

# Statički proračun obiteljske kuće

---

**Barić, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*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:123:894822>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-07**



*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**

**Statički proračun obiteljske kuće**

**Filip Barić**

**Split, 2024.**

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

**Filip Barić**

**Statički proračun obiteljske kuće**

**Završni rad**

**Split, 2024.**



## Statički proračun obiteljske kuće

### **Sažetak:**

U ovom završnom radu obrađen je proračun statike za manju obiteljsku kuću. Predmetna građevina ima dvije etaže: prizemlje i kat, te kosi dvostrešni krov. Građevina je zidane izvedbe, ploča između etaža je armirano betonska, a krov je izrađen sustavom fert gredica.

Projektna dokumentacija sastoji se od tehničkog opisa, općih i posebnih tehničkih uvjeta, proračuna nosivih elemenata konstrukcije, armaturnih planova i građevinskih nacрта

### **Ključne riječi:**

Proračun, statika, obiteljska kuća

## Static calculation of a family house

### **Abstract:**

In this final paper, the calculation of statics for a small family house is processed. The subject building has two floors: ground floor and first floor, and a pitched gable roof. The building is made of masonry, the slab between the floors is made of reinforced concrete, and the roof is covered with a fert beam system.

The project documentation consists of a technical description, general and special technical conditions, calculation of load-bearing elements of the structure, reinforcement plans and construction drawings.

### **Keywords:**

Calculation, static, family house



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ: SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ  
KANDIDAT: Filip Barić  
MATIČNI BROJ (JMBAG) 0083231349  
KATEDRA: Katedra za Betonske konstrukcije i mostove  
PREDMET: Osnove betonskih konstrukcija

### ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: **Glavni projekt obiteljske kuće**

Opis Zadatka: Na temelju danih arhitektonskih podloga, potrebno je izraditi glavni projekt manje obiteljske kuće u Splitu.

Izrađeni projekt mora sadržavati:

- tehnički opis
- plan kontrole i osiguranja kvalitete
- proračune
- građevinske nacрте

U Splitu, ožujak, 2024.

Voditelj završnog rada:

Prof. dr. sc. Nikola Grgić

Predsjednik povjerenstva za završne i  
diplomske ispite

Doc. dr. sc. Ivan Balić

# SADRŽAJ :

## I. OPĆI DIO PROJEKTA

Naslovne strane.....	1-2
Sažetak .....	3
Zadatak .....	4
Sadržaj .....	5-7

## II. TEHNIČKI DIO PROJEKTA

TEHNIČKI OPIS .....	8
Opis i konstrukcijski sustav građevine.....	8
Geotehnički izvještaj .....	8
KONSTRUKTIVNI MATERIJALI.....	9
Beton.....	9
Armatura .....	9
Elementi za zidanje.....	10
PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE KONSTRUKCIJE .....	11
Općenito.....	11
Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi.....	11
Zidarski radovi.....	15
Ostali radovi i materijali .....	15
POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA IZVOĐENJE KONSTRUKCIJE .....	16
Oplate i skele .....	16
Transport i ugradnja betona .....	17
Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama.....	17
Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama.....	18
Izvođenje zidanih zidova (zida) .....	19
NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA.....	20
UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA .....	21
SPISAK ZAKONA I PRAVILNIKA KORIŠTENIH PRI IZRADI PROJEKTA .....	22
ANALIZA OPTEREĆENJA .....	23
Pozicije 100 – Etaže.....	23
Pozicija 200 – Krov .....	24
Opterećenje vjetrom .....	25

Opterećenje snijegom .....	26
Stubište .....	27
PRORAČUN MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE .....	28
Prikaz modela i rezultata .....	28
Prikaz modela ploče .....	28
Prikaz opterećenja .....	28
Prikaz modela grede G101 i grede G102 .....	29
Prikaz rezultata ploče .....	30
Prikaz rezultata grede .....	32
Greda G101 .....	33
Greda G102 .....	34
Dimenzioniranje na moment savijanja .....	35
Ploča 101 – polje .....	37
Ploča 101 – 102 - ležaj .....	38
Ploča 101 – 108 – ležaj .....	38
Ploča 102 – polje .....	39
Ploča 102 – 105 – ležaj .....	40
Ploča 103 – polje .....	40
Ploča 105 – polje .....	41
Ploča 105 – 106 – ležaj .....	41
Ploča 106 – polje .....	42
Ploča 102 – 107 – ležaj .....	42
Proračun stubišta .....	43
Ploča 104 – polje .....	43
Prikaz rezultata stubišta .....	44
Dimenzioniranje stubišta .....	45
Ploča 104 – ležaj .....	45
Ploča 104 – polje .....	45
Prikaz armature po pozicijama .....	46
Dimenzioniranje grede G101 .....	47
Dimenzioniranje na moment savijanja .....	47
Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	48
Dimenzioniranje grede G102 .....	50
Dimenzioniranje na moment savijanja .....	50
Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	51
Kontrola progiba i pukotina .....	53

Kontrola pukotina – ploča .....	53
Kontrola progiba – ploča .....	55
Kontrola pukotina – gređa G101 .....	56
Kontrola pukotina – gređa G102 .....	58
PRORAČUN FERT STROPA/KROVA .....	60
Plan pozicija .....	60
Proračun FERT ploče.....	61
Pozicija 201 .....	61
Pozicija 202 .....	63
Detalji izvedbe FERT stropa .....	65
Prikaz odabranih gređica .....	66
PRORAČUN SLJEMENE GREDE .....	67
Prikaz modela i rezultata .....	67
Analiza opterećenja.....	68
Dimenzioniranje na moment savijanja.....	68
Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	70
Kontrola progiba i pukotina .....	72
KONTROLA NAPREZANJA U TEMELJNOM TLU.....	74
DOKAZ ZA MINIMALNI POSTOTAK ZIDOVA .....	76
LITERATURA .....	78
GRAFIČKI PRILOZI.....	79



# TEHNIČKI OPIS

## Opis i konstrukcijski sustav građevine

Građevina je stambeni objekt s prizemljem i katom, koji koristi konstrukcijski sustav omeđenih zidanih zidova od opekarskih blokova. Ova zidana konstrukcija podržana je vertikalnim i horizontalnim serklažima koji osiguravaju stabilnost zgrade.

Strop između prizemlja i kata izveden je kao ploča od armiranog betona, koja se izliva na licu mjesta s debljinom od 15 cm. Krov je izgrađen korištenjem polumontažnog sustava, koji uključuje fert strop s gredicama i ispunom od šupljih opeka, preko kojeg je lijevana armirano-betonska ploča debljine 4 cm. Stubište je također izrađeno u armiranom betonu debljine 15 cm, što osigurava čvrstu povezanost između katova. Temeljni sustav se sastoji od trakastih armirano-betonskih temelja širine 60 cm, koji podržavaju nosive zidove i pružaju potrebnu stabilnost građevine.

Za betonske radove koristi se beton klase C 30/37, dok je za temelje dopušten beton klase C 25/30, uz pretpostavljenu uporabu čelika za armiranje tipa B 500. Poudpore ploče smiju se ukloniti nakon što beton postigne najmanje 80% svoje pune čvrstoće.

Građevina je projektirana za područje gdje se očekuje ubrzanje tla od  $a_g = 0.2g$  za potres povratnog perioda od 475 godina. Konstrukcija je dizajnirana tako da izdrži seizmičke sile pomoću omeđenih zidanih zidova, u skladu s Eurokodom 6 (EC-6) i Eurokodom 8 (EC-8). Svi proračuni izvedeni su uz pomoć softverskog paketa "Scia Engineer". Tehnički detalji i informacije relevantni za objekt prikazani su u projektnoj dokumentaciji kroz presjeke i tlocрте s nosivim elementima.

## Geotehnički izvještaj

Promatrana lokacija okarakterizirana je izrazito krševitim terenom s djelomično oblikovanim površinama. Teren se sastoji od naslaga gornje krede (matična stijena – K21,2), koje su većinom prekrivene slojem gline crvenice i sadrže manji udio ulomaka i stijenskog kršja vapnenca (Q).

Naslage gornje krede čine vapnenaci svjetlosive do bijele boje, u većini slučajeva slojeviti, a povremeno i gromadasti. Vapnenac je značajno razlomljen i okršen, posebno do dubine od oko 1,20 m, s pukotinama ispunjenim crvenicom i kršljem, širine od nekoliko centimetara do nekoliko decimetara. Na većim dubinama, matična stijena slabije je razlomljena i okršena.

U hidrogeološkom smislu, razlomljeni i okršeni vapnenaci imaju pukotinsku, a moguće i kaverno-znu poroznost, zbog čega se oborinske vode relativno brzo upijaju u podzemlje. Do dubine bušenja nije registrirana prisutnost podzemne vode.

Temeljenje građevine izvest će se na matičnoj stijeni, budući da se ona nalazi na približno 0,40 m od površine terena. Nakon iskopa, temeljna ploha mora se ručno očistiti od ostataka razlomljenog materijala i eventualnih glinovitih ispunjenja unutar pukotina. Po završetku čišćenja, podložnim betonom klase C 16/20 (MB-20) neravnine i udubine (škrape) se ispunjavaju i izravnavaju do projektirane kote temeljenja.

Ako se naiđe na kaverno ili veće udubine, a uklanjanje gline crvenice nije moguće, potrebno je sanirati prostor čišćenjem gline do dubine otprilike 50 cm ispod kote temeljenja, nakon čega se nastali prostor "plombira" – ispunjava podbetonom do projektirane kote temeljenja.

Pri osnovnim opterećenjima i na detaljno očišćenim naslagama matične stijene dozvoljena centrična naprezanja tla iznose 0,50 MPa.

# KONSTRUKTIVNI MATERIJALI

## Beton

Za izgradnju građevine korišće se beton razreda tlačne čvrstoće C 30/37, u skladu s "Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije" (NN 17/17, 75/20, 7/22). Sustav potvrđivanja sukladnosti za beton je oznake 2+. Tehnički uvjeti za svojstva svježeg betona navedeni su u tablici:

NAMJENA		Temelji	Podna ploča	Ploče, Serklaži i Tlačna ploča FERT stropa
<b>TRAŽENA SVOJSTVA SVJEŽEG BETONA</b>				
Razred čvrstoće normalnog betona		C 25/30	C 30/37	C 30/37
Klasa izloženosti		XC2	XC1	XC2
Minimalna količina cementa	(kg/m <sup>3</sup> )	280	340	340
Maksimalni vodocementni faktor	(v/c)	0,6	0,47	0,43
Uz dodatak superplastifikatora		DA	DA	DA
Razred slijeganja (slump)		S4	S3 ili S4	S3 ili S4
Maksimalno zrno agregata	(mm)	32	32	32
Minimalni zaštitni sloj	(mm)	25	35	25
Razred sadržaja klorida		Cl 0,20	Cl 0,10	Cl 0,10
Minimalno vrijeme obradivosti	(min)	90	90	90
Maksimalna temperatura svježeg betona	(+ °C)	5 - 30	5 - 30	5 - 30

U proizvodnji konstruktivnog betona koriste se cementi tipa CEM I ili CEM II/A-S. Betoni koji sadrže cement tipa CEM II/C, CEM IV ili CEM V, zbog opasnosti od korozije armature, nisu prihvatljivi, prema normi HRN EN 197-1.

Svi sastavni materijali za proizvodnju betona ili oni koji se dodaju tijekom proizvodnje moraju ispunjavati zahtjeve normi navedene u HRN EN 206-1, kao i zahtjeve iz priloženih dokumenata Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (TPGK). Za izvedbu konstruktivnih dijelova građevine mogu se koristiti samo betonski sastavi za koje je potvrđeno da udovoljavaju navedenim tehničkim uvjetima.

## Armatura

Za armaturu građevine koristit će se betonski čelik B 500 A ili B 500 B (prema TPBK), u obliku šipki ili mreža, za sve konstruktivne elemente. Zaštitni sloj betona koji prekriva armaturu bit će u skladu s gornjom tablicom.

Za osiguranje odgovarajuće veličine zaštitnog sloja potrebno je koristiti dovoljan broj kvalitetnih razmačnika (distančera). Kvalitetan zaštitni sloj postiže se upotrebom kvalitetne opladne gradnje i pravilnom ugradnjom betona, uključujući dodavanje potrebnih aditiva betonu, u skladu sa zahtjevima projekta i projektom betona koji mora izraditi izvođač radova.

Raspored i položaj armaturnih šipki definiran projektom treba strogo poštovati kako bi ostale nepomične tijekom betoniranja. Sve korištene armature moraju imati odgovarajuće ateste o kvaliteti.

## Elementi za zidanje

### a) Blokovi za zidanje

Za zidanje će se koristiti opekarski blokovi debljine 20 cm. Oni moraju biti usklađeni s normom EN 771-1 i pripadati 1. razredu (ovisno o kontroli proizvodnje). Proizvođači trebaju isporučivati zidne elemente koji su određene tlačne čvrstoće, s uzorcima testiranim u skladu s odgovarajućom normom. Kontrola kvalitete treba pokazivati da srednja tlačna čvrstoća pošiljke odgovara 5%-tnom fraktilu, odnosno vjerojatnost da će određena tlačna čvrstoća podbaciti je manja od 5%. Blokovi mogu biti razreda A ili B, a prema udjelu šupljina mogu pripadati grupama 2a ili 2b.

### b) Mort za zidanje

Za zidanje se upotrebljava produžni mort opće namjene te čvrstoće M5. Ovaj mort mora biti u skladu s normom EN 998-2.

# PLAN KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE KONSTRUKCIJE

## Općenito

Izvođač je dužan osigurati kvalitetno izvođenje radova te pravilno obavljanje svih zadataka. Nije mu dopušteno odstupanje od projekta bez prethodnog pismenog odobrenja nadzornog inženjera Investitora i suglasnosti projektanta. Ukoliko dođe do izmjena, one moraju biti dokumentirane u građevinskoj knjizi i građevinskom dnevniku.

Kvaliteta korištenih građevinskih materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i izvedenih radova, mora biti u skladu s propisima, standardima, tehničkom dokumentacijom i uvjetima iz Ugovora. Ako izvoditelj koristi nestandardizirane materijale, mora pribaviti odgovarajuće dokaze o njegovoj kakvoći i dostaviti ih u pismenoj formi.

Za vrijeme izvođenja radova, izvoditelj je dužan pridržavati se svih relevantnih propisa, pravilnika, tehničkih normativa i posebnih uvjeta za izradu, ugradnju i obradu građevinskih elemenata. To uključuje standarde za izvođenje radova kao što su temeljenje, betonski radovi, skele i oplate, armatura, čelik za armiranje, kontrola kvalitete betona i čelika, zidanje zidova i završni radovi.

Cilj je osigurati da izvedena građevina bude u skladu s projektom te svim važećim propisima i standardima Republike Hrvatske.

## Betonski, armiranobetonski i tesarski radovi

### (i) Beton

Beton kao materijal te sve njegove komponente, uključujući agregat, cement, vodu i aditive, moraju zadovoljiti zahtjeve važećih normi, propisa i strukovnih pravila. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije te ga dostaviti na odobrenje projektantu objekta.

Kontrola kvalitete betona obuhvaća provjeru proizvodnje i usklađenost s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona. Betonski radovi trebaju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (koji je izradila firma izvođača), te u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22) i svim pratećim normativima.

Projekt betona mora sadržavati specificiran razred tlačne čvrstoće (marku betona) kao karakterističnu vrijednost s 95%-tnom vjerojatnošću, u skladu s kriterijima normi HRN EN 206-1. Svi materijali korišteni za proizvodnju betona, ili dodani tijekom proizvodnje, trebaju ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1 i Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

Zahtjevi za isporuku betona i informacije od proizvođača betona moraju sadržavati podatke u skladu s normom HRN EN 206-1. Način uzimanja te priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provode se prema normama HRN EN 12350, dok se ispitivanje svojstava očvrsnulog betona provodi prema normama HRN EN 12390.

Ukoliko je potrebno ubrzati građenje, ubrzana proizvodnja betonskih elemenata dopuštena je samo uz posebni projekt tehnologije izvođenja i prethodna ispitivanja koja dokazuju zahtijevane karakteristike. Svako odstupanje od projekta mora biti prijavljeno nadzornom inženjeru, koji je dužan obavijestiti projektanta i investitora.

Njega ugrađenog betona je nužna kako bi se spriječile štetne pukotine, u skladu s projektom betona, važećim propisima i pravilima struke.

### (ii) *Betonski čelik*

Betonski čelici moraju ispunjavati zahtjeve važećih propisa. Za čelik za armiranje primjenjuju se sljedeće norme: nHRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999), nHRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999), nHRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999), nHRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999), nHRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999), nHRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999).

Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodatka A norme nHRN EN 10080-1 i prema specijalnim propisima.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje vrši se u skladu s normama nizova nHRN EN 10080, nHRN EN 10138, HRN EN ISO 15630, i HRN EN 10002-1.

Preklopi se moraju izvoditi prema tehničkim pravilima navedenim u Prilogu H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije ili prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004.

Za armiranje se koriste šipke ili mreže od armaturnog čelika B500. Treba posebno obratiti pažnju na projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Sve dok nadzorni inženjer detaljno ne pregleda armaturu, betoniranje bilo kojeg elementa nije dozvoljeno.

### (iii) *Prekidi betoniranja*

Prekidi i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti precizno obrađeni u projektu betona.

### (iv) *Oplata*

Za izgradnju svih betonskih i armiranobetonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću oplatu, bilo drvenu, metalnu ili neku drugu sličnu. Oplata mora odgovarati mjerama specificiranim u građevinskim nacrtima, detaljima i planovima oplata. Stabilnost i nedeformabilnost oplata pod teretom betonske mješavine moraju biti osigurani pravilnim podupiranjem i razupiranjem.

Unutarnje površine oplata trebaju biti ravne i glatke, bez obzira na to jesu li vertikalne, horizontalne ili kose. Oplata mora biti dizajnirana tako da se lako i jednostavno rastavi, bez upotrebe alata koji bi mogli oštetiti "mladu" konstrukciju ili uzrokovati štetne vibracije. Ukoliko je, nakon skidanja oplata, utvrđeno da izvedeni element oblikom i dimenzijama ne odgovara projektu, izvoditelj je dužan srušiti ga te započeti ponovnu izvedbu u skladu s projektom.

Prije ugradnje svježe betonske mješavine, drvenu oplatu treba dobro navlažiti, dok metalna oplata treba biti premazana odgovarajućim premazom. Izvođač ne smije započeti betoniranje dok nadzor ne izvrši pregled postavljene oplata i ne odobri pismenim putem.

### (v) *Primijenjeni standardi*

Standardi za beton – osnovni

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 (EN 206-1:2000/A1:2004)

nHRN EN 206-1/A2      Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004)

## Standardi za beton – ostali

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 očvrslulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrslulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrslulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrslulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrslulog betona – 7. dio: Gustoća očvrslulog betona
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrslulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrslulog 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 očvrslulom 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

## Standardi za čelik za armiranje – osnovni

nHRN EN 10080-1	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
nHRN EN 10080-2	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
nHRN EN 10080-3	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
nHRN EN 10080-4	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
nHRN EN 10080-5	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
nHRN EN 10080-6	Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)

## Standardi za čelik za armiranje – ostali

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

## Ostali standardi

ENV 1992-1-1	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
ENV 1992-1-2	Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

Ovlaštene organizacije i institucije za atestiranje navedene su u Glasniku Zavoda koji izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo. Izvoditelj je odgovoran za pružanje dokaza o kvaliteti radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa Zakonom i zahtjevima iz projekta. U tu svrhu, dužan je čuvati dokumentaciju o ispitivanju materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta.

Nadzorni inženjer treba osigurati da radovi, ugrađeni proizvodi i oprema zadovoljavaju zahtjeve projekta te da je njihova kvaliteta potvrđena propisanim ispitivanjima i dokumentacijom. Također, nadzorni inženjer mora pripremiti završno izvješće o izvedbi građevine za tehnički pregled.

## Zidarski radovi

Zidni elementi proizvedeni prema tehničkoj specifikaciji i za koje je sukladnost potvrđena sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22) te imaju izdanu ispravu o sukladnosti, mogu se ugraditi u zid ako ispunjavaju zahtjeve iz projekta. Prije ugradnje predgotovljenih zidnih elemenata, potrebno je provesti odgovarajuće nadzorne radnje prema Prilozima Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22).

Proizvođač i distributer zidnih elemenata, kao i izvođač radova, odgovorni su za poduzimanje potrebnih mjera za očuvanje svojstava zidnih elemenata tijekom rukovanja, prijevoza, pretovara, skladištenja i ugradnje, u skladu s tehničkim uputama proizvođača.

### Norme za zidne elemente

HRN EN 771-1:2005	Specifikacije za zidne elemente – 1. dio: Opečni zidni elementi (EN 771-1:2003+A1:2005)
HRN EN 771-2:2005	Specifikacije za zidne elemente – 2. dio: Vapnenosilikatni zidni elementi (EN 771-2:2003+A1:2005)
HRN EN 771-3:2005	Specifikacije za zidne elemente – 3. dio: Betonski zidni elementi (gusti i lagani agregat) (EN 771-3:2003+A1:2005)
HRN EN 771-4:2004	Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona (EN 771-4:2003)
HRN EN 771-4/A1:2005	Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona (EN 771-4:2003/A1:2005)
HRN EN 771-5:2005	Specifikacije za zidne elemente – 5. dio: Zidni elementi od umjetnoga kamena (EN 771-5:2003+A1:2005)
HRN EN 771-6:2006	Specifikacije za zidne elemente – 6. dio: Zidni elementi od prirodnoga kamena (EN 771-6:2005)
HRN EN 771-6:2006	Gipsani blokovi – Definicije, zahtjevi i ispitne metode (EN 12859:2001)

Kontrola morta za zidanje prije njegove ugradnje u zidanu konstrukciju, kao i naknadno ispitivanje u slučaju sumnje, provode se na gradilištu u skladu s normama navedenim u Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22) i normama na koje taj propis upućuje

### Norme za mort

HRN EN 998-2:2003	Specifikacije morta za ziđe – 2. dio: Mort za ziđe (EN 998-2:2003)
HRN 15225:2006	CEN/TR Smjernice za tvorničku kontrolu proizvodnje za označavanje oznakom CE (potvrđivanje sukladnosti 2+) za projektirane mortove (CEN/TR 15225:2005)
HRN EN 13501-1:2002	Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 1. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar (EN 13501-1:2002)

## Ostali radovi i materijali

Svi materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekt moraju biti kvalitetni i dugotrajni te u skladu sa svim važećim normama, propisima i pravilima struke. Za svaki upotrijebljeni materijal provode se tekuća i kontrolna ispitivanja, a isporučitelji moraju priložiti ateste. Izvedba svih radova mora biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Svako odstupanje od projekta u pogledu primijenjenih materijala ili gotovih proizvoda zahtijeva suglasnost Projektanta i Investitora.



# POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA IZVOĐENJE KONSTRUKCIJE

## Oplate i skele

Skele i oplate moraju biti dovoljno čvrste i stabilne da izdrže opterećenja i utjecaje tijekom izvođenja radova bez stvaranja štetnih deformacija ili slijeganja. Trebaju osigurati sigurnost radnika, sredstava rada, prolaznika, prometa, susjednih objekata i okoliša u cjelini.

Materijali korišteni za izradu skela i oplata moraju udovoljavati propisanim kvalitetnim standardima. Prije početka betoniranja, nadzorni inženjer mora odobriti oplatu. Pri izradi projekta oplate treba se uzeti u obzir potreba za kompaktiranjem pomoću vibratora, gdje je to potrebno.

Oplata mora sadržavati sve otvore i detalje prema nacrtima ili uputama nadzornog inženjera. Treba osigurati da beton ne dođe u kontakt s nečistoćama. Oplata i skela moraju biti dovoljno čvrste da izdrže pritiske tijekom ugradnje i vibriranja betona i spriječe bilo kakva ispuččenja. Ako je potrebno, nadzorni inženjer može zatražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

Nadvišenja oplate trebaju biti proračunski dokazana i geodetski provjerena prije betoniranja. Oplata mora biti vodotijesna kako bi spriječila istjecanje cementnog mlijeka.

Ako se za učvršćenje oplate koriste metalne šipke koje ostaju ugrađene u betonu, njihovi krajevi ne smiju biti bliži površini od 5 cm. Šupljine nakon uklanjanja šipki moraju se temeljito ispuniti, osobito ako će površine biti izložene vodi. Ovaj način učvršćenja ne smije se koristiti za vidljive plohe betona.

Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe koje će biti vidljive. Radne reške trebaju biti horizontalne ili vertikalne i na istoj visini, kako bi se zadržao kontinuitet.

Pristup oplati i skeli mora biti omogućen za čišćenje, kontrolu i preuzimanje. Oplata mora biti dizajnirana tako da se može lako skinuti, bez oštećenja rubova i površina, posebno za nosače izložene vodi.

Površine oplate moraju biti očišćene od inkrustacija i materijala koji bi mogli štetno utjecati na vanjske plohe. Ako se oplata premazuje uljem, treba spriječiti prljanje betona i armature. Drvena oplata mora biti natopljena vodom prije betoniranja na svim površinama koje će doći u kontakt s betonom i zaštićena od prianjanja za beton premazom vapnom.

Skidanje oplate treba se obaviti što je prije moguće nakon što beton očvrstne, ali samo kad je to provedivo. Popravci betona trebaju se izvršiti prema predviđenom postupku što je prije moguće. Kako ne bi došlo do oštećenja, potrebno je pažljivo i stručno ukloniti oplatu. Osim toga, potrebno je poduzeti mjere opreza za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kada se oplata može skidati.

Skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju biti izrađene od zdravog drva ili čeličnih cijevi odgovarajućih dimenzija. Moraju biti stabilne, ukrućene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smjeru te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde također moraju biti dovoljno ukrućene. Vanjske skele trebaju biti prekrivene tršćanim ili lanenim pletivom ako to zahtijeva nadzorni inženjer, radi zaštite i bolje izvedbe fasade.

Skele moraju biti izrađene u skladu s pravilima struke i propisima Pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u građevinarstvu. Nadzorni inženjer ima pravo zabraniti uporabu oplata i skela koje ne zadovoljavaju potrebne standarde kvalitete i sigurnosti.

Prijem gotove skele i oplata vrši nadzorni inženjer kroz vizualni pregled, geodetsku kontrolu i ostale izmjere. Bez obzira na odobrenje za uporabu skela, oplata i armature, izvođač je u potpunosti odgovoran za sigurnost i kvalitetu radova.

## Transport i ugradnja betona

Betoniranje se može započeti samo nakon što se pismeno potvrdi da su podloga, skele, oplata i armatura pripremljeni, te uz odobrenje programa betoniranja od nadzornog inženjera.

Beton se mora ugrađivati prema prethodno izrađenom programu i odabranom sistemu. Vrijeme transporta i manipulacije sa svježim betonom ne smije prelaziti vrijeme koje je utvrđeno prethodnim ispitivanjima, uzimajući u obzir promjene konzistencije betona pri različitim temperaturama.

Transportna sredstva ne smiju uzrokovati segregaciju betonske smjese. Ako se beton transportira auto-miješalicama, nakon pražnjenja auto-miješalice treba oprati bubanj, a prije ponovnog punjenja treba provjeriti je li sav preostali voda iz bubnja uklonjena.

Korigiranje sadržaja vode u gotovom svježem betonu bez prisustva tehnologa za beton je zabranjeno. Visina slobodnog pada betona ne smije prelaziti 1,0 m, a transportiranje betona po kosinama nije dopušteno.

Transportna sredstva ne smiju biti naslonjena na oplatu ili armaturu kako bi se izbjeglo pomicanje ili oštećenje projektiranog položaja.

Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno betoniran u opsegu predviđenom programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze promjene vremena ili isključenje pojedinih uređaja mehanizacije.

U slučaju neizbježnog i nepredvidivog prekida rada, betoniranje mora se završiti na način da se na mjestu prekida može izraditi odgovarajući radni spoj. Izrada takvog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

Svježi beton treba ugrađivati vibriranjem u slojevima čija debljina ne smije biti veća od 70 cm. Svaki sloj betona mora se vibrirati kako bi se dobro spojio s prethodnim slojem. Ako dođe do prekida betoniranja, površina donjeg sloja betona mora biti dobro očišćena prije nastavka, ispuhivanjem, ispiranje ili po potrebi pjeskarenjem.

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji kako bi se izbjegla segregacija. Samo oplatom ukliješten beton smije se vibrirati; transportiranje betona pomoću pervibratora nije dopušteno.

Temperatura ugrađenog betona ne smije prelaziti 45 °C u razdoblju od 3 dana nakon ugradnje.

## Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama

Niska početna temperatura svježeg betona značajno poboljšava uvjete za betoniranje, osobito kod masivnih konstrukcija. Održavanje temperature svježeg betona unutar propisanih granica od 25 °C od velike je važnosti. Za postizanje tog cilja potrebno je poduzeti sljedeće mjere:

- Krupne frakcije agregata treba hladiti raspršivanjem vode po površini deponije, dok se frakcije do 8 mm trebaju izbjegavati zbog poteškoća u održavanju konzistencije betona.
- Pijesak treba zaštititi nadstrešnicama kako bi se smanjila izloženost suncu.
- Silose za cement, rezervoare, miješalice i cijevi treba zaštititi od sunca bojenjem u bijelo.

Ako ove mjere hlađenja nisu dovoljne, dodatno sniženje temperature može se postići hlađenjem vode u posebnim postrojenjima (coolerima).

U uvjetima visokih dnevnih temperatura (oko 30 °C), kada je teško održati dozvoljenu temperaturu svježeg betona, početak radova na betoniranju treba pomaknuti na hladniji dio dana, poput noći ili jutra.

Vrijeme od spravljanja betona do njegove ugradnje treba biti što kraće kako bi se izbjegli problemi pri pražnjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti.

Ugradnja betona mora se odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja treba omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim slojem.

U uvjetima vrućeg vremena, najprikladnije je njegovanje betona vodom. Njegovanje treba započeti čim beton počne očvršćivati. Ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina se može održavati vlažnom finim raspršivanjem vode, bez opasnosti od ispiranja.

Čelične oplata treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti dobro nakvašena. Ako se u svježem betonu pojave pukotine, one se trebaju zatvoriti revibriranjem.

Voda koja se koristi za njegovanje ne smije biti znatno hladnija od betona kako bi se izbjegle pukotine uzrokovane razlikama u temperaturi između površine i jezgre betona. Učinkovit način njegovanja uključuje pokrivanje betona materijalima koji upijaju i zadržavaju vodu (poput jute ili spužvastih materijala) te dodatno prekrivanje plastičnom folijom.

Ovo prekrivanje također pomaže u ublažavanju temperaturnih razlika između noći i dana.

## Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama

Betoniranje pri temperaturama ispod +5 °C moguće je uz primjenu specifičnih mjera za zimsko betoniranje. Ključne mjere uključuju:

- **Zabranjena Upotreba Smrznutog Agregata:** Smrznuti agregat ne smije se koristiti u mješavini betona. Zagrijavanje pijeska parom također nije preporučljivo zbog poteškoća u održavanju konzistencije betona.
- **Minimalna Temperatura Svježeg Betona:** Svježi beton pri ugradnji mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C. U uvjetima nižim temperaturama zraka ( $0 < t < +5$  °C), ovu temperaturu moguće je postići samo zagrijavanjem vode. Međutim, temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prelaziti +25 °C.
- **Održavanje Temperature:** Temperatura svježeg betona u zimskim uvjetima na mjestu ugradnje mora biti u rasponu od +6 °C do +15 °C.
- **Toplinska Zaštita:** Odmah nakon ugradnje, beton treba zaštititi od smrzavanja i omogućiti normalan tok stvrdnjavanja. To se postiže prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata.
- **Osiguranje Čvrstoće:** Toplinska izolacija mora osigurati postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen mrazu.
- **Praćenje Temperature:** Pri temperaturama zraka ispod +5 °C, temperatura svježeg betona treba se mjeriti barem jednom svakih 2 sata.

## Izvođenje zidanih zidova (ziđa)

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima te zaštićeni od atmosferskih utjecaja poput kiše, snijega i leda. Prije postavljanja na stropne konstrukcije, mora se osigurati da njihova masa ne uzrokuje trajne deformacije. Mort treba biti zaštićen od vlage i drugih štetnih utjecaja, a složen po vrstama i razredima. Ne smije se koristiti nakon 3 mjeseca na gradilištu bez prethodnih kontrolnih ispitivanja i mora se miješati strojno, pri čemu nije dopuštena uporaba ako je započeo proces stvrdnjavanja.

Prije zidanja potrebno je provesti pregled svake isporuke zidnih elemenata, morta i drugih građevnih proizvoda te vizualno kontrolirati moguće oštećenja. Izvođač mora utvrditi razred kontrole proizvodnje zidnih elemenata (I ili II), dok nadzorni inženjer provodi kontrolu razreda izvedbe ziđa (A, B, C) i potvrđuje da izvođač ispunjava projektne zahtjeve za odgovarajući razred izvedbe.

