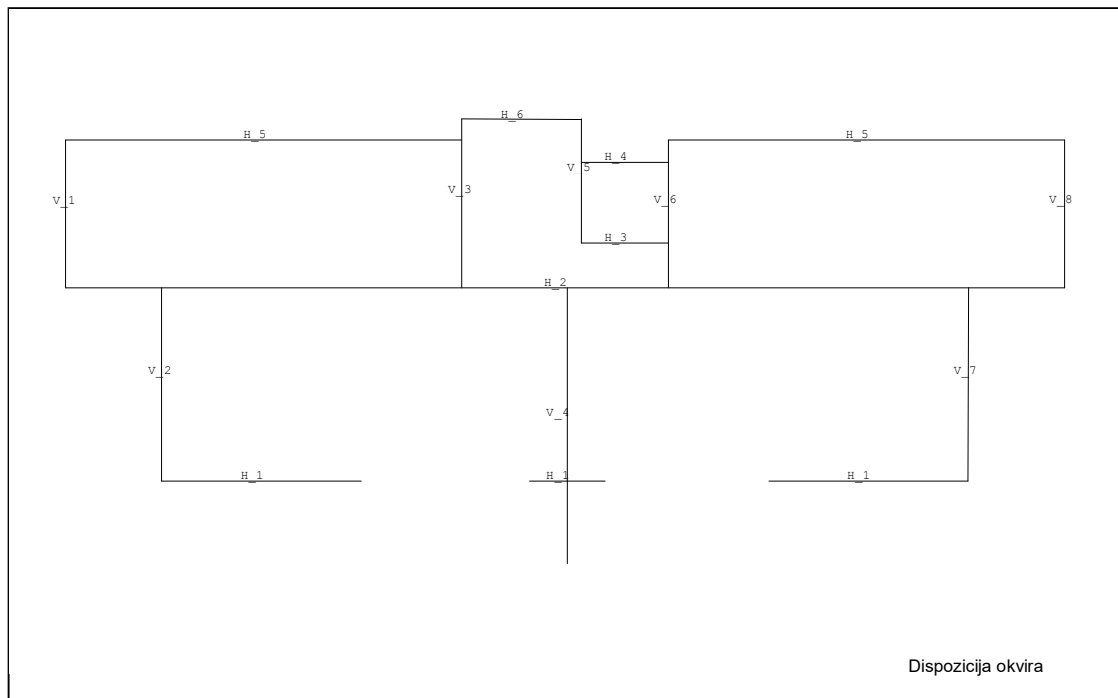
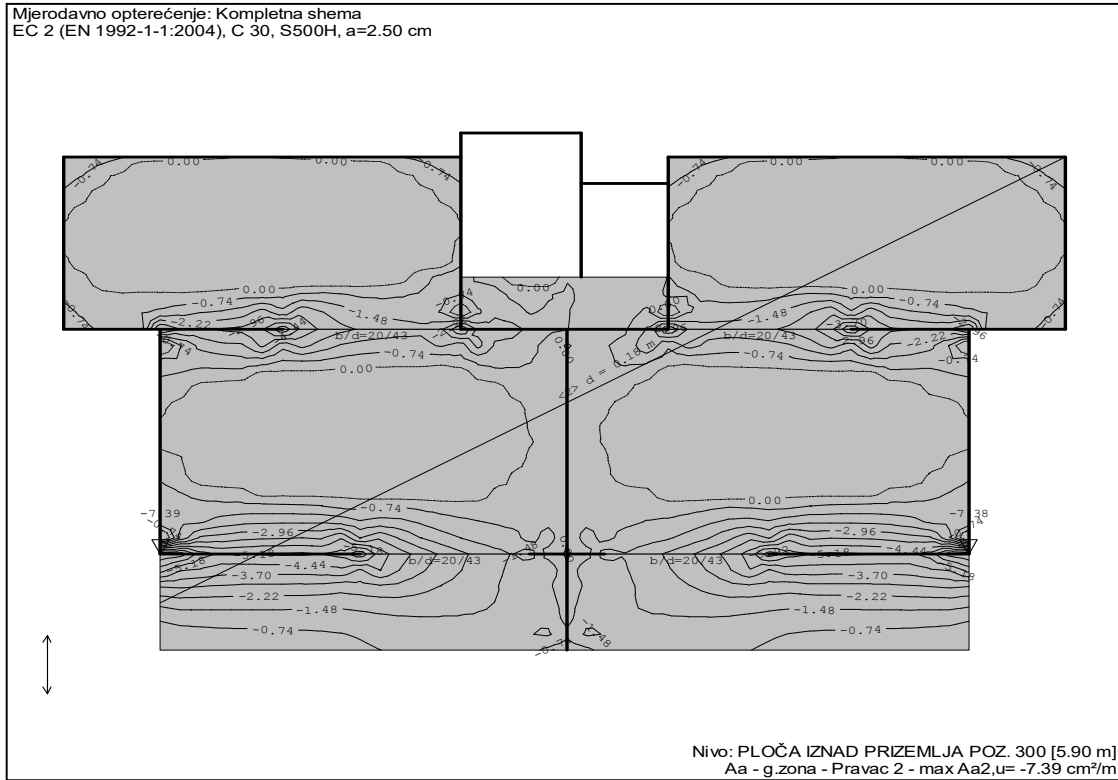


Nivo: PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300 [5.90 m]  
 Aa - d.zona - Pramac 2 - max Aa2,d= 2.05 cm<sup>2</sup>/m

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema  
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H, a=2.50 cm

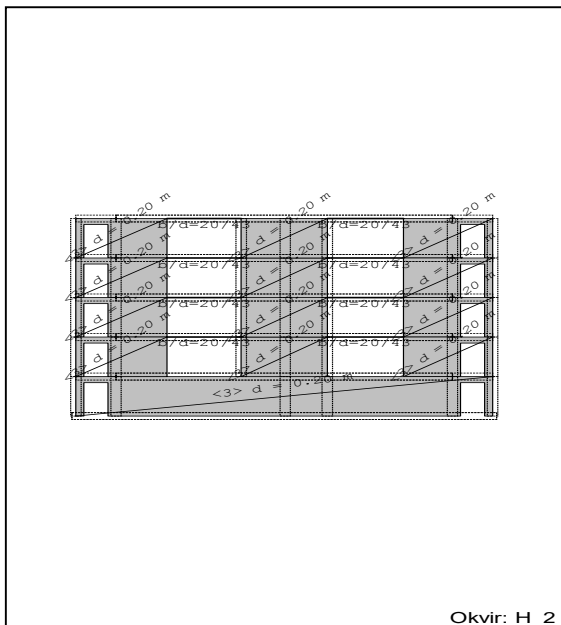
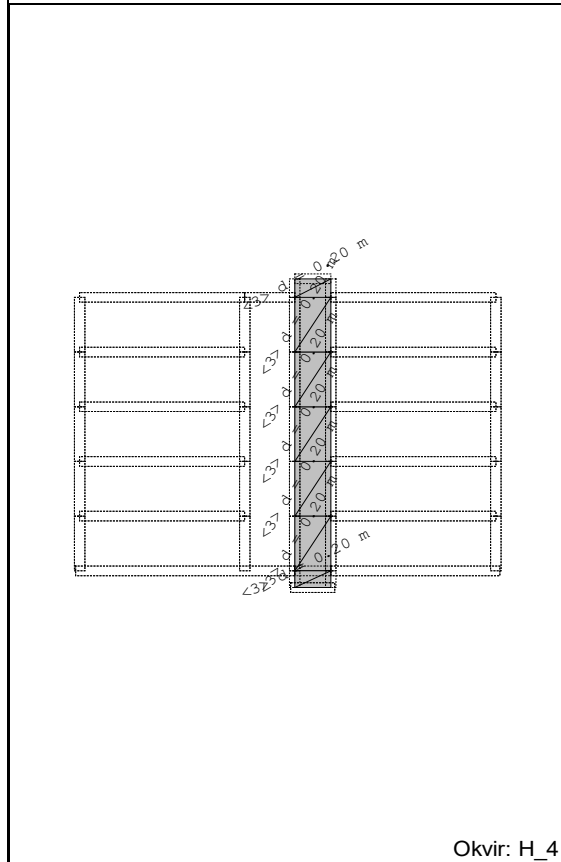
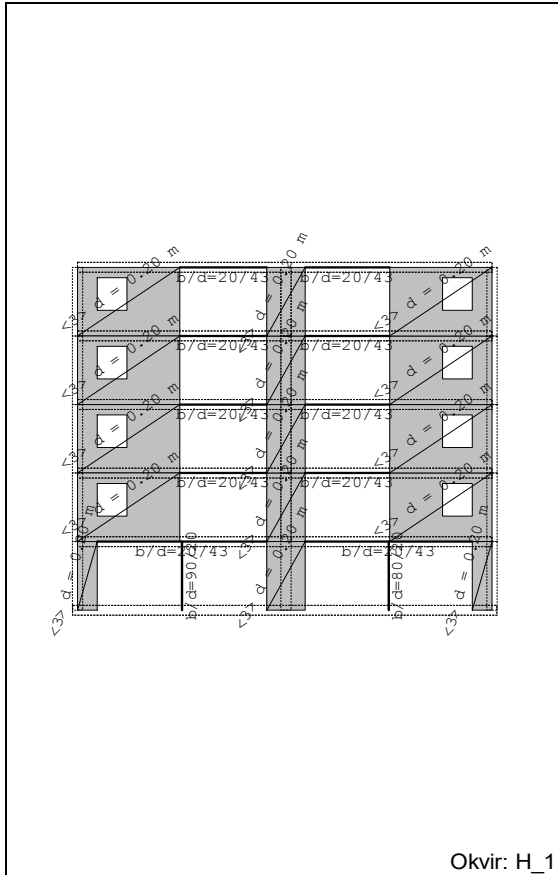


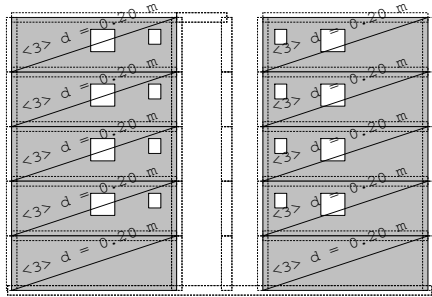
Nivo: PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300 [5.90 m]  
 Aa - g.zona - Pramac 1 - max Aa1,u= -5.83 cm<sup>2</sup>/m



