

# Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

---

Kraljević, Nikica

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*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:123:022578>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Nikica Kraljević**

**Split, 2020.**

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

**Nikica Kraljević**

**Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska**

**Diplomski rad**

**Split, 2020.**

# **Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska**

## ***Sažetak:***

Zadatak ovog diplomskog rada je dimenzioniranje nosive armiranobetonske konstrukcije stambene zgrade te ocjena njezinih fizikalnih svojstava. Predmetnu građevinu čini podrum i pet etaža, a smještena je u naselju Glavica na području Makarske. U programu Scia Engineer 18.1. proveden je proračun na 3D modelu zgrade i dobivene su rezne sile nužne za proračun potrebne armature u nosivoj konstrukciji. Na kraju je obavljen proračun građevne fizike u programu KI Expert Plus.

## ***Ključne riječi:***

Armiranobetonska konstrukcija, stambena zgrada, 3D model, građevna fizika

# **Calculation of load-bearing RC structure and physical properties of residential building in Glavica – Makarska area**

## ***Abstract:***

The task of this final thesis is dimensioning of building's reinforced concrete structure and evaluation of its physical properties. Concerned building is consisted of basement and five storeys and is located in Glavica, the area of Makarska. Results obtained by calculation of 3D model using Scia Engineer 18.1. software are internal forces that are used to estimate the amount of needed reinforcement in bearing structure. The final step is calculation of building physics using KI Expert Plus software.

## ***Keywords:***

Reinforced concrete structure, residential building, 3D model, building physics

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

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: Nikica Kraljević  
BROJ INDEKSA: 772  
KATEDRA: **Katedra za teoriju konstrukcija**  
PREDMET: Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

Opis zadatka: Dobivene arhitektonske podloge potrebno je prilagoditi i očistiti, pa na temelju njih izraditi proračunski 3D model građevine. Pomoću dobivenih reznih sila odrediti potrebnu količinu armature. Odabrati slojeve podova, zidova i krova te ocjeniti fizikalna svojstva zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu. Uz proračune, potrebno je priložiti i tehnički opis te građevinske nacрте.

U Splitu, ožujak 2020.

Mentor:

Doc. dr .sc. Nikolina Živaljić

Komentor:

Doc. dr. sc. Ivan Balić

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

Doc. dr. sc. Ivo Andrić

**SADRŽAJ:**

1. UVOD	1
2. TEHNIČKI OPIS	2
2.1 Općenito	2
3. KONSTRUKTIVNE POJEDINOSTI	5
3.1. Općenito	5
3.2. Lokacija konstrukcije	5
3.3. Norme za proračun AB konstrukcija	6
3.4. Geotehnički izvještaj	9
3.5. Materijali	10
3.5.1. Beton	10
3.5.2. Čelik	11
4. ANALIZA OPTEREĆENJA	12
4.1. Podaci o djelovanjima na konstrukciju	12
4.1.1. Stalno djelovanje (G)	12
4.1.2. Promjenjivo djelovanje (Q)	15
4.1.3. Opterećenje snijegom	15
4.1.4. Opterećenje vjetrom	17
4.1.5. Opterećenje potresom	19
4.2. Proračun konstrukcije na potresno djelovanje za razred umjerene duktilnosti (DCM) metodom spektralne analize prema EC8-EN 1998- 1:2011	25
4.3. Prikaz rezultata modalne analize	26
4.3.1. Vlastiti oblici uslijed potresnog djelovanja	27
4.4. Kombinacije djelovanja	28
4.4.1. Granično stanje uporabljivosti	28
4.4.2. Granično stanje nosivosti	28
4.4.3. Anvelopa kombinacija	28
5. PRORAČUN KARAKTERISTIČNE MEĐUKATNE PLOČE	29
5.1. Analiza opterećenja	29
5.2. Kontrola progiba	30

5.3.	Kontrola pukotina	32
5.4.	Prikaz rezultata	34
5.5.	Dimenzioniranje karakteristične ploče	37
6.	PRORAČUN KROVNE PLOČE	40
6.1.	Analiza opterećenja	40
6.2.	Kontrola progiba	41
6.3.	Kontrola pukotina	43
6.4.	Prikaz rezultata	45
6.5.	Dimenzioniranje krovne ploče	48
7.	PRORAČUN STUBIŠTA	51
7.1.	Prikaz modela stubišta	51
7.2.	Analiza opterećenja	51
7.3.	Prikaz rezultata	52
7.4.	Dimenzioniranje stubišta	52
8.	PRORAČUN STUPA	54
9.	PRORAČUN GREDA	55
9.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja	55
9.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu	56
10.	PRORAČUN PODRUMSKOG ZIDA	58
10.1.	Analiza opterećenja	58
10.2.	Prikaz rezultata	59
10.3.	Dimenzioniranje podrumskog zida	59
11.	DIMENZIONIRANJE ZIDA ZA RAZRED UMJERENE DUKTILNOSTI (DCM)	61
11.1.	Opći podaci za dimenzioniranje zida	61
11.2.	Ovojnice reznih sila	65
11.3.	Dimenzioniranje karakterističnog zida	67
11.3.1.	Dimenzioniranje na moment savijanja i uzdužnu silu	68
11.3.2.	Dimenzioniranje na poprečnu silu	70
12.	DIMENZIONIRANJE TEMELJNE PLOČE	74
12.1.	Kontrola progiba	74
12.2.	Kontrola kontaktnih naprezanja	75

12.3.	Kontrola pukotina	76
12.3.	Prikaz rezultata	78
12.4.	Dimenzioniranje temeljne ploče	81
13.	FIZIKALNA SVOJSTVA ZGRADE	84
13.1.	Podaci o lokaciji objekta	84
13.2.	Geometrijske karakteristike zgrade	85
13.3.	Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada	86
13.4.	Proračun građevnih dijelova zgrade	98
13.5.	Proračun toplinskih mostova	110
13.6.	Proračun gubitaka	110
13.7.	Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje (prema HRN EN 13790:2008)	112
13.8.	Iskaznica energetske svojstava	120
13.9.	Norme i propisi	121
14.	LITERATURA	124
15.	GRAFIČKI PRILOZI	125



# 1. UVOD

Svaku je konstrukciju potrebno isplanirati, projektirati i izvesti tako da u predviđenom vijeku trajanja bude uporabljiva za predviđenu namjenu i bude u stanju podnijeti sva predviđena opterećenja, uz zadovoljavajuću razinu pouzdanosti i ekonomičnosti. Eurocod propisuje 9 kodova koji osiguravaju projektiranje konstrukcija prema gore navedenim uvjetima, a u ovom radu su korišteni Eurocod EN 1990, EN 1991, EN 1992, EN 1997 i EN 1998.

U trusnim područjima u fazi projektiranja konstrukcija potrebno je uzeti u obzir potresno djelovanje. Kako bi se osigurala potresna otpornost konstrukcije, potrebno je ispoštovati dva temeljna zahtjeva: temeljni zahtjev ograničenja oštećenja i temeljni zahtjev neprekoračenja nosivosti konstrukcije.

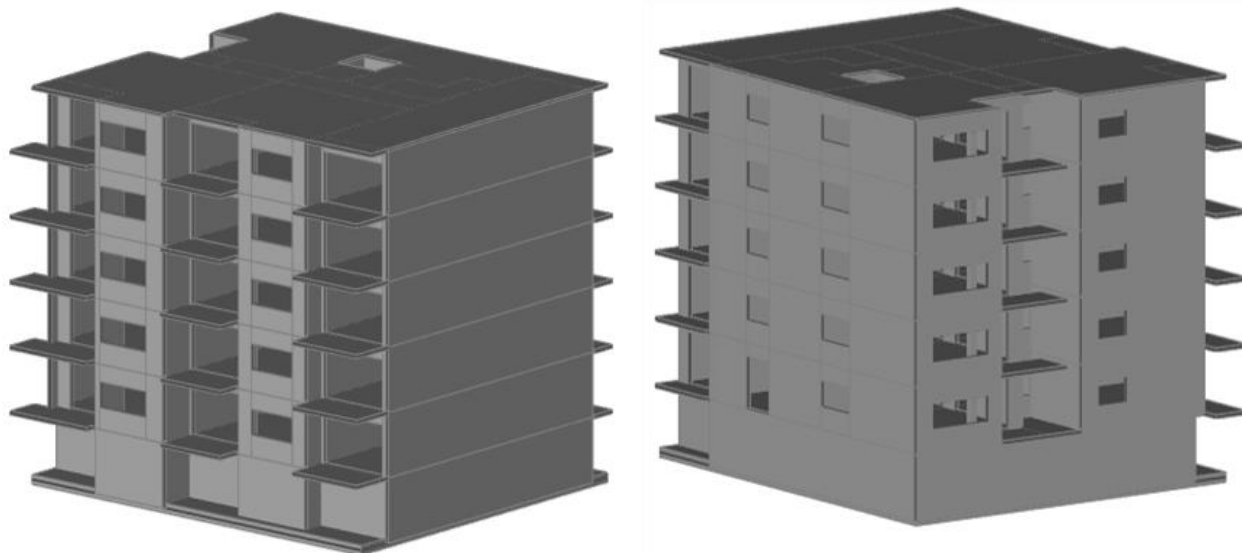
U ovom radu korištena je linearna metoda proračuna na potresno djelovanje primjenom reduciranog spektra odziva. Za klase umjerene duktilnosti (DCM) proveden je proračun karakterističnog zida na potresno opterećenje prema normi HRN EN 1998-1:2011, te je prikazan detalj armiranja rubnog područja zida. Proveden je i proračun karakteristične međukatne ploče, krovne ploče, grede, stupa, podrumskog zida i temeljne ploče prema EN 1992-1-1:2004.

Izvršen je proračun i ocjena fizikalnih svojstava zgrade u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu. Provjereno je zadovoljavaju li odabrani slojevi podova, zidova i krova dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, a proračunati su i toplinski dobici i gubici te toplinski mostovi. Proračun je obavljen u računalnom programu KI Expert Plus, a sve u svrhu dobivanja potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora te zagrijavanje vode.

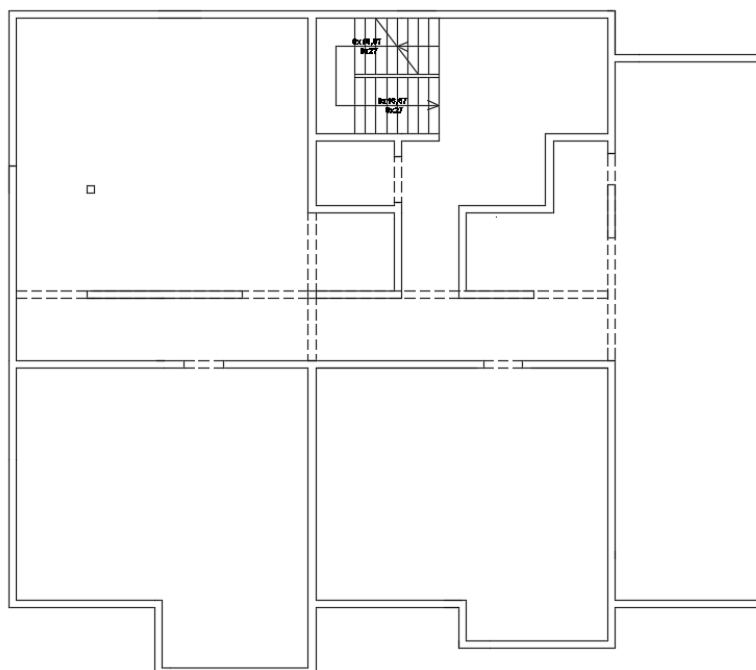
## 2. TEHNIČKI OPIS

### 2.1 Općenito

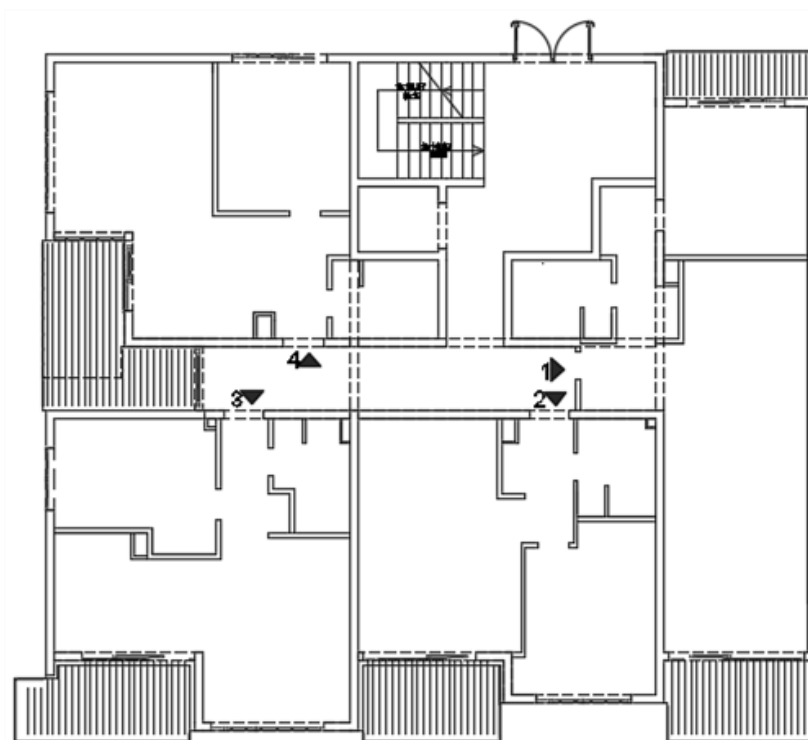
Odabrana zgrada dio je stambenog kompleksa koji se nalazi u naselju Glavica u Makarskoj. Nosivu konstrukciju zgrade čine armiranobetonski zidovi, stupovi, grede i ploče, a temeljena je pomoću temeljne ploče. Tlocrtnih je dimenzija 19,45 m x 17,10 m i tlocrtna bruto površina 332,6 m<sup>2</sup>, a visine 15,78 m iznad razine terena. Zgrada ima 6 etaža: podrum, prizemlje i 4 kata. Podrum služi kao ostava, a preostale etaže sadrže po 4 stana. Krov je ravni i nema predviđenu namjenu



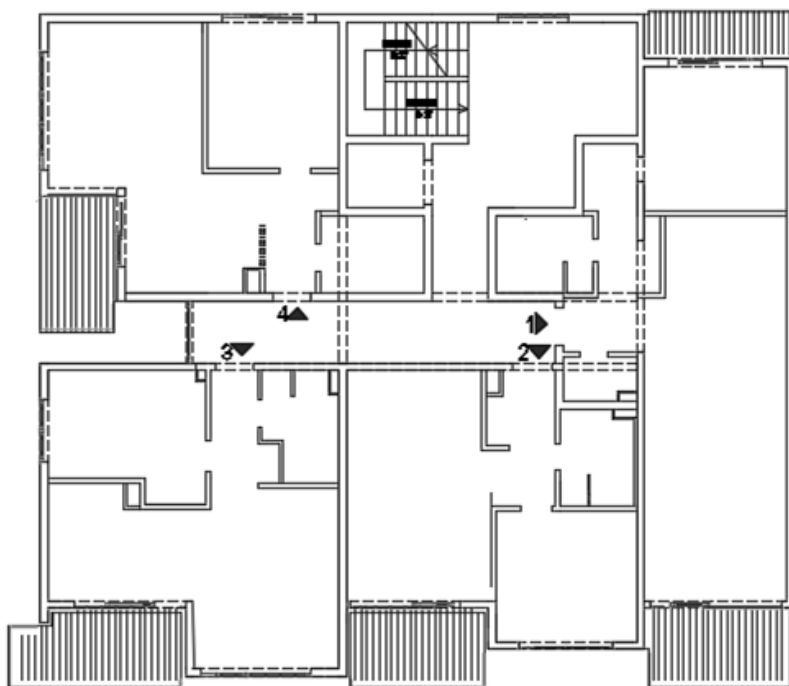
*Slika 2.1. Prikaz 3D modela zgrade*



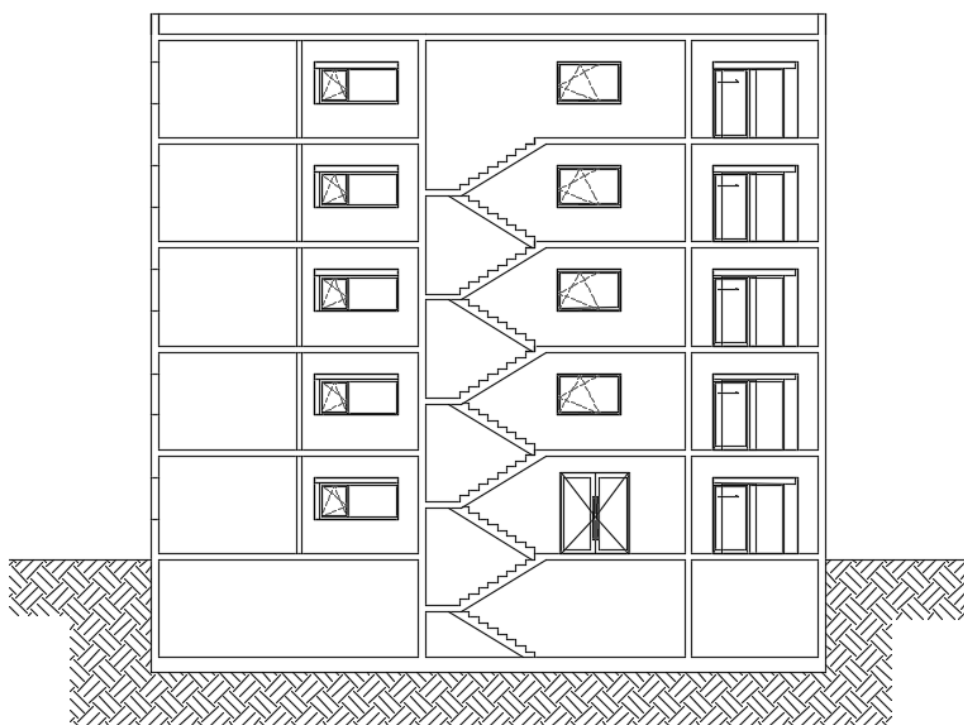
Slika 2.2. Tlocrt podruma



Slika 2.3. Tlocrt prizemlja



Slika 2.4. Tlocrt karakterističnog kata



Slika 2.5. Presjek zgrade

### 3. KONSTRUKTIVNE POJEDINOSTI

#### 3.1. Općenito

Armirano betonski zidovi, grede, stupovi i ploče čine nosivi skelet konstrukcije. Osnovni elementi za preuzimanje potresnih djelovanja su zidovi debljine 20 cm koji su dimenzionirani prema normi HRN EN 1998-1:2011. Konstrukcija je temeljena u tlu A kategorije, na temeljnoj ploči debljine 45 cm. Debljina međukatnih ploča i krovne ploče je 18 cm, stup je dimenzija 30/30 cm, a grede 20/60 cm. Stubište je dvokrako, a debljine kraka i podesta iznose 18 cm. Pregradni zidovi nisu uzeti obzir u proračunskoj otpornosti konstrukcije već su uključeni u dodatno stalno opterećenje na pločama.

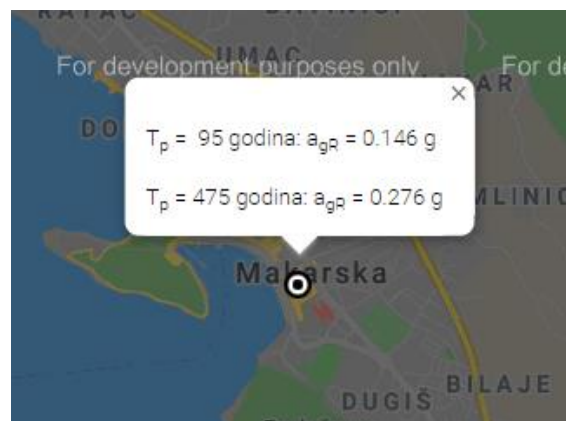
#### 3.2. Lokacija konstrukcije

Zgrada se nalazi na području Makarske i prema propisima spada u područje II opterećenja vjetrom gdje je osnovna brzina vjetra od 30 m/s. Računsko ubrzanje tla prema karti iz HRN EN 1998-1:2012/NA za granično stanje nosivosti s povratnim periodom od 457 godina iznosi 0,276  $a_g$ . Temeljno tlo je razreda A. Faktor važnosti konstrukcije ovisi o ponašanju konstrukcije neposredno nakon potresa. Objekt spada u 2. kategoriju, stoga je  $\gamma_1 = 1,0$ .

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR}$$

$$a_g = 1,0 \cdot 0,276g$$

$$a_g = 0,276g$$



Slika 3.1. Horizontalno vršno ubrzanje tla prema karti iz HRN EN 1998-1:2012/NA

### 3.3. Norme za proračun AB konstrukcija

Čitavi rad, uključujući oznake, proračun i dimenzioniranje, usklađen je s važećim normama, prikazanim u tablici.

Tablica 3.1. Europske norme

EC	Europske norme	Opis
EC0	EN 1990	Osnove proračuna
EC1	EN 1991	Opterećenja (djelovanja)
EC2	EN 1992	Betonske konstrukcije
EC7	EN 1997	Geomehanika
EC8	EN 1998	Seizmika

#### Pregled oznaka prema EC8

*Napomena:* Prikazane su samo oznake koje se koriste u ovom radu. Listu svih oznaka može se pronaći u originalnom EC2.

- A Izvanredno djelovanje; Ploština presjeka
- $A_c$  Ploština presjeka betona
- $E_s$  Ploština presjeka armature
- $A_{s,min}$  Najmanja ploština presjeka armature
- $A_{sl}$  Ploština svih uzdužnih šipki
- $A_{sw}$  Ploština poprečne armature (vilica; spona)
- b Ukupna širina presjeka ili stvarne pojasnice greda oblika T ili L
- $b_w$  Širina hrpta I, T i  $\Gamma$  presjeka
- c Zaštitni sloj betona
- d Statička visina presjeka
- $d_1$  Udaljenost težišta vlačne armature od vlačnog ruba betona (ruba 1)
- $d_2$  Udaljenost težišta tlačne armature od tlačnog ruba betona (ruba 2)
- $E_{cd}$  Proračunska vrijednost modula elastičnosti betona
- $E_s$  Proračunska vrijednost modula elastičnosti čelika za armiranje

F	Djelovanje
$f_{cd}$	Računska čvrstoća betona
$f_{ck}$	Karakteristična čvrstoća betona (valjak)
$f_{ct}$	Vlačna čvrstoća betona
$f_y$	Granica popuštanja čelika
$f_{yd}$	Proračunska granica popuštanja armature
$f_{ywd}$	Proračunska granica popuštanja poprečne armature
G	Stalno djelovanje
$M_{Ed}$	Proračunska vrijednost djelujućeg momenta savijanja
$M_{Rd}$	Računski moment nosivosti
$N_{Sd}$	Računska uzdužna sila
$N_{Ed}$	Proračunska vrijednost djelujuće uzdužne sile
Q	Promjenljivo djelovanje
$V_{sd}$	Računska poprečna sila
$V_{Rd}$	Računska nosivost na poprečne sile
$V_{Rdc}$	Računska nosivost na pop. sile koja se ostvaruje betonom i uzd. armaturom
$V_{Rds}$	Računska nosivost na poprečne sile tlačnih betonskih dijagonala
x	Položaj neutralne osi - udaljenost neutralne osi od tlačnog ruba presjeka
z	Krak unutrašnjih sila u presjeku
$\sigma_s$	Deformacija čelika
$\xi$	Koeficijent položaja neutralne osi
$\rho$	Koeficijent armiranja
$\rho_w$	Koeficijent armiranja poprečnom armaturom
$\mu_{sd}$	Bezdimenzijska veličina za moment
$\nu_{sd}$	Bezdimenzijska veličina za uzdužnu silu
$\sigma_c$	Naprezanje u betonu
$\sigma_s$	Naprezanje u armaturi
$\delta$	Koeficijent kraka unutrašnjih sila
$\omega$	Mehanički koeficijent armiranja

$S$	Faktor tla
$a_g$	Proračunsko ubrzanje temeljnog tla tipa A
$g$	Gravitacijsko ubrzanje
$q$	Faktor ponašanja
$\gamma I$	Faktor važnosti
$\Psi_{2,i}$	Faktor kombinacije za nazovistalnu vrijednost promjenjivog djelovanja i
$T_1$	Osnovni (prvi) period vibracije zgrade
$d$	Pomak
$d_r$	Proračunski međukatni pomak
$h$	Međukatni pomak
$\alpha$	Omjer proračunskog ubrzanja temeljnog tla i gravitacijskog ubrzanja
$\zeta$	Koeficijent osjetljivosti međukatnog pomaka
$\Sigma A_{sj}$	Zbroj ploština vertikalnih šipki u hrptu zida ili dodatnih šipki posebno raspoređenih u rubnim elementima zida za preuzimanje posmika klizanjem
$b_i$	Razmak između uzastopnih šipki u stupu obuhvaćenih u uglu sponom ili poprečnom sponom
$b_0$	Širina ovijene jezgre stupa ili rubnog elementa (do osi spona)
$b_w$	Širina ovijenih dijelova presjeka zida ili širina hrpta grede
$b_{w0}$	Širina hrpta zida
$d$	Proračunska visina presjeka
$d_{bt}$	Promjer uzdužne šipke
$d_{bw}$	Promjer spona
$h_s$	Svijetla visina kata
$l_{cr}$	Duljina kritičnog područja
$q_0$	Osnovna vrijednost faktora ponašanja
$s$	Razmak poprečne armature
$\varepsilon_{cu2}$	Granična deformacija neovijenog betona
$\varepsilon_{cu2,c}$	Granična deformacija ovijenog betona
$\omega_{wd}$	Mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom



### 3.4. Geotehnički izvještaj

Tlo na kojem se planira izvesti građevina je pretežito vapnenačko što ga čini pogodnim za temeljenje. Na predviđenoj dubini temeljenja nalazi se čvrsta matična stijena.

Građevna jama će biti izvedena u širokom iskopu s nagibom zasjeke od 3:1, na dubini od 3,3 m od razine terena. Nakon čišćenja i uklanjanja ostataka materijala s temeljne plohe, ona će biti ispunjena podložnim betonom do planirane kote temeljenja.

U samom proračunu konstrukcije, kontakt temeljne ploče i tla napravljen je pomoću Winklerovog modela, a karakteristike temeljnog tla su prikazane na slici.

Name	Temeljno tlo
Decription	
C1x [MN/m <sup>3</sup> ]	5,0000e+00
C1y [MN/m <sup>3</sup> ]	5,0000e+00
C1z	Flexible ▾
Stiffness [MN/m <sup>3</sup> ]	5,0000e+01
C2x [MN/m]	3,0000e+00
C2y [MN/m]	3,0000e+00
<b>Parameters for check</b>	
Type	Undrained ▾
Water/air in clay subgrade	<input checked="" type="checkbox"/>
Specific weight [kg/m <sup>3</sup> ]	1550,0
Fi' [deg]	0,00
Sigma oc [MPa]	0,0
c' [MPa]	0,0
cu [MPa]	0,0

Slika 3.2. Karakteristike temeljnog tla

### 3.5. Materijali

Proračun AB konstrukcije proveden je na modelu sa smanjenom elastičnom krutosti pri savijanju i posmiku na 50% krutosti neraspucalih elemenata Točka 4.3.1 (7), HRN EN 1998-1:2011.

#### 3.5.1. Beton

Za izvedbu nosive AB konstrukcije koristit će se slijedeće klase betona:

- temeljna ploča, stup, grede i zidovi u dodiru s tlom: C 30/37
- ostali zidovi, međukatne ploče i krovna ploča: C 25/30

Name	C25/30	Name	C30/37
<b>Code independent</b>		<b>Code independent</b>	
Material type	Concrete	Material type	Concrete
Thermal expansion [m/mK]	0,00	Thermal expansion [m/mK]	0,00
Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	2500,0	Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	2500,0
Density in fresh state [kg/m <sup>3</sup> ]	2600,0	Density in fresh state [kg/m <sup>3</sup> ]	2600,0
E modulus [MPa]	3,1500e+04	E modulus [MPa]	3,2800e+04
Poisson coeff.	0,2	Poisson coeff.	0,2
Independent G modulus	<input type="checkbox"/>	Independent G modulus	<input type="checkbox"/>
G modulus [MPa]	1,3125e+04	G modulus [MPa]	1,3667e+04
Log. decrement (non-uniform ...)	0,2	Log. decrement (non-uniform ...)	0,2
Colour		Colour	
Specific heat [J/gK]	6,0000e-01	Specific heat [J/gK]	6,0000e-01
Thermal conductivity [W/mK]	4,5000e+01	Thermal conductivity [W/mK]	4,5000e+01
Order in code	4	Order in code	5
<b>Material behaviour for n...</b>		<b>Material behaviour for n...</b>	
<b>EN 1992-1-1</b>		<b>EN 1992-1-1</b>	
Characteristic compressive cyli...	25,00	Characteristic compressive cyli...	30,00
Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>	Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>
Mean compressive strength fc...	33,00	Mean compressive strength fc...	38,00
fcm(28) - fck(28) [MPa]	8,00	fcm(28) - fck(28) [MPa]	8,00
Mean tensile strength fctm(28)...	2,60	Mean tensile strength fctm(28)...	2,90
fctk 0,05(28) [MPa]	1,80	fctk 0,05(28) [MPa]	2,00
fctk 0,95(28) [MPa]	3,40	fctk 0,95(28) [MPa]	3,80
Design compressive strength - ...	16,67	Design compressive strength - ...	20,00
Design compressive strength - ...	20,83	Design compressive strength - ...	25,00
Strain at reaching maximum st...	20,0	Strain at reaching maximum st...	20,0
Ultimate strain eps cu2 [1e-4]	35,0	Ultimate strain eps cu2 [1e-4]	35,0
Strain at reaching maximum st...	17,5	Strain at reaching maximum st...	17,5
Ultimate strain eps cu3 [1e-4]	35,0	Ultimate strain eps cu3 [1e-4]	35,0

Slika 3.3. Karakteristike betona klase C25/30 i C30/37

### 3.5.2. Čelik

Za izvedbu armature nosive armirano betonske konstrukcije koristit će se armaturni čelik oznake čvrstoće **B500 B** u obliku šipki i mreža.

Name	B 500B
Code independent	
Material type	Reinforcement steel
Thermal expansion [m/mK]	0,00
Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	7850,0
E modulus [MPa]	2,0000e+05
Poisson coeff.	0,2
Independent G modulus	<input type="checkbox"/>
G modulus [MPa]	8,3333e+04
Log. decrement (non-uniform damp...)	0,2
Colour	
Specific heat [J/gK]	6,0000e-01
Thermal conductivity [W/mK]	4,5000e+01
Bar surface	Ribbed ▾
Order in code	5
Material behaviour for nonlin...	
Material behaviour	Elastic ▾
EN 1992-1-1	
Characteristic yield strength fyk [MPa]	500,0
Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>
Characteristic maximum tensile stren...	540,0
Coefficient k = ftk / fyk [-]	1,08
Design yield strength - persistent (fy...	434,8
Design yield strength - accidental (fy...	500,0
Maximum elongation eps uk [1e-4]	500,0
Class	B
Reinforcement type	Bars ▾
Fabrication	Hot rolled ▾

Slika 3.4. Karakteristike armaturnog čelika B500 B

## 4. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 4.1. Podaci o djelovanjima na konstrukciju

Tablica 4.1. Osnovna opterećenja uzeta u proračunskom modelu

Oznaka osnovnog djelovanja	Opis djelovanja
<b>G</b>	<p><b>Stalno djelovanje.</b> Djelovanje je podijeljeno na:</p> <p><b>G0</b> = Vlastita težina elemenata nosive konstrukcije (zidovi, ploče, grede, stupovi, stubišta)</p> <p><b>G1</b> = Ostalo stalno djelovanje: obloga (podovi), stalna oprema, itd. nanosi se kao dodatno opterećenje (plošno, linijsko ili koncentrirano) na proračunske modele.</p>
<b>Q</b>	<b>Promjenjiva djelovanja:</b> uporabno opterećenje, pokretna oprema i sl.
<b>s</b>	<b>Snijeg.</b> Djelovanje u smjeru globalne osi Z
<b>W</b>	<b>Vjetar.</b> Djelovanje u smjeru globalne osi <b>W<sub>x</sub></b> i <b>W<sub>y</sub></b>
<b>S</b>	<p><b>Potres:</b></p> <p><b>S<sub>x</sub></b>- djelovanje u smjeru globalne osi X</p> <p><b>S<sub>y</sub></b> - djelovanje u smjeru globalne osi Y</p> <p><b>T<sub>x</sub>,T<sub>y</sub></b> - uvrtnje (slučajni ekscentricitet)</p>

#### 4.1.1. Stalno djelovanje (G)

##### Vlastita težina konstrukcije (G0)

Stalno opterećenje vlastitom težinom elemenata konstrukcije generirano je u proračunskom modelu pomoću računalnog programa Scia Engineer 18.1. pomoću specifične težine betona (25 kN/m<sup>3</sup>) i dimenzija poprečnog presjeka pojedinog elementa.

**Ostala stalna djelovanja (G1)****Međukatna konstrukcija**

Sloj	d(m)	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$d*\gamma(\text{kN/m}^2)$
Parket ili keramičke pločice	0,02	10,0	0,2
Plivajući cementni estrih, armirani	0,05	22,0	1,1
PE folija	-	-	-
Ekspandirani polistiren	0,04	0,12	0,0048
Zaglađeni podgled stropa	-	-	-
Instalacije i pregradni zidovi	-	-	1,3

$$g = 2.30 \text{ kN/m}^2$$

**Stubište**

Sloj	d(m)	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$d*\gamma(\text{kN/m}^2)$
Završna obrada gazišta (kamena ploča)	0,02	28,0	0,56
Cementni namaz	0,01	20,0	0,20
Stuba	0,07	24,0	1,68
Zaglađeni podgled	-	-	-

$$g = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

**Krov**

Sloj	d(m)	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$d*\gamma(\text{kN/m}^2)$
Betonske ploče	0,03	22,0	0,66
Jednoslojna hidroizolacijska TPO membrana	0,0015	-	-
Cementni estrih, lagano armirani	0,04	22,0	0,88
Ekstudirana polistirenska pjena	0,14	0,2	-
Beton za pad	0,07	23,0	1,61
Instalacije	-	-	1,0

$$g = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

**Balkon**

Sloj	d(m)	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$d*\gamma(\text{kN/m}^2)$
Keramičke pločice	0,01	14,0	0,14
Polimer-cementni premaz	0,002	-	-
Cementni estrih, lagano armirani, u padu	0,05	22,0	1,1
PE folija	0,0015	-	-
Ekstrudirani polistiren	0,06	0,2	0,12
Zaglađeni podgled	-	-	-

$$g = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.1.2. Promjenjivo djelovanje (Q)

Tablica 4.2. Promjenjiva opterećenja korištena u proračunskom modelu

<b>Q:</b> stanovi - unutarnji prostori: Kategorija A2 ( $q_{\min}=1.5 \text{ kN/m}^2$ )	$\psi_0=0.7; \psi_1=0.5; \psi_2=0.3$	$q_k=1.5 \text{ kN/m}^2$
<b>Q:</b> stanovi – balkoni; Kategorija P ( $q_{\min}=4.0 \text{ kN/m}^2$ )	$\psi_0=0.7; \psi_1=0.5; \psi_2=0.3$	$q_k=4.0 \text{ kN/m}^2$
<b>Q:</b> stubišta; Kategorija S1 ( $q_{\min}=3.0 \text{ kN/m}^2$ )	$\psi_0=0.7; \psi_1=0.5; \psi_2=0.3$	$q_k=3.0 \text{ kN/m}^2$
<b>Q:</b> neprohodni krovovi $<20^\circ$ ; $\psi_2=0.0$ Kategorija H ( $q_{\min}=0.6 \text{ kN/m}^2$ )	$\psi_0=0.0; \psi_1=0.0;$ $\psi_2=0.0$	$q_k=1.0 \text{ kN/m}^2$

#### 4.1.3. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom definirano je slijedećom jednadžbom:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$\mu_i$  – koeficijent oblika opterećenja snijegom, ovisno o nagibu krova

$C_e$  – koeficijent izloženosti

$C_t$  – toplinski koeficijent (= 1,0)

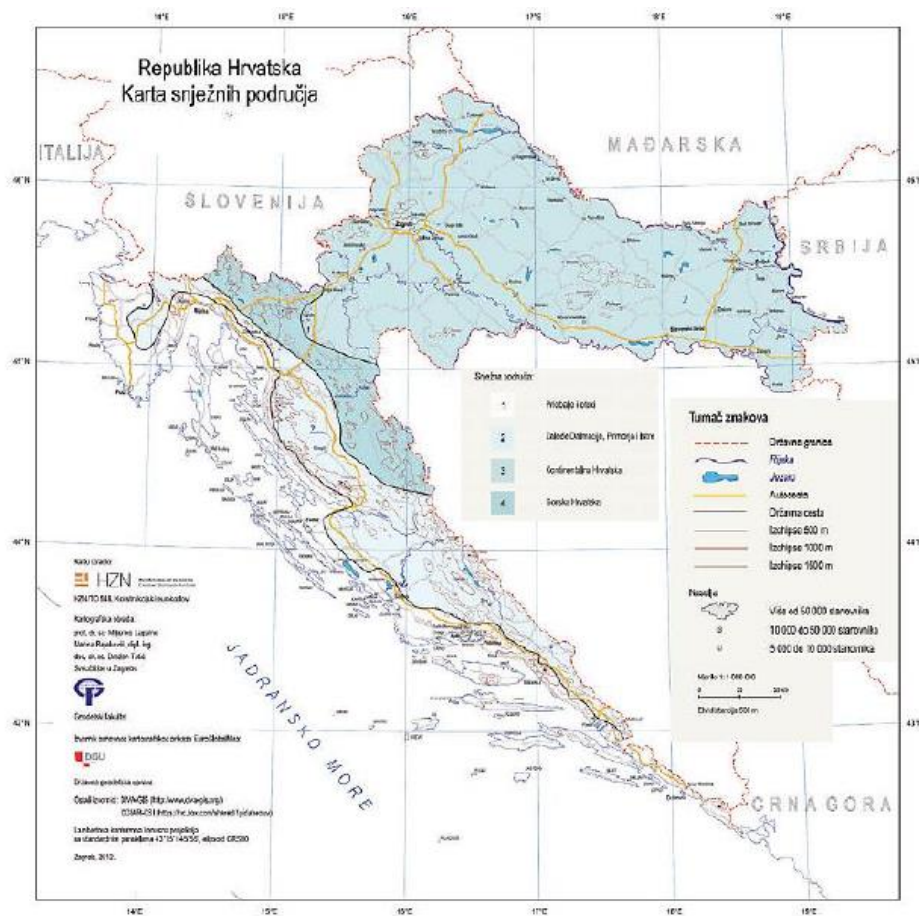
$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu

Tablica 4.3. Koeficijent oblika opterećenja snijegom

Kut nagiba krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	-

Odabrano:  $\mu_1 = 0,8$

$C_e = 1,0$  za uobičajen oblik terena



Slika 4.1. Karta snježnih područja RH

Tablica 4.4. Opterećenje snijegom za pojedino snježno područje

Nadmorska visina (m)	$s_k$ (kN/m <sup>2</sup> )			
	1. područje - priobalje i otoci	2. područje - zaleđe Dalmacije i Istre	3. područje - kontinentalna Hrvatska	4. područje - gorska Hrvatska
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00

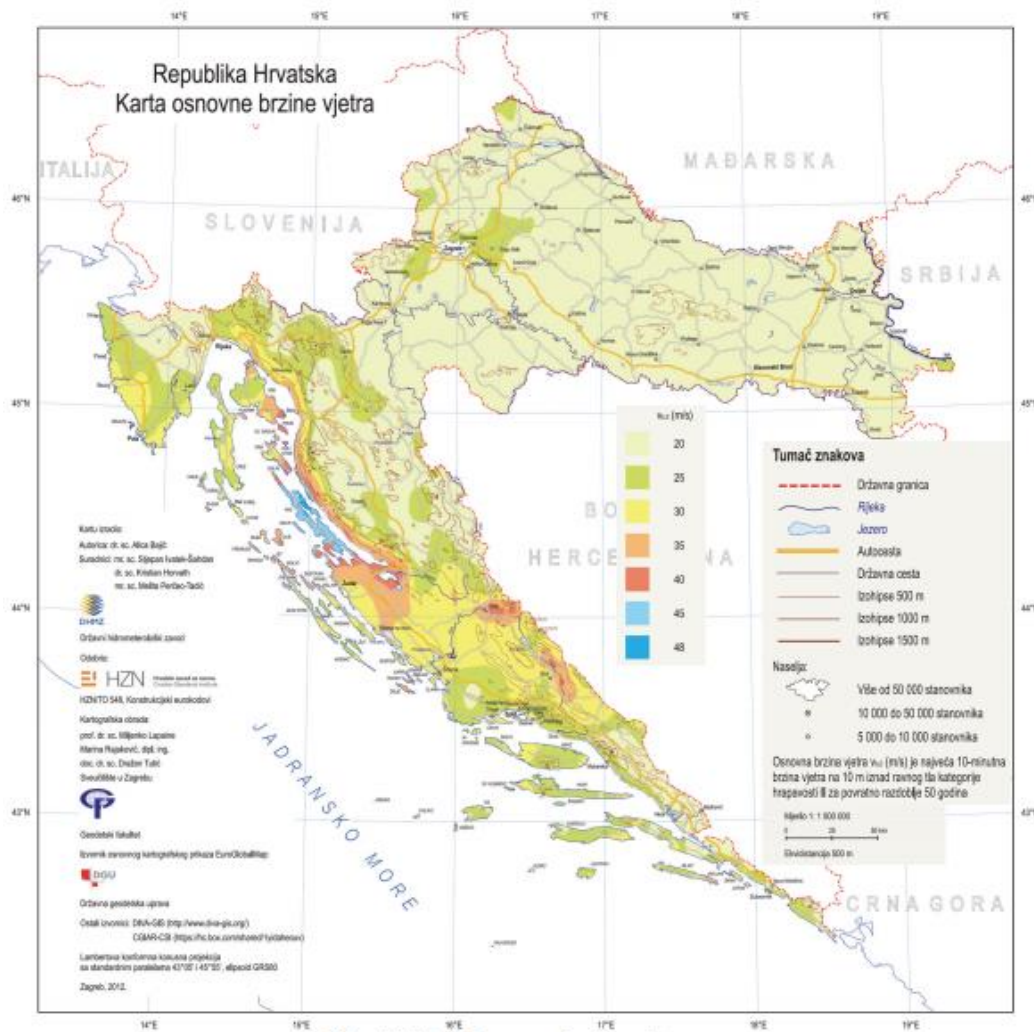
Odabrano:  $s_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

Napomena: Utjecaj snijega nije značajan pa se ne uzima u obzir pri daljnjem proračunu.