Tijekom zidanja, zidni elementi trebaju se povezivati mortom uz potpuno ispunjavanje horizontalnih i vertikalnih sljubnica. Preklapanje zidnih elemenata treba biti za pola duljine zida u smjeru zida ili za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm. Horizontalni serklaži betoniraju se zajedno sa stropnom konstrukcijom, dok se vertikalni serklaži betoniraju nakon dovršetka ziđa te etaže, osiguravajući vezu između zida i serklaža bilo istacima zidnih elemenata svakog drugog reda ili mehaničkim spojnim sredstvima prema projektu.

Temperatura svježeg morta mora biti između  $+5^{\circ}\text{C}$  i  $+35^{\circ}\text{C}$ . Ako je srednja dnevna temperatura zraka ispod  $+5^{\circ}\text{C}$  ili iznad  $+35^{\circ}\text{C}$ , zidanje treba izvoditi pod posebnim uvjetima. Beton se odmah nakon ugradnje mora toplinski zaštićivati prekrivanjem izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata kako bi se omogućilo postizanje najmanje 50% projektirane čvrstoće na pritisak prije izloženosti mrazu. Dokazivanje uporabljivosti ziđa i potvrđivanje sukladnosti provodi se prema Tehničkom propisu za zidane konstrukcije (01/07). Ako se naknadno otkrije da nisu ispunjeni projektne zahtjevi u vezi s razredom kontrole proizvodnje zidnih elemenata i razredom izvedbe ziđa, potrebno je provesti ispitivanje ziđa na licu mjesta od strane ovlaštene pravne osobe.

# NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu, osobito s Zakonom o gospodarenju otpadom (NN 84/21), koji uključuje sve relevantne pravilnike. Prema ovom zakonu, građevni otpad se smatra inertnim jer ne sadrži značajne količine tvari koje podliježu fizičkoj, kemijskoj ili biološkoj razgradnji, te ne predstavlja ozbiljnu prijetnju okolišu.

Po završetku radova, gradilište treba biti očišćeno od otpada i suvišnog materijala, a okolni teren treba se dovesti u prvobitno stanje. Prema Pravilniku o vrstama otpada, proizvođači otpada koji posjeduju vrijedne resurse koje je moguće iskoristiti, obvezni su razvrstavati otpad na mjestu nastanka, odvojeno ga skupljati i osigurati odgovarajuće uvjete skladištenja kako bi se očuvala kvaliteta otpada za ponovnu obradu.

Građevni otpad može se obraditi kroz nekoliko postupaka:

- **Kemijsko-fizikalna obrada:** Uključuje metode poput neutralizacije, taloženja, ekstrakcije, redukcije, oksidacije, dezinfekcije, centrifugiranja, filtracije, sedimentacije i rezervne osmoze s ciljem promjene kemijskih i fizičkih svojstava otpada.
- **Biološka obrada:** Koristi biološke procese za promjenu kemijskih, fizičkih ili bioloških svojstava otpada, uključujući aerobnu i anaerobnu razgradnju.
- **Termička obrada:** Obuhvaća termičke procese kao što su spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje i zataljivanje u staklo, s ciljem promjene kemijskih, fizičkih ili bioloških svojstava otpada.
- **Kondicioniranje otpada:** Priprema otpada za određeni način obrade ili odlaganja putem postupaka kao što su usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje i očvršćivanje.

Prema Pravilniku o uvjetima za postupanje s otpadom, termička obrada primjenjuje se na drvo, plastiku, asfalt koji sadrži katran, te katran i proizvode koji sadrže katran. Kondicioniranje se može primijeniti na građevinske materijale na bazi azbesta, asfalt (s i bez katrana), izolacijske materijale koji sadrže azbest, miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Veći dio građevnog otpada, bilo obrađen ili neobrađen, može se odvesti na najbliže javno odlagalište otpada. To uključuje ostatke betona i armature, građevinske materijale na bazi gipsa, drvo, staklo, plastiku, metale (bakar, broncu, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik), kositar, miješane materijale, kablove, zemlju i kamenje, te ostale izolacijske materijale.

Nakon završetka radova, gradilište treba biti očišćeno od otpada i suvišnog materijala, a okolni teren vraćen u prvobitno stanje.

# UVJETI ODRŽAVANJA I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA

Građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja, ali zbog relativne blizine agresivnoj sredini (moru), potrebno je povećati mjere opreza i pojačani nadzor nad svim elementima građevine. Tehnološke mjere navedene u ovom projektu usmjerene su na postizanje kvalitetne i dugotrajne konstrukcije, stoga je nužno pridržavati se mjera za osiguranje kvalitete materijala i konstrukcija te poštovati posebne tehničke uvjete.

Održavanje betonskih konstrukcija treba se provoditi u skladu s odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22) i normama koje se na njih odnose, kao i primjenom ostalih relevantnih priloga TPGK.

Redoviti pregledi građevine, koje treba provoditi kvalificirane osobe, trebaju se obavljati najmanje svakih 5 godina za zgrade javne namjene. Izvanredni pregledi potrebno je provoditi nakon značajnih događaja poput ekstremnih vremenskih nepogoda, potresa, požara, eksplozija ili prema zahtjevu inspekcije.

Osim ovih pregleda, korisnicima je preporučena provedba godišnjih pregleda te da, u slučaju primjećivanja nepravilnosti, zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog projektom. Pregledi uključuju:

- **Vizualni pregled:** Utvrđivanje položaja i veličine napuklina, pukotina i drugih oštećenja koja mogu utjecati na mehaničku otpornost i stabilnost građevine.
- **Provjera drvenih konstrukcija:** Utvrđivanje stanja drvenih elemenata, uključujući trulež i ugroženost kukcima.
- **Provjera progiba:** Mjerenje veličine progiba glavnih nosivih elemenata za slučaj osnovnog djelovanja ako vizualni pregled ukazuje na sumnju u mehaničku otpornost i stabilnost.

Nakon pregleda, potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije i predložiti potrebne mjere i radove na saniranju i održavanju. Navedenu dokumentaciju vlasnik građevine dužan je trajno čuvati.

Ukoliko je riječ o manjim nedostacima, smije ih ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, no pri većim zahvatima vlasnik ili korisnik građevine dužni su postupiti prema zahtjevima definiranim u dokumentaciji te izvršiti potrebne radove održavanja, obnove, izmjene i rekonstrukcije. Svi pregledi i izvođenje radova na konstrukciji treba povjeriti ovlaštenim osobama.

Norme za ispitivanje i održavanje građevina :

HRN ENV 13269	Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju
HRN EN 13306	Nazivlje u održavanju
HRN ENV 13670-1:2002	Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)
HRN U.M1.047:1987	Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma
HRN EN 4866:1999	Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996)
HRN ISO 15686-1:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004	Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)
HRN 12504-2:2001	Svojstva betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)
nHRN EN 12504-3	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003)
HRN EN 12390-1:2001	Ispitivanje očvrstloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002	Ispitivanje očvrstloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001)

Očekivani vijek trajanja građevine je 50 godina.

Preduvjet za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilna izvedba te pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima te zakonima i pravilima struke.

# SPISAK ZAKONA I PRAVILNIKA KORIŠTENIH PRI IZRADI PROJEKTA

Ovaj projekt je izrađen u skladu sa slijedećim zakonima i propisima:

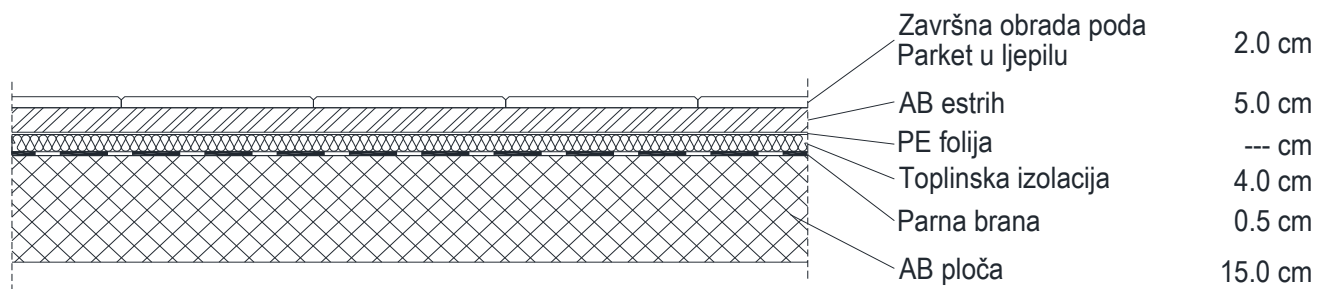
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18, 114/22)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 68/18, 110/18, 32/20)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 32/19, 118/20)
  
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu (NN 59/96, 114/03)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 37/90)
- Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (NN 6/84, 42/05, 113/06)
- HRN EN 1990:2011, Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010), s pripadajućim Nacionalnim dodacima
- Niz normi: od HRN EN 1991-1-1 do HRN EN 1991-1-7 – opterećenja, s pripadajućim Nacionalnim dodacima
- HRN EN 1992-1-1:2013, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija - Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004+AC:2010), s pripadajućim Nacionalnim dodacima
- HRN EN 1993-1-1:2014, Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija - Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1993-1-1:2014/A1), s pripadajućim Nacionalnim dodacima
- HRN EN 1996-1-1:2012, Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija – Dio 1-1 – Opća pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije (EN 1996-1-1:2012)
- HRN EN 1996-2:2012, Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija – Dio 2 – Konstruiranje, odabir materijala i izvedba ziđa (EN 1996-2:2006+AC:2009)
- Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004/A1:2013), s pripadajućim Nacionalnim dodacima
- HRN EN 1998-1:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004+AC:2009), s pripadajućim Nacionalnim dodacima

# ANALIZA OPTEREĆENJA

## Pozicije 100 – Etaže

### a) stalno opterećenje

debljina ploče:  $d_{pl} = L_{kraći} / 35 = 475 / 35 = 13,57$  cm  
odabrano  $d_{pl} = 15$  cm



	$d$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times \gamma$
Pregrade			1.00
Završna obrada poda – parket	0.02	12.0	0.24
AB estrih	0.05	25.0	1.25
Toplinska izolacija	0.04	5.0	0.20
Hidroizolacija	0.005	20.0	0.10
AB. ploča	0.15	25.0	3.75

Ukupno stalno opterećenje:  $g_{100} = 6,54$  kN/m<sup>2</sup>

### b) pokretno opterećenje

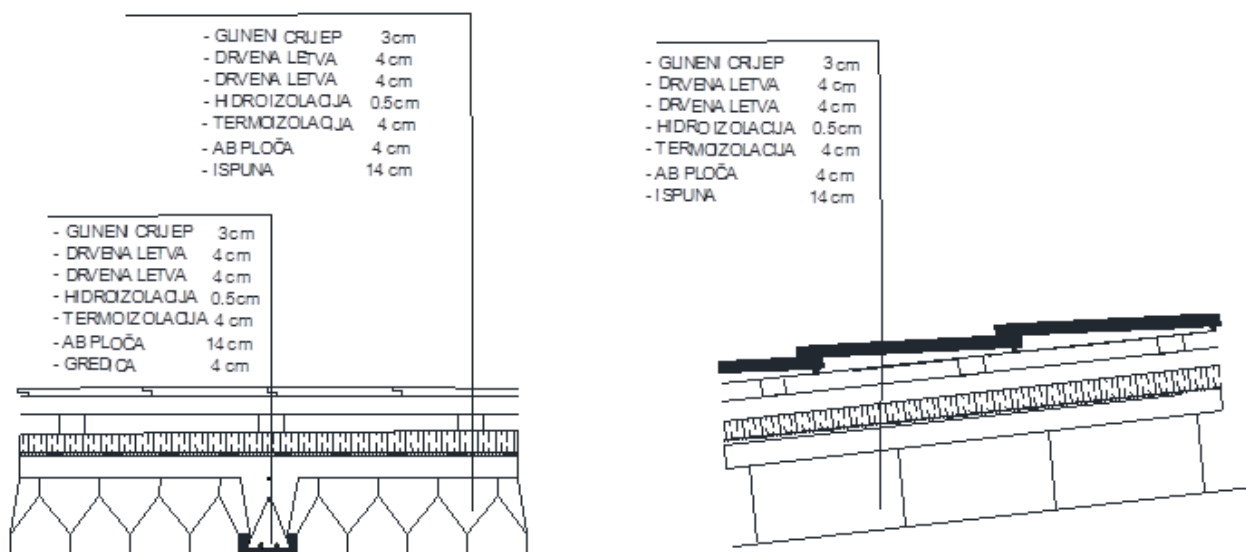
Pokretno opterećenje se uzima prema pravilniku : HRN EN 1991-2-1.

$q_{100} = 2,0$  kN/m<sup>2</sup>

-Na balkonima pokretno opterećenje uzimamo  $q_{100} = 4,0$  kN/m<sup>2</sup>



## Pozicija 200 – Krov



### a) stalno opterećenje

	$d$ (m)	$g$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times g$
Glineni crijep + drvene letve			0.6
Termoizolacija	0.045	5.0	0.23
Hidroizolacija	0.006	20.0	0.12
FERT ploča (strop)	0.1986	15,6	3.1

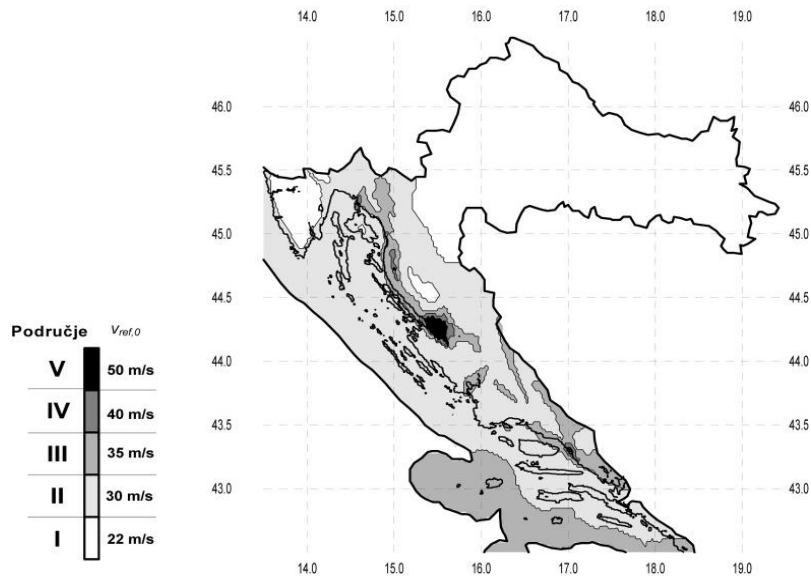
Ukupno stalno opterećenje **Sg= 4.05 (kN/m<sup>2</sup>)**

### b) pokretno opterećenje

Za pokretno opterećenje uzima se opterećenje snijegom i vjetrom. Opterećenje snijegom za kose krovove, u područjima gdje je snijeg rijedak prikazano je kasnije.

## Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom za građevinu određuje se prema Europskoj normi EC1, Dio 2-4, koja pokriva djelovanje vjetra na konstrukcije, te Europskoj normi EN 1991-2-4 i Nacionalnom dokumentu za primjenu u Republici Hrvatskoj. Za građevinu koja se nalazi na lokaciji koja je većinom zaštićena od vjetra, ta lokacija pripada III. području djelovanja vjetra. Prema ovim normama, osnovno djelovanje vjetra za to područje je:



$$v_{b,0} = 35.0 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1.0$$

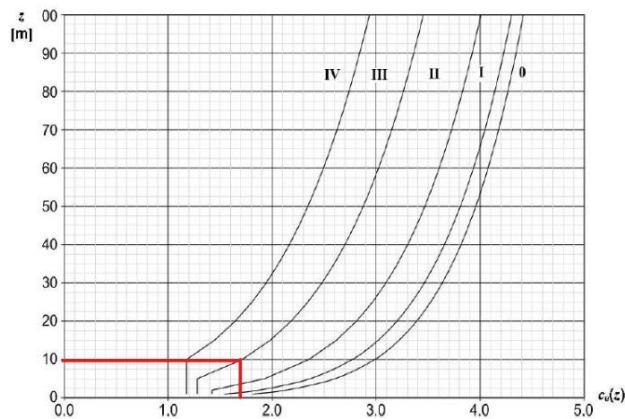
$$C_{tem} = 1.0$$

$$C_{alt} = 1.0 + 0.0001 \cdot a_s \quad a_s = 0 \text{ m n. m.}, \quad C_{alt} = 1.0$$

$$v_{ref} = C_{dir} \cdot C_{tem} \cdot C_{alt} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 35.0 = 35.0 \text{ m/s}$$

Koeficijent položaja  $c_e(z)$  za ktg. terena IV i prosječnu visinu do 10 m iznad terena:

$$c_e(z) \approx 1.2$$



Rezultirajuće opterećenje vjetrom:

$$\rho_{zr} = 1.25 \text{ kg/m}^3 \approx 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_p(z) = 1.7 \cdot \frac{1.25}{2} \cdot 35.00^2 = 1301,56 \text{ N/m}^2 = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

## Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom svrstava se u promjenjiva slobodna opterećenja. Izračun opterećenja snijegom temelji se na karakterističnom opterećenju  $s_k$ , koje predstavlja ujednačenu snježnu masu koja je pala pri mirnim vremenskim uvjetima na ravnu površinu. Ova vrijednost se prilagođava uzimajući u obzir oblik krova i utjecaj vjeta na raspodjelu snijega. Određivanje opterećenja snijegom vrši se prema normi HRN EN 1991-1-3

Opterećenje snijegom na krovu:

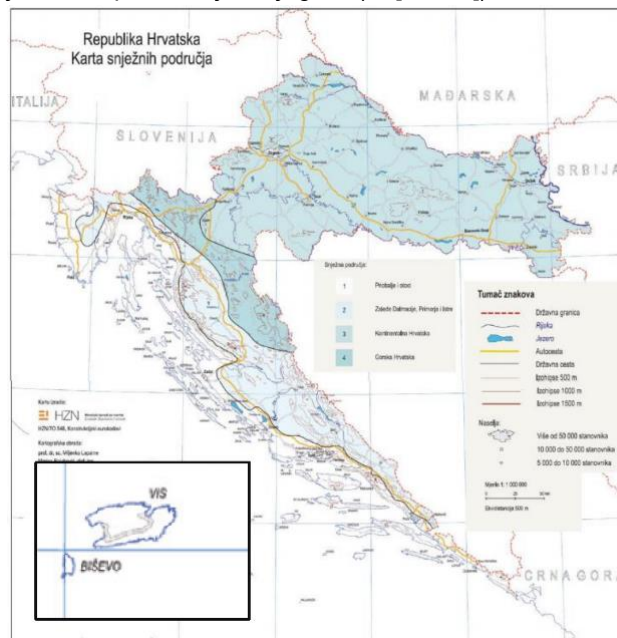
$$s = \mu_1 \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

$\mu_1$  – koeficijent oblika za opterećenje snijegom (= 0.8)

$c_e$  – koeficijent izloženosti (=1.0)

$c_t$  – koeficijent topline (=1.0)

Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom ( $s_k$  [kN/m<sup>2</sup>]) na tlu očitava se s karte:



Nadomska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25

Karta područja opterećenja snijegom i pripadajuće tablica

Split se nalazi u 1. zoni (očitano sa slike iznad), nadomska visina do 100 m →  $s_k=0,50$  [kN/m<sup>2</sup>]

$$s = \mu_1 \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

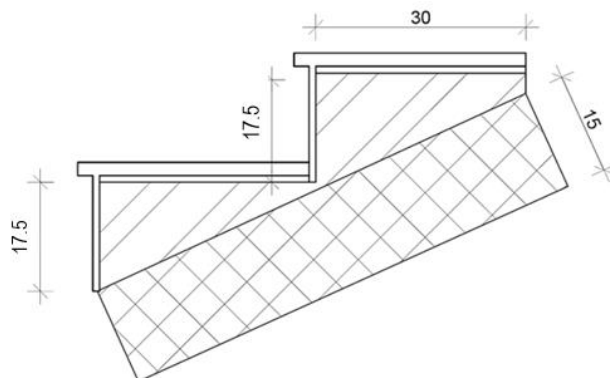
$$s = 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.50 = 0.40 \text{ kn/m}^2$$

$$q_{200}=s+w= 1,30+0,4 \text{ kN/m}^2 = 1,7 \text{ kN/m}^2$$

Za pokretno opterećenje uzima se opterećenje snijegom i vjetrom. Opterećenje snijegom za kose krovove, u područjima gdje je snijeg rijedak prikazano je kasnije. Za pokretno opterećenje kosih krovova može uzeti zamjenjujuća vrijednost:  $q_{200}=s+w= 1,00 \text{ kN/m}^2$

## Stubište

### a) stalno opterećenje



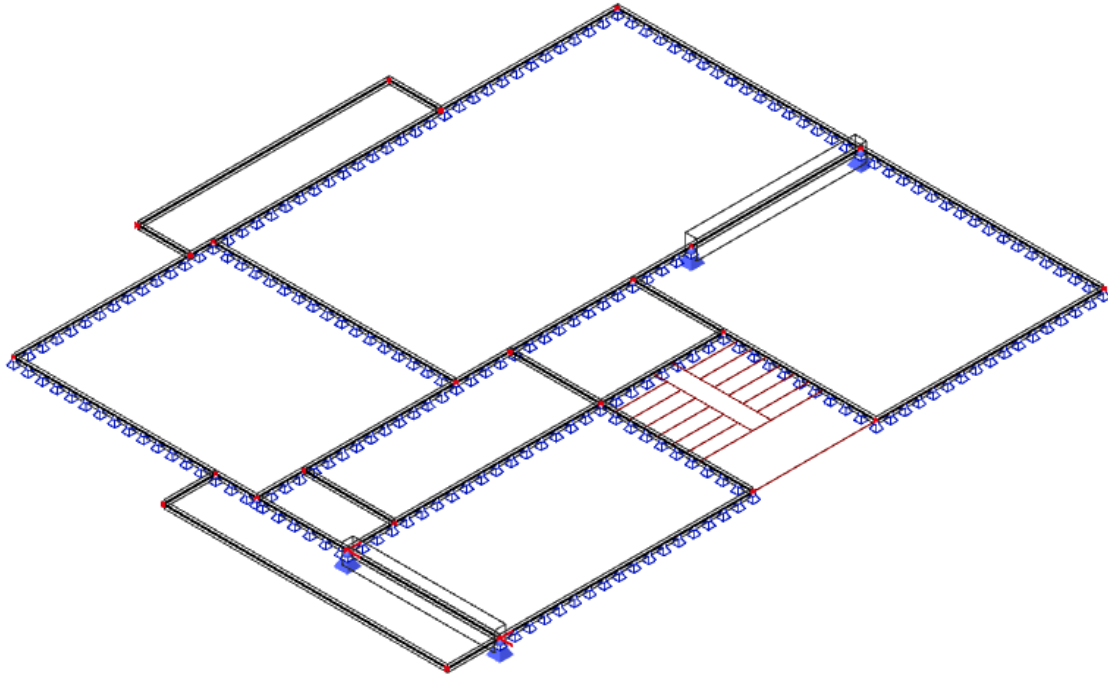
$$\operatorname{tg}\alpha = v_{st}/\check{s}_{st} = 17,5/30 = 0,583 \quad ; \quad \alpha = 30,26^\circ$$
$$h' = h/\cos\alpha = 15/\cos(30,24^\circ) = 17,37 \text{ cm}$$

	$d$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \times \gamma$
Završna obrada gazišta – kamena ploča	0.02	28.0	0.56
Cementni namaz (max. 1.0 cm)	0.01	20.0	0.20
Stuba	0.075	24.0	1.80
AB. ploča (h'=17,37 cm)	0.1737	25.0	4.34
Ukupno stalno opterećenje: $g_{st} =$			<b>6.90 (kN/m<sup>2</sup>)</b>

# PRORAČUN MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE

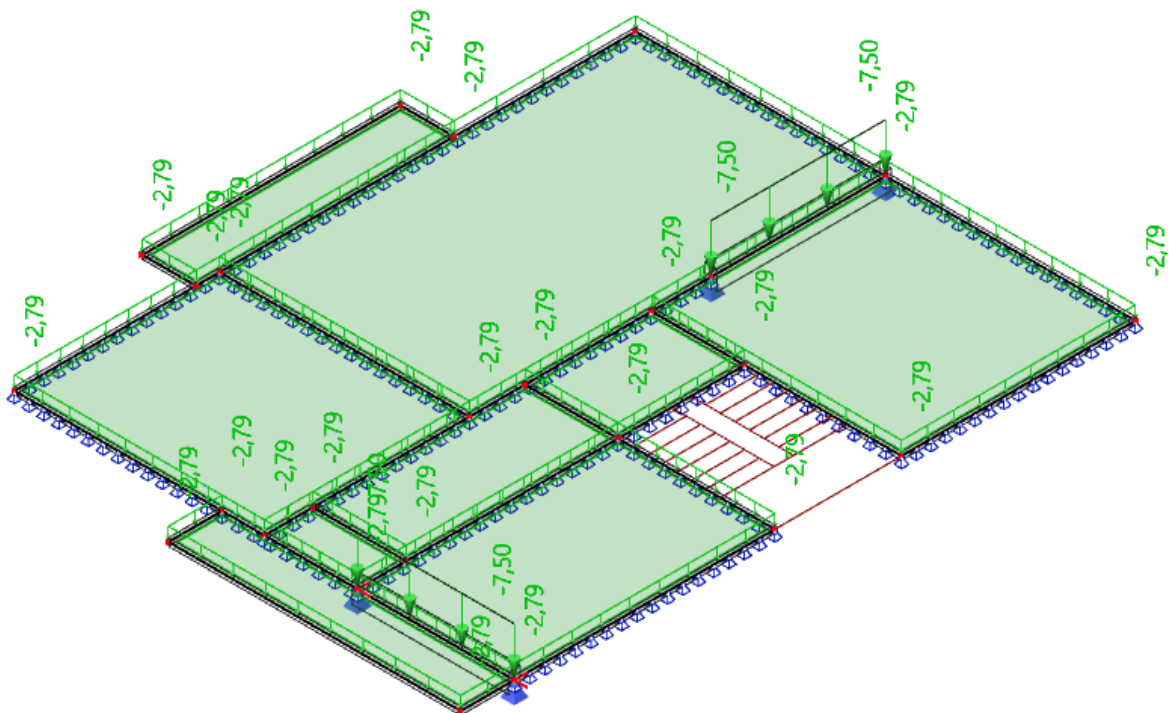
Prikaz modela i rezultata

Prikaz modela ploče

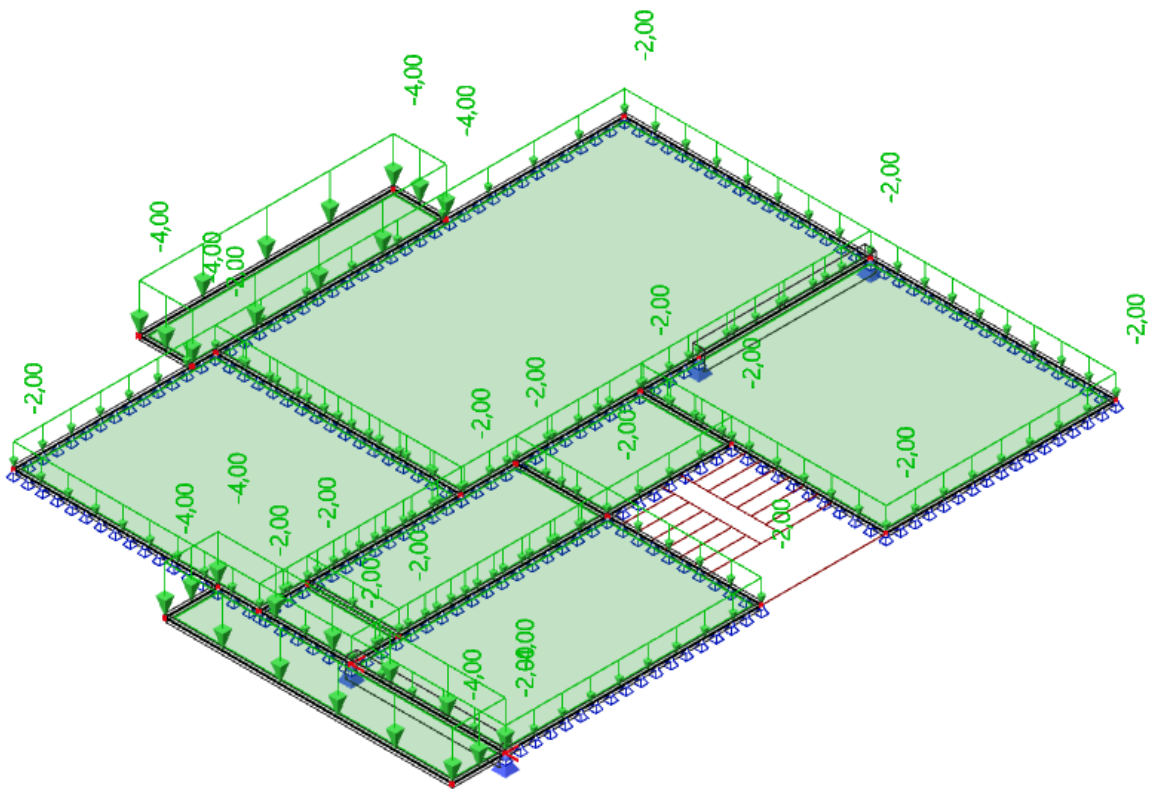


Prikaz opterećenja

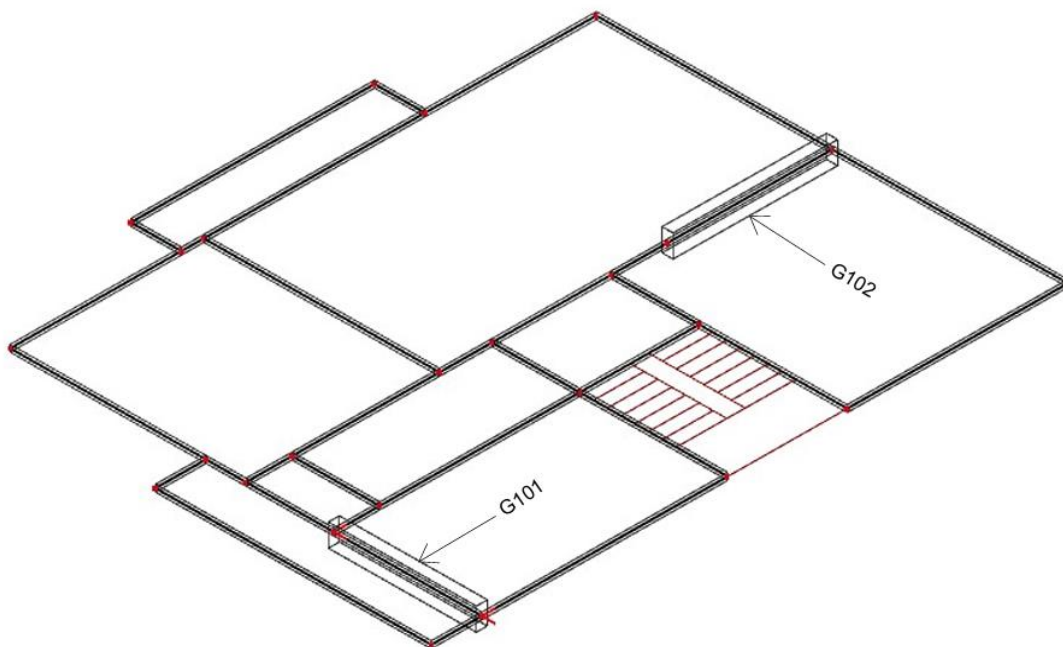
1.) Dodatno stalno opterećenje



## 2.) Pokretno (korisno) opterećenje



Prikaz modela grede G101 i grede G102



### Kombinacije opterećenja:

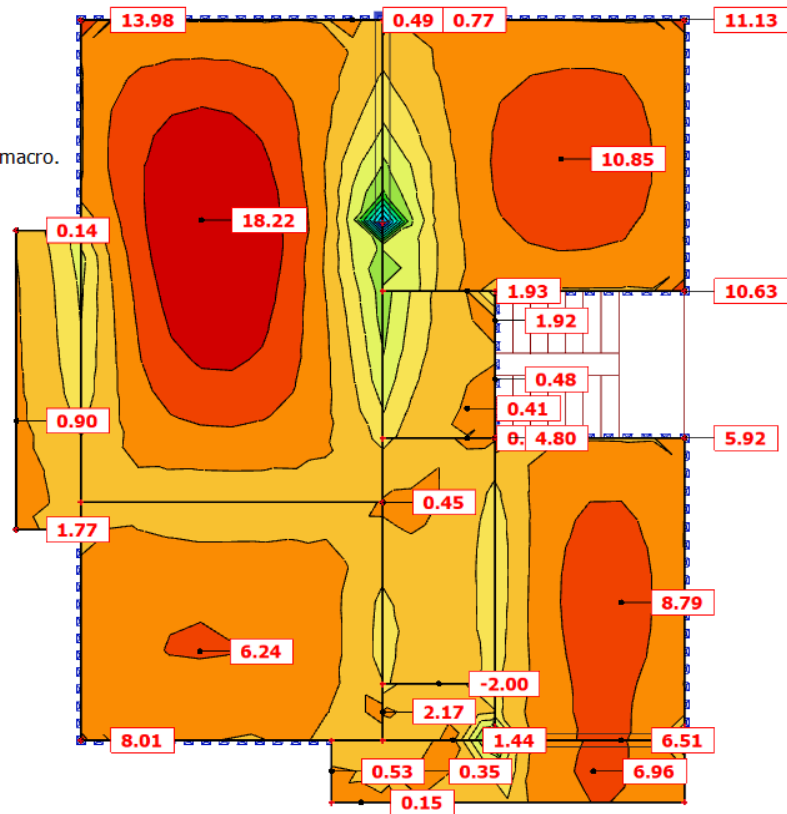
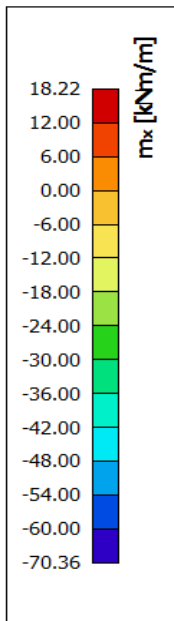
- GSN (proračun u polju) :  $1,35 G + 1,50 Q \cdot 1,20$
- GSN (proračun na ležaju) :  $1,35 G + 1,50 Q$
- GSU :  $1,00 G + 1,00 \cdot Q$

