

# Statički proračun konstrukcije obiteljske kuće

---

Juras, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

*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:123:808152>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-02**



*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**

**Josip Juras**

**Split, 2022.**

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



**Josip Juras**

**Statički proračun konstrukcije obiteljske kuće**

**Završni rad**

**Split, 2022.**

## **Statički proračun konstrukcije obiteljske kuće**

### ***Sažetak:***

U radu je prikazan statički proračun konstrukcije manje obiteljske kuće. Obiteljska kuća se sastoji od dvije etaže, prizemlja i potkrovlja sa kosim krovom. Građevina je izvedena omeđenim zidom, armirano betonskom međukatnom pločom i drvenom konstrukcijom krova. Projekt sadrži: tehnički opis, opće i posebne tehničke uvjete, plan kontrole i osiguranja kvalitete, proračun nosivih konstrukcijskih elemenata i karakteristične građevinske nacрте i armaturne planove.

### ***Ključne riječi:***

Obiteljska kuća, Eurokod, statički proračun, građevinski nacрти, armaturni planovi...

## **Static structural calculation of a family house**

### ***Abstract:***

The paper presents the static structural calculation of a small family house. The family house consists of two floors, a ground floor and an attic with a sloping roof. The building is built with confined masonry walls, reinforced concrete slabs and a wooden roof structure. The project contains: technical description, general and special technical conditions, quality control and assurance plan, calculation of load-bearing structural elements and characteristic construction drawings and reinforcement plans.

### ***Keywords:***

Family house, Eurocode, static calculation, building plans, reinforcement plans...

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

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: **Josip Juras**

MATIČNI BROJ (JMBAG): **0083224865**

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

PREDMET: **Betonske konstrukcije 2**

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema:

**Statički proračun konstrukcije obiteljske kuće**

Opis zadatka:

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

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

U Splitu, veljača 2022.

Voditelj Završnog rada:

*Izv. prof. dr.sc. Nikola Grgić*

Predsjednik Povjerenstva za završne i  
diplomske ispite:

*Izv. prof. dr. sc. Ivo  
Andrić*

## *Sadržaj*

Sadržaj .....	5
1. Tehnički opis .....	7
1.1. Opis objekta i konstrukcijski sustav .....	7
1.2. Geotehnički izvještaj .....	8
2. Građevinski materijali.....	9
2.1. Beton.....	9
2.2. Armaturni čelik .....	9
2.3. Elementi za zidanje .....	10
2.3.1. Blokovi za zidanje.....	10
2.3.2. Mort za zidanje.....	10
2.4. Drvo.....	10
2.4.1. Zaštita drvenih elemenata.....	10
2.4.2. Transport i montaža drvenih elemenata .....	10
3. Plan kontrole i osiguranja kvalitete .....	12
3.1. Općenito.....	12
3.2. Betonski, armirački i tesarski radovi .....	12
3.2.1. Beton.....	12
3.2.2. Armaturni čelik .....	13
3.2.3. Prekidi betoniranja .....	13
3.2.4. Oplata .....	13
3.2.5. Primijenjeni standardi.....	14
3.3. Zidarski radovi .....	16
3.4. Ostali radovi i materijali .....	17
4. Posebni tehnički uvjeti za izvođenje konstrukcije.....	18
4.1. Oplate i skele.....	18
4.2. Transport i ugradnja betona .....	19
4.2.1. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama .....	19
4.2.2. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama .....	20
4.2.3. Izvođenje zidanih zidova (ziđa) .....	20
5. Način zbrinjavanja građevinskog otpada .....	22
6. Uvjeti održavanja i projektirani vijek trajanja.....	23
7. Popis zakona i pravilnika korištenih pri izradi projekta .....	25
8. Analiza opterećenja.....	26
8.1. Pozicija 200 – Krovište.....	26
8.1.1. Stalno opterećenje (g200).....	26

8.1.2.	Promjenjivo opterećenje ( $q_{200}$ ).....	26
8.2.	Pozicija 100 - Potkrovlje .....	28
8.2.1.	Stalno opterećenje ( $g_{100}$ ).....	28
8.2.2.	Promjenjivo opterećenje ( $q_{100}$ ).....	28
9.	Proračun konstrukcije krovišta .....	29
9.1.	Prikaz modela.....	29
9.2.	Rezultati .....	30
9.2.1.	Rog .....	30
9.2.2.	Potpore.....	31
9.3.	Dimenzioniranje .....	32
9.3.1.	Kontrola GSN .....	33
9.3.2.	Kontrola GSU .....	40
10.	Proračun međukatne konstrukcije.....	41
10.1.	Prikaz modela .....	41
10.2.	Rezultati proračuna .....	42
10.2.1.	AB ploča.....	42
10.2.2.	AB greda .....	43
10.2.3.	AB stup .....	44
10.3.	Dimenzioniranje .....	45
10.3.1.	AB ploča.....	45
10.3.2.	AB greda .....	47
10.3.3.	AB stup .....	50
10.3.4.	Horizontalni serklaži.....	50
11.	Proračun ziđa .....	51
11.1.	Proračun na vertikalno djelovanje .....	51
11.2.	Seizmički proračun .....	52
12.	Kontrola temelja .....	53
13.	Nacrti.....	54

## ***1. Tehnički opis***

### ***1.1. Opis objekta i konstrukcijski sustav***

Predmetna građevina je stambene namjene, a sastoji se od prizemlja i kata. Glavni nosivi konstrukcijski sustav građevine je omeđena zidana konstrukcija, izrađena od opekarskih blokova, koja je omeđena vertikalnim i horizontalnim serklažima. Stropna međukatna konstrukcija prizemlja izrađena je kao puna AB ploča, lijevana na licu mjesta debljine  $d=16$  cm, te uobičajenim slojevima ploča. Krovna konstrukcija je izrađena od drvenog okvirnog sustava koji se sastoji od greda, kosnika i nadkonstrukcije od gredica i kontra-gredica, te uobičajenim slojevima krovišta.

Vertikalna nosiva konstrukcija građevine su unutarnji i vanjski (sa vanjske strane termički izolirani), zidovi debljine 25 cm, ojačani vertikalnim serklažima. Temeljenje je predviđeno na trakastim armirano-betonskim temeljima ispod nosivih zidova širine 50 cm. U proračunu su dane osnovne dimenzije i količine armature za pojedine konstruktivne elemente. Elementi koji nisu računati armiraju se konstruktivno.

Građevina se nalazi u području za koje se, uz povratni period od 475 godina, očekuje potres sa ubrzanjem tla  $a_g=0.22g$ . Konstrukcija seizmičke sile preuzima sustavom omeđenih zidanih zidova, sukladno EC-6 i EC-8. Za sve betonske radove predviđen je beton C 25/30. Predviđena armatura je B 500B. Skidanje podupora za ploče može se izvršiti nakon što beton postigne min. 80% čvrstoće.

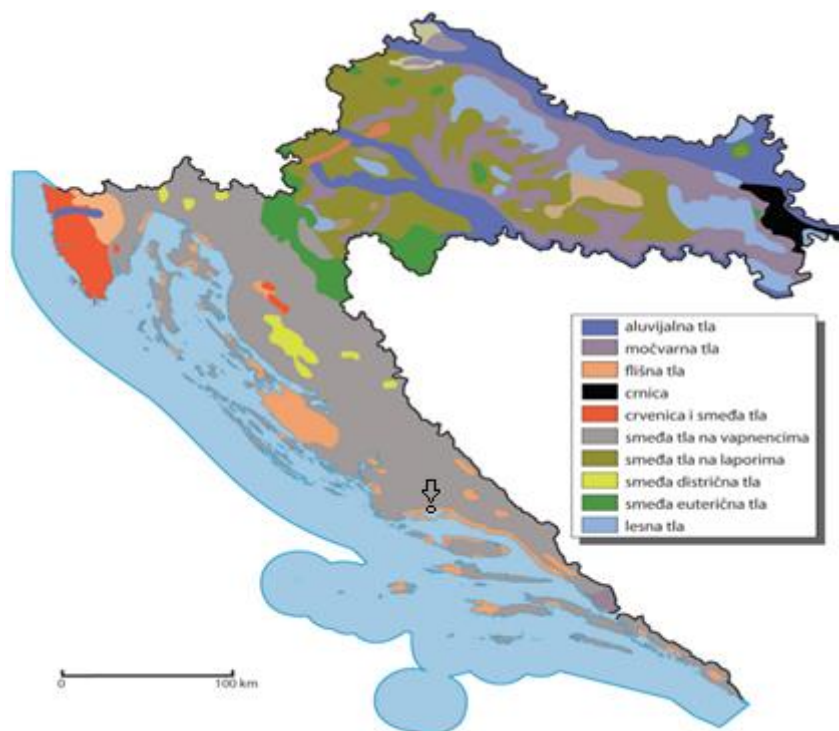
Računalni proračuni su izvršeni programskim paketom: "Scia Engineer 19.1" i „MS Excel“. Svi ostali podaci i detalji relevantni za predmetni objekt dani su kroz projektna rješenja.



## 1.2. Geotehnički izvještaj

Teren na predmetnoj lokaciji Kaštela Novi je izrazito krševit s djelomičnim oblikovanjem. Teren izgrađuju naslage gornje krede (matična stijena – K 21.2) koja je uglavnom pokrivena slojem gline crvenice, s učešćem ulomaka manjih blokova i stijenskog kršja vapnenca (Q). Naslage gornje krede sastavljene su od vapnenaca svjetlo sive do bijele boje, uglavnom slojeviti, mjestimično gromadasti. Do dubine od oko 1.20 m vapnenci su jako do ekstremno okršeni i razlomljeni, mjestimično zdrobljeni uz pukotine cm zijeva, mjestimično i dm zijeva ispunjene crvenicom i kršljem. Ispod te dubine matična stijena je manje razlomljena i okršena.

U hidrogeološkom smislu, razlomljene i okršene naslage vapnenaca imaju pukotinsku i moguće kavernožnu poroznost, te se oborinske vode relativno brzo procjeđuju u podzemlje. Do dubine bušenja nije registrirana podzemna voda. Budući da se matična stijena nalazi na oko 0.40 m od površine terena temeljenje građevine izvest će se na njoj.



Nakon iskopa potrebno je temeljnu plohu ručno očistiti od ostataka razlomljenog materijala, kao i eventualnu glinovitu ispunu iz pukotina. Po obavljenom čišćenju temeljne plohe potrebno je neravnine i udubine (škrape) popuniti i izravnati podložnim betonom C 15/20 (MB-20) do projektirane kote temeljenja.

Ukoliko se naiđe na kavernu (pukotinu), veće udubine i relativno manje širine, a nije moguće potpuno uklanjanje gline crvenice, sanaciju izvesti tako da se glina očisti do dubine cca 50 cm ispod kote temeljenja, a nastali prostor do projektiranje kote temeljenja "plombira" – zapuni podbetonom. Dopuštena centrična naprezanja tla na detaljno očišćenim naslagama matične stijene uzeta su za osnovna opterećenja 400 kPa.

## 2. Građevinski materijali

### 2.1. Beton

Za izgradnju građevine koristit će se beton zadanog sastava ili projektiranog sastava, razreda tlačne čvrstoće normalnog betona C 25/30, a sve prema "Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije" ("TPGK" N.N. 17/17). Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+. Tehnički uvjeti za projektirana svojstva svježeg betona dani su u tablici.

NAMJENA		Temelji	Podna ploča	AB ploča i serklaži
<b>TRAŽENA SVOJSTVA SVJEŽEG BETONA</b>				
Razred čvrstoće normalnog betona		C 25/30	C 25/30	C 25/30
Klasa izloženosti		XC2	XC1	XC2
Minimalna količina cementa	(kg/m <sup>3</sup> )	280	280	280
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		CI 0,20	CI 0,10	CI 0,10
Minimalno vrijeme obradivosti	(min)	90	90	90
Maksimalna temperatura svježeg betona	(+ °C)	5 - 30	5 - 30	5 - 30
<b>TRAŽENA SVOJSTVA OČVRSLJOG BETONA</b>				
vodonepropusnost prema HRN EN 12390-8	(cm)	---	---	---
otpornost na djelovanje mraza i soli za odmrzavanje prema HRN U.M1.055	(ciklusa)	---	---	---
otpornost na djelovanje mraza prema HRN U.M1.016	(ciklusa)	---	---	---

Za izradu konstruktivnog betona smiju se koristiti samo CEM I ili CEM II/A-S. Zbog opasnosti od korozije armature ne smiju se upotrebljavati betoni koji sadrže cemente tipa CEM II/C, CEM IV i CEM V, prema normi HRN EN 197-1. Sastavni materijali od kojih se beton proizvodi ili koji mu se pri proizvodnji dodaju moraju ispunjavati zahtjeve normi na koje upućuje norma HRN EN 206-1 i zahtjeve prema priložima C, D, E i F Tehničkih propisa za građevinske konstrukcije (TPGK). Za izvedbu konstruktivnih dijelova građevine smiju se upotrijebiti samo oni sastavi betona za koje je dokazano da ispunjavaju gore navedene tehničke uvjete.

### 2.2. Armaturni čelik

Kao armatura koristit će se betonski čelik B 500 A ili B 500B (prema TPGK) za sve elemente, u obliku šipki ili mreža. Zaštitni slojevi betona do armature prema gornjoj tablici. Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih razmačnika (distancera). Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema zahtjevima ovog projekta i projektu betona, kojeg je dužan izraditi izvođač radova. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja. Sva uporabljena armatura treba imati odgovarajuće ateste o kakvoći.

## 2.3. Elementi za zidanje

### 2.3.1. Blokovi za zidanje

Za zidanje su predviđeni opekarski blokovi  $d=24$  cm. Ovi blokovi moraju biti u skladu s normom EN 771-1, i biti 1. razreda (ovisno o kontroli proizvodnje) – tamo gdje je proizvođač sporazuman isporučivati zidne elemente određene tlačne čvrstoće a ima program kontrole kvalitete s rezultatima koji pokazuju da srednja tlačna čvrstoća pošiljke uzorkovana i ispitana prema odgovarajućoj normi ima vjerojatnost podbačaja određene tlačne čvrstoće manju od 5%. Razred izvedbe može biti A ili B. Prema udjelu šupljina blokovi mogu biti grupe 2a ili 2b.

### 2.3.2. Mort za zidanje

Za zidanje je predviđen produžni mort čvrstoće M5, opće namjene. Mort mora biti u skladu s normom EN 998-2.

## 2.4. Drvo

Drveni elementi konstrukcije izrađeni su od punog drva C24/uporabna klasa II. Karakteristične vrijednosti čvrstoća, modula i gustoće za ovu klasu drveta :

$$\begin{aligned}f_{m,k} &= 24.0 \text{ N/mm}^2 \\f_{c,0,k} &= 21.0 \text{ N/mm}^2 \\f_{c,90,k} &= 2.5 \text{ N/mm}^2 \\f_{t,0,k} &= 14.0 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{v,0,k} &= 2.7 \text{ N/mm}^2 \\E_{mean} &= 11000 \text{ N/mm}^2 \\G_{mean} &= 690 \text{ N/mm}^2 \\\rho_{mean} &= 350 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Poprečni presjeci:

- Rogovi (12/24 cm)
- Potpore (12/12 cm)
- Vjenčanica (12/12 cm)
- Vertikale (12/12 cm)

### 2.4.1. Zaštita drvenih elemenata

Zaštitu nosivih elemenata potrebno je provesti odgovarajućim vodoopornim zaštitnim sredstvima. Zaštita se provodi s tri premaza, prva dva premaza potrebno je nanijeti u tvornici prije transporta, a treći završni nakon potpunog „zatvaranja“ konstrukcije. Boja zaštitnog sredstva je prozirno smeđa u tonu drva nosača. Debljina premaza 0.2 mm. Zaštita metalnih dijelova i spajala izvodi se pocinčavanjem na uobičajen način, a u skladu s važećim propisima sve metalne dijelove prije pocinčavanja potrebno je obraditi.

### 2.4.2. Transport i montaža drvenih elemenata

Planom transporta prikazuje se i opisuje način transporta. Transportni putovi moraju biti utvrđeni, pri čemu se mora voditi računa o radijusima krivina prema zahtjevima specijalnih vozila i slobodnim profilima. Montaža se mora provesti prema planu montaže. Izvođač je dužan izraditi plan montaže nosača kojeg treba zajedno s transportnim planom dostaviti nadzornoj službi na suglasnost.

Plan montaže ovjerava projektant konstrukcije. Međustanja konstrukcije u fazi montaže potrebno je provjeriti vodeći računa o mjestima i načinima hvatanja/oslanjanja u fazama podizanja i montaže.

Mjesta hvatanja potrebno je osigurati od oštećenja. Posebnu pažnju treba posvetiti osiguranju stabilnosti u fazama i elementima koji kod montaže imaju naprezanja suprotna od očekivanih u eksploataciji. Konačno na već postavljenu konstrukciju postavlja se pokrov. Nosači se trebaju transportirati u takvom položaju u kakvom će kasnije primiti opterećenje. Transport i montažu treba obaviti tako da se izbjegnu moguća oštećenja dijelova konstrukcije.

### ***3. Plan kontrole i osiguranja kvalitete***

#### ***3.1. Općenito***

Izvođač je odgovoran za kvaliteta izvođenja radova i za uredno poslovanje. Izvođač ne smije odstupati od projekta bez pismenog odobrenja nadzornog inženjera Investitora, a uz prethodnu suglasnost projektanta. Sve izmjene se moraju unijeti u građevinsku knjigu i građevinski dnevnik.

Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, standardima, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz Ugovora.

Ukoliko izvođač ugrađuje materijal koji nije standardiziran, za isti je dužan pribaviti odgovarajuće dokaze o kakvoći i priložiti ih u pismenoj formi. Pri izvođenju građevine, izvođač se dužan pridržavati navedenih propisa kao i svih ostalih Pravilnika, Tehničkih normativa, posebnih uvjeta za izradu, ugradnju i obradu pojedinih elemenata građevine, kao i standarda propisanih za izvođenje radova na građevini (temeljenje, betonski radovi, skele i oplata, armatura, čelik za armiranje, kontrola kvalitete betona i čelika, zidanje zidova, završni radovi), kako bi osigurao da izvedena građevina odgovara projektu, te svim propisima i standardima RH.

#### ***3.2. Betonski, armirački i tesarski radovi***

##### ***3.2.1. Beton***

Sve komponente betona (agregat, cement, voda, dodaci), te beton kao materijal, trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Izvoditelj je dužan izraditi projekt betona u skladu s projektom konstrukcije i dostaviti ga na suglasnost projektantu objekta. Kontrola kvalitete betona sastoji se od kontrole proizvodnje i kontrole suglasnosti s uvjetima projekta konstrukcije i projekta betona.

Betonski radovi moraju se izvoditi prema projektu konstrukcije i projektu betona (kojeg je dužan izraditi Izvođač), a u svemu sukladno s: Tehnički propis za građevinske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10), te svim pratećim normativima.

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

Zahtjevi za isporuku betona i informacije proizvođača betona korisniku moraju sadržavati podatke prema normi HRN EN 206-1. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstnalog betona prema normama niza HRN EN 12390. Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima.

Za svako odstupanje od projekta, nadzorni inženjer je dužan izvijestiti Projektanta i Investitora. Nužna je njega ugrađenog betona da se ne pojave štetne pukotine, a u svemu prema projektu betona, važećim propisima i pravilima struke.