#### 4.1.4. Opterećenje vjetrom



Slika 4.2. Karta osnovne brzine vjetra za kopno prema DHMZ

$v_{ref,0}$  - osnovna brzina vjetra ovisna o geografskom položaju objekta

$c_e(z)$  - koeficijent položaja

$c_f$  - koeficijent sile – očitava se iz dijagrama za pojedine oblike i odnose dimenzija konstrukcije

$c_d$  - dinamički koeficijent odgovora konstrukcije na udar vjetra – očitava se iz dijagrama za pojedine oblike konstrukcije;

Za krute konstrukcije je  $c_d \leq 1.2$

( $\Psi_0=0.6$ ;  $\Psi_1=0.5$ )

osnovna brzina vjetra:  $v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$

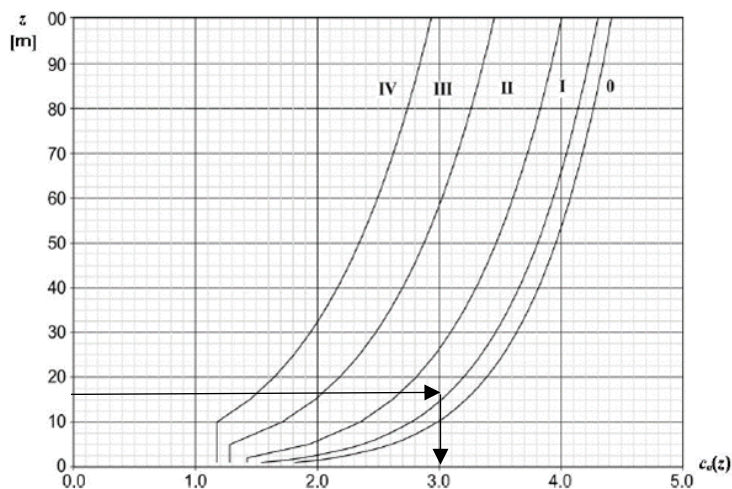
kategorija terena: **I.**

tlak pri osnovnoj brzini:  $q_b = \rho_{zrak} * v^2 / 2 = 1.25 * (30^2) / 2 / 1000 = q_b = 0.56 \text{ kN/m}^2$

tlak pri vršnoj brzini:  $q_p(z) = c_e(z) * q_b$

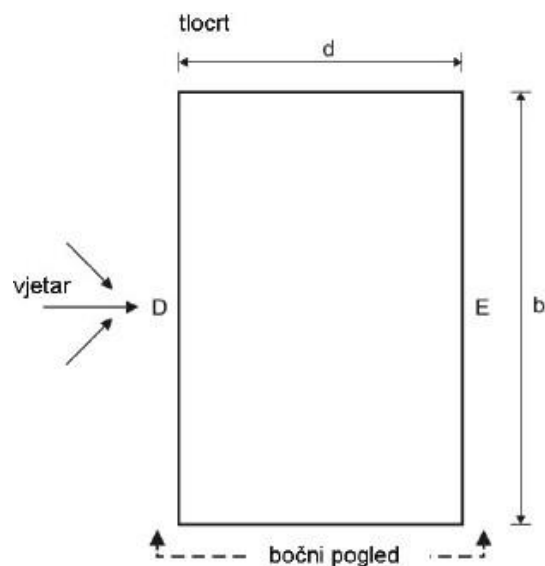
tlak vjetra na vanjske površine:  $w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$

tlak vjetra na unutarnje površine:  $w_i = q_p(z_i) * c_{pi}$



Slika 4.3. Koeficijent položaja  $c_e(z)$  u ovisnosti o visini  $z$  iznad terena i kategorijama terena 0 do IV

$c_{pe}$  = tlak vjetra na vanjske površine – prema skici:



Slika 4.4. Tlocrtna shema konstrukcije

**Opterećenje vjetrom na konstrukciju**

Visina zgrade (iznad okolnog terena): 15,0 m

$q_b = 0.56 \text{ kN/m}^2$

$$w_e(z) = c_e(z) \cdot q_b(z)$$

$$w_e(15,0) = 3,0 * 0,56 = 1,68 \left( \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right)$$

**Ukupna sila vjetra u x smjeru**

$$W_e(15,0) = 1,68 * 15,0 * 17,1 = 430,92 \text{ (kN)}$$

**Ukupna sila vjetra u y smjeru**

$$W_e(15,0) = 1,68 * 15,0 * 19,45 = 490,14 \text{ (kN)}$$

**4.1.5. Opterećenje potresom**

Računsko ubrzanje tla:

Granično stanje nosivosti:

(TNCR=475 godina; 50 godina; PNCR=10%): agr,GSN=0.276 g = 2.708 m/s<sup>2</sup>

Granično stanje uporabljivosti:

(TNCR=95 godina; 10 godina; PNCR=10%): agr,GSU=0.146 g = 1.432 m/s<sup>2</sup>

Faktor važnosti građevine:  $\gamma_I = 1.0$

Razred duktilnosti: DCM

Potresno opterećenje:

1.26 · S<sub>x</sub> - potresno opterećenje u smjeru osi x (zadan spektar odgovora za smjer x + 30% spektra odgovora za smjer y)

1.34 · S<sub>y</sub> - potresno opterećenje u smjeru osi y (zadan spektar odgovora za smjer y + 30% spektra odgovora za smjer x)

### Određivanje faktora ponašanja:

Da bi se u proračunu izbjegao nelinearni proračun, uzima se u obzir kapacitet trošenja energije u konstrukciji putem duktilnog ponašanja te se provodi linearni proračun utemeljen na spektru odziva umanjenom u odnosu na elastični spektar (proračunski spektar). To se umanjjenje postiže uvođenjem faktora ponašanja  $q$ . Faktor ponašanja  $q$  približno je omjer potresnih sila kojima bi građevina bila izložena kad bi njezin odziv bio u cijelosti elastičan uz 5%-tno viskozno prigušenje i stvarnih potresnih sila koje bi se pojavile na promatranom sustavu.

Faktor ponašanja  $q$  određen je sljedećim izrazom:

$$q = q_0 \cdot k_w \geq 1.5$$

$q_0$  osnovna vrijednost faktora ponašanja ovisna o vrsti konstrukcije, njezinoj duktilnosti i pravilnosti po visini

$k_w$  faktor prevladavajućeg oblika sloma konstrukcijskih sustava s zidovima

Pri određivanju faktora ponašanja  $q_0$  kvocijent  $\alpha_u / \alpha_1$  predstavlja faktor uvećanja, gdje je:

$\alpha_1$  vrijednost kojom je proračunsko horizontalno potresno djelovanje uvećano pri prvom dostizanju nosivosti na savijanje u bilo kojem elementu konstrukcije (pojava plastifikacije zgloba)

$\alpha_u$  vrijednost kojom je proračunsko horizontalno potresno djelovanje uvećano pri prelasku konstrukcije u mehanizam (pojava dovoljnog broja plastičnih zglobova)

Tablica 4.5. Osnovne vrijednosti faktora ponašanja  $q_0$  za konstrukcije koje zadovoljavaju uvjet pravilnosti po visini

Tip konstrukcije	Razred duktilnosti	
	DCM	DCH
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	3,0 $\alpha_u / \alpha_1$	4,5 $\alpha_u / \alpha_1$
Sustav nepovezanih zidova	3,0	4,0 $\alpha_u / \alpha_1$
Torzijski savitljiv sustav	2,0	3,0
Sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

Tablica 4.6. Vrijednost faktora  $k_w$ 

Vrsta konstrukcije	$k_w$
okvirne konstrukcije i njima istovrijedni dvojni sustavi	1,0
zidni sustavi sustavi istovrijedni zidnim sustavima torzijski savitljivi sustavi	$0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1,0$

Koeficijent  $\alpha_0$  prevladavajući je koeficijent oblika zidova konstruktivnog sustava i određen je izrazom:

$$\alpha_0 = \sum h_{wi} / \sum l_{wi}$$

$\sum h_{wi}$  Ukupna visina zida „i“ od podnožja (temelja ili krutog podruma) do najvišeg kata

$\sum l_{wi}$  Duljina presjeka zida „i“

### Razred umjerene duktilnosti (DCM)

Prevladavajući koeficijent oblika zidova konstruktivnog sustava:

$$\alpha_0 = \sum h_{wi} / \sum l_{wi}$$

smjer X:  $\alpha_0 = 198/61,38=3,23$ ;

$$k_w = (1 + 3,23) / 3 = 1,41; \mathbf{k_w = 1,0}$$

smjer Y:  $\alpha_0 = 216/57,55=3,75$

$$k_w = (1 + 3,75) / 3 = 1,58; \mathbf{k_w = 1,0}$$

Osnovna vrijednost faktora ponašanja za zidni sustav nepovezanih zidova (tablica 4.4.) iznosi:

$$q_0 = 3,0$$

Faktor ponašanja q:

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

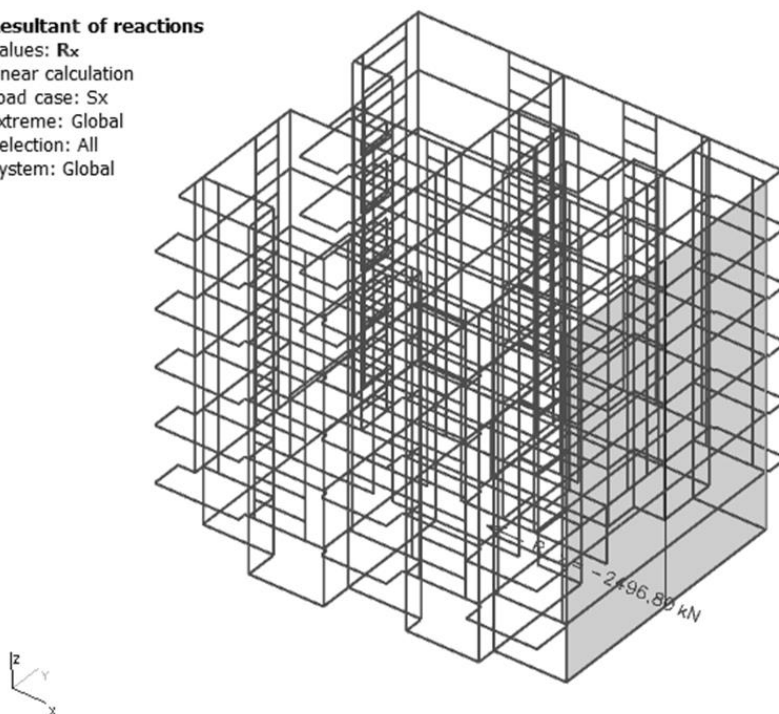
$$q = 3,0 \cdot 1,0 = 3,0 \geq 1,5$$

$$\mathbf{q = 3,0}$$

Za razred umjerene duktilnosti (DCM) i konkretni konstrukcijski sustav faktor ponašanja q jednak je u smjeru x i y i iznosi 3,0.

**Resultant of reactions**

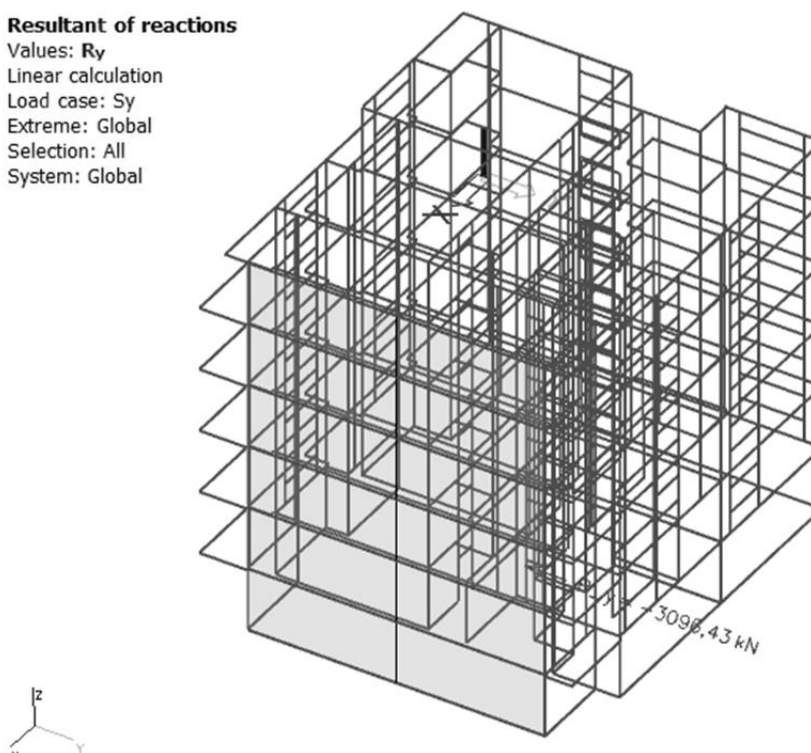
Values:  $R_x$   
Linear calculation  
Load case:  $S_x$   
Extreme: Global  
Selection: All  
System: Global



Slika 4.5. Ukupna reakcija  $R_x$  (kN) na djelovanje potresa  $S_x$

**Resultant of reactions**

Values:  $R_y$   
Linear calculation  
Load case:  $S_y$   
Extreme: Global  
Selection: All  
System: Global



Slika 4.6. Ukupna reakcija  $R_y$  (kN) za djelovanje potresa  $S_y$

**Ukupna sila vjetra i potresa u x smjeru**

$$W_e(\text{vjetar}) = 430,92 \text{ kN}$$

$$R_x(\text{potres}) = 2496,8 \text{ kN}$$

**Ukupna sila vjetra i potresa u y smjeru**

$$W_e(\text{vjetar}) = 490,14 \text{ kN}$$

$$R_y(\text{potres}) = 3096,43 \text{ kN}$$

*Napomena:* Budući da je opterećenje vjetrom znatno manje od potresnog opterećenja, u daljnjem se proračunu zanemaruje.

**Slučajni utjecaj torzije**

$$M = R \cdot f \cdot 0,05 \cdot l$$

Gdje je: M- moment torzije

R- ukupna reakcija usred potresnog djelovanja

f- faktor uvećanja potresnog djelovanja u svrhu aktiviranja 100% mase konstrukcije

l- duljina stranice okomite na djelovanje potresa

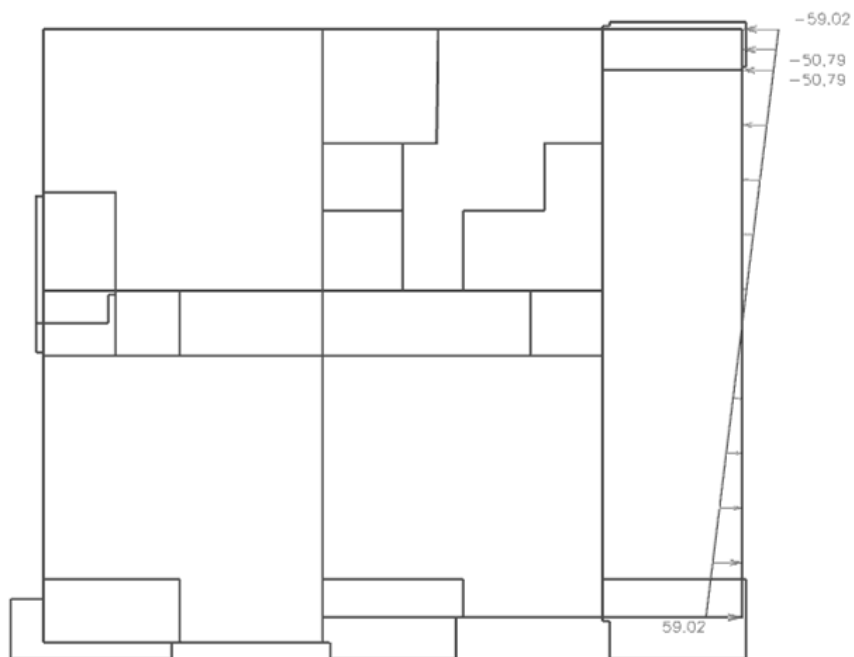
$$M_x = 2496,8 \cdot 1,26 \cdot 0,05 \cdot 16,2 = 2581,73 \text{ kNm}$$

$$M_y = 3096,43 \cdot 1,34 \cdot 0,05 \cdot 19,25 = 3999,33 \text{ kNm}$$

$$T = 6M/l^2$$

$$T_x = 59,02 \text{ kN/m}$$

$$T_y = 64,76 \text{ kN/m}$$



Slika 4.7. Slučajni utjecaj torzije u smjeru x ( $T_x$ )



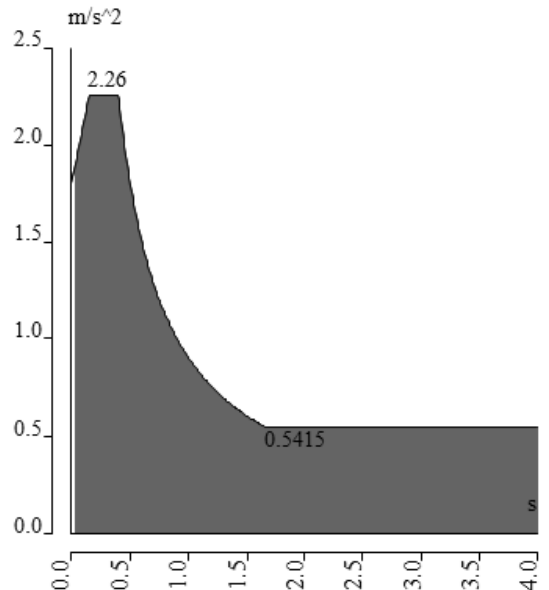
Slika 4.8. Slučajni utjecaj torzije u smjeru y ( $T_y$ )



## 4.2. Proračun konstrukcije na potresno djelovanje za razred umjerene duktilnosti (DCM) metodom spektralne analize prema EC8-EN 1998- 1:2011

Spektar tipa 1, Klasa tla A:  $S = 1,0$ ;  $T_B = 0,15$ ;  $T_C = 0,4$ ;  $T_D = 2,0$

Tablica 4.7. Prikaz osnovnih informacija o proračunskom spektru (DCM)

Naziv	Način crtanja spektra	Informacija o seizmičkom djelovanju	Grafički prikaz
Projektni spektra za proračun seizmičkog djelovanja (za smjer x i y)	Uz pomoć perioda	Tip propisa – Eurocode 8 Tip tla - A Djelovanje - Horizontalno Tip spektra - tip 1 Koeficijent akceleracije. $a_g = 0,276$ $a_g$ proračunska akceleracija – $0,981$ $\beta = 0,2$ $q$ – faktor ponašanja – $3,0$ (za smjer x i y)	 <p>The graph displays the seismic spectrum with acceleration in <math>m/s^2</math> on the vertical axis (ranging from 0.0 to 2.5) and period in seconds on the horizontal axis (ranging from 0.0 to 4.0). The curve shows a peak acceleration of 2.26 <math>m/s^2</math> at a period of 0.15 seconds. The acceleration then decreases to 0.5415 <math>m/s^2</math> at a period of 0.4 seconds, where it levels off to a constant value of 0.5415 <math>m/s^2</math> for periods up to 2.0 seconds.</p>

### 4.3. Prikaz rezultata modalne analize

Tablica 4.8. Prikaz sudjelujućih masa

Relativemodal masses

Mode	mega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{xi}/W_{stat}$	$W_{yi}/W_{stat}$	$W_{zi}/W_{stat}$	$V_{xi,R}/W_{stat,i}$	$V_{yi,R}/W_{stat,i}$	$V_{zi,R}/W_{stat,i}$
1	30.2536	0,21	4,82	0.360916	0.145861	2.24519e-05	0.0399986	0.0853217	0.173787
2	36.751	0,17	5,85	0.289334	0.37256	4.06681e-05	0.106471	0.0731559	0.0361518
3	47.2931	0,13	7,53	0.0531837	0.180844	7.66056e-05	0.056149	0.0178868	0.449708
4	86.0351	0,07	13,69	0.00643316	0.00120404	0.107381	0.0238846	0.0735309	9.53085e-06
5	92.0699	0,07	14,65	0.0102134	0.00048123	0.00869552	0.0121037	0.0609475	0.000386017
6	93.2036	0,07	14,83	0.00104472	0.00154991	0.174406	0.0769759	0.000398317	0.000232809
7	94.9079	0,07	15,11	0.00321612	0.000139624	0.000681706	0.000230712	0.0137282	0.00019663
8	95.6787	0,07	15,23	0.00128632	0.000115006	0.000147075	0.000131066	0.00586032	9.5288e-05
9	96.9973	0,06	15,44	0.0017126	0.000310422	0.000155838	0.000287989	0.00449376	0.000406349
10	97.8599	0,06	15,57	0.000184903	0.000106974	0.000479088	0.000170868	0.000479347	0.00031848
11	99.0687	0,06	15,77	0.0382362	0.0176446	0.011747	0.0145085	0.0377385	0.0201927
12	99.4777	0,06	15,83	0.0179856	0.00943384	8.89698e-07	0.0199373	0.0367588	0.0107258
13	99.7299	0,06	15,87	0.000300887	6.91959e-05	0.000107492	2.36917e-05	0.00693788	1.26858e-05
14	100.919	0,06	16,06	0.000555762	0.000156171	0.000988208	0.000504569	8.18856e-05	0.00125979
15	101.46	0,06	16,15	0.00171137	0.00148416	0.00195526	0.00253361	0.000108078	0.00486211
16	101.791	0,06	16,20	0.000589203	0.00393026	0.000862202	0.00403096	0.00110409	0.00404587
17	102.409	0,06	16,31	0.00053659	0.000183504	0.000127887	0.000349483	9.36198e-06	0.000647803
18	102.693	0,06	16,34	0.000613372	0.000301847	0.00306462	0.000282083	0.00142659	0.000101022
19	103.364	0,06	16,45	0.000105351	7.05818e-05	0.000375871	4.55304e-05	0.00206399	0.000154355
20	103.503	0,06	16,47	6.28547e-06	2.83132e-07	8.69441e-06	1.03439e-05	3.97221e-05	5.04526e-07
21	103.506	0,06	16,47	3.48721e-06	6.52522e-06	0.000478028	7.30746e-05	5.41023e-05	2.5422e-07
22	103.772	0,06	16,52	0.000507984	0.000250833	0.00615312	6.74063e-07	0.000250607	0.00100485
23	104.123	0,06	16,57	0.000865331	1.08024e-07	0.00833706	0.00447082	0.00327564	0.000100937
24	104.411	0,06	16,62	8.5931e-06	2.65744e-05	0.000309064	0.00126796	0.000141696	8.58108e-06
25	104.854	0,06	16,69	1.44589e-05	6.87844e-07	6.52056e-05	3.377e-05	6.88172e-06	1.90293e-05
26	105.05	0,06	16,72	2.7883e-06	0.000149867	0.000486415	0.00110821	0.000242401	0.000180266
27	107.658	0,06	17,13	0.000626532	0.00493961	0.0118131	0.00115582	0.0115027	0.00812136
28	109.787	0,06	17,47	0.000126611	7.29868e-05	0.00139463	0.000183213	0.0022975	9.35174e-06
29	110.275	0,06	17,55	0.000372428	0.00247995	0.00179682	0.00684482	2.19796e-05	0.000670741
30	110.597	0,06	17,60	3.03227e-05	0.000176094	3.20705e-05	0.000375113	3.44823e-05	5.31056e-05
				0.790724	0.744549	0.342193	0.374143	0.4399	0.713463

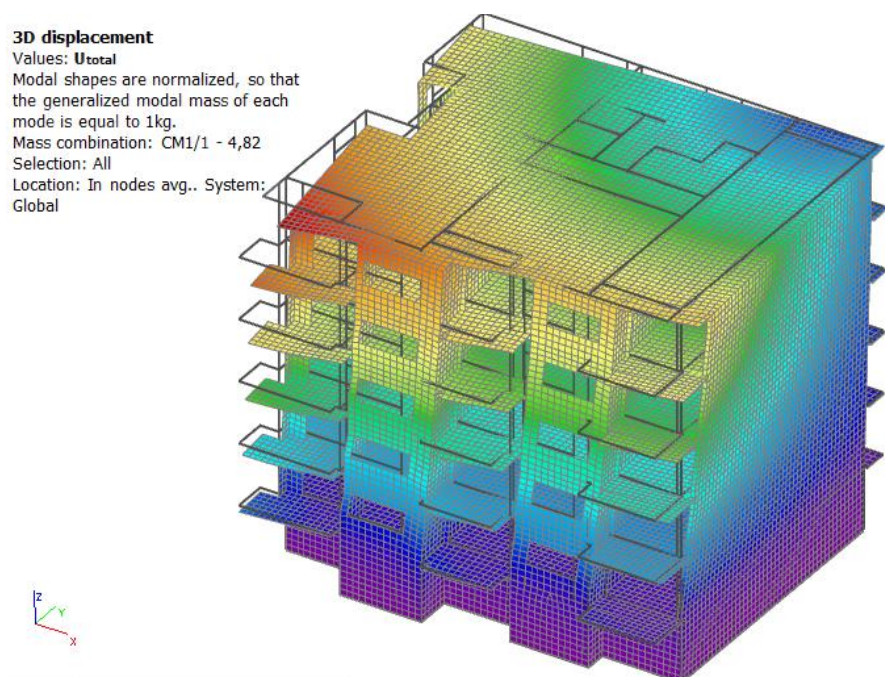
U proračunu na potresno opterećenje korištena je višemodalna spektralna analiza. Uzeto je ukupno 30 modova. Zbroj proračunskih modalnih masa za oblike koji su uzeti u obzir iznosi 79.07% za x smjer, te 74.45% za y smjer. Ukupna aktivacija mase u oba smjera mora biti najmanje 90% ukupne mase konstrukcije, stoga je potrebno u povećati potresne sile u potresnim kombinacijama.

$$f_x = 100/79,07 = 1,26$$

$$f_y = 100/74,45 = 1,34$$

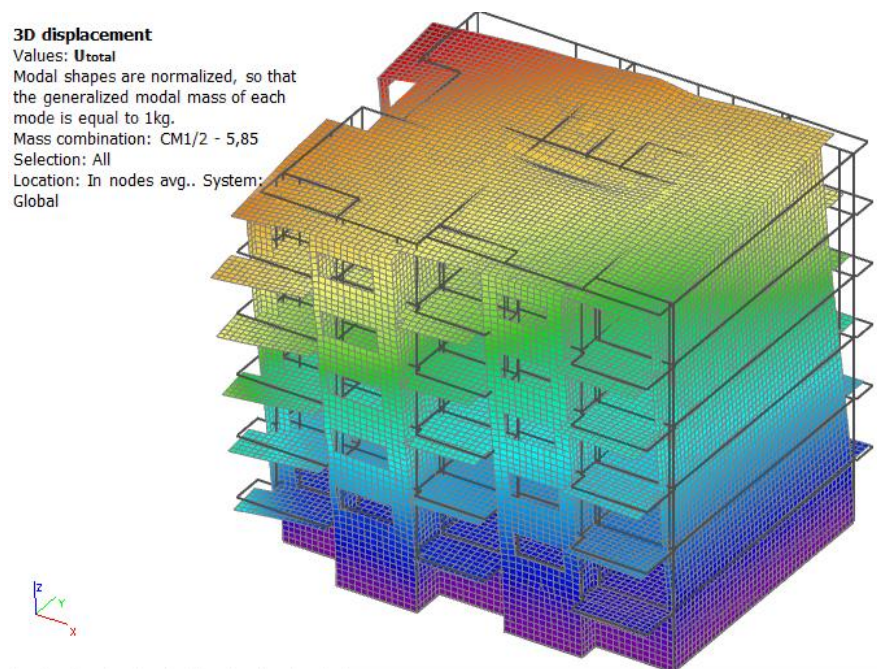
### 4.3.1. Vlastiti oblici uslijed potresnog djelovanja

#### Prvi vlastiti vektor



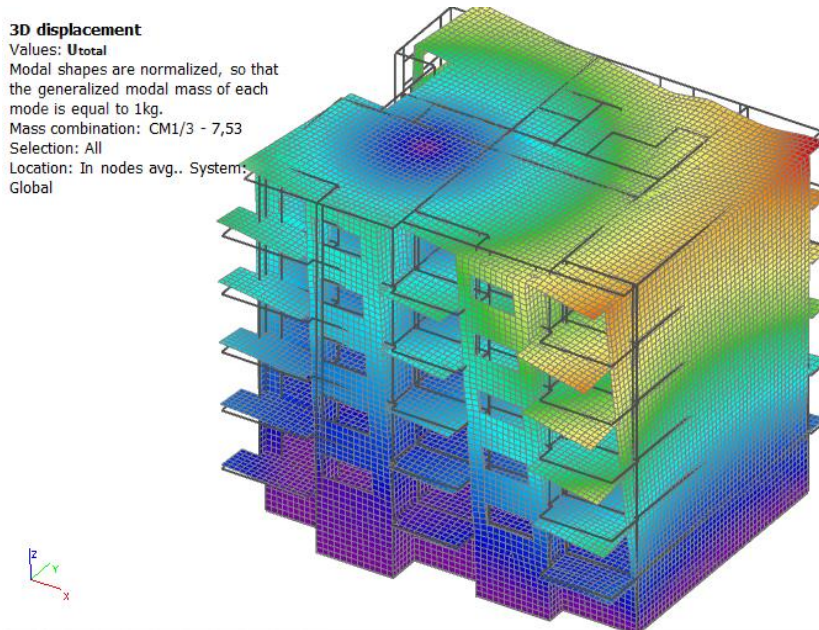
Slika 4.9. Grafički prikaz prvog vlastitog vektora

#### Drugi vlastiti vektor



Slika 4.10.. Grafički prikaz drugog vlastitog vektora

## Treći vlastiti vektor



Slika 4.11. Grafički prikaz trećeg vlastitog vektora

## 4.4. Kombinacije djelovanja

### 4.4.1. Granično stanje uporabljivosti

$$\text{GSU}_1: 1G + 1G1 + 0,5Q$$

$$\text{GSU}_2: 1G + 1G1 + 0,3Q$$

### 4.4.2. Granično stanje nosivosti

$$\text{GSN}_1: 1,35G + 1,35G1 + 1,5Q$$

$$\text{GSN}_{Sx+Tx}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,26Sx + 1Tx$$

$$\text{GSN}_{Sx-Tx}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,26Sx + (-1)Tx$$

$$\text{GSN}_{Sy+Ty}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,34Sy + 1Ty$$

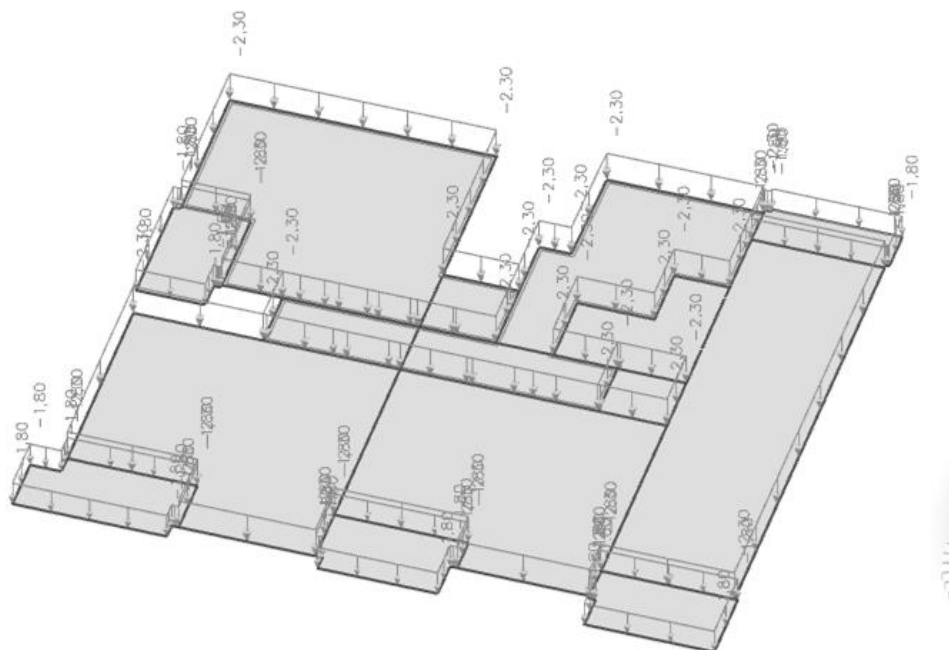
$$\text{GSN}_{Sy-Ty}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,34Sx + (-1)Ty$$

### 4.4.3. Anvelopa kombinacija

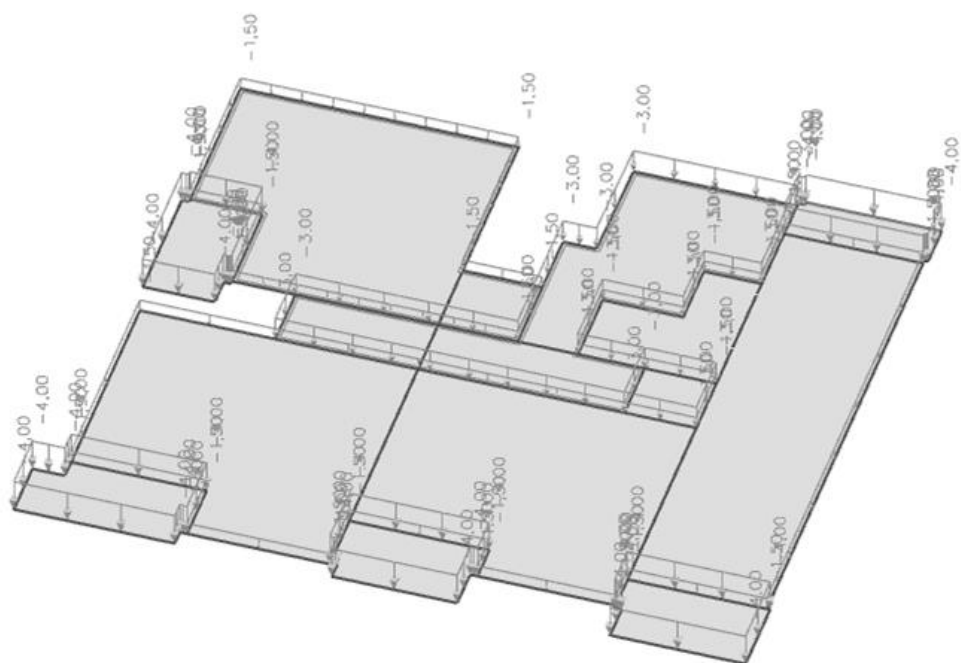
$$\text{Anv}_{potres}: \text{GSN}_{Sx+Tx} + \text{GSN}_{Sx-Tx} + \text{GSN}_{Sy+Ty} + \text{GSN}_{Sy-Ty}$$

## 5. PRORAČUN KARAKTERISTIČNE MEĐUKATNE PLOČE

### 5.1. Analiza opterećenja



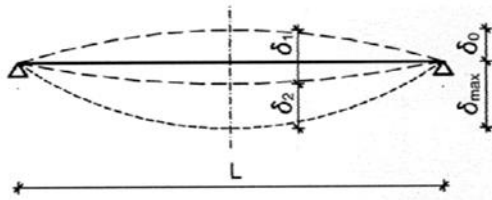
Slika 5.1. Dodatno stalno opterećenje karakteristične ploče



Slika 5.2. Promjenjivo opterećenje karakteristične ploče

## 5.2. Kontrola progiba

Maksimalni dopušteni progib:  $\delta_{\max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0 = L/250$



$\delta_0$  = nadvišenje

$\delta_1$  = progib od kratkotrajnog opterećenja

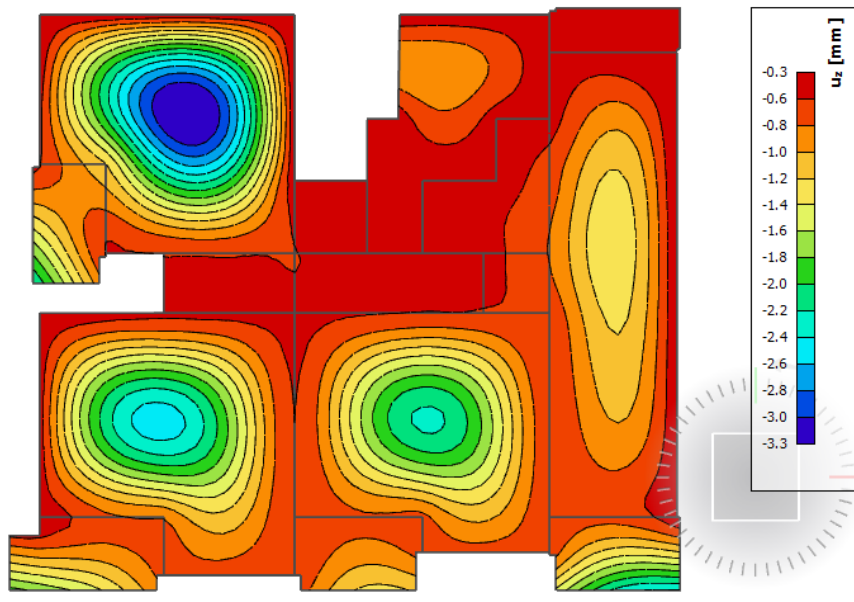
$\delta_2$  = progib od vremenskih efekata

$\delta_{\max}$  = maksimalni (ukupni) progib

Elastični progib dobiven proračunom po linearnoj teoriji:

$\delta_{EL}$

1. Progib od kratkotrajnog opterećenja (nelinearni):  $\delta_1 \approx 2.5 * \delta_{EL}$
2. Progib od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:  $\delta_1 + \delta_2 \approx 5.0 * \delta_{EL}$



Slika 5.3. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

Dopušteni računski progib od kratkotrajnog opterećenja (kombinacija GSU-1):

$$\delta_{\max, RAC} = \delta_1 - \delta_0 \leq L/400$$

$$\delta_1 \approx 2.5 * \delta_{EL} ; \text{ nadvišenje } \delta_0 = L/350$$

$$\delta_{\max, RAC} = \delta_{EL} * 2.5 - \delta_0 \leq L/400$$

$$\text{s nadvišenjem } \delta_0 = L/350:$$

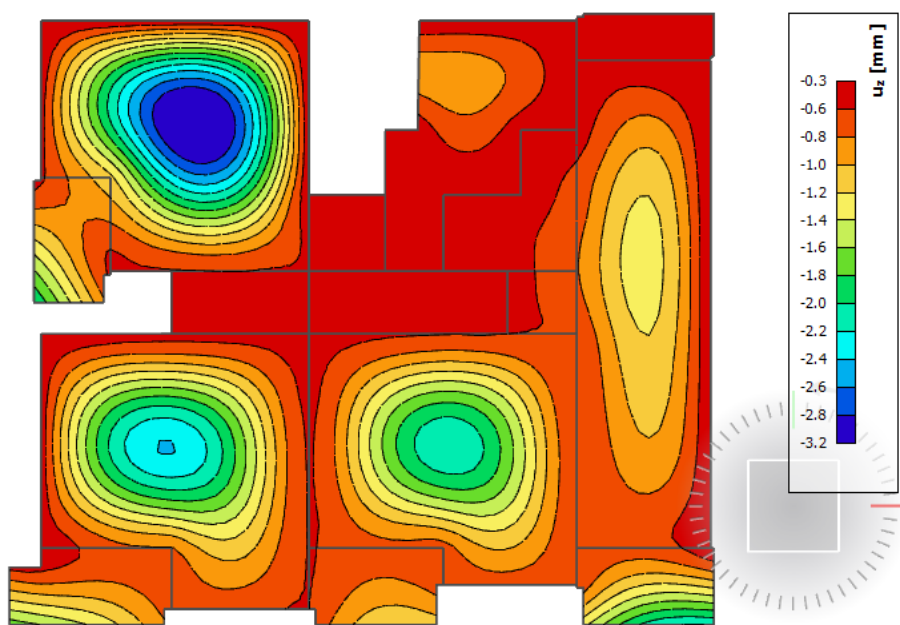
$$\delta_{EL} \leq (L/400 + L/350) / 2.5 = L/467$$

$$\text{bez nadvišenja:}$$

$$\delta_{EL} \leq (L/400) / 2.5 = L/1000$$

Najveći progib je iznosa 3.3 mm;

$L = 7700$  mm; dozvoljeni progib  $L/1000 = 7.70$  mm → Ploča **zadovoljava** dozvoljene progibe.