# Prikaz rezultata ploče

**GSN\_2 (polje): kombinacija opterećenja 1,35 G + 1,50 Q · 1,20**

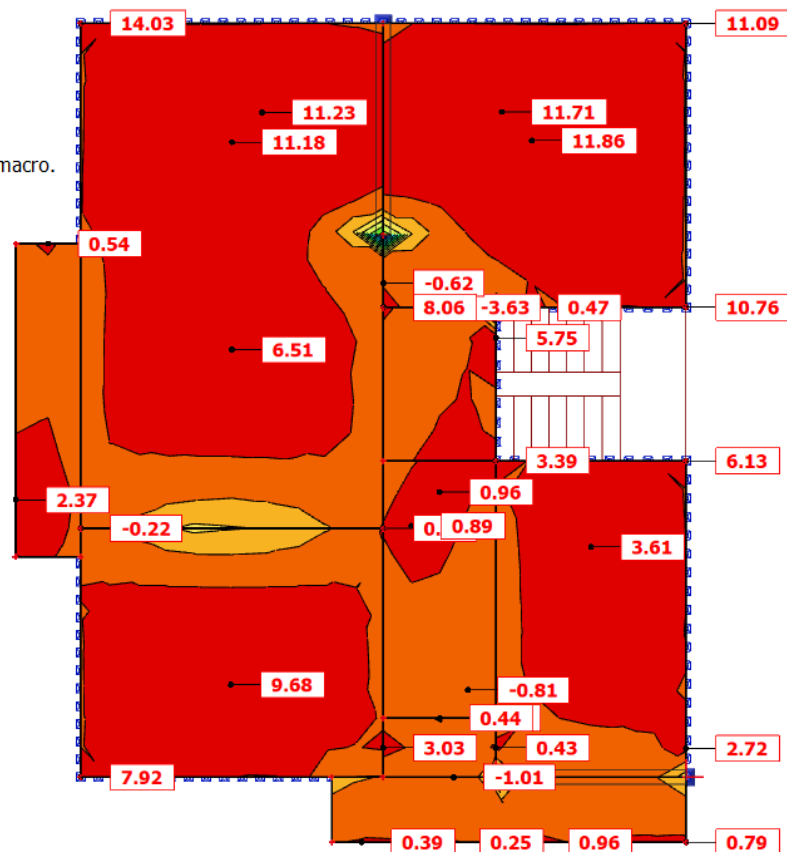
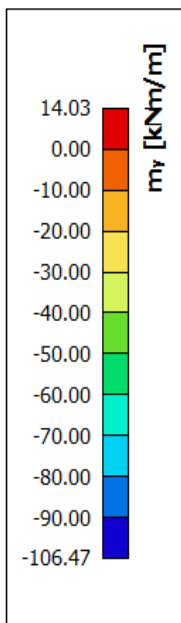
## 2D internal forces

Values:  $m_x$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN\_2  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



## 2D internal forces

Values:  $m_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN\_2  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



## GSN\_1 (ležaj): kombinacija opterećenja 1,35 G + 1,50 Q

### 2D internal forces

Values:  $m_x$

Linear calculation

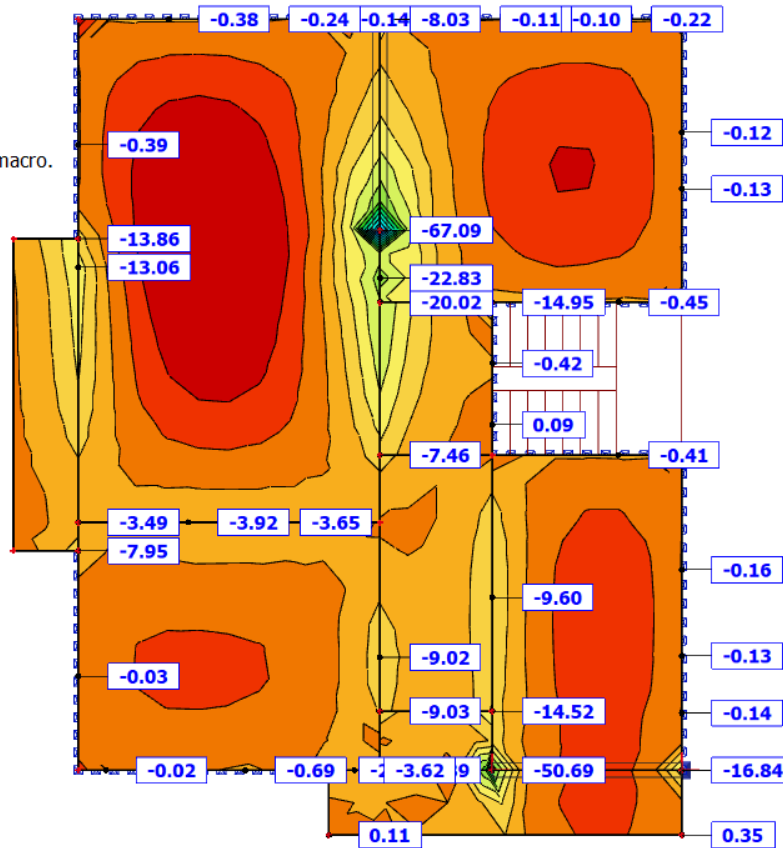
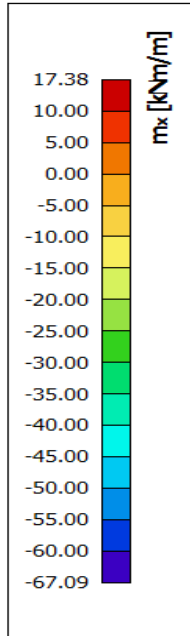
Combination: GSN\_1

Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

System: LCS mesh element



### 2D internal forces

Values:  $m_y$

Linear calculation

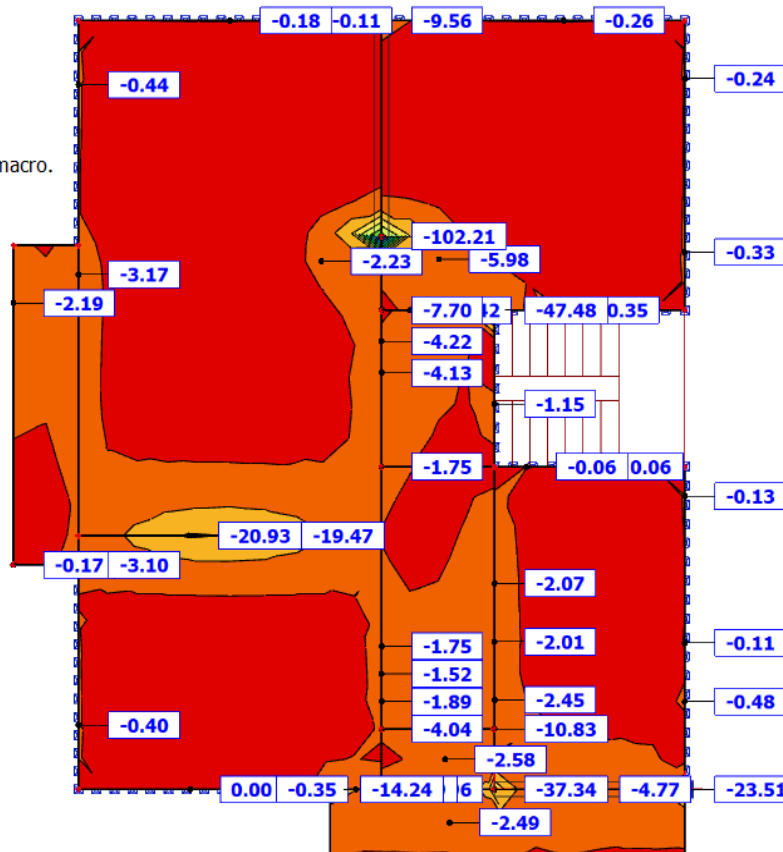
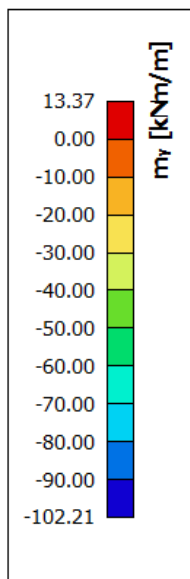
Combination: GSN\_1

Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

System: LCS mesh element

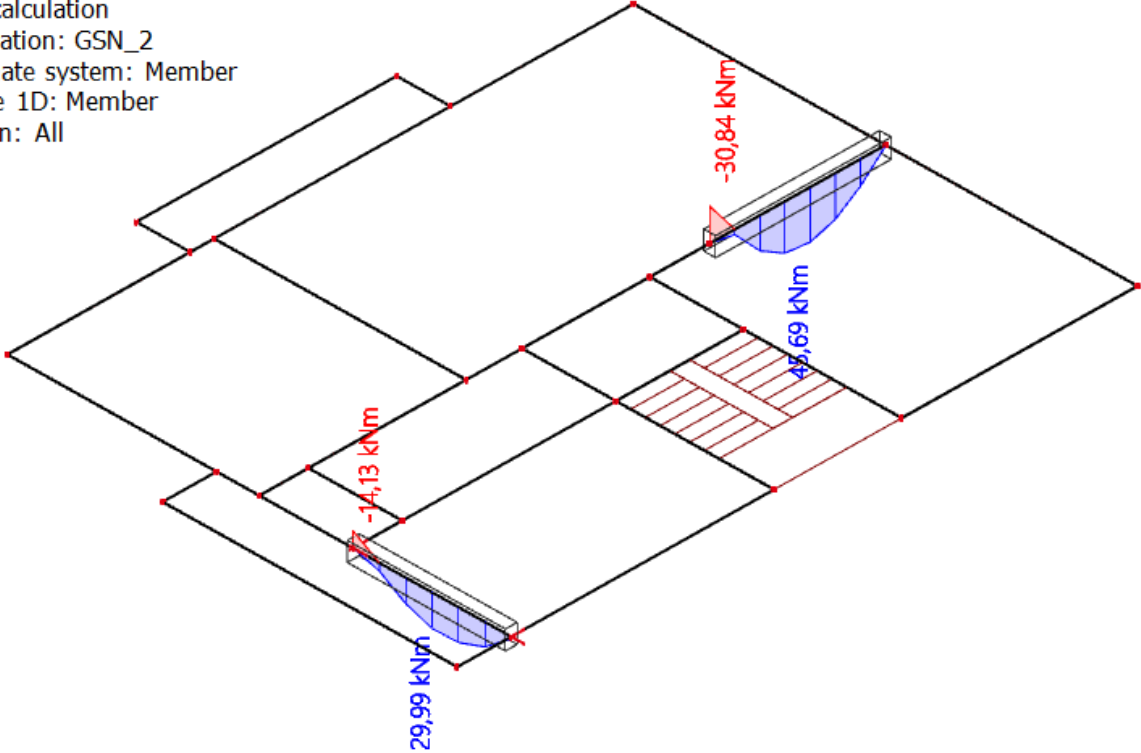




# Prikaz rezultata grede

## 1D internal forces

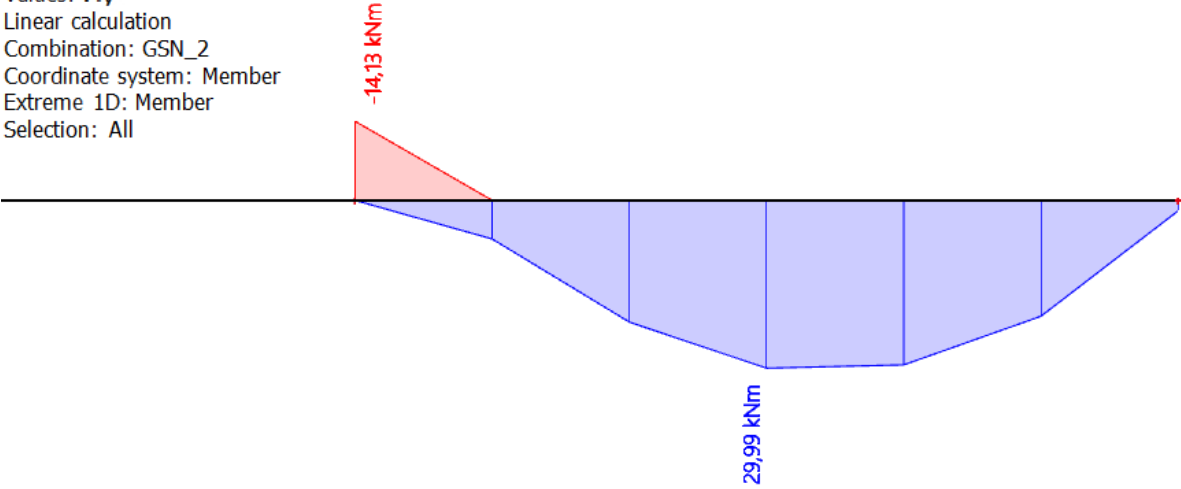
Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: GSN\_2  
Coordinate system: Member  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



# Greda G101

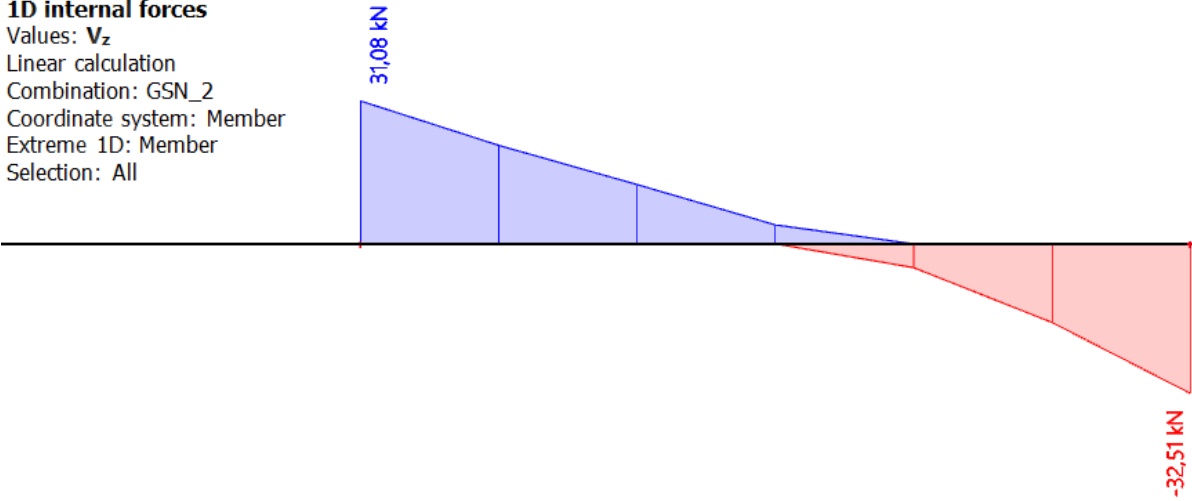
## 1D internal forces

Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: GSN\_2  
Coordinate system: Member  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



## 1D internal forces

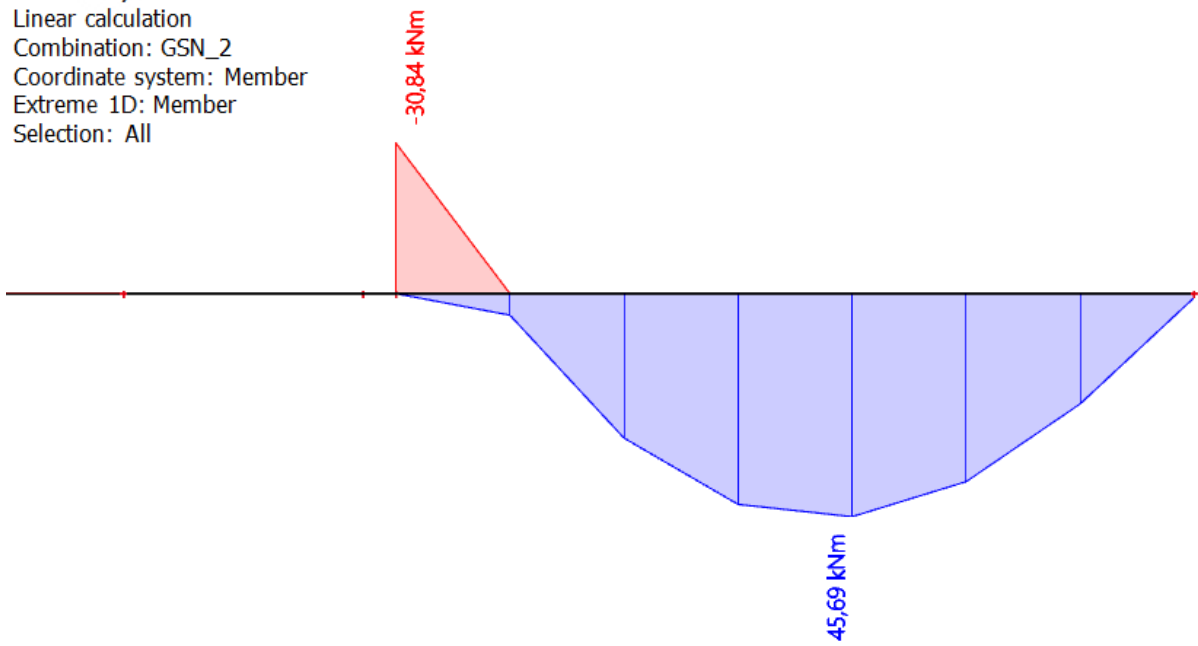
Values:  $V_z$   
Linear calculation  
Combination: GSN\_2  
Coordinate system: Member  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



# Greda G102

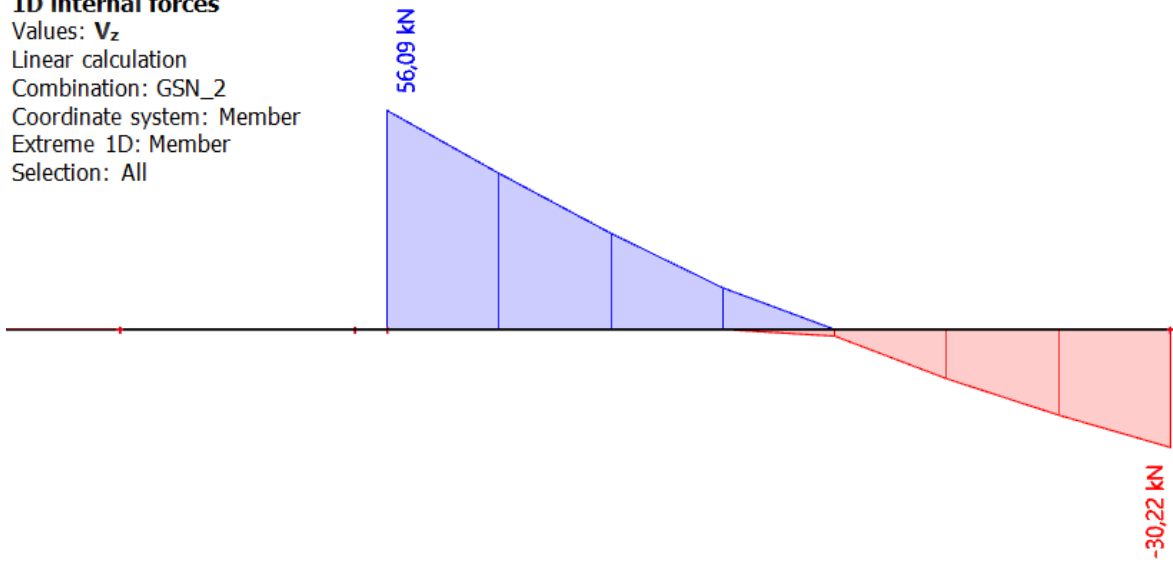
## 1D internal forces

Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: GSN\_2  
Coordinate system: Member  
Extreme 1D: Member  
Selection: All



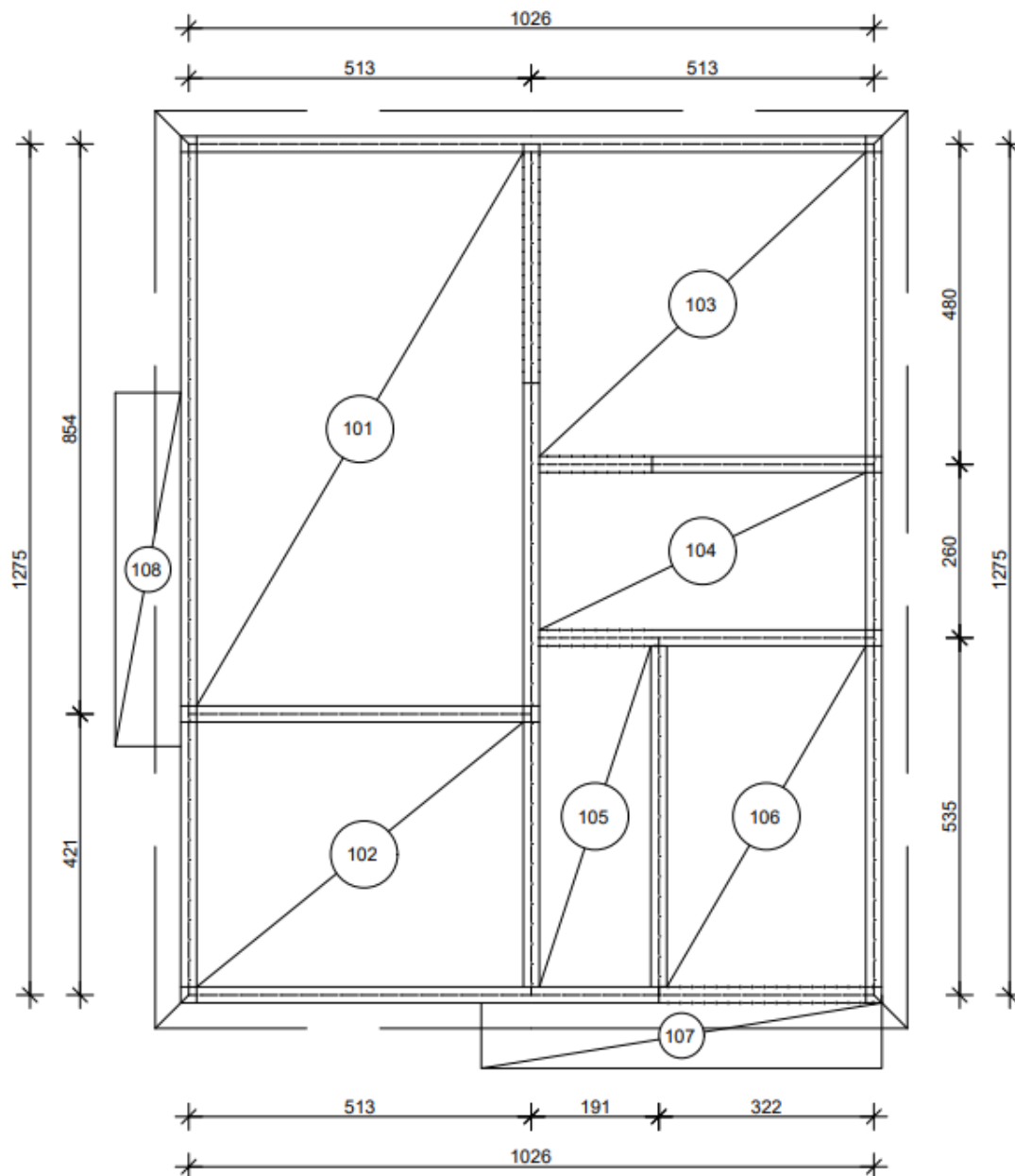
## 1D internal forces

Values:  $V_z$   
Linear calculation  
Combination: GSN\_2  
Coordinate system: Member  
Extreme 1D: Member  
Selection: All

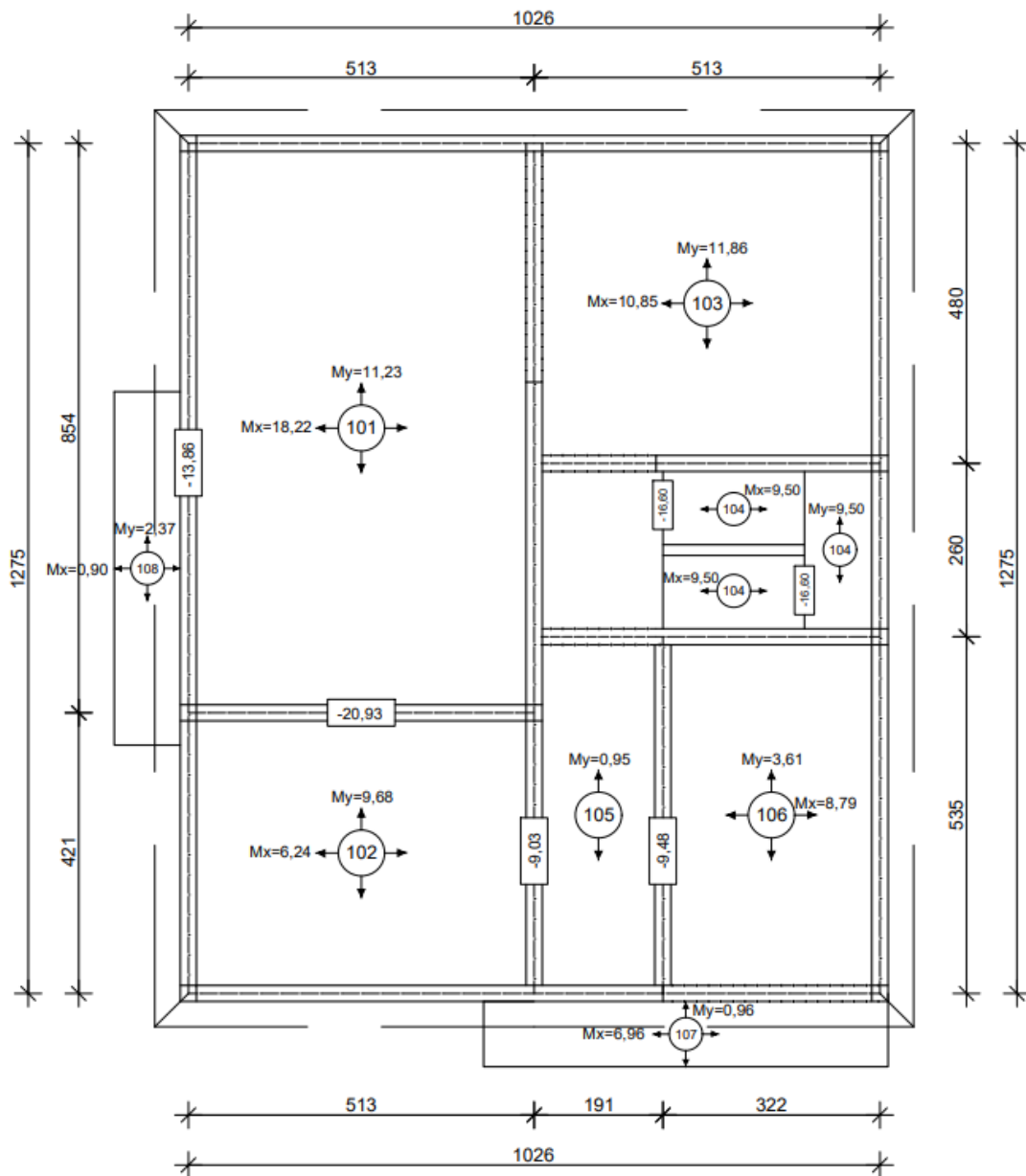


## Dimenzioniranje na moment savijanja

### PLOČA POZICIJE 100-plan pozicija



**Prikaz dobivenih maksimalnih momenata u poljima i na ležajevima:**



Beton: C 30/37;  $f_{ck}=30.0$  MPa ;  $f_{ctm} = 2.9$

Armatura: B 500B;  $f_{yk}=500.0$  MPa

Minimalna armatura:

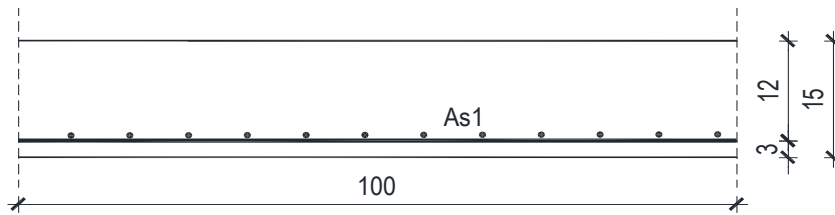
$$A_{s1} \geq 0.26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_t \cdot d \geq 0.001508 \cdot b_t \cdot d$$

$$A_{s1} \geq 0.0013 \cdot 100 \cdot 12$$

$$A_{s1} \geq 1,8096 \text{ cm}^2 \geq 1,56 \text{ cm}^2$$

Odabrano:  $A_{s1} = 1,86 \text{ cm}^2 \rightarrow$  odabrano: mreža Q-196

## Ploča 101 – polje



<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	18,22	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,5	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,070		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	18,22	kNm	<b>ξ</b>	0,130	<b>x = 1,56</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,953		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,063		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>3,66</b>	cm <sup>2</sup>	

$$M_{Ed} = 18,22 \text{ kNm/m}$$

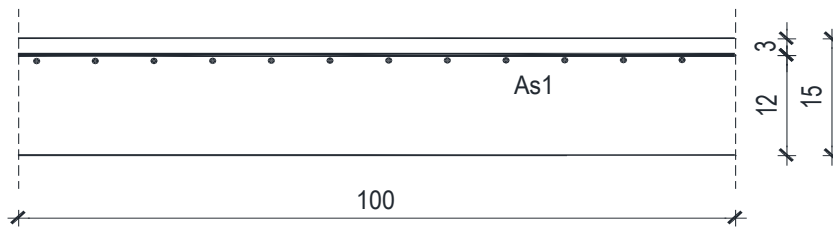
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{18,22}{100 \cdot 12^2 \cdot 2,00} = 0,0633$$

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰} \quad \varepsilon_{c2} = 1,5 \text{ ‰} \quad \zeta = 0,953$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{182,2}{0,953 \cdot 12 \cdot 43,5} = 3,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Odabrano:  $A_{s1} = 3,85 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-385

### Ploča 101 – 102 - ležaj

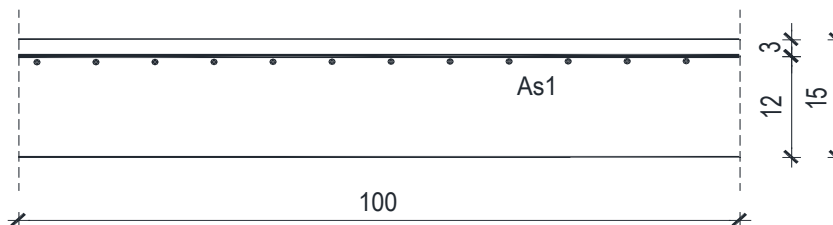


$$M_{Ed} = 20,93 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	20,93	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,6	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,077		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	20,93	kNm	<b>ξ</b>	0,138	<b>x = 1,66</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,950		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,073		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>4,22</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 4,24 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža R-424

### Ploča 101 – 108 – ležaj



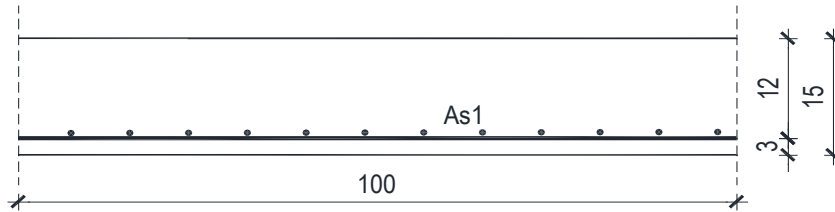
$$M_{Ed} = 13,86 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	13,86	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,2	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,049		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	13,86	kNm	<b>ξ</b>	0,107	<b>x = 1,28</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,962		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,048		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>2,76</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 2,83 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-283

Radi jednostavnosti, ista mreža bit će postavljena i na balkon, pozicije 108.