### *3.2.2. Armaturni čelik*

Betonski čelici trebaju udovoljavati zahtjevima važećih propisa. Za čelik za armiranje primjenjuju se 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 grede (prEN 10080-6:1999). Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje provodi se prema odredbama Dodatka A norme nHRN EN 10080-1 i odredbama posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova nHRN EN 10080, odnosno nHRN EN 10138, i prema normama niza HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1. Preklopi se izvode prema odredbama priznatim tehničkim pravilima iz Priloga H Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, odnosno prema normi HRN ENV 1992-1-1:2004. Sva armatura je iz čelika B500 u obliku šipki ili mreža. Osobito poštivati projektom predviđene razmake i zaštitne slojeve armature. Ni jedno betoniranje elementa ne može započeti bez prethodnog detaljnog pregleda armature od strane nadzornog inženjera i njegove dozvole.

### *3.2.3. Prekidi betoniranja*

Prekid i nastavci betoniranja konstrukcija moraju biti obrađeni projektom betona.

### *3.2.4. Oplata*

Za izvedbu svih betonskih i armiranobetonskih elemenata potrebno je pravovremeno izraditi, postaviti i učvrstiti odgovarajuću drvenu, metalnu ili sličnu oplatu. Oplata mora odgovarati mjerama građevinskih nacрта, detalja i planova oplata. Podupiranjem i razupiranjem oplata mora se osigurati njena stabilnost i nedeformabilnost pod teretom ugrađene mješavine. Unutarnje površine moraju biti ravne i glatke, bilo da su vertikalne, horizontalne ili kose. Postavljena oplata mora se lako i jednostavno rastaviti, bez udaranja i upotrebe pomoćnih alata i sredstava čime bi se "mlada" konstrukcija izložila štetnim vibracijama. Ako se nakon skidanja oplata ustanovi da izvedena konstrukcija dimenzijama i oblikom ne odgovara projektu Izvođač je obavezan istu srušiti i ponovo izvesti prema projektu. Prije ugradnje svježe mješavine betona u oplatu istu, ako je drvena, potrebno je dobro navlažiti, a ako je metalna mora se premazati odgovarajućim premazom. Izvođač ne može započeti betoniranje dok Nadzor ne izvrši pregled postavljene oplata i pismeno je ne odobri.

### 3.2.5. *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 očvrnulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2	Ispitivanje očvrnulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3	Ispitivanje očvrnulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6	Ispitivanje očvrnulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7	Ispitivanje očvrnulog betona – 7. dio: Gustoća očvrnulog betona
HRN EN 12390-8	Ispitivanje očvrnulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9	Ispitivanje očvrnulog 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 očvrnulom 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)
nHRNEN 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: Armaturne 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 su na listi u Glasniku Zavoda kojeg izdaje Državni zavod za normizaciju i graditeljstvo. Izvođač je dužan osiguravati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema Zakonu i prema zahtjevima iz projekta, te u tom smislu mora čuvati dokumentaciju o ispitivanju ugrađenog materijala, proizvoda i opreme prema programu ispitivanja iz projekta.

Nadzorni inženjer dužan je voditi računa da je kvaliteta radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta te da je kvaliteta dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima. Nadzorni inženjer dužan je da za tehnički pregled priredi završno izvješće o izvedbi građevine.

### **3.3. Zidarski radovi**

Zidni element proizveden prema tehničkoj specifikaciji za kojeg je sukladnost potvrđena na način određen prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN. 17/17) i izdana isprava o sukladnosti, smije se ugraditi u zidu ako ispunjava zahtjeve iz projekta. Prije ugradnje predgotovljenog zidnog elementa provode se odgovarajuće nadzorne radnje određene Prilozima Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN. 17/17).

Proizvođač i distributer zidnih elemenata, te izvođač radova, dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava zidnih elemenata tijekom rukovanja, prijevoza, pretovara i skladištenja i ugradnje prema tehničkim uputama proizvođača.

### ▪ *Standardi 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 ugradnje u zidanu konstrukciju i naknadno ispitivanje u slučaju sumnje provode se na gradilištu prema normama navedenim u Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN. 17/17) i normama na koje taj propis upućuje.

▪ ***Standardi za mort***

HRN EN 998-2:2003	Specifikacije morta za zide – 2. dio: Mort za zide (EN 998-2:2003)
HRN CEN/TR 15225:2006	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)

### ***3.4. Ostali radovi i materijali***

Svi ostali materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekt trebaju biti kvalitetni i trajni, uz zadovoljenje svih važećih normi, propisa i pravila struke. Za sve se upotrijebljene materijale provode tekuća i kontrolna ispitivanja, odnosno prilažu atesti isporučitelja. Izvedba svih radova treba biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost projektanta i investitora.

## ***4. Posebni tehnički uvjeti za izvođenje konstrukcije***

### ***4.1. Oplate i skele***

Skele i oplate moraju imati takvu sigurnost i krutost da bez slijeganja i štetnih deformacija mogu primiti opterećenja i utjecaje koji nastaju tijekom izvedbe radova. Skela i oplata moraju biti izvedeni tako da se osigurava puna sigurnost radnika i sredstava rada kao i sigurnost prolaznika, prometa, susjednih objekata i okoline uopće. Materijali za izradu skela i oplata moraju biti propisane kvalitete. Nadzorni inženjer treba odobriti oplatu prije početka betoniranja. Kod izrade projekta oplate mora se uzeti u obzir kompaktiranje pomoću vibratora na oplati tamo gdje je to potrebno.

Oplata mora sadržavati sve otvore i detalje prikazane u nacrtima, odnosno tražene od nadzornog inženjera. Oplata odnosno skela treba osigurati da se beton ne onečisti. Obje moraju biti dovoljno čvrste i krute da odole pritiscima kod ugradnje i vibriranja i da spriječe ispušćenja. Nadzorni inženjer će, tamo gdje mu se čini potrebno, tražiti proračunski dokaz stabilnosti i progibanja.

Nadvišenja oplate dokazuju se računski i geodetski se provjeravaju prije betoniranja. Oplata mora biti toliko vodotijesna da spriječi istjecanje cementnog mlijeka. Ukoliko se za učvršćenje oplate rabe metalne šipke od kojih dio ostaje ugrađen u betonu, kraj stalno ugrađenog dijela ne smije biti bliži površini od 5 cm. Šupljina koja ostaje nakon uklanjanja šipke mora se dobro ispuniti, naročito ako se radi o plohama koje će biti izložene protjecanju vode. Ovakav način učvršćenja ne smije se upotrijebiti za vidljive plohe betona. Žičane spojnice za pridržavanje oplate ne smiju prolaziti kroz vanjske plohe gdje bi bile vidljive.

Radne reške moraju biti, gdje god je moguće, horizontalne ili vertikalne i moraju biti na istoj visini zadržavajući kontinuitet. Pristup oplati i skeli radi čišćenja, kontrole i preuzimanja, mora biti osiguran. Oplata mora biti tako izrađena, naročito za nosače i konstrukcije izložene proticanju vode, da se skidanje može obaviti lako i bez oštećenja rubova i površine.

Površina oplate mora biti očišćena od inkrustacija i sveg materijala koji bi mogao štetno djelovati na izložene vanjske plohe. Kad se oplata premazuje uljem, mora se spriječiti prljanje betona i armature. Oplata, ukoliko je drvena, mora prije betoniranja biti natopljena vodom na svim površinama koje će doći u dodir s betonom i zaštićena od prijanjanja za beton premazom vapnom. Skidanje oplate se mora izvršiti čim je to provedivo, naročito tamo gdje oplata ne dozvoljava polijevanje betona, ali nakon što je beton dovoljno očvrstnuo. Svi popravci betona trebaju se izvršiti na predviđen način i to što je prije moguće.

Oplata se mora skidati prema određenom redosljedju, pažljivo i stručno, da se izbjegnu oštećenja. Moraju se poduzeti mjere predostrožnosti za slučaj neplaniranog kolapsa. Nadzorni inženjer će odrediti kad se mora, odnosno može, skidati oplata. Sve skele (za oplatu, pomoćne i fasadne) moraju se izvesti od zdravoga drva ili čeličnih cijevi potrebnih dimenzija. Sve skele moraju biti stabilne, ukrućene dijagonalno u poprečnom i uzdužnom smislu, te solidno vezane sponama i kliještima. Mosnice i ograde trebaju biti također dovoljno ukrućene. Skelama treba dati nadvišenje koje se određuje iskustveno u ovisnosti o građevini ili proračunski. Ako to traži nadzorni inženjer, vanjska skela, s vanjske strane, treba biti prekrivena trščanim ili lanenim pletivom kako bi se uz općenitu zaštitu osigurala i kvalitetnija izvedba i zaštita fasadnog lica.

Skele moraju biti izrađene prema pravilima struke i propisima Pravilnika o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u građevinarstvu. Nadzorni inženjer mora zabraniti izradu i primjenu oplata i skela koje prema njegovom mišljenju ne bi mogle osigurati traženu kvalitetu lica gotovog betona ili su neprihvatljive kvalitete ili sigurnosti. Prijem gotove skele ili oplata vrši se vizualno, geodetskom kontrolom i ostalom izmjerom. Pregled i prijem gotove skele, oplata i armature vrši nadzorni inženjer. Bez obzira na odobrenu primjenu skela, oplata i armature, izvođač snosi punu odgovornost za sigurnost i kvalitetu radova.

## **4.2. Transport i ugradnja betona**

S betoniranjem se može početi samo na osnovi pismene potvrde o preuzimanju podloge, skele, oplata i armature te po odobrenju programa betoniranja od nadzornog inženjera. Beton se mora ugrađivati prema unaprijed izrađenom programu i izabranom sistemu. Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom ne smije biti duže od onog koje je utvrđeno u toku prethodnih ispitivanja (promjena konzistencije s vremenom pri raznim temperaturama). Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju smjese betona.

U slučaju transporta betona auto-miješalicama, poslije pražnjenja auto-miješalice treba oprati bubanj, a prije punjenja treba provjeriti je li ispražnjena sva voda iz bubnja. Zabranjeno je korigiranje sadržaja vode u gotovom svježem betonu bez prisustva tehnologa za beton. Dozvoljena visina slobodnog pada betona je 1,0 m. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama. Transportna sredstva se ne smiju oslanjati na oplatu ili armaturu kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj. Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili element objekta mora biti neprekidno izbetoniran u opsegu, koji je predviđen programom betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije pogona. Ako dođe do neizbježnog, nepredvidljivog prekida rada, betoniranje mora biti završeno tako da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje nadzornog inženjera.

Svježi beton mora se ugrađivati vibriranjem u slojevima čija debljina ne smije biti veća od 70 cm. Sloj betona koji se ugrađuje mora vibriranjem biti dobro spojen s prethodnim donjim slojem betona. Ako dođe do prekida betoniranja, prije nastavka betoniranja površina donjeg sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem, a po potrebi i pjeskarenjem. Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Smije se vibrirati samo oplatom ukliješten beton. Nije dozvoljeno transportiranje betona pomoću pervibratora. Ugrađeni beton ne smije imati temperaturu veću od 45 °C u periodu od 3 dana nakon ugradnje.

### **4.2.1. Betoniranje pri visokim vanjskim temperaturama**

Niska početna temperatura svježeg betona ima višestruko povoljan utjecaj na poboljšanje uvjeta za betoniranje masivnih konstrukcija. Stoga je sniženje temperature svježeg betona i održavanje iste u propisanim granicama od posebnog značaja. Za održavanje temperature svježeg betona unutar dopuštenih 25 °C, neophodno je poduzeti sljedeće mjere:

- krupne frakcije agregata hladiti raspršivanjem vode po površini deponije, što se ne preporuča s frakcijama do 8 mm, zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona
- deponije pijeska zaštititi nadstrešnicama
- silose za cement, rezervoare, miješalicu, cijevi itd. zaštititi od sunca bojenjem u bijelo

Ukoliko ovi postupci hlađenja nisu dostatni, daljnje sniženje temperature može se postići hlađenjem vode u posebnim postrojenjima (coolerima). Za vrijeme visokih dnevnih temperatura (oko 30 °C), kada postoje poteškoće s održavanjem dozvoljene temperature svježeg betona, početak radova na betoniranju treba pomaknuti prema hladnijem dijelu dana (noć, jutro). Vrijeme od spravljanja betona do ugradnje treba biti što kraće, kako bi se izbjegli problemi pri pražnjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti. Ugrađivanje se mora odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

U uvjetima vrućeg vremena najpogodnije je njegovanje vodom. Njegovanje treba početi čim beton počne očvršćivati. Ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina se može finim raspršivanjem vode održavati vlažnom, bez opasnosti od ispiranja. Čelične oplata treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti dobro nakvašena. Ukoliko se u svježem betonu pojave pukotine, treba ih zatvoriti revibriranjem. Voda koja se upotrebljava za njegovanje ne smije biti mnogo hladnija od betona, kako razlike između temperature betona na površini i unutar jezgre ne bi prouzročile pojavu pukotina. Stoga je efikasan način njegovanja pokrivanje betona materijalima koji vodu upijaju i zadržavaju (juta, spužvasti materijal i sl.) te dodatno prekrivanje plastičnom folijom. Prekrivanje povoljno djeluje i na utjecaj razlika temperatura noć - dan.

#### **4.2.2. Betoniranje pri niskim vanjskim temperaturama**

Betoniranje pri temperaturama nižim od +5 °C moguće je uz pridržavanje mjera za zimsko betoniranje. Upotreba smrznutog agregata u mješavini nije dozvoljena, a zagrijavanje pijeska parom nije preporučljivo zbog poteškoća s održavanjem konzistencije betona. Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +6 °C, koja se na nižim temperaturama zraka ( $0 < t < +5$  °C) može postići samo zagrijavanjem vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode prije dodavanja cementa ne smije prijeći +25 °C. Temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti od +6 °C do +15 °C.

Da bi se omogućio normalni tok procesa stvrdnjavanja i spriječilo smrzavanje, odmah poslije ugradnje, beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima i izolacijom čeličnih oplata. Toplinska izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće na pritisak prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza. Pri temperaturama zraka nižim od +5 °C, temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput u toku 2h.

#### **4.2.3. Izvođenje zidanih zidova (ziđa)**

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima i osigurani od djelovanja atmosferilija (kiše, snijega, leda). Zidni elementi ne smiju se postavljati na stropne konstrukcije ako imaju ukupnu masu kojom bi se izazvale trajne deformacije na konstrukciji. Mort mora biti transportiran do gradilišta i skladišten na način da je zaštićen od utjecaja vlage i drugih štetnih utjecaja na specificirana tehnička svojstva. Mort mora biti složen po vrstama i razredima.

Mort i veziva ne smiju se, bez prethodnih kontrolnih ispitivanja, ugrađivati odnosno primjenjivati nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu. Mort se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ukoliko je započeo proces stvrdnjavanja.

Prije zidanja zida mora se provesti sljedeće:

- pregled svake otpremnice i oznaka na zidnim elementima, mortu i drugim građevnim proizvodima, koji se koriste
- vizualnu kontrolu zidnih elemenata, vreća morta i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja
- utvrđivanje razreda kontrole proizvodnje zidnih elemenata (I ili II)

Kontrolu provodi izvođač. Kontrolu razreda izvedbe zida (A, B, C) provodi nadzorni inženjer i utvrđuje da postoji osposobljenost izvođača za provedbu projektom propisanog razreda izvedbe. Pri izvedbi zida zidane konstrukcije zidni elementi povezuju se mortom uz potpuno ispunjavanje horizontalnih i vertikalnih sljubnica. Pri zidanju zida zidni elementi zida trebaju se preklapati za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru zida, a iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm. Horizontalni serklaži u razini stropne konstrukcije betoniraju se zajedno s izvedbom stropne konstrukcije.

Vertikalni serklaži pojedine etaže betoniraju se nakon izvedbe zida te etaže pri čemu se mora osigurati veza zid – serklaž, bilo načinom gradnje (istacima zidnih elemenata svakog drugog reda za najmanje 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm), ili mehaničkim spojnim sredstvima u skladu s projektom zidane konstrukcije. Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od +5°C, niti viša od +35°C. Kada je srednja dnevna temperatura zraka manja od +50°C ili viša od +35°C, zidanje zida treba izvoditi pod posebnim uvjetima.

Dokazivanje uporabljivosti zida i potvrđivanje sukladnosti provodi se, ovisno o razredu izvedbe zida, sukladno odredbama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije (01/07). Ako se naknadno dokaže da nisu ostvarene sve pretpostavke iz projekta u svezi s razredom kontrole proizvodnje zidnih elemenata i razredom izvedbe zida potrebno je provesti ispitivanje zida in situ od strane ovlaštene pravne osobe.

## 5. Način zbrinjavanja građevinskog otpada

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propis iz tog područja je: Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), koji u sebi sadrži sve ostale relevantne pravilnike: Pravilnik o vrstama otpada, Pravilnik o postupanju s otpadom... Prema navedenom zakonu građevni otpad spada u inertni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje. Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

- kemijsko-fizikalna obrada,
- biološka obrada,
- termička obrada,
- kondicioniranje otpada i
- odlaganje otpada.

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza. Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja. Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo. Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom predviđa moguću termičku obradu za:

- drvo
- plastiku
- asfalt koji sadrži katran
- katran i proizvodi koji sadrže katran

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

- građevinski materijali na bazi azbesta
- asfalt koji sadrži katran
- asfalt (bez katrana)
- katran i proizvodi koji sadrže katran
- izolacijski materijal koji sadrži azbest
- miješani građevni otpad i otpad od rušenja

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada: ostaci betona i armature, građevinski materijali na bazi gipsa, drvo, staklo, plastika, bakar, bronca, mjed, aluminij, olovo, cink, željezo i čelik, kositar, miješani materijali, kablovi, zemlja i kamenje i ostali izolacijski materijali. Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

## 6. *Uvjeti održavanja i projektirani vijek trajanja*

Predmetna građevina ne zahtijeva poseban tretman održavanja. Ipak, relativna blizina agresivne sredine (mora) zahtijeva povećanu mjeru opreza i pojačani nadzor nad svim elementima (konstruktivnim i nekonstruktivnim) građevina. Tehnološkim mjerama, koje su navedene u ovom projektu pokušalo se dobiti što kvalitetniju i trajniju konstrukciju. U tom smislu neophodno je poštovati mjere za postizanje kvalitete materijala i konstrukcija, kao i posebne tehničke uvjete. Radnje u okviru održavanja betonskih konstrukcija treba provoditi prema odredbama Priloga J.3. Održavanje betonskih konstrukcija, Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10) i normama na koje upućuje Prilog J.3., te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih priloga Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (N.N. 139/09, 14/10, 125/10).

Redoviti pregled predmetne građevine, od strane kvalificiranih osoba, a u svrhu održavanja konstrukcije za predmetnu građevinu treba provoditi najmanje svakih 5 godina (zgrade javne namjene). Izvanredne preglede građevine provoditi nakon nekog izvanrednog događaja (ekstremne vremenske neprilike, potres, požar, eksplozija i slično) ili prema zahtjevu inspekcije.

Osim ovih pregleda preporučuje se da korisnici građevine vrše godišnje preglede i ukoliko primijete neku nepravilnost na konstrukciji zatraže redoviti ili izvanredni pregled i prije roka predviđenog ovim projektom. Način obavljanja pregleda uključuje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine
- utvrđivanje stanja drvenih konstrukcija (trulež, ugroženost kukcima i sl.)
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti

Nakon obavljenih pregleda konstrukcije potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju konstrukcije nakon pregleda sa potrebnim mjerama i radovima na saniranju i održavanju konstrukcije. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju betonske konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Manje nedostatke može ispraviti stručna osoba (zanatlija) na licu mjesta, a kod većih zahvata vlasnik (ili korisnici) građevine dužni su postupiti prema potrebnim zahtjevima i mjerama iz dokumentacije o stanju konstrukcije te izvesti neophodne radove održavanja, obnove i izmjene uređaja i dijelova te radove popravka, ojačanja i rekonstrukcije. Sve radove pregleda i izvedbe radova na konstrukciji potrebno je povjeriti za to 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)
prEN 13791:2003	Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima



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 12504-1:2000	Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000)
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 12504-4:2004	Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004)
HRN EN 12390-1:2001	Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002	Ispitivanje očvrsloga 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.