Slika 5.4. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

**Približni iznos ukupnog progiba od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:**

$$(\delta_1 + \delta_2) \approx \delta_{EL} * 5.0$$

**Dopušteni računski progib** (kombinacija GSU-2):  $\delta_{\max, RA\check{C}} = (\delta_1 + \delta_2) - \delta_0 \leq L/250$

$$\delta_1 + \delta_2 \approx 5.0 * \delta_{EL}; \text{ nadvišenje } \delta_0 = L/350$$

$$\delta_{\max, RA\check{C}} = \delta_{EL} * 5.0 - L/350 \leq L/250$$

s nadvišenjem  $\delta_0 = L/350$ :

$$\delta_{EL} \leq (L/250 + L/350) / 5.0 = L/730$$

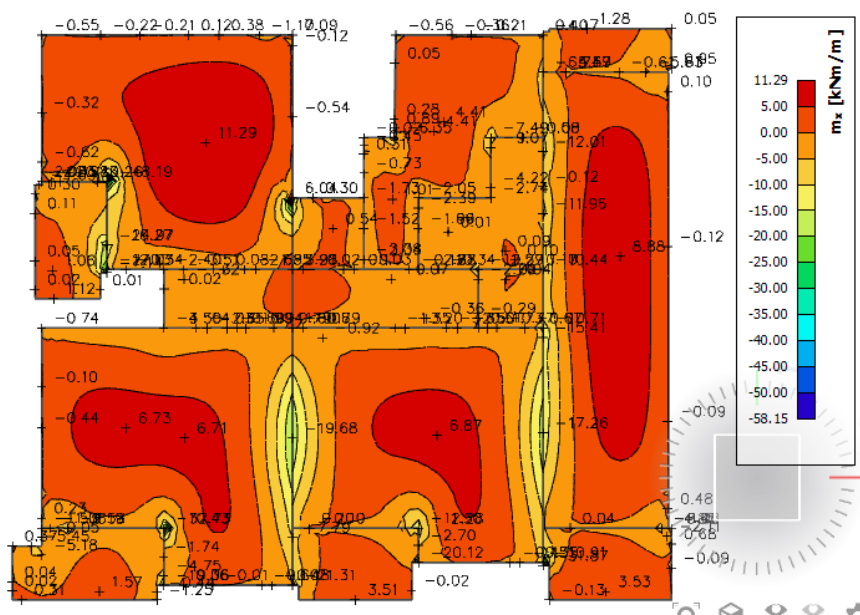
bez nadvišenja:

$$\delta_{EL} \leq (L/250) / 5.0 = L/1250$$

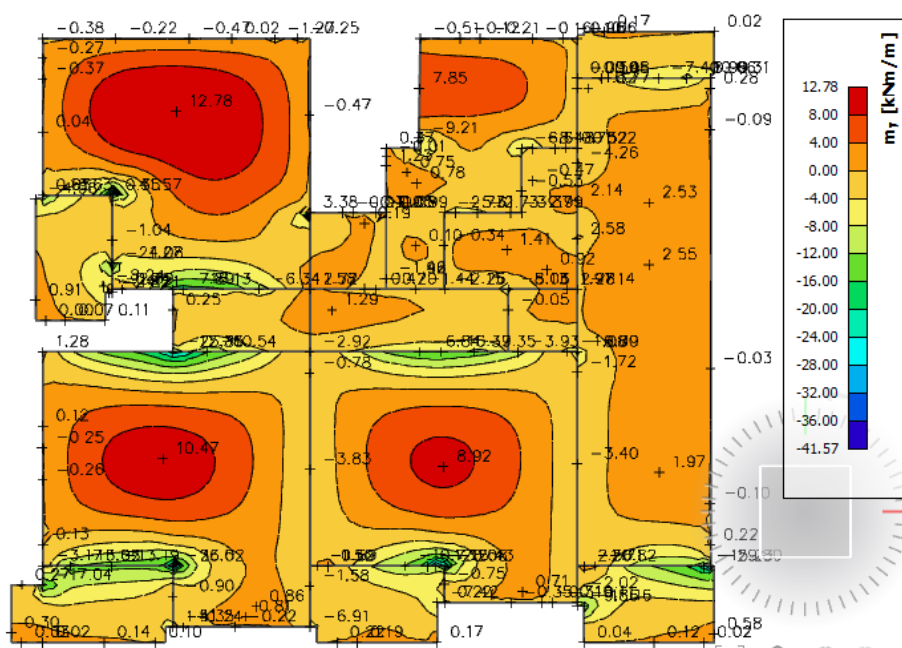
Najveći progib je iznosa 3.2 mm;

$L=7700\text{mm}$ ; dozvoljeni progib  $L/1250 = 6.16\text{ mm}$  → Ploča **zadovoljava** dozvoljene progibe.

### 5.3. Kontrola pukotina



Slika 5.5. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $kNm/m$ ) za GSU-1



Slika 5.6. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $kNm/m$ ) za GSU-1



Mjerodavni moment  $M = 12,78 \text{ kNm/m}$

Prognoza širine pukotine:

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

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

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

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{7,0 \cdot 4,24}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 15,0}{7,0 \cdot 4,24}} \right) = 2,70 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{1278}{\left(15,0 - \frac{2,70}{3}\right) \cdot 4,24} = 21,38 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 213,8 \text{ MPa}$$

Za C 25/30  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2,6 \text{ MPa}$

$A_{s1} = Q-424 = 4,24 \text{ cm}^2$

$E_{cm} = 30,0 \text{ GPa} = 30000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 210,0 \text{ GPa} = 210000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$k_t = 0,4$  – dugotrajno opterećenje

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{210}{30} = 7,0 \text{ – odnos modula elastičnosti}$$

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{4,24}{100(2,5 \cdot 2,5)} = 0,00678$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{213,8 - 0,4 \frac{2,6}{0,00678} (1 + 7,0 \cdot 0,00678)}{210000} \geq 0,6 \cdot \frac{213,8}{210000}$$

$$0,000253 \geq 0,000611$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000611$$

Srednji razmak pukotina:

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

$$\Phi = 7,0 \text{ mm}$$

$$c = 20 \text{ mm} - \text{Zaštitni sloj uzdužne armature}$$

$$k_1 = 0,8 - \text{Rebrasta armatura}$$

$$k_2 = 0,5 - \text{Savijanje}$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{7,0}{0,00678} = 243,52$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 243,52 \cdot 0,000611 = 0,149 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

**- Pukotine zadovoljavaju!**

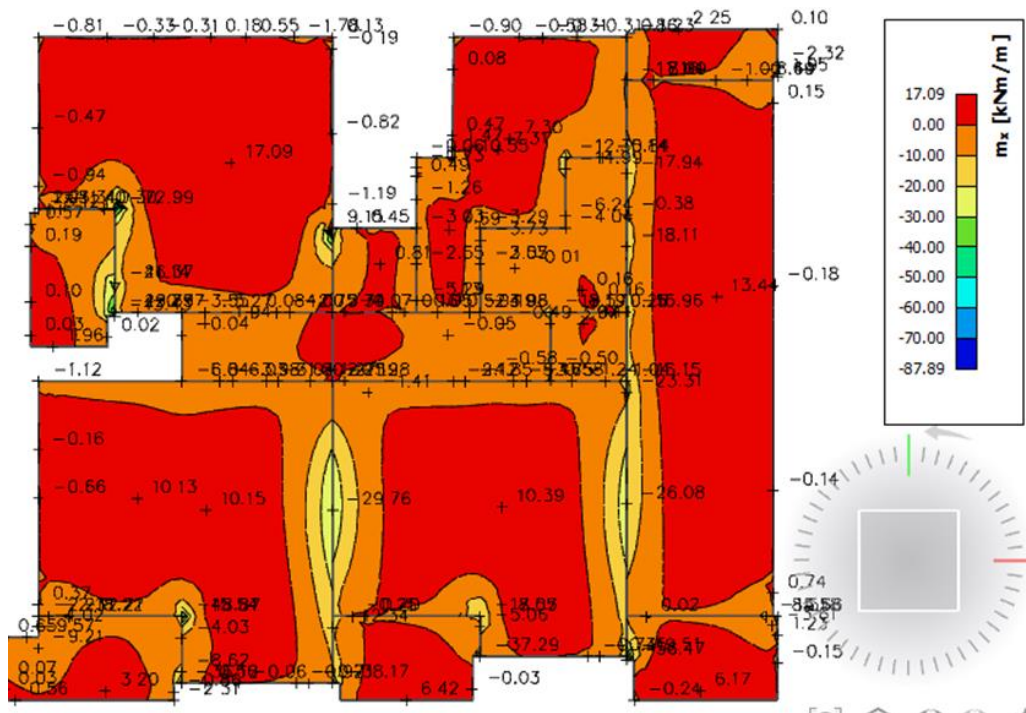
## 5.4. Prikaz rezultata

Mjerodavna kombinacija:

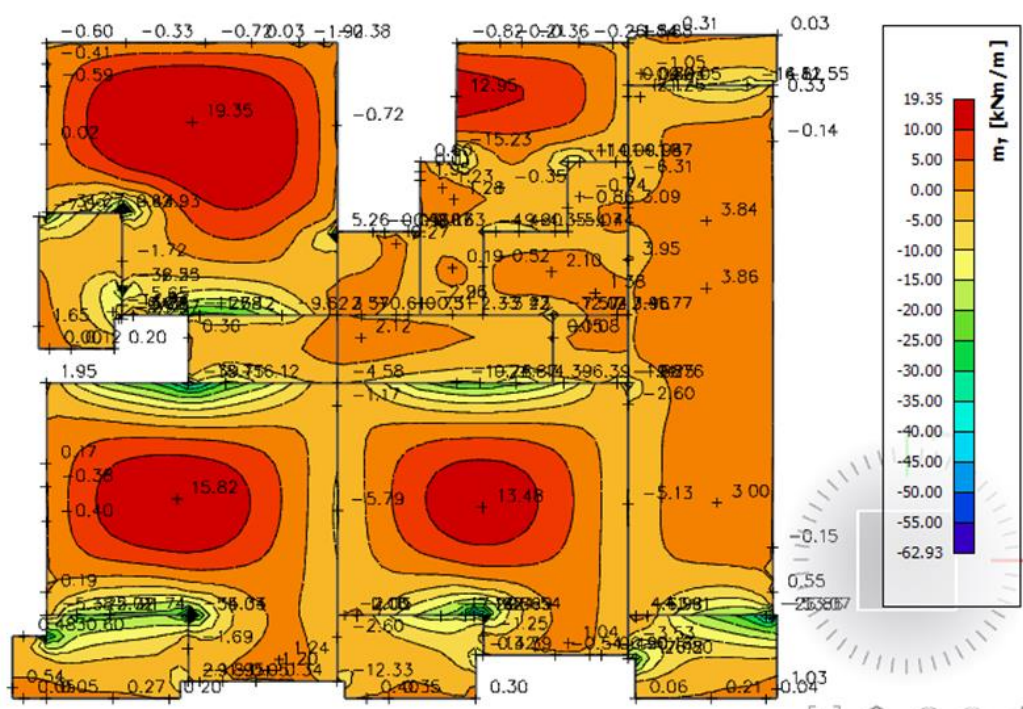
$$GSN_1 : 1,35 * G + 1,5 * Q$$

Na sljedećim slikama prikazani su rezultati momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  te poprečnih sila

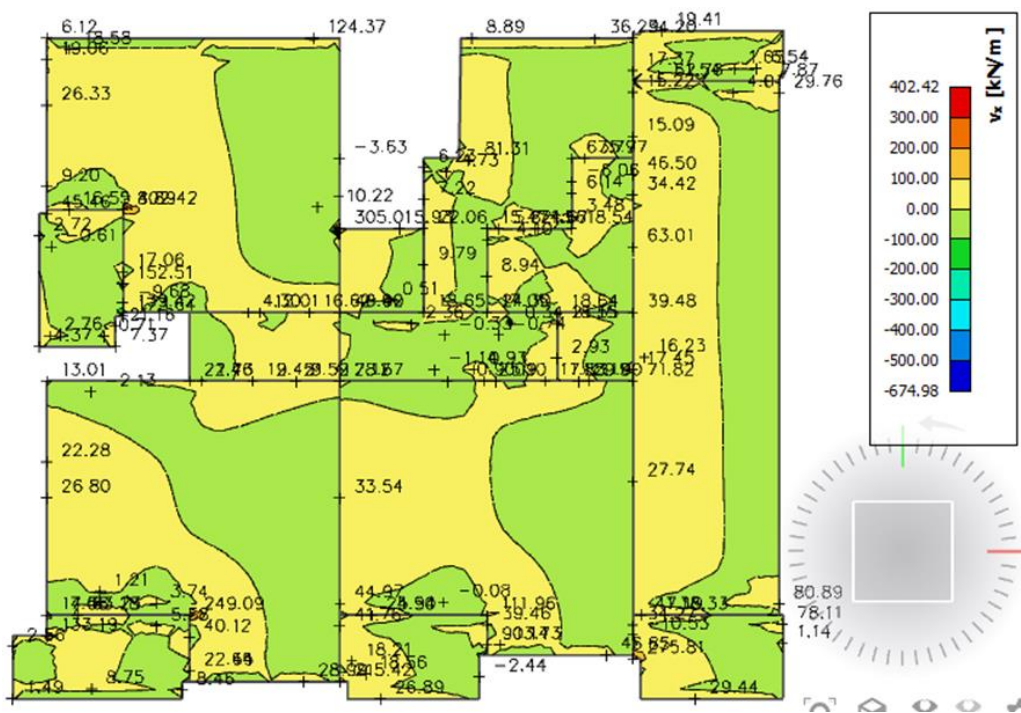
$V_x$  i  $V_y$



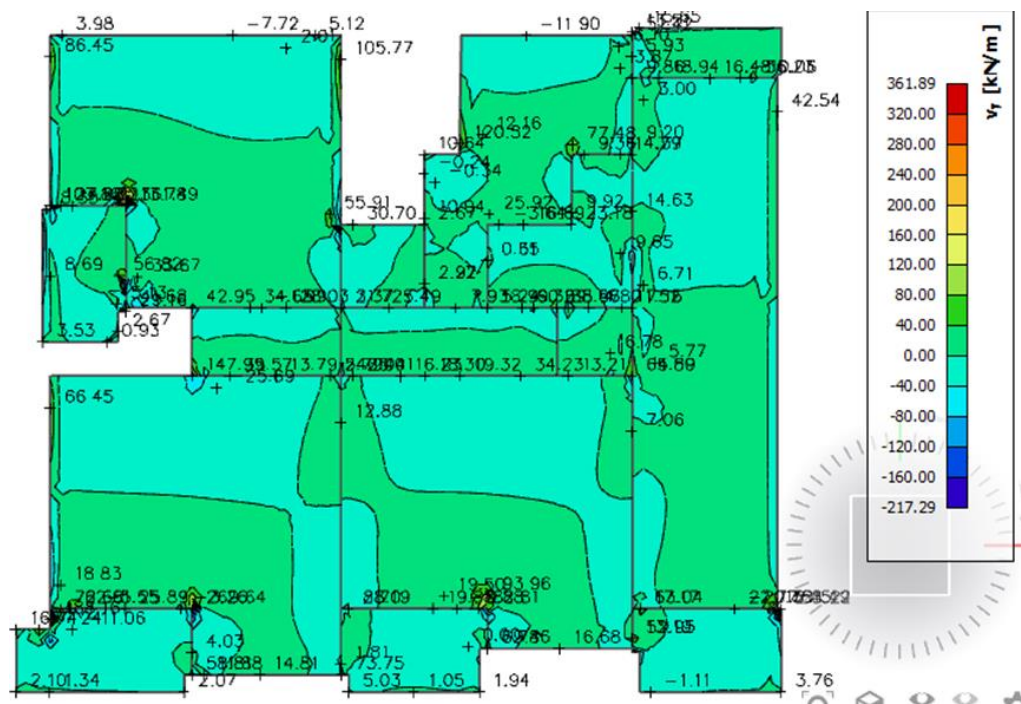
Slika 5.7. Momenti savijanja  $M_{sdx}$  [kNm/m] za GSN-1



Slika 5.8. Momenti savijanja  $M_{sdy}$  [kNm/m] za GSN-1

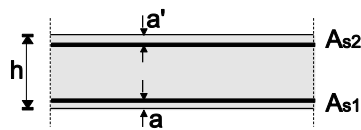


Slika 5.9. Poprečne sile  $V_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN-1



Slika 5.10. Poprečne sile  $V_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN-1

## 5.5. Dimenzioniranje karakteristične ploče



$h=18,0$  cm

Zaštitni sloj:  $a=2,5$  cm; udaljenost do osi armature 0,5 cm;  $d=15$  cm

Beton: C 25/30  $f_{ck}=25,0$  MPa  $E_{cm}=30,0$  GPa

Armatura: B 500B  $f_y=500$  MPa

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 15 = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{15}{500} = 1,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 17,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ .

Potrebna armatura:

$$A_{s1} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{0,9 \cdot 15 \cdot 434,8} = M_{Ed} \cdot 0,17$$

### Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{150}} = 2,15 \leq 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{4,24}{1500} = 0,0028$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0028 \cdot 25,0)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,0 \right] 1000 \cdot 150 = 68,87 \text{ kN/m}$$

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

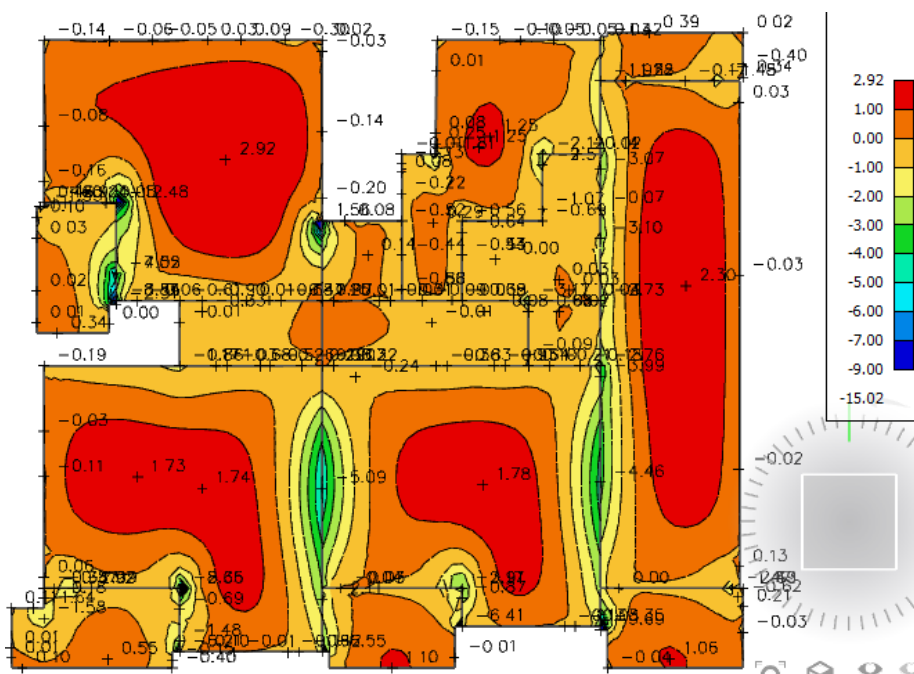
$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,0^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,495$$

$$k_1 = 0,15$$

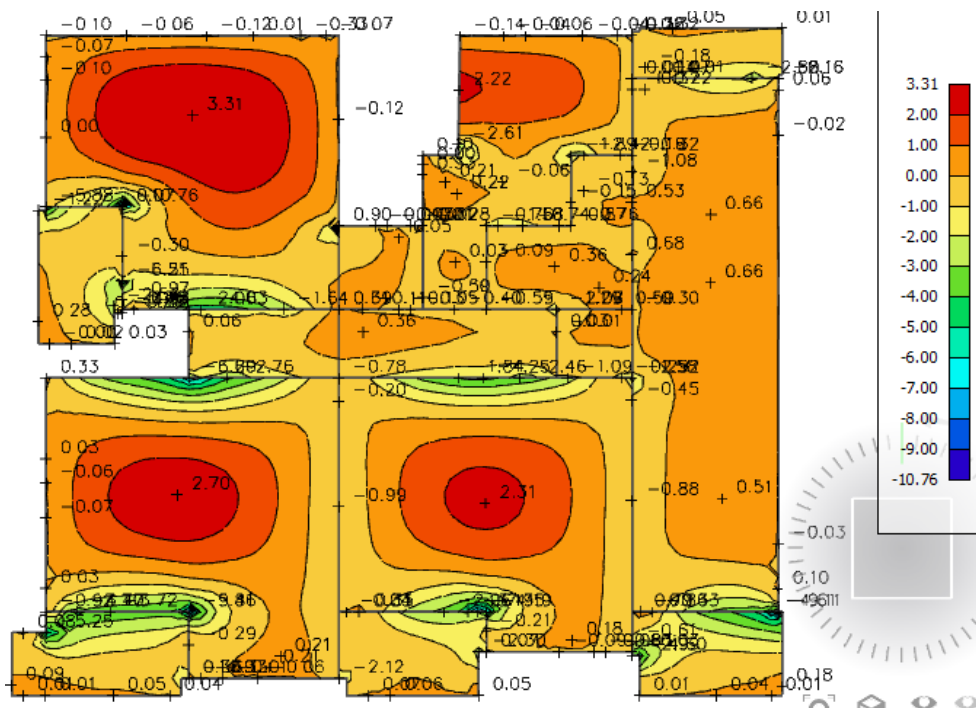
$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c,min} = [0,495 + 0,15 \cdot 0,0] 1000 \cdot 150 = 74,25 \text{ kN/m}$$

U nastavku je prikazana potrebna površina armature za x i y smjer:



Slika 5.11. Armatura u ploči smjer  $A_{s,x-x}$  (cm<sup>2</sup>/m) za GSN



Slika 5.12. Armatura u ploči smjer  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN

*Napomena:* Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju za 25%.

Armatura u polju  $3,31 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 = 4,14 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $5,09 \text{ cm}^2 \cdot 0.85 = 4,33 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

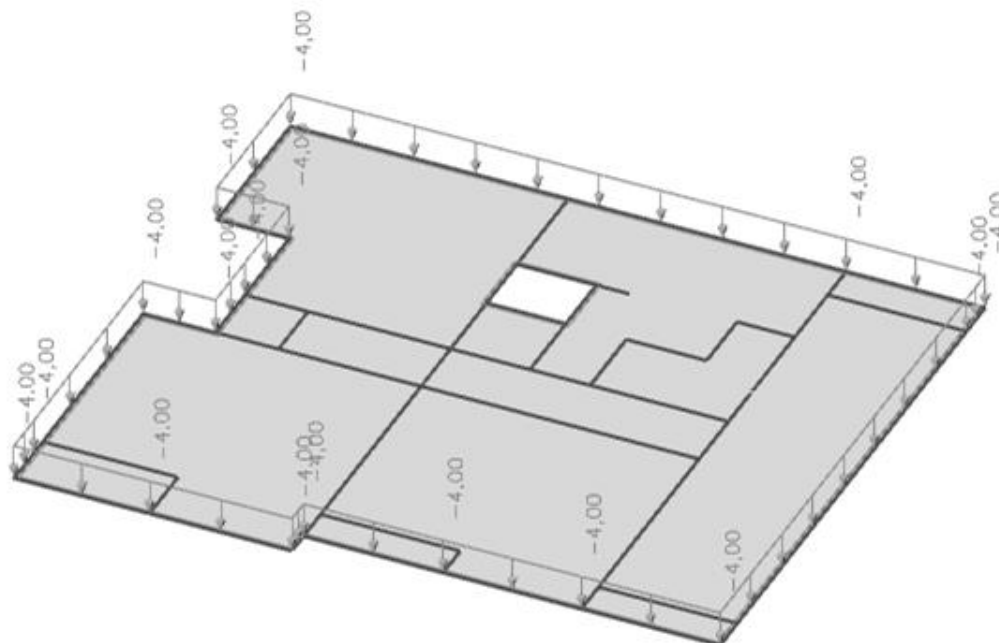
Polje Q-424 ( $4,24 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Ležaj Q-503 ( $5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

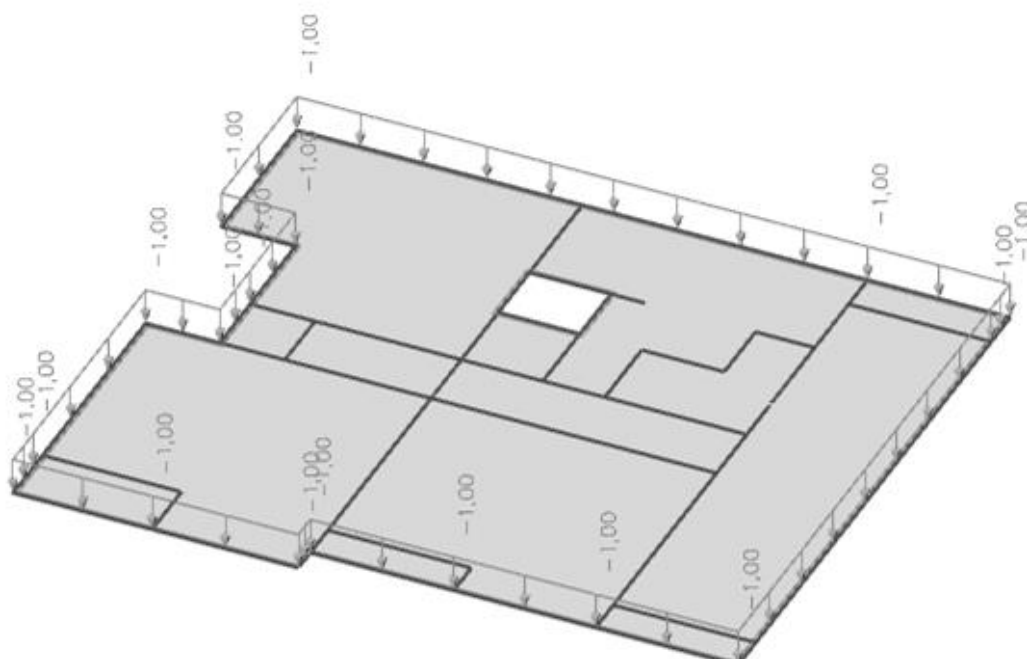
Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

## 6. PRORAČUN KROVNE PLOČE

### 6.1. Analiza opterećenja



Slika 6.1. Dodatno stalno opterećenje karakteristične ploče

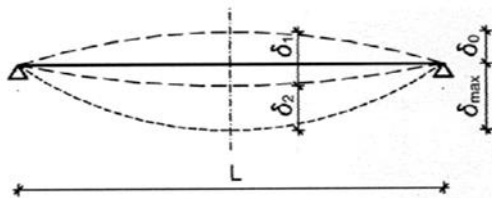


Slika 6.2. Promjenjivo opterećenje karakteristične ploče



## 6.2. Kontrola progiba

Maksimalni dopušteni progib:  $\delta_{\max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0 = L/250$



$\delta_0$  = nadvišenje

$\delta_1$  = progib od kratkotrajnog opterećenja

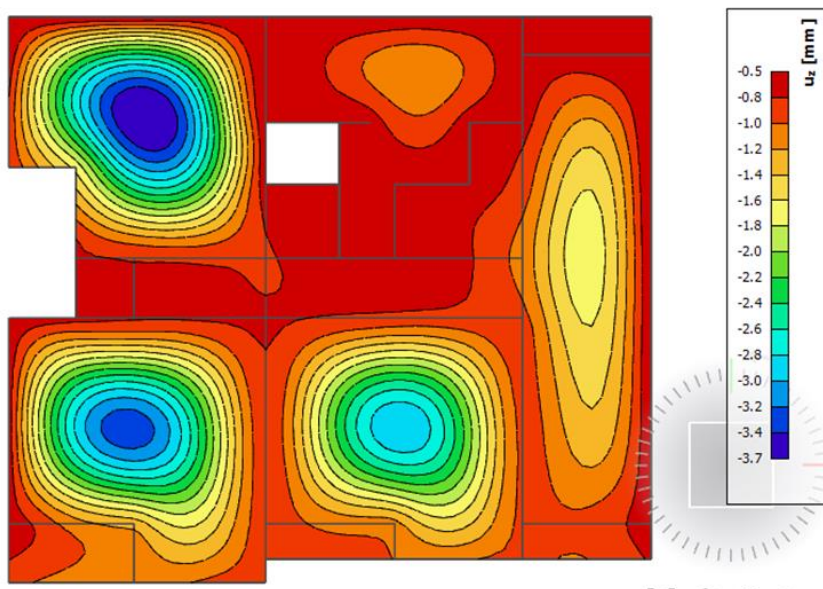
$\delta_2$  = progib od vremenskih efekata

$\delta_{\max}$  = maksimalni (ukupni) progib

### Provjera progiba:

Elastični progib dobiven proračunom po linearnoj teoriji:  $\delta_{EL}$

1. Progib od kratkotrajnog opterećenja (nelinearni):  $\delta_1 \approx 2.5 * \delta_{EL}$
2. Progib od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:  $\delta_1 + \delta_2 \approx 5.0 * \delta_{EL}$



Slika 6.3. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

### Dopušteni računski progib od kratkotrajnog opterećenja (kombinacija GSU-1) :

$$\delta_{\max, RAC} = \delta_1 - \delta_0 \leq L/400$$

$\delta_1 \approx 2.5 * \delta_{EL}$  ; nadvišenje  $\delta_0 = L/350$

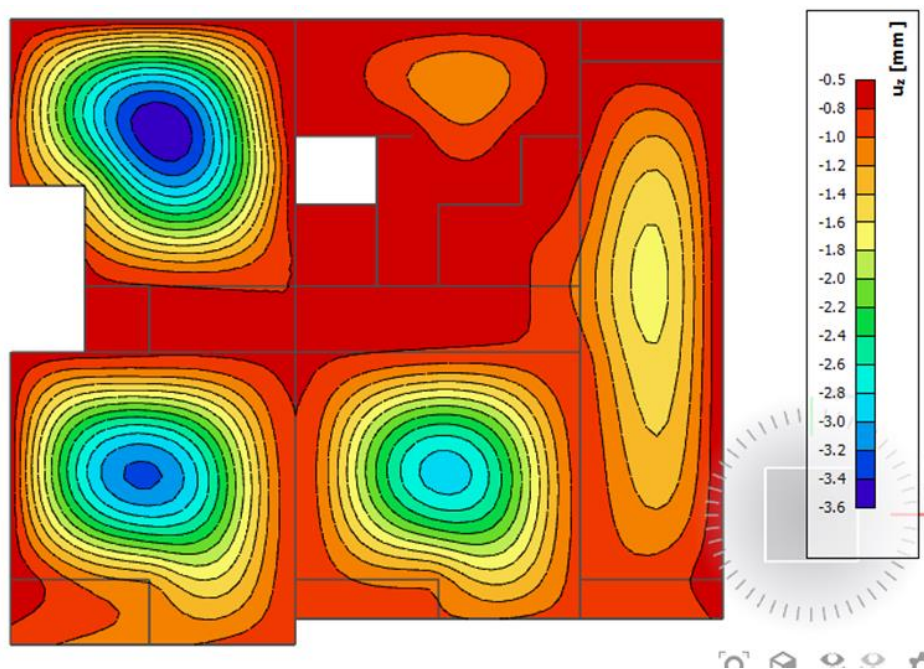
$$\delta_{\max, RAC} = \delta_{EL} * 2.5 - \delta_0 \leq L/400$$

s nadvišenjem  $\delta_0 = L/350$ :  $\delta_{EL} \leq (L/400 + L/350) / 2.5 = L/467$

bez nadvišenja:  $\delta_{EL} \leq (L/400) / 2.5 = L/1000$

Najveći progib je iznosa 3.7 mm;

$L = 7700$  mm; dozvoljeni progib  $L/1000 = 7.70$  mm → Ploča **zadovoljava** dozvoljene progibe.



Slika 6.4. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

**Približni iznos ukupnog progiba od kratkotrajnog opterećenja + vremenskih efekata:**

$$(\delta_1 + \delta_2) \approx \delta_{EL} * 5.0$$

**Dopušteni računski progib (kombinacija GSU-2):**  $\delta_{max,RAČ} = (\delta_1 + \delta_2) - \delta_0 \leq L/250$

$$\delta_1 + \delta_2 \approx 5.0 * \delta_{EL}; \text{ nadvišenje } \delta_0 = L/350$$

$$\delta_{max,RAČ} = \delta_{EL} * 5.0 - L/350 \leq L/250$$

$$\text{s nadvišenjem } \delta_0 = L/350:$$

$$\delta_{EL} \leq (L/250 + L/350) / 5.0 = L/730$$

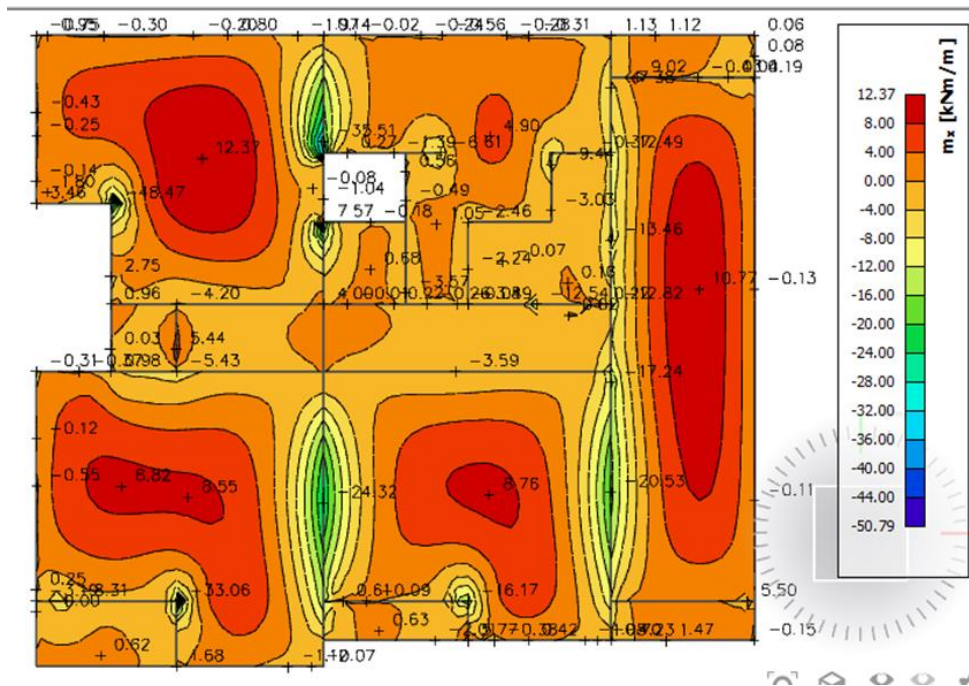
$$\text{bez nadvišenja:}$$

$$\delta_{EL} \leq (L/250) / 5.0 = L/1250$$

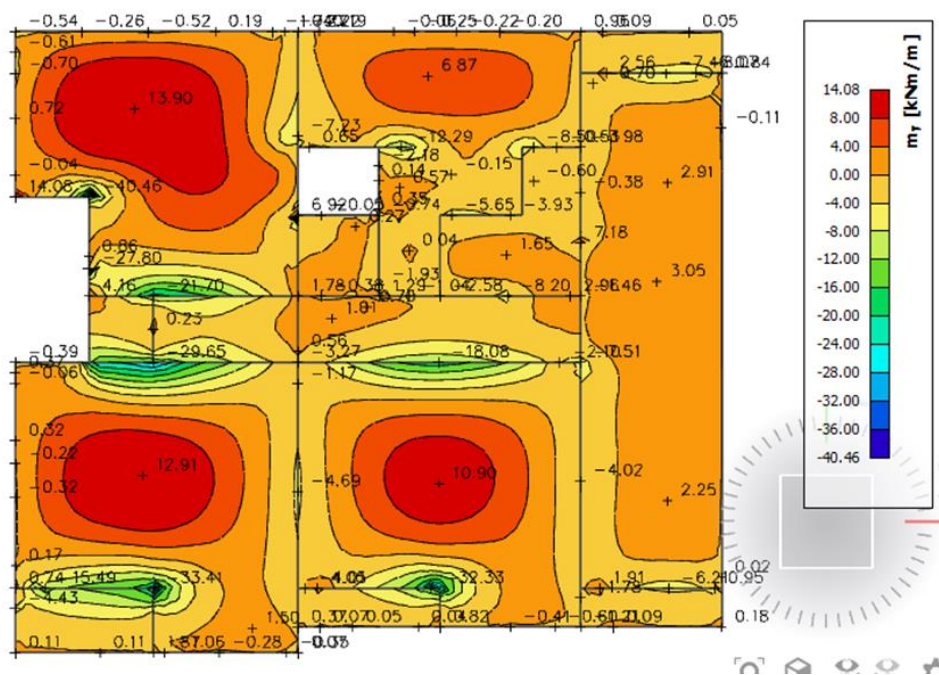
Najveći progib je iznosa 3.6 mm;

$L=7700\text{mm}$ ; dozvoljeni progib  $L/1250 = 6.16\text{ mm}$  → Ploča **zadovoljava** dozvoljene progibe.