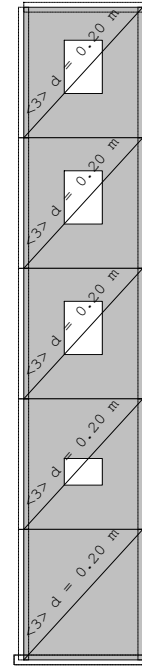


4.2. Dispozicija okvira – plan pozicija zidova (3D MODEL)

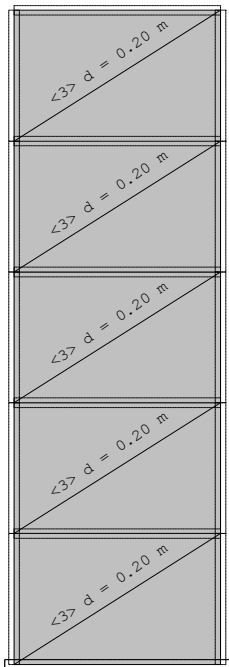




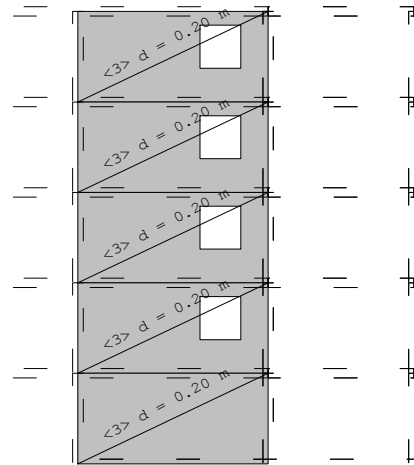
Okvir: H\_5



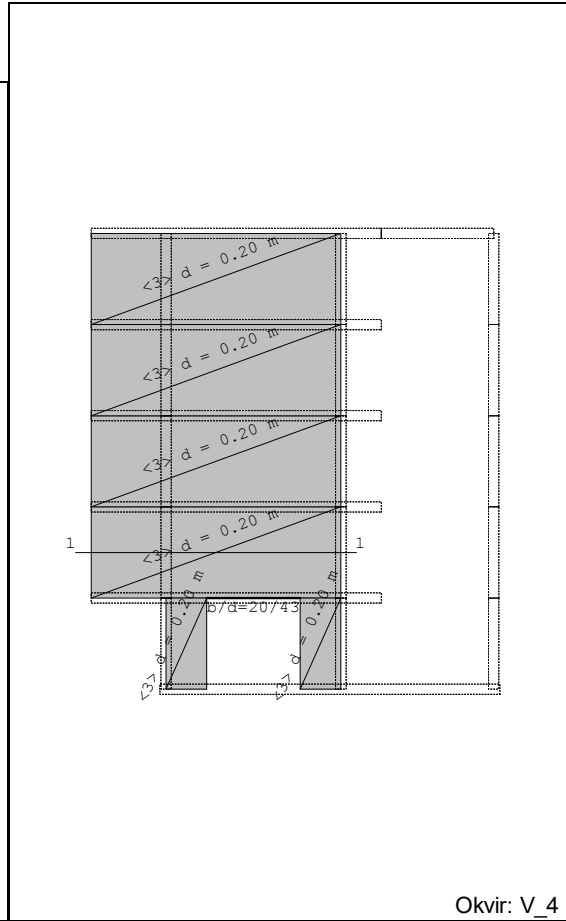
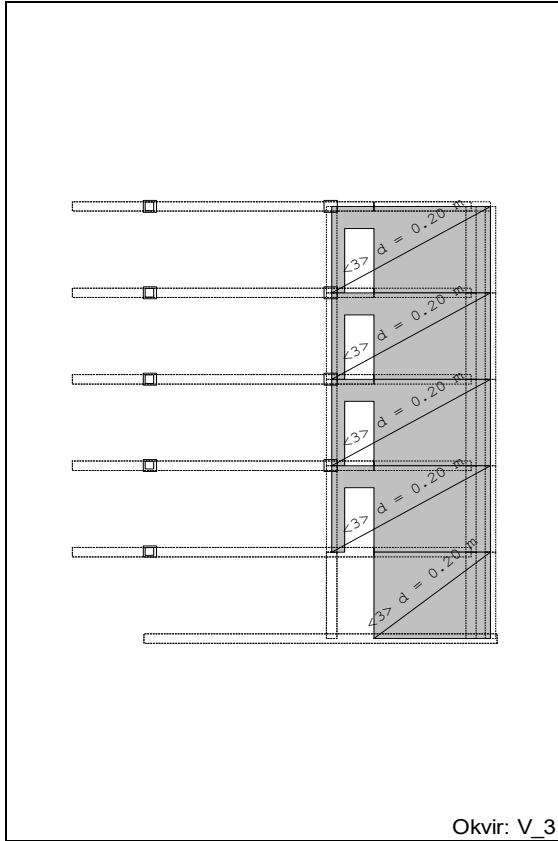
Okvir: H\_6

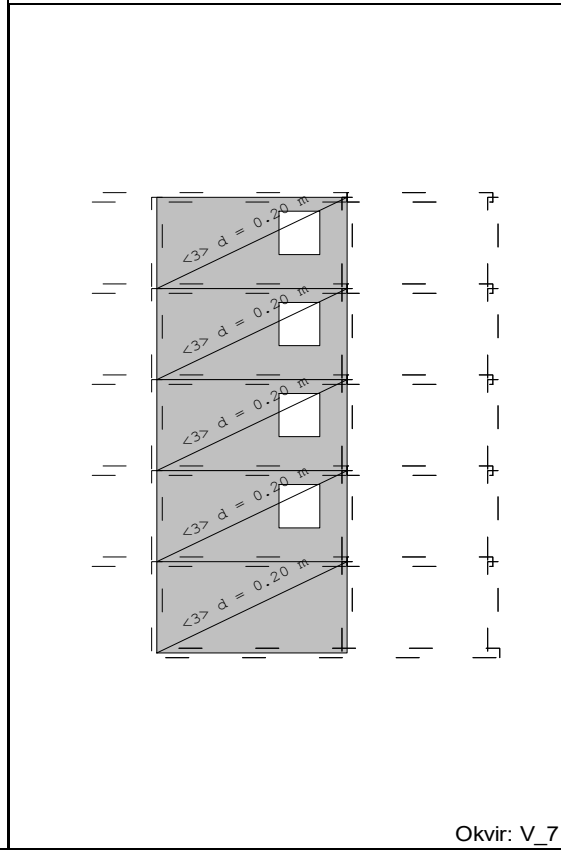
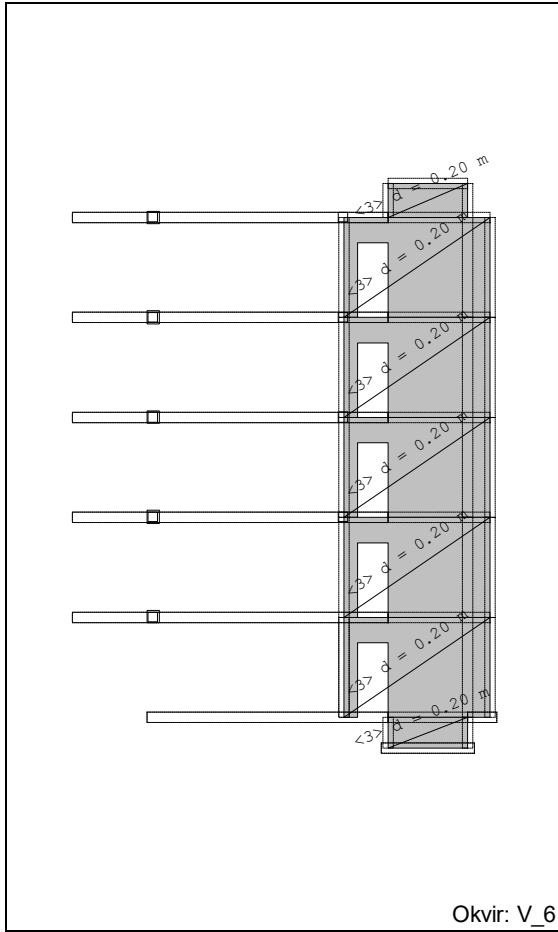


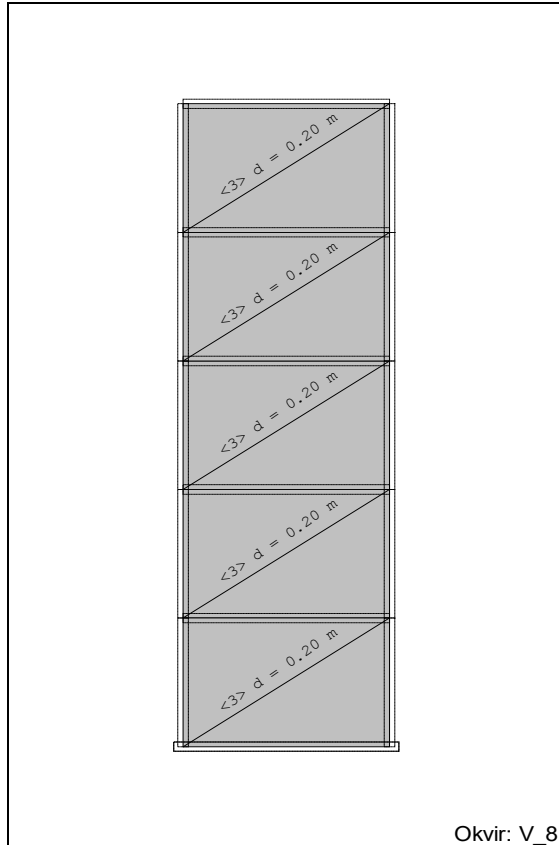
Okvir: V\_1



Okvir: V\_2







## 5. ULAZNI PODACI – OPTEREĆENJE

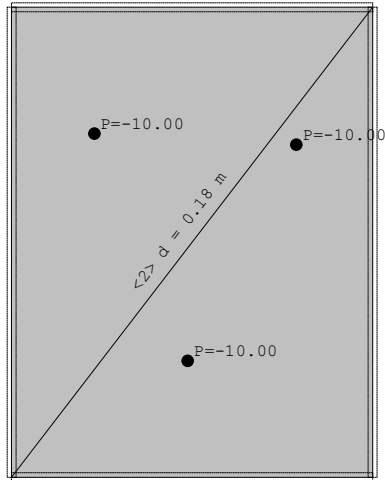
### PRIKAZ POLOŽAJA I IZNOSA OPTEREĆENJA

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	STALNO (g)
2	KORISNO
3	Ex (+e)
4	Ex (-e)
5	Ey (+e)
6	Ey (-e)
7	Komb.: 1.35xI
8	Komb.: 1.5xII
9	Komb.: 1.35xI+1.5xII
10	Komb.: I
11	Komb.: 0.5xII
12	Komb.: I+0.5xII
13	Komb.: I
14	Komb.: 0.3xII
15	Komb.: I+0.3xII
16	Komb.: I
17	Komb.: 0.3xII
18	Komb.: I+0.3xII
19	Komb.: III
20	Komb.: -1xIII
21	Komb.: I+III
22	Komb.: I-1xIII
23	Komb.: 0.3xII+III
24	Komb.: 0.3xII-1xIII
25	Komb.: I+0.3xII+III
26	Komb.: I+0.3xII-1xIII
27	Komb.: IV
28	Komb.: -1xIV
29	Komb.: I+IV
30	Komb.: I-1xIV
31	Komb.: 0.3xII+IV
32	Komb.: 0.3xII-1xIV
33	Komb.: I+0.3xII+IV
34	Komb.: I+0.3xII-1xIV
35	Komb.: V
36	Komb.: -1xV

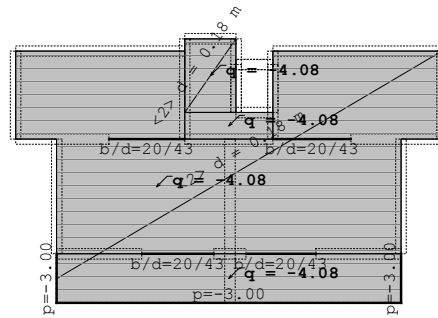
37	Komb.: I+V
38	Komb.: I-1xV
39	Komb.: 0.3xII+V
40	Komb.: 0.3xII-1xV
41	Komb.: I+0.3xII+V
42	Komb.: I+0.3xII-1xV
43	Komb.: VI
44	Komb.: -1xVI
45	Komb.: I+VI
46	Komb.: I-1xVI
47	Komb.: 0.3xII+VI
48	Komb.: 0.3xII-1xVI
49	Komb.: I+0.3xII+VI
50	Komb.: I+0.3xII-1xVI

Opt. 1: STALNO (g)



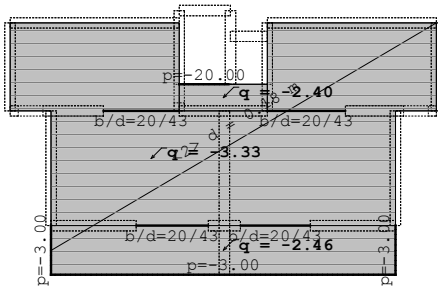
Nivo: PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70 [15.75..

Opt. 1: STALNO (g)



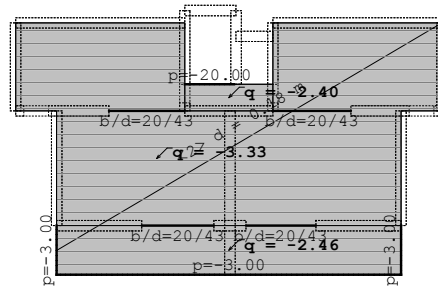
Nivo: PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600 [14.75 m]

Opt. 1: STALNO (g)



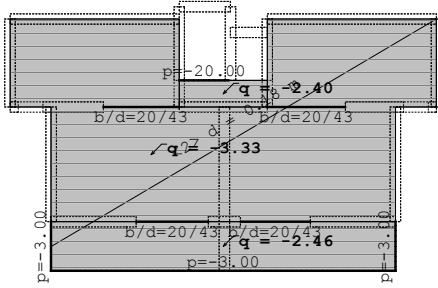
Nivo: PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500 [11.80 m]

Opt. 1: STALNO (g)



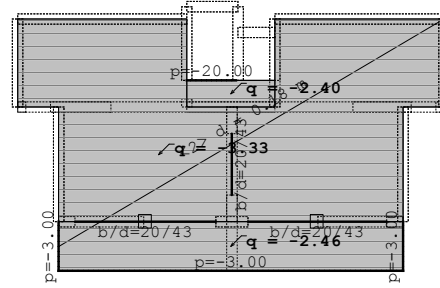
Nivo: PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400 [8.85 m]

Opt. 1: STALNO (g)



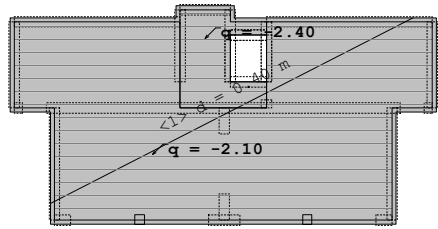
Nivo: PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300 [5.90 m]

Opt. 1: STALNO (g)



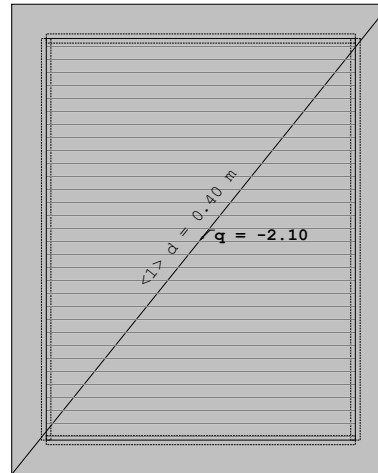
Nivo: PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200 [2.95 m]