## ***7. Popis zakona i pravilnika korištenih pri izradi projekta***

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

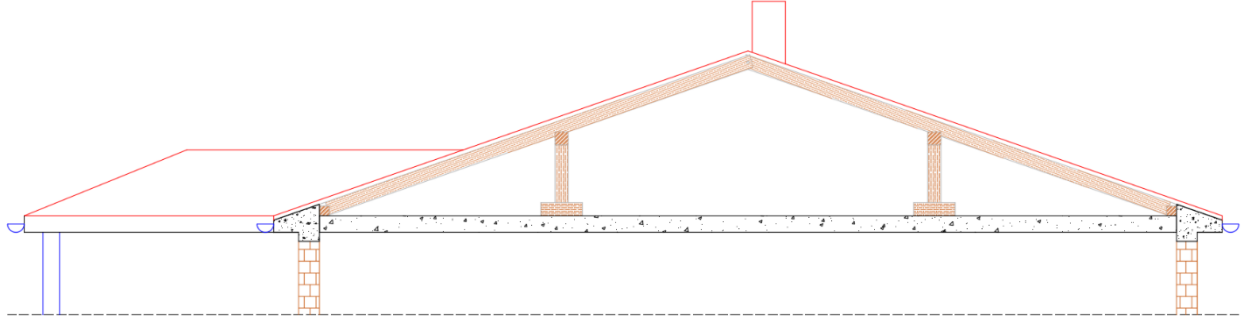
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19)
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14 , 94/18, 96/18)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN 80/13, 14/14)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 36/95, 70/97, 128/99, 57/00, 129/00, 59/01, 26/03, 82/04, 110/04, 178/04, 38/09, 79/09, 153/09, 49/11, 84/11, 90/11, 144/12, 94/13, 153/13, 147/14, 36/15)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19)
- Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu (NN 59/96, 114/03)
- Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96)
- Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom (NN 123/97)
- 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)

## 8. Analiza opterećenja

### 8.1. Pozicija 200 – Krovšte

#### 8.1.1. Stalno opterećenje (g200)

Poprečni presjek:



Slojevi krovšta (dodatno stalno opterećenje):

	<i>d</i> (cm)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	<i>d x</i> $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Glineni crijep + drvene letve	-	-	0.60
Podložna folija	0.50	18.00	0.10
Hidroizolacija	1.00	20.00	0.20
Daščana oplata	2.40	4.60	1.10
	<b><i>g</i><sub>200</sub> (kN/m<sup>2</sup>)</b>		<b>2.00</b>

#### 8.1.2. Promjenjivo opterećenje (q200)

Za pokretno opterećenje uzima se opterećenje snijegom i vjetrom. Opterećenje za kose krovove, u područjima gdje je snijeg rijedak može uzeti zamjenjujuća vrijednost:

$$q_{200} = s + w = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

##### ▪ Snijeg:

Prema HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2016 karakteristično opterećenje snijegom (zona I):

Nadmorska 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
200	0,50	0,75	1,25	1,50

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \left( \frac{kN}{m^2} \right)$$

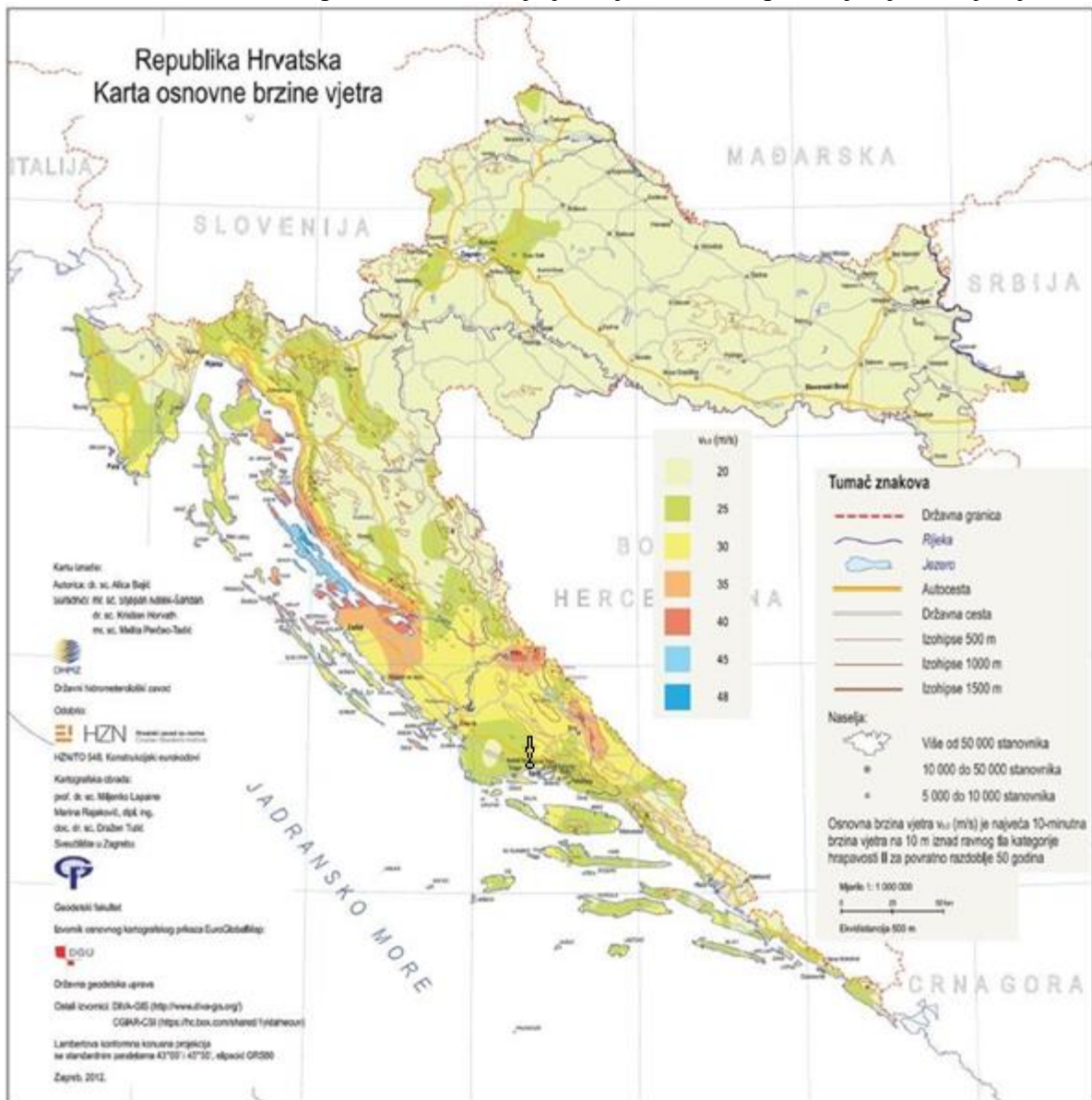
$$\mu_i = 0.80 ; 15^\circ < 19^\circ < 30^\circ$$

$$C_e = 1.00 \quad C_t = 1.00 \quad s_k = 0.50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$s = 0.50 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.80 = 0.40 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

##### ▪ Vjetar:

Opterećenje vjetrom određeno je prema: EC1, Dio 2-4: Djelovanja vjetra i Europskoj normi EN 1991-2-4: Djelovanja na konstrukcije opterećenje vjetrom, te Nacionalnom dodatkom za primjenu u Hrvatskoj. Građevina je na poziciji gdje je uglavnom zaštićena od djelovanja vjetra. Prema navedenim normama, predmetna lokacije je smještena u II. područje djelovanja vjetra.



$$v_b = v_{b,0} \cdot C_{dir} \cdot C_{sea} \cdot C_{alt}$$

$$v_{b,0} = 25.00 \text{ (m/s)}$$

$$C_{dir} = 1.00 \quad C_{se} = 1.00 \quad C_{alt} = 1 + 0.001 \cdot z = 1.005$$

Brzina vjetra:

$$v_b = 25.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.005 = 25.13 \text{ (m/s)}$$

Osnovno opterećenje vjetra:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho_z v_b^2 = 0.50 \cdot 1.25 \cdot 25.13^2 = \dots = 0.395 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_p = c(z = 5\text{m}) q_b = 0.41 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Opterećenje vjetrom:

$$w = q_p c_{pe} = 0.41 \cdot 1.30 = 0.54 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Mjerodavno promjenjivo opterećenje:

$$q_{200} = s + w = 0.40 + 0.54 = 0.94 \text{ kN/m}^2 < 1.00 \text{ kN/m}^2$$

*Uzima se zamjensko opterećenje u iznosu od 1.00 kN/m<sup>2</sup>.*

## 8.2. Pozicija 100 - Potkrovlje

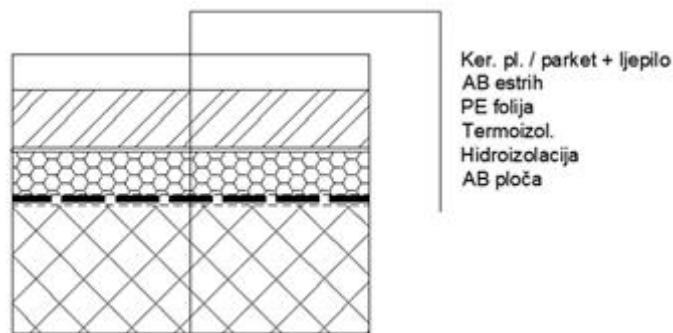
Određivanje debljine ploče:

$$\text{Debljina ploče: } d_{pl} = \frac{L_{min}}{35} = \frac{455}{35} = 13 \text{ cm}$$

$$\text{Odabrano: } d_{pl} = 16 \text{ cm}$$

### 8.2.1. Stalno opterećenje (g100)

Poprečni presjek:



Slojevi međukatne ploče (dodatno stalno opterećenje):

	<i>d</i>	$\gamma$	<i>d x γ</i>
	(cm)	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
Pregradni zidovi	-	-	1.00
Ker.pl. / parket + ljepilo	2.00	6.50	0.13
AB lagani estrih	4.00	18.00	0.72
Termoizolacija	3.00	0.50	0.02
Hidroizolacija	1.00	13.00	0.13
	<b><i>g</i><sub>100</sub>(kN/m<sup>2</sup>)</b>		<b>2.00</b>

### 8.2.2. Promjenjivo opterećenje (q100)

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

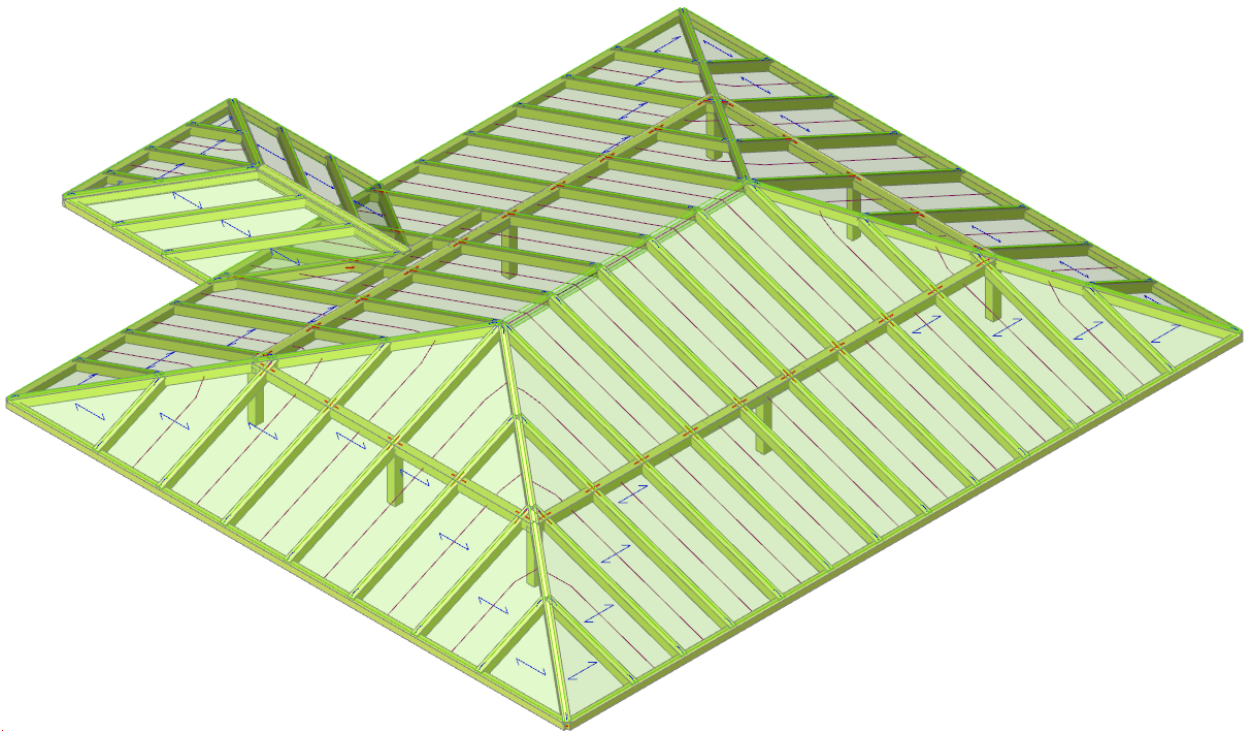
$$q_{100} = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

## 9. Proračun konstrukcije krovišta

Kombinacije opterećenja:

Kombinacija	G0	G1	Q (S+W)
GSN	1.35	1.35	1.50
GSU	1.00	1.00	0.60

### 9.1. Prikaz modela

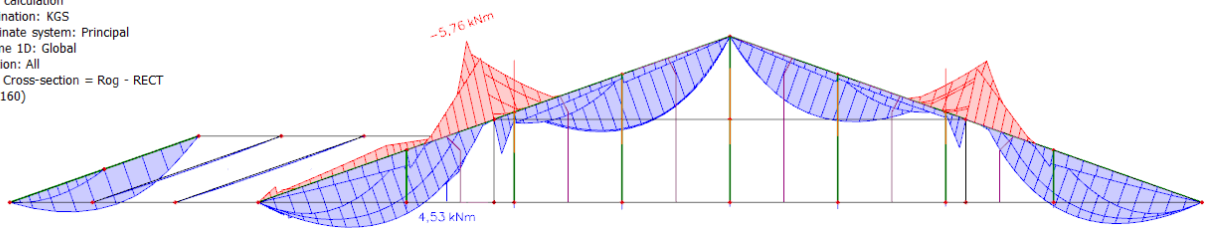


## 9.2. Rezultati

Pozicija	Dimenzije poprečnog presjeka [cm]
Rog	12/16
Obujmice	16/16
Potpore	16/16
Vjenčanica	12/12

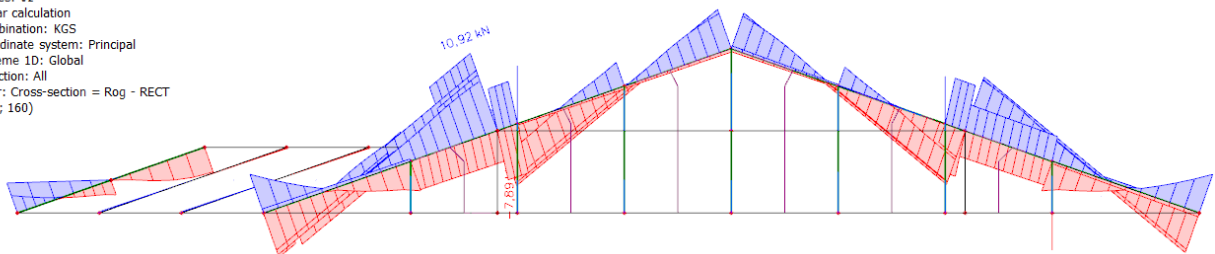
### 9.2.1. Rog

**1D internal forces**  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: KGS  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = Rog - RECT  
 (120; 160)



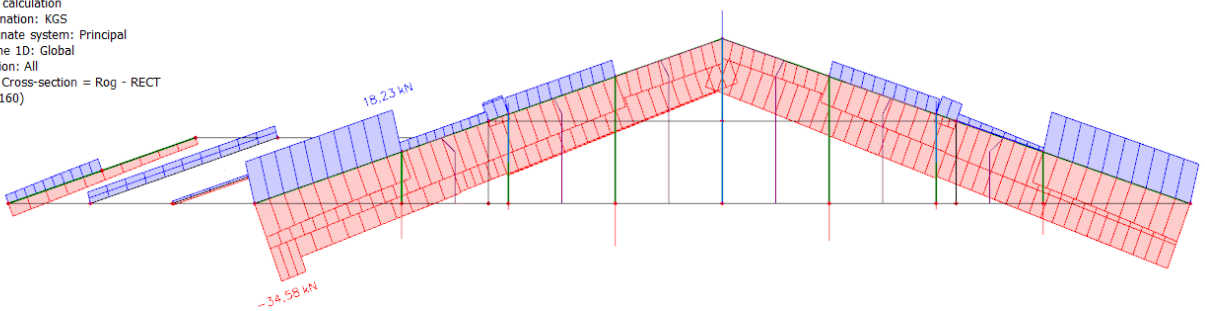
$M_y$  [kNm]

**1D internal forces**  
 Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: KGS  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = Rog - RECT  
 (120; 160)



$V_z$  [kN]

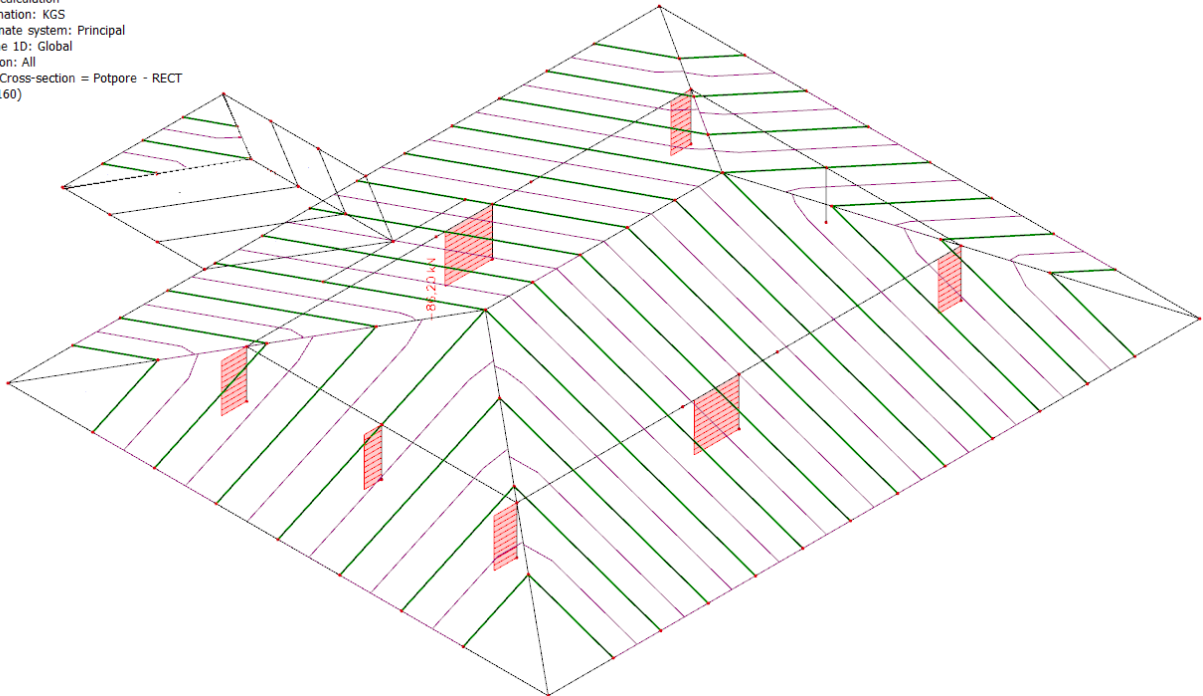
**1D internal forces**  
 Values:  $N$   
 Linear calculation  
 Combination: KGS  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All  
 Filter: Cross-section = Rog - RECT  
 (120; 160)