### 6.3. Kontrola pukotina



Slika 6.5. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU-1



Slika 6.6. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU-1

Mjerodavni moment  $M = 13.90 \text{ kNm/m}$

Prognoza širine pukotine:

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

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

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

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{7,0 \cdot 5,03}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 15}{7,0 \cdot 5,03}} \right) = 2,91 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{1390}{\left(15 - \frac{2,91}{3}\right) \cdot 5,03} = 19,69 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 196,9 \text{ MPa}$$

Za C 25/30  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2,6 \text{ MPa}$

$A_{s1} = Q-503 = 5,03 \text{ cm}^2$

$E_{cm} = 30,0 \text{ GPa} = 30000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 210,0 \text{ GPa} = 210000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$k_t = 0,4$  – dugotrajno opterećenje

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{210}{30} = 7,0 \text{ – odnos modula elastičnosti}$$

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{5,03}{100(2,5 \cdot 2,5)} = 0,008$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{196,9 - 0,4 \frac{2,6}{0,008} (1 + 7,0 \cdot 0,008)}{210000} \geq 0,6 \cdot \frac{196,9}{210000}$$

$$0,000283 \geq 0,000563$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000563$$

Srednji razmak pukotina:

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

$$\Phi = 7,0 \text{ mm}$$

$$c = 20 \text{ mm} - \text{Zaštitni sloj uzdužne armature}$$

$$k_1 = 0,8 - \text{Rebrasta armatura}$$

$$k_2 = 0,5 - \text{Savijanje}$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{7,0}{0,008} = 216,75$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 216,75 \cdot 0,000563 = 0,122 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

**- Pukotine zadovoljavaju!**

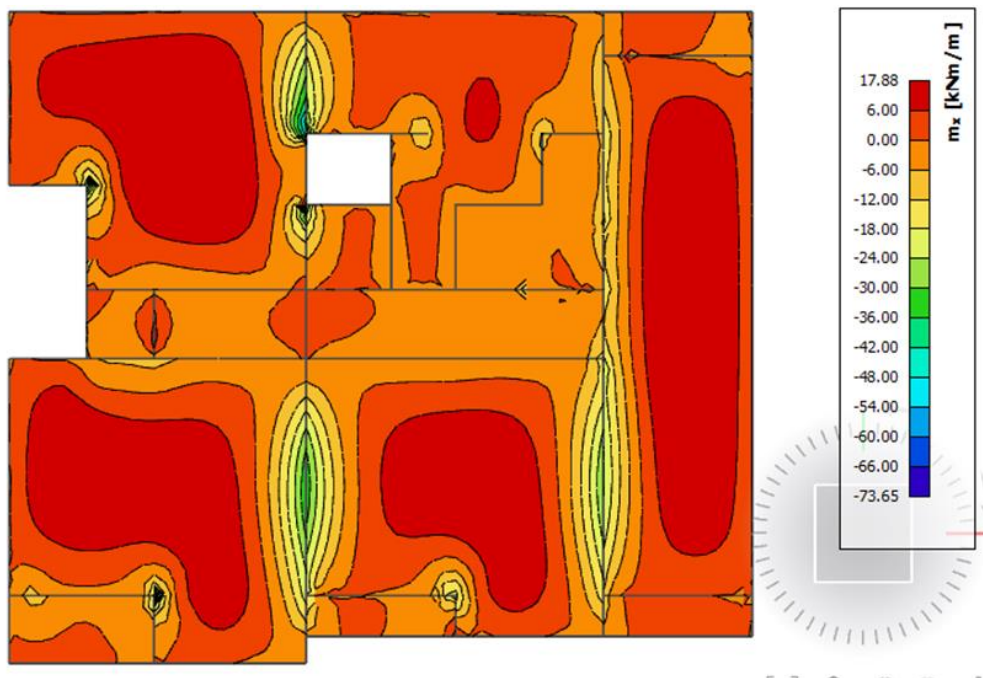
## 6.4. Prikaz rezultata

Mjerodavna kombinacija:

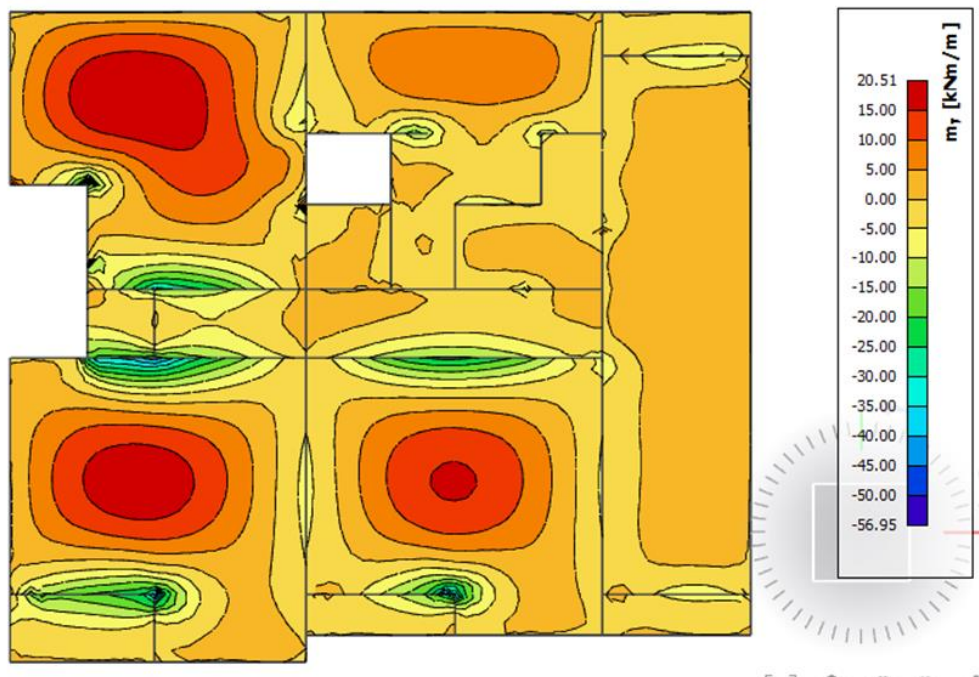
$$GSN_1 : 1,35 * G + 1,5 * Q$$

Na sljedećim slikama prikazani su rezultati momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  te poprečnih sila

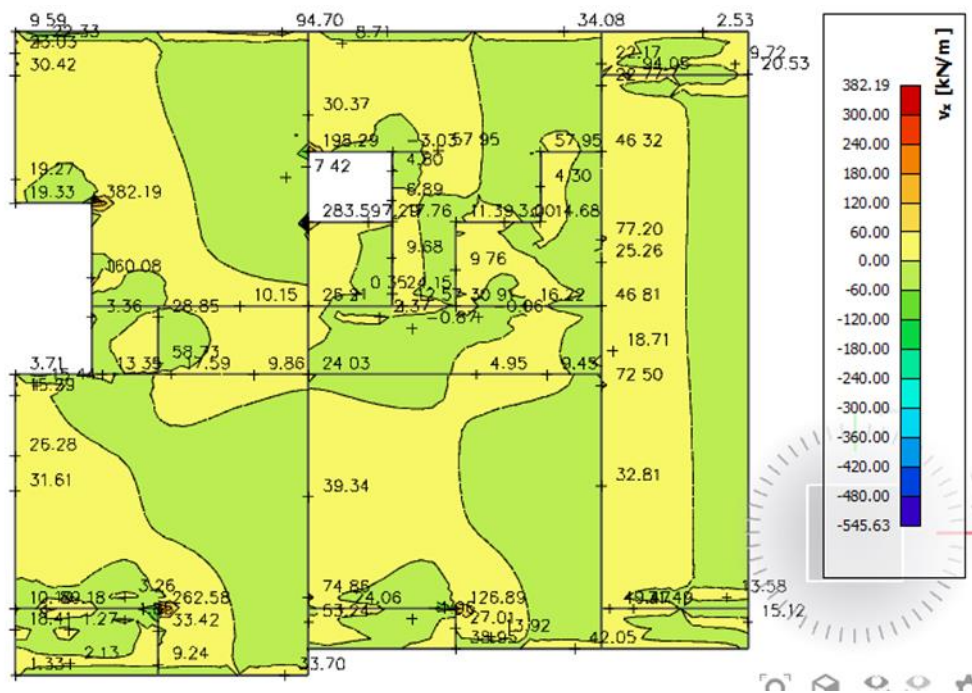
$V_x$  i  $V_y$



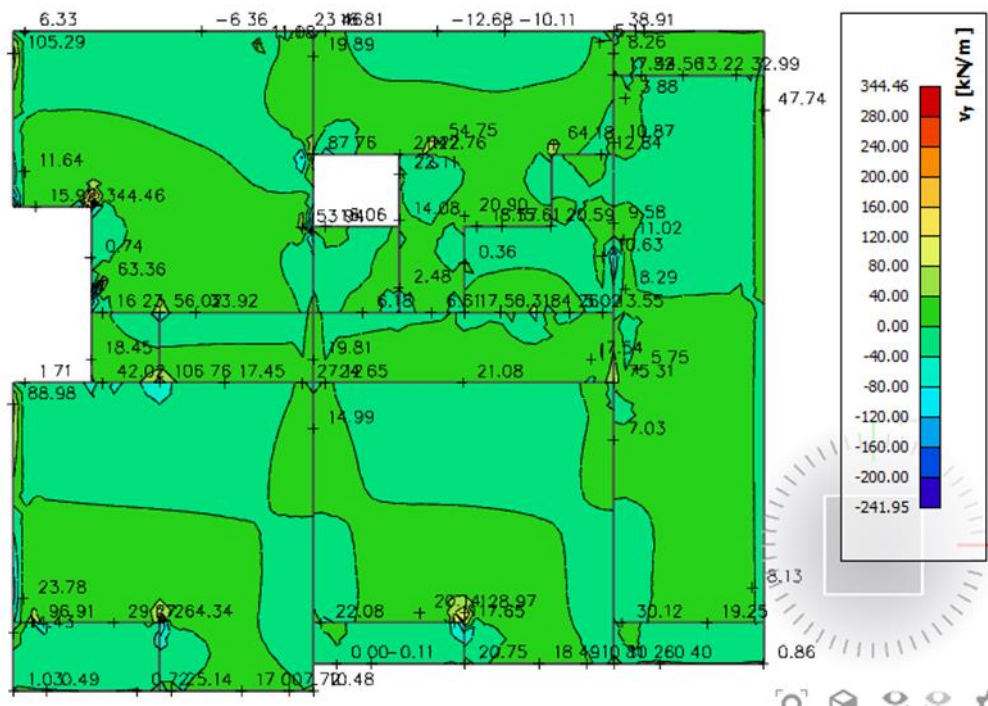
Slika 6.7. Momenti savijanja  $M_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN-1



Slika 6.8. Momenti savijanja  $M_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN-1

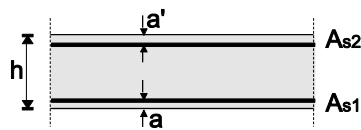


Slika 6.9. Poprečne sile  $V_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN-1



Slika 6.10. Poprečne sile  $V_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN-1

## 6.5. Dimenzioniranje krovne ploče



$h=18,0$  cm

Zaštitni sloj:  $a=2,5$  cm; udaljenost do osi armature 0,5 cm;  $d=15$  cm

Beton: C 25/30  $f_{ck}=25,0$  MPa  $E_{cm}=30,0$  GPa

Armatura: B 500B  $f_y=500$  MPa

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 15 = 2,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{15}{500} = 1,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 17,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ .

Potrebna armatura:

$$A_{s1} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{0,9 \cdot 15 \cdot 434,8} = M_{Ed} \cdot 0,17$$

### Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{150}} = 2,15 \leq 2,0 \rightarrow k = 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

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



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

$$\rho_1 = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{5,03}{1500} = 0,0036$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0036 \cdot 25,0)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,0 \right] 1000 \cdot 150 = 74,88 \text{ kN/m}$$

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

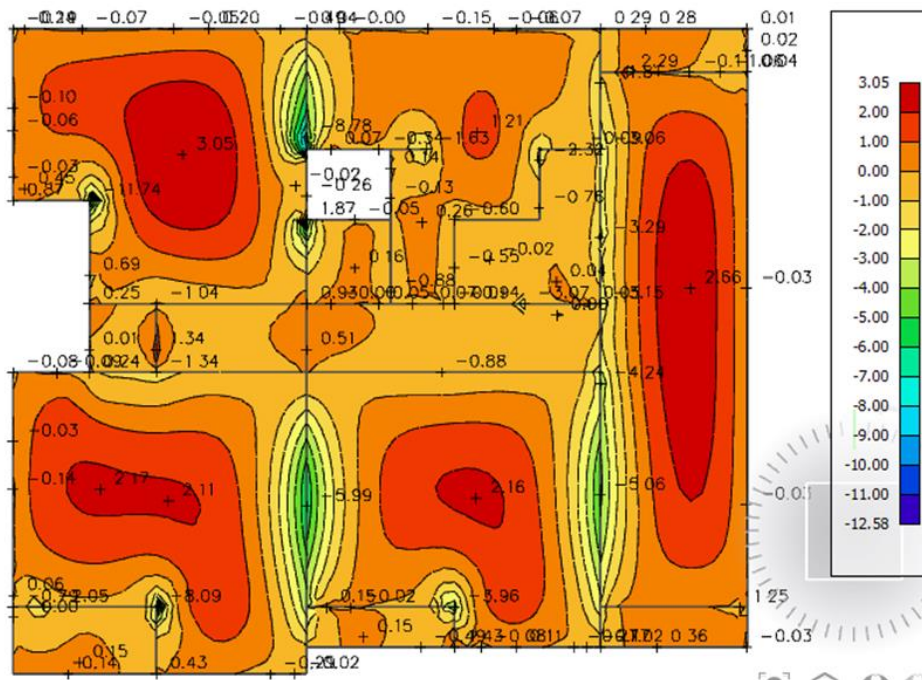
$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2,0^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,495$$

$$k_1 = 0,15$$

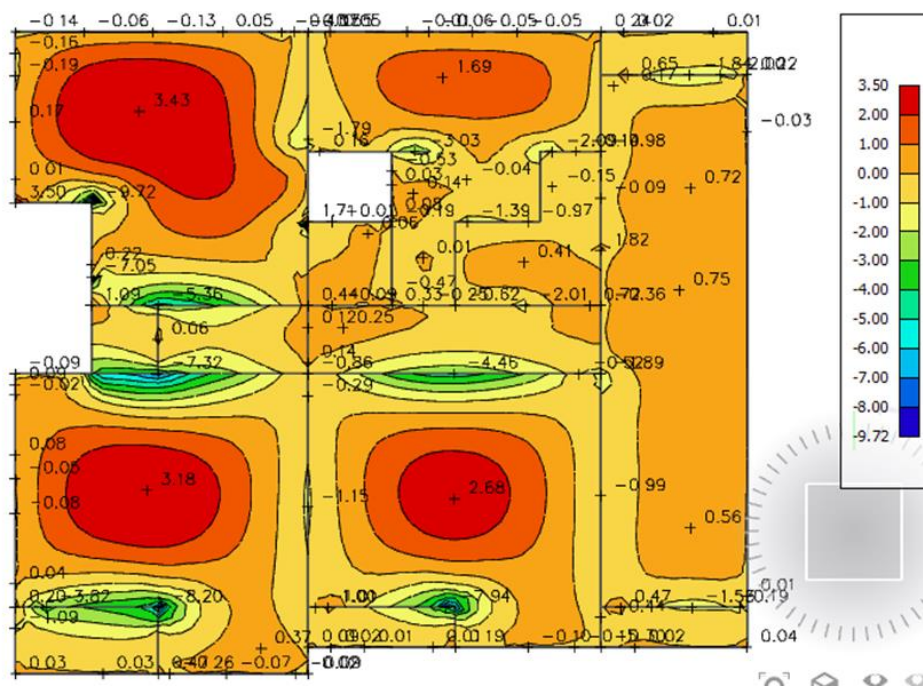
$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0,0$$

$$V_{Rd,c,min} = [0,495 + 0,15 \cdot 0,0] 1000 \cdot 150 = 74,25 \text{ kN/m}$$

U nastavku je prikazana potrebna površina armature za x i y smjer:



Slika 6.11. Armatura u ploči smjer  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN



Slika 6.12. Armatura u ploči smjer  $A_s, y-y$  ( $cm^2/m$ ) za GSN

*Napomena:* Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju za 25%.

Armatura u polju  $3,43 \text{ cm}^2 \cdot 1,25 = 4,29 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $7,32 \text{ cm}^2 \cdot 0,85 = 6,22 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

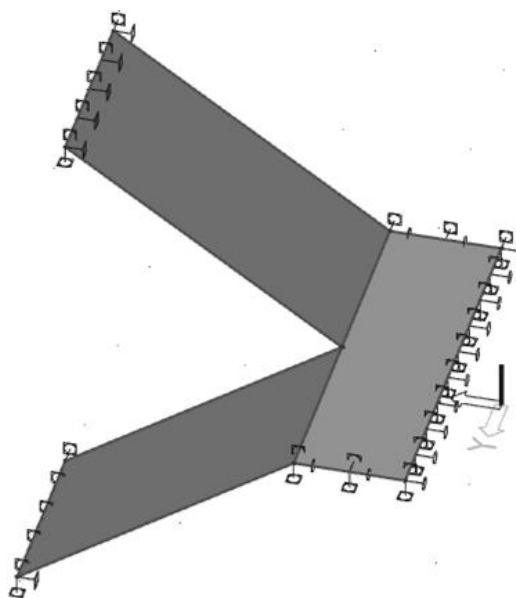
Polje Q-424 ( $4,24 \text{ cm}^2/m$ )

Ležaj Q-424 ( $6,36 \text{ cm}^2/m$ ) + šipke

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 ili 15 cm.

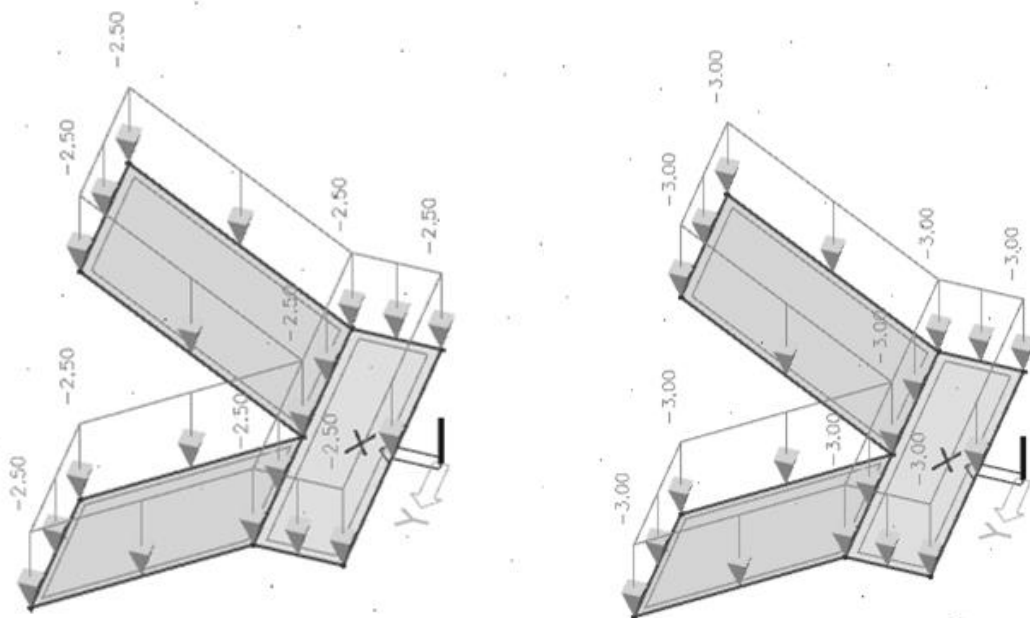
## 7. PRORAČUN STUBIŠTA

### 7.1. Prikaz modela stubišta



Slika 7.1. Prikaz modela stubišta

### 7.2. Analiza opterećenja

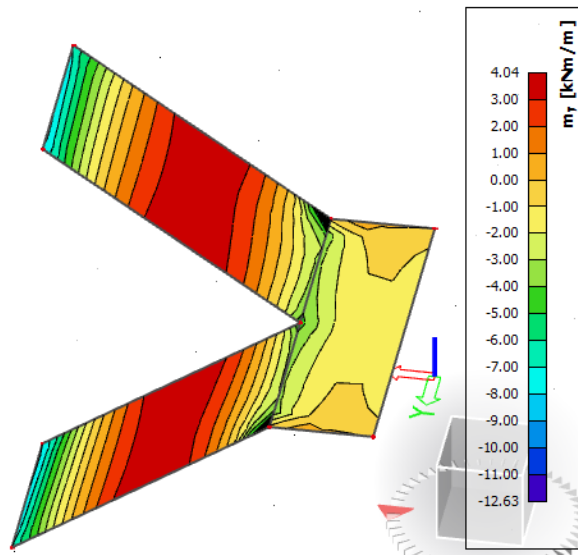


Slika 7.2. Prikaz dodatnog stalnog ( $G_1$ , lijevo) te pokretnog opterećenja ( $Q$ , desno) na modelu stubišta

### 7.3. Prikaz rezultata

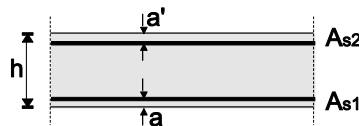
Mjerodavna kombinacija:

$$GSN\_1 : 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$$



Slika 7.3. Momenti savijanja  $M_{s,d,y}$  [kNm/m] za GSN-1

### 7.4. Dimenzioniranje stubišta



$$h=18,0 \text{ cm}$$

Zaštitni sloj:  $a=2,0$  cm; udaljenost do osi armature  $2 \cdot 0,5$  cm;  $d=15$  cm

Beton: C 25/30  $f_{ck}=25,0$  MPa  $E_{cm}=30,0$  GPa

Armatura: B 500B  $f_y=500$  MPa

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 15 = 2,25 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{15}{500} = 1,8 \text{ cm}^2/m$$

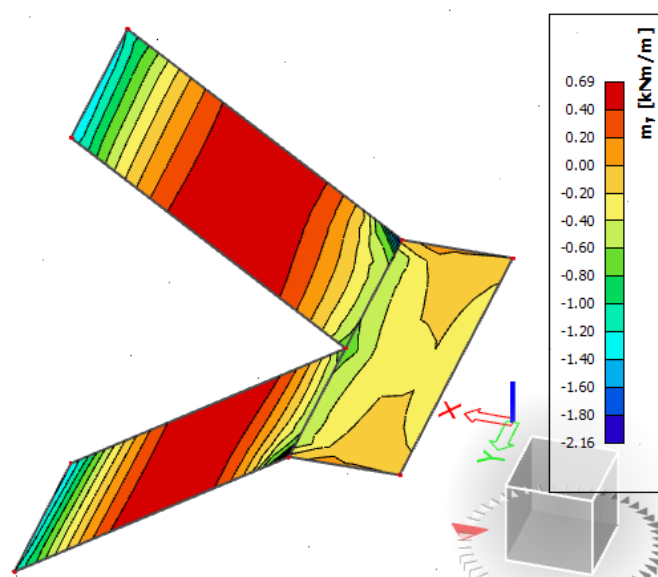
$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 17,83 \text{ cm}^2/m$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0.9$ .

Potrebna armatura:

$$A_{s1} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{0.9 \cdot 15 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0.17$$

U nastavku je prikazana potrebna površina armature:



Slika 7.3. Armatura u stubištu smjer  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN

*Napomena:* Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju za 25%.

Armatura u polju  $0,69 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 = 0,86 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $2,16 \text{ cm}^2 \cdot 0.85 = 1,83 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

Polje Q-257 ( $2,57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

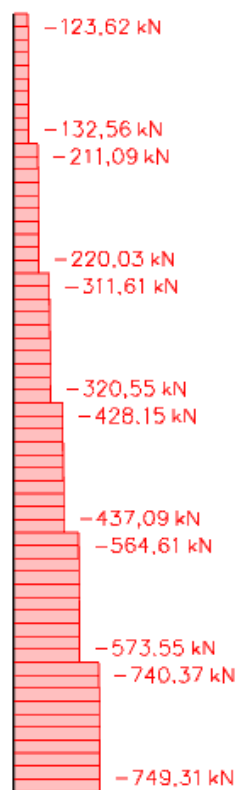
Ležaj Q-257 ( $2,57 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

## 8. PRORAČUN STUPA

Beton: **C 30/37**;  $f_{ck}=30.0$  Mpa;  $\gamma_c=1.5$

Armatura: **B 500B**;  $f_y=500$  Mpa;  $\gamma_s=1.15$

Kontrolira se srednje tlačno naprezanje u stupu za kombinaciju  $GSN_1=1.35G + 1.5Q$ :



Slika 8.1. Uzdužne sile u stupu za kombinaciju  $GSN_1$

$$\sigma_{c,Sd} = 749.31/(30 \cdot 30) = 0.83 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{c,Sd} = 3.0/1.5 = 1.5 \text{ kN/cm}^2$$

Iskoristivost stupa:  $0.83/1.5 = 0.553$

Stup armirati sa **4Φ14** i vilicama **Φ10/15**.

## 9. PRORAČUN GREDA

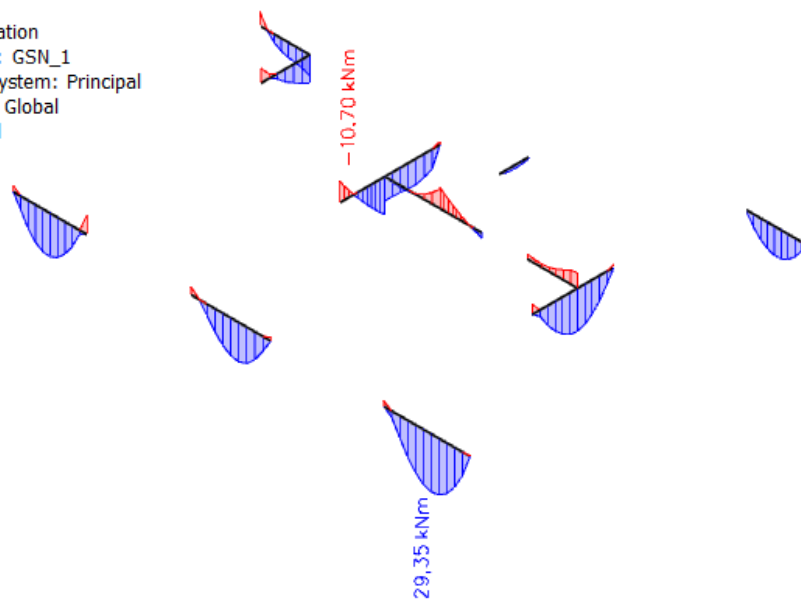
### 9.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

Beton: C 30/37;  $f_{ck}=30,0 \text{ MPa}$   $f_{cd}=\frac{f_{ck}}{\gamma_c}=\frac{30,0}{1,5}=20,0 \text{ MPa}$

Armatura: B 500 B;  $f_{yk}=500,0 \text{ MPa}$   $f_{yd}=\frac{f_{yk}}{\gamma_s}=\frac{500,0}{1,15}=434,8 \text{ MPa}$

#### 1D internal forces

Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN\_1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



Slika 9.1. Momenti savijanja ( $M_y$ ) u gredama za kombinaciju  $GSN-1=1.35G+1.5*Q$

$$M_{Ed}(\text{ležaj}) = 10,7 \cdot 0,85 = 9,1 \text{ kNm}$$

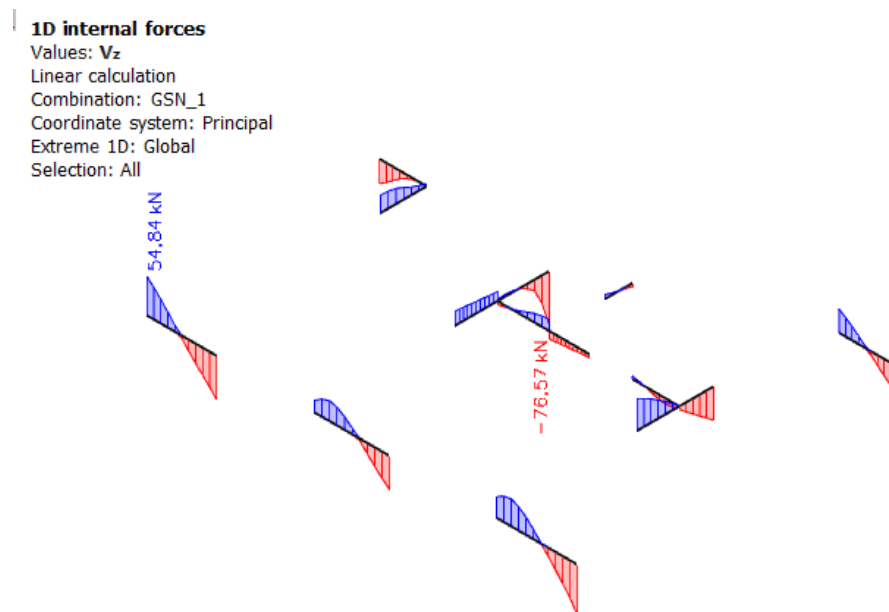
$$M_{Ed}(\text{polje}) = 29,35 \cdot 1,3$$

$$A_{s,\min} = 0,0015 \cdot b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 55 = 1,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = M_{Sd} \cdot 100 / (\zeta \cdot d \cdot f_{yd})$$

Odabrano **2Ø14** ( $A_s = 3,08 \text{ cm}^2$ ) za donju i gornju zonu.

## 9.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu



Slika 9.2. Poprečne sile ( $V_z$ ) u gredama za kombinaciju  $GSN-1=1.35G + 1.5*Q$

$$V_{Ed} = 76,57 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

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

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{550}} = 1,60 \leq 2$$

$$b_w = 20 \text{ cm} \quad d = 55 \text{ cm}$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{A_c} = \frac{2\phi 14}{30 \cdot 60} = \frac{3,08}{20 \cdot 60} = 0,00257$$

$$k_1 = 0,15$$

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



$$76,57kN \geq V_{Rd,c} = \left[ 0.12 \cdot 1.60 \cdot (100 \cdot 0.00257 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 550 = 41,72kN$$

→ potrebna računaska armatura

$$V_{Ed} = 76,57kN \geq V_{Rd,c}^{\min} = [v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = 42,68kN$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.035 \cdot 1.60^{\frac{3}{2}} \cdot 30^{\frac{1}{2}} = 0.388$$

-Nosivost tlačnih dijagonala:

$$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.528 \cdot 200 \cdot 550 \cdot 20.0 = 580,8kN$$

$$V_{Ed} = 76,57kN \leq V_{Rd,max} = 580,8kN$$

$$v = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0.6 \cdot \left[ 1 - \frac{30}{250} \right] = 0.528 \geq 0.5$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{76,57}{580,8} \approx 0.13 \Rightarrow V_{Ed} = 0.13V_{Rd,max}$$

$$s_{\max} = \min(0.75 \cdot d; 30cm) = \min(0.75 \cdot 55 = 41,25; 30) \Rightarrow s_{\max} = 30cm$$

$$\rho_{\min} = 0.0011$$

Potrebna računaska poprečna armatura!

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{\min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0.0011 \cdot 30 \cdot 20}{2} = 0.33cm^2$$

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

$$f_{ywd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}; B500B \Rightarrow f_{ywd} = \frac{500}{1.15} = 434.8MPa = 43.48kN/cm^2$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot ctg \theta$$

$$V_{Rd,s} = \frac{0.50}{30} \cdot (0.9 \cdot 55) \cdot 43.5 \cdot 2 = 71,76$$

$$V_{Ed} \geq V_{Rd}$$

Na mjestu maksimalne poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 43.5 \cdot (0.9 \cdot 55)}{76.57} = 28,12 \text{ cm}$$

Postaviti spone **Ø8/25** ( $A_{sw}=0.50 \text{ cm}^2$ )

## 10. PRORAČUN PODRUMSKOG ZIDA

### 10.1. Analiza opterećenja

Podrumski zid je karakterističan zato što je cijelom visinom zasut zemljom. Zbog jednostavnosti proračuna, modeliran je štapno i opterećen na slijedeći način:

- Opterećenje zemljanim materijalom:  $g_{z,h} = \gamma_z \cdot K_0 \cdot h \cdot 1\text{m}' = 30 \text{ kN/m}'$

Gdje je  $\gamma_z$  – težina zemljanog materijala ( $20 \text{ kN/m}^3$ )

$K_0$  – koeficijent tlaka mirovanja (0,5)

$h$  – visina zida (3 m)

- Pokretno opterećenje:  $q = q_d \cdot K_0 \cdot 1\text{m}' = 5 \text{ kN/m}'$

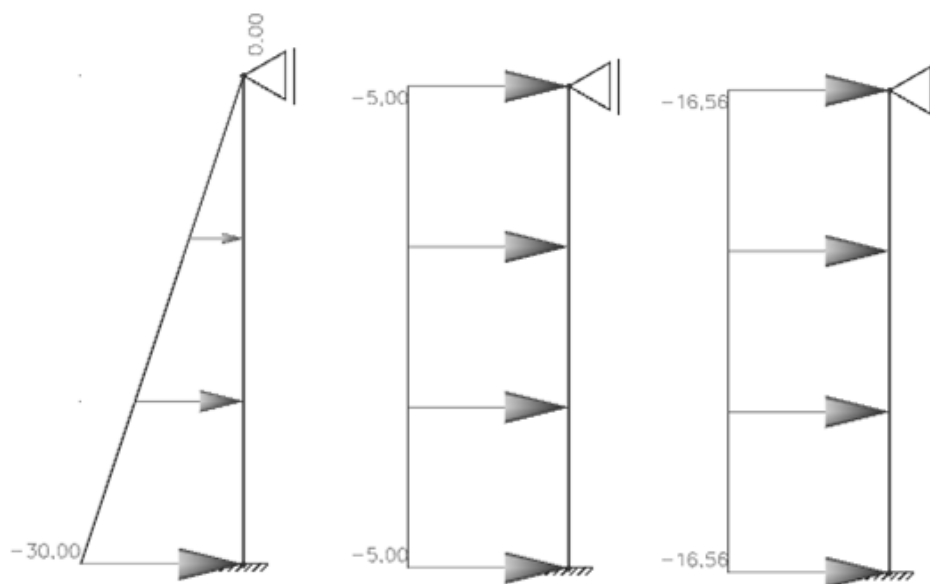
Gdje je  $q_d$  – karakteristično pokretno opterećenje; ovdje pristup vatrogasnog vozila

( $10 \text{ kN/m}^2$ )

- Opterećenje potresom:  $s = \alpha \cdot S \cdot \gamma_z \cdot h \cdot 1\text{m}' = 16,56 \text{ kN/m}'$

Gdje je  $\alpha$  – faktor računskog ubrzanja tla  $a_g$  (0,276)

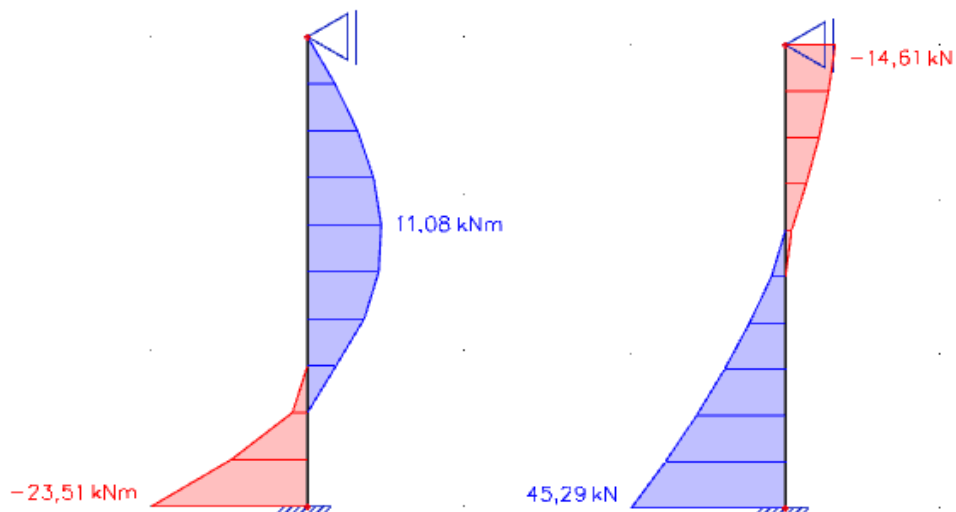
$S$  – faktor tla (1,0)



Slika 10.1. Prikaz modela podrumskog zida opterećenog zemljanim materijalom, pokretnim opterećenjem i potresom

## 10.2. Prikaz rezultata

Mjerodavna kombinacija:  $1,0g_{z,h} + 1,0s$

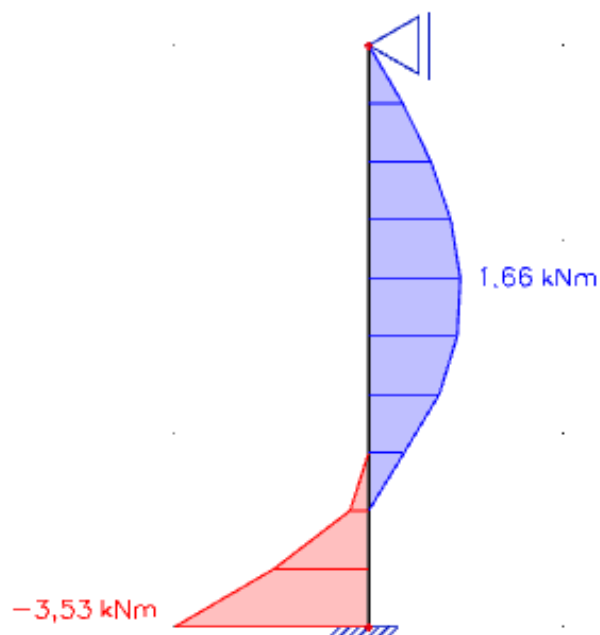


Slika 10.2. Prikaz momenata savijanja  $M_y$  i poprečnih sila  $V_z$  za mjerodavnu kombinaciju

## 10.3. Dimenzioniranje podrumskog zida

Potrebna armatura:

$$A_{s1} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{0,9 \cdot 17 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,15$$



Slika 10.3. Prikaz potrebne armature za mjerodavnu kombinaciju

*Napomena:* Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju za 25%.

Armatura u polju  $1,66 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 = 2,075 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $3,53 \text{ cm}^2 \cdot 0.85 = 3,0 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

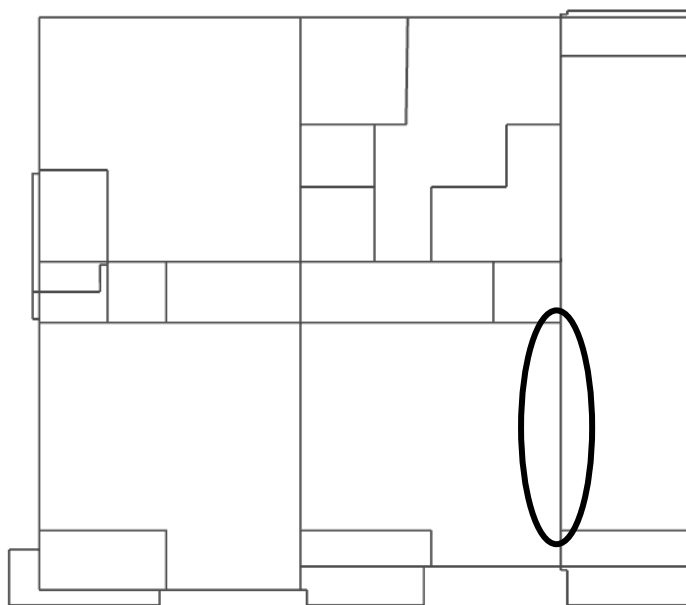
Polje Q-335 ( $3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Ležaj Ø12/20 ( $6,78 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

## 11. DIMENZIONIRANJE ZIDA ZA RAZRED UMJERENE DUKTILNOSTI (DCM)

### 11.1. Opći podaci za dimenzioniranje zida

Zid prikazan na slici 11.1. dimenzioniran je na potresno opterećenje za razred umjerene duktilnosti (DCM) prema HRN EN 1998-1:2011. Zid je upeto pridrzan pri temeljnoj ploči i horizontalno pridrzan u visini etaže prizemlja. Na zidu ne postoje nikakva oslabljenja u cijeloj visini.

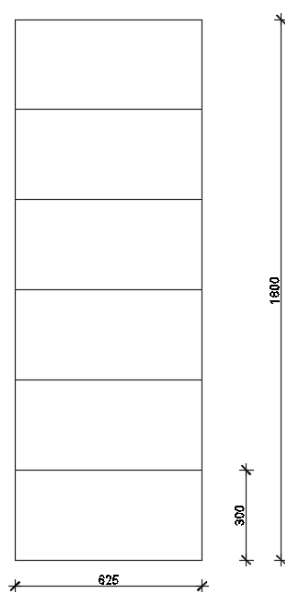


Slika 11.1. Prikaz karakterističnog zida za koji će se vršiti proračun

Prema HRN EN 1998-1:2011 za srednju klasu duktilnosti (DCM) u glavnim potresnim elementima potrebno je uzeti beton klase ne manje od C16/20. U kritičnim područjima nosivih elemenata koristiti isključivo rebrastu armaturu razreda B ili C.

Tablica 11.1. Karakteristike materijala za primarne potresne elemente prema klasama duktilnosti

Klasa duktilnosti	DC L (Niska)	DC M (Srednja)	DC H (Visoka)
Klasa betona	Bez ograničenja	$\geq C16/20$	$\geq C16/20$
Klasa čelika prema EN 1992-1-1, Tablica C1	B ili C	B ili C	C
Glavna armatura		rebrasta	rebrasta
Čvrstoća čelika	Bez ograničenja	Bez ograničenja	$f_{yk,0.95} \leq 1.25f_{yk}$



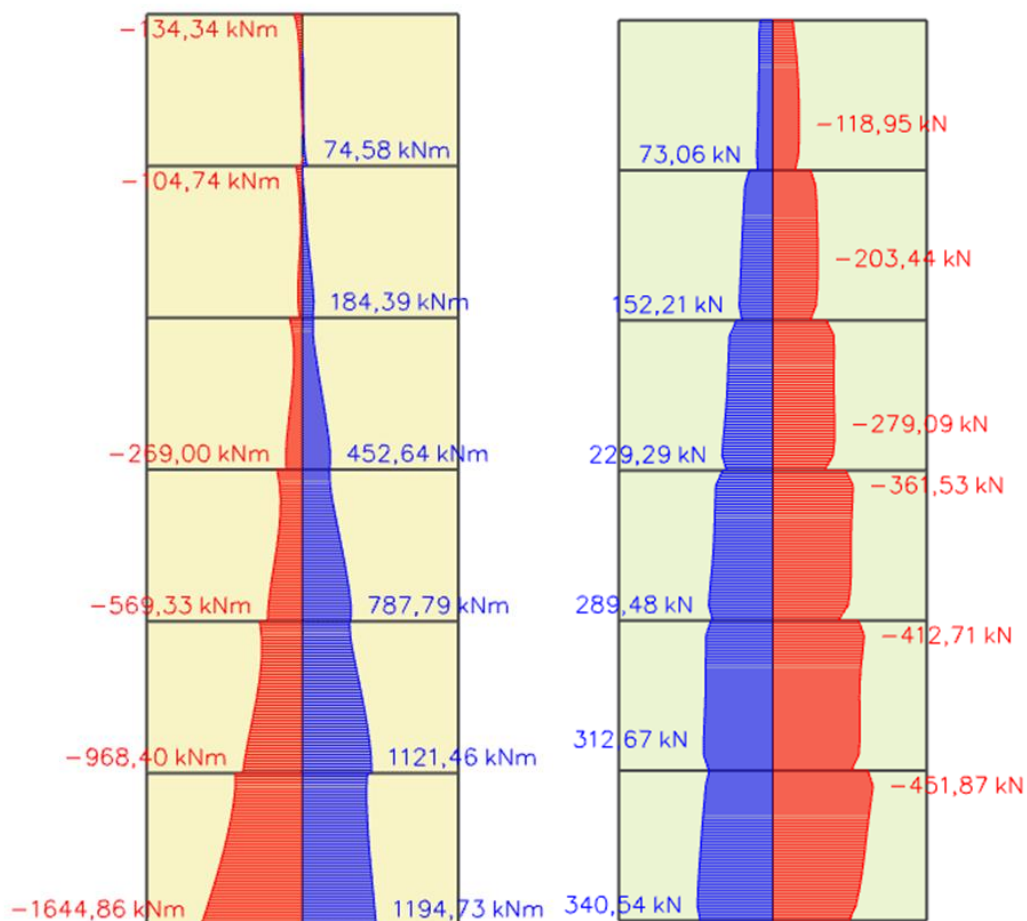
Slika 11.2. Geometrijske karakteristike zida

Proračun AB konstrukcije proveden je na modelu sa smanjenom elastičnom krutosti pri savijanju i posmiku na 50% krutosti neraspucalih elemenata Točka 4.3.1 (7), HRN EN 1998-1:2011. Uzimajući u obzir gore navedene norme u konkretnom slučaju uzet je beton klase C 20/25 te armatura B 500B. Za potresnu kombinaciju parcijalni koeficijent sigurnosti za beton je  $\gamma_c=1,5$  te za armaturu  $\gamma_s=1,15$ . Geometrijske karakteristike zida su prikazane na slici 11.2.