Opt. 1: STALNO (g)



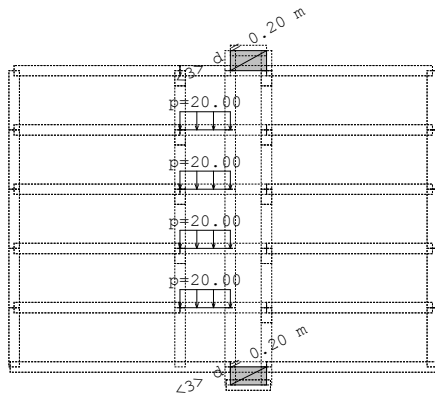
Nivo: TEM.PL. POZ 100 [0.00 m]

Opt. 1: STALNO (g)



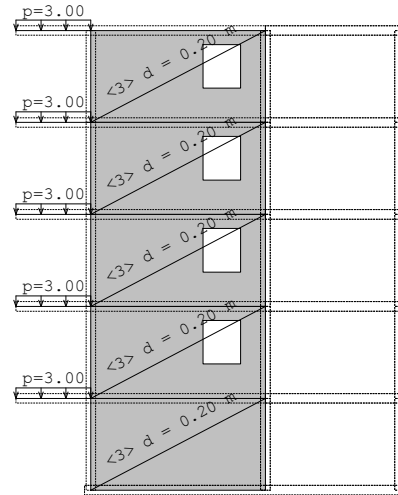
Nivo: TEM.PL.LIFTA 0 [-0.90 m]

Opt. 1: STALNO (g)



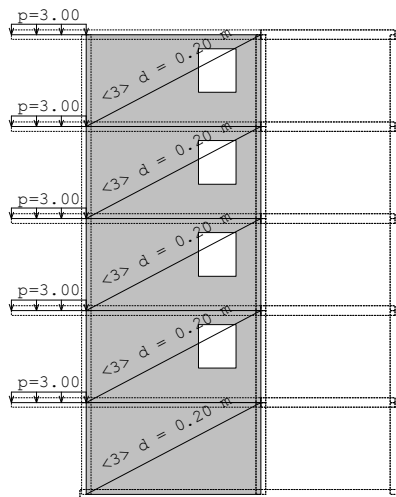
Okvir: H\_3

Opt. 1: STALNO (g)



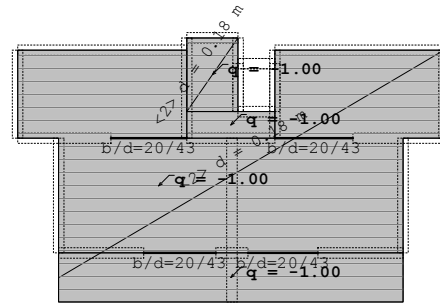
Okvir: V\_2

Opt. 1: STALNO (g)



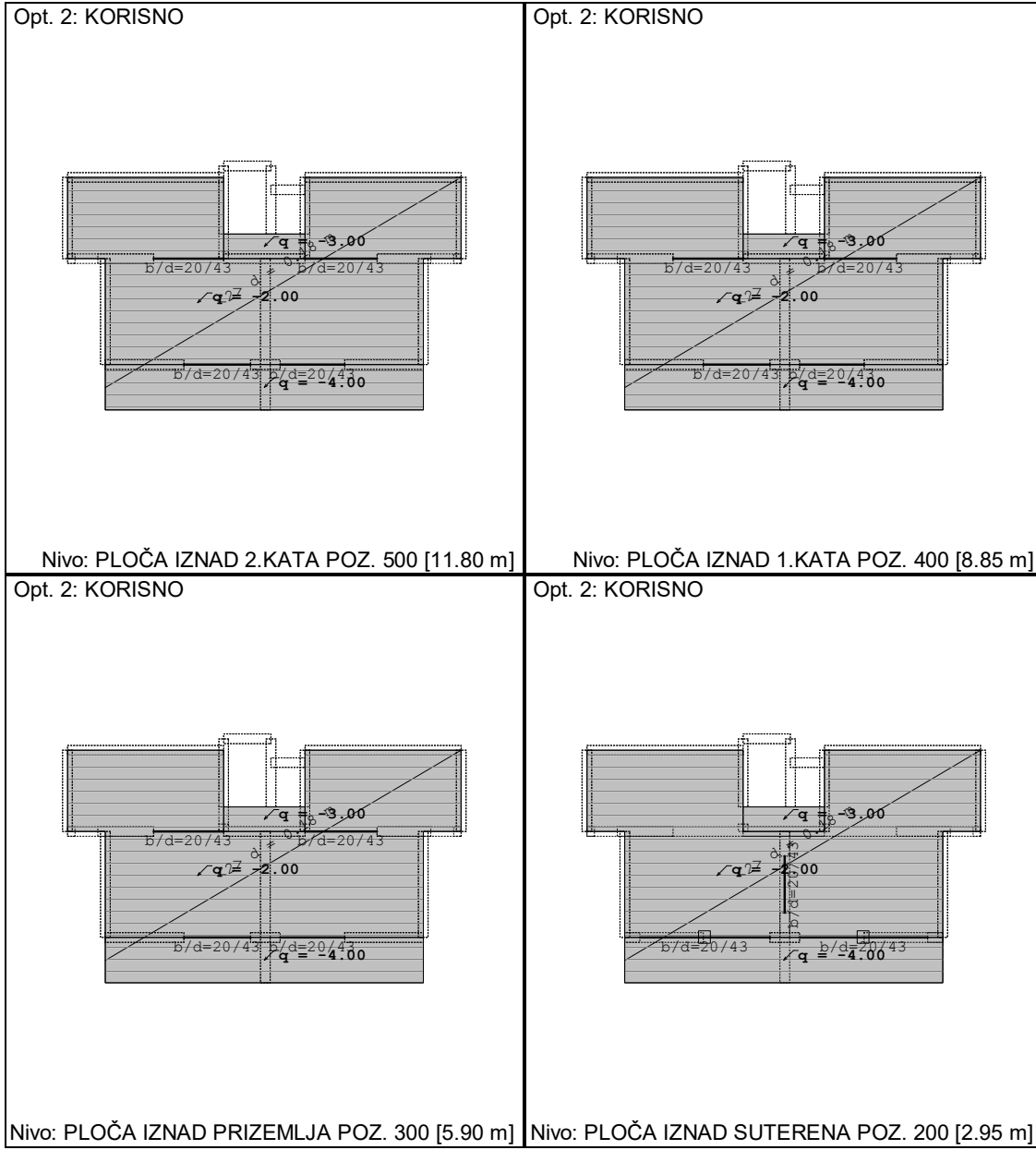
Okvir: V\_7

Opt. 2: KORISNO

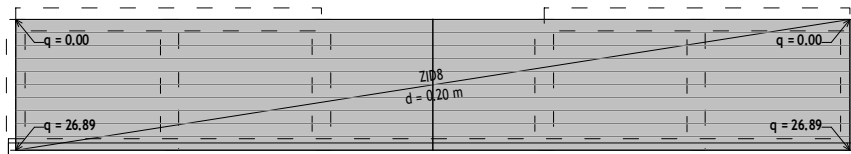


Nivo: PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600 [14.75 m]



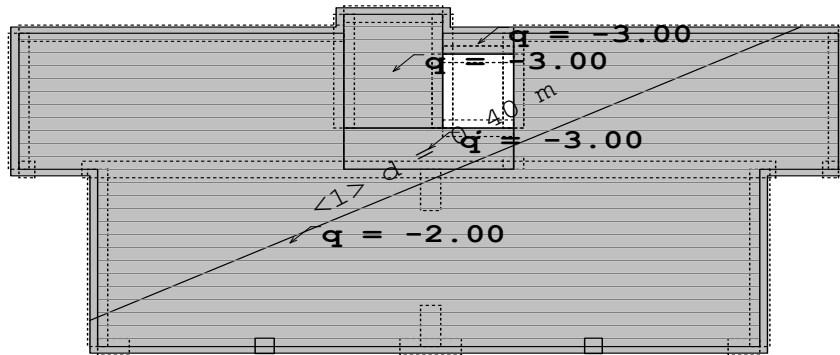


Opt. 8: Pritisak tla-mirovanje



Okvir: SJEVERNI ZID-POD ZEMLJOM

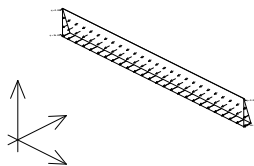
## Opt. 2: KORISNO



Nivo: TEM.PL. POZ 100 [0.00 m]

**Površinsko opterećenje**

Opterećenje 8: Pritisak tla-mirovanje



Wizard – Zemlja	
Parametar	Vrijednost
h [m]	2.83
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19.00
$\phi$ [°]	30.00
Pritisak tla u stanju mirovanja	

**6. Modalna analiza****Napredne opcije seizmičkog proračuna:**

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča

10000.000

Multiplikator krutosti ležajeva:

6.000 x d

Sudjelovanje zidova:

Sprječeno osciliranje u Z pravcu

**Faktori opterećenja za proračun masa**

No	Naziv	Koeficijent
1	STALNO (g)	1.00
2	KORISNO	0.50

**Raspored masa po visini objekta**

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m <sup>2</sup>
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	10.43	4.38	279.10	1.27
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	10.38	4.46	320.85	1.52
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	10.39	4.46	321.33	1.52
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	10.39	4.46	322.37	1.53
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	10.40	5.03	648.30	3.07
Ukupno:	7.70	10.40	4.64	1891.95	

**Položaj centara krutosti po visini objekta (točna metoda)**

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	10.65	10.58
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	10.68	10.29
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	10.69	9.80
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	10.71	9.14
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	10.74	8.70

**Ekscentricitet po visini objekta (točna metoda)**

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	0.22	6.20
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	0.30	5.83
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	0.31	5.35
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	0.33	4.69
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	0.34	3.67

**Periodi osciliranja konstrukcije**

No	T [s]	f [Hz]
1	0.1181	8.4710
2	0.1005	9.9462
3	0.0581	17.2056
4	0.0409	24.4452
5	0.0345	28.9929
6	0.0283	35.3441
7	0.0271	36.8571
8	0.0269	37.1598
9	0.0257	38.8849
10	0.0224	44.5667
11	0.0209	47.8786
12	0.0207	48.2346

## 7. Seizmički proračun

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

Razred tla: B  
 Razred važnosti: II ( $\gamma=1.0$ )  
 Odnos  $a/g$ : 0.30  
 Koeficijent prigušenja: 0.05  
 Slučajni ekscentritet mase etaže:  $e_i = \pm 0.050 \times L_i$

### Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut $\alpha$ [°]	$k_\alpha$	$k_{\alpha+90^\circ}$	$k_z$	Faktor P.
Ex	0	1.000	0.300	0.000	3.000
Ey	90	1.000	0.300	0.000	3.000

### Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td
Ex	1.200	0.150	0.500	2.000
Ey	1.200	0.150	0.500	2.000

### Ex (+e)

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]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	801.06	11.52	0.78	-0.22	357.90	21.84	383.61	-9.38	-0.14
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	738.44	5.66	1.10	-0.70	332.17	23.78	378.63	-3.84	1.03
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	532.80	3.10	1.24	-0.98	243.99	23.11	277.81	-2.13	1.00
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	314.12	-0.00	1.28	-0.88	151.88	21.38	154.72	-0.00	0.94
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	220.71	-3.72	0.68	-0.11	132.42	22.51	99.56	2.68	0.85
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		2607.1	16.55	5.08	-2.89	1218.4	112.62	1294.3	-12.67	3.67

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]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	-399.24	1.14	1.51	-1.41	-149.11	-22.09	-0.12	-0.45	-0.05
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	-57.40	2.19	0.76	-1.01	-37.02	-22.78	0.17	0.16	-0.03
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	314.54	0.97	0.71	0.21	92.81	-19.22	0.21	0.50	-0.03
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	507.80	0.08	0.64	1.51	169.24	-13.74	0.00	0.53	-0.02
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	847.24	-2.93	-0.65	8.27	361.98	-2.92	-0.66	0.68	-0.02
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		1212.9	1.44	2.98	7.57	437.90	-80.76	-0.39	1.42	-0.16

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]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	-48.09	6.36	1.10	155.62	1.81	-0.51	1.62	-0.12	-0.02
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	4.47	0.24	0.65	-82.64	1.45	0.26	-5.81	-0.64	-0.23
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	42.07	-6.06	0.55	-193.82	-1.13	-0.23	-4.94	-0.11	-0.17
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	32.28	-7.04	0.32	-46.09	-2.08	-0.77	6.37	0.13	0.05
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	17.17	-4.07	0.40	360.88	0.84	-0.92	17.31	-2.05	0.15
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		47.90	-10.57	3.02	193.95	0.89	-2.17	14.54	-2.78	-0.23