$N$  [kN]

### 9.2.2. Potpore

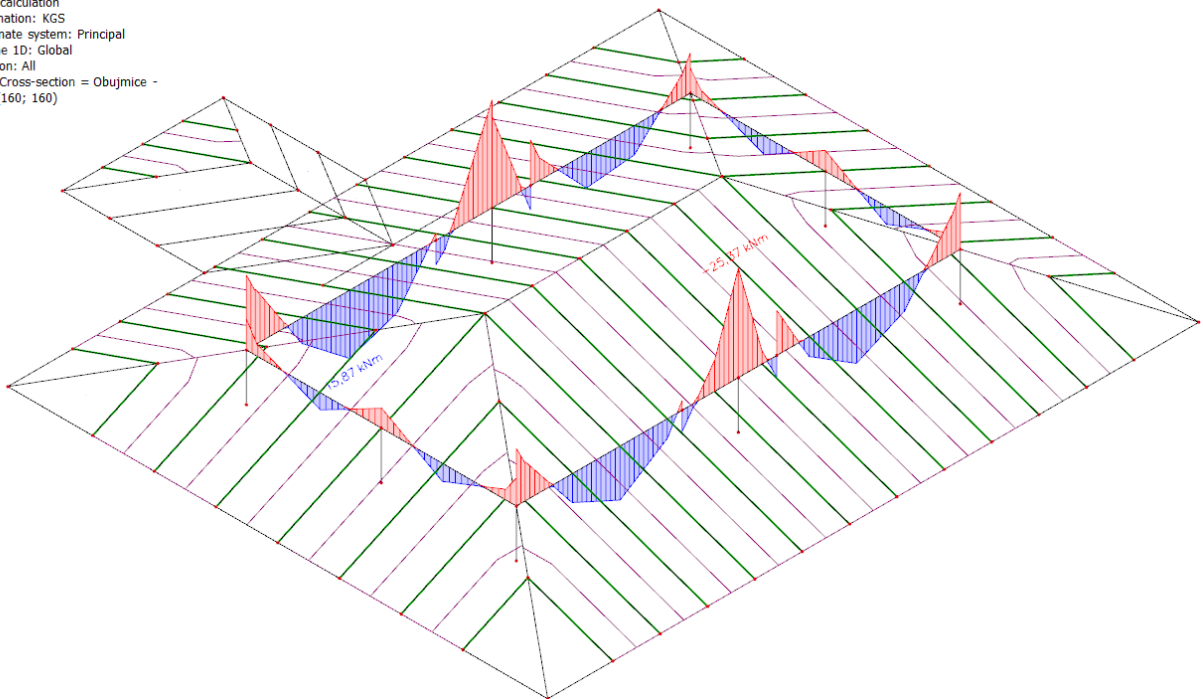
**1D internal forces**  
Values: **N**  
Linear calculation  
Combination: KGS  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All  
Filter: Cross-section = Potpore - RECT  
(160; 160)



**N [kN]**

### 9.2.3. Obujmice

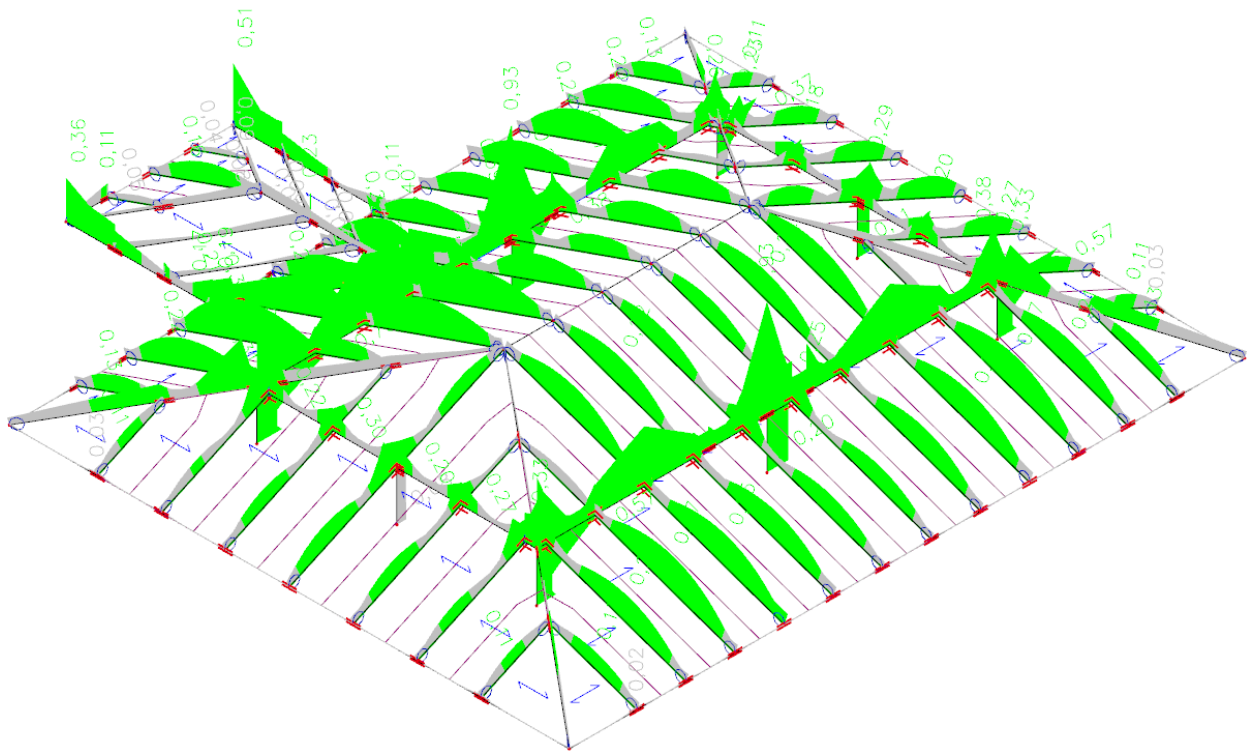
**1D internal forces**  
Values: **My**  
Linear calculation  
Combination: KGS  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All  
Filter: Cross-section = Obujmice -  
RECT (160; 160)



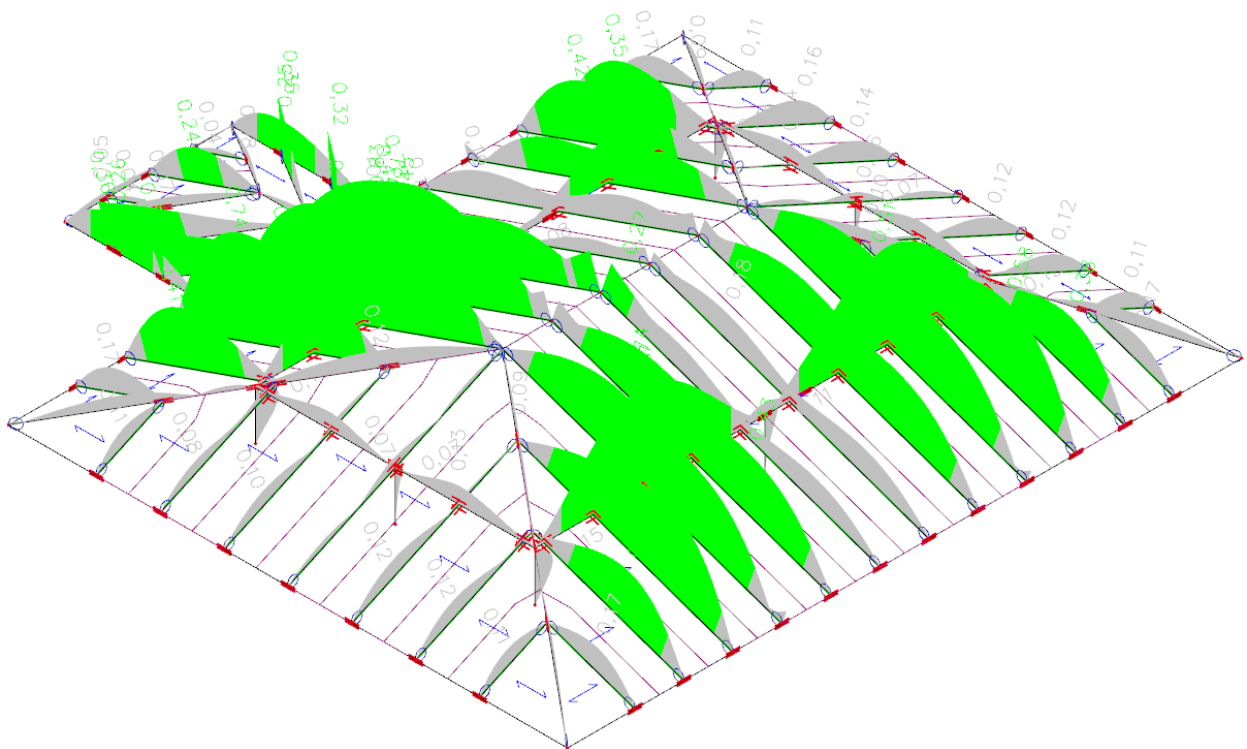
**My [kNm]**



### 9.3. Dimenzioniranje



*Iskorištenost elemenata na GSN*



*Iskorištenost elemenata na GSU*

### 9.3.1. Kontrola GSN

#### Timber ULS check

Linear calculation, Extreme : Cross-section  
 Selection : All  
 Combinations : KGS

#### EN 1995-1-1 Code Check

Beam B36	6,041 m	Rog - RECT (120; 160)	C24 (EN 338)	KGS	0,72 -
----------	---------	--------------------------	--------------	-----	--------

#### Combination key

KGS / 1.35\*G0 + 1.35\*G1 + 1.50\*S+W

#### Basic data

Partial safety factor  $\gamma_M$  for Solid timber 1,30

#### Material data

Bending ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Tension ( $f_{t,0,k}$ )	18,5	MPa
Tension ( $f_{t,90,k}$ )	0,9	MPa
Compression ( $f_{c,0,k}$ )	22,0	MPa
Compression ( $f_{c,90,k}$ )	4,5	MPa
Shear ( $f_{v,k}$ )	6,0	MPa
Type of timber	Solid	

The critical check is on position **3,020 m**.

#### Internal forces

$N_{Ed}$	2,55	kN
$V_{y,Ed}$	0,71	kN
$V_{z,Ed}$	10,92	kN
$T_{Ed}$	0,61	kNm
$M_{y,Ed}$	-5,76	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,28	kNm

#### Modification factor

Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor $k_{mod}$	0,90

#### ... SECTION CHECK ...

#### Tension parallel to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.2 and formula (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,1	MPa
$k_h$	1,00	
$f_{t,0,d}$	12,8	MPa
Unity check	0,01	-

#### Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	18,65	kN
$l$	120	mm
$l_{ef}$	180	mm
$b$	120	mm
$A_{ef}$	21600	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,9	MPa
Support condition	Discrete	
$h$	160	mm
$k_{c,90}$	1,500	-
$f_{c,90,d}$	3,1	MPa
Unity check	0,18	-

#### Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	11,3	MPa
$k_h$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,7	MPa
$k_h$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Unity check (6.11) = 0,68 + 0,03 = 0,71 -

Unity check (6.12) = 0,47 + 0,04 = 0,52 -

#### Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

kcr	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,1	MPa
$\tau_{z,d}$	1,2	MPa
$\bar{v}_d$	4,2	MPa
Unity check $\tau_y$	0,02	-
Unity check $\tau_z$	0,23	-
Unity check Interaction	0,08	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$\tau_{tor,d}$	1,1	MPa
kshape	1,07	
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check	0,24	-
Unity check Interaction Shear	0,32	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Combined Bending and Axial Tension

According to EN 1995-1-1 article 6.2.3 and formula (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	12,8	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
km	0,70	

Unity check (6.17) = 0,01 + 0,68 + 0,03 = 0,72 -

Unity check (6.18) = 0,01 + 0,47 + 0,04 = 0,53 -

The member satisfies the section check.

...: **STABILITY CHECK** ...:

Note: Only the section check is executed for this member.

#### EN 1995-1-1 Code Check

Beam B6	2,998 m	Vjenčanica - RECT (120; 120)	C24 (EN 338)	KGS	0,74 -
<b>Combination key</b>					
KGS / 1.35*G0 + 1.35*G1 + 1.50*S+W					
<b>Basic data</b>					
Partial safety factor $\gamma_M$ for Solid timber	1,30				

<b>Material data</b>		
Bending ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Tension ( $f_{t,0,k}$ )	18,5	MPa
Tension ( $f_{t,90,k}$ )	0,9	MPa
Compression ( $f_{c,0,k}$ )	22,0	MPa
Compression ( $f_{c,90,k}$ )	4,5	MPa
Shear ( $f_{v,k}$ )	6,0	MPa
Type of timber	Solid	

The critical check is on position **0,000 m**.

<b>Internal forces</b>		
NEd	9,04	kN
Vy,Ed	2,49	kN
Vz,Ed	-1,67	kN
TEd	0,10	kNm
My,Ed	2,33	kNm
Mz,Ed	-1,43	kNm

<b>Modification factor</b>	
Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor $k_{mod}$	0,90

...: **SECTION CHECK** ...:

#### Tension parallel to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.2 and formula (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,6	MPa
kh	1,00	
$f_{t,0,d}$	12,8	MPa
Unity check	0,05	-

#### Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

Fc,90,d	1,67	kN
l	120	mm
lef	150	mm
b	120	mm
Aef	18000	mm <sup>2</sup>
σc,90,d	0,1	MPa
Support condition	Discrete	
h	120	mm
kc,90	1,500	-
fc,90,d	3,1	MPa
Unity check	0,02	-

#### Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

σm,y,d	8,1	MPa
kh,y	1,00	
fm,y,d	16,6	MPa
σm,z,d	5,0	MPa
kh,z	1,00	
fm,z,d	16,6	MPa
km	0,70	

Unity check (6.11) = 0,49 + 0,21 = 0,69 -

Unity check (6.12) = 0,34 + 0,30 = 0,64 -

#### Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

kcr	0,67	
τy,d	0,4	MPa
τz,d	0,2	MPa
fv,d	4,2	MPa
Unity check τy	0,09	-
Unity check τz	0,06	-
Unity check Interaction	0,01	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

τtor,d	0,3	MPa
kshape	1,05	
fy,d	4,2	MPa
Unity check	0,06	-
Unity check Interaction Shear	0,07	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Combined Bending and Axial Tension

According to EN 1995-1-1 article 6.2.3 and formula (6.17),(6.18)

ft,0,d	12,8	MPa
fm,y,d	16,6	MPa
fm,z,d	16,6	MPa
km	0,70	

Unity check (6.17) = 0,05 + 0,49 + 0,21 = 0,74 -

Unity check (6.18) = 0,05 + 0,34 + 0,30 = 0,69 -

The member satisfies the section check.

...: **STABILITY CHECK** ...:

Note: Only the section check is executed for this member.

#### EN 1995-1-1 Code Check

Beam B11	2,998 m	Rog1 - RECT (160; 200)	C24 (EN 338)	KGS	0,27 -
----------	---------	------------------------	--------------	-----	--------

Combination key	KGS / 1.35*G0 + 1.35*G1 + 1.50*S+W
-----------------	------------------------------------

Basic data	Partial safety factor γM for Solid timber	1,30
------------	---	------

Student version

Material data		
Bending (fm,k)	24,0	MPa
Tension (ft,0,k)	18,5	MPa
Tension (ft,90,k)	0,9	MPa
Compression (fc,0,k)	22,0	MPa
Compression (fc,90,k)	4,5	MPa
Shear (fv,k)	6,0	MPa
Type of timber	Solid	

The critical check is on position **0,998 m**.

Internal forces		
NEd	-9,01	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-1,65	kN
TEd	-0,45	kNm
My,Ed	4,03	kNm
Mz,Ed	0,94	kNm

Modification factor	
Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor kmod	0,90

...: **SECTION CHECK** ...:

#### Compression parallel to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.4 and formula (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,3	MPa
$f_{c,0,d}$	15,2	MPa
Unity check	0,02	-

#### Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	1,85	kN
l	120	mm
leff	150	mm
b	160	mm
Aef	24000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,1	MPa
Support condition	Discrete	
h	200	mm
$k_{c,90}$	1,000	
$f_{c,90,d}$	3,1	MPa
Unity check	0,02	-

#### Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	3,8	MPa
kh,y	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	1,1	MPa
kh,z	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
km	0,70	

Unity check (6.11) =  $0,23 + 0,05 = 0,27$  -

Unity check (6.12) =  $0,16 + 0,07 = 0,23$  -

#### Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

kcr	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,1	MPa
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check $\tau_y$	0,00	-
Unity check $\tau_z$	0,03	-
Unity check Interaction	0,00	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$t_{tor,d}$	0,4	MPa
kshape	1,0b	
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check	0,08	-
Unity check Interaction Shear	0,08	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

### Combined Bending and Axial Compression

According to EN 1995-1-1 article 6.2.4 and formula (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	15,2	MPa
$f_{m,y,d}$	16,5	MPa
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
km	0,70	

Unity check (6.19) =  $0,00 + 0,23 + 0,05 = 0,27$  -

Unity check (6.20) =  $0,00 + 0,16 + 0,07 = 0,23$  -

The member satisfies the section check.

...: **STABILITY CHECK** ...:

Note: Only the section check is executed for this member.

### EN 1995-1-1 Code Check

Beam B68	1,000 m	Potpore - RECT (160; 160)	C24 (EN 338)	KGS	0,97 -
----------	---------	------------------------------	--------------	-----	--------

#### Combination key

KGS /  $1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot S + W$

#### Basic data

Partial safety factor  $\gamma_M$  for Solid timber 1,30

#### Material data

Bending ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Tension ( $f_{t,0,k}$ )	18,5	MPa
Tension ( $f_{t,90,k}$ )	0,9	MPa
Compression ( $f_{c,0,k}$ )	22,0	MPa
Compression ( $f_{c,90,k}$ )	4,5	MPa
Shear ( $f_v,k$ )	6,0	MPa
Type of timber	Solid	

The critical check is on position **0,000 m**.

#### Internal forces

$N_{Ed}$	-45,39	kN
$V_{y,Ed}$	-1,42	kN
$V_{z,Ed}$	-13,18	kN
$T_{Ed}$	0,11	kNm
$M_{y,Ed}$	10,22	kNm
$M_{z,Ed}$	0,95	kNm

#### Modification factor

Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor $k_{mod}$	0,90

...: **SECTION CHECK** ...:

### Compression parallel to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.4 and formula (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	1,8	MPa
$f_{c,0,d}$	15,2	MPa
Unity check	0,12	-

### Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	13,18	kN
$l$	120	mm
$l_{ef}$	150	mm
$b$	160	mm
$A_{ef}$	24000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,5	MPa
Support condition	Discrete	
$h$	160	mm
$k_{c,90}$	1,500	-
$f_{c,90,d}$	3,1	MPa
Unity check	0,12	-

### Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	15,0	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	1,4	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Unity check (6.11) =  $0,90 + 0,06 = 0,96$  -

Unity check (6.12) =  $0,63 + 0,08 = 0,71$  -

#### Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,1	MPa
$\tau_{z,d}$	1,1	MPa
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check $\tau_y$	0,03	-
Unity check $\tau_z$	0,25	-
Unity check Interaction	0,07	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,1	MPa
$k_{shape}$	1,05	
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check	0,03	-
Unity check Interaction Shear	0,09	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Combined Bending and Axial Compression

According to EN 1995-1-1 article 6.2.4 and formula (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	15,2	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Unity check (5.19) =  $0,01 + 0,90 + 0,06 = 0,97$  -

Unity check (6.20) =  $0,01 + 0,63 + 0,08 = 0,73$  -

The member satisfies the section check.