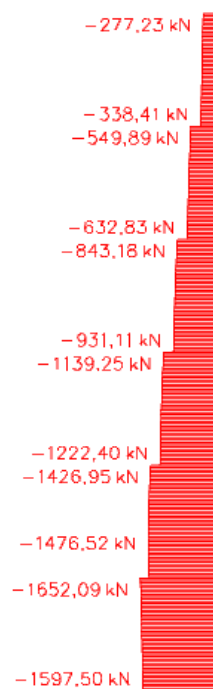
Duljina zida je  $l_w = 6,25$  m, visina zida je  $h_w = 18,0$  m te je širina zida  $b_w = 0,20$  m. Proračunom dobivena armatura voditi će se sve do temeljne ploče. Koeficijent osjetljivosti međukatnog pomaka  $\zeta$  izračunat je za pojedine etaže i vrijednost ne prelazi 0,10, pa se učinci drugog reda ne uključuju u dimenzioniranje nosivih elemenata.

## Rezultati proračuna

Proračunske vrijednosti momenata savijanja i poprečnih sila dobivene su iz proračuna konstrukcije za anvelopu 4 potresne kombinacije, dok su proračunske vrijednosti uzdužnih sila dobivene iz kombinacije GSU\_2: 1G + 1G1 + 0.3Q u skladu s normom EN 1990:2001

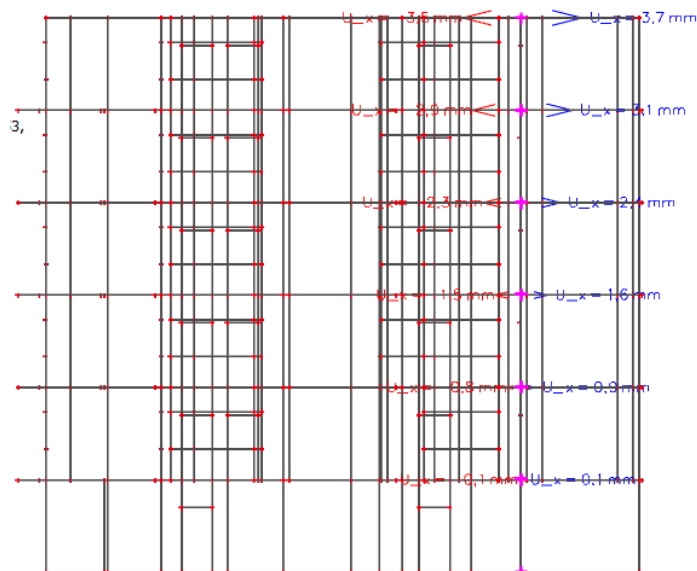


Slika 11.3. Dijagrami momenata savijanja  $M_z$  (kNm) i poprečnih sila  $V_y$  (kN) za anvelopu potresnih kombinacija



Slika 11.4.. Dijagram uzdužnih sila  $N$  za kombinaciju  $GSU_2$

### Provjera efekata drugog reda (geometrijska ograničenja)



Slika 11.5. Prikaz pomaka konstrukcije (mm) u smjeru  $x$  od anvelope potresnih djelovanja

*Napomena:* Budući da su relativni međukatni pomaci jako mali, provjera efekata drugog reda nije potrebna.



## 11.2. Ovojnice reznih sila

### Proračunska ovojnica momenata savijanja

$H_w = 18 \text{ m}$ ,  $l_w = 6,25 \text{ m}$ , klasa duktilnosti M

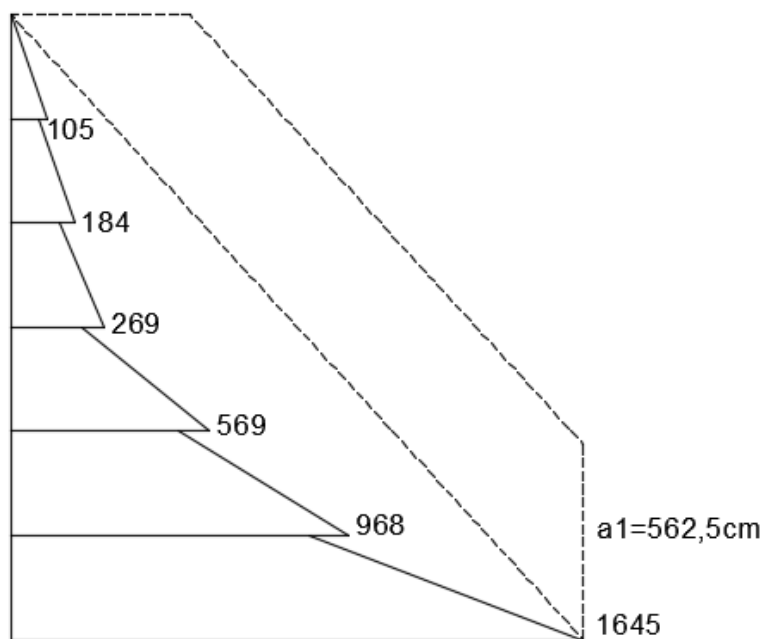
$$\frac{H_w}{l_w} = \frac{18,0}{6,25} = 2,88 \geq 2 \text{ - vitki zid, potrebno povećanje momenata savijanja}$$

$a_1 = d \operatorname{ctg} \theta$  - vlačni pomak uslijed povećanja poprečne sile

DCM  $\rightarrow 1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5$ , odabrano  $\operatorname{ctg} \theta = 1$

$$d = 0,9 \cdot l_w = 0,9 \cdot 625 = 562,5 \text{ cm}$$

$$a = 562,5 \cdot 1 = 562,5 \text{ cm}$$

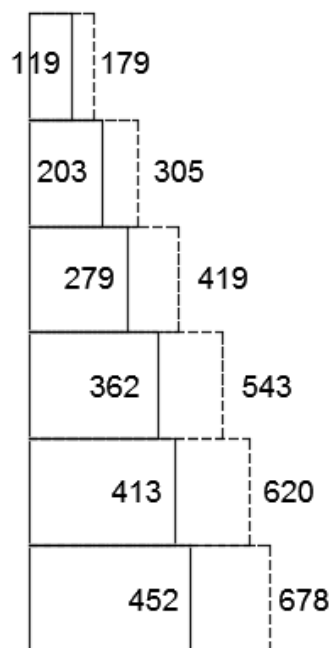


Slika 11.6. Ovojnica momenata savijanja

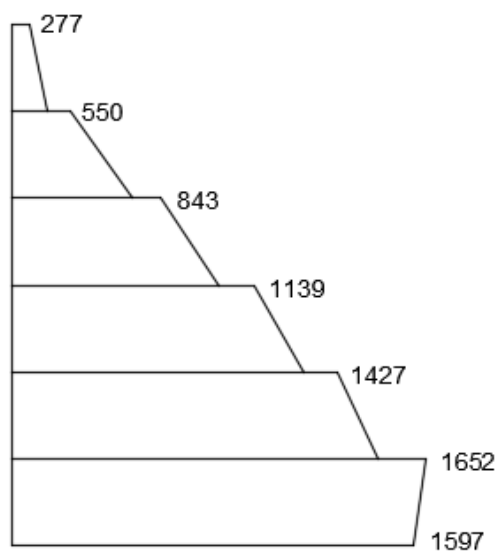
**Proračunska ovojnica poprečnih sila**

Proračunska ovojnica poprečnih sila  $V_{sd}$  izvodi se iz  $V_{sd} = \varepsilon \cdot V_{Ed}$

gdje je  $V_{Ed}$  poprečna sila po visini zida dobivena proračunom, a  $\varepsilon$  faktor uvećanja te za klasu duktilnosti DCM vrijedi  $\varepsilon=1,5$ .



Slika 11.7. Ovojnica poprečnih sila

**Uzdužne sile**

Slika 11.8. Uzdužne sile

**11.3. Dimenzioniranje karakterističnog zida****Geometrijske karakteristike zida**

Duljina:  $l_w = 625$  cm

Širina:  $b_w = 20$  cm

$d_{zs} = 3$  cm

$d_y = 0,9 \cdot 625 = 562,5$  cm

**Parcijalni koeficijenti sigurnosti materijala za seizmičku kombinaciju**

$\gamma_c = 1,5$

$\gamma_s = 1,15$

**Beton**

C 25/30

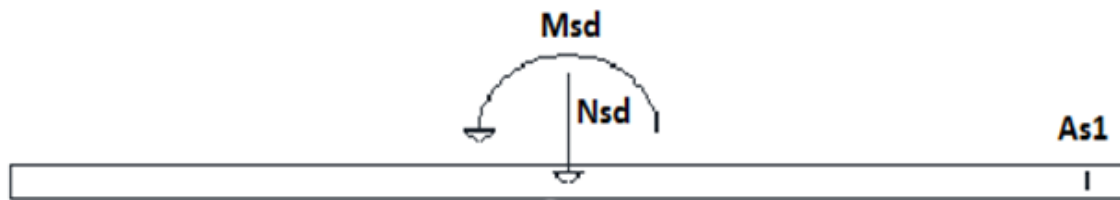
$f_{cd} = 25/1,5 = 16,67$  (Mpa)

**Armatura**

B500B

$f_{yd} = 500/1,15 = 434,8$  (Mpa)

### 11.3.1. Dimenzioniranje na moment savijanja i uzdužnu silu



Rezne sile:

$$M_{sd} = 1645 \text{ kNm}$$

$$N_{sd} = -1652 \text{ kN}$$

$$v_{sd} = \frac{N_{sd}}{bh f_{cd}} = \frac{-1652}{20 \cdot 625 \cdot 1,667} = -0,079$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{bh^2 f_{cd}} = \frac{1645 \cdot 100}{20 \cdot 625^2 \cdot 1,667} = 0,0126$$

$$\omega = 0,05$$

**Potrebna površina armature u rubnom elementu:**

$$A_{s1} = \omega bh \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,05 \cdot 20 \cdot 625 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 23,96 \text{ cm}^2$$

**Odabrano:** 12Ø16 (24,12 cm<sup>2</sup>)

**Određivanje duljine rubnog elementa i razmještanje savojne armature:**

Najmanja vrijednost  $l_c$  ovijenog rubnog elementa :

$$l_c \geq \{0,15l_w; 1,5b_w; \text{duljina } h_o \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0,0035\}$$

$l_w, b_w$  – duljina i širina rubnog elementa zida

$$0,15l_w = 0,15 \cdot 6,25 = 0,94 \text{ m}$$

$$1,50b_w = 1,50 \cdot 0,20 = 0,3 \text{ m}$$

$$h_o = x_u \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2,c}}\right)$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1\alpha\omega_{vd}$$

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w b_c}{b_o}$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035$$

$b_o$  – širina ovijene jezgre rubnog elementa (do osi spona)

$b_c$  – bruto širina ovijene jezgre

$x_u$  – visina neutralne osi

$\varepsilon_{cu2}$  – granična deformacija neovijenog betona

$\varepsilon_{cu2,c}$  – granična deformacija ovijenog betona  
 $\alpha$  – faktor učinkovitosti ovijanja  
 $\omega_{vd}$  – mehanički obujamski omjer armiranja ovijenom armaturom

-pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 3,0 cm i vilice  $\varnothing 10\text{mm}$

$$b_o = 200 - 2 \cdot 30 + 2 \cdot 5 = 150 \text{ mm}$$

$$b_c = 200\text{mm}$$

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} - \text{omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida}$$

$A_{sv}$  – ukupna ploština vertikalne armature u hrptu zida

$$A_{sv,min} = 0,002A_c = 0,002 \cdot 200 \cdot 1000 = 400 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}},$$

odabrano  $Q - 335$  obostrano

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c} = \frac{670}{200 \cdot 1000} = 0,00335$$

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} - \text{mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom}$$

$f_{yd,v}$ -proračunska vrijednost granice popuštanja vertikalne armature hrpta

$$\omega_{vd} = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}} = 0,00335 \cdot \frac{434,8}{16,67} = 0,087$$

#### Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost:

$$\mu_\varnothing = 1 + 2(q_o - 1)T_c/T_1, T_1 < T_c \quad (\text{uzimajući da je } MRd \cong Med)$$

$$\mu_\varnothing = 1 + 2(q_o - 1) \frac{T_c}{T_1} = 1 + 2(3,0 - 1) \frac{0,4}{0,4} = 5,0$$

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{434,8}{200000} = 0,002174$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot \mu_\varnothing \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035$$

$$\alpha\omega_{vd} \geq 30 \cdot 5,0 \cdot (0,079 + 0,087) \cdot 0,002174 \cdot \frac{200}{150} = 0,072$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1 \cdot 0,072 = 0,0107$$

$$x_u = (0,079 + 0,087) \cdot \frac{6250 \cdot 200}{150} = 1383,3 \text{ mm}$$

$$h_o = 1383,3 \cdot \left(1 - \frac{0,0035}{0,0107}\right) = 930,8 \text{ mm}$$

$$l_c \geq \{0,15l_w; 1,5b_w; \text{duljina } h_o \text{ na kojoj je } \varepsilon_{cu2} > 0,0035\}$$

$$l_c \geq \{0,938; 0,375; 0,931\}$$

odabrano  $l_c = 95 \text{ cm}$

odabrana armatura:  $12\varnothing 16 = 24,12 \text{ cm}^2 > 9,5 \text{ cm}^2$

$$b_c = 20\text{cm} \quad h_o = 95 \text{ cm}$$

odabrana armatura:  $A_{odabir} = 24,12 \text{ cm}^2$

$$A_{s,min} = \frac{0,5}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{0,5}{100} \cdot 20 \cdot 95 = 9,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_0 = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 95 = 76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} < A_{odabir} < A_{s,max}$$

Zaštitni sloj:

$$c_{min} = 30 \text{ mm}$$

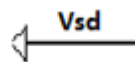
$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm} \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Najmanja udaljenost između savojnih šipki:

$$\text{Max od } \left\{ \begin{array}{l} k_1 \varphi = 1 \cdot 16 = 16 \text{ mm} \\ d_g + k_2 = 25 + 5 = 30 \text{ mm}, d_g - \text{max veličina zrna agregata} \\ 200 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

Razmak susjednih uzdužnih šipki obuhvaćenih sponama ili poprečnim sponama prema EC 8 ne smije premašiti 20 (cm).

### 11.3.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu



Vrijednost  $V_{Rd,max}$  u kritičnom području i izvan kritičnog područja za DCM (kao u EC2 s  $z = 0,8l_w$ )

$$V_{Rd,amx} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta}$$

$\alpha_{cw} = 1 \rightarrow$  za konstrukcije koje nisu prednapete

$$v_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}(\text{MPa})}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$tg\theta = 1 -$  nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,amx} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{wo} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} = \frac{1 \cdot 20 \cdot (0,8 \cdot 625) \cdot 0,54 \cdot 1,667}{1 + 1} = 4500,9 \text{ kN} >$$

$$V_{Ed} = 678 \text{ kN}$$

**Dijagonalni vlačni slom hrpta zbog posmika:**

-postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w} = \frac{1645}{678 \cdot 6,25} = 0,39$$

Za  $\alpha_s < 1$  horizontala armatura računa se iz izraza:

$$V_{Ed} \leq b_{wo} \cdot (0,8l_w) \varphi_h \cdot f_{yd,h} \cdot ctg\theta$$

$\varphi_h$  – omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

$f_{yd,h}$  – proračunska vrijednost granice popuštanja horizontalne armature hrpta

$$\varphi_h \geq \frac{V_{Ed}}{(0,8l_w) \cdot f_{yd,h} \cdot b_{wo} \cdot ctg\theta} = \frac{678}{0,8 \cdot 625 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 1} = 0,00156$$

$$\varphi_{h,min} = \max(0,001; 0,25 \cdot \rho_v) = \max(0,001; 0,25 \cdot 0,00283) = \max(0,001; 0,00071)$$

$$\varphi_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \varphi_h \cdot b_{wo} \cdot S_h = 0,00156 \cdot 20 \cdot 100 = 3,12 \text{ cm}^2$$

**Odabrano:** Q-335 (As, odabrano=3,35 cm<sup>2</sup>/m) (obostrano)

**Izračun ovojne armature u rubnom elementu:**

Odabrana armatura: **Q-335 i 12ø16**

Najmanji promjer spona: 6 mm

Razmak spona  $S_w \leq (8d_{bl}; \frac{b_0}{2}; 175 \text{ mm})$

$$S_w \leq \left( 8 \cdot 16; \frac{150}{2}; 175 \text{ mm} \right) = (128; 75; 175 \text{ mm})$$

Odabrano:  $S_w = 7 \text{ cm}$

Visina kritičnog područja :

$$h_{cr} = \max(l_w, H_w/6) = \max(625; 1800/6 = 300) = 625 \text{ cm}$$

$$h_{kr} \leq \left( \frac{2l_w}{\left( \frac{h_s \text{ za } n \leq 6 \text{ katova}}{2h_s \text{ za } n \geq 7 \text{ katova}} \right)} \right)$$

$$h_{cr} \leq \left\{ \frac{2 \cdot 625 = 1250}{300} \right\} \rightarrow h_{cr} = 300 \text{ cm}$$

$$\alpha \omega_{vd} = 0,072$$

Faktor učinkovitosti ovijanja :

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s$$

$$\alpha_s, \alpha_n$$

– gubitak ovijene jezgre zbog lučnog djelovanja u vertikalnoj (horizontalnoj) ravnini

$$\alpha_n = 1 - \frac{\sum b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0} = 1 - \frac{2 \cdot (5 \cdot 17,6^2)}{6 \cdot 15 \cdot 95} = 0,638$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{S_w}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{S_w}{2 \cdot h_0}\right) = \left(1 - \frac{7}{2 \cdot 15}\right) \cdot \left(1 - \frac{7}{2 \cdot 95}\right) = 0,738$$

$$\alpha = \alpha_n \cdot \alpha_s = 0,638 \cdot 0,738 = 0,471$$

$$\alpha \omega_{vd} = 0,072$$

$$0,471 \cdot \omega_{vd} = 0,072 \rightarrow \omega_{vd} = \frac{0,072}{0,471} = 0,153 \geq 0,08 \text{ (u kritičnom presjeku)}$$

### Izračun $\omega_{vd}$ za usvojeni detalj ovojne armature:

Duljina spona:

$$\text{Vanjske : } L_V = 2 \cdot 15 + 2 \cdot 95 = 220 \text{ cm}$$

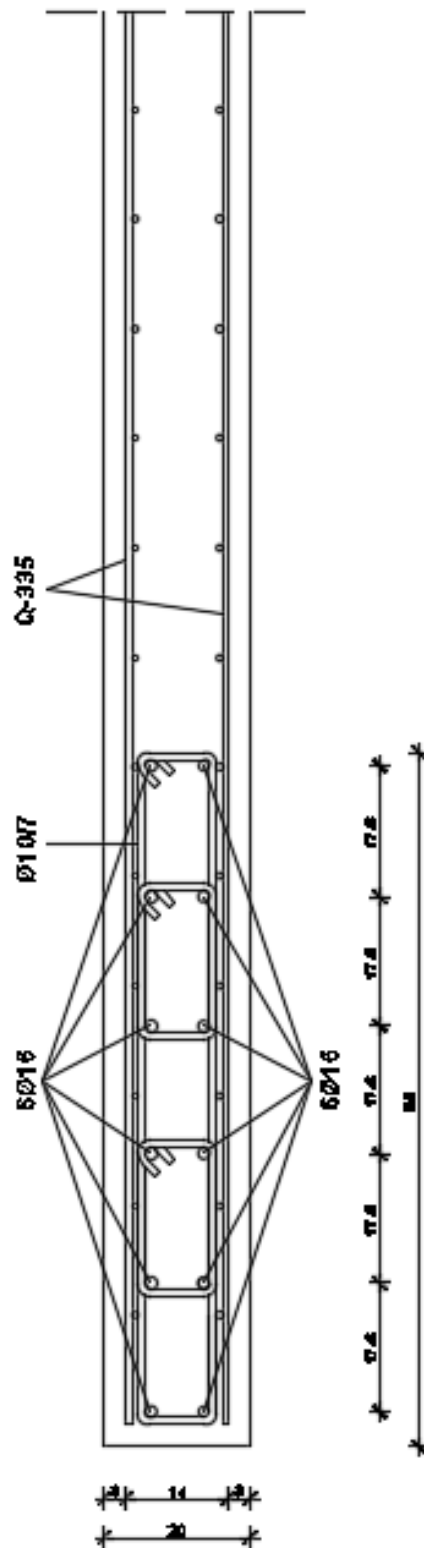
$$\text{Unutarnje: } L_U = 2 \cdot 15 + 2 \cdot 17,6 = 65,2 \text{ cm}$$

Za vilice unutarnje i vanjske  $\emptyset 10$ :

$$\omega_{wd} = \frac{V_{vilica}}{V_{betonske \text{ jezgre}}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{0,785 \cdot (220 + 65,2) \cdot \frac{100}{7}}{15 \cdot 95 \cdot 100} \cdot \frac{43,5}{1,667} = 0,586 > 0,10$$

Odabrane vilice **vanjske  $\emptyset 10$  i unutarnje  $\emptyset 10$ .**

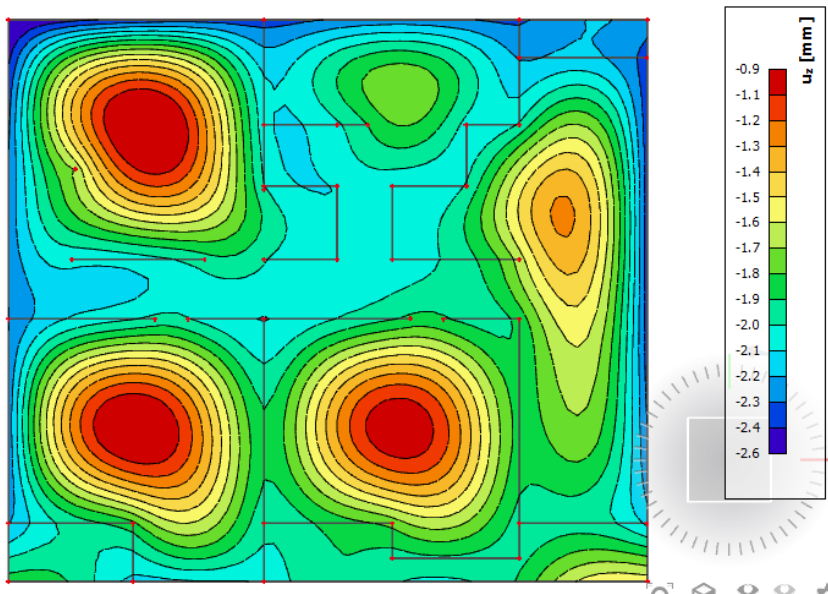




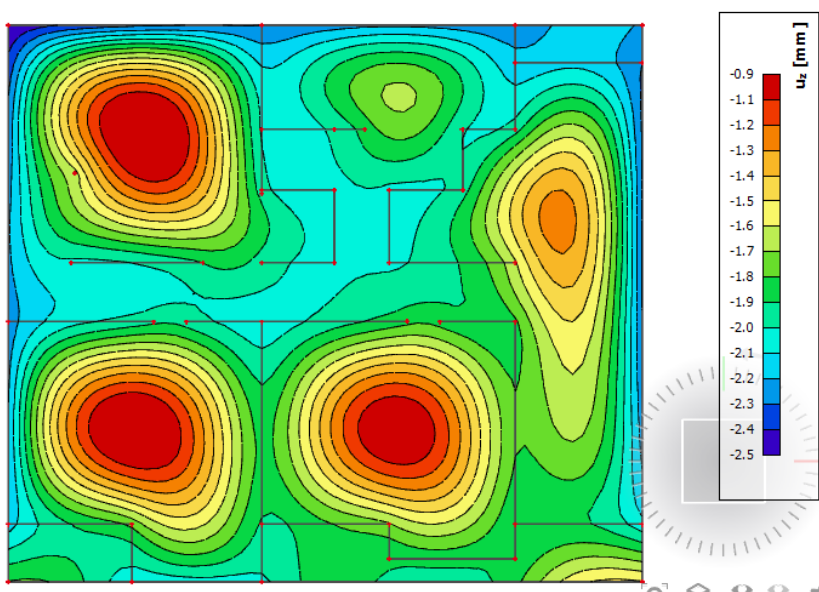
Slika 11.9. Detalj armature kritičnog područja zida za klasu DCM

## 12. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE PLOČE

### 12.1. Kontrola progiba



Slika 12.1. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-1

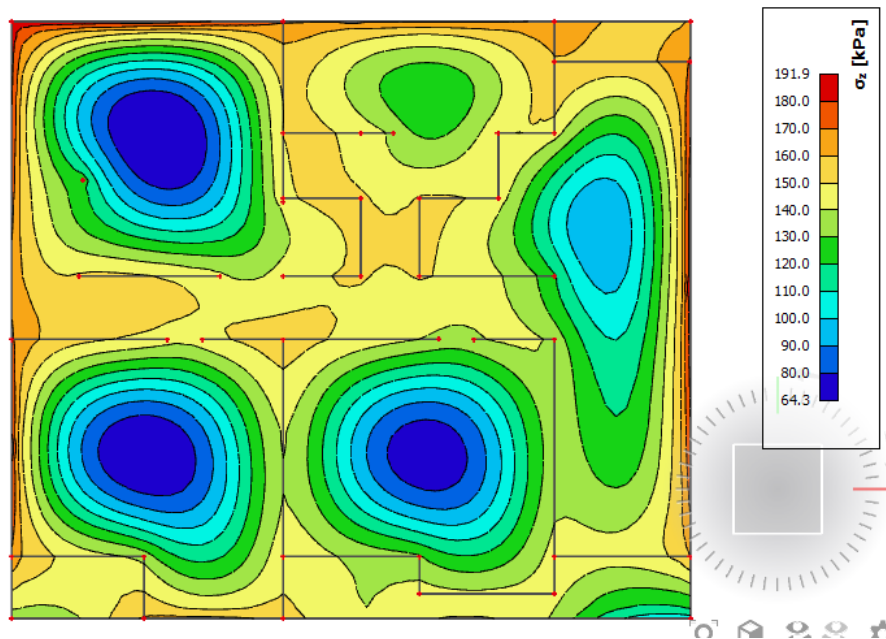


Slika 12.2. Progib ploče (mm) za kombinaciju GSU-2

Na slikama je vidljivo da su relativni progibi temeljne ploče iznosa oko 1,5 mm.

Progibi su takvi da **neće doći do diferencijalnog slijeganja** temeljne ploče.

## 12.2. Kontrola kontaktnih naprezanja

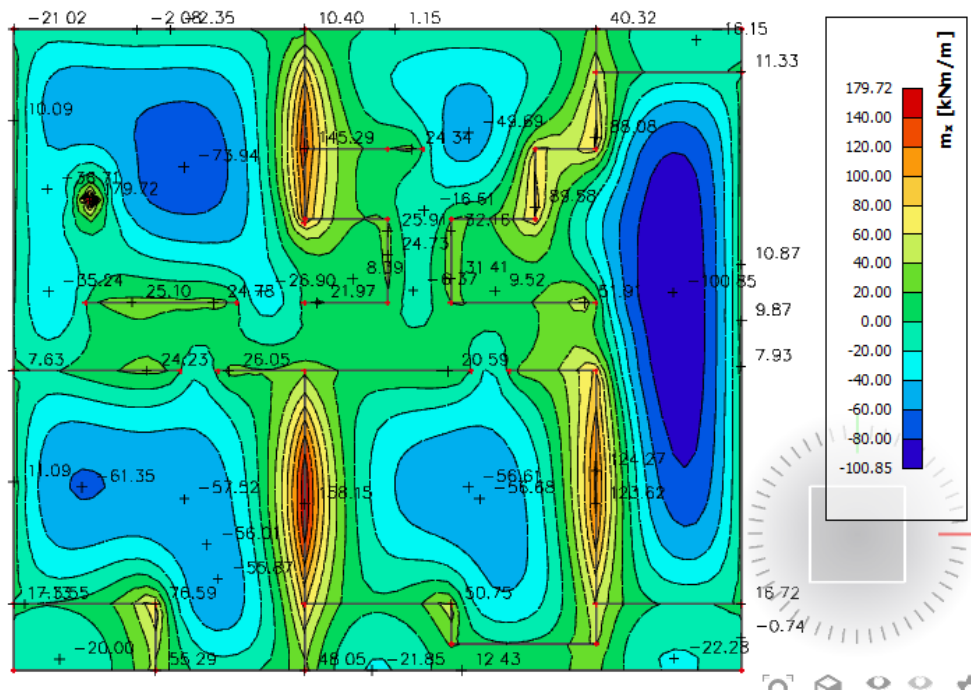


Slika 12.3. Kontaktna naprezanja za GSN-1

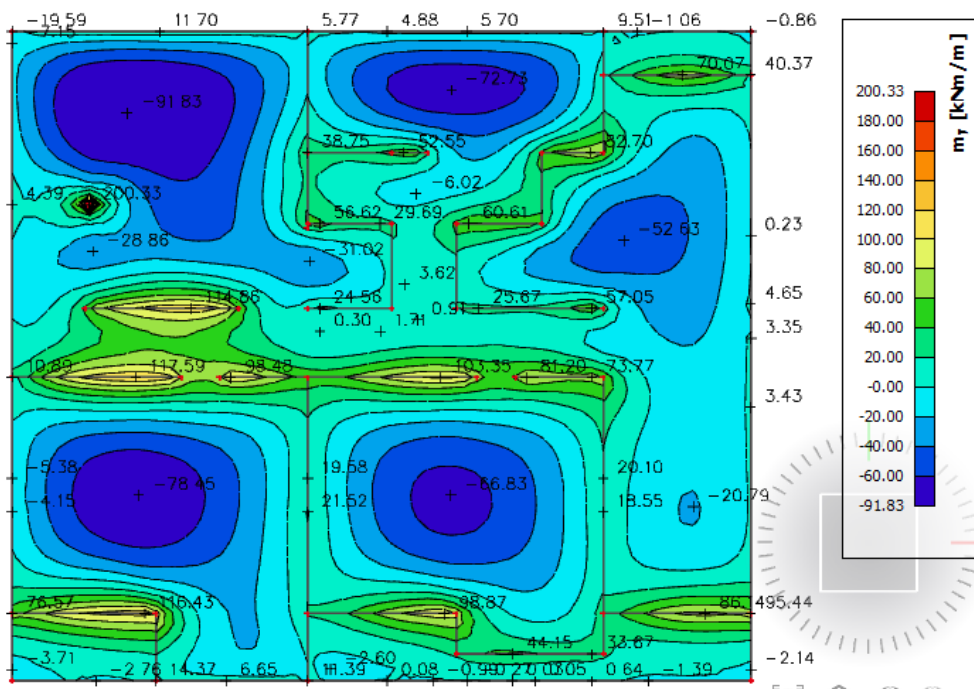
$$\sigma_{c,Sd} = 191,9 \text{ kPa} < \sigma_{dop,tla} = 500 \text{ kPa}$$

Kontaktna naprezanja **ne prelaze** dozvoljenu vrijednost!

### 12.3. Kontrola pukotina



Slika 12.4. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU-1



Slika 12.5. Momenti savijanja  $M_{Ed,y}$  ( $\text{kNm/m}$ ) za GSU-1

Mjerodavni moment  $M = 91,83 \text{ kNm/m}$

Prognoza širine pukotine:

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

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

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

$$x = \frac{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_{el} \cdot A_{s1}}} \right) = \frac{6,36 \cdot 9,99}{100} \cdot \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 41}{6,36 \cdot 9,99}} \right) = 6,61 \text{ cm}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{9183}{\left(41 - \frac{6,61}{3}\right) \cdot 9,99} = 23,69 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 236,9 \text{ MPa}$$

Za C 30/37  $\Rightarrow f_{ct,eff} = 2,9 \text{ MPa}$

$A_{s1} = Q-785 + \text{preklop } 60\text{cm} = 9,99 \text{ cm}^2$

$E_{cm} = 33,0 \text{ GPa} = 33000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 210,0 \text{ GPa} = 210000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$k_t = 0,4$  – dugotrajno opterećenje

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{210}{33} = 6,36 \text{ – odnos modula elastičnosti}$$

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{9,99}{100(2,5 \cdot 4)} = 0,01$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{236,9 - 0,4 \frac{2,9}{0,01} (1 + 6,36 \cdot 0,01)}{210000} \geq 0,6 \cdot \frac{236,9}{210000}$$

$$0,000541 \geq 0,000677$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000677$$

Srednji razmak pukotina:

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

$$\Phi = 7,0 \text{ mm}$$

$c = 20 \text{ mm}$  – Zaštitni sloj uzdužne armature

$k_1 = 0,8$  – Rebrasta armatura

$k_2 = 0,5$  - Savijanje

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{7,0}{0,008} = 216,75$$

Karakteristična širina pukotine:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 216,75 \cdot 0,000677 = 0,147 \text{ mm} < w_g = 0,3 \text{ mm}$$

**- Pukotine zadovoljavaju!**

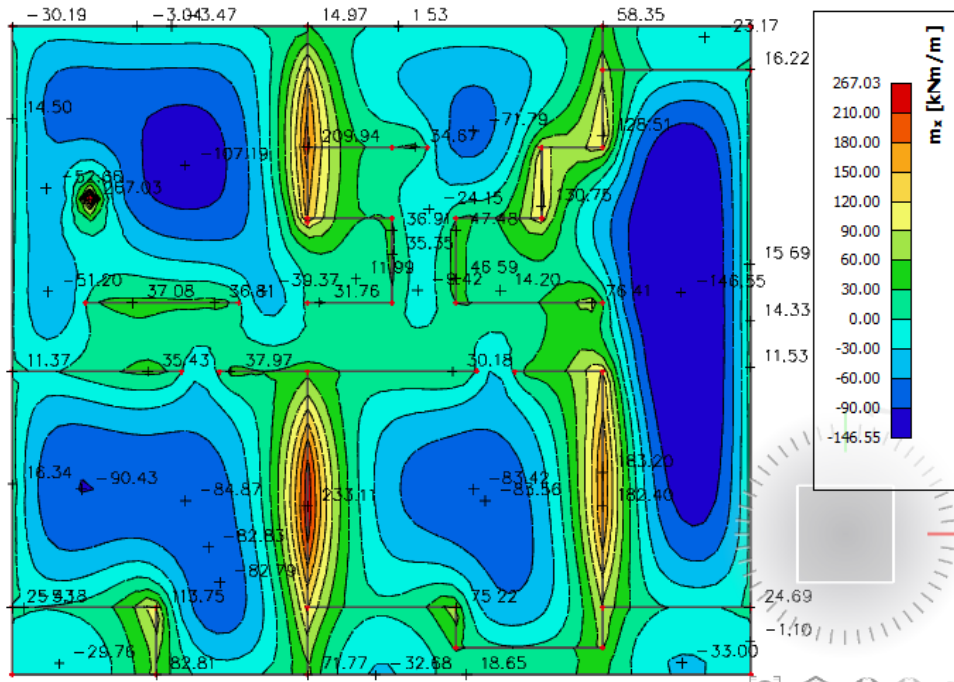
### 12.3. Prikaz rezultata

Mjerodavna kombinacija:

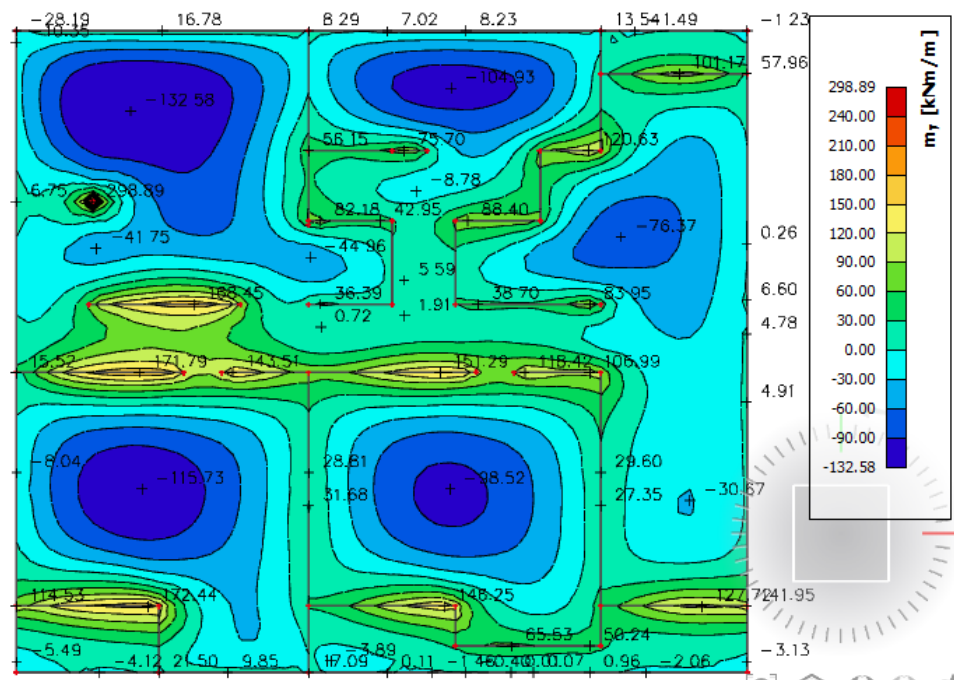
$$GSN_1 : 1,35 * G + 1,5 * Q$$

Na sljedećim slikama prikazani su rezultati momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  te poprečnih sila

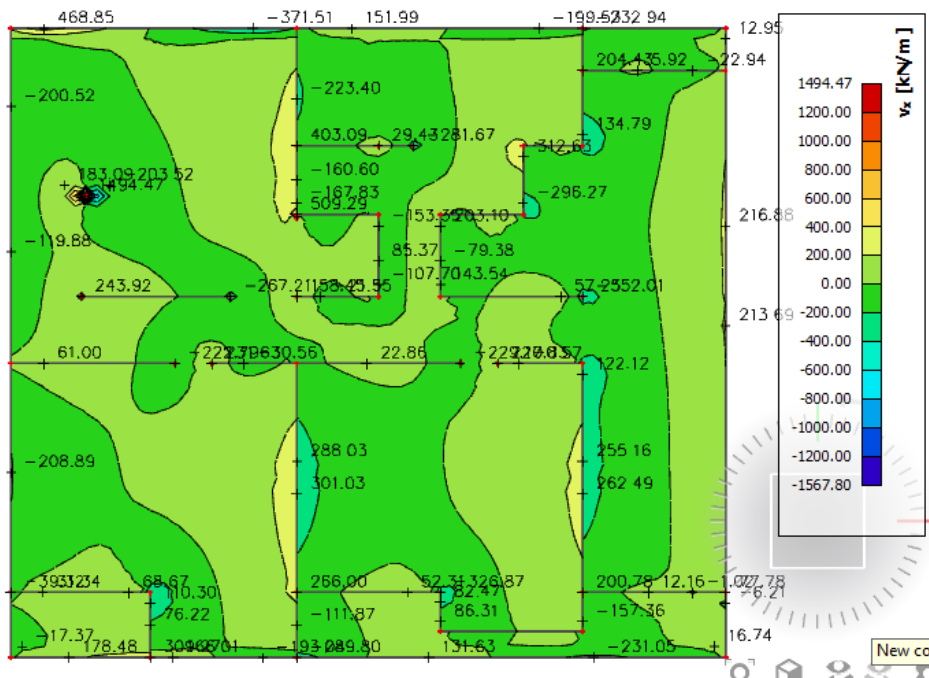
$V_x$  i  $V_y$



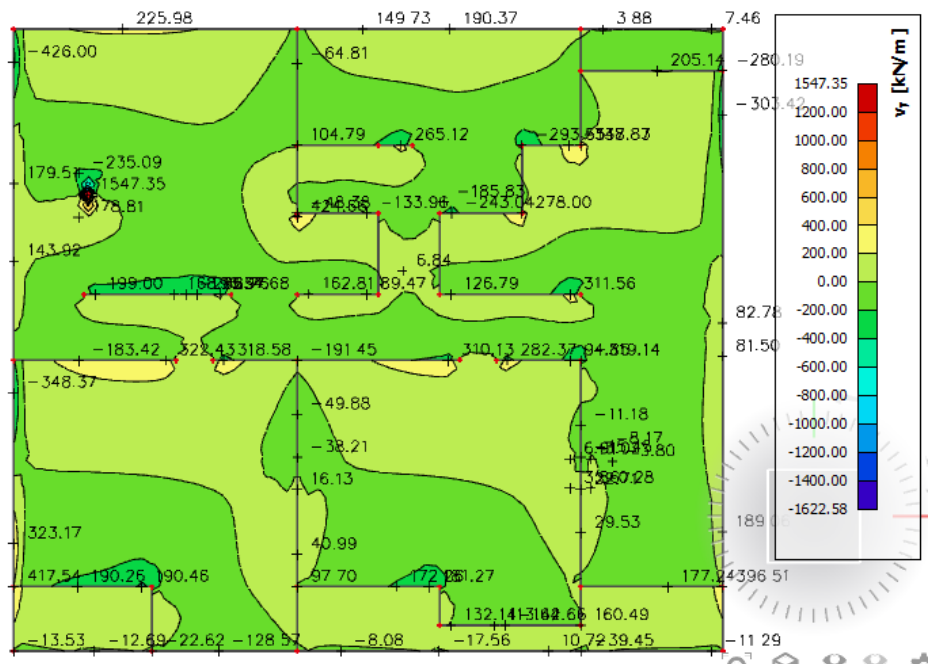
Slika 12.6. Momenti savijanja  $M_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN-1



Slika 12.7. Momenti savijanja  $M_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN-1



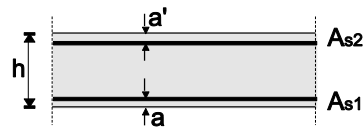
Slika 12.8. Poprečne sile  $V_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN-1



Slika 12.9. Poprečne sile  $V_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN-1



## 12.4. Dimenzioniranje temeljne ploče



$h=45,0$  cm

Zaštitni sloj:  $a=3,5$  cm; udaljenost do osi armature 0,5 cm;  $d=41$  cm

Beton: C 30/37  $f_{ck} = 30,0$  MPa  $E_{cm} = 33,0$  GPa

Armatura: B 500B  $f_y = 500$  MPa

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \cdot 41 = 6,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} = 0,6 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}} = 0,6 \cdot 100 \cdot \frac{41}{500} = 4,92 \text{ cm}^2/\text{m}$$

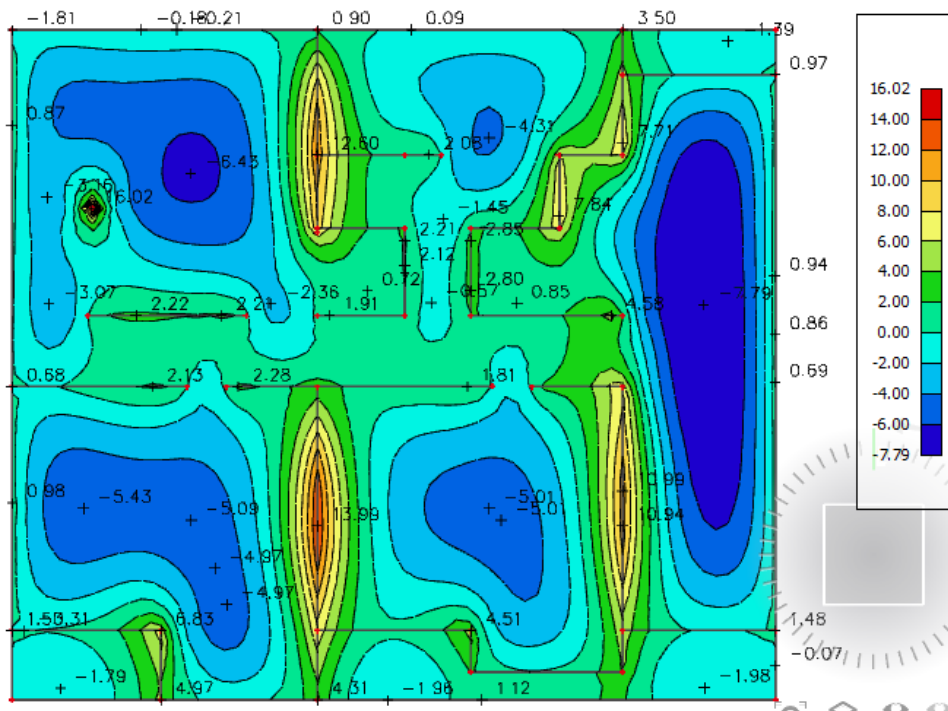
$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,31 \cdot 100 \cdot 41 \cdot \frac{20,0}{434,8} = 58,46 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Za proračun armature ploča usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ .

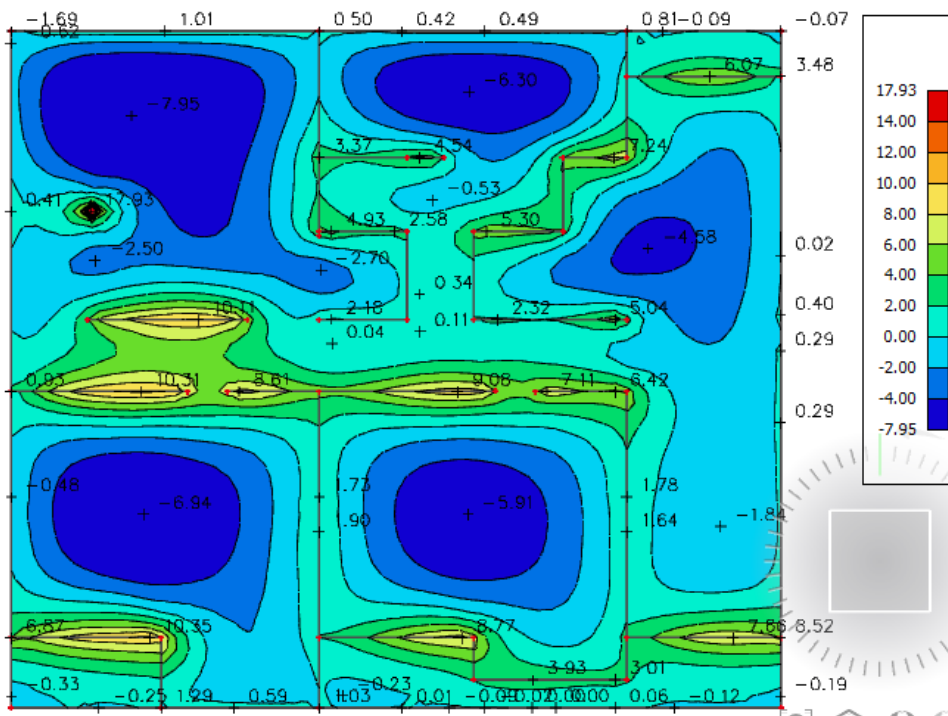
Potrebna armatura:

$$A_{s1} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = M_{Ed} \cdot \frac{100}{0,9 \cdot 41 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,06$$

U nastavku je prikazana potrebna površina armature za x i y smjer:



Slika 12.10. Armatura u ploči smjer  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN



Slika 12.11. Armatura u ploči smjer  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN

*Napomena:* Zbog preraspodjele dobivenu armaturu potrebno je umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju za 25%.

Armatura u polju  $7,95 \text{ cm}^2 \cdot 1.25 = 9,94 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju  $13,99 \text{ cm}^2 \cdot 0.85 = 11,89 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

Polje Q-785 + povećanje preklopa na 60 cm ( $9,99 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Ležaj Q-785 + povećanje preklopa na 60 cm ( $9,99 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

## 13. FIZIKALNA SVOJSTVA ZGRADE

### 13.1. Podaci o lokaciji objekta

Predmetna građevina se nalazi u 5. zoni globalnog Sunčevog zračenja sa srednjom mjesečnom temperaturom vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade  $\Theta_{e,mj,min} > 3^{\circ}\text{C}$  i unutarnjom temperaturom  $\Theta_i \geq 18^{\circ}\text{C}$ .

#### Klimatološki podaci lokacije objekta:

Lokacija:

Referentna postaja: Makarska

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Temperature zraka (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>													
m	9,3	9,4	11,7	15	19,9	23,7	26,5	26,3	21,9	18,1	13,8	10,4	17,2
min	-1,3	0,1	1,1	5	9,4	14	18,7	18,2	12,8	9,8	5	-0,7	-1,3
max	16,7	16,4	20,6	23,3	28,3	31,5	34,3	33,4	29,6	26,6	24	17,8	34,3

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Tlak vodene pare (Pa)</b>													
m	730	740	820	1040	1390	1760	2020	2010	1700	1350	1030	800	1280

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Relativna vlažnost zraka (%)</b>													
m	63	59	60	61	60	59	54	57	60	64	65	63	60

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Brzina vjetra (m/s)</b>													
m	2,8	3,1	2,8	2,6	2,3	2	2,2	2,1	1,9	2,2	2,9	2,7	2,5

<b>Broj dana grijanja</b>													
Temperatura vanjskog zraka											$\leq 10^{\circ}\text{C}$	83,1	
											$\leq 12^{\circ}\text{C}$	121,6	
											$\leq 15^{\circ}\text{C}$	168,4	

Orij	[ $^{\circ}$ ]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Globalno Sunčevo zračenje (<math>\text{MJ/m}^2</math>)</b>														
S	0	181	252	426	528	673	741	778	661	489	370	196	157	5451
	15	237	312	485	556	676	729	774	686	545	456	253	212	5921
	30	282	357	519	558	652	690	738	679	573	518	299	256	6122
	45	313	383	527	535	600	623	671	641	572	552	328	287	6033
	60	326	389	509	488	525	533	578	573	542	556	340	302	5659
	75	321	373	465	419	431	426	464	481	484	528	333	300	5026
	90	299	338	398	334	327	313	341	372	403	472	308	282	4189
SE, SW	0	181	252	426	528	673	741	778	661	489	370	196	157	5451
	15	220	294	468	549	676	733	776	680	530	430	236	195	5787
	30	250	324	491	551	659	706	752	677	550	472	265	224	5921
	45	267	338	494	533	621	656	704	649	547	491	282	242	5823
	60	270	335	475	495	562	586	633	598	521	486	284	247	5493
	75	260	317	435	440	487	501	543	526	473	457	272	240	4952

	90	237	283	379	372	402	407	444	440	407	406	247	220	4245
E, W	0	181	252	426	528	673	741	778	661	489	370	196	157	5451
	15	182	252	424	524	665	732	769	654	487	370	196	158	5413
	30	182	251	418	510	644	706	743	637	478	368	196	159	5292
	45	179	245	403	486	609	667	703	607	461	360	193	157	5070
	60	171	234	380	452	562	613	649	564	433	344	184	151	4737
	75	159	216	347	408	504	548	582	508	395	318	171	140	4294
	90	142	192	306	356	436	473	504	443	347	283	152	125	3758
NE, NW	0	181	252	426	528	673	741	778	661	489	370	196	157	5451
	15	141	206	374	491	647	723	752	620	435	302	155	120	4966
	30	114	169	321	441	596	673	695	559	376	245	125	96	4410
	45	89	143	278	389	533	603	619	492	325	206	99	75	3851
	60	79	106	238	343	470	531	544	433	284	154	83	70	3335
	75	72	90	172	289	411	466	477	371	215	113	76	64	2817
	90	65	82	134	202	318	371	371	265	144	104	68	57	2182
E, N	0	181	252	426	528	673	741	778	661	489	370	196	157	5451
	15	116	180	348	475	633	708	736	601	410	265	129	96	4696
	30	90	113	255	398	557	629	644	508	311	155	94	79	3833
	45	85	104	177	306	454	516	520	391	206	126	126	75	3048
	60	79	98	158	214	334	382	373	261	161	120	83	70	2332
	75	72	90	146	185	228	240	227	201	151	113	76	64	1794
	90	65	82	134	169	209	212	210	187	140	104	68	57	1637

### Zona 1

Uvjet	Status
Koeficijenti prolaska topline	ZADOVOLJAVA
Difuzija	ZADOVOLJAVA
Dinamičke toplinske karakteristike	ZADOVOLJAVA
Korisna energija	ZADOVOLJAVA

### 13.2. Geometrijske karakteristike zgrade

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	2638,79
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	3586,50
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	2869,20
Faktor oblika zgrade – $f_o$ [ $m^{-1}$ ]	0,74
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade – $A_K$ [ $m^2$ ]	1079,50
Proračunska korisna površina grijanog dijela zgrade – $A$	1079,50
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	1595,69
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	263,39

### 13.3. Građevni dijelovi zgrade, slojevi i obrada

Definirani slojevi građevnog dijela (u smjeru toplinskog toka) prikazani za građevne dijelove grupirane prema zonama i prema vrsti građevnog dijela.

#### VERTIKALNI GRAĐEVNI DIJELOVI

##### *Vanjski zidovi 1 - Z2 g-v*

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8,000	0,034	1,00	0,08	25,00
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	0,900	60,00	0,30	1800,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Istok	286,40	
				Zapad	217,90	
				Jug	213,30	

##### *Vanjski zidovi 2 - Z2 g-v S*

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8,000	0,034	1,00	0,08	25,00
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	0,900	60,00	0,30	1800,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Sjever	197,50	

**Vanjski zidovi 3 - Z2 n-v**

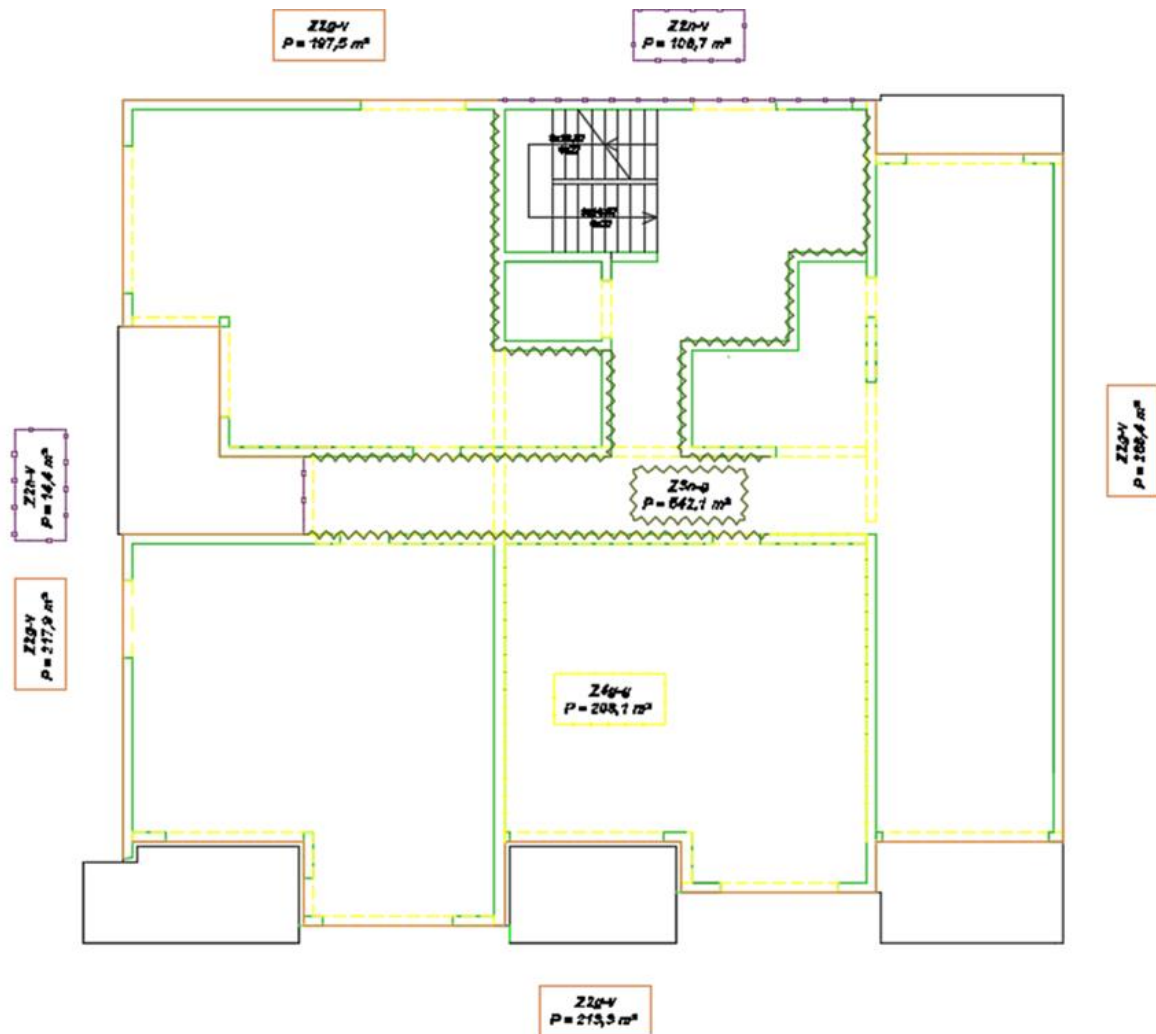
R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8,000	0,034	1,00	0,08	25,00
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	0,900	60,00	0,30	1800,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Sjever	108,70	

**Zidovi prema negrijanim prostorijama 1 - Z3 n-g**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	7,000	0,034	1,00	0,07	25,00
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	0,900	14,00	0,03	1650,00
6	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					542,10	

**Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - Z4 g-g**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Knauf DIAMANT gips-kartonska ploča tip DFH2IR	1,000	0,270	4,00	0,04	1000,00
2	Knauf Insulation ploča za pregradne zidove AKUSTIK	4,000	0,037	1,10	0,04	16,00
3	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
4	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					208,10	
				Zapad	14,40	

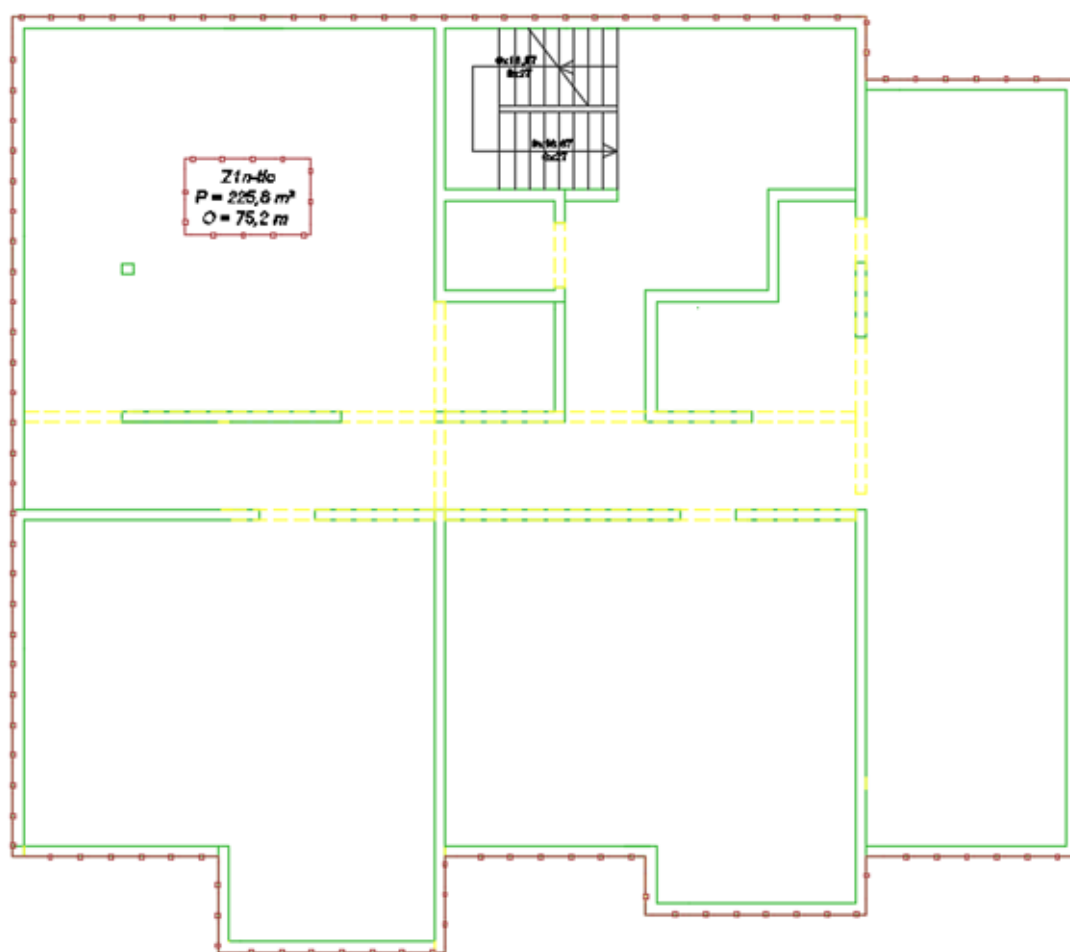


Slika 13.1. Prikaz vertikalnih građevnih dijelova na karakterističnoj etaži



*Zidovi prema tlu 1 - Z1 n-tlo*

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [ - ]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	5.01 Bitum. traka s uloškom	0,800	0,230	50000,00	400,00	1100,00
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena	6,000	0,033	80,00	4,80	28,00
5	Čepičasta traka (zaštita	0,200	0,200	500000,00	200,00	1200,00
6	Pijesak i šljunak	20,000	2,000	50,00	10,00	1700,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					225,60	



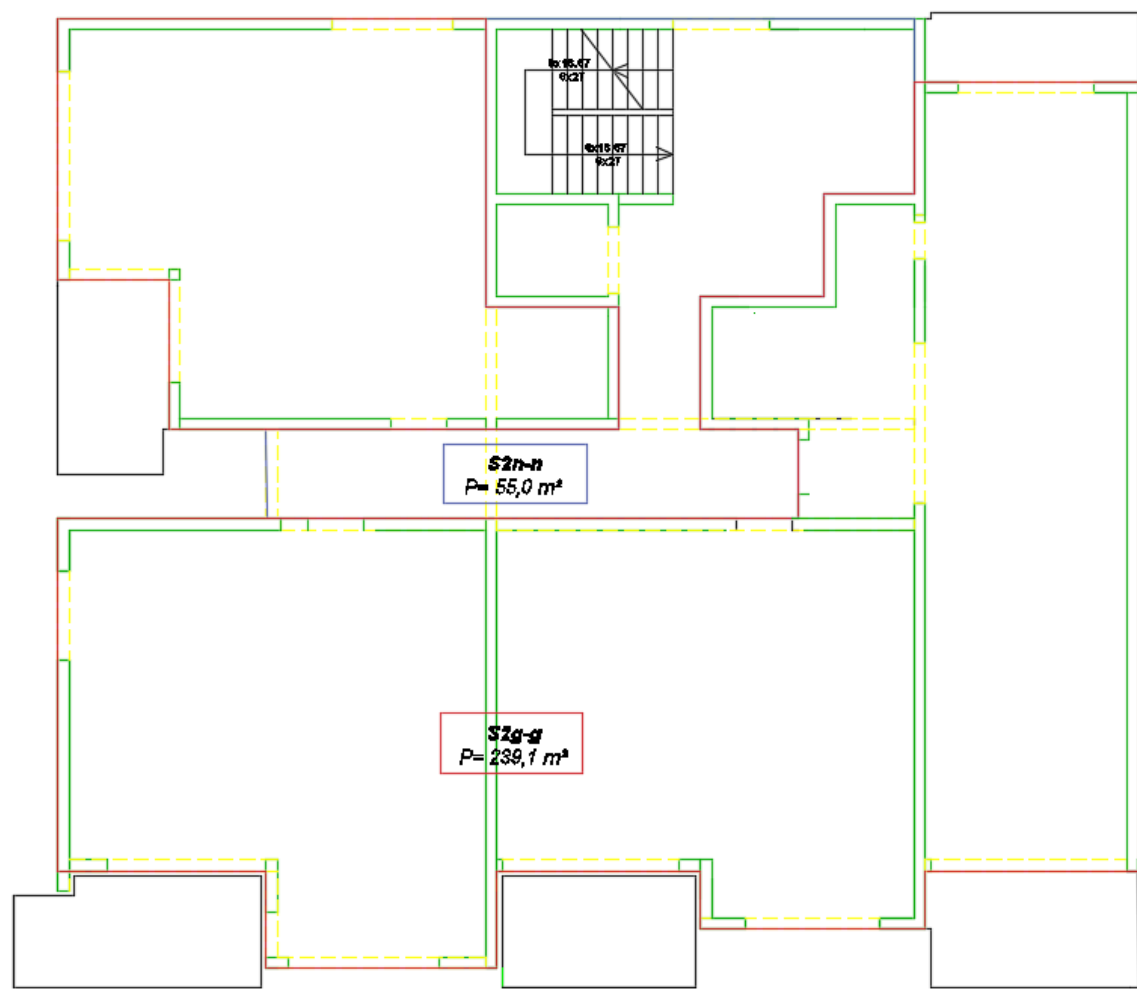
Slika 13.2. Prikaz vertikalnih građevnih dijelova u dodiru s tlom

**HORIZONTALNI GRAĐEVNI DIJELOVI*****Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - S2 g-g***

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	0,500	334000,00	15,00	980,00
3	7.02 Ekspandirani polistiren	4,000	0,037	60,00	2,40	21,00
4	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
5	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					239,10	

***Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika 2 - S2 n-n***

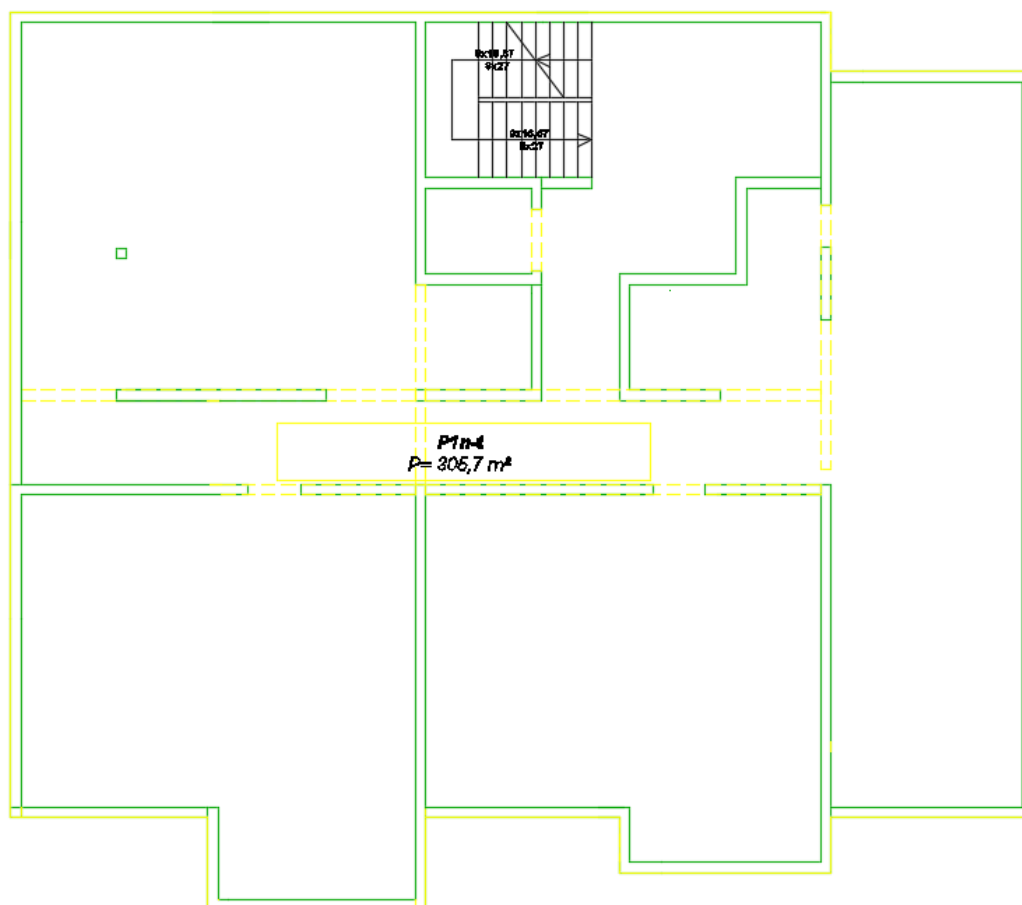
R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	0,500	334000,00	15,00	980,00
3	7.02 Ekspandirani polistiren	4,000	0,037	60,00	2,40	21,00
4	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
5	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					55,00	



Slika 13.3. Prikaz horizontalnih građevnih dijelova na karakterističnoj etaži

**Podovi na tlu 1 - P1 n-tlo**

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	6,000	1,600	50,00	3,00	2000,00
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	0,500	334000,00	15,00	980,00
3	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena	6,000	0,033	80,00	4,80	28,00
4	2.01 Armirani beton	45,000	2,600	110,00	49,50	2500,00
5	5.01 Bitum. traka s uloškom	1,000	0,230	50000,00	500,00	1100,00
6	2.03 Beton	5,000	2,000	100,00	5,00	2400,00
7	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	15,000	0,810	3,00	0,45	1700,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					305,70	



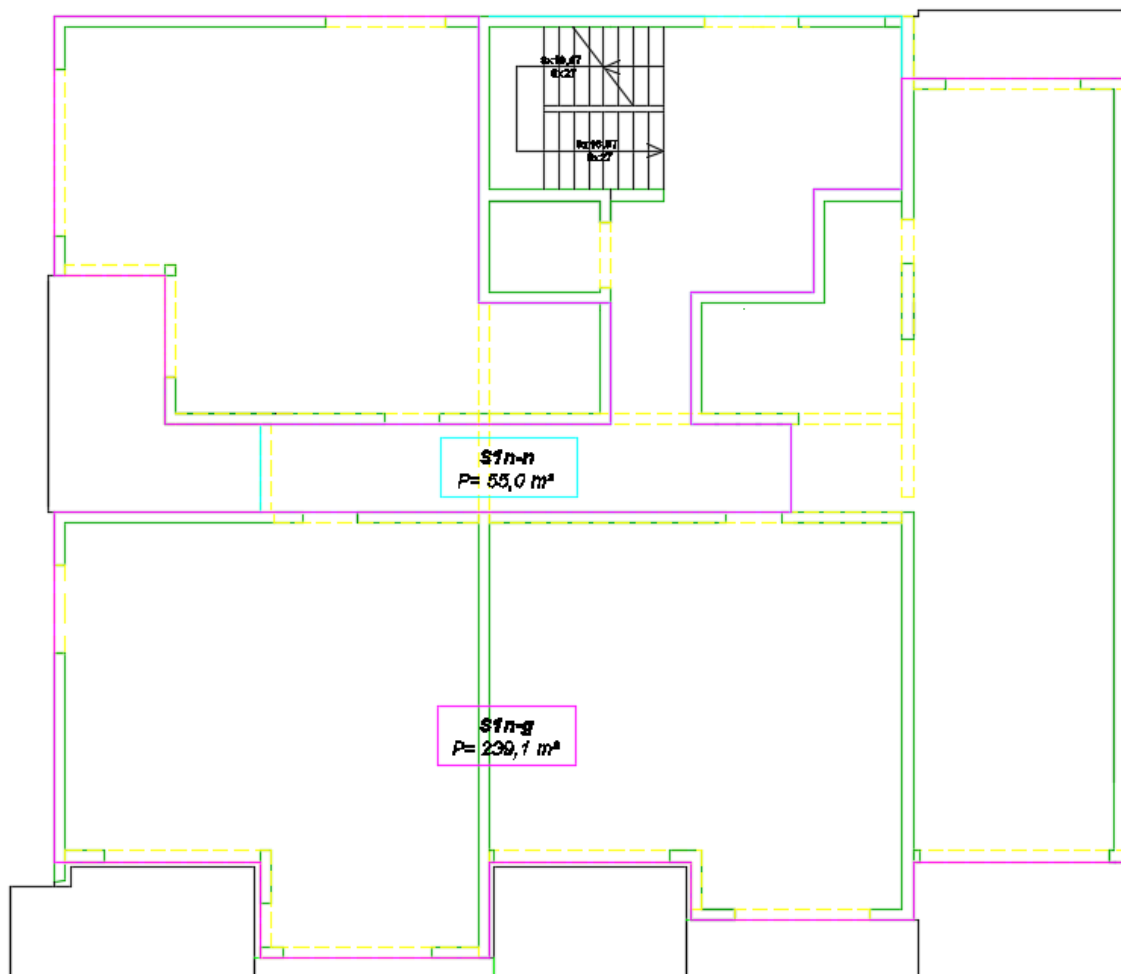
Slika 13.4. Prikaz horizontalnih građevnih dijelova na tlu

***Stropovi prema negrijanim prostorijama 1 - S1 n-g***

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	0,500	334000,00	15,00	980,00
3	7.02 Ekspandirani polistiren	4,000	0,037	60,00	2,40	21,00
4	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
5	7.01 Mineralna vuna (MW)	3,000	0,034	1,00	0,03	25,00
6	4.01 Gipskartonske ploče	1,250	0,250	8,00	0,10	900,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					239,10	

***Stropovi prema negrijanim prostorijama 2 - S1 n-n***

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	0,500	334000,00	15,00	980,00
3	7.02 Ekspandirani polistiren	4,000	0,037	60,00	2,40	21,00
4	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
5	7.01 Mineralna vuna (MW)	3,000	0,034	1,00	0,03	25,00
6	4.01 Gipskartonske ploče	1,250	0,250	8,00	0,10	900,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					55,00	



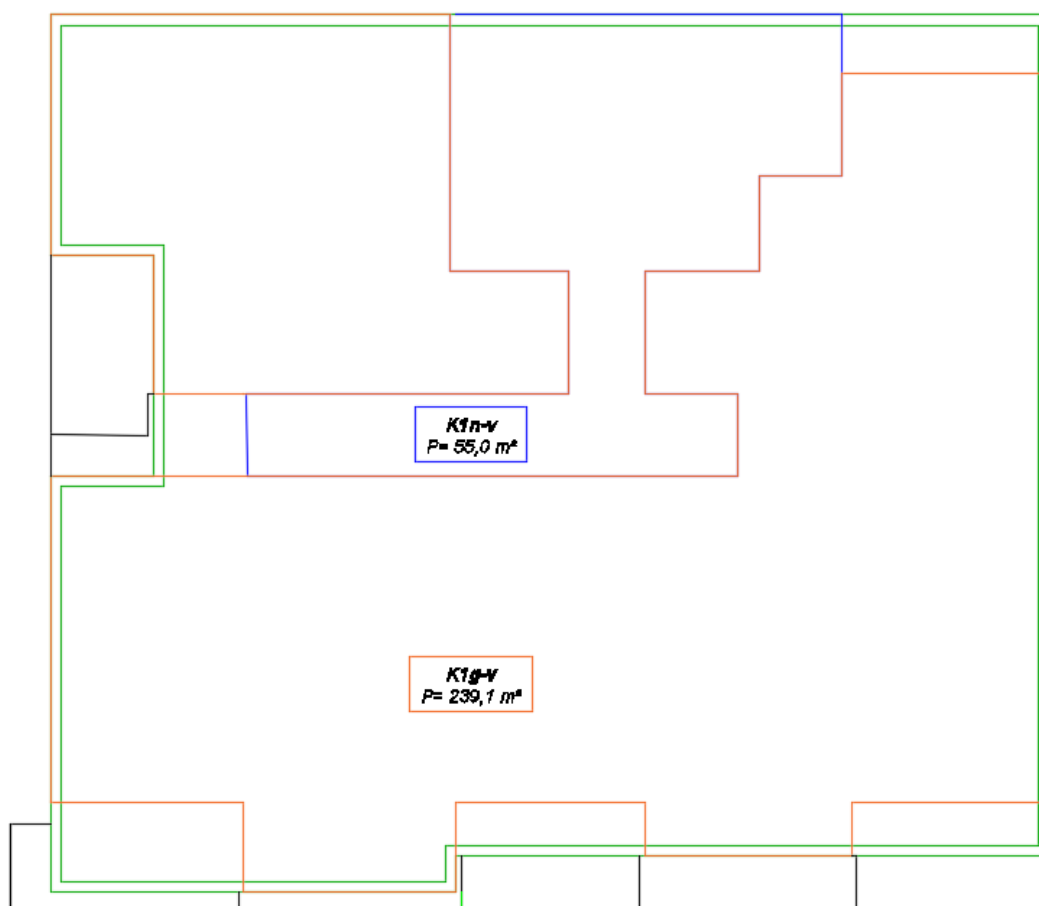
Slika 13.5. Prikaz horizontalnih građevnih dijelova prema negrijanim prostorima

***Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 - Kl g-v***

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
3	2.03 Beton	5,000	2,000	100,00	5,00	2400,00
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena	14,000	0,033	80,00	11,20	28,00
5	3.19 Cementni estrih	4,000	1,600	50,00	2,00	2000,00
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	0,260	90000,00	135,00	1600,00
7	2.03 Beton	3,000	2,000	100,00	3,00	2400,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					239,10	

***Ravni krovovi iznad grijanog prostora 2 - Kl n-v***

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1,000	20,00	0,20	1800,00
2	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
3	2.03 Beton	5,000	2,000	100,00	5,00	2400,00
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena	14,000	0,033	80,00	11,20	28,00
5	3.19 Cementni estrih	4,000	1,600	50,00	2,00	2000,00
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	0,260	90000,00	135,00	1600,00
7	2.03 Beton	3,000	2,000	100,00	3,00	2400,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					55,00	



Slika 13.6. Prikaz horizontalnih građevnih dijelova na krovu



**OTVORI (PROZIRNI I NEPROZIRNI ELEMENTI) ZGRADE**

Naziv otvora	Uw [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	Aw [m <sup>2</sup> ]	n
P160 g-v	1,40	Zapad	1,92	5,00
P160 n-v	1,40	Zapad	1,92	5,00
P180 n-v,S	1,40	Sjever	2,16	4,00
P240 g-v	1,40	Jug	2,88	5,00
P240 g-v,S	1,40	Sjever	2,88	5,00
P285 g-v	1,40	Jug	3,42	5,00
P305 g-v	1,40	Zapad	3,66	5,00
V180 g-v,Z	1,40	Zapad	3,96	4,00
V180 g-v	1,40	Zapad	3,96	1,00
V245 g-v,S	1,40	Sjever	5,39	5,00
V285 g-v	1,40	Jug	6,27	10,00
V340 g-v	1,40	Jug	7,48	5,00
U200 n-v,S	2,00	Sjever	4,70	1,00
v100 g-n	2,00	Zapad	2,40	4,00

**Zaštita od prekomjernog Sunčevog zračenja (ljetni period)**

Podaci o definiranim prostorijama s najvećim udjelom ostakljenja u površini pročelja.

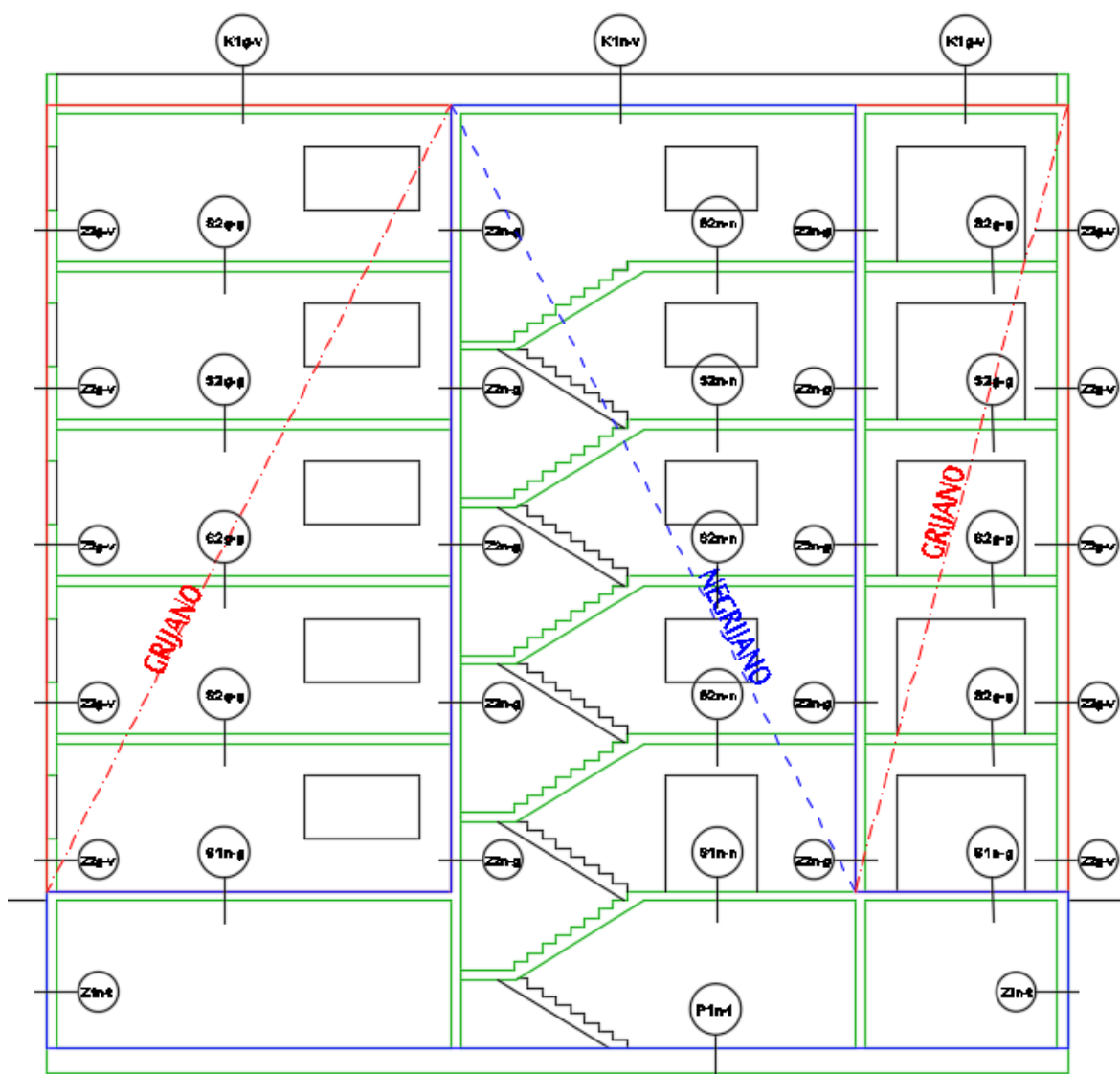
Naziv prostorije	Orijentacija	A [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	f	g <sub>tot f</sub>	max	Zadovoljava
Dnevni boravak	Jug	9,48	5,98	0,63	0,10	0,20	Da

Podaci o otvorima koji su uzeti u obzir prilikom navedenog proračuna.