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	0.75	23.95	3.12	-1.45	0.43	0.03	2.82	0.37	-1.38
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	0.08	-9.49	2.67	0.51	-0.24	-0.01	-3.41	0.13	-1.10
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-0.47	-30.42	1.23	0.95	-0.55	-0.02	-0.03	-0.32	-1.11
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-0.45	-16.23	-0.50	0.10	-0.09	-0.04	5.28	-0.14	-1.18
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-0.97	47.15	0.60	-0.10	1.00	0.08	9.18	-1.98	-0.48
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		-1.05	14.96	7.12	0.01	0.55	0.05	13.84	-1.95	-5.27

### Ex (-e)

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]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	801.06	11.52	0.78	-0.22	357.90	21.84	383.61	-9.38	-0.14
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	738.44	5.66	1.10	-0.70	332.17	23.78	378.63	-3.84	1.03
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	532.80	3.10	1.24	-0.98	243.99	23.11	277.81	-2.13	1.00
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	314.12	-0.00	1.28	-0.88	151.88	21.38	154.72	-0.00	0.94
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	220.71	-3.72	0.68	-0.11	132.42	22.51	99.56	2.68	0.85
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\Sigma$		2607.1	16.55	5.08	-2.89	1218.4	112.62	1294.3	-12.67	3.67

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]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	-399.24	1.14	1.51	-1.41	-149.11	-22.09	-0.12	-0.45	-0.05	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	-57.40	2.19	0.76	-1.01	-37.02	-22.78	0.17	0.16	-0.03	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	314.54	0.97	0.71	0.21	92.81	-19.22	0.21	0.50	-0.03	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	507.80	0.08	0.64	1.51	169.24	-13.74	0.00	0.53	-0.02	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	847.24	-2.93	-0.65	8.27	361.98	-2.92	-0.66	0.68	-0.02	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	1212.9	1.44	2.98	7.57	437.90	-80.76	-0.39	1.42	-0.16

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]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	-48.09	6.36	1.10	155.62	1.81	-0.51	1.62	-0.12	-0.02	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	4.47	0.24	0.65	-82.64	1.45	0.26	-5.81	-0.64	-0.23	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	42.07	-6.06	0.55	-193.82	-1.13	-0.23	-4.94	-0.11	-0.17	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	32.28	-7.04	0.32	-46.09	-2.08	-0.77	6.37	0.13	0.05	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	17.17	-4.07	0.40	360.88	0.84	-0.92	17.31	-2.05	0.15	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	47.90	-10.57	3.02	193.95	0.89	-2.17	14.54	-2.78	-0.23

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	0.75	23.95	3.12	-1.45	0.43	0.03	2.82	0.37	-1.38	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	0.08	-9.49	2.67	0.51	-0.24	-0.01	-3.41	0.13	-1.10	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-0.47	-30.42	1.23	0.95	-0.55	-0.02	-0.03	-0.32	-1.11	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-0.45	-16.23	-0.50	0.10	-0.09	-0.04	5.28	-0.14	-1.18	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-0.97	47.15	0.60	-0.10	1.00	0.08	9.18	-1.98	-0.48	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	-1.05	14.96	7.12	0.01	0.55	0.05	13.84	-1.95	-5.27

Ey (+e)

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]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	-234.78	-3.38	-0.23	-0.75	1203.4	73.44	-119.19	2.91	0.04	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	-216.43	-1.66	-0.32	-2.34	1116.9	79.97	-117.64	1.19	-0.32	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-156.16	-0.91	-0.36	-3.28	820.34	77.70	-86.31	0.66	-0.31	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-92.06	0.00	-0.37	-2.97	510.68	71.88	-48.07	0.00	-0.29	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-64.69	1.09	-0.20	-0.37	445.24	75.68	-30.93	-0.83	-0.26	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	-764.13	-4.85	-1.49	-9.71	4096.5	378.67	-402.15	3.94	-1.14

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]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	119.25	-0.34	-0.45	-4.42	-467.49	-69.26	-5.01	-19.16	-2.31	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	17.15	-0.65	-0.23	-3.16	-116.08	-71.43	7.09	6.81	-1.38	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-93.95	-0.29	-0.21	0.66	290.99	-60.26	8.99	21.21	-1.31	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-151.68	-0.02	-0.19	4.75	530.62	-43.09	0.21	22.76	-1.00	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-253.08	0.88	0.20	25.92	1134.9	-9.15	-27.89	28.89	-0.80	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	-362.31	-0.43	-0.89	23.74	1373.0	-253.20	-16.62	60.51	-6.79

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]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	26.82	-3.55	-0.61	-45.91	-0.53	0.15	-0.84	0.06	0.01	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	-2.49	-0.13	-0.36	24.38	-0.43	-0.08	3.03	0.33	0.12	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-23.46	3.38	-0.31	57.18	0.33	0.07	2.57	0.06	0.09	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-18.00	3.93	-0.18	13.60	0.61	0.23	-3.32	-0.07	-0.03	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-9.58	2.27	-0.22	-106.47	-0.25	0.27	-9.02	1.07	-0.08	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	-26.71	5.90	-1.68	-57.22	-0.26	0.64	-7.58	1.45	0.12

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12			
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	3.34	106.48	13.87	-4.61	1.36	0.10	-1.30	-0.17	0.64	
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	0.35	-42.20	11.86	1.61	-0.75	-0.02	1.57	-0.06	0.51	
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-2.09	-135.23	5.48	3.02	-1.74	-0.05	0.01	0.15	0.51	
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-1.99	-72.16	-2.22	0.31	-0.29	-0.13	-2.43	0.07	0.55	
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-4.29	209.61	2.66	-0.31	3.17	0.26	-4.23	0.91	0.22	
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Σ=	-4.68	66.51	31.65	0.02	1.74	0.16	-6.37	0.90	2.42

Ey (-e)

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]

PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	-234.78	-3.38	-0.23	-0.75	1203.4	73.44	-119.19	2.91	0.04
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	-216.43	-1.66	-0.32	-2.34	1116.9	79.97	-117.64	1.19	-0.32
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-156.16	-0.91	-0.36	-3.28	820.34	77.70	-86.31	0.66	-0.31
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-92.06	0.00	-0.37	-2.97	510.68	71.88	-48.07	0.00	-0.29
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-64.69	1.09	-0.20	-0.37	445.24	75.68	-30.93	-0.83	-0.26
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-764.13	-4.85	-1.49	-9.71	4096.5	378.67	-402.15	3.94	-1.14

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]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	119.25	-0.34	-0.45	-4.42	-467.49	-69.26	-5.01	-19.16	-2.31
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	17.15	-0.65	-0.23	-3.16	-116.08	-71.43	7.09	6.81	-1.38
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-93.95	-0.29	-0.21	0.66	290.99	-60.26	8.99	21.21	-1.31
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-151.68	-0.02	-0.19	4.75	530.62	-43.09	0.21	22.76	-1.00
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-253.08	0.88	0.20	25.92	1134.9	-9.15	-27.89	28.89	-0.80
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-362.31	-0.43	-0.89	23.74	1373.0	-253.20	-16.62	60.51	-6.79

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]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	26.82	-3.55	-0.61	-45.91	-0.53	0.15	-0.84	0.06	0.01
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	-2.49	-0.13	-0.36	24.38	-0.43	-0.08	3.03	0.33	0.12
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-23.46	3.38	-0.31	57.18	0.33	0.07	2.57	0.06	0.09
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-18.00	3.93	-0.18	13.60	0.61	0.23	-3.32	-0.07	-0.03
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-9.58	2.27	-0.22	-106.47	-0.25	0.27	-9.02	1.07	-0.08
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-26.71	5.90	-1.68	-57.22	-0.26	0.64	-7.58	1.45	0.12

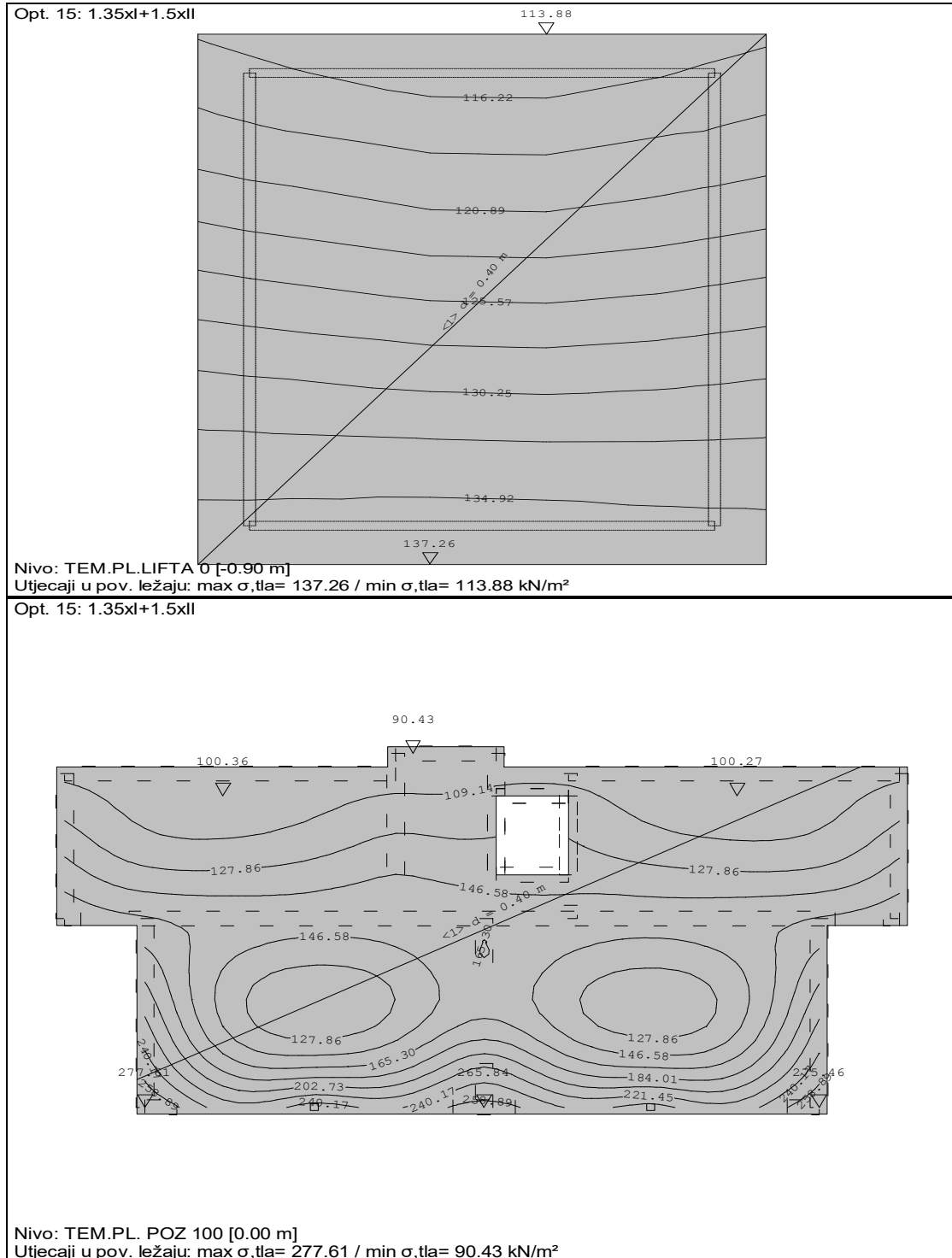
Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
PLOČA IZNAD OKNA LIFTA POZ. 70	15.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOČA IZNAD 3.KATA POZ. 600	14.75	3.34	106.48	13.87	-4.61	1.36	0.10	-1.30	-0.17	0.64
PLOČA IZNAD 2.KATA POZ. 500	11.80	0.35	-42.20	11.86	1.61	-0.75	-0.02	1.57	-0.06	0.51
PLOČA IZNAD 1.KATA POZ. 400	8.85	-2.09	-135.23	5.48	3.02	-1.74	-0.05	0.01	0.15	0.51
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA POZ. 300	5.90	-1.99	-72.16	-2.22	0.31	-0.29	-0.13	-2.43	0.07	0.55
PLOČA IZNAD SUTERENA POZ. 200	2.95	-4.29	209.61	2.66	-0.31	3.17	0.26	-4.23	0.91	0.22
TEM.PL. POZ 100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TEM.PL.LIFTA 0	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-4.68	66.51	31.65	0.02	1.74	0.16	-6.37	0.90	2.42

## Faktori participacije - Relativno učešće

Ton \ Naziv	1. Ex (+e)	2. Ex (-e)	3. Ey (+e)	4. Ey (-e)
1	0.444	0.444	0.037	0.037
2	0.062	0.062	0.673	0.673
3	0.219	0.219	0.020	0.020
4	0.206	0.206	0.018	0.018
5	0.024	0.024	0.224	0.224
6	0.000	0.000	0.011	0.011
7	0.008	0.008	0.002	0.002
8	0.033	0.033	0.003	0.003
9	0.002	0.002	0.001	0.001
10	0.001	0.001	0.011	0.011
11	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.002	0.002	0.000	0.000

## 8.DIMEZIONIRANJE TEMELJNE KONSTRUKCIJE

### TEMELJNA KONSTRUKCIJA POZ 0



Maksimalna naprezanja u tlu manja su od dopuštenih.