...: **STABILITY CHECK** ...:

Note: Only the section check is executed for this member.

#### EN 1995-1-1 Code Check

Beam B90	9,375 m	Obujmice - RECT (160; 160)	C24 (EN 338)	KGS	1,04 -
----------	---------	-------------------------------	--------------	-----	--------

#### Combination key

KGS /  $1.35 \cdot G_0 + 1.35 \cdot G_1 + 1.50 \cdot S + W$

#### Basic data

Partial safety factor  $\gamma_M$  for Solid timber 1,30

#### Material data

Bending ( $f_{m,k}$ )	24,0	MPa
Tension ( $f_{t,0,k}$ )	18,5	MPa
Tension ( $f_{t,90,k}$ )	0,9	MPa
Compression ( $f_{c,0,k}$ )	22,0	MPa
Compression ( $f_{c,90,k}$ )	4,5	MPa
Shear ( $f_{v,k}$ )	6,0	MPa
Type of timber	Solid	

The critical check is on position **5,187** m.

#### Internal forces

$N_{Ed}$	-7,51	kN
$V_{y,Ed}$	-6,61	kN
$V_{z,Ed}$	-28,64	kN
$T_{Ed}$	-0,06	kNm
$M_{y,Ed}$	-25,04	kNm
$M_{z,Ed}$	-6,55	kNm

Modification factor	
Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor kmod	0,90

...: **SECTION CHECK** ...:

#### Compression parallel to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.4 and formula (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,3	MPa
$f_{c,0,d}$	15,2	MPa
Unity check	0,02	-

#### Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	61,80	kN
$l$	120	mm
$l_{ef}$	180	mm
$b$	160	mm
$A_{ef}$	28800	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	2,1	MPa
Support condition	Discrete	
$h$	160	mm
$k_{c,90}$	1,500	-
$f_{c,90,d}$	3,1	MPa
Unity check	0,46	-

#### Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	14,7	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	3,8	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Unity check (6.11) =  $0,88 + 0,16 = 1,04$  -

Unity check (6.12) =  $0,62 + 0,23 = 0,85$  -

#### Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,2	MPa
$\tau_{z,d}$	0,9	MPa
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check $\tau_y$	0,05	-
Unity check $\tau_z$	0,22	-
Unity check Interaction	0,05	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,05	
$f_{v,d}$	4,2	MPa
Unity check	0,01	-
Unity check Interaction Shear	0,06	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

#### Combined Bending and Axial Compression

According to EN 1995-1-1 article 6.2.4 and formula (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	15,2	MPa
$f_{m,y,d}$	16,6	MPa
$f_{m,z,d}$	16,6	MPa
$k_m$	0,70	

Unity check (6.19) =  $0,00 + 0,88 + 0,16 = 1,04$  -

Unity check (6.20) =  $0,00 + 0,62 + 0,23 = 0,85$  -

The member does NOT satisfy the section check!

...: **STABILITY CHECK** ...:

Note: Only the section check is executed for this member.



### 9.3.2. Kontrola GSU

#### Timber SLS check

Linear calculation, Extreme : Cross-section  
 Selection : All  
 Combinations : GSU

Member	Cross-section	dx [m]	Load case	Unity check [-]	uy inst [mm]	Rel uy inst [1/xx]	Check uy inst [-]	uy fin [mm]	Rel uy fin [1/xx]	Check uy fin [-]
	Material		k <sub>def</sub> [-]		uz inst [mm]	Rel uz inst [1/xx]	Check uz inst [-]	uz fin [mm]	Rel uz fin [1/xx]	Check uz fin [-]
B44	Rog - RECT	2,848	GSU/1	<b>0,82</b>	0,0	1/10000	0,01	0,1	1/10000	0,01
	C24 (EN 338)				0,60	-9,6	1/487	0,82	-16,1	1/290
B8	Vjenčanica - RECT	1,098	GSU/1	<b>0,32</b>	0,3	1/10000	0,04	0,5	1/6256	0,03
	C24 (EN 338)				0,60	-2,4	1/1251	0,32	-4,0	1/756
B11	Rog1 - RECT	1,110	GSU/1	<b>0,06</b>	0,0	1/10000	0,01	0,0	1/10000	0,01
	C24 (EN 338)				0,60	-0,5	1/6236	0,06	-0,8	1/3776
B68	Potpore - RECT	0,400	GSU/1	<b>0,20</b>	0,0	1/10000	0,01	-0,1	1/10000	0,01
	C24 (EN 338)				0,60	-0,5	1/1954	0,20	-0,9	1/1165
B90	Obujmice - RECT	2,487	GSU/1	<b>1,00</b>	-0,2	1/4965	0,08	-0,3	1/2963	0,08
	C24 (EN 338)				0,60	-12,3	1/420	0,95	-20,7	1/251

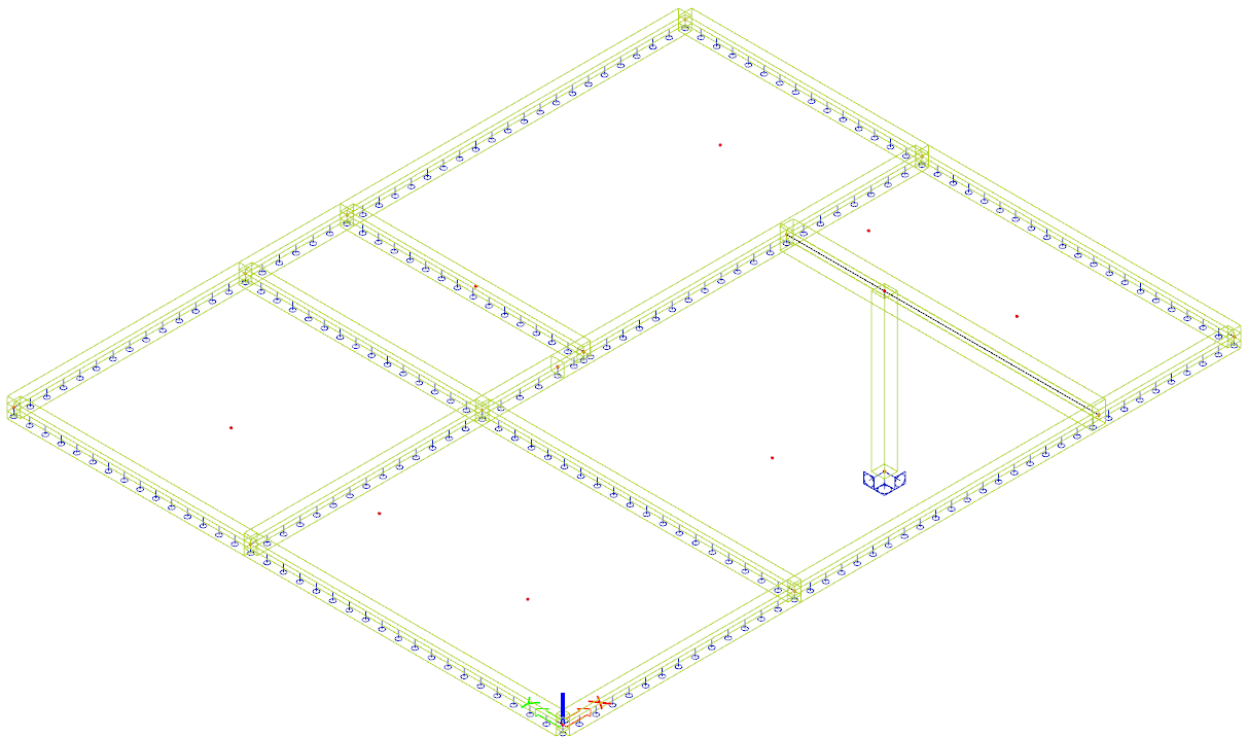
## 10. Proračun međukatne konstrukcije

Kombinacije opterećenja:

Kombinacija	G0	G1	Q
GSN	1.35	1.35	1.50
GSU	1.00	1.00	0.60

Korisno opterećenje je dodatno uvećano za 20%, kako bi se pojednostavnio utjecaj nepovoljne šahovske raspodjele opterećenja.

### 10.1. Prikaz modela

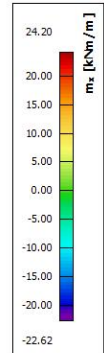
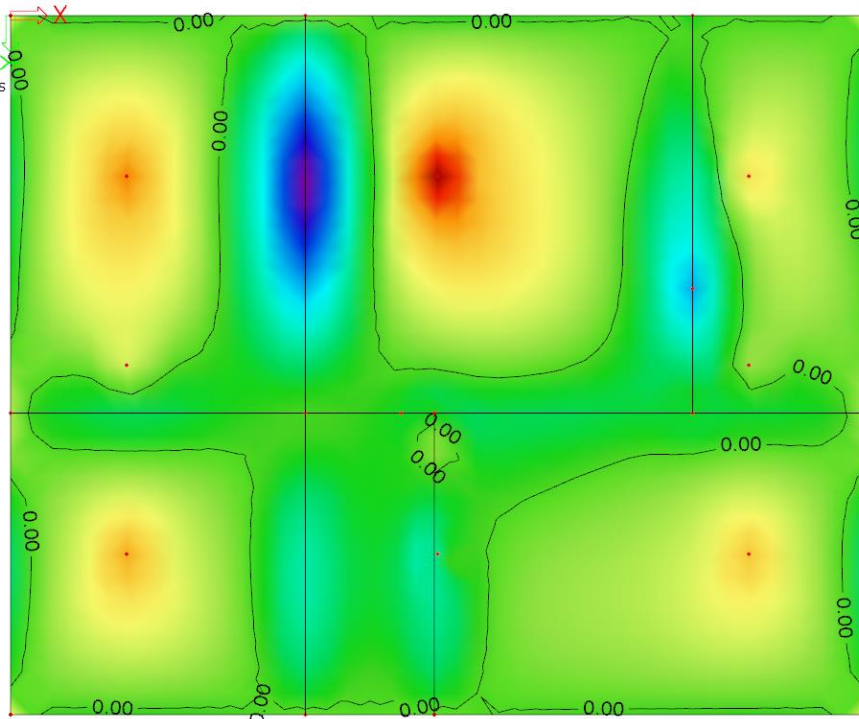


## 10.2. Rezultati proračuna

### 10.2.1. AB ploča

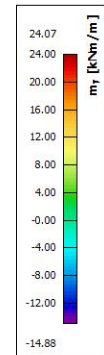
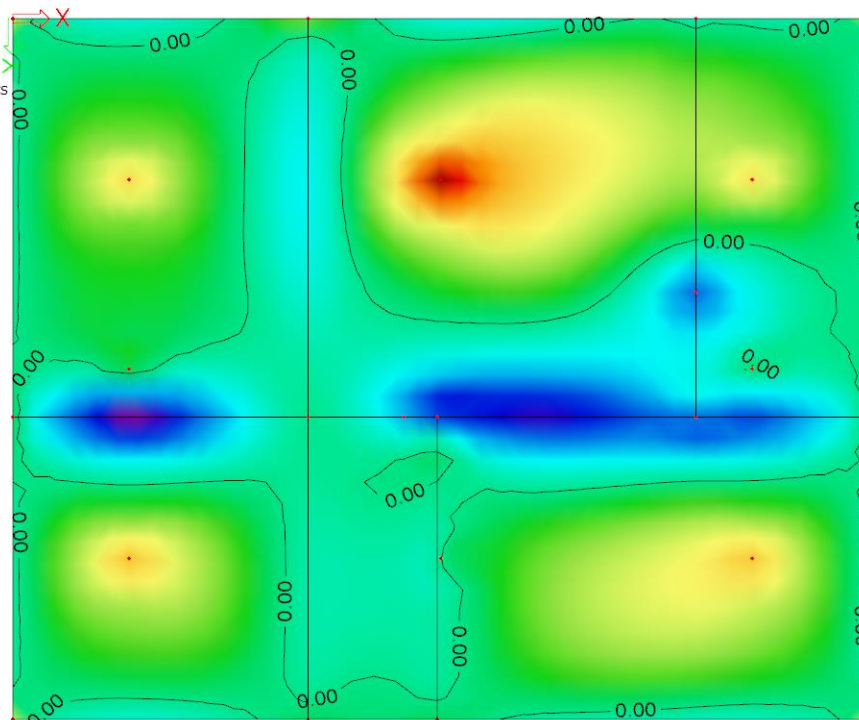
GSN

2D internal forces  
Values:  $m_x$   
Linear calculation  
Combination: GSN  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



$M_x$  [ $\text{kNm/m}'$ ]

2D internal forces  
Values:  $m_y$   
Linear calculation  
Combination: GSN  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg., System: LCS  
mesh element



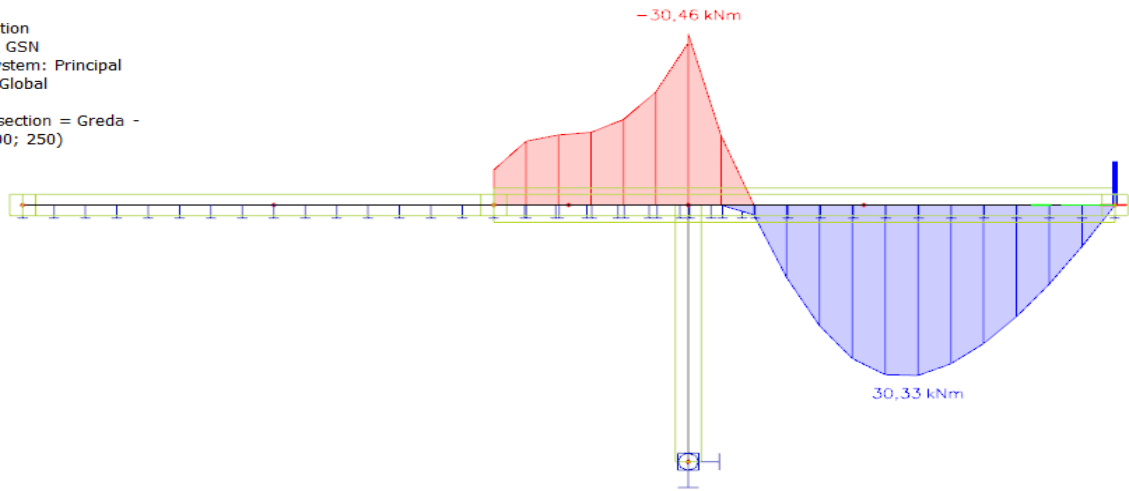
$M_y$  [ $\text{kNm/m}'$ ]

## 10.2.2. AB greda

### GSN

#### 1D internal forces

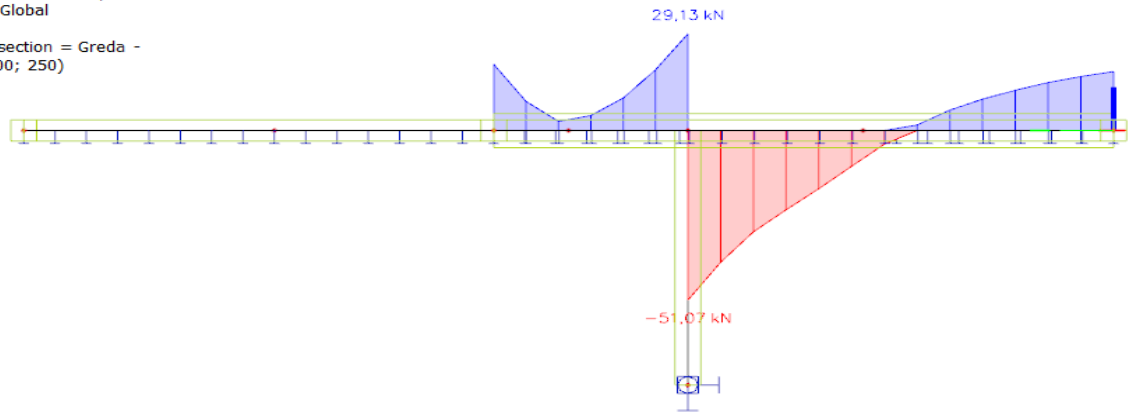
Values:  $M_y$   
Linear calculation  
Combination: GSN  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All  
Filter: Cross-section = Greda -  
Rectangle (400; 250)



$M_y [kNm]$

#### 1D internal forces

Values:  $V_z$   
Linear calculation  
Combination: GSN  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All  
Filter: Cross-section = Greda -  
Rectangle (400; 250)

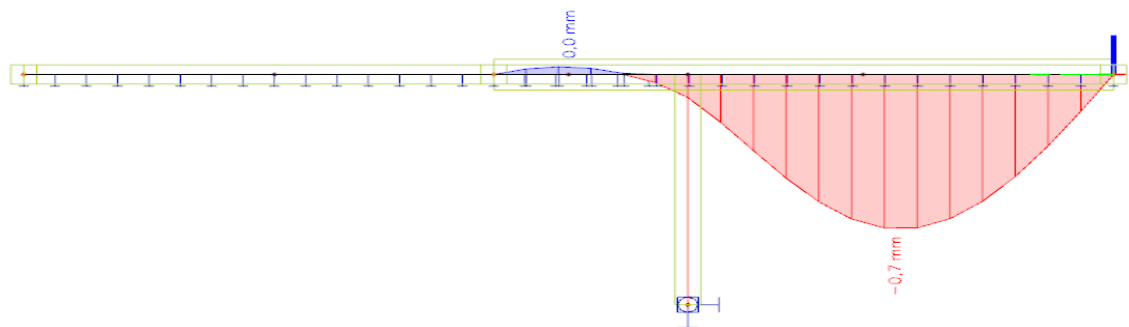


$V_z [kN]$

### GSU

#### 1D deformations

Values:  $u_z$   
Linear calculation  
Combination: GSU  
Coordinate system: Global  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



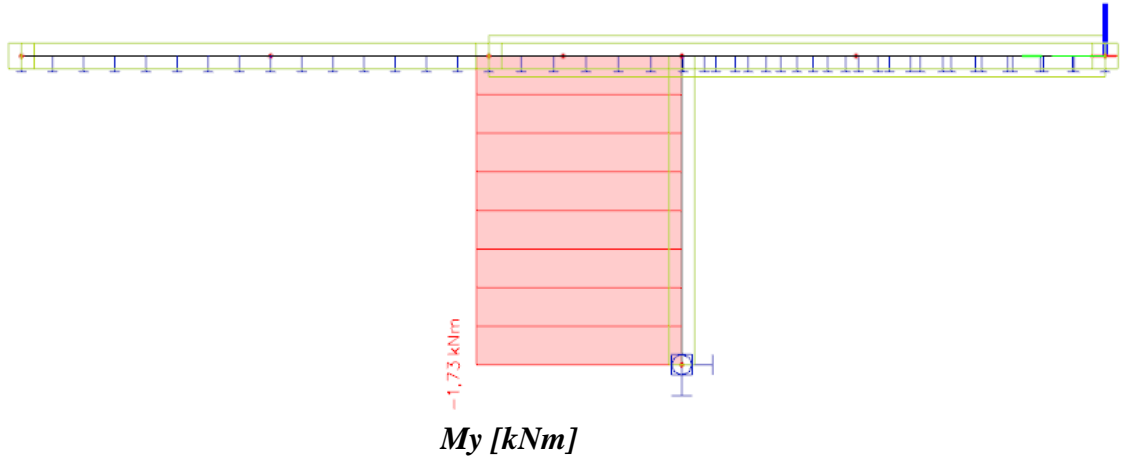
$U_z [mm]$

### 10.2.3. AB stup

#### GSN

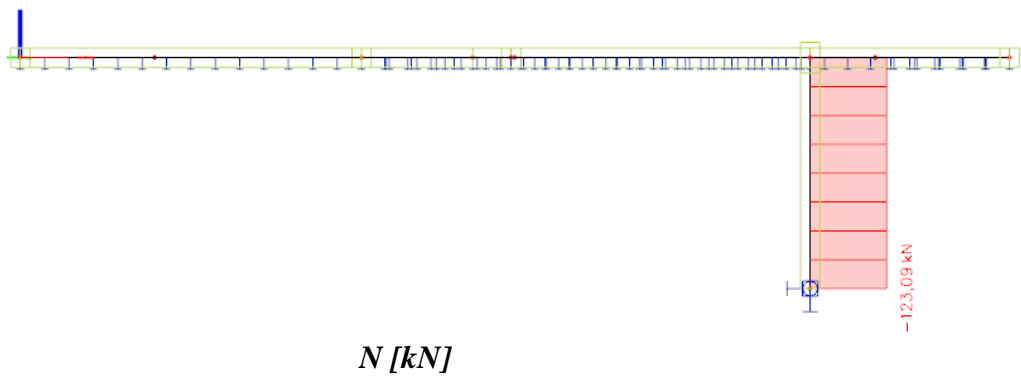
##### 1D internal forces

Values:  $M_z$   
Linear calculation  
Combination: GSN  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All  
Filter: Cross-section = Stup -  
Rectangle (250; 250)