## Ploča 102 – polje



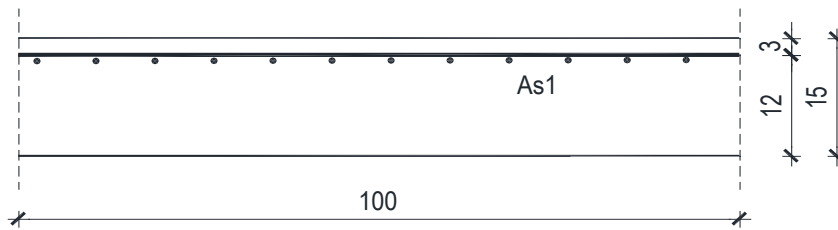
$$M_{Ed} = 9,68 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	500	<b>B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	30	37	MPa	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00		kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48		kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500						
<b>M<sub>Ed</sub></b>	9,68	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>				
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231		%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363		%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,0	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,037			
<b>M<sub>Eds</sub></b>	9,68	kNm	<b>ξ</b>	0,091	<b>x =</b>	1,09	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,968			
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,034		<b>A<sub>s1</sub></b>	1,92		cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-196



## Ploča 102 – 105 – ležaj

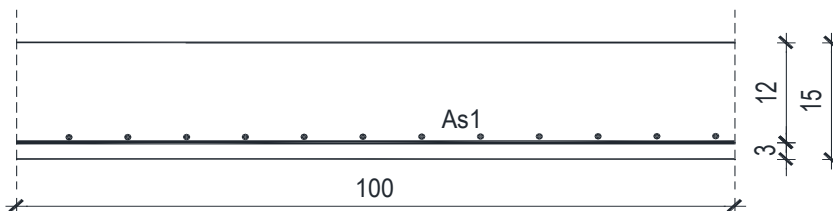


$$M_{Ed} = 9,03 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	9,03	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,0	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,037		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	9,03	kNm	<b>ξ</b>	0,091	<b>x = 1,09</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,968		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,031		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>1,79</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža R-196

## Ploča 103 – polje

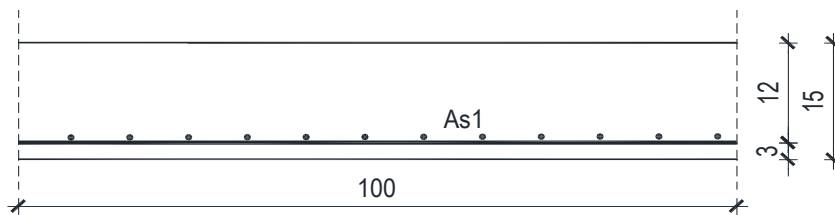


$$M_{Ed} = 11,86 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	11,86	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,1	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,043		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	11,86	kNm	<b>ξ</b>	0,099	<b>x = 1,19</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,965		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,041		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>2,36</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 2,57 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-257

## Ploča 105 – polje

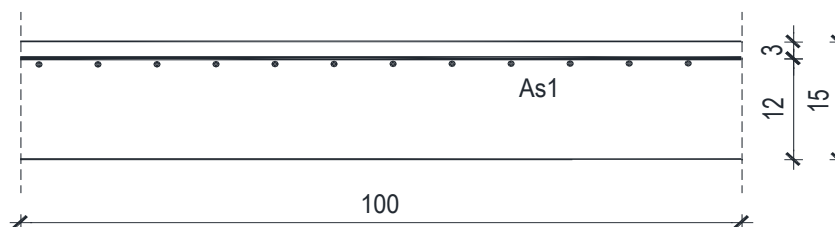


$$M_{Ed} = 0,96 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	0,95	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,4	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,004		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	0,95	kNm	<b>ξ</b>	0,029	<b>x = 0,35</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,990		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,003		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>0,18</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-196

## Ploča 105 – 106 – ležaj

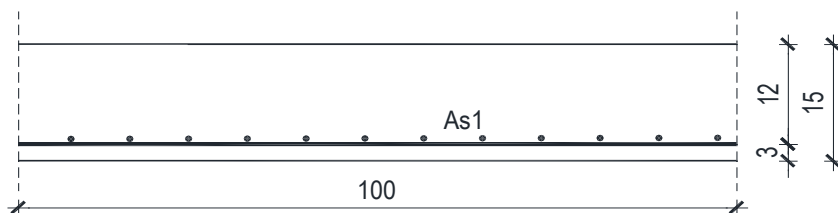


$$M_{Ed} = 14,52 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	14,52	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,3	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,056		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	14,52	kNm	<b>ξ</b>	0,115	<b>x = 1,38</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,959		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,050		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>2,90</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 3,35 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža R-335

## Ploča 106 – polje



$$M_{Ed} = 8,79 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	8,79	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	0,9	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,031		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	8,79	kNm	<b>ξ</b>	0,083	<b>x = 1,00</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,971		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,031		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>1,74</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $As_1 = 1,96 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-196

## Ploča 102 – 107 – ležaj

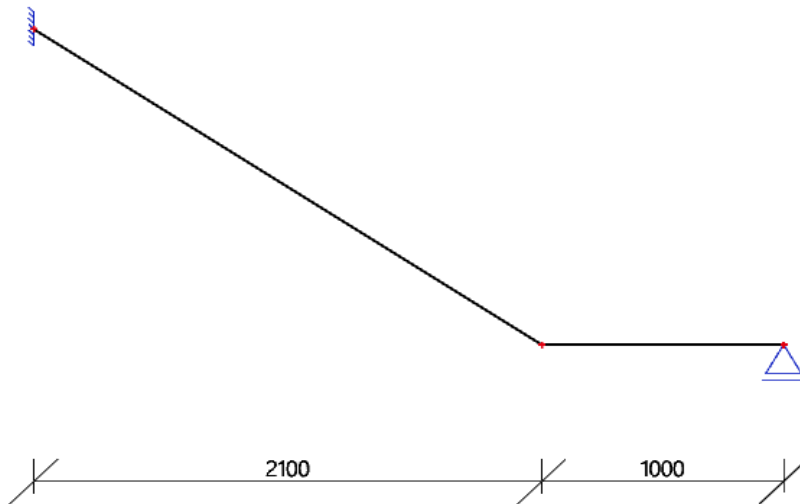
$$M_{Ed} = 14,24 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	14,24	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,3	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,056		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	14,24	kNm	<b>ξ</b>	0,115	<b>x = 1,38</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,959		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,049		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>2,85</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $As_1 = 3,35 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža Q-335

Radi jednostavnosti, ista mreža bit će postavljena i na balkon, pozicije 107.

## Proračun stubišta



$$g^{202} = 6.90 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q^{202} = 3.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

## Ploča 104 – polje

Polje

$$M_g^{102} = \frac{g \cdot L_{st}^2}{14} = \frac{6,90 \cdot 3,1^2}{14} = 4,74 \text{ kNm/m}$$

$$M_q^{102} = \frac{q \cdot L_{st}^2}{14} = \frac{3 \cdot 3,1^2}{14} = 2,06 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed x}^{102} = \gamma_g \cdot M_g + \gamma_q \cdot M_q = 1,35 \cdot 4,74 + 1,50 \cdot 2,06 = 9,5 \text{ kNm/m}$$

Ležaj

$$M_g^{102-101} = \frac{g \cdot L_{st}^2}{8} = \frac{6,90 \cdot 3,1^2}{8} = -8,29 \text{ kNm/m}$$

$$M_q^{102-101} = \frac{q \cdot L_{st}^2}{8} = \frac{3 \cdot 3,1^2}{8} = -3,60 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed y}^{102-101} = \gamma_g \cdot M_g + \gamma_q \cdot M_q = 1,35 \cdot 8,29 + 1,50 \cdot 3,60 = -16,6 \text{ kNm/m}$$

## Prikaz rezultata stubišta

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

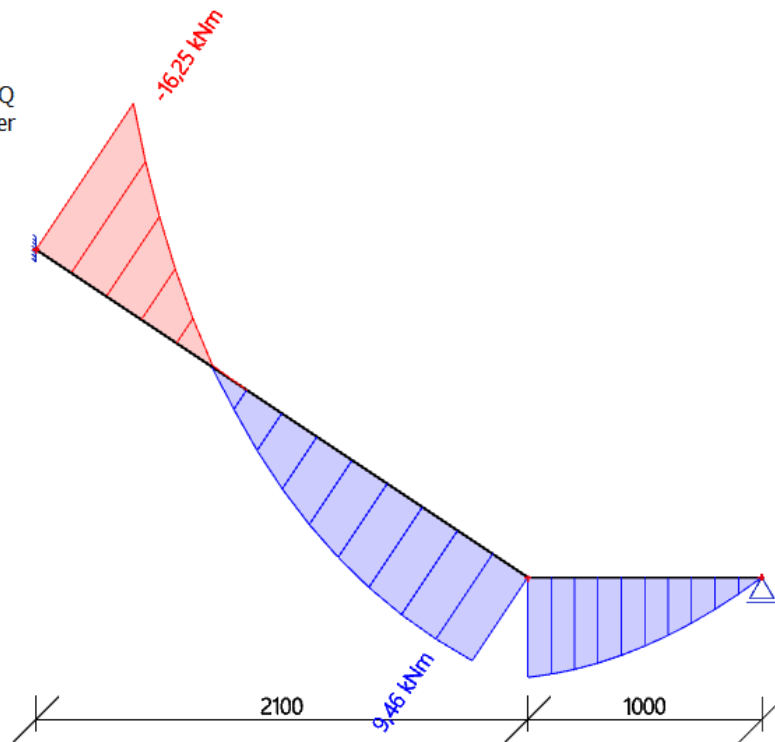
Linear calculation

Combination: 1,35G + 1,5Q

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Global

Selection: All

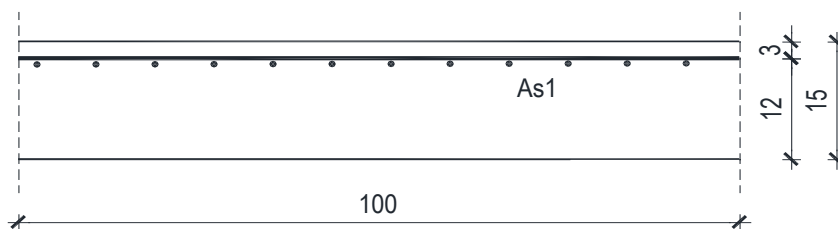


$$M_{Ed,poilje} = 9,5 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,ležaj} = 16,6 \text{ kNm}$$

## Dimenzioniranje stubišta

### Ploča 104 – ležaj

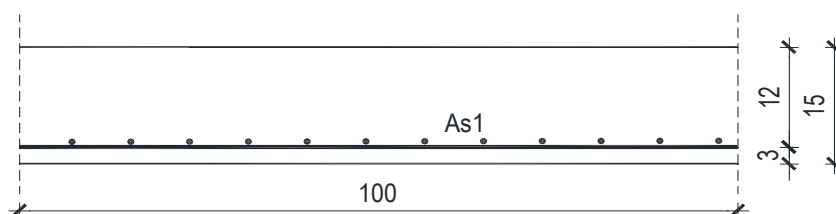


$$M_{Ed,ležaj} = 16,6 \text{ kNm}$$

<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	16,60	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,4	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,063		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	16,60	kNm	<b>ξ</b>	0,123	<b>x = 1,48</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,956		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,058		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>3,33</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 3,85 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža R-385

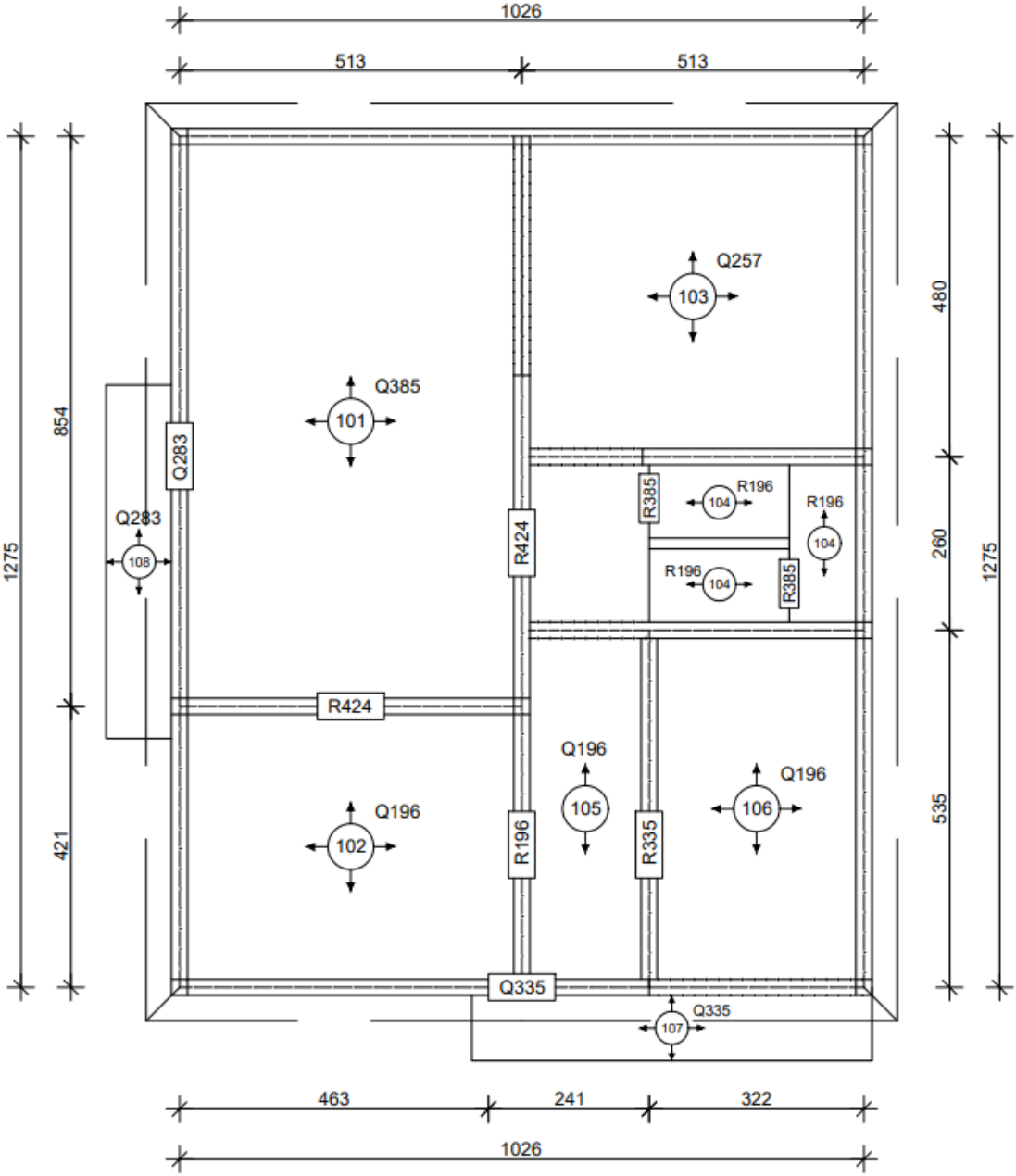
### Ploča 104 – polje



<b>b</b>	100,00	cm	<b>B</b>	<b>500 B</b>		
<b>h</b>	15,00	cm	<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37 MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	3,00	cm	<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>d</b>	12,00	cm	<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>	
<b>A</b>	1500					
<b>M<sub>Ed</sub></b>	9,50	kNm	<b>Jednostruko armiranje</b>			
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN	<b>ω</b>	9,231	%	
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰	<b>ρ</b>	0,363	%	
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,0	‰	<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,037		
<b>M<sub>Eds</sub></b>	9,50	kNm	<b>ξ</b>	0,091	<b>x = 1,09</b>	cm
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	45,79	kNm	<b>ζ</b>	0,968		
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,033		<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>1,88</b>	cm <sup>2</sup>	

Odabrano:  $A_{s1} = 1,96 \text{ cm}^2 \rightarrow$  mreža R-196

# Prikaz armature po pozicijama



## Dimenzioniranje grede G101

### Dimenzioniranje na moment savijanja

Odabir dimenzija grede G101:

$$h_{grede} = \frac{L_0}{10} = \frac{0.85 \cdot 322}{10} = 27,37 \rightarrow \text{odabrano } h_{grede} = 40 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{h_{gr}}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm} \rightarrow \text{odabrano } b_w = 25 \text{ cm}$$

$$h_f = 15 \text{ cm}$$

Beton: C 30/37;  $f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 2.9$

Armatura: B 500B;  $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$

Minimalna armatura:

$$A_{s1} \geq 0.26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_t \cdot d \geq 0.001508 \cdot b_t \cdot d \geq 1,3195$$

$$A_{s1} \geq 0.0013 \cdot 25 \cdot 35$$

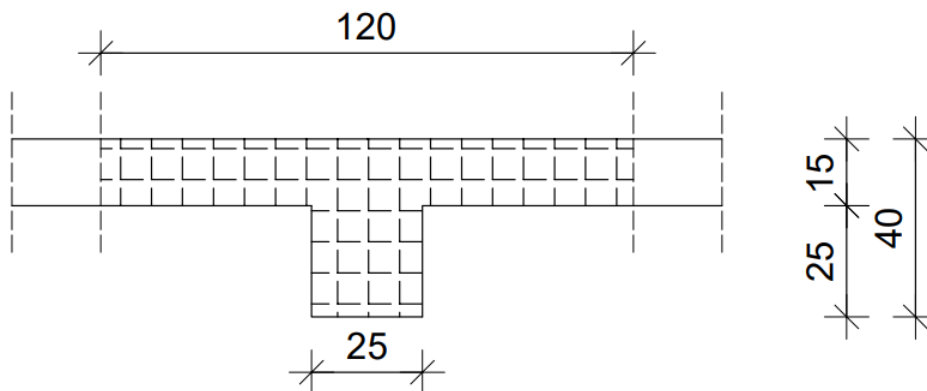
$$A_{s1} \geq 1,3195 \text{ cm}^2 \geq 1,1375 \text{ cm}^2$$

Odabrano:  $A_{s1} = 1,3195 \text{ cm}^2$

**kombinacija opterećenja 1,35 G+1,5 Q**

#### Polje 1:

Utjecajna širina  $b_{eff} = 120 \text{ cm}$



$$M_{Ed} = 29,99 \text{ kNm}$$

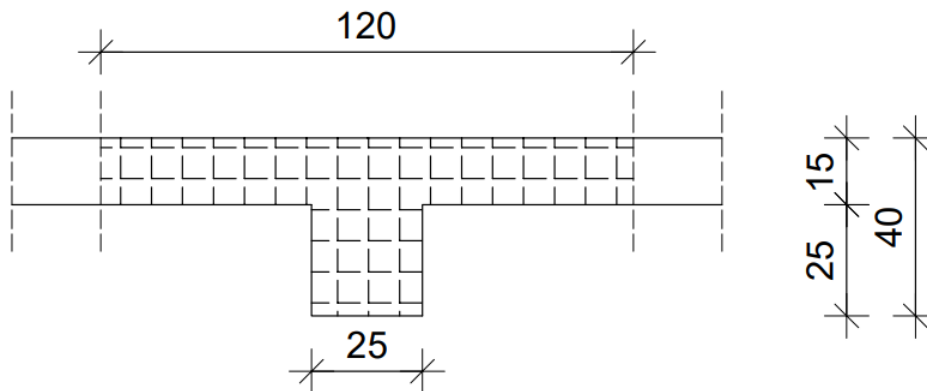
$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{29,99 \cdot 100}{120 \cdot 35^2 \cdot 2,00} = 0.0102 \rightarrow \epsilon_{s1} = 10\text{‰}; \epsilon_{c2} = 0,5\text{‰}$$

$$\zeta = 0.984; \xi = 0.048 \rightarrow x = 0.048 \cdot 35 = 1,68 \text{ cm} < 15 \text{ cm} \rightarrow \text{n.o. siječe ploču}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{29,99 \cdot 100}{0.984 \cdot 35 \cdot 43,48} = 2,00 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrano: } 2\Phi 12 \quad (A_{s1} = 2.26 \text{ cm}^2/\text{m})$$



### Ležaj 1:



$$M_{Ed} = 13,47 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{13,47 \cdot 100}{25 \cdot 35^2 \cdot 2,00} = 0,022 \rightarrow \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 0,8 \text{‰}$$

$$\zeta = 0,974; \xi = 0,074 \rightarrow x = 0,074 \cdot 35 = 2,59 \text{ cm} < 25 \text{ cm} \rightarrow \text{n.o. siječe gredu}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{13,47 \cdot 100}{0,974 \cdot 35 \cdot 43,48} = 0,91 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrano: } 2\Phi 10 \quad (A_{s1} = 1,57 \text{ cm}^2/\text{m})$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

#### Ležaj 0:

$$V_{Ed} = 32,51 \text{ kN}$$

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,75 \leq 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c = 0,0$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$\sum A_s = 2,26 + 1,57 = 3,83 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{3,83}{25 \cdot 35} = 0,004377$$

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

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 1,75 \cdot (100 \cdot 0,004377 \cdot 30)^{1/3} + 0] \cdot 250 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} = 43350,42 \text{ N} = 43,35 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  treba biti veći od:

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.75^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.4438$$

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

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.4438 + 0] \cdot 250 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} \geq 38832,5 \text{ N} \geq 38,8 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

$$V_{Ed, \max} = 32,51 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0.6 \cdot [1 - \frac{f_{ck}}{250}] = 0.6 \cdot [1 - \frac{30}{250}] = 0,528$$

$$V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 250 \cdot 350 \cdot 20.0 = 462000 \text{ N} = 462,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed, \max} / V_{Rd, \max} = 32,51 / 462,0 = 0.076$$

$$S_{\max} = \min\{0.75 \cdot d; 30 \text{ cm}\}$$

$$S_{\max} = \min\{0.75 \cdot 350; 30 \text{ cm}\}$$

$$S_{\max} = \min\{26,25 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow \text{odabrano } 25 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 0.001$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw, \min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 25 \cdot 25}{2} = 0.3125 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Odabir minimalne spone: } \phi 8/25 \text{ cm}$$

$$\rightarrow A_{sw} = 0.5 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0.5}{25} \cdot (0.9 \cdot 35) \cdot 43.48 \cdot 2 \cdot 1 = 54,78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

$$54,78 \text{ kN} > 32,51 \text{ kN}$$

Odabrane spone (  $\phi 8/25 \text{ cm}$  ) zadovoljavaju na cijelom nosaču.

## Dimenzioniranje grede G102

### Dimenzioniranje na moment savijanja

Odabir dimenzija grede G102:

$$h_{grede} = \frac{L_0}{10} = \frac{0.85 \cdot 358}{10} = 30,43 \rightarrow \text{odabrano } h_{grede} = 40 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{h_{gr}}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm} \rightarrow \text{odabrano } b_w = 25 \text{ cm}$$

$$h_f = 15 \text{ cm}$$

Beton: C 30/37;  $f_{ck} = 30.0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 2.9$

Armatura: B 500B;  $f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}$

Minimalna armatura:

$$A_{s1} \geq 0.26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_t \cdot d \geq 0.001508 \cdot b_t \cdot d \geq 1,3195$$

$$A_{s1} \geq 0.0013 \cdot 25 \cdot 35$$

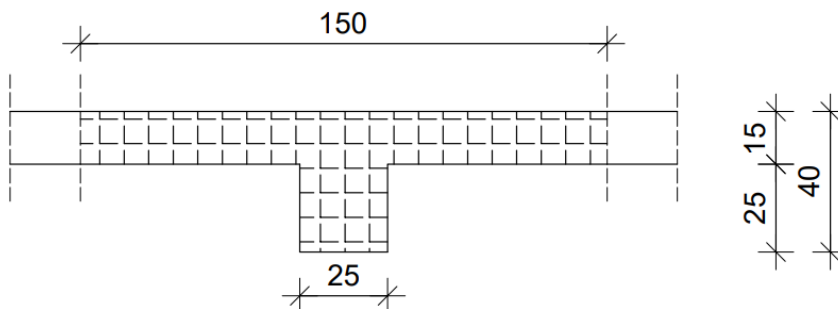
$$A_{s1} \geq 1,3195 \text{ cm}^2 \geq 1,1375 \text{ cm}^2$$

Odabrano:  $A_{s1} = 1,3195 \text{ cm}^2$

### kombinacija opterećenja 1,35 G+1,5 Q

#### Polje 1:

Utjecajna širina  $b_{eff} = 150 \text{ cm}$



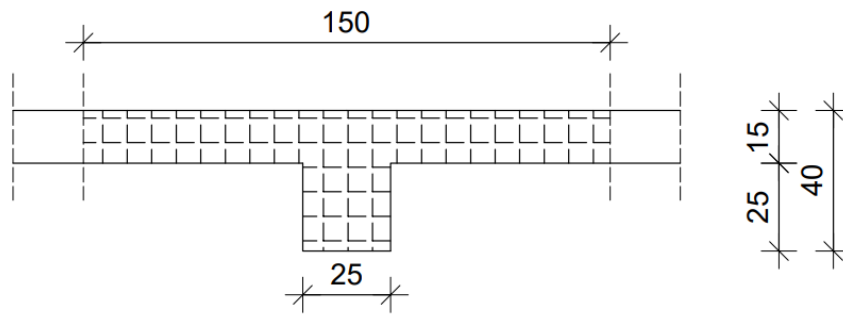
$$M_{Ed} = 45,69 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{45,69 \cdot 100}{150 \cdot 35^2 \cdot 2.00} = 0.012 \rightarrow \epsilon_{s1} = 10\text{‰}; \epsilon_{c2} = 0,6 \text{‰}$$

$$\zeta = 0.981; \xi = 0.057 \rightarrow x = 0.057 \cdot 35 = 2,00 \text{ cm} < 15 \text{ cm} \rightarrow \text{n.o. siječe ploču}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{43,89 \cdot 100}{0.981 \cdot 35 \cdot 43.48} = 2,94 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrano: } 2\Phi 14 \quad (A_{s1} = 3,08 \text{ cm}^2/\text{m})$$

### Ležaj 1:



$$M_{Ed} = 29.60 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{29,60 \cdot 100}{25 \cdot 35^2 \cdot 2,00} = 0.048 \rightarrow \varepsilon_{s1} = 10\text{‰} ; \varepsilon_{c2} = 1,2 \text{‰}$$

$$\zeta = 0.962; \xi = 0.107 \rightarrow x = 0.107 \cdot 35 = 3,75 \text{ cm} < 25 \text{ cm} \rightarrow \text{n.o. siječe gredu}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{29,60 \cdot 100}{0,962 \cdot 35 \cdot 43,48} = 2,02 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{odabrano: } 2\Phi 12 \quad (A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2/\text{m})$$

### Dimenzioniranje na poprečnu silu

#### Ležaj 0:

$$V_{Ed} = 53,83 \text{ kN}$$

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,75 \leq 2.0$$

$$k_1 = 0.15$$

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

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

$$\Sigma A_s = 3,08 + 2,26 = 5,34 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{5,34}{25 \cdot 35} = 0.006103$$

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

$$V_{Rd,c} = [0.12 \cdot 1.75 \cdot (100 \cdot 0.006103 \cdot 30)^{1/3} + 0] \cdot 250 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} = 48430,12 \text{ N} = 48,43 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  treba biti veći od:

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1,75^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.4438$$

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

$$V_{Rd,c} \geq [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c} \geq [0.4438 + 0] \cdot 250 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} \geq 38832,5 \text{ N} \geq 38,8 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

$$V_{Ed, \max} = 53,83 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250}\right] = 0,528$$

$$V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 250 \cdot 350 \cdot 20.0 = 462000 \text{ N} = 462,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed, \max} / V_{Rd, \max} = 53,83 / 462,0 = 0.1165$$

$$S_{\max} = \min\{0.75 \cdot d; 30 \text{ cm}\}$$

$$S_{\max} = \min\{0.75 \cdot 350; 30 \text{ cm}\}$$

$$S_{\max} = \min\{26,25 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow \text{odabrano } 25 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 0.001$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw, \min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 25 \cdot 25}{2} = 0.3125 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Odabir minimalne spone: } \phi 8/25 \text{ cm}$$

$$\rightarrow A_{sw} = 0.5 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0.5}{25} \cdot (0.9 \cdot 35) \cdot 43.48 \cdot 2 \cdot 1 = 54,78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

$$54,78 \text{ kN} > 53,83 \text{ kN}$$

Odabrane spone ( $\phi 8/25 \text{ cm}$ ) zadovoljavaju na cijelom nosaču.

## Kontrola progiba i pukotina

**GSU : kombinacija opterećenja 1,0 G +1,0 Q**

### 2D internal forces

Values:  $m_x$

Linear calculation

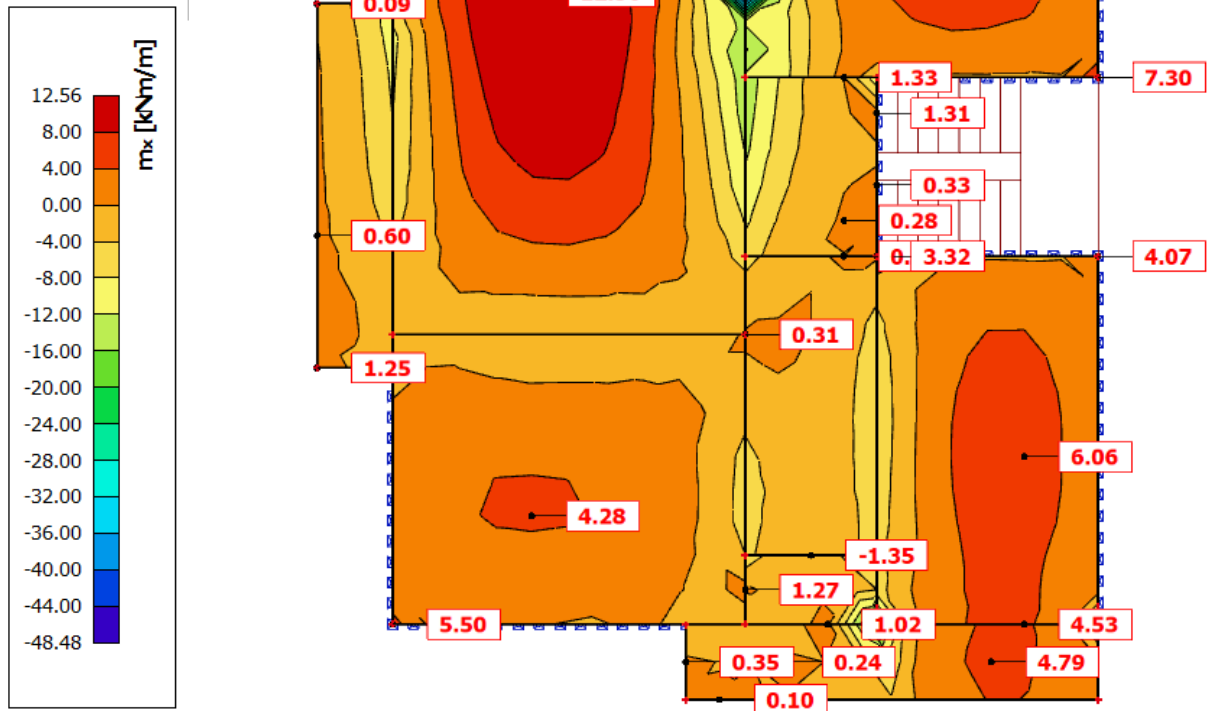
Combination: GSU\_1

Extreme: Global

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

System: LCS mesh element



### Kontrola pukotina – ploča

$$w_k = s_r \cdot \max(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) < w_g = 0.3 \text{ mm}$$

- 1.) Proračunski moment savijanja (GSU)

$$M_{Eed,c} = 1,0 \cdot M_{g,c} + 1,0 \cdot M_{q,c} = 12,56 \text{ kNm}$$

- 2.) Proračun srednje deformacije armature

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_T \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32,8} = 6,10$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot (-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}}) = \frac{6,1 \cdot 3,85}{100} \cdot (-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 12}{6,1 \cdot 3,85}}) = 2,151 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{(d - \frac{x}{3}) \cdot A_{s1}} = \frac{12,56 \cdot 100}{(12 - \frac{2,151}{3}) \cdot 3,85} = 28,914 \text{ Kn/cm}^2 = 289,1 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{3,85}{100 \cdot 4,283} = 0,00899$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{289,1 - 0,6 \cdot \frac{2,9}{0,00899} \cdot (1 + 6,1 \cdot 0,00899)}{200000} \geq 0,6 \cdot \frac{289,1}{200000}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,000425 \leq 0,000867$$

### 3.) Srednji razmak pukotina

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\Phi}{\rho_{p,eff}}$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$c = 26,5 \text{ mm}$$

$$\Phi = 7 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 26,5 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{7}{0,00899}$$

$$s_{r,max} = 301,89 \text{ mm}$$

### 4.) Proračun karakteristične širine pukotina

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 301,89 \text{ mm} \cdot 0,000867 = 0,262 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

## Kontrola progiba – ploča

### 3D displacement

Values:  $U_{total}$

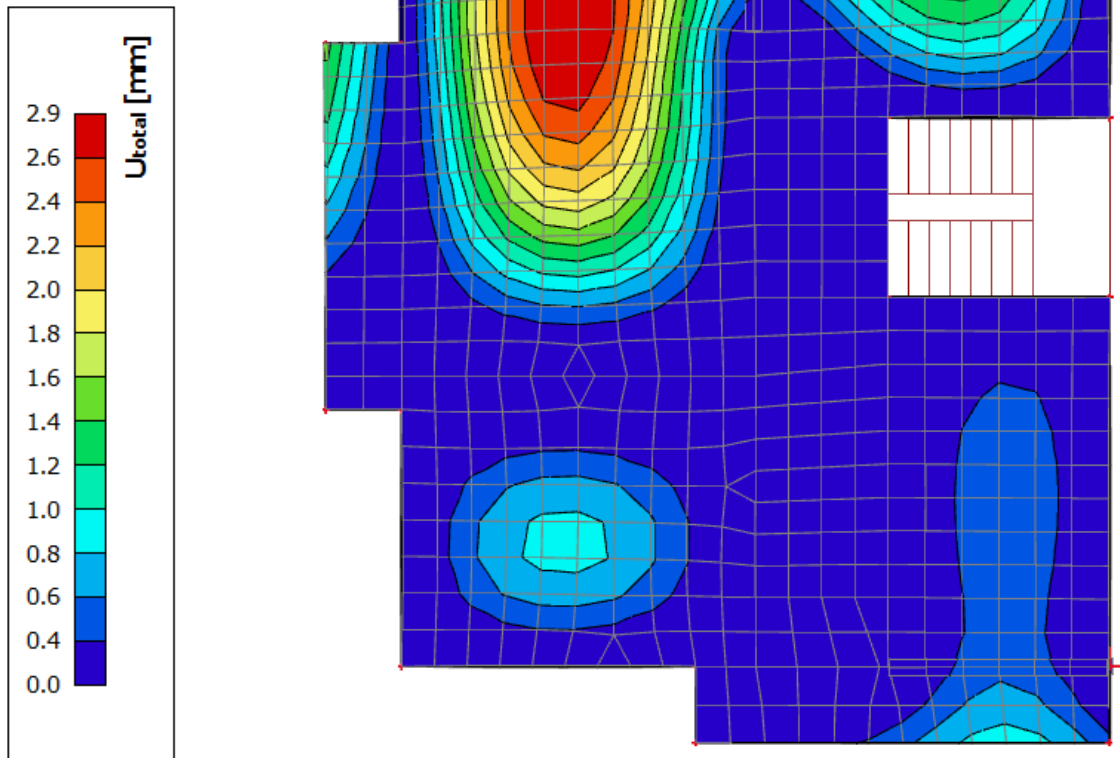
Linear calculation

Combination: GSU\_1

Selection: All

Location: In nodes avg. on macro.