## 9. GREDNI NOSAČI

### 9.1. Dimenzioniranje grednih nosača

Minimalna površina uzdužne armature:

**POLJE:**

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_c \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_c \cdot d$$

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_c \cdot d \geq 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 20 \cdot 43 = 1,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_c \cdot d \geq 0,0013 \cdot 20 \cdot 43 = 1,11 \text{ cm}^2$$

**LEŽAJ:**

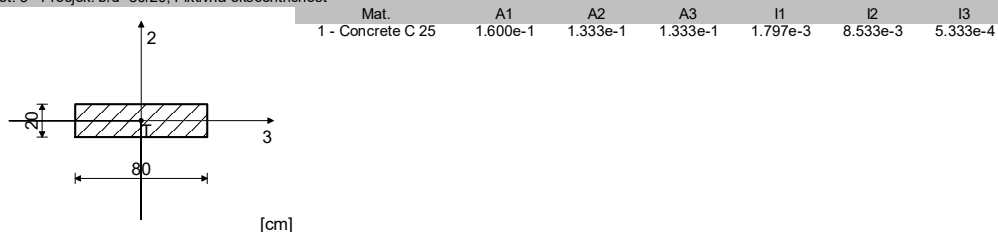
$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot b_w \cdot d = 0,0013 \cdot 20 \cdot 43 = 1,11 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,max} = 0,04 \cdot A_c = 40 \text{ cm}^2$$

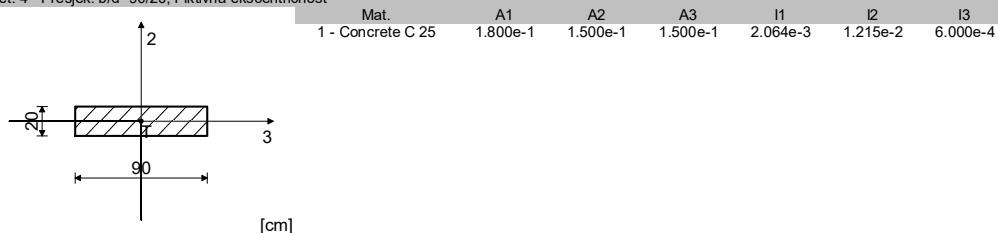
## 10. STUPOVI

### 10.1. Dimenzioniranje presjeka stupa

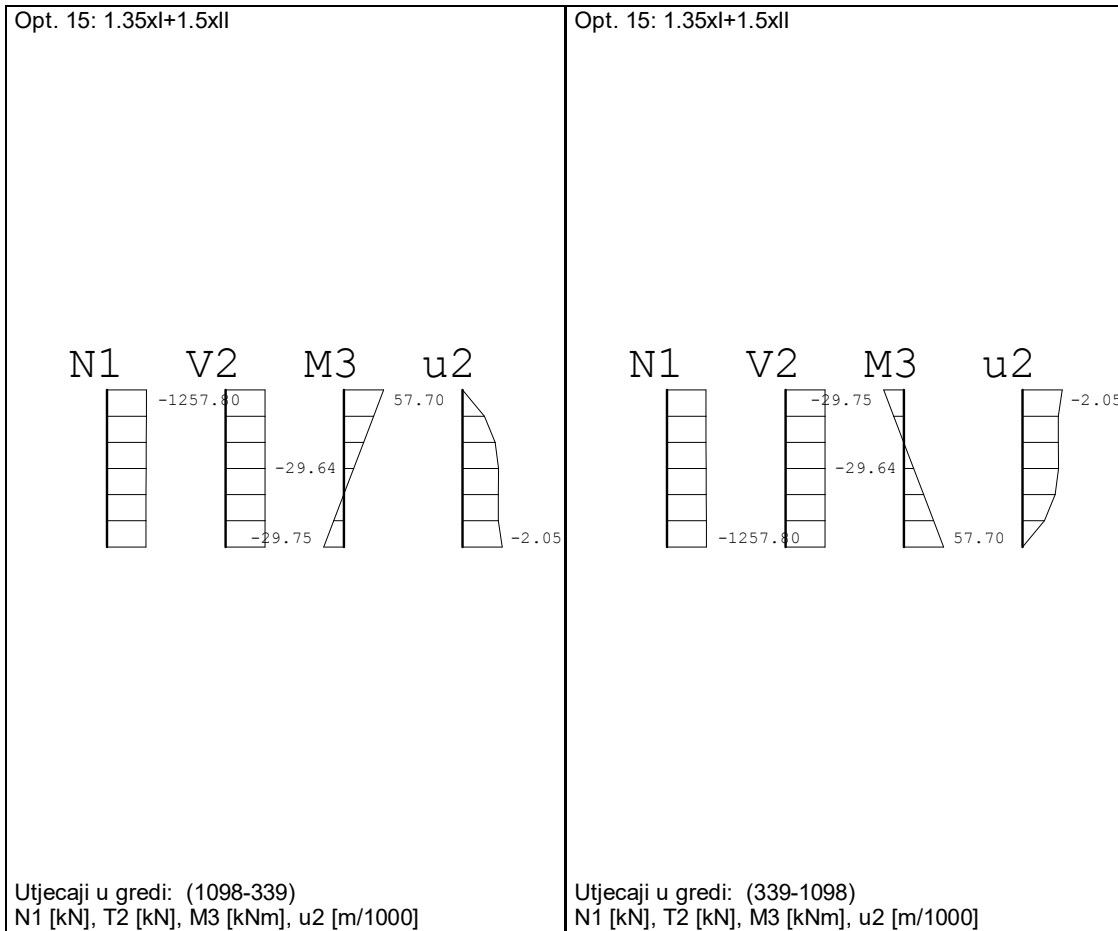
Set: 3 Presjek: b/d=80/20, Fiktivna ekscentričnost



Set: 4 Presjek: b/d=90/20, Fiktivna ekscentričnost







Provjera duktilnosti stupa:

$$N_{sd} = 1257 \text{ kN}$$

Za stup srednje duktilnosti M treba bit zadovoljen uvjet:

$$b \cdot h \geq \frac{N_{sd}}{0,65 \cdot f_{cd}}$$

$$A_{c,potr} = b \cdot h \geq \frac{N_{sd}}{0,65 \cdot f_{cd}} = \frac{1257}{0,65 \cdot 2} = 966,92 \text{ cm}^2$$

Zadani poprečni presjek stupa:

$$b/h = 80/20+20/2$$

$$A_c = 1400 \text{ cm}^2 > A_{c,potr} = 966,92 \text{ cm}^2$$

Poprečni presjek stupa zadovoljava.

Zadani poprečni presjek stupa:

$$b/h = 90/20+20/2$$

$$A_c = 1450 \text{ cm}^2 > A_{c,potr} = 966,92 \text{ cm}^2$$

Poprečni presjek stupa zadovoljava.

## 11. PRORAČUN KRAKA SKALA I DIMENZIONIRANJE

### Shema nivoa

#### Ulazni podaci - Konstrukcija

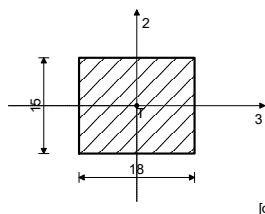
Naziv	z [m]	h [m]		
Podest 1.kata	2.88	1.44	Podest prizemlja	0.00
Medupodest	1.44	1.44		

### Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	$\alpha$
Med.p od	0.150	0.075	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.180	0.090	1	Tanka ploča	Izotropna			

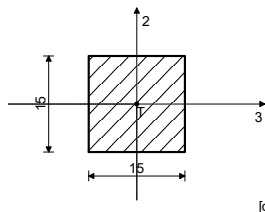
### Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=18/15, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 30/37	2.700e-2	2.250e-2	2.250e-2	1.005e-4	7.290e-5	5.062e-5

Set: 2 Presjek: b/d=15/15, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 30/37	2.250e-2	1.875e-2	1.875e-2	7.130e-5	4.219e-5	4.219e-5

$H = 295 \text{ cm}$  (visina kata)

ODABRANA VISINA STUBE:  $v = 17 \text{ cm}$

BROJ STUBA:  $n_s = \frac{H}{2 \cdot v} = \frac{295}{2 \cdot 17} = 9 \rightarrow 9 \text{ stuba po kraku}$

ŠIRINA STUBE:  $2 \cdot v_s + \check{s}_s = 64 \rightarrow \check{s}_s = 64 - 2 \cdot v_s = 64 - 2 \cdot 17 = 30 \text{ cm}$

DULJINA KRAKA:  $L_k = (9 - 1) \cdot 30 = 240 \text{ cm}$

KUT  $\alpha$ :  $\text{tg}(\alpha) = \frac{17}{30} = 0,566 \rightarrow \alpha = 29,50^\circ$

$$\text{DULJINA PODESTA: } L_p = \frac{700 - 295}{2} = 202,5 \text{ cm}$$

$$\text{AB PLOČA: } h' = h / \cos \alpha = 18 / \cos 29,5^\circ = 16 \text{ cm}$$

### Analiza opterećenja

#### a) STALNO OPTEREĆENJE ( $g_s$ )

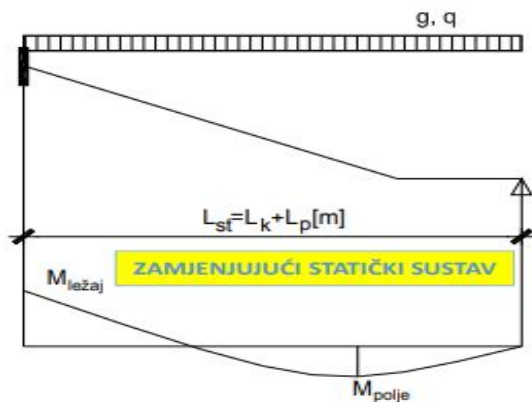
	h (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$g_s$ (kN/m <sup>2</sup> )
Keramičke pločice	0,02	28	0,56
Cementni namaz	0,01	20,00	0,20
Stuba	0,075	24,00	1,80
Ab ploča (h'=15,4 cm)	0,1600	25,00	4,00
<b>UKUPNO stalno opterećenje <math>g_s</math></b>			<b>6,56</b>

#### b) PROMIENLJIVO (UPORABNO) OPTEREĆENJE ( $q_s$ )

$$q_s = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

#### Proračun unutarnjih sila

#### Zamjenjujući statički sustav:



**Polje:**

$$M_{g,P} = g_s \cdot \frac{L^2}{14} = 6,56 \cdot \frac{5,62^2}{14} = 14,8 \text{ kNm/m}$$

$$M_{q,P} = q_s \cdot \frac{L^2}{14} = 3,0 \cdot \frac{5,62^2}{14} = 6,77 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,P} = 1,35 \cdot M_{g,P} + 1,5 \cdot M_{q,P} = 1,35 \cdot 14,8 + 1,5 \cdot 6,77 = 30,14 \text{ kNm/m}$$

**Ležaj:**

$$M_{g,L} = -g_s \cdot \frac{L^2}{8} = -6,56 \cdot \frac{5,62^2}{8} = -25,9 \text{ kNm/m}$$

$$M_{q,L} = -q_s \cdot \frac{L^2}{8} = -3,0 \cdot \frac{5,62^2}{8} = -11,84 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,L} = 1,35 \cdot M_{g,L} + 1,5 \cdot M_{q,L} = 1,35 \cdot 25,9 + 1,5 \cdot 11,84 = -52,73 \text{ kNm/m}$$

**DIMENZIONIRANJE**

BETON: C25/30

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,6 \text{ MPa} = 1,7 \text{ kN/cm}^2$$

ARMATURA: B 500B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

DEBLJINA PLOČE:  $h = 18 \text{ cm}$ ZAŠTITNI SLOJ BETONA:  $c = 2,5 \text{ cm}$ UDALJENOST DO TEŽIŠTA ARMATURE:  $d_1 = c + \frac{\phi_s}{2} = 2,5 + \frac{1,0}{2} = 3,0 \text{ cm}$ STATIČKA VISINA PRESJEKA:  $d = h - d_1 = 18 - 3,0 = 15,0 \text{ cm}$ 

MINIMALNA ARMATURA:

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{f_{ct,m}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

$$f_{ct,m} = 2,6 \text{ N/mm}^2 \text{ za C 25/30}$$

$$A_{s1,min} \geq 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} \cdot 100 \cdot 15,0 = 2,028 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s1,min} \geq 0,0013 \cdot 100 \cdot 15,0 = 1,95 \text{ cm}^2/m$$

**POLJE:**

$$M_{Ed,P} = 30,14 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,P}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3014}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,7} = 0,079$$

$$\text{očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 1,0\text{‰}; \zeta = 0,944$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed,P}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3014}{0,944 \cdot 15 \cdot 43,48} = 4,89 \text{ cm}^2/m$$

odabrana armatura: mreža R-503

**LEŽAJ:**

$$M_{Ed,L} = 52,73 \text{ kNm/m}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,L}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{5273}{100 \cdot 15^2 \cdot 1,7} = 0,14$$

$$\text{očitano: } \varepsilon_{s1} = 10\text{‰}; \varepsilon_{c2} = 2,9\text{‰}; \zeta = 0,910$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed,L}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5273}{0,910 \cdot 15 \cdot 43,48} = 8,88 \text{ cm}^2/m$$