##### 1D internal forces

Values:  $N$   
Linear calculation  
Combination: GSN  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All  
Filter: Cross-section = Stup -  
Rectangle (250; 250)



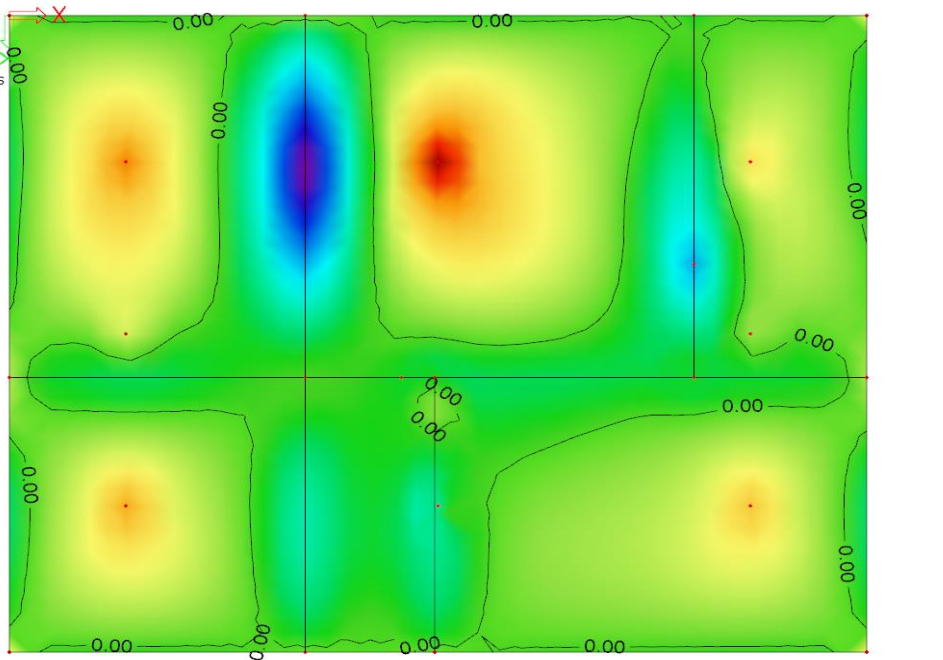
## 10.3. Dimenzioniranje

### 10.3.1. AB ploča

Potrebna površina armature dobivena je kroz računalni program „SCIA Engineer 20.1“,  
putem nove kombinacije:  $A_{S1}^* = \frac{M_{Ed}}{\zeta d f_{yd}} = \frac{1.35G+1.50Q}{0.89 \cdot 12.5 \cdot 43.48 / 100} = \frac{1.35G+1.50Q}{4.838} = 0.28G + 0.31Q$ .

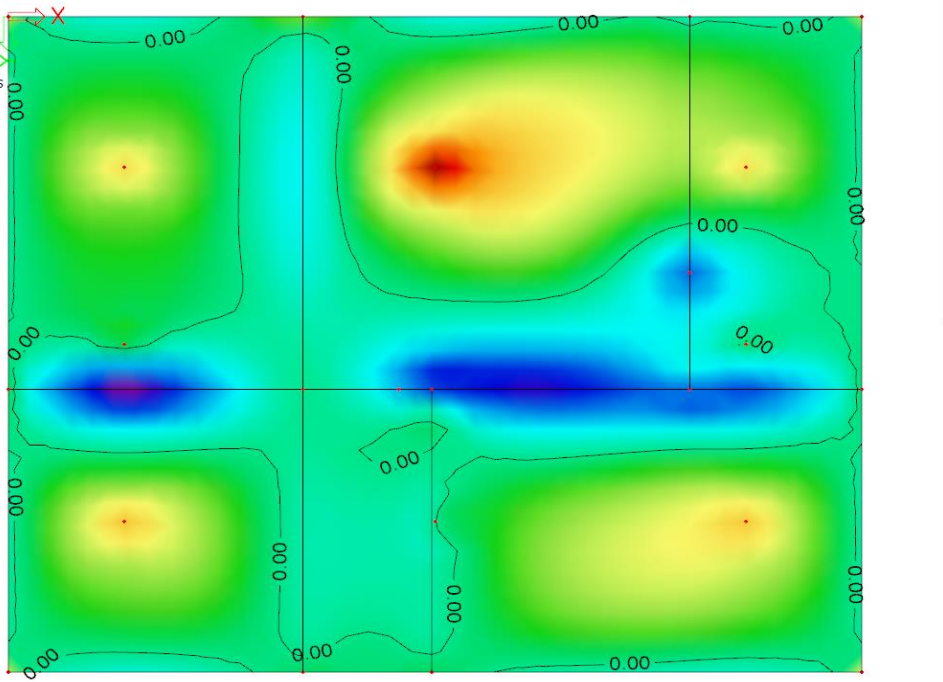
### GSN

2D internal forces  
Values: m<sub>x</sub>  
Linear calculation  
Combination: As1  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element



$A_{S1,x} [cm^2/m']$

2D internal forces  
Values: m<sub>y</sub>  
Linear calculation  
Combination: As1  
Extreme: Global  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: LCS  
mesh element

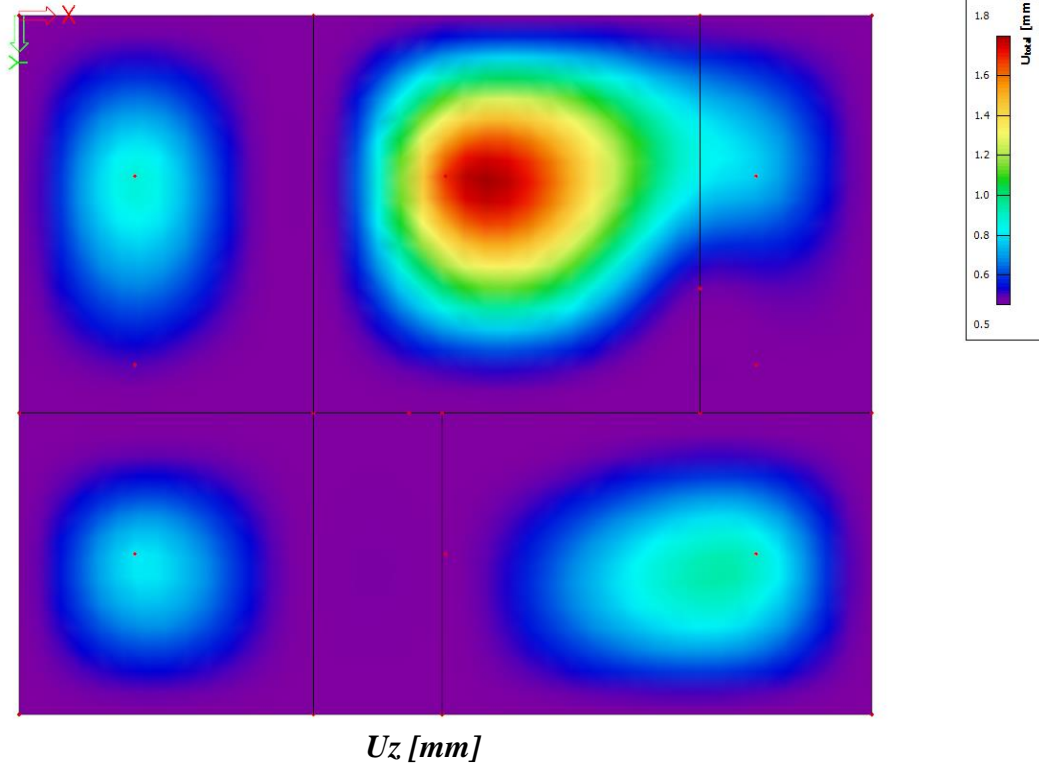


$A_{S1,y} [cm^2/m']$

# GSU

## 2D displacement

Values:  $U_{total}$   
 Linear calculation  
 Combination: GSU  
 Extreme: Global  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg. on macro.  
 System: LCS mesh element



## Kontrola pukotina (ležaj):

Uobičajena kombinacija	$b_w$	100.0	[cm]	$f_{ct,eff}$	2.56	[MPa]
	$h$	16.0	[cm]	$\alpha_E$	6.91	[-]
GSU_ležaj	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\rho_{p,eff}$	0.44	[%]
	$d$	12.5	[cm]	$\sigma_S$	483.37	[MPa]
Klasa betona:	$M_{Ed}$	22.1	[kNm]	$A_{s,min}$	1.85	[cm <sup>2</sup> ]
	C 25/30	$k$	1.00	[-]	$c$	31.50
Armaturni čelik:	$k_c$	0.40	[-]	$n_{šipki}$	10	[-]
	B 500B	$k_T$	0.60	[-]	$\Phi_{S1}$	7
Uobičajena okolina	$k_1$	0.80	[-]	$A_{S1}$	3.85	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_2$	0.50	[-]	$A_{C,eff}$	875.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_3$	3.40	[-]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.0006	[-]
	$k_4$	0.43	[-]	$s_{r,max}$	107.13	[mm]
	$x$	1.88	[cm]	$w_k$	0.07	[mm]
	Zadovoljena kontrola				$w_{lim}$	0.30

Odabrano: Q 385

### Kontrola pukotina (polje):

Uobičajena kombinacija GSU_ležaj	$b_w$	100.0	[cm]	$f_{ct,eff}$	2.56	[MPa]
	$h$	16.0	[cm]	$\alpha_E$	6.91	[-]
Klasa betona: C 25/30	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\rho_{P,eff}$	0.44	[%]
	$d$	12.5	[cm]	$\sigma_S$	371.99	[MPa]
Armaturni čelik: B 500B	$M_{Ed}$	17.0	[kNm]	$A_{s,min}$	2.41	[cm <sup>2</sup> ]
	$k$	1.00	[-]	$c$	31.50	[mm]
Uobičajena okolina	$k_c$	0.40	[-]	$n_{\text{šipki}}$	10	[-]
	$k_T$	0.60	[-]	$\Phi_{S1}$	7	[mm]
	$k_1$	0.80	[-]	$A_{S1}$	3.85	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_2$	0.50	[-]	$A_{C,eff}$	875.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_3$	3.40	[-]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.0001	[-]
	$k_4$	0.43	[-]	$s_{r,max}$	107.13	[mm]
	$x$	1.88	[cm]	$w_k$	0.01	[mm]
Zadovoljena kontrola				$w_{lim}$	0.30	[mm]

Odabrano: Q 385

### Kontrola progiba:

Uobičajena kombinacija GSU_polje	$l_g$	650.0	[cm]	$A_{s,1}$	3.85	[cm <sup>2</sup> ]
Klasa betona: C 25/30	$k$	400.0	[-]	$A_{s,2}$	0.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$f_k$	0.18	[cm]	$K_r$	0.85	[-]
Armaturni čelik: B 500B	$f_{el}$	0.18	[cm]	$f_u$	0.46	[cm]
	$\Phi(\infty)$	3	[-]	$f_{tot}$	0.64	[cm]
Zadovoljena kontrola				$u_{lim}$	1.63	[cm]

### 10.3.2. AB greda

#### GSN

### Moment savijanja (ležaj):

Uobičajena kombinacija KGS_ležaj	$b$	25.0	[cm]	$f_{cd}$	1.67	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$h$	40.0	[cm]	$f_{yd}$	43.48	[kN/cm <sup>2</sup> ]
Klasa betona: C 25/30	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\zeta$	0.124	[-]
	$d$	36.5	[cm]	$\zeta$	0.955	[-]
Armaturni čelik: B 500B	$M_{Ed}$	30.46	[kNm]	$x$	4.544	[cm]
	$N_{Ed}$	0.00	[kN]	$z$	34.868	[cm]
Jednostruko armiranje	$\epsilon_{S1}$	10.00	[%]	$\omega$	5.74	[%]
	$\epsilon_{C2}$	1.42	[%]	$\rho_L$	0.20	[%]
	$M_{Eds}$	30.46	[kNm]	$A_{s,min}$	3.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$M_{Rd,lim}$	88.53	[kNm]	$A_{S1}$	2.01	[cm <sup>2</sup> ]
	$\mu_{Ed}$	0.0548	[-]	$A_{S2}$	0.00	[cm <sup>2</sup> ]

Odabrano: 3  $\Phi$  12 mm



**Moment savijanja (polje):**

Uobičajena kombinacija KGS_polje  Klasa betona: C 25/30 Armaturni čelik: B 500B  Jednostruko armiranje	$b$	25.0	[cm]	$f_{cd}$	1.67	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$b_{eff}$	70.0	[cm]	$f_{yd}$	43.48	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$h$	40.0	[cm]	<i>N.O. siječe ploču</i>		
	$h_f$	16.0	[cm]	$\mu_{Ed}$	0.0197	[-]
	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\xi$	0.071	[-]
	$d$	36.5	[cm]	$\zeta$	0.975	[-]
	$b_i$	70.0	[cm]	$x$	2.60	[cm]
	$M_{Ed}$	30.33	[kNm]	$z$	35.60	[cm]
	$N_{Ed}$	0.00	[kN]	$\omega$	2.02	[%]
	$\varepsilon_{S1}$	10.00	[%o]	$\rho_L$	0.08	[%]
	$\varepsilon_{C2}$	0.77	[%o]	$A_{s,min}$	2.74	[cm <sup>2</sup> ]
	$M_{Eds}$	30.33	[kNm]	$A_{S1}$	1.96	[cm <sup>2</sup> ]
	$M_{Rd,lim}$	247.42	[kNm]	$A_{S2}$	0.00	[cm <sup>2</sup> ]

Odabrano: 3  $\Phi$  12 mm

**Posmik:**

Uobičajena kombinacija KGS_ležaj  Klasa betona: C 25/30 Armaturni čelik: B 500B  Računska armatura  Dvorezne spona $\Phi$ 8mm /20cm	$b_w$	25.0	[cm]	$f_{cd}$	1.67	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$h$	40.0	[cm]	$f_{yd}$	43.48	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$A_{S1}$	5.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$d$	36.5	[cm]	$A_{S2}$	2.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$M_{Ed}$	30.5	[kNm]	$\Sigma A_S$	7.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$V_{Ed}$	51.1	[kN]	$\rho_L$	0.77	[%]
	$N_{Ed}$	0.0	[kN]	$V_{Rd,c}$	51.01	[kN]
	$k$	1.74	[-]	$V_{Rd,min}$	36.66	[kN]
	$k_1$	0.15	[-]	$V_{Rd,max}$	410.63	[kN]
	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]	$\alpha_V$	0.12	[-]
	$\sigma_{Ed}$	0.00	[kN/cm <sup>2</sup> ]	$s_{max}$	27.37	[cm]
	$0.2 * f_{cd}$	0.33	[kN/cm <sup>2</sup> ]	$\rho_{min}$	0.11	[-]
	$v_{min}$	0.40	[-]	$A_{sw,min}$	0.38	[cm <sup>2</sup> ]
	$v$	0.54	[-]	$z$	32.85	[cm]
$m$	2	[-]	$s_{od}$	20.00	[cm]	
$\Phi_{od}$	8	[mm]	$A_{sw,od}$	0.50	[cm <sup>2</sup> ]	
Zadovoljena kontrola			$V_{Rd,s}$	71.79	[kN]	

Odabrano:  $\Phi$  8mm/ 15 cm

## GSU

### Pukotine (ležaj):

Uobičajena kombinacija GSU_ležaj	$b_w$	25.0	[cm]	$f_{ct,eff}$	2.56	[MPa]
	$h$	40.0	[cm]	$\alpha_E$	6.91	[-]
Klasa betona: C 25/30	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\rho_{P,eff}$	1.55	[%]
	$d$	36.5	[cm]	$\sigma_S$	149.68	[MPa]
Armaturni čelik: B 500B	$M_{Ed}$	17.6	[kNm]	$A_{s,min}$	1.50	[cm <sup>2</sup> ]
	$k$	1.00	[-]	$c$	29.00	[mm]
Uobičajena okolina	$k_c$	0.40	[-]	$n_{\text{šipki}}$	3	[-]
	$k_T$	0.60	[-]	$\Phi_{S1}$	12	[mm]
	$k_1$	0.80	[-]	$A_{S1}$	3.39	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_2$	0.50	[-]	$A_{C,eff}$	218.75	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_3$	3.40	[-]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.0002	[-]
	$k_4$	0.43	[-]	$s_{r,max}$	98.61	[mm]
	$x$	5.48	[cm]	$w_k$	0.02	[mm]
Zadovoljena kontrola				$w_{lim}$	0.30	[mm]

### Pukotine (polje):

Uobičajena kombinacija GSU_polje	$b_w$	25.0	[cm]	$f_{ct,eff}$	2.56	[MPa]
	$h$	40.0	[cm]	$\alpha_E$	6.91	[-]
Klasa betona: C 25/30	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\rho_{P,eff}$	1.55	[%]
	$d$	36.5	[cm]	$\sigma_S$	149.68	[MPa]
Armaturni čelik: B 500B	$M_{Ed}$	17.6	[kNm]	$A_{s,min}$	1.50	[cm <sup>2</sup> ]
	$k$	1.00	[-]	$c$	29.00	[mm]
Uobičajena okolina	$k_c$	0.40	[-]	$n_{\text{šipki}}$	3	[-]
	$k_T$	0.60	[-]	$\Phi_{S1}$	12	[mm]
	$k_1$	0.80	[-]	$A_{S1}$	3.39	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_2$	0.50	[-]	$A_{C,eff}$	218.75	[cm <sup>2</sup> ]
	$k_3$	3.40	[-]	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.0002	[-]
	$k_4$	0.43	[-]	$s_{r,max}$	98.61	[mm]
	$x$	5.48	[cm]	$w_k$	0.02	[mm]
Zadovoljena kontrola				$w_{lim}$	0.30	[mm]

### Progibi:

Uobičajena kombinacija GSU_polje	$l_g$	650.0	[cm]	$A_{s,1}$	3.85	[cm <sup>2</sup> ]
Klasa betona: C 25/30	$k$	400.0	[-]	$A_{s,2}$	0.00	[cm <sup>2</sup> ]
	$f_k$	0.07	[cm]	$K_r$	0.85	[-]
Armaturni čelik: B 500B	$f_{el}$	0.07	[cm]	$f_u$	0.18	[cm]
	$\Phi(\infty)$	3	[-]	$f_{tot}$	0.25	[cm]
Zadovoljena kontrola				$u_{lim}$	1.63	[cm]