System: LCS mesh element



Grafična vrijednost progiba ploče u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l_g}{350} = \frac{489}{350} = 1,397 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = f_{el} = 0,29 \text{ cm}$

Ukupni progib:

$$f_d = \phi^{(\infty)} \cdot f_k \cdot K_r$$

$\phi^{(\infty)}$  - konačni koeficijent puzanja, odabrano:  $\phi^{(\infty)} = 2$

$$K_r = 0,85 - 0,45 \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0,85 - 0,45 \frac{0,0}{3,85} = 0,85$$

$$f_d = \phi^{(\infty)} \cdot f_k \cdot K_r = 2 \cdot 0,29 \cdot 0,85 = 0,493 \text{ cm}$$

$$f_u = f_k + f_d = 0,29 + 0,493 = 0,783 < f_{p,dop} = 1,397$$



## Kontrola pukotina – greda G101

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

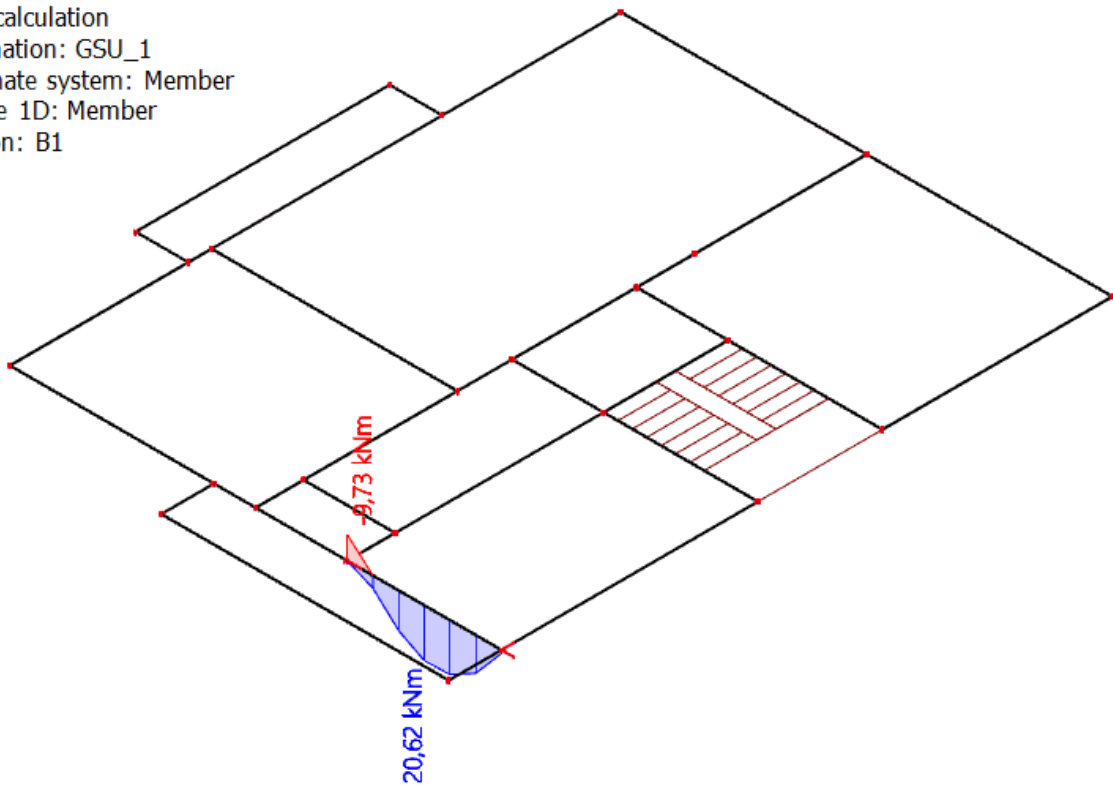
Linear calculation

Combination: GSU\_1

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: B1



## GSU : kombinacija opterećenja 1,0 G +1,0 Q

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

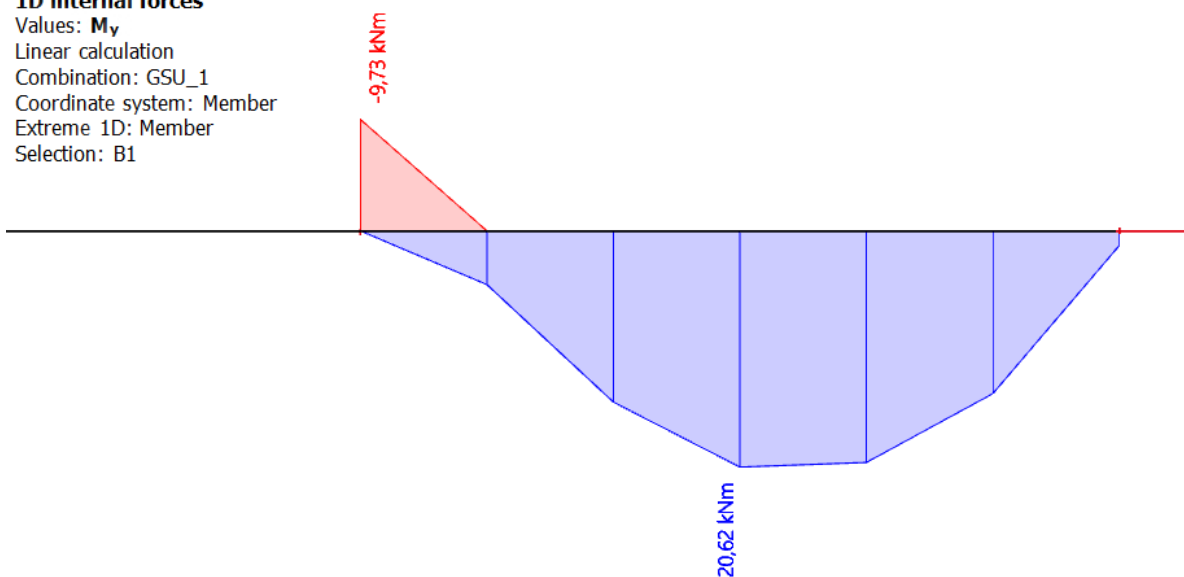
Linear calculation

Combination: GSU\_1

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: B1



$$w_k = s_{r, \max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) < w_g = 0.3 \text{ mm}$$

1.) Proračunski moment savijanja (GSU)

$$M_{Ed,c} = 1,0 \cdot M_{g,c} + 1,0 \cdot M_{q,c} = 20,62 \text{ kNm}$$

2.) Proračun srednje deformacije armature

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_T \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32,8} = 6,10$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}}\right) = \frac{6,1 \cdot 2,26}{25} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 25 \cdot 35}{6,1 \cdot 2,26}}\right) = 5,686 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{20,62 \cdot 100}{\left(35 - \frac{5,686}{3}\right) \cdot 2,26} = 27,56 \text{ kN/cm}^2 = 275,6 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{2,26}{25 \cdot 2,5 \cdot 5} = 0,007232$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{275,6 - 0,6 \cdot \frac{2,9}{0,007232} \cdot (1 + 6,1 \cdot 0,007232)}{200\,000} \geq 0,6 \cdot \frac{275,6}{200\,000}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,00012 \leq 0,000827$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,00012$$

3.) Srednji razmak pukotina

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\Phi}{\rho_{p,eff}}$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$c = 44 \text{ mm}$$

$$\Phi = 12 \text{ mm}$$

$$s_{r,\max} = 3,4 \cdot 44 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{12}{0,007232}$$

$$s_{r,\max} = 431,68 \text{ mm}$$

4.) Proračun karakteristične širine pukotine

$$w_k = s_{r, \max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 431,68 \text{ mm} \cdot 0,00012 = 0,052 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

## Kontrola pukotina – greda G102

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

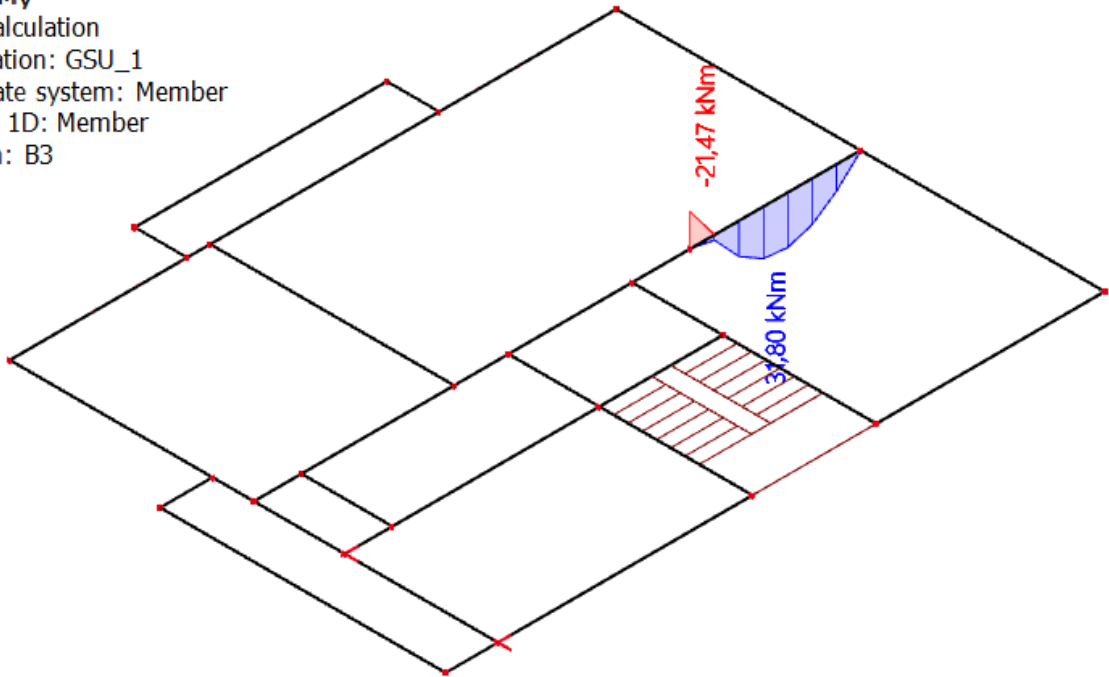
Linear calculation

Combination: GSU\_1

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: B3



## GSU : kombinacija opterećenja 1,0 G +1,0 Q

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

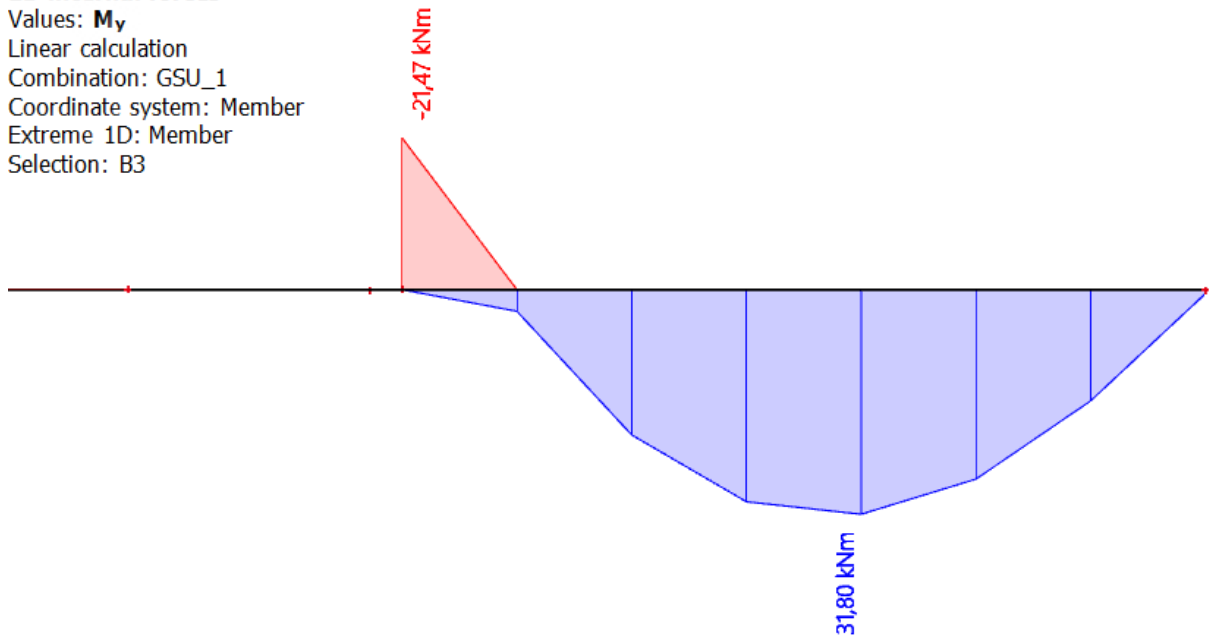
Linear calculation

Combination: GSU\_1

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: B3



$$w_k = s_r \cdot \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) < w_g = 0.3 \text{ mm}$$

1.) Proračunski moment savijanja (GSU)

$$M_{Ed,c} = 1,0 \cdot M_{g,c} + 1,0 \cdot M_{q,c} = 31,80 \text{ kNm}$$

2.) Proračun srednje deformacije armature

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_T \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32,8} = 6,10$$

$$\chi = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}}\right) = \frac{6,1 \cdot 3,08}{25} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 25 \cdot 35}{6,1 \cdot 3,08}}\right) = 6,54 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{\chi}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{31,80 \cdot 100}{\left(35 - \frac{6,54}{3}\right) \cdot 3,08} = 31,458 \text{ kN/cm}^2 = 314,6 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{3,08}{25 \cdot 2,5 \cdot 5} = 0,009856$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{314,6 - 0,6 \cdot \frac{2,9}{0,009856} \cdot (1 + 6,1 \cdot 0,009856)}{200\,000} \geq 0,6 \cdot \frac{314,6}{200\,000}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,00064 \leq 0,000944$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,00064$$

3.) Srednji razmak pukotina

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\Phi}{\rho_{p,eff}}$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$c = 43 \text{ mm}$$

$$\Phi = 14 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 43 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{14}{0,009856}$$

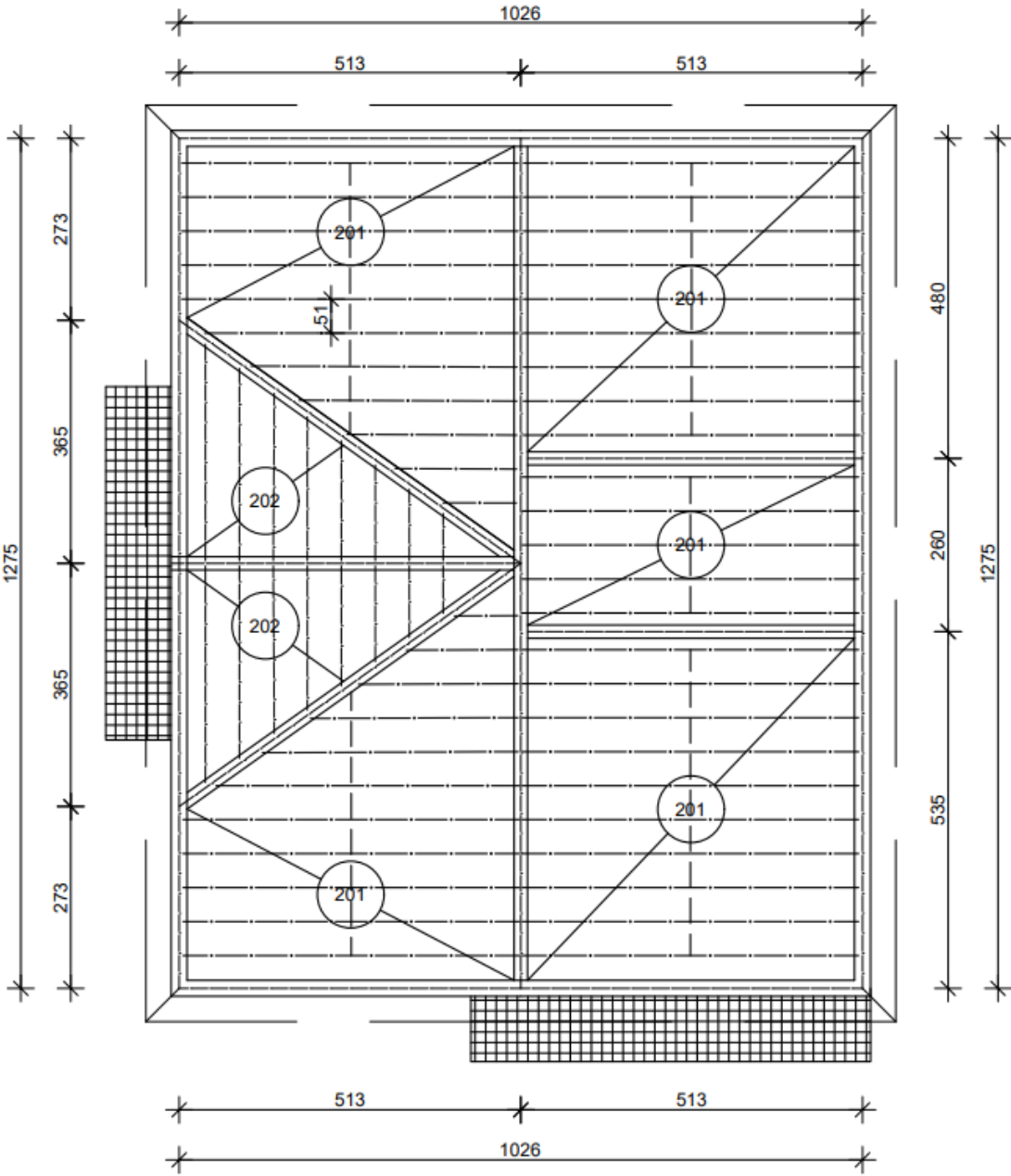
$$s_{r,max} = 387,68 \text{ mm}$$

4.) Proračun karakteristične širine pukotine

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 387,68 \text{ mm} \cdot 0,00064 = 0,052 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

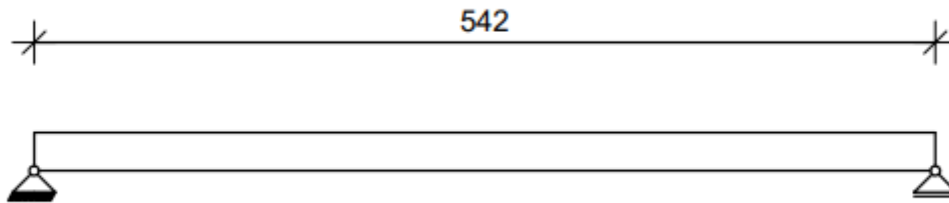
# PRORAČUN FERT STROPA/KROVA

Plan pozicija



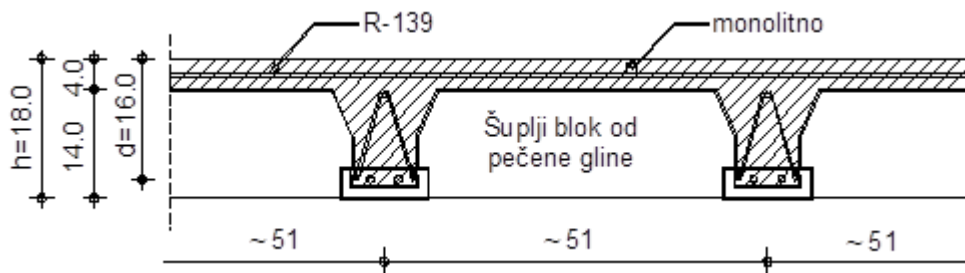
# Proračun FERT ploče

## Pozicija 201



$$q_{FG} = 0.51 \cdot q_{Ed} = 0.51 \cdot 7,0 = 3,57 \text{ (kN/m')}$$

$$M_{Ed} = (q_{FG} \cdot l^2) / 8 = (3,57 \cdot 5,42^2) / 8 = 13,11 \text{ (kNm)}$$



Proračun po dopuštenim naprezanjima:

$$d_1 = 2 \text{ cm}$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

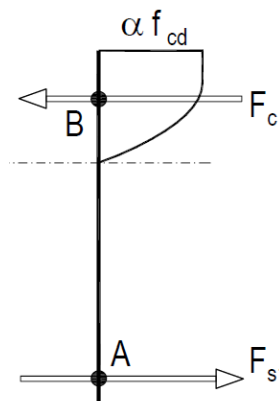
$$h_{\text{betona}} = 4 \text{ cm}$$

$$z = h - d_1 - 2 = 14 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = 13,11 \text{ (kNm)}$$

$$F_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{13,11 \cdot 100}{14} = 93,64 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = \frac{F_{s1}}{f_{yd}} = \frac{93,64}{43,48} = 2,154 \text{ cm}^2$$



Uobičajena kombinacija

C 30/37

$$f_{cd} = 30 / 1.5 = 20.0 \text{ MPa}$$

B 500B

$$f_{yd} = 500 / 1.15 = 434.8 \text{ MPa}$$

Armatura gredice:

$$2\text{Ø}7 \text{ (} A_a = 0.77 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Odabrane gredice s dodatnom armaturom:

$$2\text{Ø}10 \text{ (} A_a = 1.57 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Ukupna armatura po gredici:

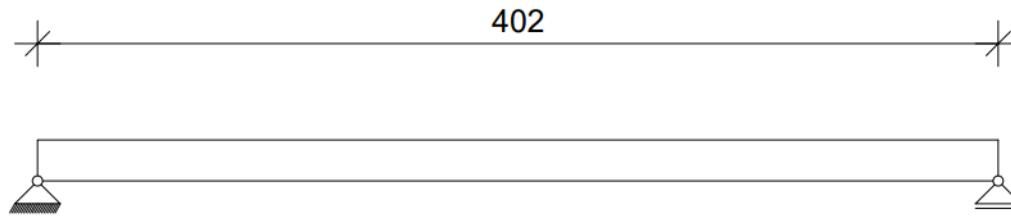
$$2\text{Ø}7 + 2\text{Ø}10 \text{ (} A_a = 2.34 \text{ cm}^2 \text{)}$$

- Prema proizvođačkoj specifikaciji firme Nexe koristi se tablica:

tip stropa	q... (kN/m <sup>2</sup> ) - ukupno eksploatacijsko opterećenje (s vlastitom masom stropa) koje konstrukcija može nositi																					
	Lo... (m) - svijetli raspon između zidova (greda)																					
tip gredice	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	
S1	G1	11.60	9.75	8.31	7.16	5.84	5.48	4.86	4.33	3.89												
	G2		15.00	12.78	11.02	9.60	8.44	7.47	6.67	5.98	5.40	4.90	4.46	4.08								
	G3					9.88	8.75	7.81	7.01	6.33	5.74	5.23	4.78	4.39								
	G4						10.46	9.33	8.37	7.56	6.85	6.22	5.69	5.22	4.81	4.45						
	G5								8.96	8.09	7.34	6.69	6.12	5.62	5.18	4.79	4.44					
	G6									9.09	8.24	7.51	6.87	6.31	5.82	5.38	4.99	4.64				
	G7										9.34	8.51	7.78	7.15	6.59	6.09	5.65	5.25	4.90	4.58		
	G8													8.69	7.98	7.36	6.80	6.31	5.86	5.47	5.11	4.78
	G9														8.97	8.27	7.64	7.09	6.59	6.15	5.74	5.38
	G10															8.45	7.84	7.29	6.79	6.35	5.95	
S2	Nosivost konstrukcije S2 je za oko 60% veća od S1 (na istom rasponu)																					
Vlastita težina stropa S1 (gredice, blokovi, beton) iznosi oko 2.8 kN/m <sup>2</sup> , a stropa S2 oko 3.2 kN/m <sup>2</sup>																						

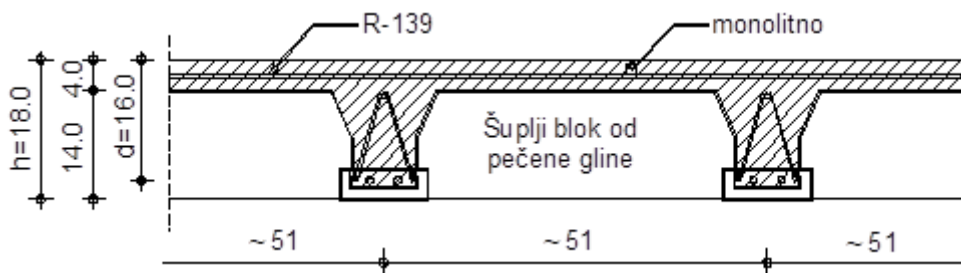
visina stropa d (cm)	vrsta stropa	tip FERT gredice	svijetli otvor Lo (cm)	duljina gredice L=Lo+30 cm (cm)	armatura čeličnog nosača C 500/560	dopunska armatura nosača RA 400/500	ukupna armatura (svedeno na RA 400/500) (cm <sup>2</sup> /m')	εa/εb (‰)	granični moment nosivosti presjeka Mu (kNm/m')	radni moment nosivosti presjeka Mn (kNm/m')
14+4=18 cm	S1	G1	do 280	do 310	2Ø7	/	1.92	0.8/10	11.59	7.02
		G2	300, 320 340, 360	330, 350 370, 390	2Ø7	Ø8	2.97	0.1/10	17.82	10.80
		G3	380.00	410.00	2Ø7	Ø10	3.49	1.1/10	20.88	12.65
		G4	400, 420	430, 450	2Ø7	Ø12	4.18	1.2/10	24.93	15.11
		G5	440.00	470.00	2Ø7	2Ø10	4.49	1.3/10	26.70	16.18
		G6	460.00	490.00	2Ø7	Ø8, Ø10	5.06	1.4/10	29.99	18.18
		G7	<del>480, 500</del>	<del>510, 530</del>	2Ø7	Ø10, Ø12	5.75	1.5/10	33.97	20.59
		G8	520.00	550.00	2Ø7	2Ø12	6.44	1.6/10	37.93	22.99
		G9	540, 560	570, 590	2Ø7	Ø12, Ø14	7.26	1.7/10	42.63	25.84
		G10	580, 600	610, 630	2Ø7	2Ø14	8.08	1.9/10	47.14	28.57
16+4=20 cm	S2	nosivost stropa S2 u odnosu na S1 veća je za oko 60 %								
	nosivost stropa visine d=20 cm, u odnosu na d=18 cm, veća je za oko 10 %									

## Pozicija 202



$$q_{FG} = 0.51 \cdot q_{Ed} = 0.51 \cdot 8.9 = 4.54 \text{ (kN/m')}$$

$$M_{Ed} = (q_{FG} \cdot l^2) / 8 = (4.54 \cdot 4.02^2) / 8 = 9.17 \text{ (kNm)}$$



Proračun po dopuštenim naprezanjima:

$$d_1 = 2 \text{ cm}$$

$$h = 18 \text{ cm}$$

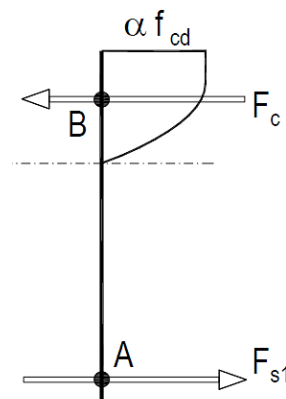
$$h_{\text{betona}} = 4 \text{ cm}$$

$$z = h - d_1 - 2 = 14 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = 9.17 \text{ (kNm)}$$

$$F_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z} = \frac{9.17 \cdot 100}{14} = 65.5 \text{ kN}$$

$$A_{s1} = \frac{F_{s1}}{f_{yd}} = \frac{65.5}{43.48} = 1.51 \text{ cm}^2$$



Uobičajena kombinacija

C 30/37

$$f_{cd} = 30 / 1.5 = 20.0 \text{ MPa}$$

B 500B

$$f_{yd} = 500 / 1.15 = 434.8 \text{ MPa}$$

Armatura gredice:

$$2\text{Ø}7 \text{ (} A_a = 0.77 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Odabrane gredice s dodatnom armaturom:

$$1\text{Ø}10 \text{ (} A_a = 0.79 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Ukupna armatura po gredici:

$$2\text{Ø}7 + \text{Ø}10 \text{ (} A_a = 1.56 \text{ cm}^2 \text{)}$$



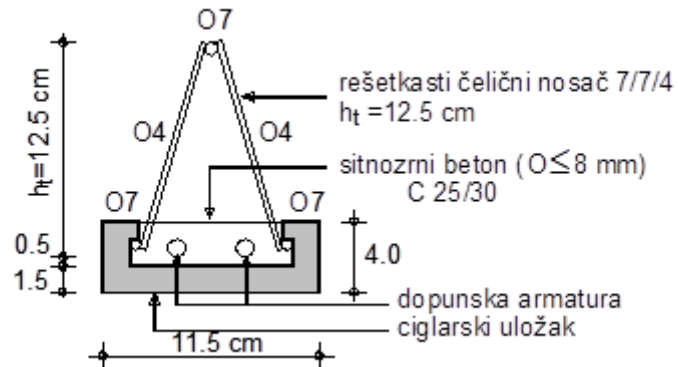
- Prema proizvođačkoj specifikaciji firme Nexe koristi se tablica:

tip stropa	tip gredice	q... (kN/m <sup>2</sup> ) - ukupno eksploatacijsko opterećenje (s vlastitom masom stropa) koje konstrukcija može nositi																					
		Lo... (m) - svjetli raspon između zidova (greda)																					
		2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	
S1	G1	11.60	9.75	8.31	7.16	5.84	5.48	4.86	4.33	3.89													
	G2		15.00	12.78	11.02	9.60	8.44	7.47	6.67	5.98	5.40	4.90	4.46	4.08									
	G3						9.88	8.75	7.81	7.01	6.23	5.74	5.23	4.78	4.39								
	G4							10.46	9.33	8.37	7.56	6.85	6.22	5.69	5.22	4.81	4.45						
	G5									8.96	8.09	7.34	6.69	6.12	5.62	5.18	4.79	4.44					
	G6										9.09	8.24	7.51	6.87	6.31	5.82	5.38	4.99	4.64				
	G7											9.34	8.51	7.78	7.15	6.59	6.09	5.65	5.25	4.90	4.58		
	G8													8.69	7.98	7.36	6.80	6.31	5.86	5.47	5.11	4.78	
	G9														8.97	8.27	7.64	7.09	6.59	6.15	5.74	5.38	
	G10																8.45	7.84	7.29	6.79	6.35	5.95	
S2	Nosivost konstrukcije S2 je za oko 60% veća od S1 (na istom rasponu)																						
		Vlastita težina stropa S1 (gredice, blokovi, beton) iznosi oko 2.8 kN/m <sup>2</sup> , a stropa S2 oko 3.2 kN/m <sup>2</sup>																					

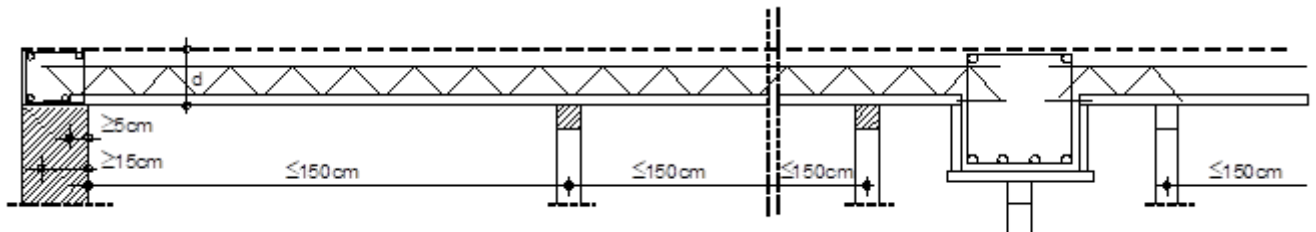
visina stropa d (cm)	vrsta stropa	tip FERT gredice	svjetli otvor Lo (cm)	duljina gredice L=Lo+30 cm (cm)	armatura čeličnog nosača Č 500/560	dopunska armatura nosača RA 400/500	ukupna armatura (svedeno na RA 400/500) (cm <sup>2</sup> /m')	εa/εb (‰)	granični moment nosivosti presjeka Mu (kNm/m')	radni moment nosivosti presjeka Mn (kNm/m')	
14+4=18 cm	S1	G1	do 280	do 310	2Ø7	/	1.92	0.8/10	11.59	7.02	
		G2	300, 320 340, 360	330, 350 370, 390	2Ø7	Ø8	2.97	0.1/10	17.82	10.80	
		G3	380.00	410.00	2Ø7	Ø10	3.49	1.1/10	20.88	12.65	
		G4	400, 420	430, 450	2Ø7	Ø12	4.18	1.2/10	24.93	15.11	
		G5	440.00	470.00	2Ø7	2Ø10	4.49	1.3/10	26.70	16.18	
		G6	460.00	490.00	2Ø7	Ø8, Ø10	5.06	1.4/10	29.99	18.18	
		G7	480, 500	510, 530	2Ø7	Ø10, Ø12	5.75	1.5/10	33.97	20.59	
		G8	520.00	550.00	2Ø7	2Ø12	6.44	1.6/10	37.93	22.99	
		G9	540, 560	570, 590	2Ø7	Ø12, Ø14	7.26	1.7/10	42.63	25.84	
		G10	580, 600	610, 630	2Ø7	2Ø14	8.08	1.9/10	47.14	28.57	
	S2	nosivost stropa S2 u odnosu na S1 veća je za oko 60 %									
16+4=20 cm		nosivost stropa visine d=20 cm, u odnosu na d=18 cm, veća je za oko 10 %									

## Detalji izvedbe FERT stropa

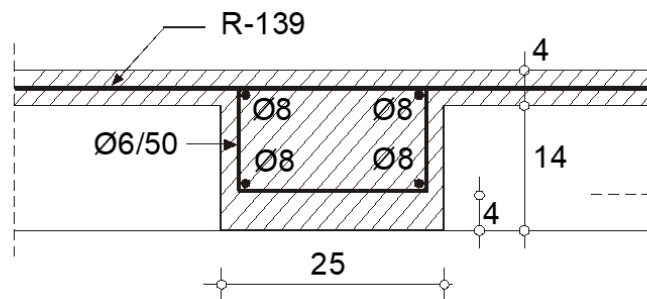
Armaturu usvojiti u svemu prema ovom proračunu i tablicama proizvođača Fert gredica. Dodatna izračunata armatura prema priloženoj skici:



Podupiranje vršiti prema sljedećoj skici:



Rebro za ukrutu:



NAPOMENA:

Fert stropu pri izvedbi dati nadvišenje od 1/300 raspona, tj.