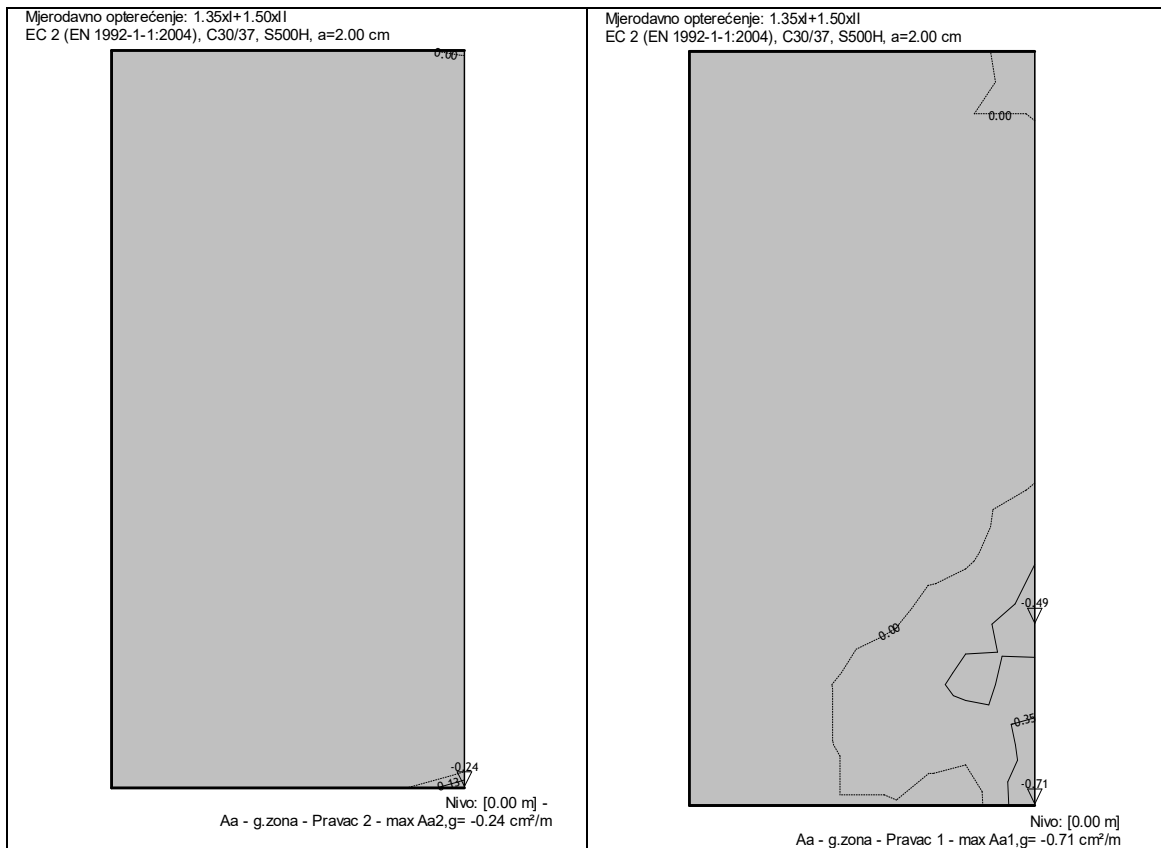
odabrana armatura: mreža R-785  
Potrebno dodati  $\varnothing 8/25$ (L=200 cm)

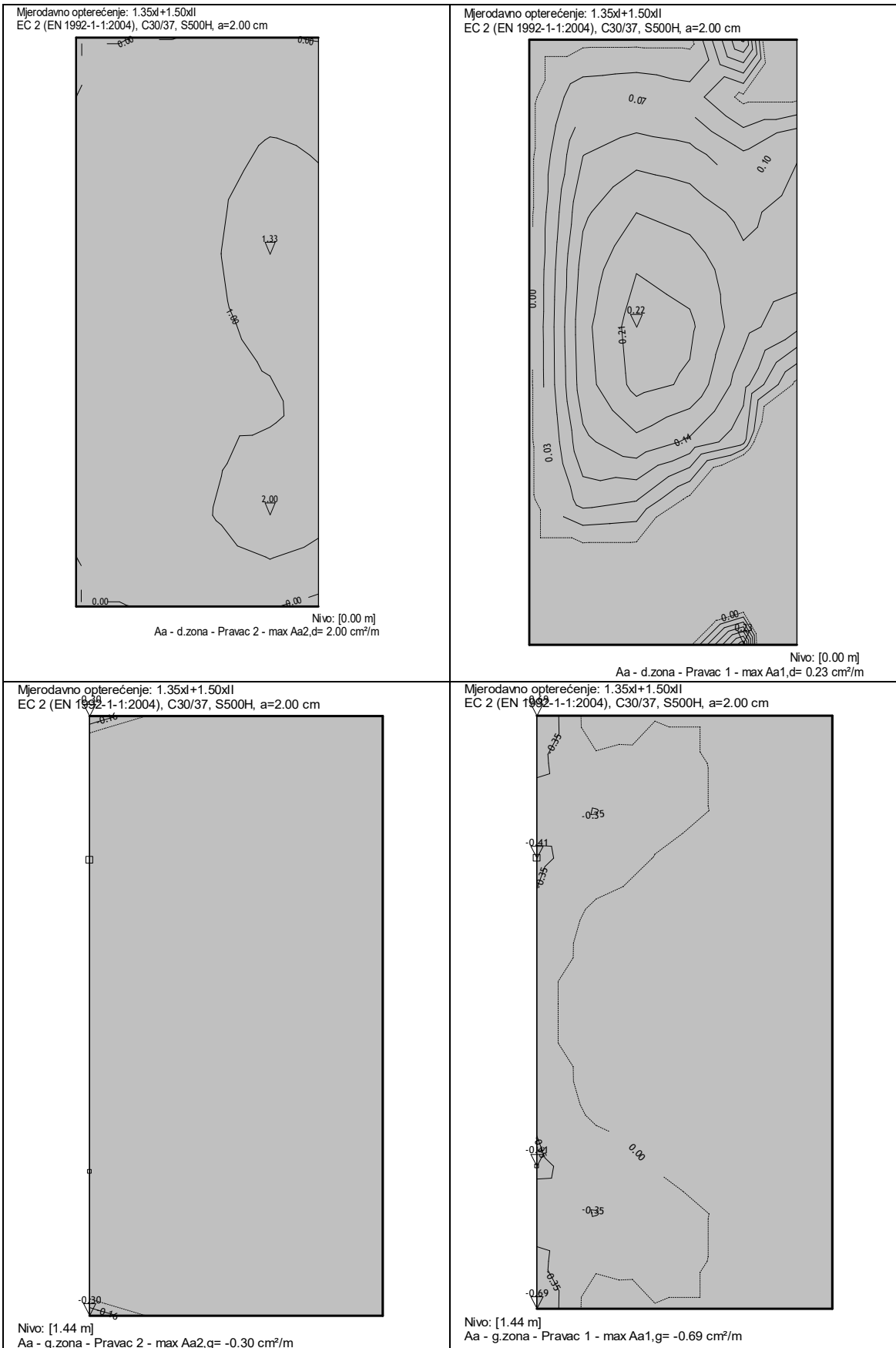
### Ulazni podaci – Opterećenje

#### Lista slučajeva opterećenja

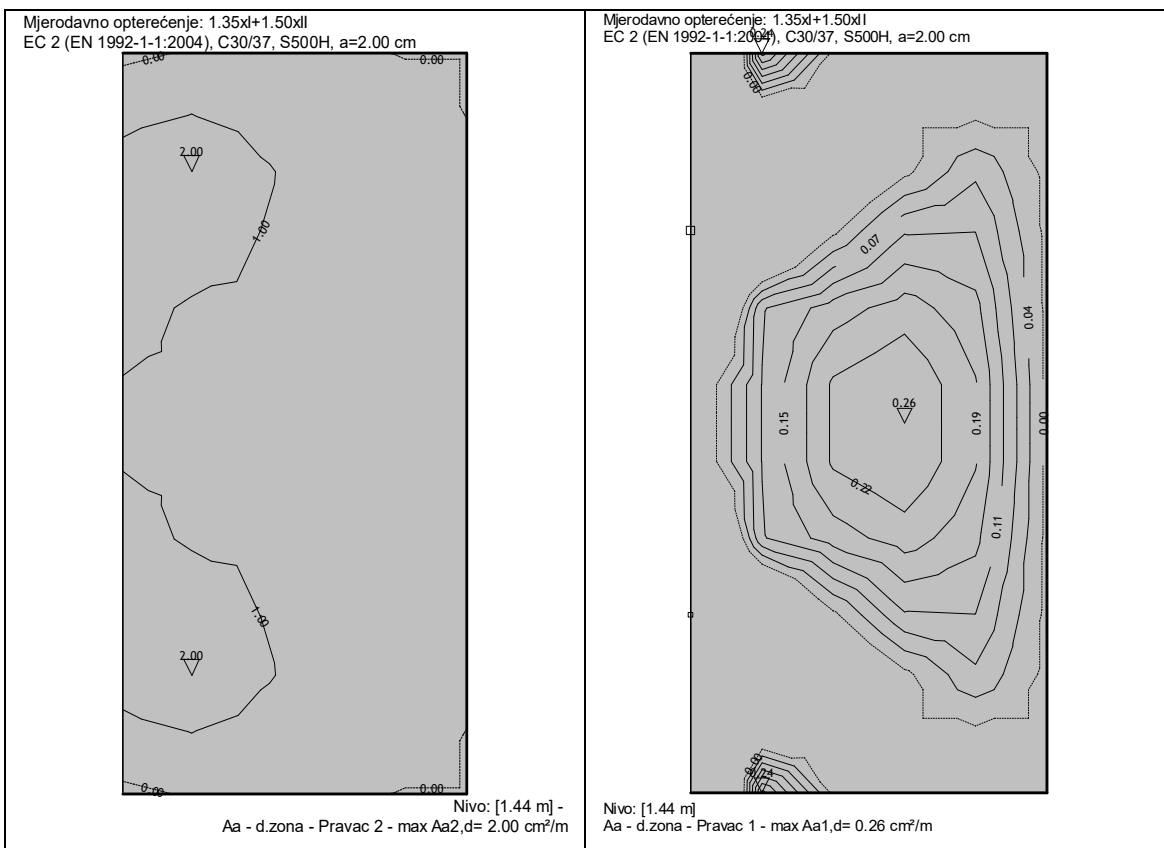
LC	Naziv
1	Stalno +dodatno (g)
2	Korisno
3	Komb.: 1.35xl
4	Komb.: 1.35xl+1.5xll

### Dimenzioniranje (beton)









## 12.ZAKLJUČAK

Tema završnog rada je statički proračun nosive konstrukcije stambene zgrade. Za izradu završnog rada bilo je potrebno modelirati konstrukciju u programu Tower 8, te zadati opterećenja dobivena analizom opterećenja. Nakon toga se pristupa statičkom proračunu te dimenzioniranju elemenata nosive konstrukcije.

Prvo je potrebno modelirati i dimenzionirati sve međukatne konstrukcije i temeljnu ploču. Nakon dimenzioniranja konstrukcije pristupa se izradi armaturnih i oplatnih nacrti sa iskazom potrebnih količina armature u programu ArmCad .

### 13.LITERATURA

- [1] Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2002+A1:2005+AC:2008)
- [2] Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada (EN 1991-1-1:2002+AC:2009)
- [3] Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004/A1:2014)
- [4] Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004/A1:2013)
- [5] Geografija.hr (2004).: „Bura u Makarskoj“, (Preuzeto s: <https://geografija.hr/bura-u-makarskoj/>)

### SUMMARY

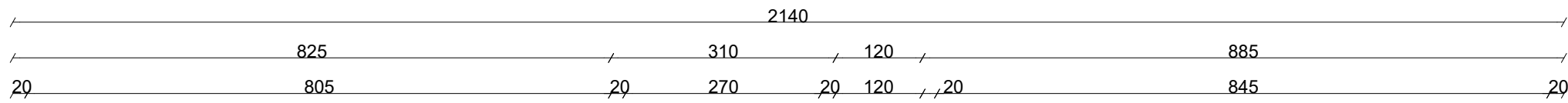
The topic of this thesis is static calculation and dimensioning of all parts of the construction of a residential building. After the calculations and sizing, it is necessary to make reinforcement drawings of parts of the structure with statements of the amount of reinforcement used.

The "Tower" software was used for the calculation of the structure, and the "Armcad" software for the construction of reinforcement plans.