### 10.3.3. AB stup

**Eulerova kritična sila izvijanja:**  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(0.7 L^2)} = 258.07 \text{ kN} \gg N_{Ed} = 123.09 \text{ kN}$

**Moment savijanja:**

Uobičajena kombinacija KGS	$b$	25.0	[cm]	$f_{cd}$	1.67	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$h$	25.0	[cm]	$f_{yd}$	43.48	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$\zeta$	0.141	[-]
	$d$	21.5	[cm]	$\zeta$	0.949	[-]
Klasa betona: C 25/30	$M_{Ed}$	1.80	[kNm]	$x$	3.030	[cm]
	$N_{Ed}$	123.10	[kN]	$z$	20.395	[cm]
Armaturni čelik: B 500B	$\varepsilon_{S1}$	10.00	[%]	$\omega$	7.14	[%]
	$\varepsilon_{C2}$	1.64	[%]	$\rho_L$	-0.22	[%]
Jednostruko armiranje	$M_{Eds}$	12.88	[kNm]	$A_{s,min}$	1.88	[cm <sup>2</sup> ]
	$M_{Rd,lim}$	30.72	[kNm]	$A_{S1}$	-1.38	[cm <sup>2</sup> ]
	$\mu_{Ed}$	0.0677	[-]	$A_{S2}$	0.00	[cm <sup>2</sup> ]

Odabrano: 4  $\Phi$  12 mm

**Posmik:**

Uobičajena kombinacija KGS_ležaj	$b_w$	25.0	[cm]	$f_{cd}$	1.67	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$h$	25.0	[cm]	$f_{yd}$	43.48	[kN/cm <sup>2</sup> ]
	$d_1 (d_2)$	3.5	[cm]	$A_{S1}$	2.26	[cm <sup>2</sup> ]
	$d$	21.5	[cm]	$A_{S2}$	2.26	[cm <sup>2</sup> ]
Klasa betona: C 25/30	$M_{Ed}$	1.8	[kNm]	$\Sigma A_S$	4.52	[cm <sup>2</sup> ]
	$V_{Ed}$	0.7	[kN]	$\rho_L$	0.84	[%]
Armaturni čelik: B 500B	$N_{Ed}$	123.1	[kN]	$V_{Rd,c}$	53.44	[kN]
	$k$	1.96	[-]	$V_{Rd,min}$	27.75	[kN]
Konstruktivna armatura  Dvorezne spona $\Phi$ 8mm /20cm	$k_1$	0.15	[-]	$V_{Rd,max}$	241.88	[kN]
	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]	$\alpha_V$	0.22	[-]
	$\sigma_{Ed}$	0.23	[kN/cm <sup>2</sup> ]	$s_{max}$	16.12	[cm]
	$0.2 * f_{cd}$	0.33	[kN/cm <sup>2</sup> ]	$\rho_{min}$	0.11	[-]
	$v_{min}$	0.48	[-]	$A_{sw,min}$	0.22	[cm <sup>2</sup> ]
	$v$	0.54	[-]	$z$	19.35	[cm]
	$m$	2	[-]	$s_{od}$	15.00	[cm]
	$\Phi_{od}$	8	[mm]	$A_{sw,od}$	0.50	[cm <sup>2</sup> ]
	Zadovoljena kontrola			$V_{Rd,s}$	56.38	[kN]

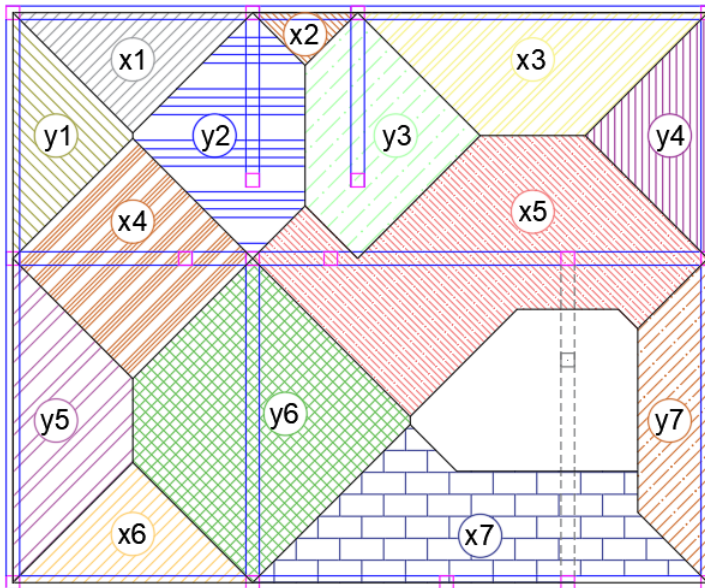
Odabrano:  $\Phi$  8 mm/ 15 cm

### 10.3.4. Horizontalni serklaži

Horizontalni serklaži (i nadvoji) nemaju značajne rezne sile, te se armiraju konstruktivnom armaturom uzdužnim šipkama 4  $\Phi$  12 mm i vilicama  $\Phi$  8 mm/ 20 cm.

## 11. Proračun zida

Plan pozicija i geometrija zida:



POZ	Opr.	Geometrija zidova		
	$A_{eff}$ [m <sup>2</sup> ]	L [m]	t [m]	h [m]
X1	4.45	4.45	0.25	3.00
X2	0.45	1.95	0.25	3.00
X3	9.11	6.50	0.25	3.00
X4	9.41	4.45	0.25	3.00
X5	21.19	8.45	0.25	3.00
X6	4.45	4.45	0.25	3.50
X7	13.41	8.45	0.25	3.50
Y1	4.67	4.55	0.25	3.50
Y2	8.15	3.10	0.25	3.50
Y3	8.15	3.10	0.25	3.50
Y4	4.67	4.55	0.25	3.50
Y5	7.91	6.00	0.25	3.00
Y6	16.92	6.00	0.25	3.00
Y7	5.61	6.00	0.25	3.00

### 11.1. Proračun na vertikalno djelovanje

Proračun je izvršen pomoću računalnog paketa „MS Excel“ prema izrazima iz EC 1996-1, pomoću pojednostavnjenog postupka za jednostavne zidane građevine.

POZ	Utjecajna površina	Opterećenje etaže		Opterećenje krova		Vlasita težina	Vertikalno djel.		Rač. Djel.	Vitkost	Rač. Nos.	$N_{Ed}/N_{Rd}$
	$A_{eff}$ [m <sup>2</sup> ]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$N_g$ [kN]	$N_q$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$\Phi$	$N_{Rd}$ [kN]	[%]
X1	4.45	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	107	13	164	0.70	1293	13
X2	0.45	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	9	1	14	0.70	99	14
X3	9.11	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	186	27	293	0.70	2108	14
X4	9.41	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	144	28	237	0.70	1372	17
X5	21.19	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	317	64	523	0.70	2963	18
X6	4.45	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	107	13	164	0.70	1293	13
X7	8.45	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	181	25	282	0.70	2088	14
Y1	4.67	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	111	14	171	0.70	1332	13
Y2	8.15	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	127	24	209	0.70	1233	17
Y3	8.15	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	127	24	209	0.70	1233	17
Y4	4.67	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	111	14	171	0.70	1332	13
Y5	7.91	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	167	24	261	0.70	1909	14
Y6	16.92	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	254	51	419	0.70	2386	18
Y7	5.61	6.5	2.0	3.5	1.0	15.0	123	17	191	0.70	1432	13

Sve pozicije zadovoljavaju kontrolu za granično stanje nosivosti!

## 11.2. Seizmički proračun

Moment savijanja i posmična sila uslijed potresa:

$$m = \frac{\sum N_g + 0.6 * N_q}{g} = \frac{2654.28 \text{ kN}}{9.80 \text{ m/s}^2} = 270.57 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

$$a = 0.22g = 2.16 \text{ m/s}^2$$

$$V_{Ed} = m a = 270.57 \cdot 2.16 = 584.43 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{2h}{3} = 584.43 \cdot \frac{2 \cdot 5.5}{3} = 2142.91 \text{ kNm}$$

Proračun je izvršen pomoću računalnog paketa „MS Excel“ prema izrazima iz EC 1996-1 i EC 1998-1, pomoću pojednostavnjenog postupka za jednostavne zidane građevine.

POZ	Početna krutost	Pror. Moment	Pror. Posmik	Stat. Visina	Krač un. Sila	Rač. Djel.	Duljina tl. zone	Računska nosivost		V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	F <sub>Ed</sub> /F <sub>Rd</sub>	A <sub>s1</sub>
	K <sub>rotv</sub> [MN/m]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]					d [m]	z [m]			
X1	41.63	225.44	61.48	4.33	3.46	150.68	1.73	556.25	2162.50	11.05	6.97	-0.47
X2	7.06	38.22	10.42	1.83	1.46	33.55	0.73	243.75	912.50	4.28	3.68	0.43
X3	76.03	411.68	112.28	6.38	5.10	233.88	2.55	812.50	3187.50	13.82	7.34	-1.67
X4	41.63	225.44	61.48	4.33	3.46	190.56	1.73	556.25	2162.50	11.05	8.81	-1.39
X5	108.62	588.18	160.41	8.33	6.66	365.55	3.33	1056.25	4162.50	15.19	8.78	-4.34
X6	31.69	171.60	46.80	4.33	3.46	135.12	1.73	556.25	2162.50	8.41	6.25	-0.83
X7	89.08	482.35	131.55	8.33	6.66	219.90	3.33	1056.25	4162.50	12.45	5.28	-1.73
	395.75	2142.91	584.43									

POZ	Početna krutost	Pror. Moment	Pror. Posmik	Stat. Visina	Krač un. Sila	Rač. Djel.	Duljina tl. zone	Računska nosivost		V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	F <sub>Ed</sub> /F <sub>Rd</sub>	A <sub>s1</sub>
	K <sub>rotv</sub> [MN/m]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	V <sub>Ed</sub> [kN]					d [m]	z [m]			
Y1	33.05	306.33	83.54	4.43	3.54	175.30	1.77	568.75	2212.50	14.69	7.92	-0.05
Y2	14.96	138.62	37.81	2.98	2.38	168.67	1.19	387.50	1487.50	9.76	11.34	-1.20
Y3	14.96	138.62	37.81	2.98	2.38	168.67	1.19	387.50	1487.50	9.76	11.34	-1.20
Y4	33.05	306.33	83.54	4.43	3.54	175.30	1.77	568.75	2212.50	14.69	7.92	-0.05
Y5	67.59	626.50	170.86	5.88	4.70	269.49	2.35	750.00	2937.50	22.78	9.17	-0.07
Y6	67.59	626.50	170.86	5.88	4.70	355.49	2.35	750.00	2937.50	22.78	12.10	-2.04
Y7	67.59	626.50	170.86	5.88	4.70	233.06	2.35	750.00	2937.50	22.78	7.93	0.77
	231.19	2142.91	584.43									

Sve pozicije zadovoljavaju kontrolu za seizmičko djelovanje!

Vertikalne serklaže armirati konstruktivnom armaturom uzdužnim šipkama 4 Φ 12 mm i vilicama Φ 8 mm/ 20 cm.

## 12. Kontrola temelja

Temeljne trake građevine kontrolirane su na normalna naprazanja koja se javljaju uslijed opterećenja građevine pri graničnom stanju nosivosti. Računska nosivost tla za predmetnu lokaciju uzima se kao:  $\sigma_{Rd} = 400 \text{ kPa}$ .

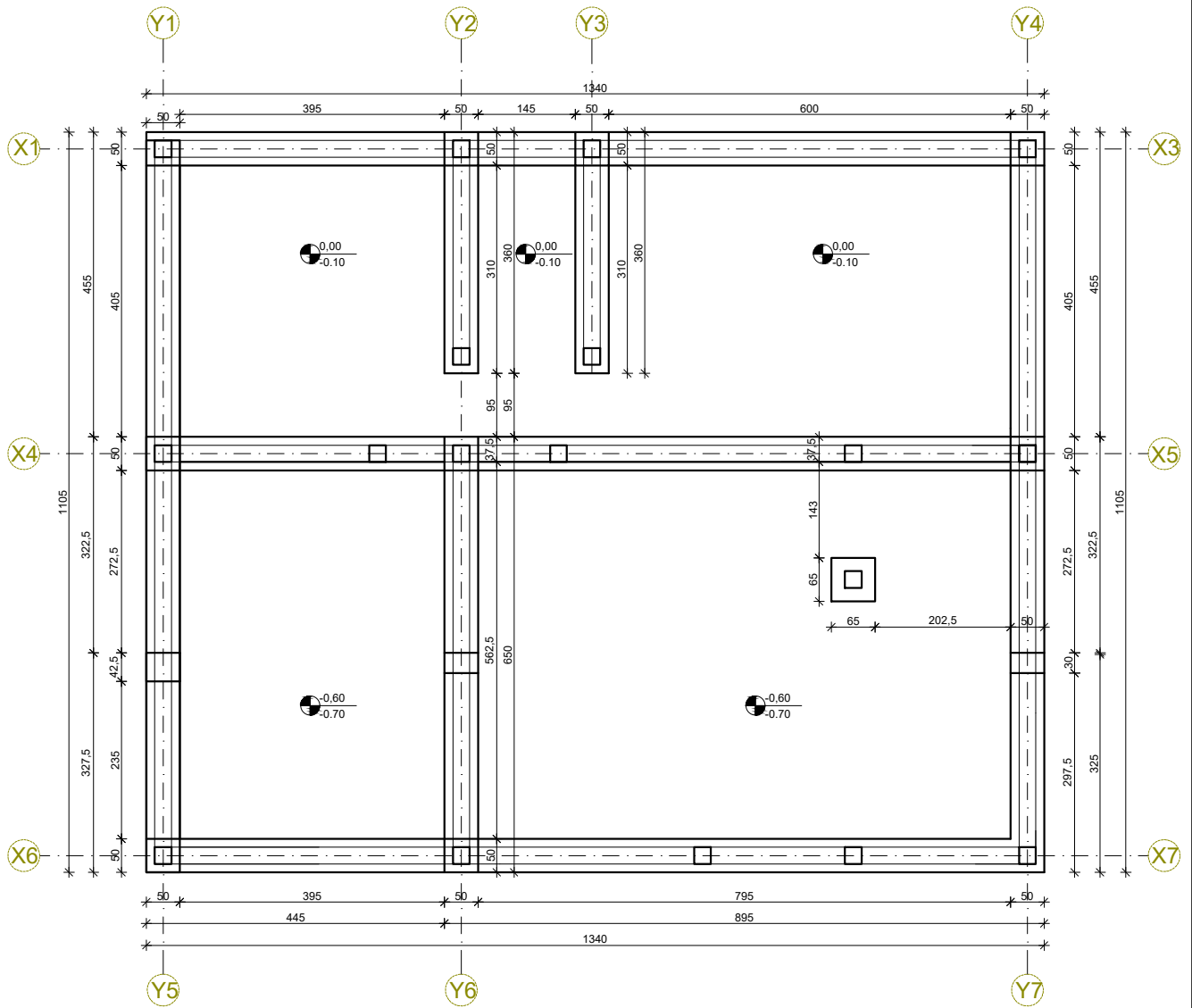
POZ	Širina temelja	Duljina temelja	Vlastita težina temelja	Vlastita težina nadtem. Zida	Vertikalno djel.		Rač. Djel.	Računska nosivost tla	$\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd}$
	t [m]	L [m]	$N_{g,tem}$ [kN]	$N_{g,zid}$ [kN]	$N_g$ [kN]	$N_q$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	$\sigma_{Ed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	[%]
X1	0.50	4.95	30.94	18.56	106.93	17.80	237.87	96.11	24.03
X2	0.50	2.45	15.31	9.19	8.93	1.80	47.82	39.04	9.76
X3	0.50	7.00	43.75	26.25	186.42	36.44	400.82	114.52	28.63
X4	0.50	4.95	30.94	18.56	143.97	37.64	317.64	128.34	32.08
X5	0.50	8.95	55.94	33.56	316.54	84.76	675.29	150.90	37.73
X6	0.50	4.95	30.94	18.56	106.93	17.80	237.87	96.11	24.03
X7	0.50	8.95	55.94	33.56	180.93	33.80	415.77	92.91	23.23
Y1	0.50	5.05	31.56	18.94	110.76	18.68	245.71	97.31	24.33
Y2	0.50	3.60	22.50	13.50	127.38	32.60	269.46	149.70	37.42
Y3	0.50	3.60	22.50	13.50	127.38	32.60	269.46	149.70	37.42
Y4	0.50	5.05	31.56	18.94	110.76	18.68	245.71	97.31	24.33
Y5	0.50	6.50	40.63	24.38	166.62	31.64	360.14	110.81	27.70
Y6	0.50	6.50	40.63	24.38	253.98	67.68	532.14	163.74	40.93
Y7	0.50	6.50	40.63	24.38	122.87	22.44	287.28	88.39	22.10

*Sve pozicije zadovoljavaju kontrolu za seizmičko djelovanje!*

*Trakaste temelje armirati konstruktivno mrežama Q 169 i šipkama  $\Phi$  6 mm/ 20 cm.*

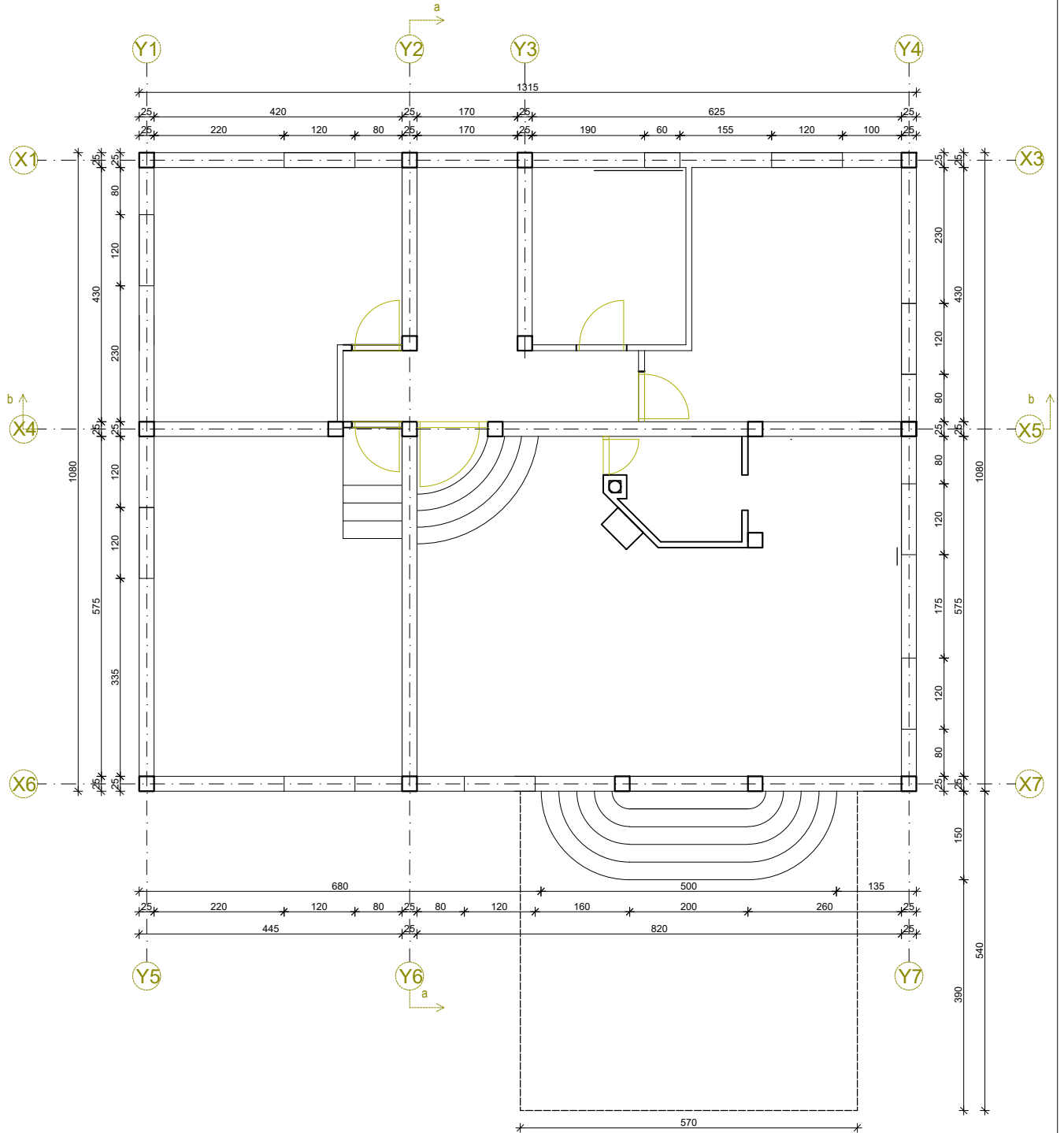
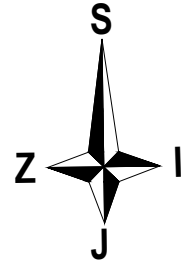
### ***13. Nacrti***