Naziv prostorije	Naziv otvora	f <sub>c</sub>	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	g <sub>⊥</sub>	n
Dnevni boravak	V340 g-v	0,30	5,98	0,60	1

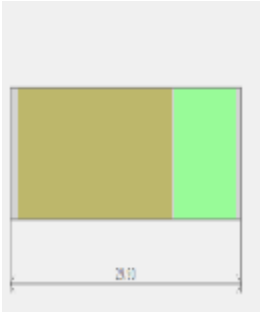
### 13.4. Proračun građevnih dijelova zgrade

Naziv građevnog dijela	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	OK
Z2 g-v	717,60	0,38	0,45	✓
Z2 g-v S	197,50	0,38	0,45	✓
Z2 n-v	123,10	0,38	0,45	✓
Z3 n-g	542,10	0,41	0,60	✓
Z4 g-g	208,10	0,68	0,80	✓
Z1 n-tlo	225,60	0,48	0,50	✓
S2 g-g	239,10	0,68	0,80	✓
S2 n-n	55,00	0,68	0,80	✓
P1 n-tlo	305,70	0,45	0,50	✓
S1 n-g	239,10	0,42	0,60	✓
S1 n-n	55,00	0,42	0,60	✓
K1 g-v	239,10	0,22	0,30	✓
K1 n-v	55,00	0,22	0,30	✓



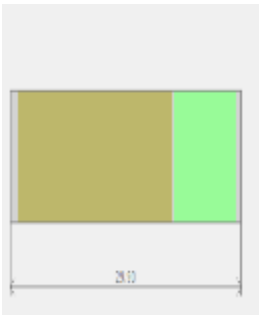
Slika 13.7. Prikaz grijanog i negrijanog volumena zgrade

## Vanjski zidovi 1 - Z2 g-v

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{jl}$	$A_{jz}$	
	717,60	286,40	217,90	0,00	213,30	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0,38 ≤ 0,45			ZADOVOLJAVA			
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si}$ ≤ 0,8)			$fR_{si}$ = 0,89 ≤ 0,90			ZADOVOLJAVA			
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god}$ = 0,00			ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			535,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> $U$ = 0,38 ≤ 0,45			ZADOVOLJAVA				

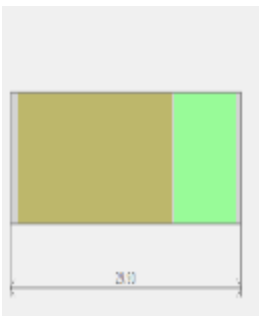
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010	
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077	
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002	
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8,000	25,00	0,034	2,353	
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002	
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	1800,00	0,900	0,006	
					$R_{si}$ = 0,130	
					$R_{se}$ = 0,040	
					<b><math>R_T</math> = 2,620</b>	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U$ = 0,38 ≤ $U_{max}$ = 0,45		ZADOVOLJAVA		
Plošna masa građevnog dijela <b>535,60 [kg/m<sup>2</sup>]</b>		535,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> $U$ = 0,38 ≤ 0,45		ZADOVOLJAVA		
Površinska vlažnost		$fR_{si}$ = 0,89 ≤ $fR_{si, max}$ = 0,90		ZADOVOLJAVA		

## Vanjski zidovi 2 - Z2 g-v S

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	197,50	0,00	0,00	197,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,38 ≤ 0,45				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si}$ ≤ 0,8)			fR <sub>si</sub> = 0,89 ≤ 0,90				ZADOVOLJAVA		
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			ΣM <sub>a, god</sub> = 0,00				ZADOVOLJAVA		
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			535,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,38 ≤ 0,45				ZADOVOLJAVA			

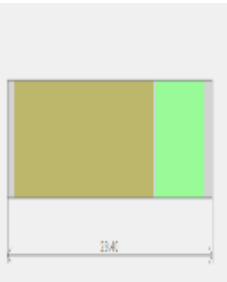
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	ρ[kg/m <sup>3</sup> ]	λ[W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8,000	25,00	0,034	2,353
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	1800,00	0,900	0,006
					R <sub>si</sub> = 0,130
					R <sub>se</sub> = 0,040
					<b>R<sub>T</sub> = 2,620</b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] =		U = 0,38 ≤ U <sub>max</sub> = 0,45			ZADOVOLJAVA
Plošna masa građevnog dijela 535,60 [kg/m <sup>2</sup> ]		535,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,38 ≤ 0,45			ZADOVOLJAVA
Površinska vlažnost		fR <sub>si</sub> = 0,89 ≤ fR <sub>si, max</sub> = 0,90			ZADOVOLJAVA

## Vanjski zidovi 3 - Z2 n-v

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	123,10	0,00	14,40	108,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,38 ≤ 0,45				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si}$ ≤ 0,8)			fR <sub>si</sub> = 0,89 ≤ 0,90				ZADOVOLJAVA		
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			ΣM <sub>a, god</sub> = 0,00				ZADOVOLJAVA		
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			535,60 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,38 ≤ 0,45				ZADOVOLJAVA			


	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	8,000	25,00	0,034	2,353
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	1800,00	0,900	0,006
					$R_{si} = 0,130$
					$R_{se} = 0,040$
					<b><math>R_T = 2,620</math></b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,38 \leq U_{max} = 0,45$		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela <b>535,60</b> [kg/m <sup>2</sup> ]		$535,60 \geq 100$ kg/m <sup>2</sup> $U = 0,38 \leq 0,45$		ZADOVOLJAVA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,89 \leq fR_{si, max} = 0,90$		ZADOVOLJAVA	

### Zidovi prema negrijanim prostorijama 1 - Z3 n-g

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	542,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = $0,41 \leq 0,60$			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s pljesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,89 \leq 0,90$			ZADOVOLJAVA			
Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA				

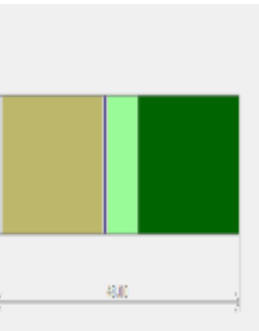
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002
4	7.01 Mineralna vuna (MW)	7,000	25,00	0,034	2,059
5	Polimerno-cementno ljepilo	0,200	1650,00	0,900	0,002
6	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
					$R_{si} = 0,130$
					$R_{se} = 0,130$
					<b><math>R_T = 2,420</math></b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] = <b>0,41</b>		$U = 0,41 \leq U_{max} = 0,60$		ZADOVOLJAVA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,89 \leq fR_{si, max} = 0,90$		ZADOVOLJAVA	

**Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - Z4 g-g**

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
	208,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Toplinska zaštita:</b>		U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,68 ≤ 0,80			ZADOVOLJAVA			


	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]	
1	Knauf DIAMANT gips-kartonska ploča tip DFH2IR	1,000	1000,00	0,270	0,037	
2	Knauf Insulation ploča za pregradne zidove AKUSTIK	4,000	16,00	0,037	1,081	
3	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077	
4	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010	
					$R_{si} = 0,130$	
					$R_{se} = 0,130$	
					$R_T = 1,465$	
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] =		U = 0,68 ≤ U <sub>max</sub> = 0,80		ZADOVOLJAVA		

**Zidovi prema tlu 1 - Z1 n-tlo**

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
	225,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Toplinska zaštita:</b>		U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,48 ≤ 0,50			ZADOVOLJAVA			
<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )		fRsi = 0,00 ≤ 0,88			ZADOVOLJAVA				

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho[\text{kg/m}^3]$	$\lambda[\text{W/mK}]$	$R[\text{m}^2 \text{K/W}]$
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	0,800	1100,00	0,230	0,035
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	6,000	28,00	0,033	1,818
5	Čepičasta traka (zaštita hidroizolacije)	0,200	1200,00	0,200	-
6	Pijesak i šljunak	20,000	1700,00	2,000	-
					$R_{si} = 0,130$
					$R_{se} = 0,000$
					$R_T = 2,070$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [\text{W/m}^2 \text{K}] =$		$U = 0,48 \leq U_{max} = 0,50$		ZADOVOLJAVA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,00 \leq fR_{si, max} = 0,88$		ZADOVOLJAVA	

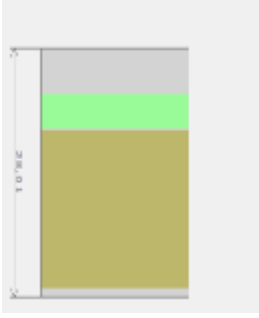
### Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - S2 g-g

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd} [\text{m}^2]$	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
		239,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplinska zaštita:				$U [\text{W/m}^2 \text{K}] = 0,68 \leq 0,80$			ZADOVOLJAVA		

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho[\text{kg/m}^3]$	$\lambda[\text{W/mK}]$	$R[\text{m}^2 \text{K/W}]$
1	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	980,00	0,500	0,000
3	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4,000	21,00	0,037	1,081
4	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
5	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
					$R_{si} = 0,170$
					$R_{se} = 0,100$
					$R_T = 1,462$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [\text{W/m}^2 \text{K}] =$		$U = 0,68 \leq U_{max} = 0,80$		ZADOVOLJAVA	

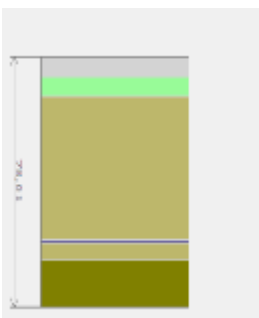


**Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika 2 - S2 n-n**

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{ji}$	$A_{jz}$	
	55,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0,68 ≤ 0,80				ZADOVOLJAVA		


	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	980,00	0,500	0,000
3	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4,000	21,00	0,037	1,081
4	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
5	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
					$R_{si} = 0,170$
					$R_{se} = 0,100$
					<b><math>R_T = 1,462</math></b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,68 \leq U_{max} = 0,80$		ZADOVOLJAVA	

**Podovi na tlu 1 - P1 n-tlo**

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{ji}$	$A_{jz}$	
	305,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0,45 ≤ 0,50				ZADOVOLJAVA		
<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,00 \leq 0,89$				ZADOVOLJAVA			

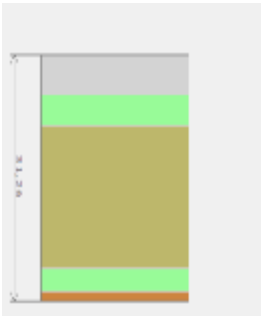
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.19 Cementni estrih	6,000	2000,00	1,600	0,038
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	980,00	0,500	0,000
3	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	6,000	28,00	0,033	1,818
4	2.01 Armirani beton	45,000	2500,00	2,600	0,173
5	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	1,000	1100,00	0,230	0,043
6	2.03 Beton	5,000	2400,00	2,000	-
7	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	15,000	1700,00	0,810	-
					$R_{si} = 0,170$
					$R_{se} = 0,000$
					$R_T = 2,243$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,45 \leq U_{max} = 0,50$		ZADOVOLJAVA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,00 \leq fR_{si, max} = 0,89$		ZADOVOLJAVA	

### Stropovi prema negrijanim prostorijama 1 - SI n-g

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
	239,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Toplinska zaštita:			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0,42 ≤ 0,60			ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,89 \leq 0,90$			ZADOVOLJAVA		
Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma m_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			

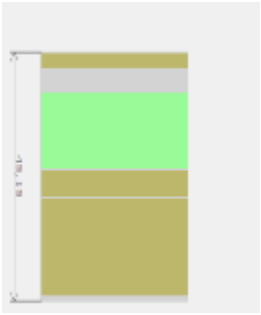
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	980,00	0,500	0,000
3	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4,000	21,00	0,037	1,081
4	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
5	7.01 Mineralna vuna (MW)	3,000	25,00	0,034	0,882
6	4.01 Gipskartonske ploče	1,250	900,00	0,250	0,050
					$R_{si} = 0,170$
					$R_{se} = 0,100$
					$R_T = 2,384$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,42 \leq U_{max} = 0,60$		ZADOVOLJAVA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,89 \leq fR_{si, max} = 0,90$		ZADOVOLJAVA	

**Stropovi prema negrijanim prostorijama 2 - S1 n-n**

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	55,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0,42 ≤ 0,60				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si}$ ≤ 0,8)			$fR_{si}$ = 0,89 ≤ 0,90				ZADOVOLJAVA		
<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god}$ = 0,00				ZADOVOLJAVA			

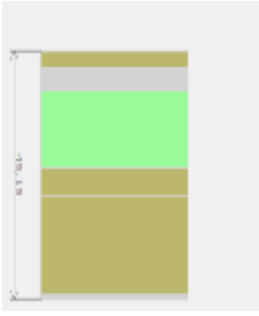
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	980,00	0,500	0,000
3	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	4,000	21,00	0,037	1,081
4	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
5	7.01 Mineralna vuna (MW)	3,000	25,00	0,034	0,882
6	4.01 Gipskartonske ploče	1,250	900,00	0,250	0,050
					$R_{si}$ = 0,170
					$R_{se}$ = 0,100
					$R_T$ = 2,384
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,42 \leq U_{max} = 0,60$			ZADOVOLJAVA
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,89 \leq fR_{si, max} = 0,90$			ZADOVOLJAVA

**Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 - K1 g-v**

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	239,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = 0,22 ≤ 0,30				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si}$ ≤ 0,8)			$fR_{si}$ = 0,89 ≤ 0,94				ZADOVOLJAVA		
<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god}$ = 0,00				ZADOVOLJAVA			
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$746,32 \geq 100$ kg/m <sup>2</sup> $U = 0,22 \leq 0,30$				ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
2	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
3	2.03 Beton	5,000	2400,00	2,000	0,025
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	14,000	28,00	0,033	4,242
5	3.19 Cementni estrih	4,000	2000,00	1,600	0,025
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	1600,00	0,260	0,006
7	2.03 Beton	3,000	2400,00	2,000	-
					$R_{si} = 0,100$
					$R_{se} = 0,040$
					<b><math>R_T = 4,517</math></b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,22 \leq U_{max} = 0,30$		ZADOVOLJAVAJA	
Plošna masa građevnog dijela <b>746,32 [kg/m<sup>2</sup>]</b>		$746,32 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,22 \leq 0,30$		ZADOVOLJAVAJA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,89 \leq fR_{si, max} = 0,94$		ZADOVOLJAVAJA	

### Ravni krovovi iznad grijanog prostora 2 - K1 n-v

Opći podaci o građevnom dijelu									
	$A_{gd}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$
		55,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Toplinska zaštita:</b>				$U$ [W/m <sup>2</sup> K] = $0,22 \leq 0,30$			ZADOVOLJAVAJA		
<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )				$fR_{si} = 0,89 \leq 0,94$			ZADOVOLJAVAJA		
<b>Unutarnja kondenzacija:</b>				$\Sigma M_{a, god} = 0,00$			ZADOVOLJAVAJA		
<b>Dinamičke karakteristike:</b>				$746,32 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,22 \leq 0,30$			ZADOVOLJAVAJA		

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.03 Vapneno-cementna žbuka	1,000	1800,00	1,000	0,010
2	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
3	2.03 Beton	5,000	2400,00	2,000	0,025
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	14,000	28,00	0,033	4,242
5	3.19 Cementni estrih	4,000	2000,00	1,600	0,025
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	1600,00	0,260	0,006
7	2.03 Beton	3,000	2400,00	2,000	-
					$R_{si} = 0,100$
					$R_{se} = 0,040$
					<b><math>R_T = 4,517</math></b>
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U$ [W/m <sup>2</sup> K] =		$U = 0,22 \leq U_{max} = 0,30$		ZADOVOLJAVAJA	
Plošna masa građevnog dijela <b>746,32 [kg/m<sup>2</sup>]</b>		$746,32 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,22 \leq 0,30$		ZADOVOLJAVAJA	
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,89 \leq fR_{si, max} = 0,94$		ZADOVOLJAVAJA	

## VANJSKI OTVORI (HRN EN ISO 10077-1:2000)

## Korištene kratice:

M.o. – Materijal okvira (D – Drvo, P – PVC, M - Metal, M2 – Metal s prekinutim topl. mostom, B – Beton)

N.p. – Nagib plohe

M.i. – Materijal ispune

Zapad														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>g</sub>	g <sub>⊥</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
P160 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	0,75	0,75	0,60	0,30	0,55	0,38	1,54	1,92	5,00	1,40
P160 n-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,76	0,75	0,57	0,60	0,30	0,55	0,38	1,54	1,92	5,00	1,40
P305 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,30	1,05	0,73	2,93	3,66	5,00	1,40
V180 g-v,Z	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,58	1,00	0,58	0,60	0,30	1,09	0,79	3,17	3,96	4,00	1,40
V180 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,30	1,09	0,79	3,17	3,96	1,00	1,40

<sup>(1)</sup> Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 142; Velj = 192; Ožu = 306; Tra = 356; Svi = 436; Lip = 473; Srp = 504; Kol = 443; Ruj = 347; Lis = 283; Stu = 152; Pro = 125

Jug														
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>g</sub>	g <sub>⊥</sub>	F <sub>sh,gl</sub>	A <sub>Sol</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
P240 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,30	0,76	0,58	2,30	2,88	5,00	1,40
P285 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,30	0,90	0,68	2,74	3,42	5,00	1,40
V180 g-v,Z	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,50	1,00	0,50	0,60	0,30	1,09	0,79	3,17	3,96	4,00	1,40
V180 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,30	1,09	0,79	3,17	3,96	1,00	1,40
V285 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,74	0,84	0,62	0,60	0,30	1,66	1,25	5,02	6,27	10,00	1,40
V340 g-v	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,74	0,94	0,70	0,60	0,30	1,97	1,50	5,98	7,48	5,00	1,40

<sup>(1)</sup> Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 299; Velj = 338; Ožu = 398; Tra = 334; Svi = 327; Lip = 313; Srp = 341; Kol = 372; Ruj = 403; Lis = 472; Stu = 308; Pro = 282

Naziv	M.i.	M.o.	A <sub>f</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>g</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>w</sub> [m <sup>2</sup> ]	n	U <sub>w</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
P180 n-v,S		P	0,43	1,73	2,16	4,00	1,40
P240 g-v,S		P	0,58	2,30	2,88	5,00	1,40
V245 g-v,S		P	1,08	4,31	5,39	5,00	1,40
U200 n-v,S		P	4,70	0,00	4,70	1,00	2,00
v100 g-n		D	2,40	0,00	2,40	4,00	2,00

### 13.5. Proračun toplinskih mostova

Ako je potencijalni toplinski most projektiran u skladu s hrvatskom normom koja sadrži katalog dobrih rješenja toplinskih mostova i/ili se radi o izvedbi nove zgrade koja nije okarakterizirana kao "niskoenergetska ili pasivna", a svi građevni dijelovi vanjske ovojnice zgrade zadovoljavaju glede najviše dozvoljenih vrijednosti koeficijenta prolaska topline  $U$   $W/(m^2 K)$ , tada se može umjesto točnog proračuna ili Tablice 4.2, utjecaj toplinskih mostova uzeti u obzir povećanjem  $U$ , svakog građevnog dijela oplošja grijanog dijela zgrade za  $UTM = 0,05 W/(m^2 K)$ .

### 13.6. Proračun gubitaka

#### *Koeficijenti transmisijskih gubitaka*

Ukupni koeficijenti transmisijskih gubitaka	
Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu, $H_D$ [W/K]	864,629
Uprosječni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu, $H_{g,avg}$ [W/K]	109,536
Koeficijent transmisijske izmjene topline kroz negrijani prostor, $H_U$ [W/K]	233,388
Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi, $H_A$ [W/K]	0,000
<b>Ukupni koeficijent transmisijske izmjene topline, <math>H_{Tr}</math> [W/K]</b>	<b>1207,552</b>

#### *Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade*

Popis građevnih dijelova koji ulaze u proračun  $H_D$

Naziv građevnog dijela	$(U + 0,05) \cdot A$
Z2 g-v	309,787
Z2 g-v S	85,261
Z2 n-v	53,142
K1 g-v	64,883
K1 n-v	14,925

## Gubici topline kroz vanjske otvore

Definirani otvori na vanjskom omotaču zgrade:

Naziv otvora	n	A <sub>w</sub>	U <sub>w</sub>	H <sub>D</sub>
P160 g-v	5,00	1,92	1,40	13,44
P160 n-v	5,00	1,92	1,40	13,44
P180 n-v,S	4,00	2,16	1,40	12,10
P240 g-v	5,00	2,88	1,40	20,16
P240 g-v,S	5,00	2,88	1,40	20,16
P285 g-v	5,00	3,42	1,40	23,94
P305 g-v	5,00	3,66	1,40	25,62
V180 g-v,Z	8,00	3,96	1,40	44,35
V180 g-v	2,00	3,96	1,40	11,09
V245 g-v,S	5,00	5,39	1,40	37,73
V285 g-v	10,00	6,27	1,40	87,78
V340 g-v	5,00	7,48	1,40	52,36
U200 n-v,S	1,00	4,70	2,00	9,40
v100 g-n	4,00	2,40	2,00	19,20

## Proračun građevnih dijelova u kontaktu s tlom (hrn en iso 13370)

### Korištene kratice:

K.p. – Koeficijent toplinske provodljivosti nesmrznutog tla

R.i. – Odabrana rubna izolacija

## Grijani i negrijani podrumi

Gubitak	A [m <sup>2</sup> ]	P [m]	w [m]	z [m]	U <sub>z</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	U <sub>z,r</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U [W/m]	U <sub>... [W/m<sup>2</sup>]</sub>	U' [W/m]	h [m]	n	V [m <sup>3</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> ]	U <sub>b</sub> [W/mK]	H <sub>b</sub> [W/mK]
G1	305,70	75,20	48,00	-	0,42	0,20	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	917,10	0,21	0,60	109,54

**Gubici topline kroz negrijane prostore****Korištene kratice:**

G.g.d. – Granični građevni dijelovi

G.o. – Granični otvori

Z. - Zrakopropusnost

R.b.	G.g.d.	G.o.	Z.	V [m <sup>3</sup> ]	n <sub>ue</sub>	b	H <sub>u</sub>
1	(1)	(a)	*	1501,80	1,00	0,61	233,39

(1) S1 n-g, Z3 n-g, K1 n-v, Z2 n-v

(a) P160 n-v, P180 n-v, S, v100 g-n, U200 n-v, S

\* Svi spojevi dobro zabrtvljeni, predviđeni manji otvori za ventilaciju.

**13.7. Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje (prema HRN EN 13790:2008)**

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna jedinica
Oplošje grijanog dijela zgrade	A	2638,79	[m <sup>2</sup> ]
Obujam grijanog dijela zgrade	V <sub>e</sub>	3586,50	[m <sup>3</sup> ]
Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	2869,20	[m <sup>3</sup> ]
Faktor oblika zgrade	f <sub>o</sub>	0,74	[m <sup>-1</sup> ]
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade	A <sub>K</sub>	1079,50	[m <sup>2</sup> ]
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	A <sub>K'</sub>	1079,50	[m <sup>2</sup> ]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama	A <sub>f</sub>	1195,50	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština pročelja	A <sub>uk</sub>	1595,69	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština prozora	A <sub>wuk</sub>	263,39	[m <sup>2</sup> ]



**Toplinski gubici**

Uključivanje grijanja

Temperatura manja od 10 °C

**a) Transmisijski gubici**

Koeficijent transmisijskih gubitaka HT dobiven prema HRN EN ISO 13790	
$H_{Tr} = H_D + H_{g,avg} + H_U + H_A$	
$H_D$ - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema vanjskom okolišu $H_{g,avg}$ - Uprosječni koeficijent transmisijske izmjene topline prema tlu $H_U$ - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema negrijanom prostoru $H_A$ - Koeficijent transmisijske izmjene topline prema susjednoj zgradi	
$H_{Tr}$ - Koeficijent transmisijske izmjene topline	1207,552 [W/K]

**b) Gubici provjetravanjem**

Proračun protoka zraka	
Referentna površina zone	$A = 1079,50 [m^2]$
Neto volumen zone	$V = 2869,20 [m^3]$
Broj izmjena zraka pri nametnutoj razlici tlaka od 50 Pa	$n_{50} = 2,00 [h^{-1}]$
Površina kanala	$A_{duct} = 0,00 [m^2]$
Površina kanala smještenih unutar zone	$A_{indoorduct} = 0,00 [m^2]$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	$e_{wind} = 0,03 [-]$
Faktor zaštićenosti zgrade od vjetra	$f_{wind} = 20,00 [-]$
Dnevno vrijeme korištenja zone	$t_{Kor} = 15,00 [h]$
Dnevni broj sati rada sustava mehaničke ventilacije	$t_{v,mech} = 17,00 [h]$
Minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine	$V_A = 0,00 [m^3/(hm^2)]$
Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka	$n_{req} = 0,50 [h^{-1}]$

<b>Mehanička ventilacija</b>	
Minimalno potrebni volumni protok zraka	$V_{req} = 1434,60 \text{ [m}^3/\text{h]}$
Faktor propuštanja razvodnih kanala	$C_{ductleak} = 1,15 \text{ [-]}$
Faktor propuštanja jedinice za obradu zraka	$C_{AHUleak} = 1,06 \text{ [-]}$
Koeficijent propuštanja u zonu	$C_{indoorleak} = 0,00 \text{ [-]}$
Koeficijent propuštanja izvan zone	$C_{outdoorleak} = 0,00$
Ukupni koeficijent propuštanja	$C_{leak} = 0,00 \text{ [-]}$
Broj izmjena zraka dovedenog meh. ventilacijom	$n_{mech,sup} = 0,00 \text{ [-]}$
Ukupni protok zraka koji propuštaju kanali	$V_{duct,leak} = 0,00 \text{ [m}^3/\text{h]}$
Ukupni protok zraka koji propušta jedinica za obradu zraka	$V_{AHU,leak} = 0,00$
Volumni protok zraka dovedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{mech,sup} = 0,00 \text{ [m}^3/\text{h]}$
Volumni protok zraka odvedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{mech,ext} = 0,00 \text{ [m}^3/\text{h]}$

<b>Infiltracija</b>												
Faktor korekcije zbog mehaničke ventilacije	$f_{v,mech} = 0,00 \text{ [-]}$											
<b>Broj izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni [h<sup>-1</sup>]</b>												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$n_{inf H}$	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
$n_{inf C}$	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

<b>Prozračivanje</b>												
Korekcija izmjena zraka uslijed mehaničke ventilacije	$\Delta n_{win,mech} = 0,38 \text{ [h}^{-1}\text{]}$											
<b>Korekcija izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni [h<sup>-1</sup>]</b>												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\Delta n_{win H}$	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
$\Delta n_{win C}$	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

<b>Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju [kWh]</b>												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{Ve,inf,H}$	15,03	14,89	11,65	7,04	0,14	-5,20	-9,13	-8,86	-2,67	2,67	8,70	13,49
$Q_{Ve,win,H}$	78,82	77,21	57,16	30,58	-9,57	-40,49	-63,40	-61,28	-24,58	7,63	42,94	70,77
<b>Q</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{Ve,H}$	2909,06	2578,88	2133,12	1128,53	-292,21	-1370,54	-2248,52	-2174,28	-817,69	319,32	1549,29	2611,98
$Q_{Ve,inf,C}$	20,64	20,51	17,27	12,65	5,76	0,42	-3,51	-3,24	2,94	8,29	14,32	19,10
$Q_{Ve,win,C}$	110,54	108,94	88,89	62,31	22,16	-8,76	-31,68	-29,55	7,14	39,35	74,66	102,50
<b>Q</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{Ve,C}$	4066,70	3624,49	3290,76	2248,82	865,43	-250,25	-1090,88	-1016,64	302,61	1476,96	2669,59	3769,62

*c) Ukupni gubici topline*

<b>Način grijanja</b>	
Sustavi s prekidom rada noću	$\theta_{\text{int,set.H}} = 20,00 \text{ [}^\circ\text{C]}$

**Mjesečni gubici topline [kWh]**

Mjesec	Toplinski gubici hlađenja [kWh]	Toplinski gubici grijanja [kWh]	Koef. topl. gubitka za hlađenje [W/K]	Koef. topl. gubitka za grijanje [W/K]
Siječanj	16225,90	11800,55	1484,03	1482,91
Veljača	14535,50	10538,42	1481,52	1479,45
Ožujak	13463,13	9037,75	1472,19	1465,03
Travanj	9467,42	5184,90	1459,67	1437,85
Svibanj	4947,23	1106,30	1621,83	14869,85
Lipanj	1161,38	0,00	5376,73	1359,50
Srpanj	0,00	0,00	1324,35	1424,45
Kolovoz	0,00	0,00	1297,44	1417,97
Rujan	2648,56	0,00	1755,18	1189,74
Listopad	6370,86	1945,63	1450,33	1373,35
Studeni	10837,74	6555,13	1476,33	1469,43
Prosinac	15023,28	10597,94	1484,75	1483,81

**Godišnji gubici topline [kWh]**

	Toplinski gubici hlađenja	Toplinski gubici grijanja
Godišnje	94680,99	56766,62

**Toplinski dobici****a) Solarni dobici**

Solarni dobici topline se računaju za definirane otvore i građevne dijelove u projektu. Otvori su prikazani pod točkom 2.A.2. ovoga elaborata. Građevni dijelovi su prikazani pod točkom 2.A.1. ovoga elaborata.

<b>Solarni toplinski dobici [kWh]</b>												
<b>Mjese</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
<b>Q<sub>sol,k</sub></b>	1764	2088	2803	3286	1968	2026	2206	2173	2068	3132	1888	1769
<b>Q<sub>sol,u,l</sub></b>	27	33	59	76	62	69	72	60	41	48	40	28
<b>Q<sub>sol</sub></b>	1791	2120	2862	3361	2030	2095	2278	2234	2109	3180	1928	1797

**b) Unutarnji dobici topline****Mjesečni unutarnji dobici topline**

<b>Mj.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
<b>Q</b>	4.015,74	3.627,12	4.015,74	3.886,2	4.015,7	3.886,20	4.015,7	4.015,74	3.886,20	4.015,74	3.886,20	4.015,7

**c) Ukupni dobici topline**

<b>Ukupni dobici topline</b>	
Unutarnji dobici topline	Q <sub>int</sub> = 47.282,10 [kWh]
Solarni dobici topline	Q <sub>sol</sub> = 27.785,29 [kWh]
Ostali dobici topline	Q' = 0,00 [MJ]

**Mjesečni dobici topline**

Mjesec	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Siječanj	20904,59	5806,83
Veljača	20691,40	5747,61
Ožujak	24758,37	6877,32
Travanj	26091,27	7247,57
Svibanj	21765,81	6046,06
Lipanj	21532,47	5981,24
Srpanj	22657,46	6293,74
Kolovoz	22497,65	6249,35
Rujan	21582,52	5995,15
Listopad	25905,66	7196,02
Studeni	20930,55	5814,04
Prosinac	20924,84	5812,46

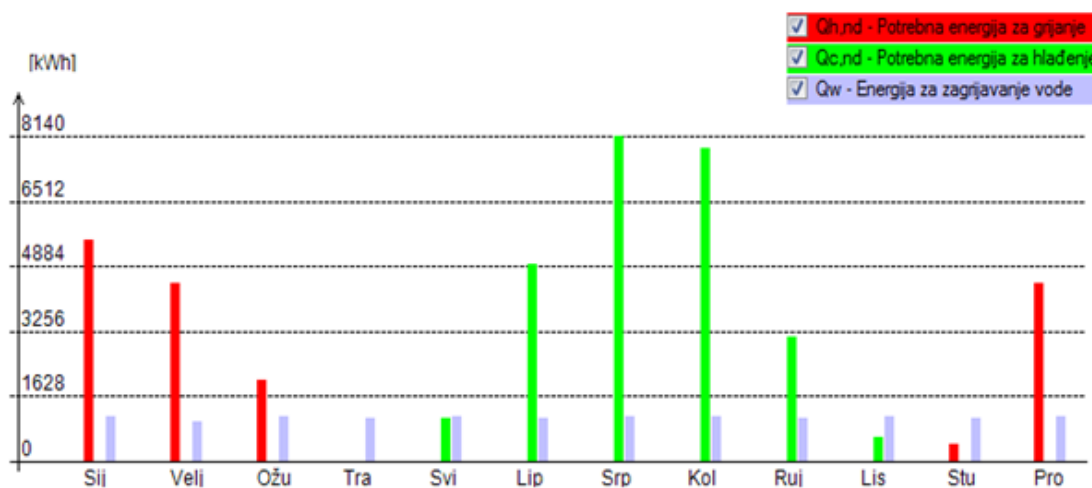
**Godišnji dobici topline**

	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Godišnje	270242,59	75067,39

***Proračun potrebne topline za grijanje i hlađenje***

Izračunata plošna masa zgrade  $m' = 597,41 \text{ [kg/m}^2 \text{]}$ .

Masivna zgrada, plošna masa zidova  $m' > 550 \text{ kg/m}^2$ ;  $C_m = 370000 \text{ A}_f \text{ [kJ/K]}$ ;  $C_m = 442335000,00$



**a) Potrebna energija za grijanje**Omjer SATI u tjednu sa definiranom internom temperaturom  $f_{H,hr} = 0,71$ 

(Sustavi s prekidom rada noću)

Mjesec	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{H,ht}$ [kWh]	$Q_{H,sol}$	$Q_{H,int}$	$Q_{H,gn}$ [kWh]	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$\alpha_{red,H}$	$L_{H,m}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
MJESEČNO											
Siječanj	8.891	2.909	11.801	1.791	4.016	5.807	0,49	0,993	0,92	31,00	5.578
Veljača	7.960	2.579	10.538	2.120	3.627	5.748	0,55	0,989	0,91	28,00	4.467
Ožujak	6.905	2.133	9.038	2.862	4.016	6.877	0,76	0,948	0,87	31,00	2.037
Travanj	4.056	1.129	5.185	3.361	3.886	7.248	1,40	0,687	0,76	4,00	0
Svibanj	814	- 292	522	2.030	4.016	6.046	11,59	0,086	0,71	0,00	0
Lipanj	- 2.251	- 1.371	- 3.622	2.095	3.886	5.981	1.000,00	0,001	0,71	0,00	0
Srpanj	- 4.640	- 2.249	- 6.889	2.278	4.016	6.294	1.000,00	0,001	0,71	0,00	0
Kolovoz	- 4.481	- 2.174	- 6.655	2.234	4.016	6.249	1.000,00	0,001	0,71	0,00	0
Rujan	- 813	- 818	- 1.631	2.109	3.886	5.995	1.000,00	0,001	0,71	0,00	0
Listopad	1.626	319	1.946	3.180	4.016	7.196	3,70	0,270	0,71	0,00	0
Studeni	5.006	1.549	6.555	1.928	3.886	5.814	0,89	0,906	0,85	18,00	468
Prosinac	7.986	2.612	10.598	1.797	4.016	5.812	0,55	0,988	0,91	31,00	4.461
UKUPNO											17010

**b) Potrebna energija za hlađenje**Temperatura unutar zgrade tijekom sezone hlađenja  $\theta_{int,set,C} = 24,00$  [°C]Omjer DANA u tjednu sa definiranom internom temperaturom  $f_{C,day} = 1,00$ 

Mjesec	$Q_{C,tr}$	$Q_{C,ve}$	$Q_{C,ht}$ [kWh]	$Q_{C,sol}$	$Q_{C,int}$	$Q_{C,gn}$ [kWh]	$\gamma_C$	$\eta_{C,ls}$	$\alpha_{red,C}$	$Q_{C,nd}$ [kWh]
MJESEČNO										
Siječanj	12.159	4.067	16.226	1.791	4.016	5.807	0,36	0,357	1,00	0
Veljača	10.911	3.624	14.536	2.120	3.627	5.748	0,40	0,395	1,00	0
Ožujak	10.172	3.291	13.463	2.862	4.016	6.877	0,51	0,507	1,00	0
Travanj	7.219	2.249	9.467	3.361	3.886	7.248	0,77	0,725	1,00	0
Svibanj	4.082	865	4.947	2.030	4.016	6.046	1,22	0,930	1,00	1.095
Lipanj	911	- 250	661	2.095	3.886	5.981	9,05	1,000	1,00	4.963
Srpanj	- 1.372	-	-	2.278	4.016	6.294	1.000,00	1,000	1,00	8.140
Kolovoz	- 1.212	-	-	2.234	4.016	6.249	1.000,00	1,000	1,00	7.880
Rujan	2.346	303	2.649	2.109	3.886	5.995	2,26	0,996	1,00	3.119
Listopad	4.894	1.477	6.371	3.180	4.016	7.196	1,13	0,906	1,00	620
Studeni	8.168	2.670	10.838	1.928	3.886	5.814	0,54	0,531	1,00	0
Prosinac	11.254	3.770	15.023	1.797	4.016	5.812	0,39	0,386	1,00	0
UKUPNO										25817

**c) Potrebna energija za zagrijavanje vode**

Potrebni podaci	
Broj dana sezone grijanja - $d_g$	143,00 dan
Broj dana izvan sezone grijanja - $d_{ng}$	222,00 dan
Ploština korisne površine grijanog dijela zone - $A_k$	1079,50 m <sup>2</sup>
Tip zgrade: Stambena zgrada s 3 i manje stambene jedinice	
Specifična toplinska energija potrebna za pripremu PTV - $Q_{w,A,a}$	12,50 kWh/m <sup>2</sup> a
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (u sezoni grijanja) - $Q$	5286,59 kWh
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (izvan sezone grijanja) -	8207,16 kWh
Potrebna godišnja toplinska energija za pripremu PTV - $Q_w$	13493,75 kWh

**Rezultati proračuna**

Rezultati proračuna potrebne toplinske energije za grijanje i toplinske energije za hlađenje prema poglavlju VII. Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18°C ili više	
Oplošje grijanog dijela zgrade	$A = 2638,79 \text{ [m}^2\text{]}$
Obujam grijanog dijela zgrade	$V_e = 3586,50 \text{ [m}^3\text{]}$
Faktor oblika zgrade	$f_o = 0,74 \text{ [m}^{-1}\text{]}$
Ploština korisne površine grijanog dijela	$A_k = 1079,50 \text{ [m}^2\text{]}$
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	$A_k' = 1079,50 \text{ [m}^2\text{]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje	$Q_{H,nd} = 17010,49 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene i nestambene zgrade)	$Q''_{H,nd} = 15,76 \text{ (max = 38,17) [kWh/m}^2\text{ a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade (za nestambene zgrade prosječne)	$Q'_{H,nd} = - \text{ (max = -) [kWh/m}^3\text{ a]}$
Godišnja potrebna energija za hlađenje	$Q_{C,nd} = 25817,34 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna isporučena energija	$E_{del} = 0,00 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja isporučena energija po jedinici ploštine korisne	$E''_{del} = \text{ [kWh/m}^2\text{ a]}$
Ukupna primarna energija	$E_{prim} = 0,00 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna primarna energija po jedinici ploštine korisne	$E''_{prim} = 0,00 \text{ (max = 90,00) [kWh/m}^2\text{]}$
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	$H'_{tr,adj} = 0,46 \text{ (max = 0,65) [W/m}^2\text{ K]}$

### 13.8. Iskaznica energetskih svojstava

<b>O ZGRADI</b>	
Naziv zgrade ili dijela zgrade	Zona 1
Vrsta zgrade	Višestambena
Namjena zgrade	Stambeni dio
Mjesec i godina izrade projekta	Lipanj 2020. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ ( $m^2$ )	2638,79
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ ( $m^3$ )	3586,50
Faktor oblika zgrade $f_o$ ( $m^{-1}$ )	0,74
Ploština korisne površine grijanog dijela	1079,50
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno,	Lokalno
Prosječna unutarnja projektna temperatura	20,00
Prosječna unutarnja projektna temperatura	24,00
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	Makarska (52,00 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade	9,30
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade	26,50

<b>POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE</b>		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	17010,49	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/( $m^2$ a)]	<i>max.dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	38,17	15,76
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	25817,34	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/( $m^2$ a)]	<i>max.dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	50,00	23,92
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H_{tr,adi}$ [W/( $m^2$ K)]	<i>max.dopušteni</i>	<i>izračunati</i>
	0,65	0,46



### 13.9. Norme i propisi

HRN EN 410:2011

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje svjetlosnih i sunčanih značajka ostakljenja (EN 410:2011)

HRN EN 673:2011

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U vrijednost) -- Proračunska metoda (EN 673:2011)

HRN EN ISO 6946:2008

Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade -- Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline -- Metoda proračuna (ISO 6946:2007; EN ISO 6946:2007)

HRN EN ISO 9836:2011

Standardi za svojstva zgrada -- Definiranje i proračun površina i prostora (ISO 9836:2011)

HRN EN ISO 10077-1:2008

Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito (ISO 10077-1:2006; EN ISO 10077-1:2006)

HRN EN ISO 10077-1:2008/Ispr.1:2010

Toplinska svojstva prozora, vrata i zaslona -- Proračun koeficijenta prolaska topline -- 1. dio: Općenito (ISO 10077-1:2006/Cor 1:2009; EN ISO 10077-1:2006/AC:2009)

HRN EN ISO 10211:2008

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Toplinski tokovi i površinske temperature -- Detaljni proračuni (ISO 10211:2007; EN ISO 10211:2007)

HRN EN ISO 10456:2008

Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablične projektne vrijednosti i postupci određivanja nazivnih i projektnih toplinskih vrijednosti (ISO 10456:2007; EN ISO 10456:2007)

HRN EN 12464-1:2012

Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2011)

HRN EN 12524:2002

Građevni materijali i proizvodi -- Svojstva s obzirom na toplinu i vlagu -- Tablice projektne vrijednosti (EN 12524:2000)

HRN EN 12831:2004

Sustavi grijanja u građevinama -- Postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja (EN 12831:2003)

HRN EN ISO 13370:2008

Toplinske značajke zgrada -- Prijenos topline preko tla -- Metode proračuna (ISO 13370:2007; EN ISO 13370:2007)

HRN EN 13779:2008

Ventilacija u nestambenim zgradama -- Zahtjevi za sustave ventilacije i klimatizacije (EN 13779:2007)

HRN EN ISO 13788:2002

Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Temperatura unutarnje površine kojom se izbjegava kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija -- Metode proračuna (ISO 13788:2001; EN ISO 13788:2001)

HRN EN ISO 13789:2008

Toplinske značajke zgrada -- Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom -- Metoda proračuna (ISO 13789:2007; EN ISO 13789:2007)

HRN EN ISO 13790:2008

Energetska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (EN ISO 13790:2008)

HRN EN ISO 14683:2008

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavljena metoda i utvrđene vrijednosti (ISO 14683:2007; EN ISO 14683:2007)

HRN EN 15193:2008

Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu (EN 15193:2007)

HRN EN 15193:2008/Ispr.1:2011

Energijska svojstva zgrade -- Energijski zahtjevi za rasvjetu (EN 15193:2007/AC:2010)

HRN EN 15232:2012

Energijske značajke zgrada -- Utjecaj automatizacije zgrada, nadzor i upravljanje zgradama (EN 15232:2012)

HRN EN 15251:2008

Ulazni mikroklimatski parametri za projektiranje i ocjenjivanje energijskih značajka zgrada koji se odnose na kvalitetu zraka, toplinsku lagodnost, osvjetljenje i akustiku (EN 15251:2007)

HRN EN 674:2012

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U-vrijednost) -- Metoda sa zaštićenom vrućom pločom (EN 674:2011)

HRN EN 1026:2001

Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Metoda ispitivanja (EN 1026:2000)

HRN EN 12207:2001

Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Razredba (EN 12207:1999)

HRN EN ISO 12412-2:2004

Toplinske značajke prozora, vrata i zaslona -- Određivanje koeficijenta prolaska topline metodom vruće komore -- 2. dio: Okviri (EN 12412-2:2003)

HRN EN ISO 12567-1:2011

Toplinske značajke prozora i vrata -- Određivanje prolaza topline metodom vruće komore -- 1. dio: Prozori i vrata u cjelini (ISO 12567-1:2010+Cor 1:2010; EN ISO 12567-1:2010+AC:2010)

HRN EN 13829:2002

Toplinske značajke zgrada -- Određivanje propusnosti zraka kod zgrada -- Metoda razlike tlakova (ISO 9972:1996, preinačena; EN 13829:2000)

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama ("Narodne novine" broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)

Zakon o gradnji ("Narodne novine" broj 153/13, 20/17, 39/19)

Zakon o građevnim proizvodima („Narodne novine“ broj 76/13, 30/14, 130/17)

Zakon o energetske učinkovitosti („Narodne novine" broj 127/14)

Tehnički propis za prozore i vrata („Narodne novine" broj 69/06)

Pravilnik o energetske pregledu zgrade i energetske certificiranju ("Narodne novine" broj 88/17)

Pravilnik o sustavnom gospodarenju energijom u javnom sektoru ("Narodne novine" broj 18/15, 06/16)

Pravilnik o kontroli energetske certifikata zgrade i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi ("Narodne novine" broj 73/15)

Pravilnik o osobama ovlaštenim za energetske certificiranje, energetske pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi ("Narodne novine" broj 73/15, 133/15)

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara ("Narodne novine" broj 29/13; 87/15)

Meteorološki podaci – primjenjuju se od 1. siječnja 2016

Metodologija provođenja energetske pregleda građevina (kolovoz 2017)

Algoritam za izračun energetske svojstava zgrada (objavljen 15. svibnja 2017. - u obveznoj primjeni od 30. rujna 2017.)