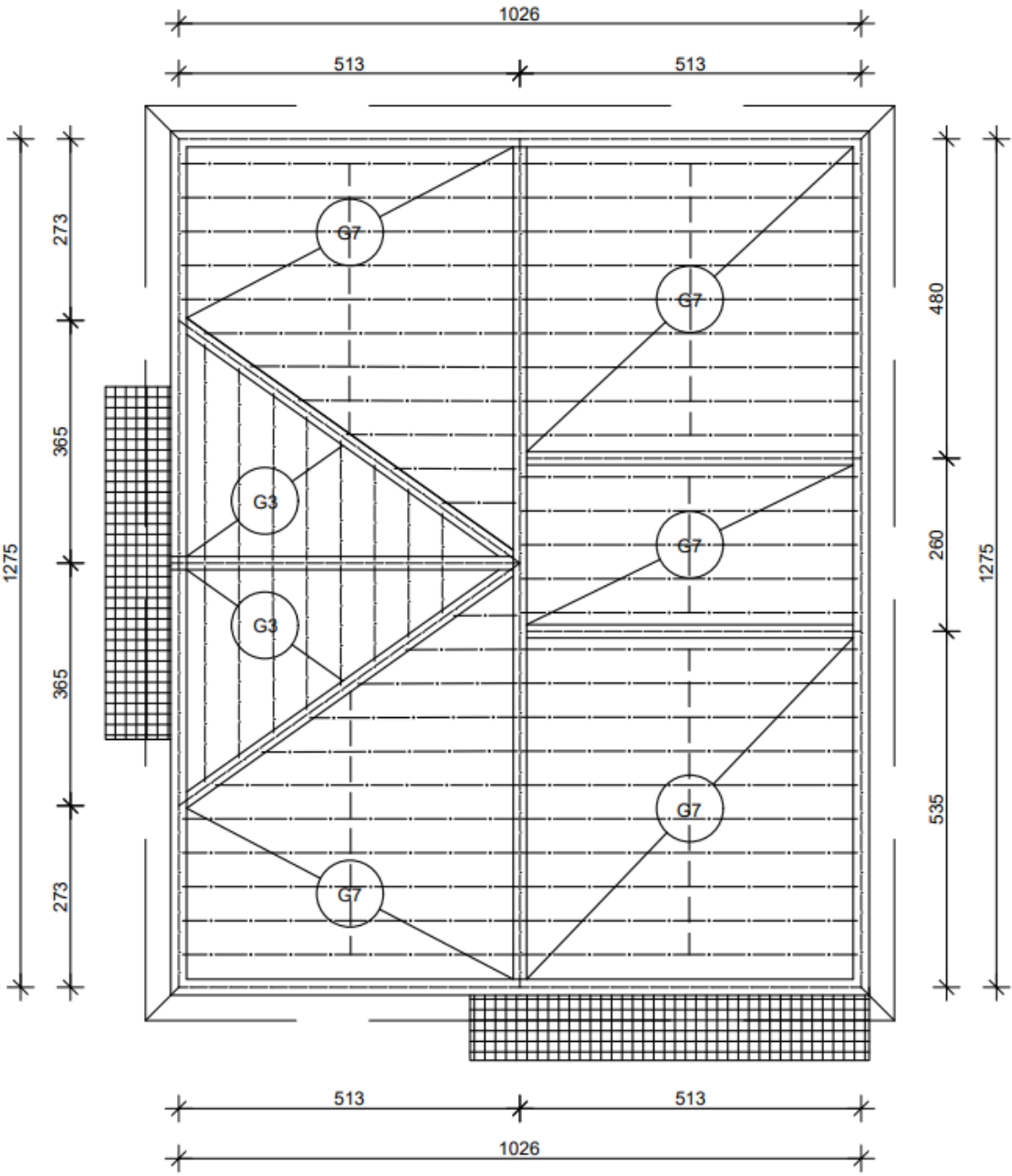
- Pozicija 201

$$f_{poc} = \frac{1}{300} \cdot l = \frac{1}{300} \cdot 542 \approx 1.81 \text{ cm}$$

- Pozicija 202

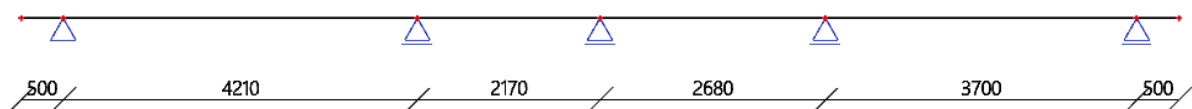
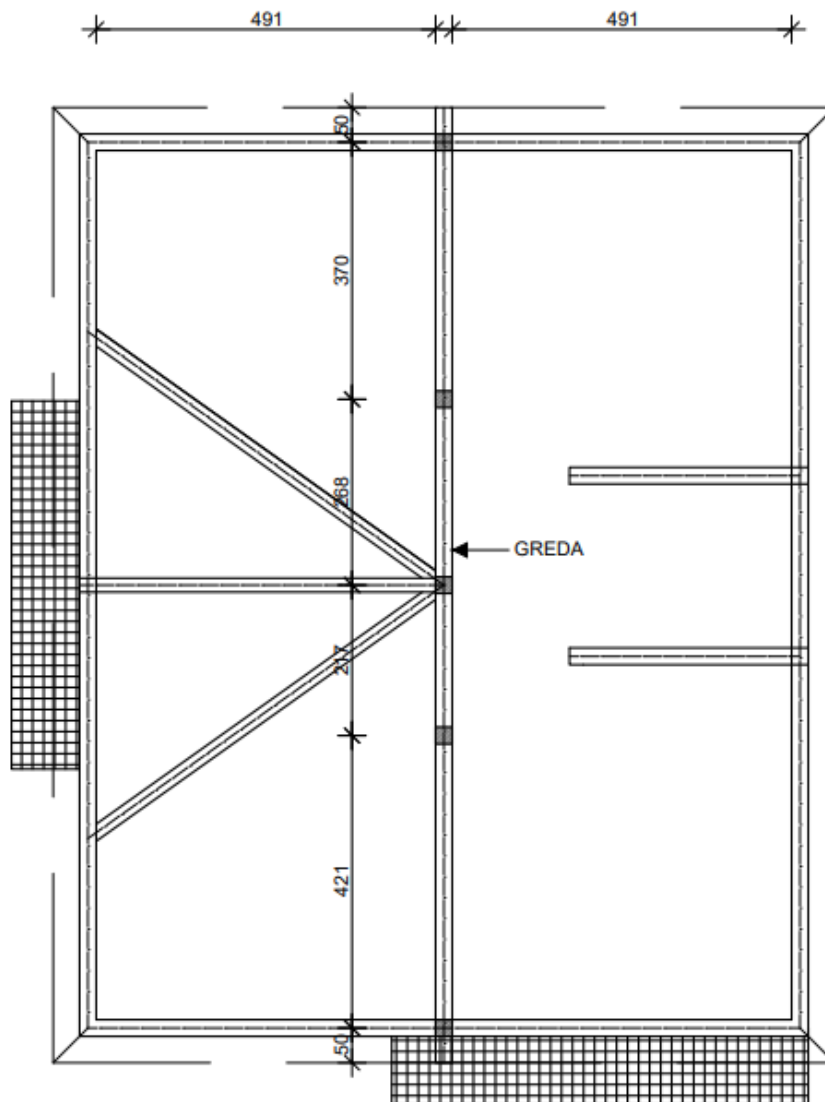
$$f_{poc} = \frac{1}{300} \cdot l = \frac{1}{300} \cdot 402 \approx 1.34 \text{ cm}$$

Prikaz odabranih gredica



# PRORAČUN SLJEMENE GREDE

Prikaz modela i rezultata



# Analiza opterećenja

## Stalno opterećenje

- Vlastita težina grede (uključena u program)
- Opterećenje od ploče

$$g_{pl,200} = g_{200} \cdot L_1 = 4,05 \cdot 4,91 = 19,89 \text{ kN/m}$$

## Pokretno opterećenje

- Opterećenje od ploče:  $q_{pl,200} = q_{200} \cdot L_3 = 1,00 \cdot 4,91 = 4,91 \text{ kN/m}$
- Ukupno opterećenje po nosaču:  $q_{n,200} = q_{pl,200} = 4,91 \text{ kN/m}$

# Dimenzioniranje na moment savijanja

Odabir dimenzija grede:

$$h_{grede} = \frac{L_0}{10} = \frac{0,85 \cdot 4,21}{10} = 35,79 \rightarrow \text{odabrano } h_{grede} = 40 \text{ cm}$$

$$b_w = \frac{h_{gr}}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm} \rightarrow \text{odabrano } b_w = 24 \text{ cm}$$

Beton: C 30/37;  $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$ ;  $f_{ctm} = 2,9$

Armatura: B 500B;  $f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$

Minimalna armatura:

$$A_{s1} \geq 0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_t \cdot d \geq 0,001508 \cdot b_t \cdot d \geq 1,2667$$

$$A_{s1} \geq 0,0013 \cdot 24 \cdot 35$$

$$A_{s1} \geq 1,092 \text{ cm}^2 \geq 1,2667 \text{ cm}^2$$

Odabrano:  $A_{s1} = 1,2667 \text{ cm}^2$

## kombinacija opterećenja 1,35 G+1,5 Q

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

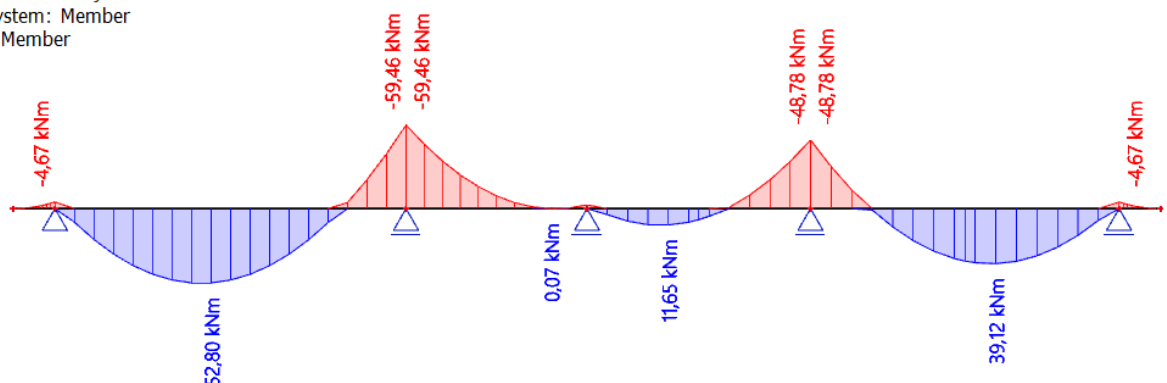
Linear calculation

Combination: kombinacija

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: All



**Moment u polju:  $M_{Ed} = 52,80$  kNm**

<b>b</b>	24,00	cm		<b>B</b>	<b>500</b>	<b>B</b>		
<b>h</b>	40,00	cm		<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm		<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>d</b>	35,00	cm		<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>A</b>	960							
<b>M<sub>Ed</sub></b>	52,80	kNm		<b>Jednostruko armiranje</b>				
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN		<b>ω</b>	9,231	%		
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰		<b>ρ</b>	0,363	%		
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,8	‰		<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,091			
<b>M<sub>Eds</sub></b>	52,80	kNm		<b>ξ</b>	0,153	<b>x =</b> 5,36	cm	
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	93,49	kNm		<b>ζ</b>	0,944			
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,090			<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>3,68</b>	cm <sup>2</sup>		

Odabrana armatura: 3Ø14 ( $A_s=4,62$  cm<sup>2</sup>/m)

**Moment na ležaju:  $M_{Ed} = 59,46$  kNm**

<b>b</b>	24,00	cm		<b>B</b>	<b>500</b>	<b>B</b>		
<b>h</b>	40,00	cm		<b>C</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>MPa</b>	
<b>d<sub>1</sub> (d<sub>2</sub>)</b>	5,00	cm		<b>f<sub>cd</sub></b>	2,00	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>d</b>	35,00	cm		<b>f<sub>yd</sub></b>	43,48	kN/cm <sup>2</sup>		
<b>A</b>	960							
<b>M<sub>Ed</sub></b>	59,46	kNm		<b>Jednostruko armiranje</b>				
<b>N<sub>Ed</sub></b>	0,00	kN		<b>ω</b>	9,231	%		
<b>ε<sub>s1</sub></b>	10,0	‰		<b>ρ</b>	0,363	%		
<b>ε<sub>c2</sub></b>	1,8	‰		<b>μ<sub>Ed</sub></b>	0,104			
<b>M<sub>Eds</sub></b>	59,46	kNm		<b>ξ</b>	0,167	<b>x =</b> 5,85	cm	
<b>M<sub>Rd,lim</sub></b>	93,49	kNm		<b>ζ</b>	0,938			
<b>μ<sub>Ed,izračunati</sub></b>	0,101			<b>A<sub>s1</sub></b>	<b>4,17</b>	cm <sup>2</sup>		

Odabrana armatura: 3Ø14 ( $A_s=4,62$  cm<sup>2</sup>/m)

## Dimenzioniranje na poprečnu silu

### 1D internal forces

Values:  $V_z$

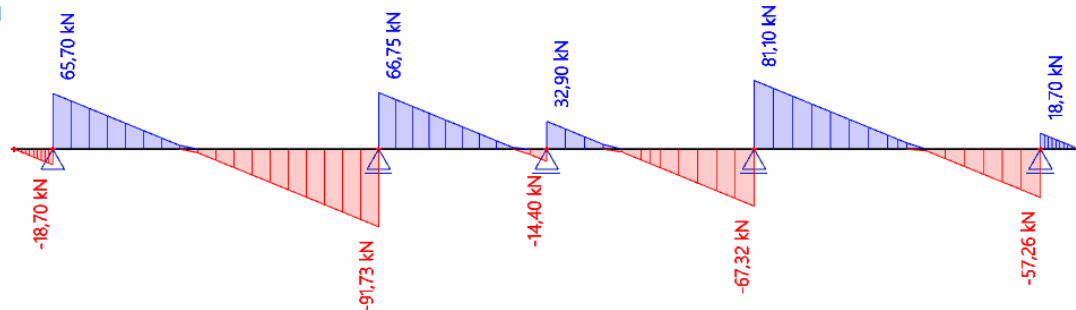
Linear calculation

Combination: kombinacija

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: All



$$V_{Ed} = 91,73 \text{ kN}$$

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

$$k = 1.0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,75 \leq 2.0$$

$$k_1 = 0.15$$

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

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

$$\sum A_s = 4,62 + 4,62 = 9,24 \text{ cm}^2$$

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{9,24}{24 \cdot 35} = 0.011$$

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

$$V_{Rd,c} = [0.12 \cdot 1.75 \cdot (100 \cdot 0.011 \cdot 30)^{1/3} + 0] \cdot 240 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} = 56580,9 \text{ N} = 56,58 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  treba biti veći od:

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$k_1 = 0.15$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1,75^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0.4438$$

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

$$V_{Rd,c} \geq [v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad V_{Rd,c} \geq [0.4438 + 0] \cdot 240 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} \geq 37279,2 \text{ N} \geq 37,3 \text{ kN}$$

$$56,58 \geq 37,3 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

$$V_{Ed, \max} = 91,73 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] = 0.6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250}\right] = 0,528$$

$$V_{Rd, \max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 240 \cdot 350 \cdot 20.0 = 443520 \text{ N} = 443,52 \text{ kN}$$

$$V_{Ed, \max} / V_{Rd, \max} = 91,73 / 443,52 = 0.2068$$

$$S_{\max} = \min\{0.75 \cdot d; 30 \text{ cm}\}$$

$$S_{\max} = \min\{0.75 \cdot 350; 30 \text{ cm}\}$$

$$S_{\max} = \min\{26,25 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\} \rightarrow \text{odabrano } 25 \text{ cm}$$

$$\rho_{\min} = 0.001$$

Potrebna računaska poprečna armatura:

$$A_{sw, \min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.001 \cdot 25 \cdot 24}{2} = 0.30 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Odabir minimalne spone: } \phi 8/25 \text{ cm}$$

$$\rightarrow A_{sw} = 0.5 \text{ cm}^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot \text{ctg}\Theta = \frac{0.5}{25} \cdot (0.9 \cdot 35) \cdot 43.48 \cdot 2 \cdot 1 = 54,78 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} > V_{Rd}$$

$$91,73 \text{ kN} > 54,78 \text{ kN}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w < \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} < \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 43.48 \cdot 0.9 \cdot 35}{91,73} = 14,93 \text{ cm}$$

Postaviti spone:  $\phi 8/15 \text{ cm}$



# Kontrola progiba i pukotina

## Kombinacija opterećenja 1,00 G+1,00 Q

### 1D internal forces

Values:  $M_y$

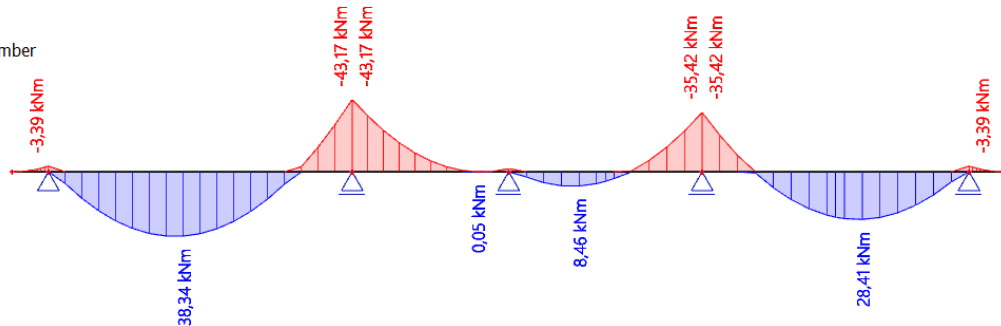
Linear calculation

Combination: GSU

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Member

Selection: All



$$w_k = S_r \cdot \max(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) < w_g = 0.3 \text{ mm}$$

### 1.) Proračunski moment savijanja (GSU)

$$M_{Ed,c} = 1,0 \cdot M_{g,c} + 1,0 \cdot M_{q,c} = 43,17 \text{ kNm}$$

### 2.) Proračun srednje deformacije armature

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_T \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{200}{32,8} = 6,10$$

$$x = \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}}\right) = \frac{6,1 \cdot 4,62}{24} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 24 \cdot 35}{6,1 \cdot 4,62}}\right) = 7,97 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}} = \frac{43,17 \cdot 100}{\left(35 - \frac{7,97}{3}\right) \cdot 4,62} = 28,891 \text{ kN/cm}^2 = 288,9 \text{ MPa}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{4,62}{24 \cdot 2,5 \cdot 5} = 0,0154$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{288,9 - 0,6 \cdot \frac{2,9}{0,0154} \cdot (1 + 6,1 \cdot 0,0154)}{200\,000} \geq 0,6 \cdot \frac{288,9}{200\,000}$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,000826 \leq 0,000867$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,000867$$

1.) Srednji razmak pukotina

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\Phi}{\rho_{p,eff}}$$

$$k_1 = 0,8$$

$$k_2 = 0,5$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$c = 43 \text{ mm}$$

$$\Phi = 14 \text{ mm}$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 43 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{14}{0,0154}$$

$$s_{r,max} = 300,75 \text{ mm}$$

2.) Proračun karakteristične širine pukotine

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 300,75 \text{ mm} \cdot 0,000867 = 0,261 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm}$$

Granična vrijednost progiba grede u polju:  $f_{p,dop} = \frac{l_g}{350} = \frac{421}{350} = 1,20 \text{ cm}$

Kratkotrajni progib ploče (očitano iz modela):  $f_k = f_{el} = 0,15 \text{ cm}$

Ukupni progib:

$$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r$$

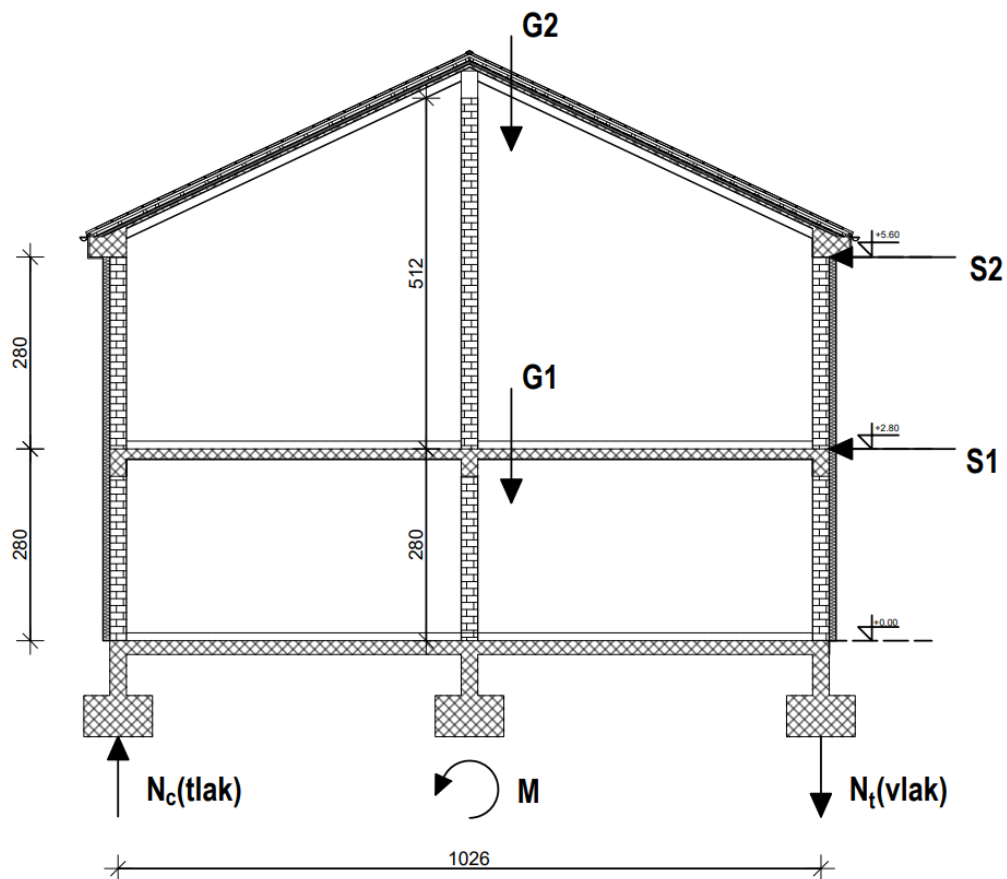
$\phi(\infty)$  - konačni koeficijent puzanja, odabrano:  $\phi(\infty) = 2$

$$K_r = 0,85 - 0,45 \frac{A_{s2}}{A_{s1}} = 0,85 - 0,45 \frac{0,0}{4,62} = 0,85$$

$$f_d = \phi(\infty) \cdot f_k \cdot K_r = 2 \cdot 0,15 \cdot 0,85 = 0,255 \text{ cm}$$

$$f_u = f_k + f_d = 0,15 + 0,255 = 0,405 < f_{p,dop} = 1,20$$

# KONTROLA NAPREZANJA U TEMELJNOM TLU



$$z = 0,24 \cdot 20 = 4,8 \frac{kN}{m^2}$$

$$G_1 = z \cdot h_1 \cdot 3 + \check{s} \cdot g + \check{s} \cdot q = 4,8 \cdot 2,8 \cdot 3 + 10,26 \cdot 6,54 + 10,26 \cdot 2 = 127,94 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = z \cdot h_2 \cdot 3 + \check{s} \cdot g + \check{s} \cdot q = 4,8 \cdot 5,12 \cdot 3 + 10,26 \cdot 4,05 + 10,26 \cdot 1 = 125,54 \text{ kN/m}$$

$$G_u = G_1 + G_2 = 127,94 + 125,54 = 253,48 \text{ kN/m}$$

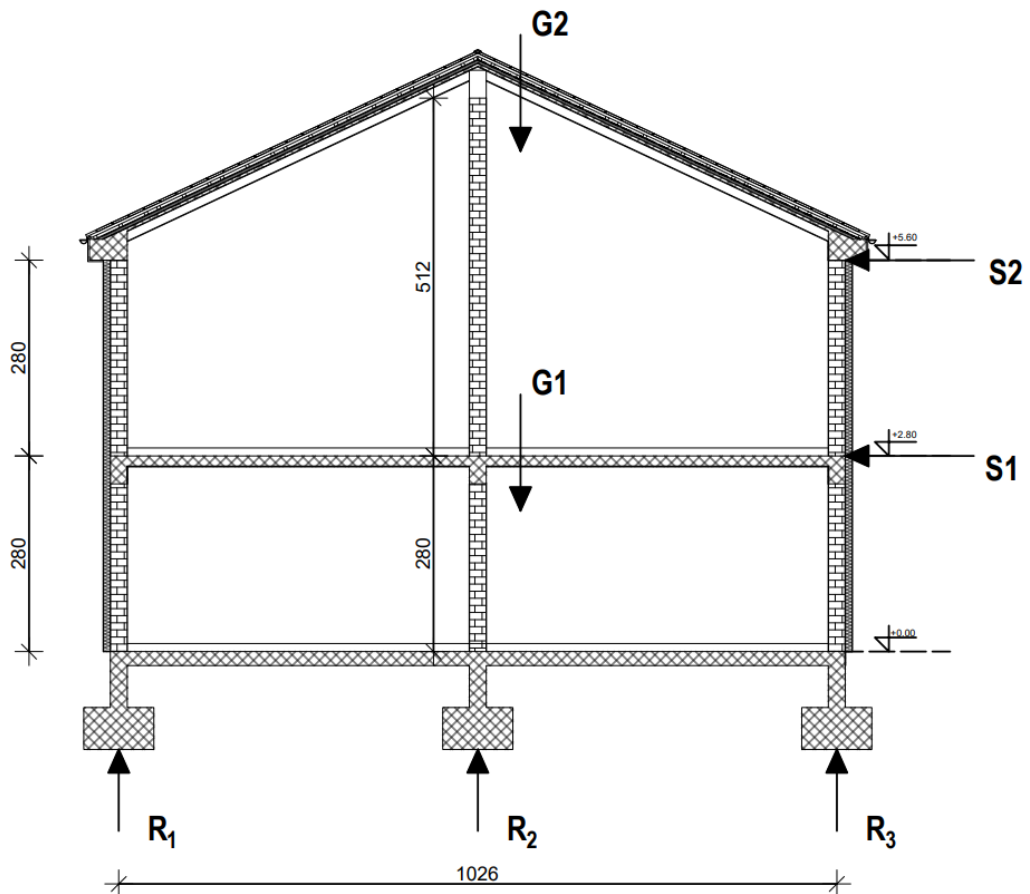
$$S = \frac{a_g}{g} \cdot G = 0,2 \cdot 253,48 = 50,97 \text{ N/m}$$

$$S_1 = \frac{G_1 \cdot h_1}{G_1 \cdot h_1 + G_2 \cdot h_2} \cdot S = \frac{127,94 \cdot 2,8}{127,94 \cdot 2,8 + 125,54 \cdot 5,12} \cdot 50,97 = 18,24 \text{ kN/m}$$

$$S_2 = \frac{G_2 \cdot h_2}{G_1 \cdot h_1 + G_2 \cdot h_2} \cdot S = \frac{125,54 \cdot 5,12}{127,94 \cdot 2,8 + 125,54 \cdot 5,12} \cdot 50,97 = 32,73 \text{ kN/m}$$

$$M = S_1 \cdot h_1 + S_2 \cdot h_2 = 18,24 \cdot 2,8 + 32,73 \cdot 5,12 = 218,65 \text{ kNm/m}$$

$$N_{tl} = -N_{vl} = \frac{M}{\check{s}} = \frac{218,65}{10,26} = 21,31 \text{ kN/m}$$



$$A_{temelja} = 100\text{cm} \cdot 100\text{cm} = 10000\text{cm}^2$$

$$g_{100} = 6,54 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{200} = 4,05 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{100} = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{200} = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{100,uk} = 1,35 \cdot 6,54 + 1,5 \cdot 2 = 11,83 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{200,uk} = 1,35 \cdot 4,05 + 1,5 \cdot 1 = 6,97 \text{ kN/m}^2$$

$$R1 = z1 \cdot hz1 + (e_{200,uk} + 2e_{100,uk}) \cdot \left(\frac{5,13}{2}\right) = 8,3 \cdot 5,60 + 30,63 \cdot 2,57 = \mathbf{125,20 \text{ kN/m}}$$

$$R2 = z2 \cdot hz2 + (e_{200,uk} + 2e_{100,uk}) \cdot 5,14 = 1,1 \cdot 7,92 + 30,63 \cdot 5,14 = \mathbf{166,15 \text{ kN/m}}$$

$$R3 = z3 \cdot hz3 + (e_{200,uk} + 2e_{100,uk}) \cdot 4,05 = 4,56 \cdot 5,60 + 30,63 \cdot 2,57 = \mathbf{104,26 \text{ kN/m}}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1661,5}{10000} = 0,16615 \text{ MPa} < 0,5 \text{ MPa} = \sigma_d$$