# Tlocrt temelja:

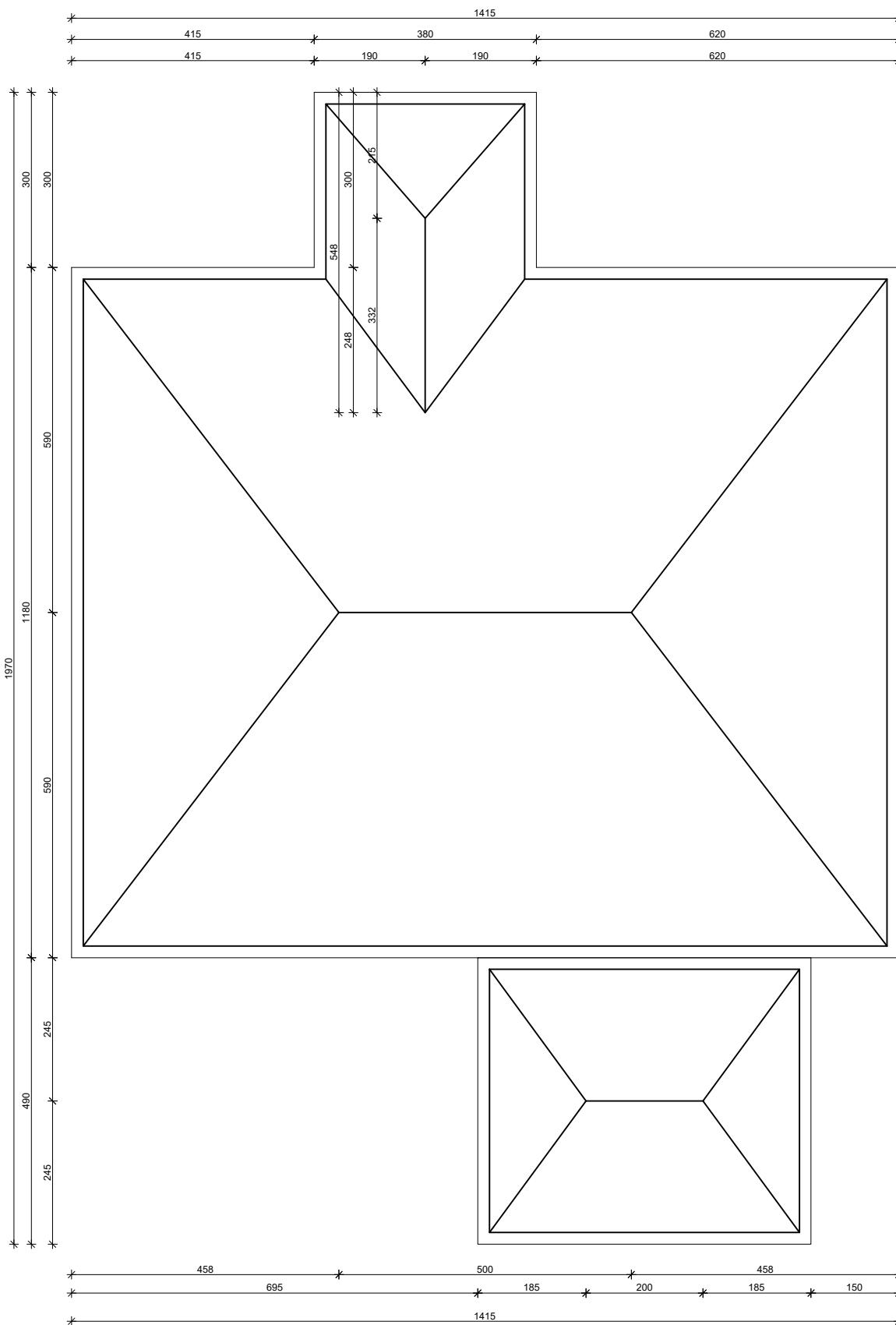
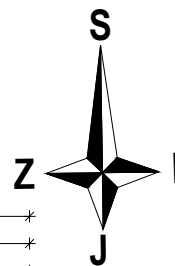




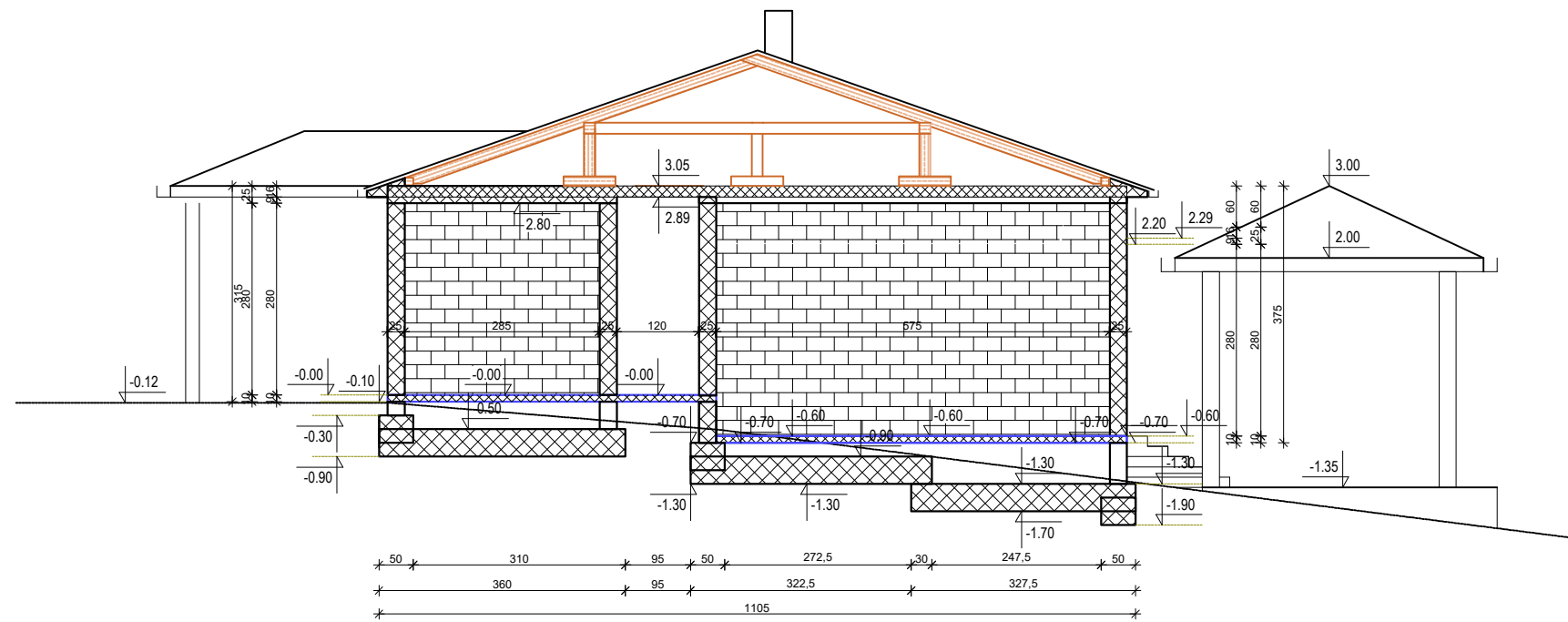
# Tlocrt Prizemlja:



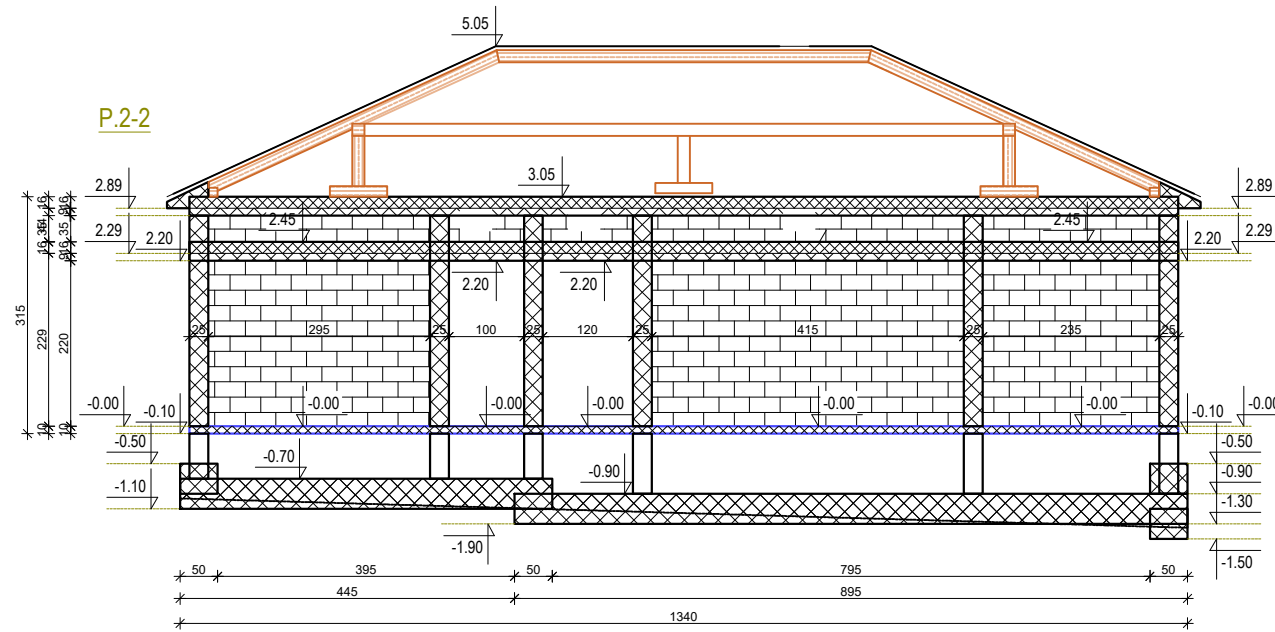
# Tlocrt krova:



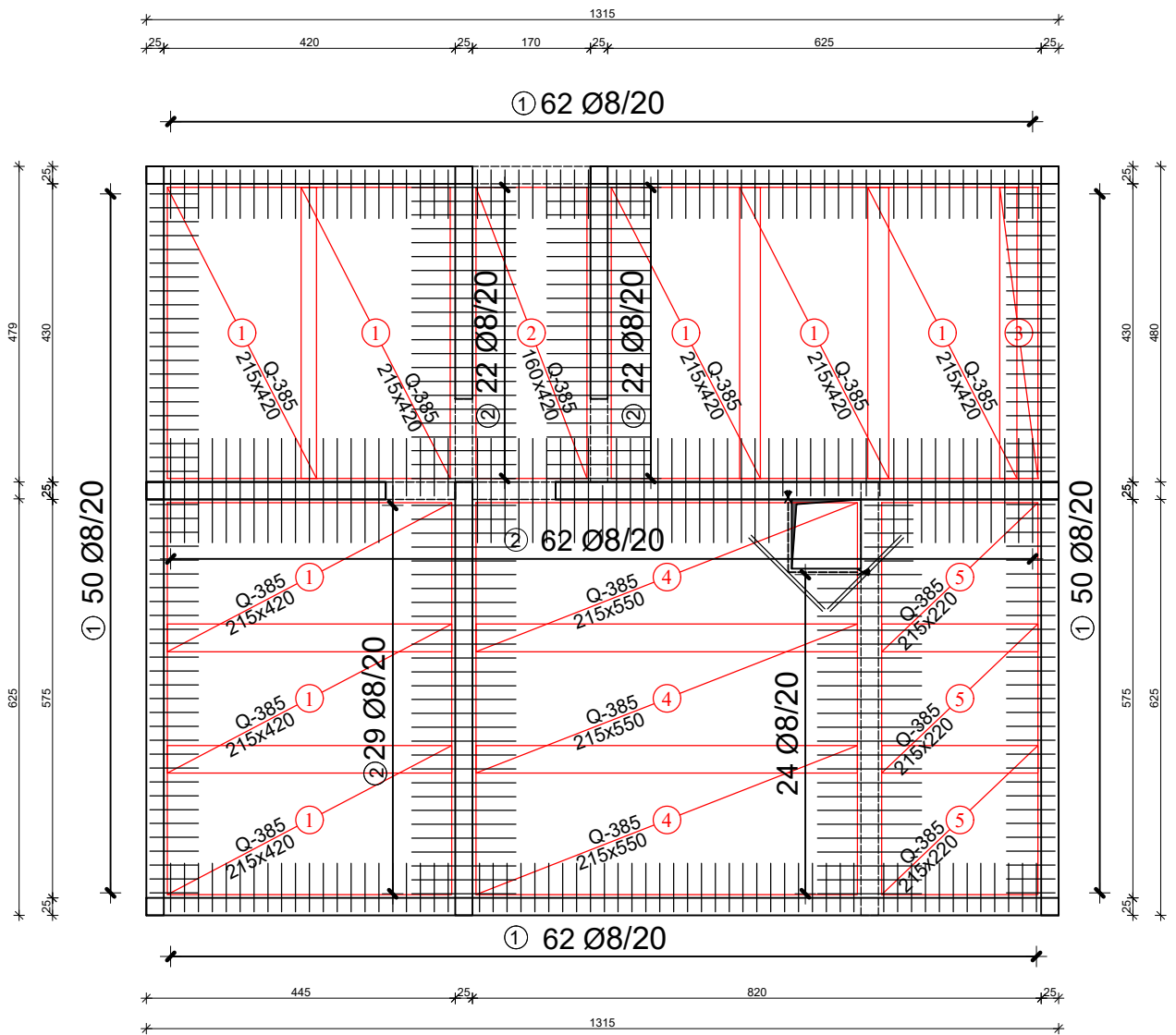
## PRESJEK "a-a"



## PRESJEK "b-b"



# Armatura ploče pozicija 100 - donja zona M 1:100



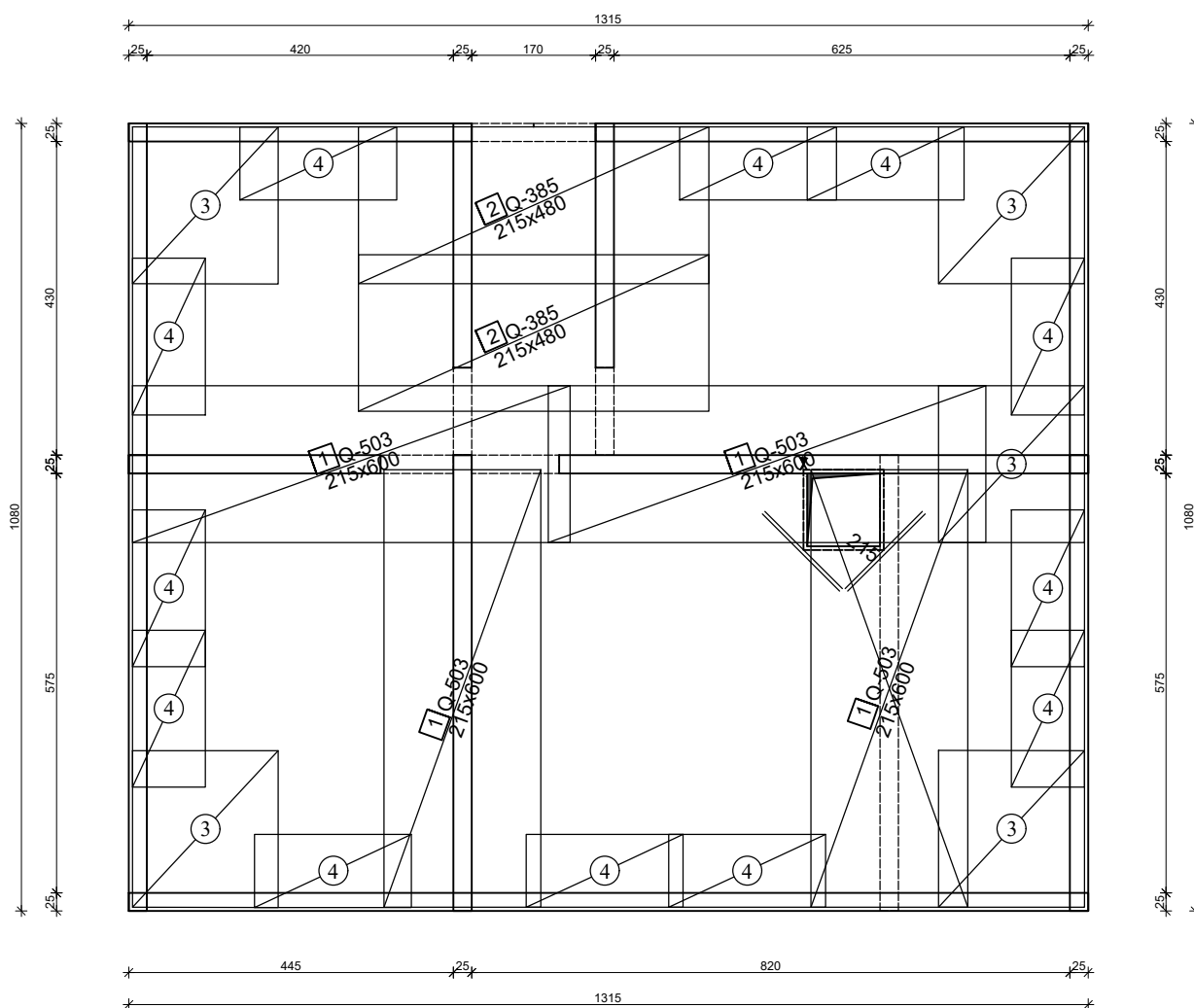
## ISKAZ MREŽASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-385		420x215	8	6,10	440,66
2	Q-385		420x160	1	6,10	40,99
3	Q-385		420x55	1	6,10	14,09
4	Q-385		550x215	3	6,10	216,39
5	Q-385		220x215	3	6,10	86,56
UKUPNO: (KG)...						798,73

## ISKAZ REBRASTE ARMATURE Čelik B500B

POZ.	OBLIK	Ø	JED. MASA (kg/m)	KOM.	L(cm)	MASA (kg)
1		8	0,405	224	150	136,08
2		8	0,405	159	150	96,59
UKUPNO: (KG)...						232,67

# Armatura ploče pozicija 100 - gornja zona M 1:100



ISKAZ MREŽASTE ARMATURE						
Čelik B500B						
POZ.	TIP MREŽE	OBLIK	DIMENZIJE (cm)	KOM.	MASA (kg/m <sup>2</sup> )	UKUPNA MASA
1	Q-503		600x215	4	8,03	414,35
2	Q-385		480x215	2	6,10	125,9
3	Q-385		200x215	5	6,10	131,15
4	R-335		100x215	12	3,33	85,9
UKUPNO: (KG)...					757,3	