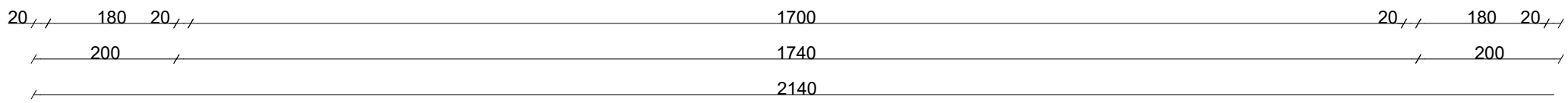
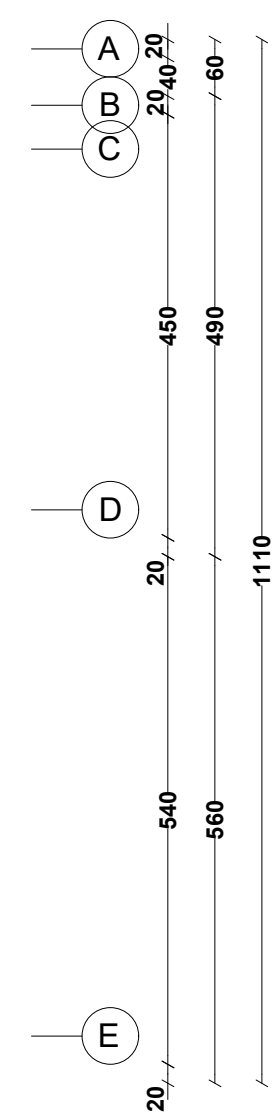
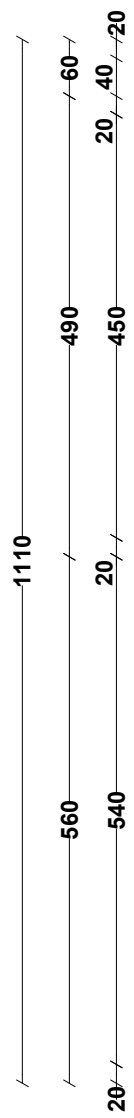
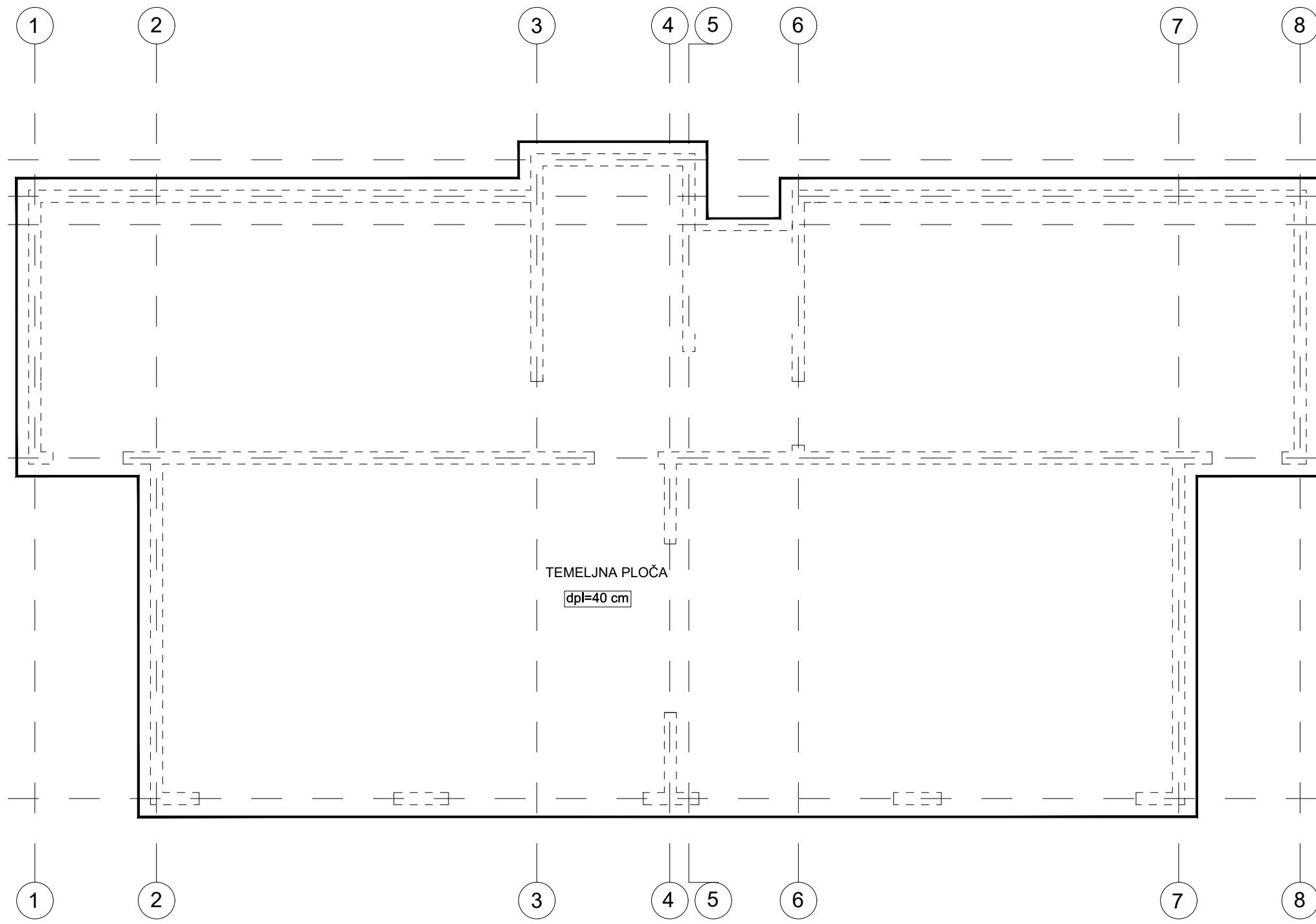
The floor plan dimensions of the building are 21.20 m x 13.10 m, the total height of the building is  $H = 15,0$  m, while the height above ground level is  $H = 12.05$  m. The area where the planned building is located has soil acceleration  $a = 0.278g$ . The seismic forces are taken over by mutually perpendicularly placed AB walls.

## **14. NACRTI**

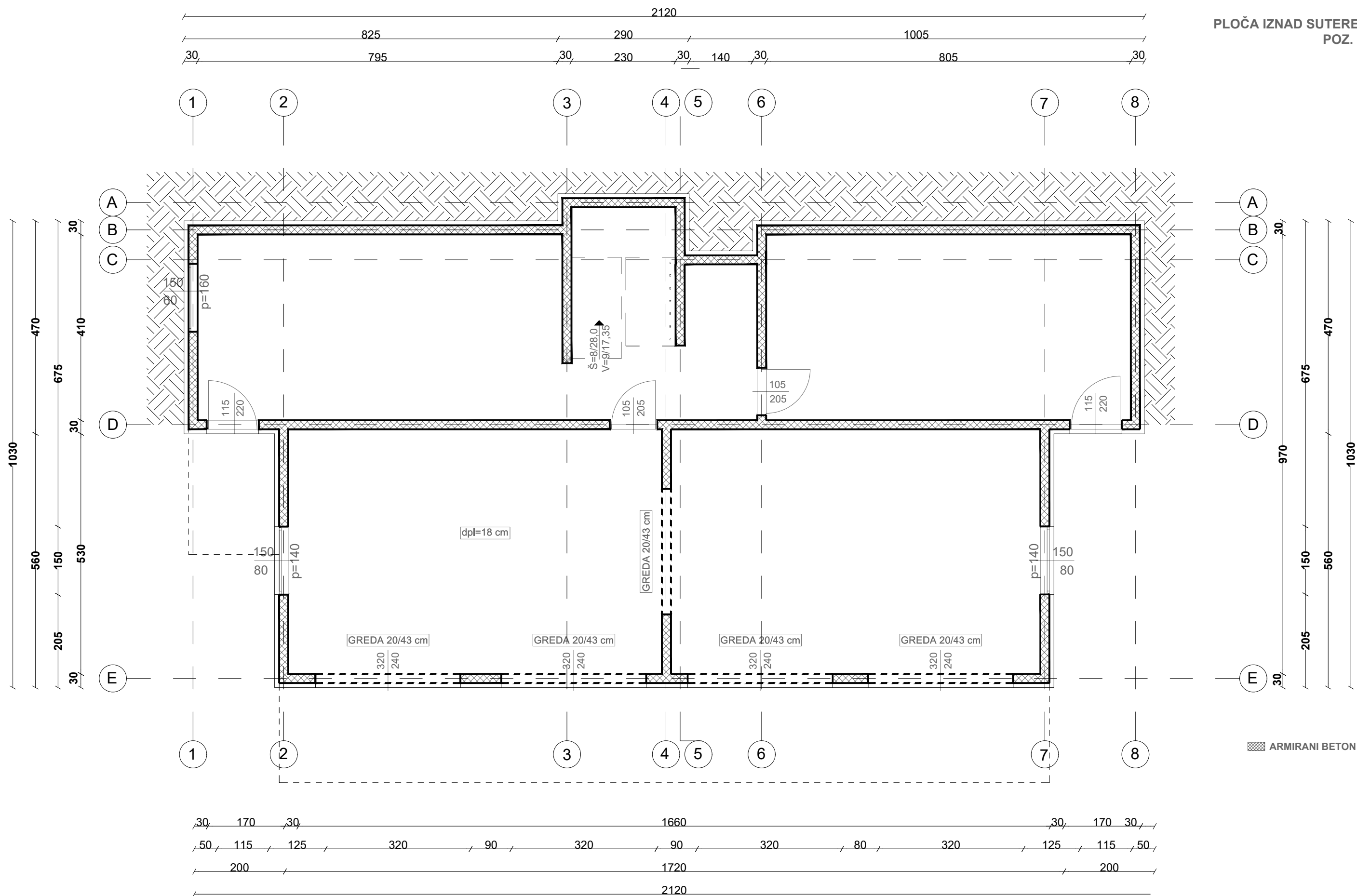
## **PLAN POZICIJA**



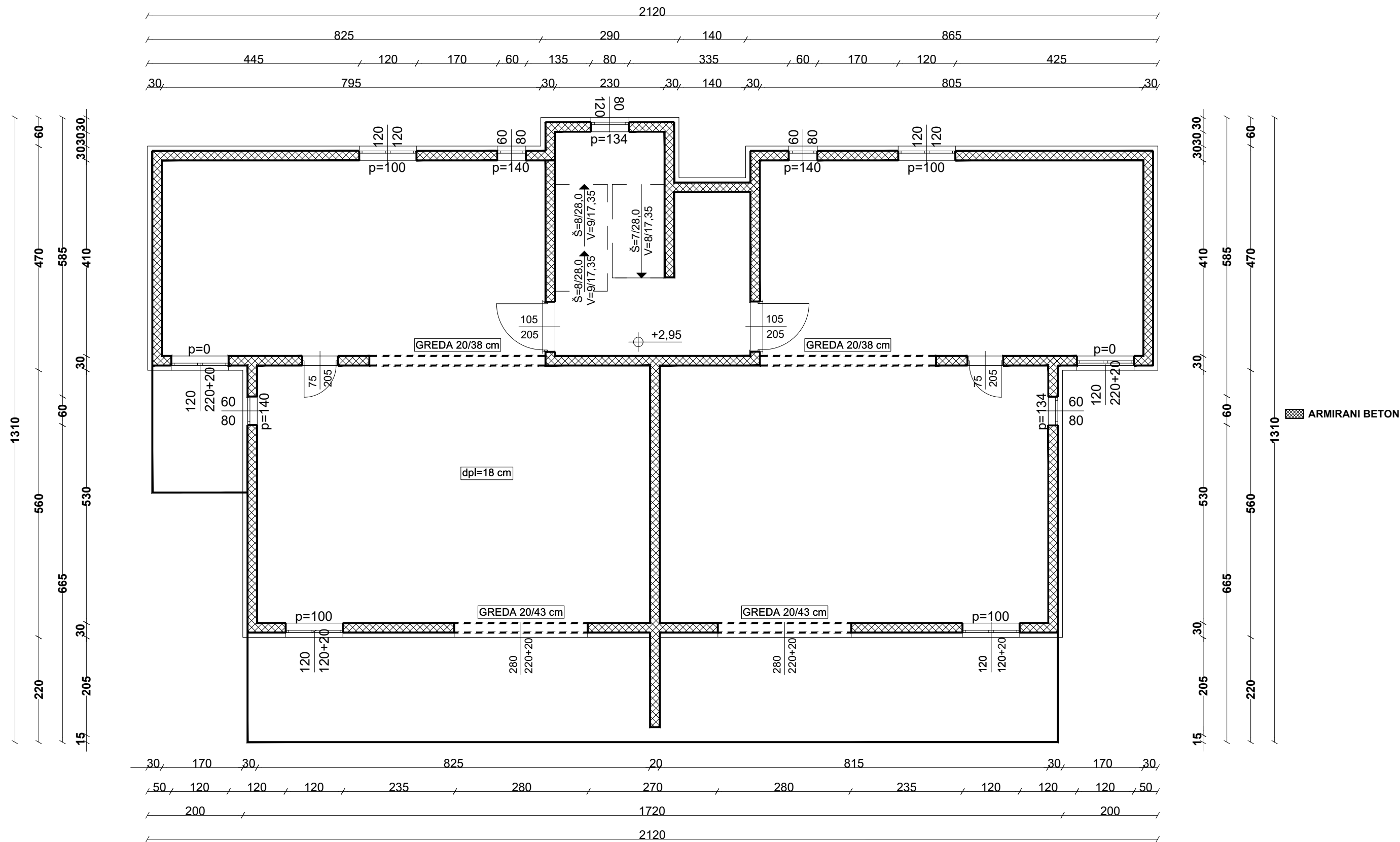
TEMELJNA PLOČA  
POZ. 0  
TEMELJNA PLOČA  
POZ. 100