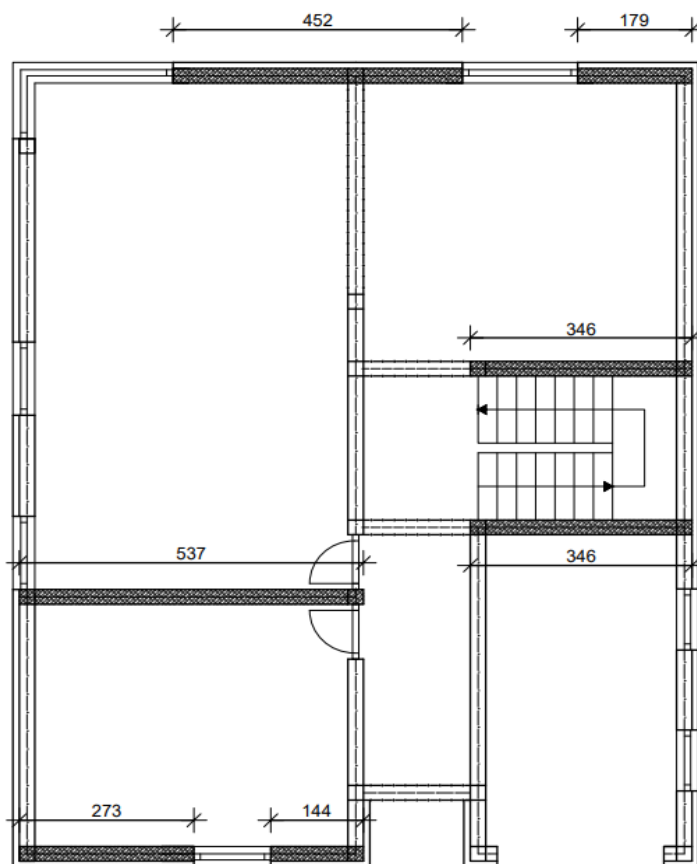
$$F = R2 + N = 166,15 + 21,31 = 187,46 \text{ kN/m}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{1874,6}{10000} = 0,18746 \text{ MPa} < 0,5 \text{ MPa} = \sigma_d$$

## DOKAZ ZA MINIMALNI POSTOTAK ZIDOVA

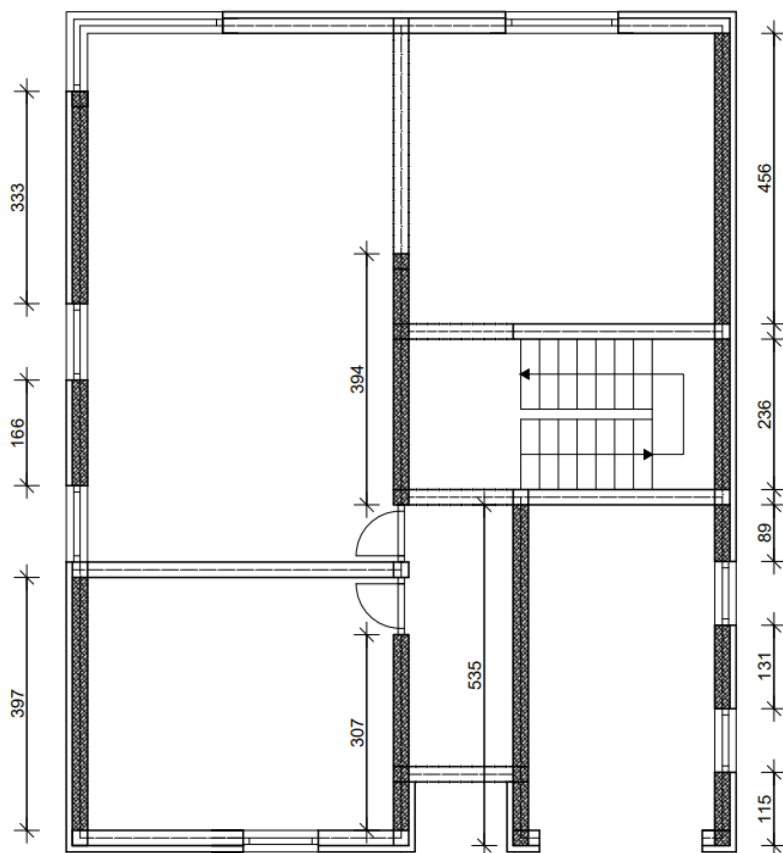
Omjer između katne visine i duljine zida ( $h/l$ ) ne smije biti veći od 3 za omeđene zidove. Ako je ovaj omjer veći, takvi zidovi se ne smiju koristiti u proračunu za određivanje otpornosti na bočna i seizmička djelovanja. Također, omjer horizontalne površine poprečnih zidova u dva okomita smjera u odnosu na ukupnu bruto površinu etaže iznad tih zidova mora biti veći od 4% za omeđene i armirane zidove u područjima gdje je vršno ubrzanje tla između 0,2g i 0,3g.

### Postotak zidova u x-smjeru



ZID	d (debljina zida) [m]	L (duljina zida) [m]	H (visina zida) [m]	H/L (manje od 3)	d*L (površina zida) [m]	
Z1	0,24	4,52	2,8	0,62	1,08	
Z2	0,24	1,79	2,8	1,56	0,43	
Z3	0,24	3,46	2,8	0,81	0,83	
Z4	0,24	3,46	2,8	0,81	0,83	
Z5	0,24	5,37	2,8	0,52	1,29	
Z6	0,24	2,73	2,8	1,03	0,66	
Z7	0,24	1,44	2,8	1,94	0,35	
	Brutto površina kata	<b>130,82</b>		$\Sigma =$	<b>5,46</b>	
			GBP/površina zidova	0,04177	<b>4,2%</b>	>4%

## Postotak zidova u y-smjeru



ZID	d (debljina zida) [m]	L (duljina zida) [m]	H (visina zida) [m]	H/L (manje od 3)	d*L (površina zida) [m]	
Z1	0,24	3,97	2,8	0,71	0,95	
Z2	0,24	1,66	2,8	1,69	0,40	
Z3	0,24	3,33	2,8	0,84	0,80	
Z4	0,24	3,07	2,8	0,91	0,74	
Z5	0,24	3,94	2,8	0,71	0,95	
Z6	0,24	5,35	2,8	0,52	1,28	
Z7	0,24	1,15	2,8	2,43	0,28	
Z8	0,24	1,31	2,8	2,14	0,31	
Z9	0,24	0,89	2,8	3,15	0,21	
Z10	0,24	2,36	2,8	1,19	0,57	
Z11	0,24	4,56	2,8	0,61	1,09	
	Brutto površina kata	<b>130,82</b>		<b>Σ =</b>	<b>7,58</b>	
			GBP/površina zidova	0,05795	<b>5,8%</b>	>4%

## LITERATURA

1. Harapin A., Radnić J., Grgić N., Smilović Zulim M., Sunara M., Buzov A., Banović I. (2023.): OSNOVE BETONSKIH KONSTRUKCIJA, INTERNA SKRIPTA
2. OPTEREĆENJA U ZGRADARSTVU (Skraćeni prikaz propisa)
3. Trogrlić B.: ZIDANE KONSTRUKCIJE, MULTIMEDIJALNA SKRIPTA
4. Sorić Z., Kišiček T, BETONSKE KONSTRUKCIJE 1

Korišteni računalni programi:

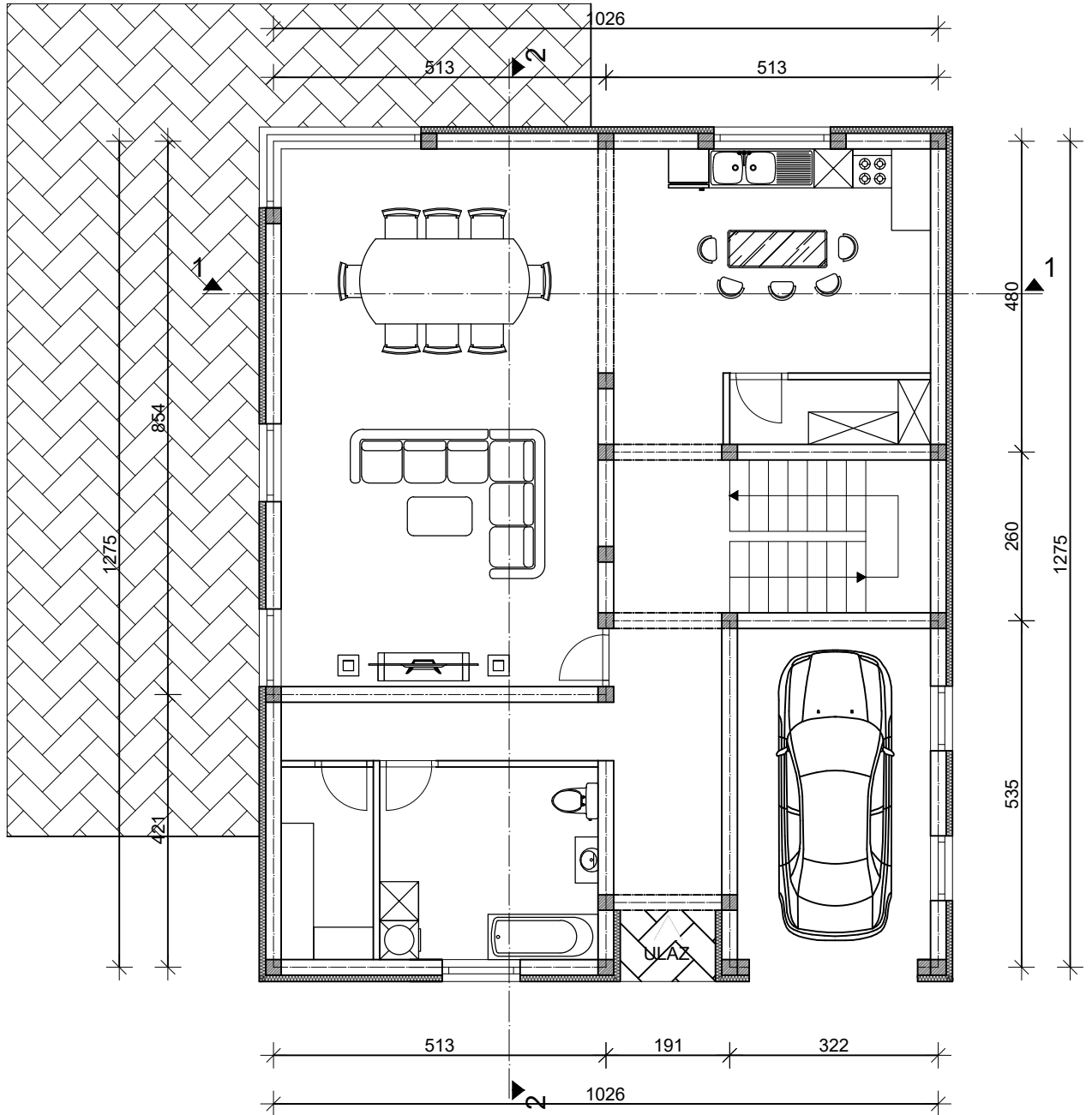
1. AutoCad 2024
2. SCIA Engineer 22.1
3. Microsoft Word
4. Microsoft Excel

## GRAFIČKI PRILOZI

TLOCRT PRIZEMLJA.....	M 1:100
TLOCRT KATA.....	M 1:100
TLOCRT KROVA.....	M 1:100
PRESJEK 1-1 I 2-2.....	M 1:100
VERTIKALNI SERKLAŽI POZICIJA 100 .....	M 1:100
VERTIKALNI SERKLAŽI POZICIJA 200 .....	M 1:100
PLAN POZICIJA PLOČA.....	M 1:100
PLAN ARMATURE PLOČE – DONJA ZONA.....	M 1:75
PLAN ARMATURE PLOČE – GORNJA ZONA.....	M 1:75
ARMATURNI PLAN GREDA.....	M 1:50
ARMATURNI PLAN SLJEMENE GREDE .....	M 1:50
ARMATURNI PLAN STUBIŠTA.....	M 1:25



# TLOCRT PRIZEMLJA

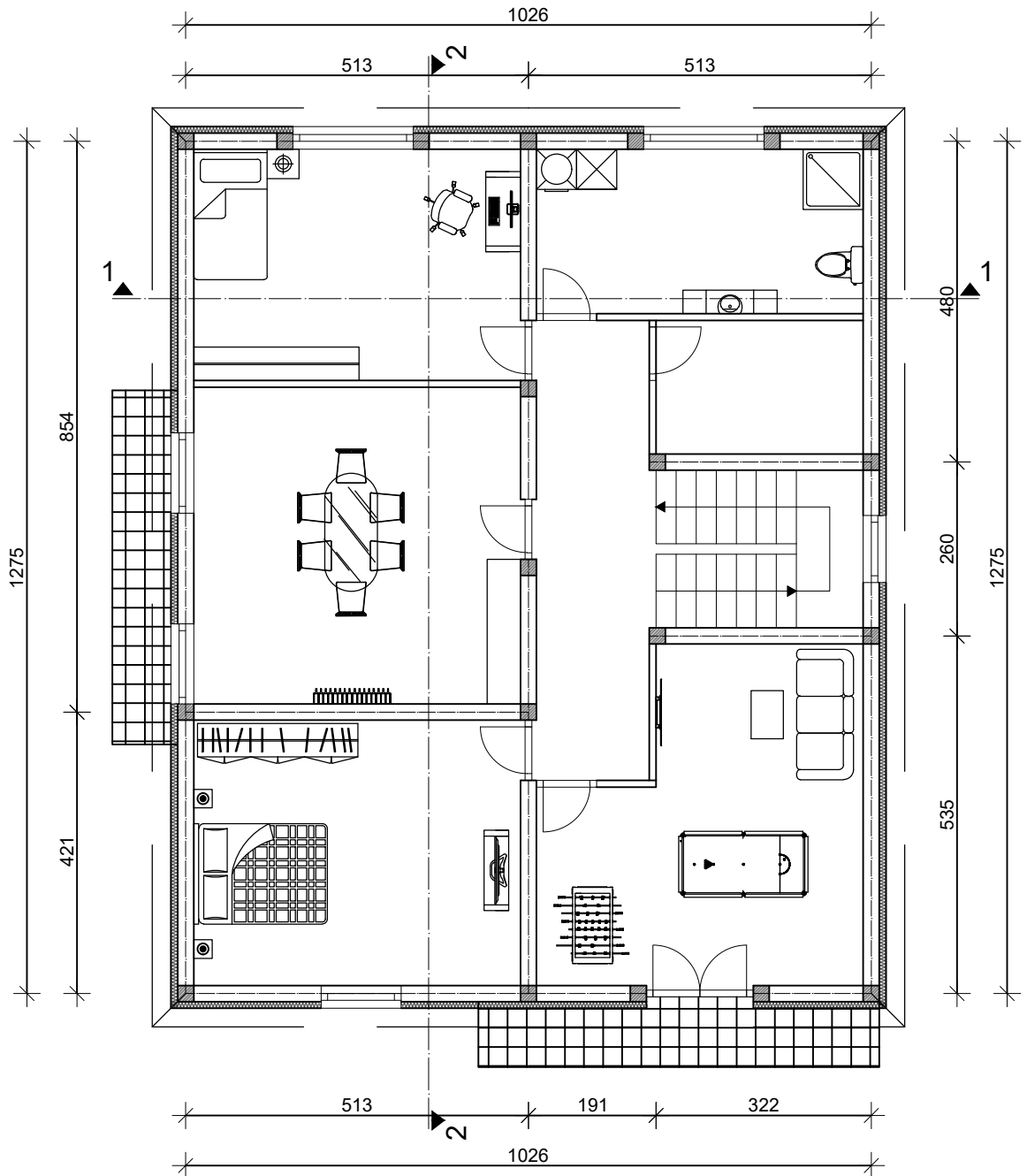


SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000  
 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## ZAVRŠNI RAD

NASLOV:	TLOCRT OBJEKTA		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	TLOCRT PRIZEMLJA	MJERILO:	1:100
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	1.

# TLOCRT PRVOG KATA

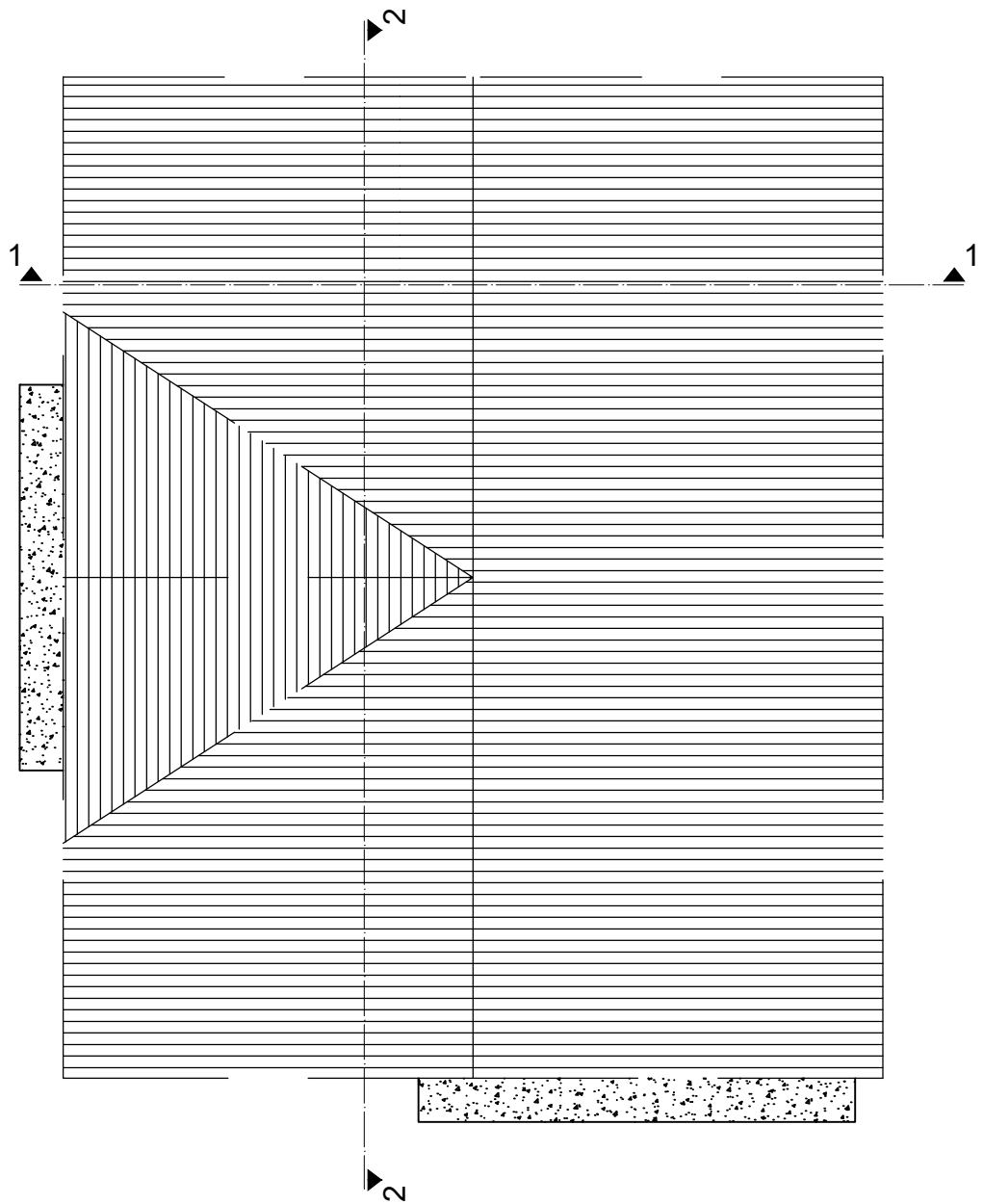


SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000  
SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## ZAVRŠNI RAD

NASLOV:	TLOCRT OBJEKTA		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	TLOCRT KATA	MJERILO:	1:100
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	2.

# TLOCRT KROVA

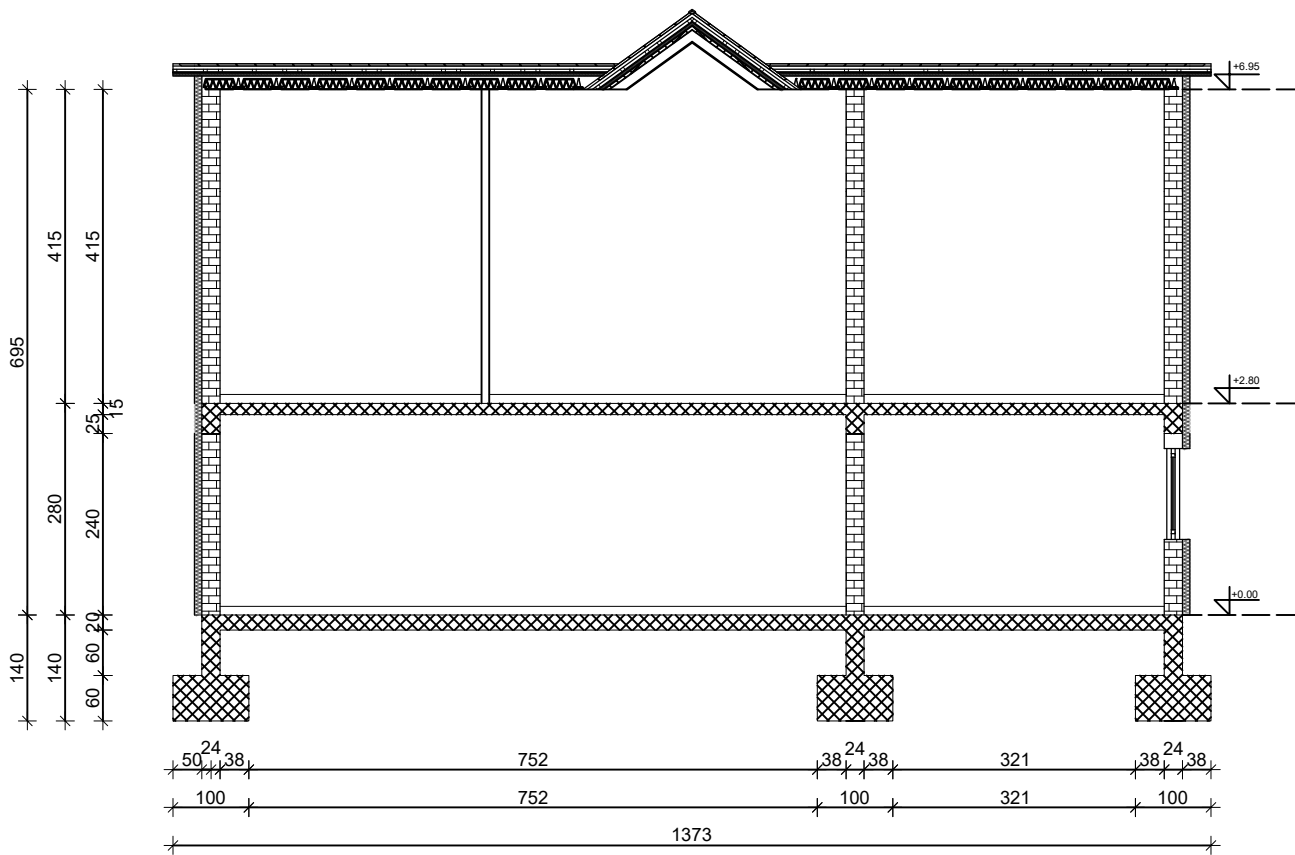
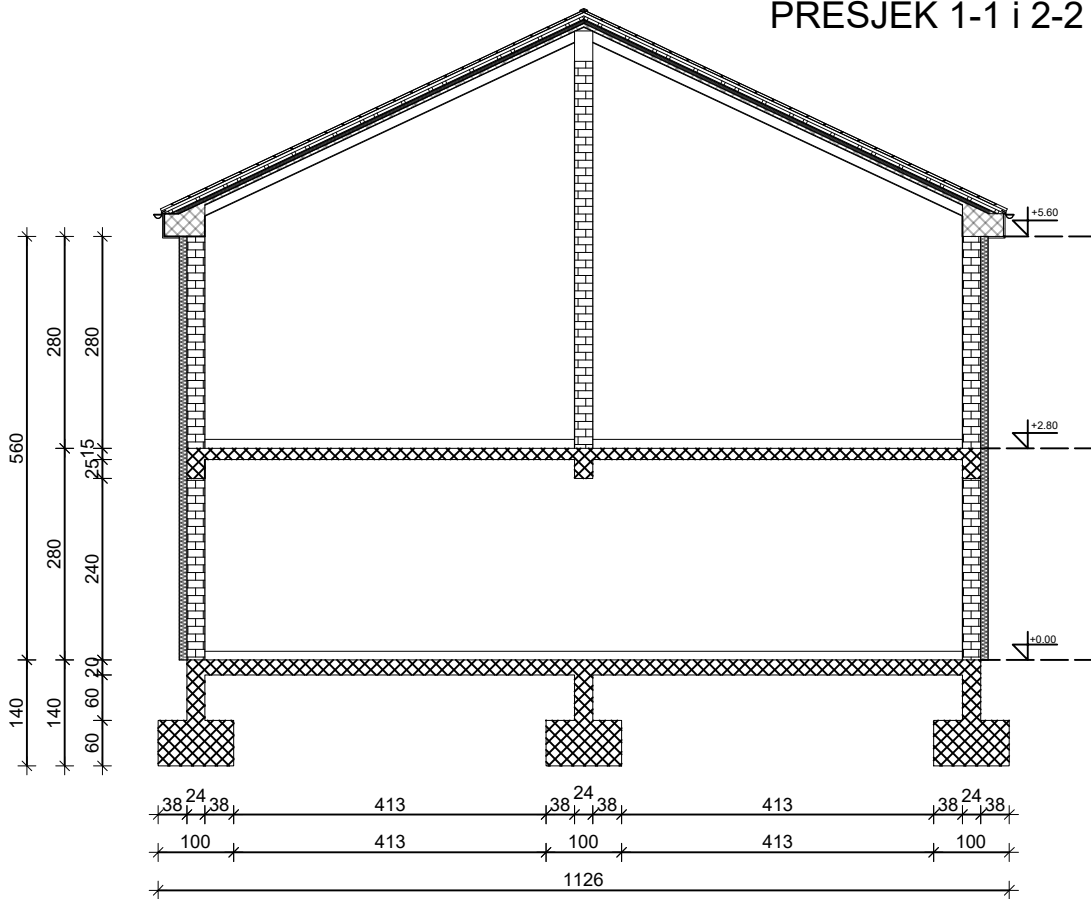



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000  
SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

ZAVRŠNI RAD

NASLOV:	TLOCRT OBJEKTA		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	TLOCRT KROVA	MJERILO:	1:100
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	3.

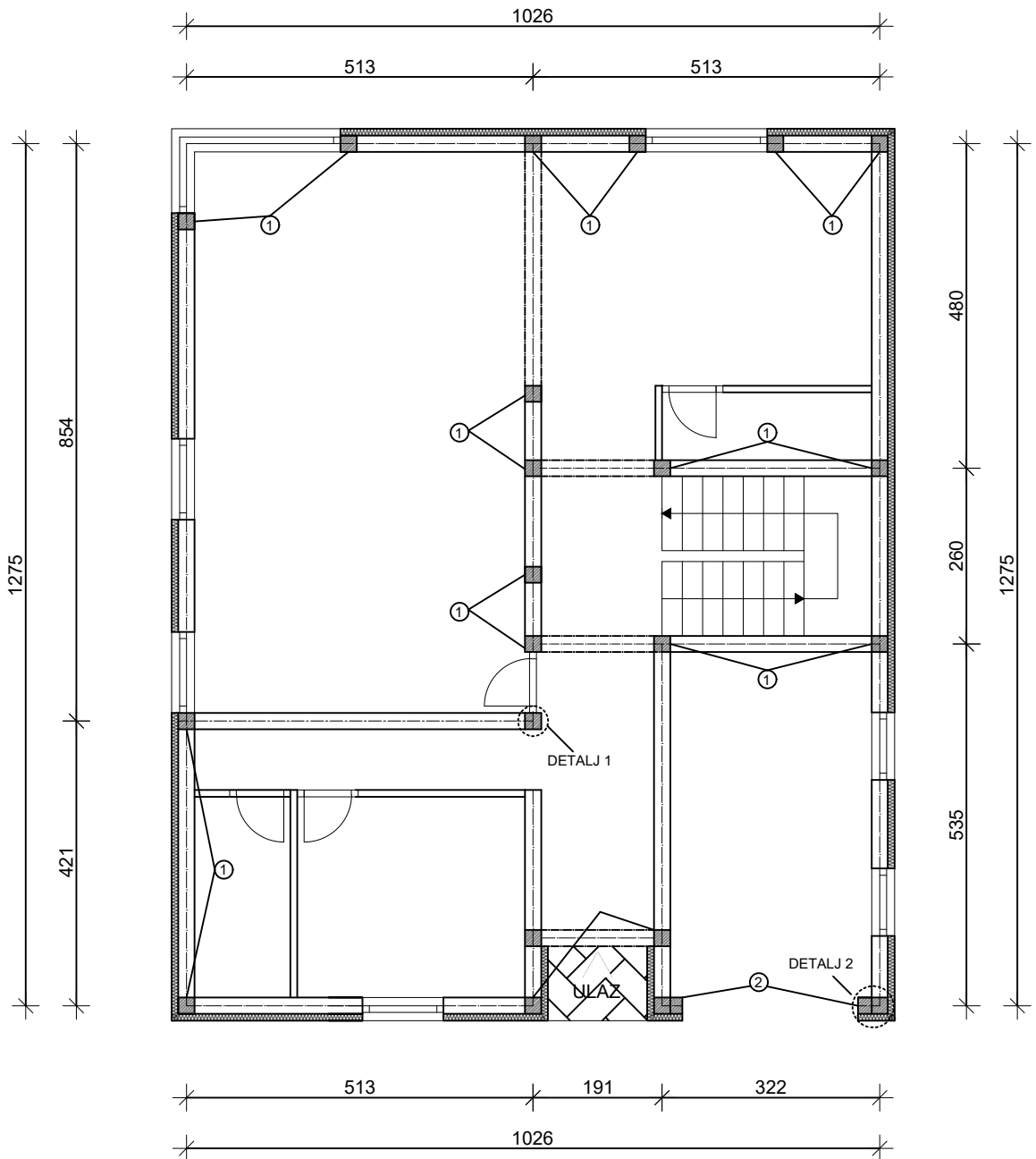
# PRESJEK 1-1 i 2-2



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	ZAVRŠNI RAD		
	NASLOV:	PRESJEK OBJEKTA	
	STUDENT:	FILIP BARIĆ	
	SADRŽAJ:	PRESJEK 1-1 i 2-2	MJERILO:
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	4.