PLOČA IZNAD SUTERENA  
POZ. 200



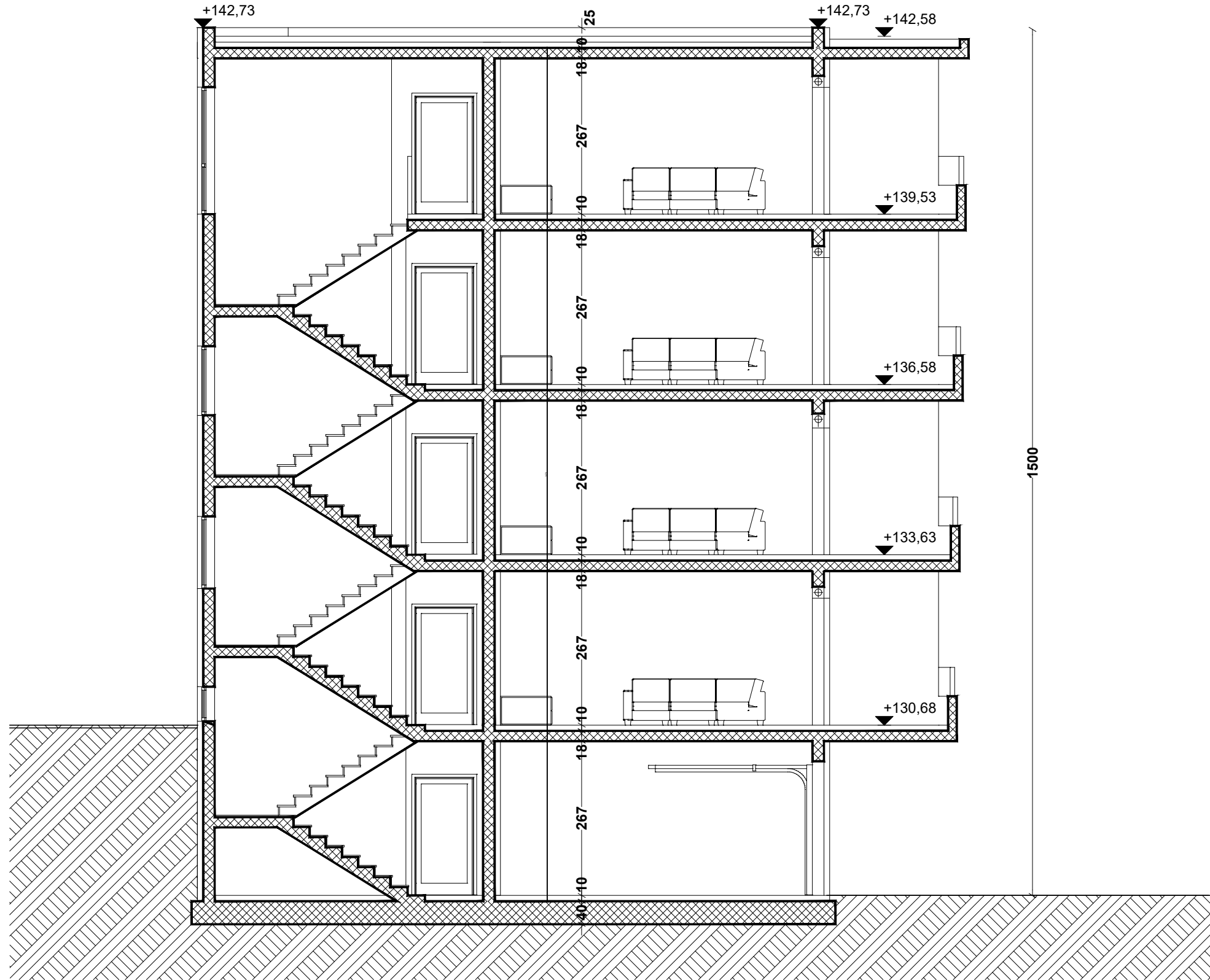
PLOČA IZNAD PRIZEMLJA  
POZ. 300-600







**PRESJEK A-A**



POZ. 700

POZ. 600

POZ. 500

POZ. 400

POZ. 300

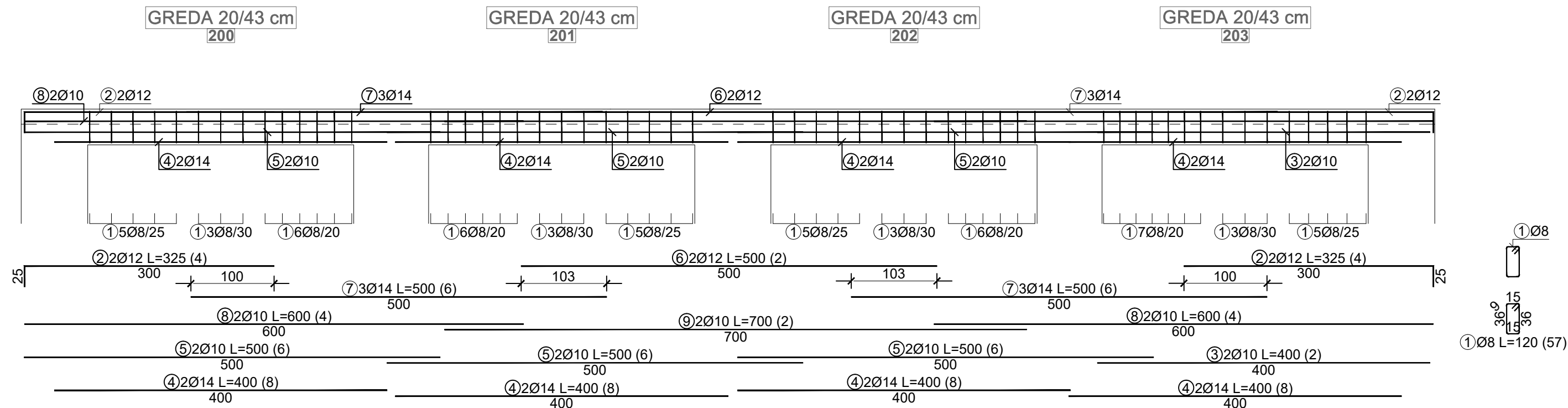
POZ. 200

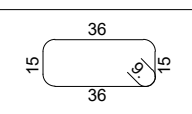
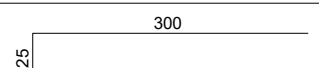
POZ. 100

POZ. 0

ARMIRANI BETON

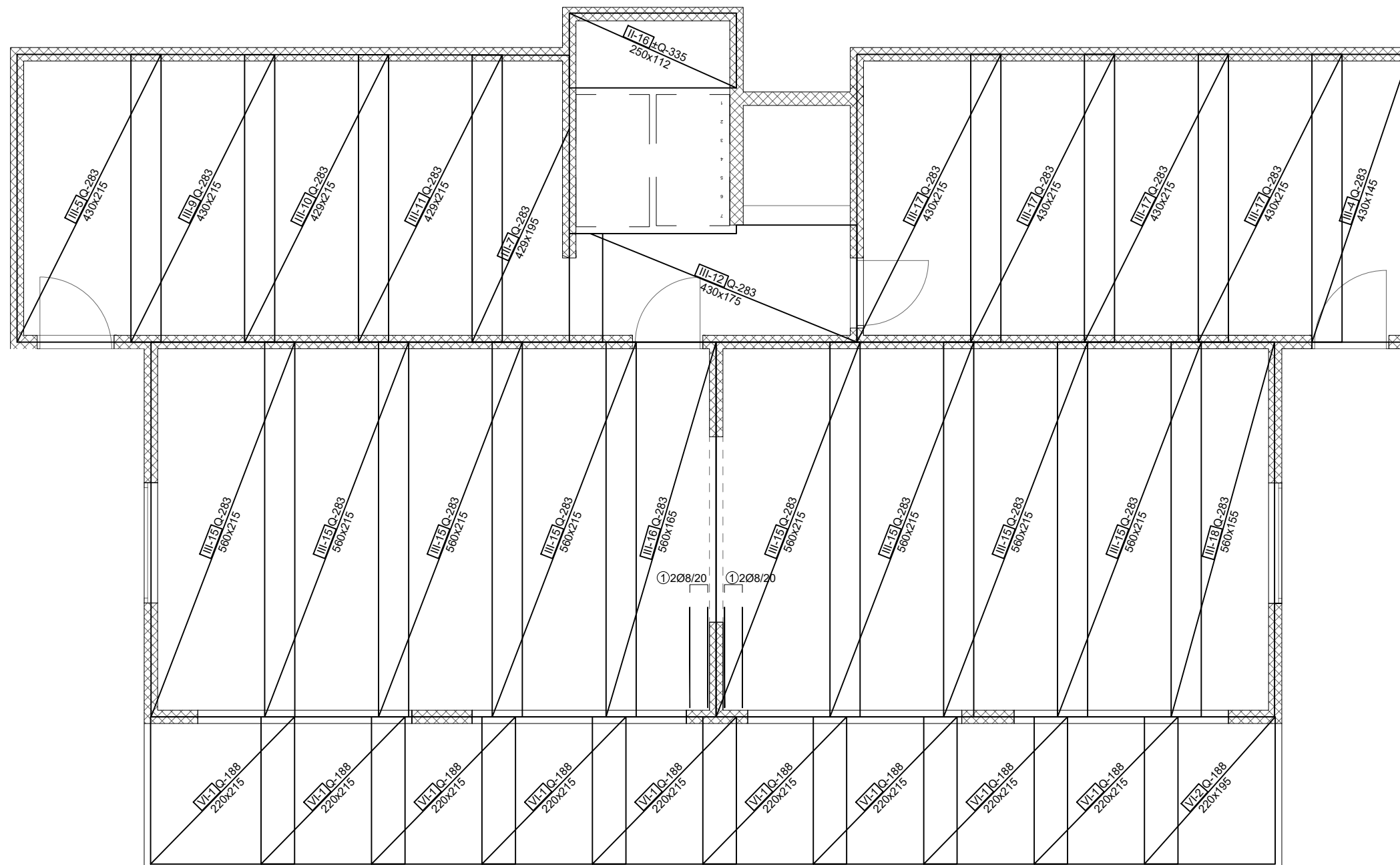
# **ARMATURNI NACRTI**



Šipke - specifikacija						
ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]	Napomena
noname (1 kom)						
1		8	1.20	57	68.40	
2		12	3.25	4	13.00	
3	400	10	4.00	2	8.00	
4	400	14	4.00	8	32.00	
5	500	10	5.00	6	30.00	
6	500	12	5.00	2	10.00	
7	500	14	5.00	6	30.00	
8	600	10	6.00	4	24.00	
9	700	10	7.00	2	14.00	

Šipke - rekapitulacija				
Ø [mm]	lgn [m]	Jedinična težina [kg/m']	Težina [kg]	
B500B				
8	68.40	0.40	27.02	
10	76.00	0.62	46.89	
12	23.00	0.89	20.42	
14	62.00	1.21	75.02	
Ukupno (B500B)			169.35	
Ukupno			169.35	

ARMATURA PLOČE IZNAD SUTERENA  
 POZ. 100  
**- DONJA ZONA**  
 MJ. 1:75



1 08  
 1 08 L=150 (4)  
 150

Špeke - specifikacija

ozn	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgm [m]	Napomena
nomena (1 kom)						
1	150	Ø	1.50	4	6.00	

Špeke - rekapitulacija

Ø [mm]	lgm [m]	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Težina [kg]
B500B			
Ø	6.00	0.40	2.37
Ukupno (B500B)			
			2.37
			2.37

Mreže - specifikacija

pozicija	oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]
nomena (1 kom)						
III-16	Q-335	112	250	2	5.45	30.41
III-4	Q-283	145	430	1	4.44	27.71
III-5	Q-283	215	430	1	4.44	41.05
III-7	Q-283	195	429	1	4.44	37.14
III-9	Q-283	215	430	1	4.44	41.02
III-10	Q-283	215	429	1	4.44	41.00
III-11	Q-283	215	429	1	4.44	40.97
III-12	Q-283	175	430	1	4.44	33.33
III-15	Q-283	215	560	8	4.44	427.66
III-16	Q-283	165	560	1	4.44	40.90
III-17	Q-283	215	430	4	4.44	164.16
III-18	Q-283	195	560	1	4.44	38.41
VI-1	Q-188	215	220	9	2.96	125.97
VI-2	Q-188	195	220	1	2.96	12.71
Ukupno						1102.47

Mreže - rekapitulacija

oznaka mreže	B [cm]	L [cm]	n	Jedinična težina [kg/m <sup>2</sup> ]	Ukupna težina [kg]	Neto ugrađena težina [kg]
Q-188	215	600	5	2.96	190.92	138.68
Q-283	215	600	21	4.44	1202.80	925.97
Q-335	215	600	1	5.45	70.30	30.41
Ukupno						1095.06