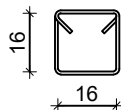
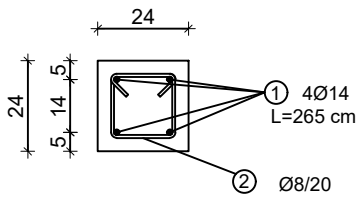
# VERTIKALNI SERKLAŽI

## Vertikalni serklaži pozicija 100

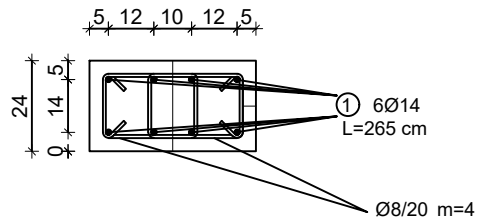


### DETALJI VERTIKALNIH SERKLAŽA M 1:20

#### DETALJ 1



#### DETALJ 2



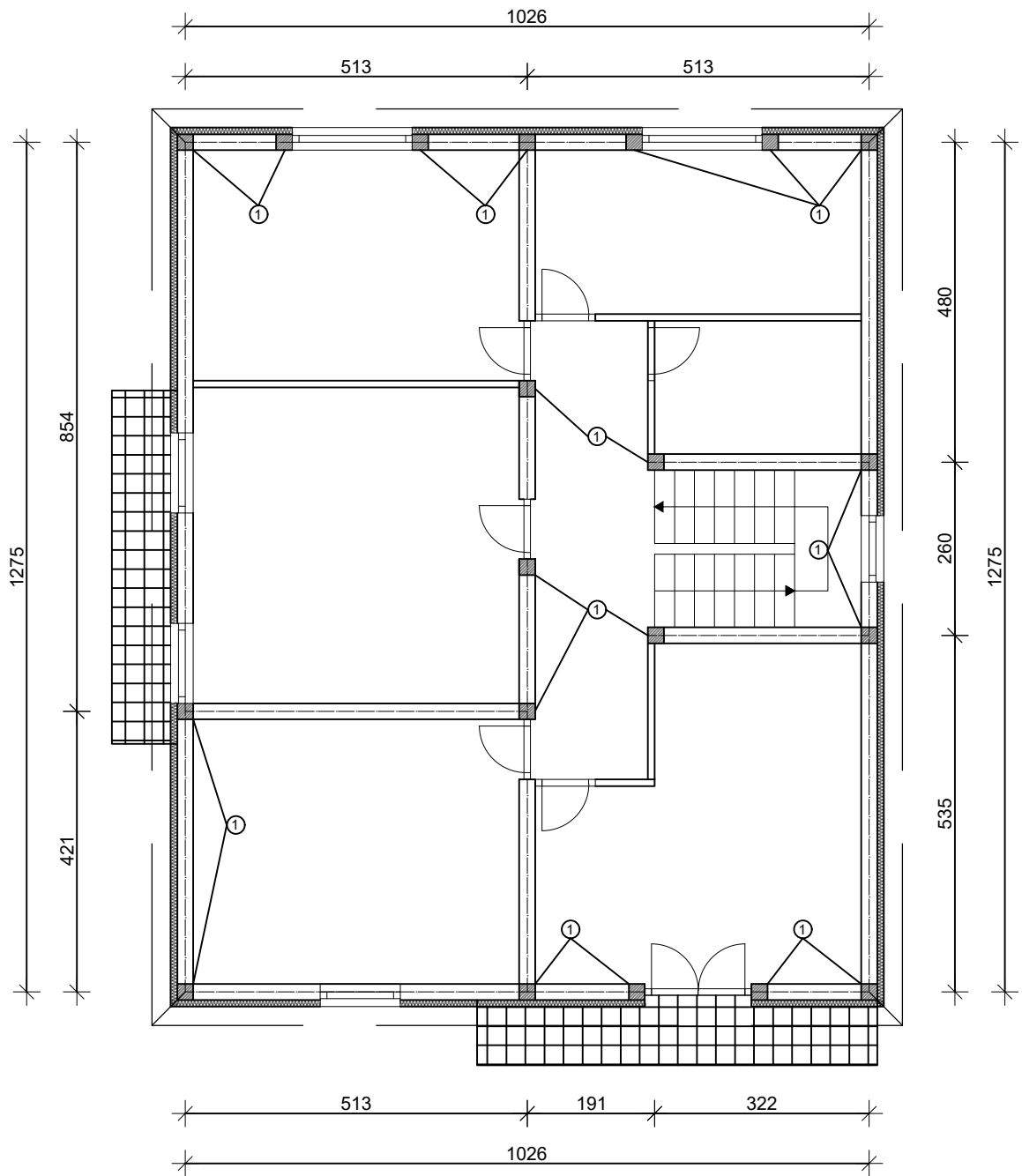
SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000  
SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

#### ZAVRŠNI RAD

NASLOV:	VERTIKALNI SERKLAŽI		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA VERT. SERKLAŽA POZ 100	MJERILO:	1:100
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	5.

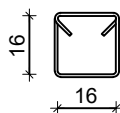
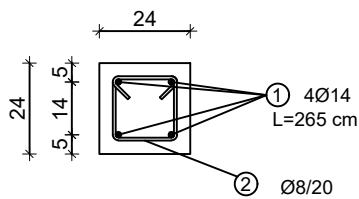
# VERTIKALNI SERKLAŽI

## Vertikalni serklaži pozicija 200

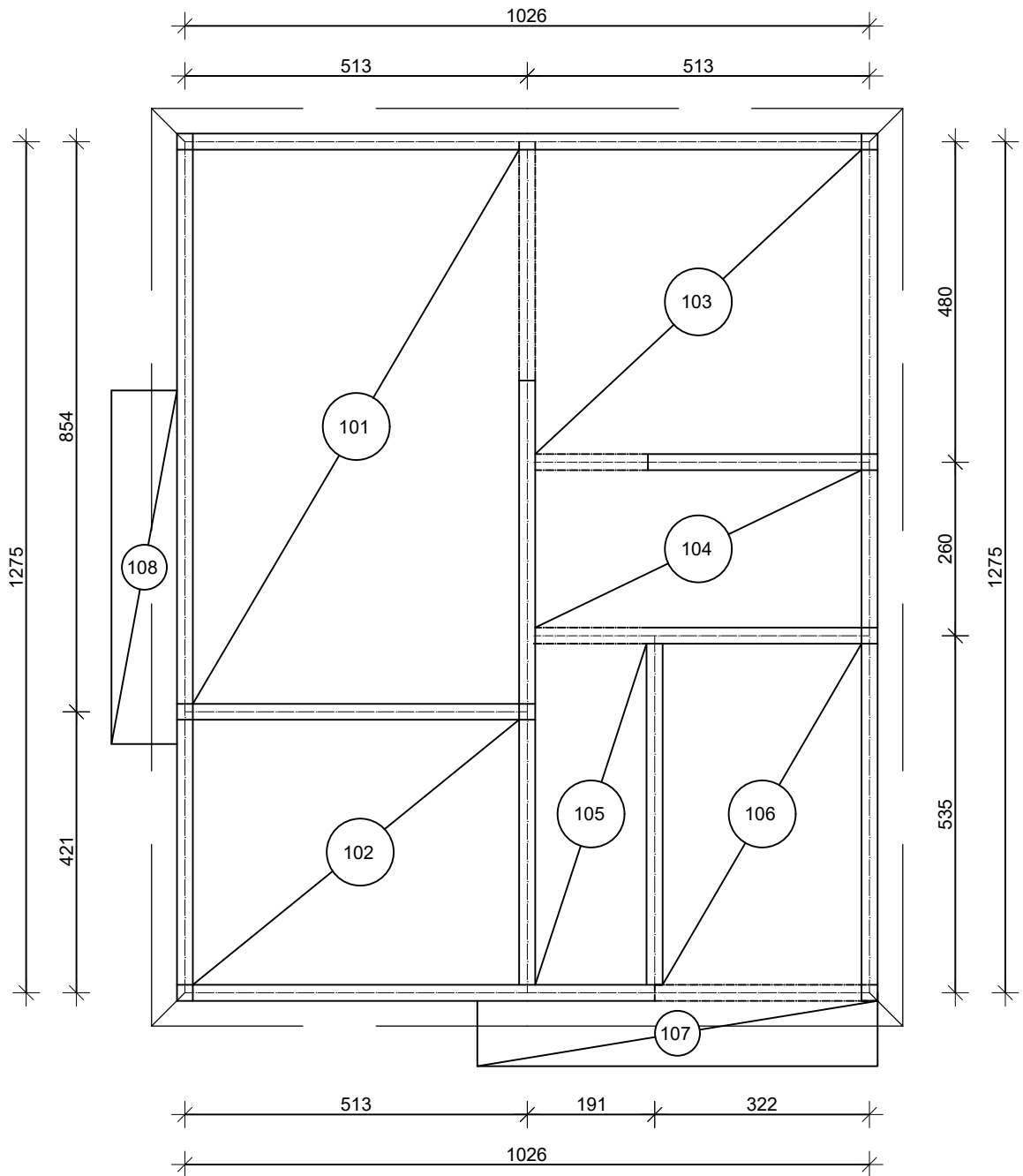


### DETALJI VERTIKALNIH SERKLAŽA M 1:20

#### DETALJ 1



# PLAN POZICIJA PLOČA

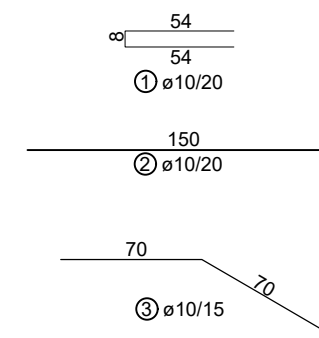
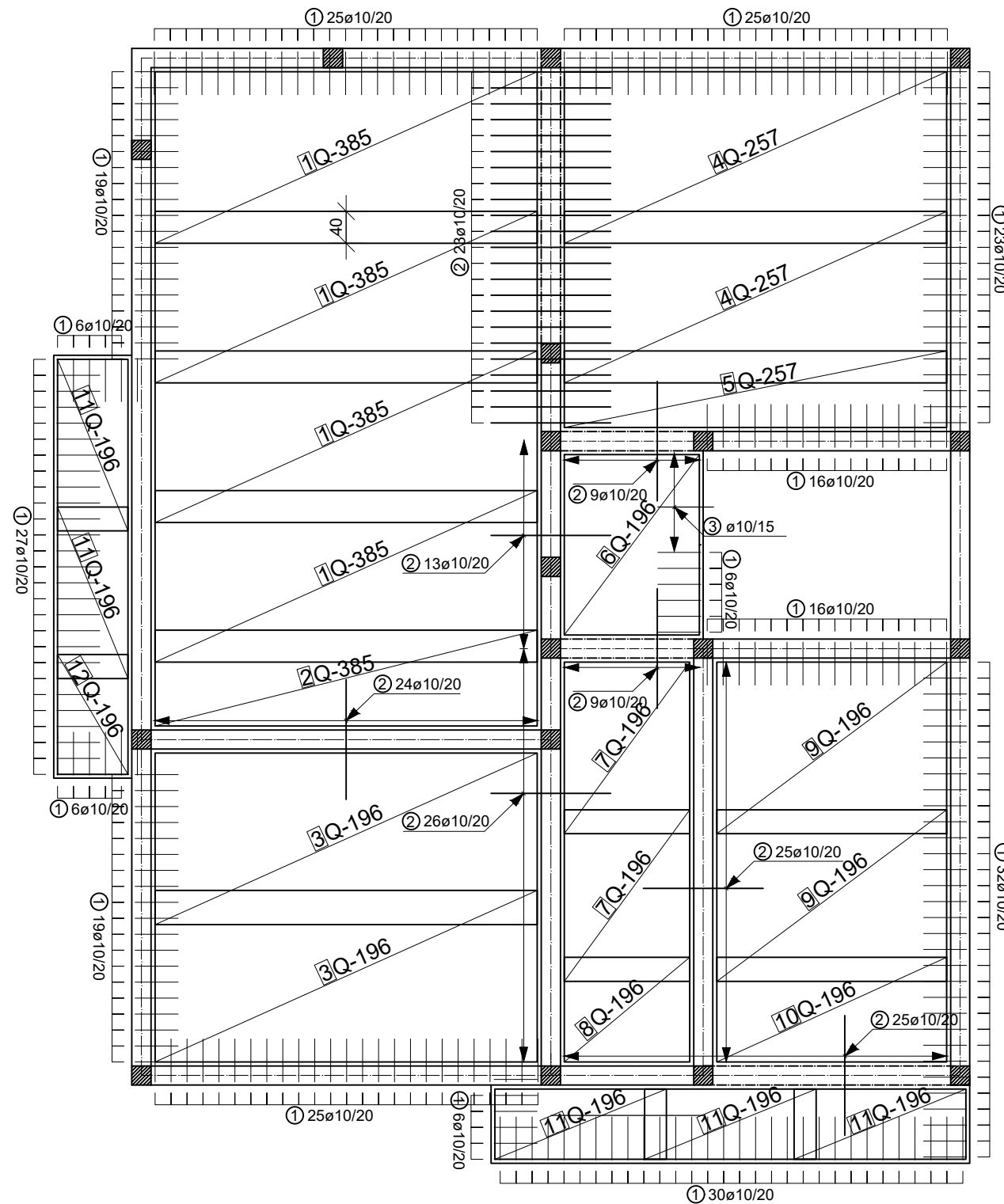


SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000  
 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

ZAVRŠNI RAD

NASLOV:	PLAN POZICIJA PLOČA		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	PLAN POZICIJA PLOČA	MJERILO:	1:100
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	7.

# ARMATURNI PLAN POZICIJA 100 - DONJA ZONA



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE ČELIK B500B					
POZ	TIP MREŽE	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-385	215x479	4	6.10	251.28
2	Q-385	120x479	1	6.10	35.06
3	Q-196	215x479	2	3.07	63.23
4	Q-257	215x479	2	4.16	85.68
5	Q-257	96x479	1	4.16	19.13
6	Q-196	169x226	1	3.07	11.73
7	Q-196	157x215	2	3.07	20.73
8	Q-196	157x131	1	3.07	6.31
9	Q-196	215x288	2	3.07	38.02
10	Q-196	131x288	1	3.07	11.58
11	Q-196	88x215	5	3.07	29.04
12	Q-196	88x150	1	3.07	4.05
<b>UKUPNO (KG)....</b>					<b>575.84</b>

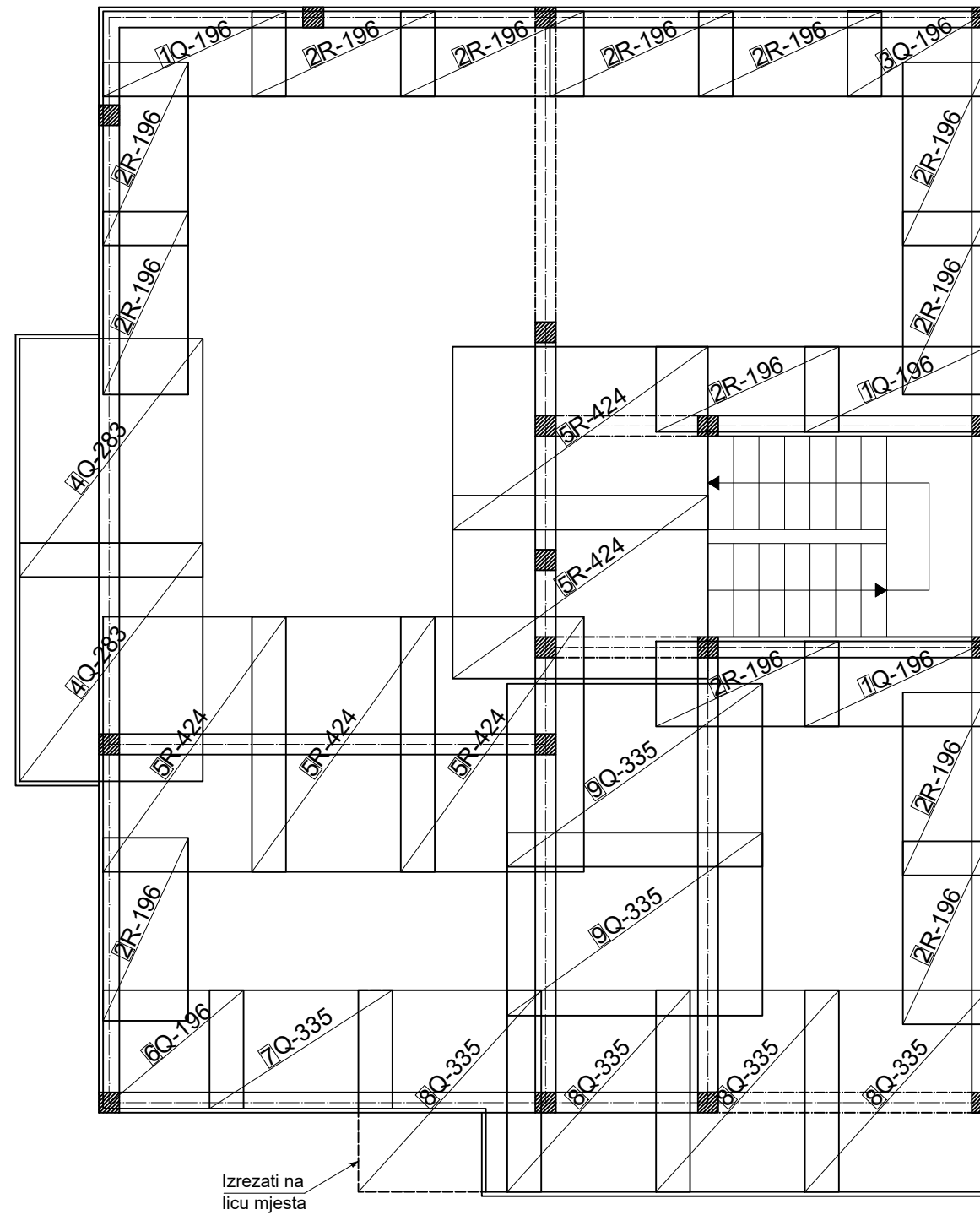
ISKAZ REBRASTE ARMATURE ČELIK B500B						
POZ	OBLIK	Φ	JED.MASA (kg/m)	KOM	L(cm)	MASA(kg)
1		10/20	0.79	281	116	257.51
2		10/20	0.79	154	150	182.50
3		10/15	0.79	8	140	8.85
<b>UKUPNO (KG)....</b>						<b>448.86</b>



ZAVRŠNI RAD			
NASLOV:	ARMATURNI PLAN POZICIJA 100		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	POZICIJA 100 DONJA ZONA	MJERILO:	1:75
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	8.



# ARMATURNI PLAN POZICIJA 100 - GORNJA ZONA

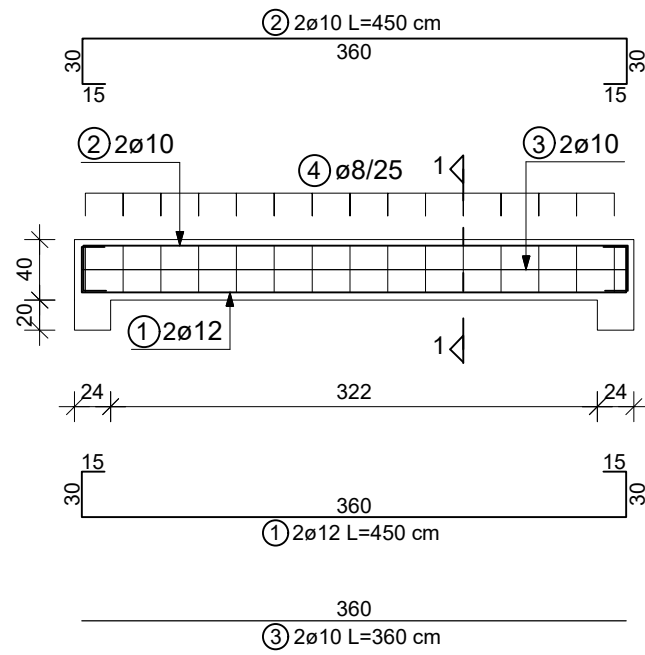


ISKAZ MREŽASTE ARMATURE ČELIK B500B					
POZ	TIP MREŽE	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-196	100x215	3	3.07	19.80
2	R-385	100x215	13	3.68	102.86
3	Q-196	100x165	1	3.07	5.07
4	Q-283	215x280	2	4.48	53.94
5	R-424	215x300	5	4.34	140.00
6	Q-196	135x165	1	3.07	6.84
7	Q-335	139x215	1	5.45	16.29
8	Q-335	215x237	4	5.45	111.08
9	Q-335	215x300	2	5.45	70.31
<b>UKUPNO (KG)... 526.19</b>					

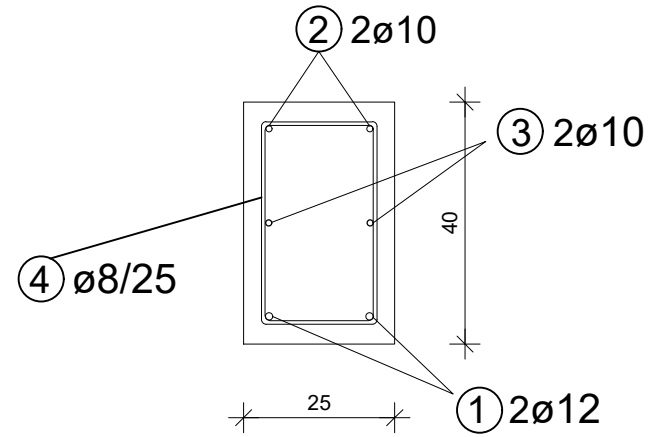


ZAVRŠNI RAD			
NASLOV:	ARMATURNI PLAN POZICIJA 100		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	POZICIJA 100 GORNJA ZONA	MJERILO:	1:75
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	9.

ARMATURNI PLAN  
GREDE G101



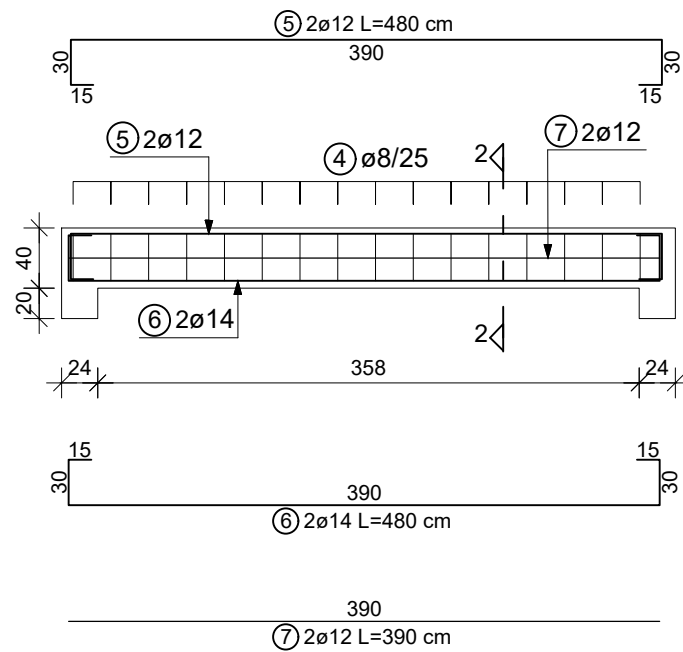
Presjek 1-1 M 1:25



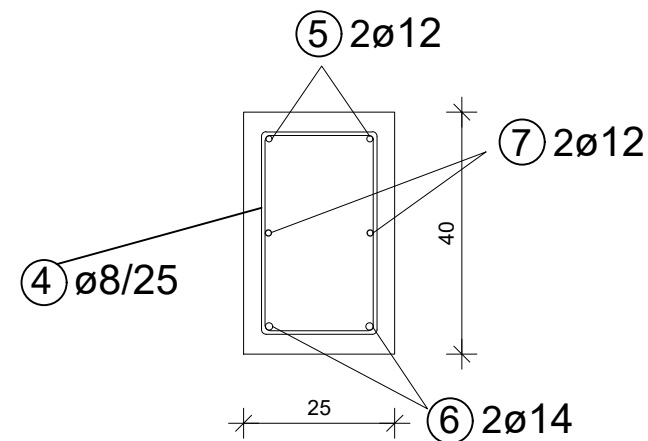
ISKAZ REBRASTE ARMATURE GREDA G101 I G102  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		12	1.13	2	450	10.17
2		10	0.79	2	450	7.11
3		10	0.79	2	360	5.69
4		8	0.50	31	136	21.08
5		12	1.13	2	480	10.85
6		14	1.54	2	480	14.78
7		12	1.13	2	390	8.81
UKUPNO: (kg)...						78.50

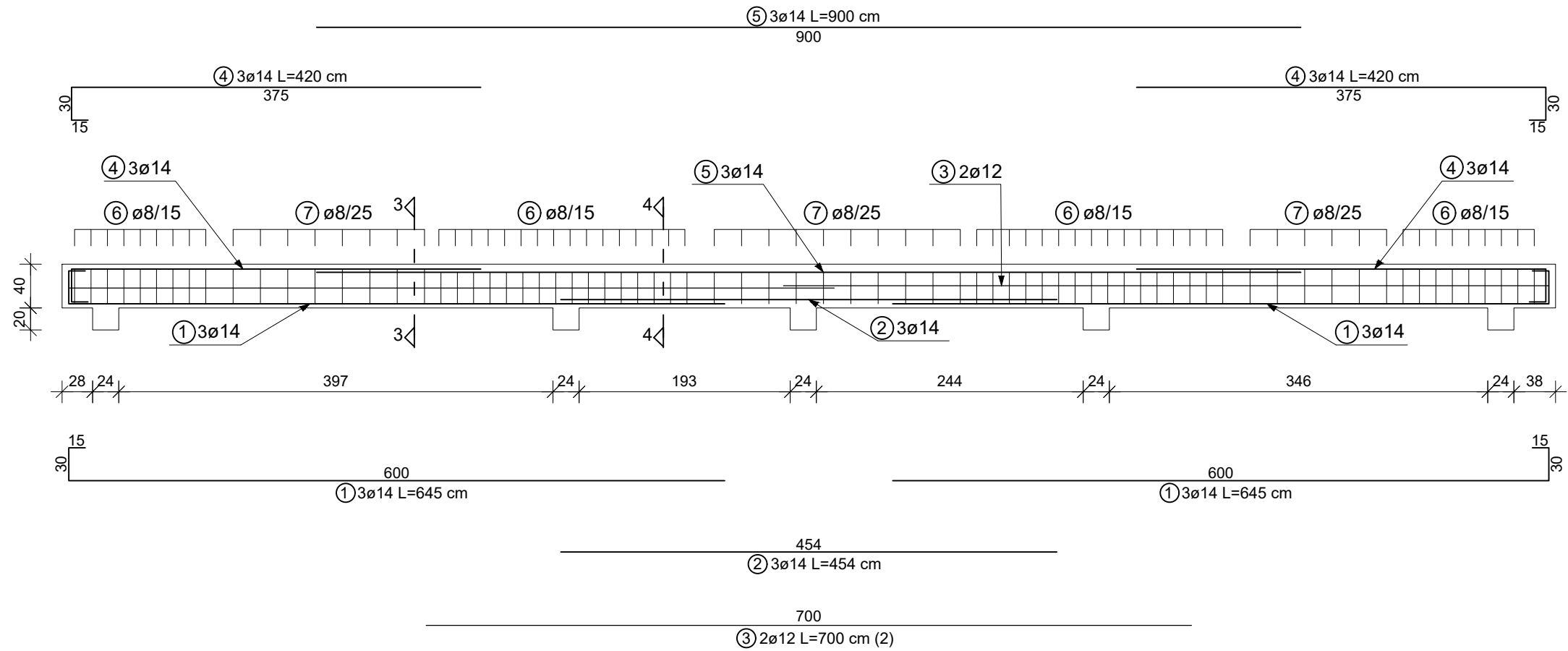
ARMATURNI PLAN  
GREDE G102



Presjek 2-2 M 1:25



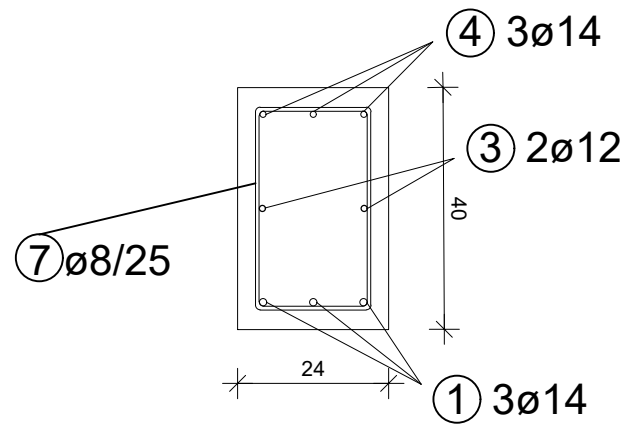
ZAVRŠNI RAD			
NASLOV:	ARMATURNI PLAN GREDA		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	ARMATURNI PLAN GREDE G101 I G102	MJERILO:	1:50
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	10.



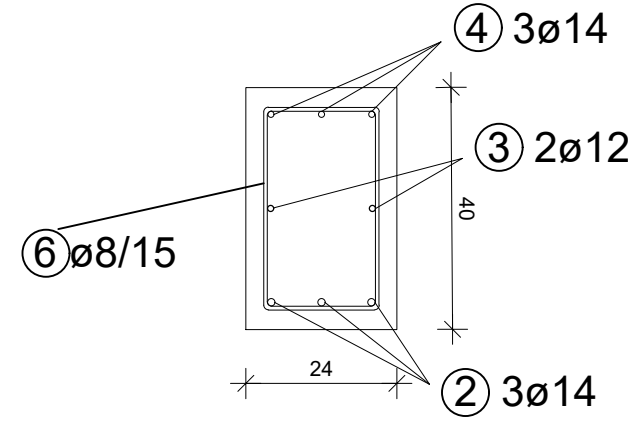
ISKAZ REBRASTE ARMATURE GREDA G101 I G102  
Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		14	1.54	6	645	59.60
2		14	1.54	3	454	20.97
3		12	1.13	4	700	31.64
4		14	1.54	6	420	38.81
5		14	1.54	3	900	41.58
6		8	0.50	50	136	34.00
7		8	0.50	24	136	16.32
UKUPNO: (kg)...						242.92

Presjek 3-3 M 1:25

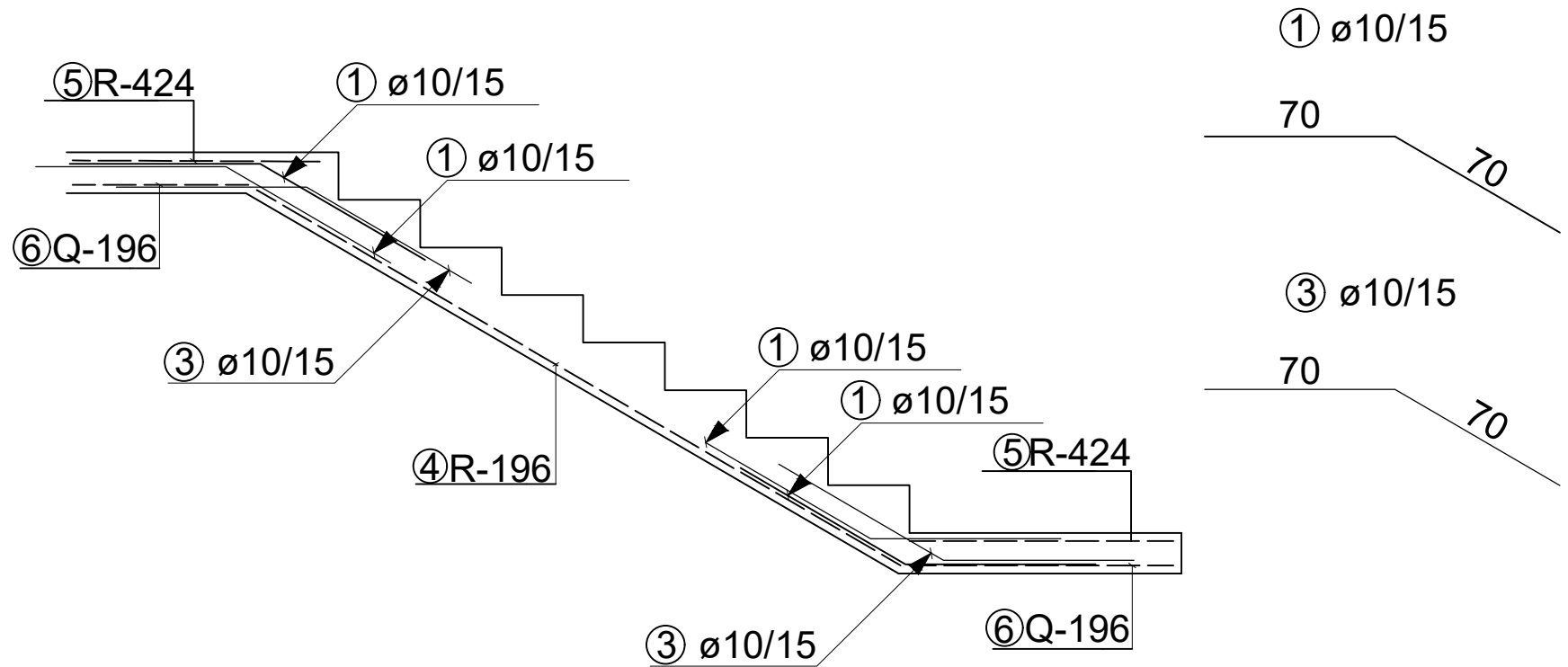


Presjek 4-4 M 1:25



ZAVRŠNI RAD			
NASLOV:	ARMATURNI PLAN SLJEMENE GREDE		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	ARMATURNI PLAN I ISKAZ ARMATURE	MJERILO:	1:50
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	11.

# ARMATURNI PLAN STUBIŠTA



SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000  
 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

ZAVRŠNI RAD			
NASLOV:	ARMATURNI PLAN STUBIŠTA		
STUDENT:	FILIP BARIĆ		
SADRŽAJ:	ARMATURA STUBIŠTA	MJERILO:	1:25
DATUM:	RUJAN, 2024.	PRILOG:	12.