- Faktori primarne energije i emisija CO<sub>2</sub> (u primjeni od 30. rujna 2017.)
- Algoritam za proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade prema HRN EN ISO 13790
- Algoritam za određivanje energijske zahtjeva i učinkovitosti termotehničkih sustava u zgradama (Sustavi grijanja prostora i pripreme potrošne tople vode)
- Algoritam za određivanje energetske zahtjeva i učinkovitost termotehničkih sustava u zgradama (Sustavi kogeneracije, sustavi daljinskog grijanja, fotonaponski sustavi)
- Algoritam za određivanje energetske učinkovitosti sustava rasvjete u zgradama (Energetske zahtjevi za rasvjetu)
- Algoritam za proračun potrebne energije za primjenu ventilacijske i klimatizacijske sustava kod grijanja i hlađenja prostora zgrade

## 14. LITERATURA

### Knjige i skripte:

- Eurokod 0: Osnove projektiranja konstrukcija (EN 1990:2008 + A1:2005 + AC:2008).
- Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004+AC:2010)
- Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnoga tla (EN 1997-2:2007+AC:2010)
- Eurokod 8 – Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak, HRN EN 1998-1:2012/NA
- A. Harapin, J. Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta – zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu, Split, studeni 2015
- Ž. Nikolić : Dinamika konstrukcija i potresno inženjerstvo – vježbe, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split, 2018
- Ž. Nikolić : Dinamički modeli potresnog inženjerstva – predavanja, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split, 2019

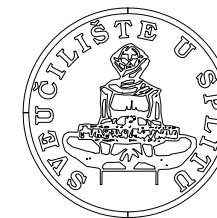
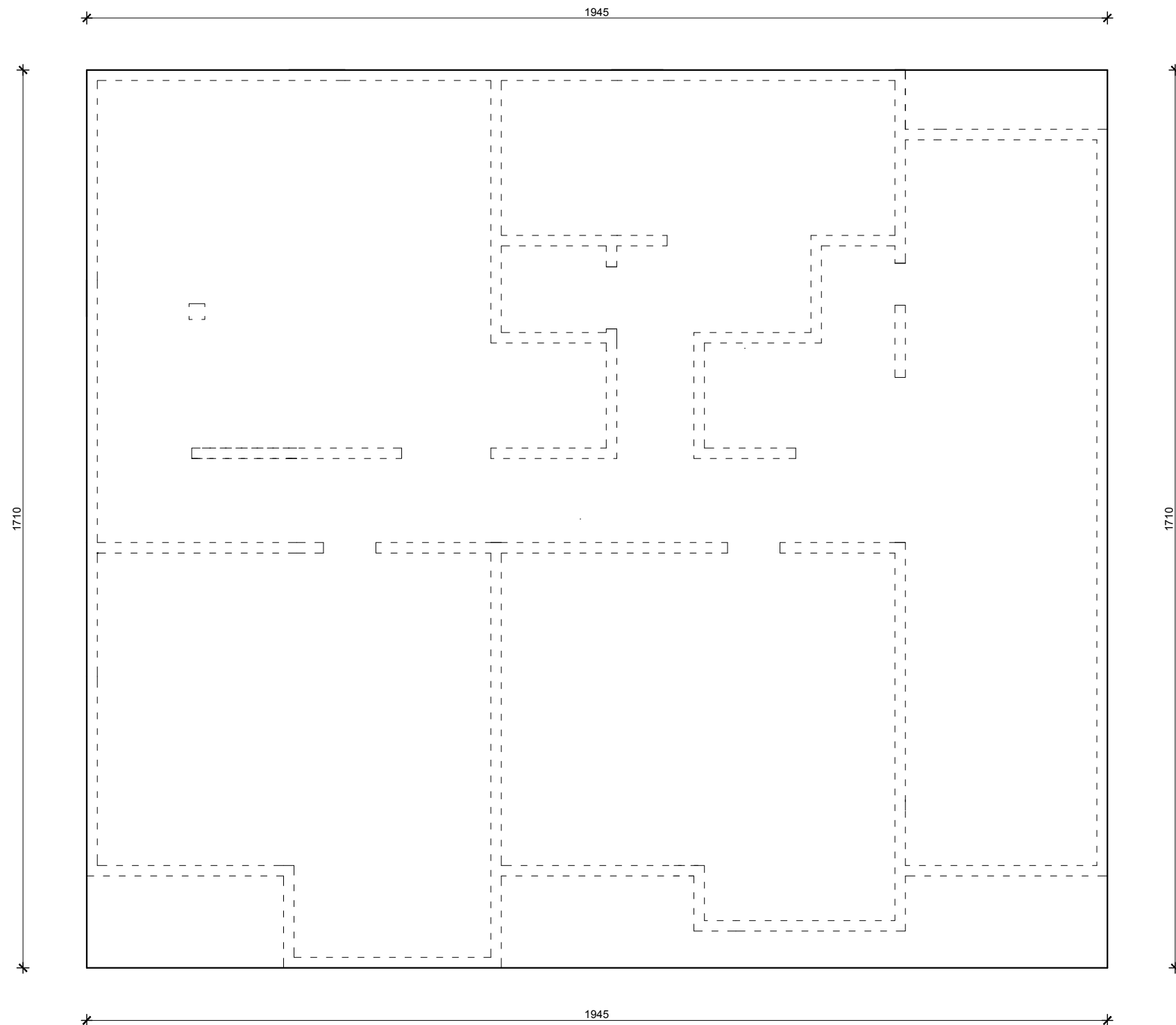
### Računalni programi:

- Microsoft Office Word 2010
- AutoCAD 2016
- SCIA Engineer 18.1.
- KI Expert Plus

## 15. GRAFIČKI PRILOZI

- Prilog 1 – Tlocrt temeljne ploče M 1:100
- Prilog 2 – Tlocrt podruma M 1:100
- Prilog 3 – Tlocrt prizemlja M 1:100
- Prilog 4 – Tlocrt karakterističnog kata M 1:100
- Prilog 5 – Tlocrt krova M 1:100
- Prilog 6 – Presjek 1-1 M 1:100
- Prilog 7 – Presjek 2-2 M 1:100
- Prilog 8 – Sjeverno pročelje M 1:100
- Prilog 9 – Južno pročelje M 1:100
- Prilog 10 – Istočno pročelje M 1:100
- Prilog 11 – Zapadno pročelje M 1:100
- Prilog 12 – Armatura temeljne ploče - donja zona M 1:100
- Prilog 13 – Armatura temeljne ploče - gornja zona M 1:100
- Prilog 14 – Armatura međukatne ploče - donja zona M 1:100
- Prilog 15 – Armatura međukatne ploče - gornja zona M 1:100
- Prilog 16 – Armatura krovne ploče - donja zona M 1:100
- Prilog 17 – Armatura krovne ploče - gornja zona M 1:100
- Prilog 18 – Armatura stubišta M 1:20
- Prilog 19 – Armatura grede M 1:20
- Prilog 20 – Armatura stupa M 1:20
- Prilog 21 – Armatura rubnog područja zida M 1:10
- Prilog 22 – Spoj temeljne ploče i zida M 1:10

# TLOCRT TEMLJENE PLOČE M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

Nikica Kraljević

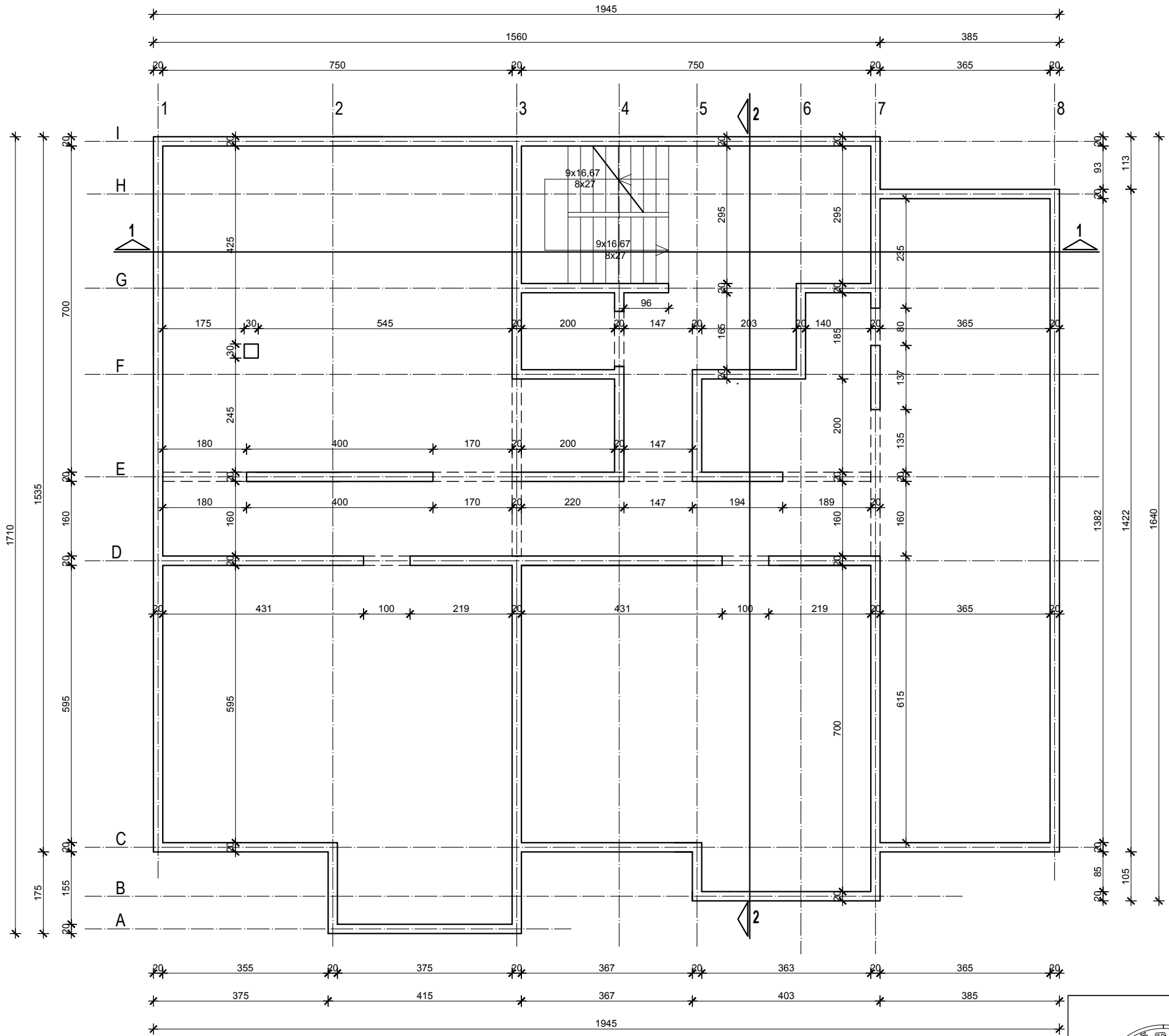
SADRŽAJ: Tlocrt temeljne ploče

MJERILO: 1:100

DATUM: lipanj 2020.

BRJ PRILOGA: 1

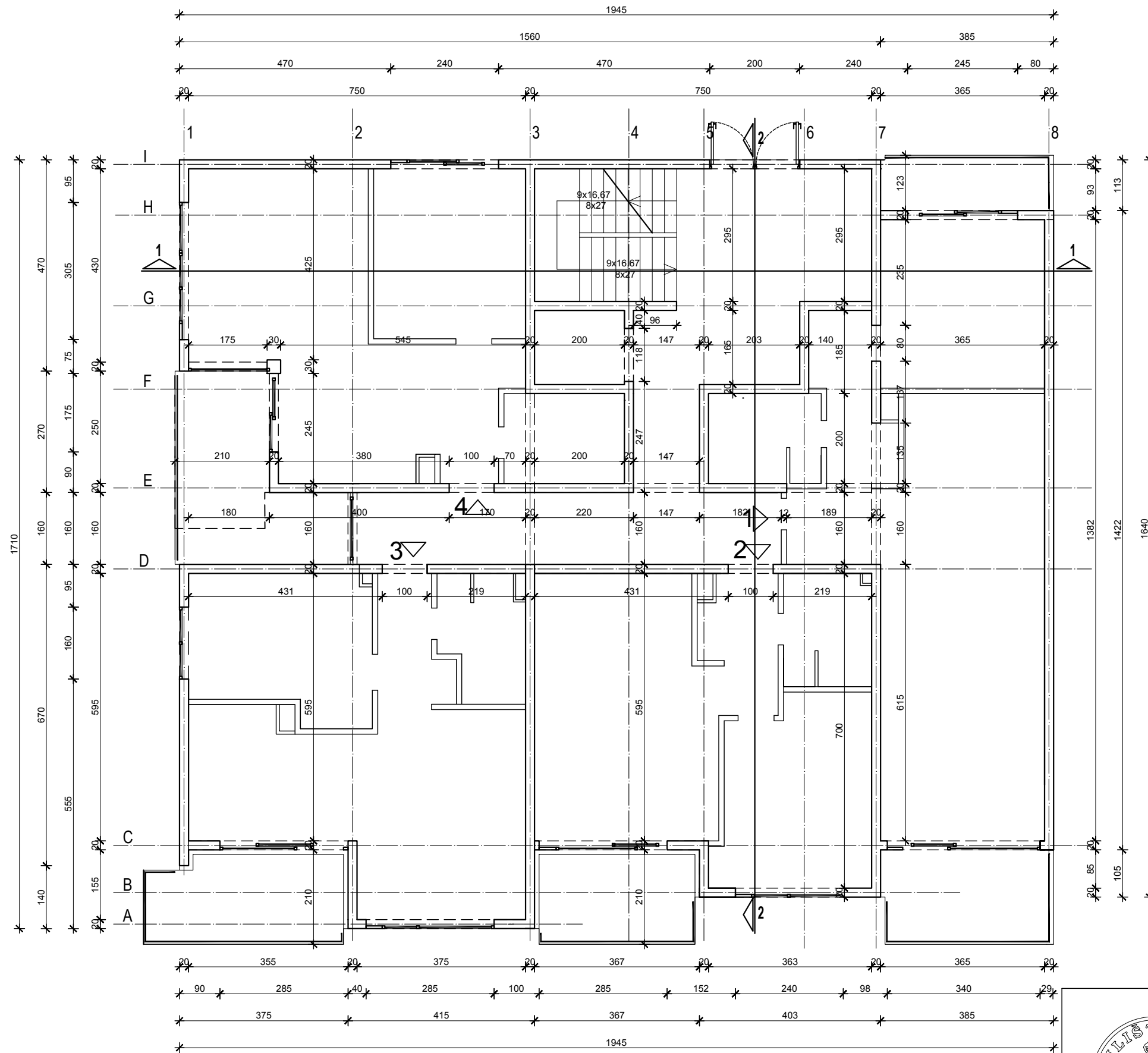
# TLOCRT PODRUMA M 1:100

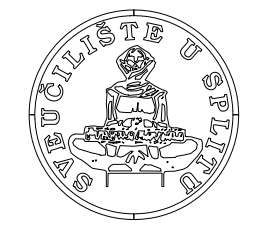


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD		
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska		
Nikica Kraljević		
SADRŽAJ:	Tlocrt podruma	MJERILO: 1:100
DATUM:	lipanj 2020.	BRJ PRILOGA: 2

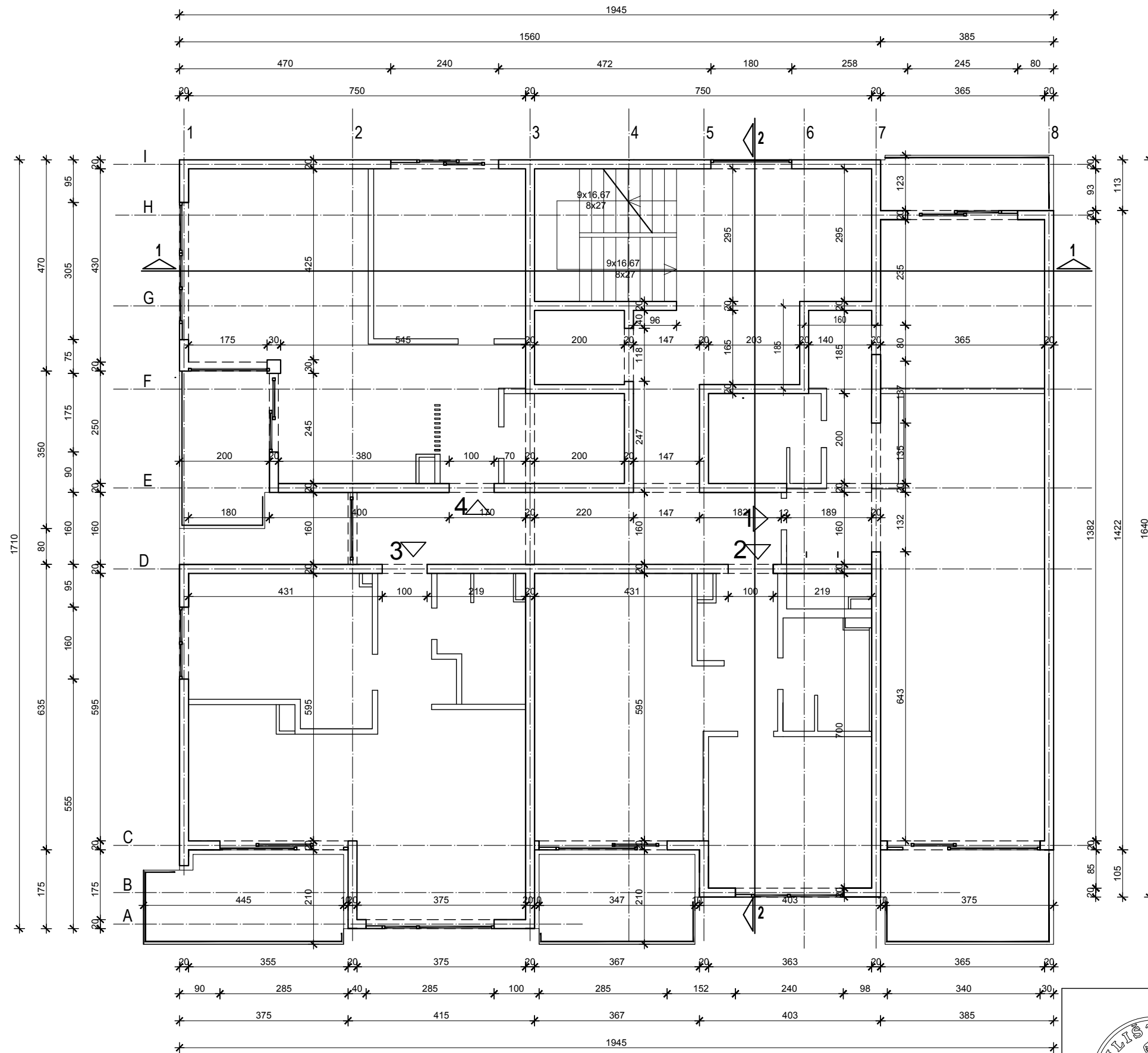
# TLOCRT PRIZEMLJA M 1:100



 <p>                 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I                  GEODEZIJE                  KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE                  21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15             </p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ:	Tlocrt prizemlja
DATUM:	lipanj 2020.	BRJ PRILOGA: 3



# TLOCRT KARAKTERISTIČNOG KATA M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

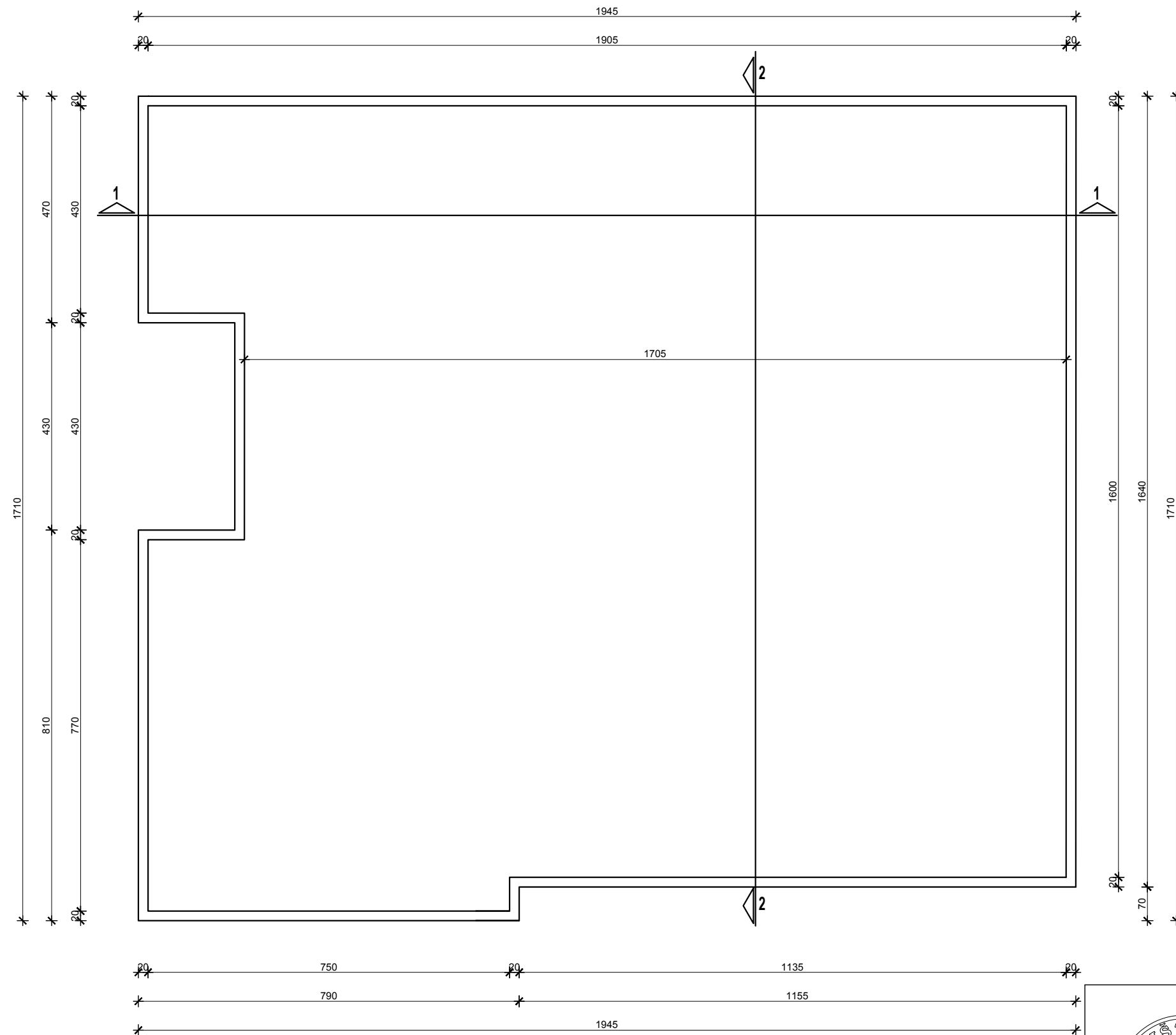
Nikica Kraljević


SADRŽAJ: Tlocrt karakterističnog kata MJERILO: 1:100

DATUM: lipanj 2020.

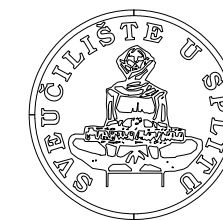
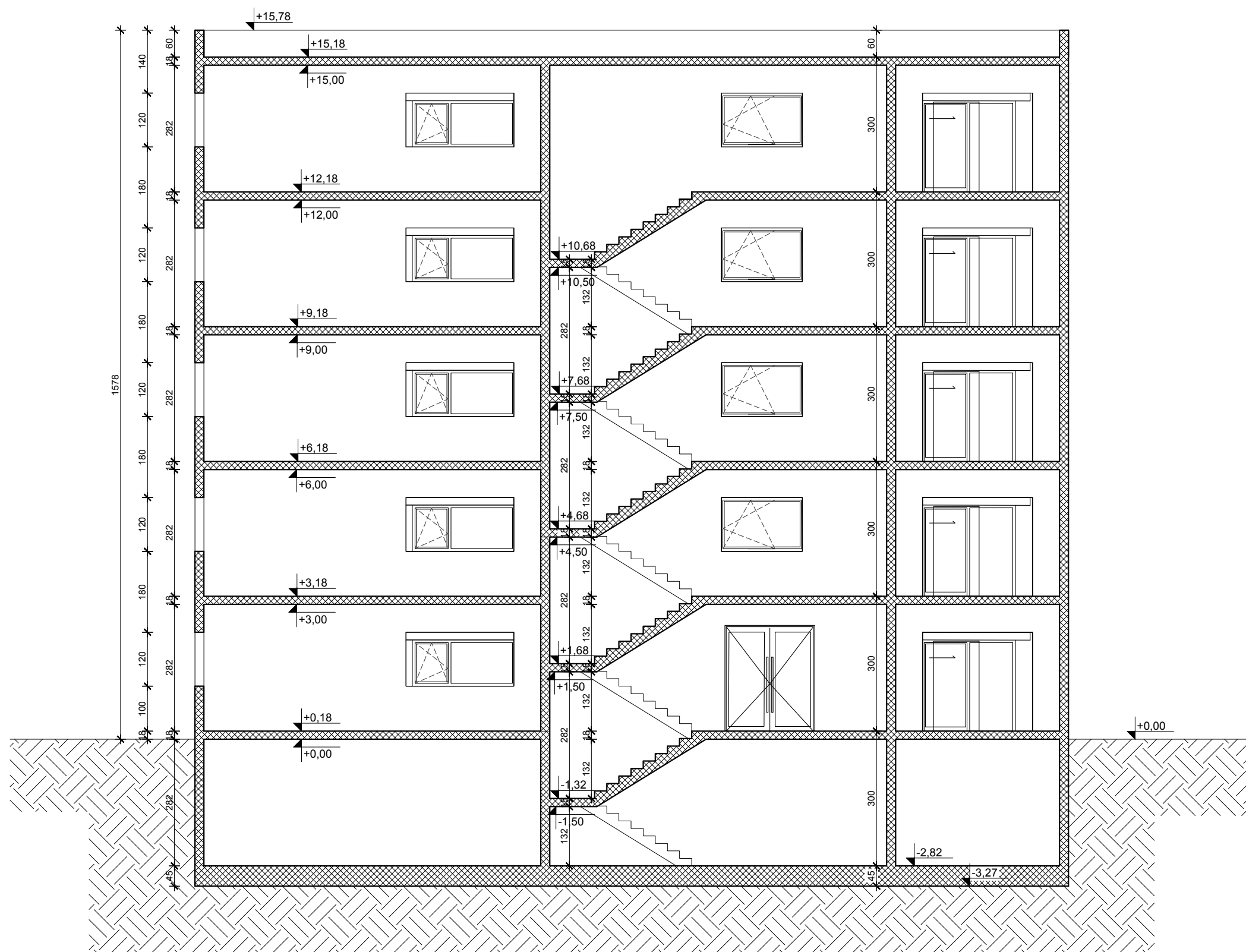
BRJ PRILOGA: 4

# TLOCRT KROVA M 1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ:	Tlocrt krova
DATUM:	lipanj 2020.	BROJ PRILOGA: 5

# PRESJEK 1-1 M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

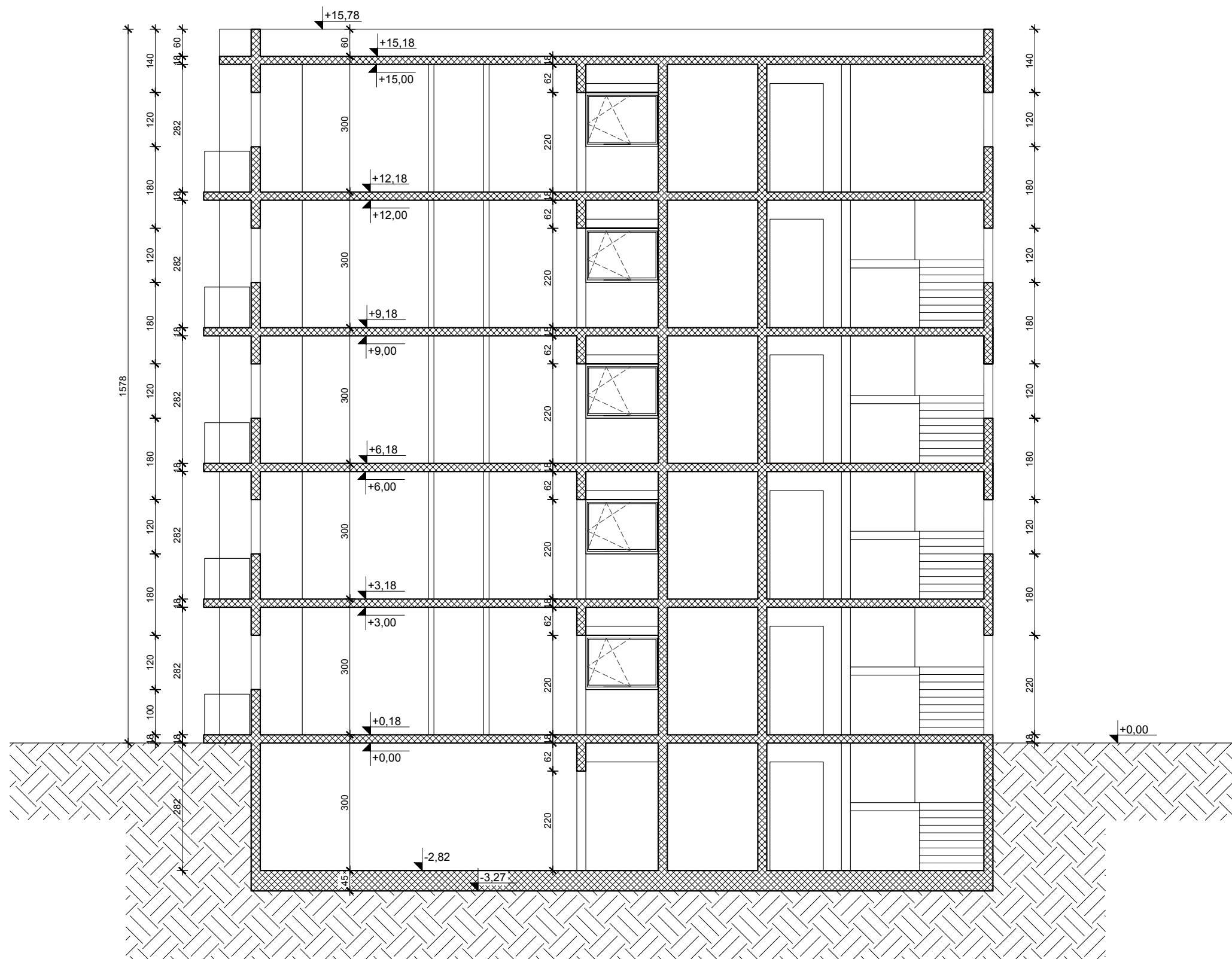
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska


Nikica Kraljević

SADRŽAJ: Presjek 1-1 MJERILO: 1:100

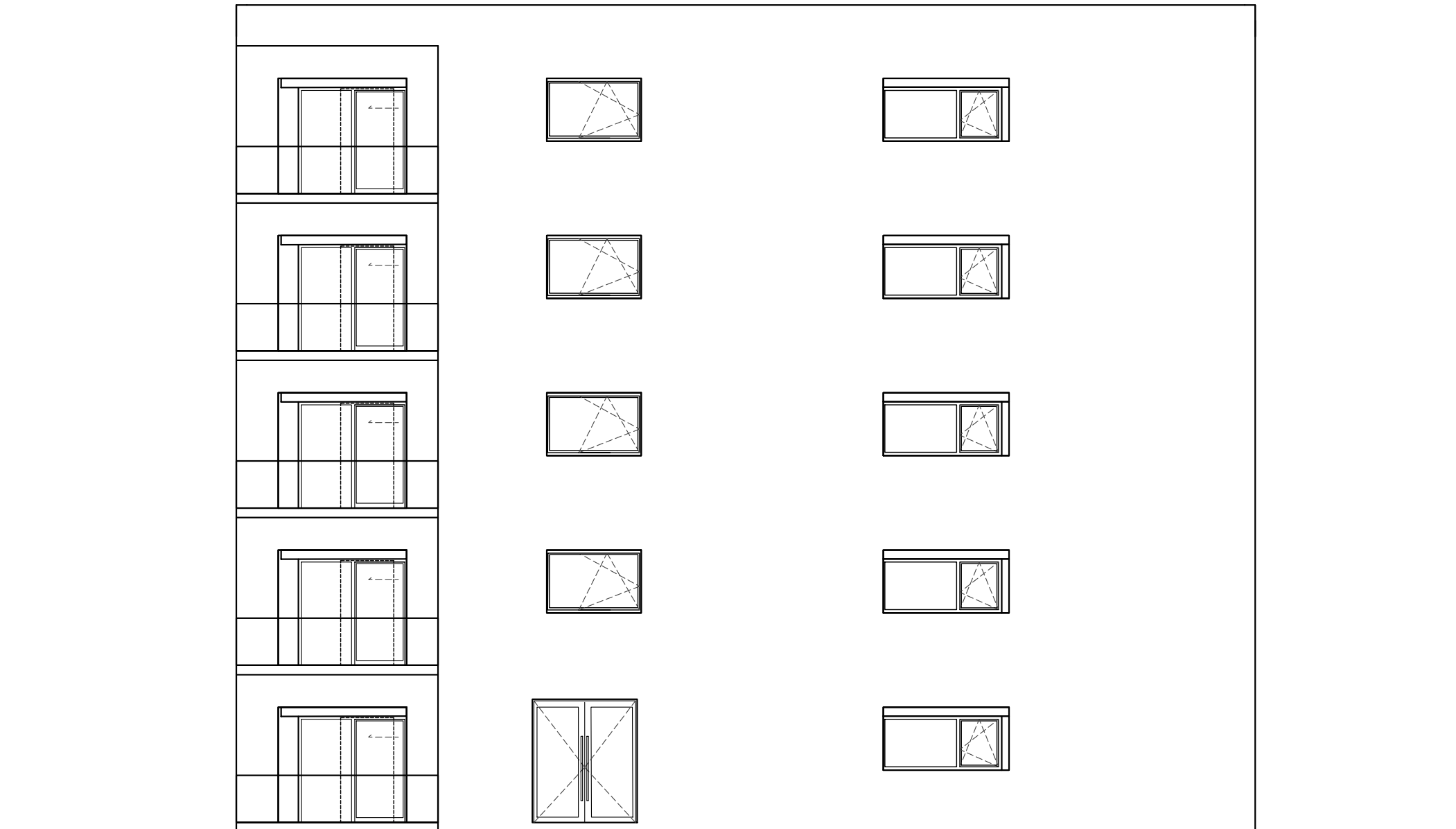
DATUM: lipanj 2020. BROJ PRILOGA: 6


# PRESJEK 2-2 M 1:100



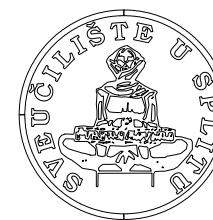
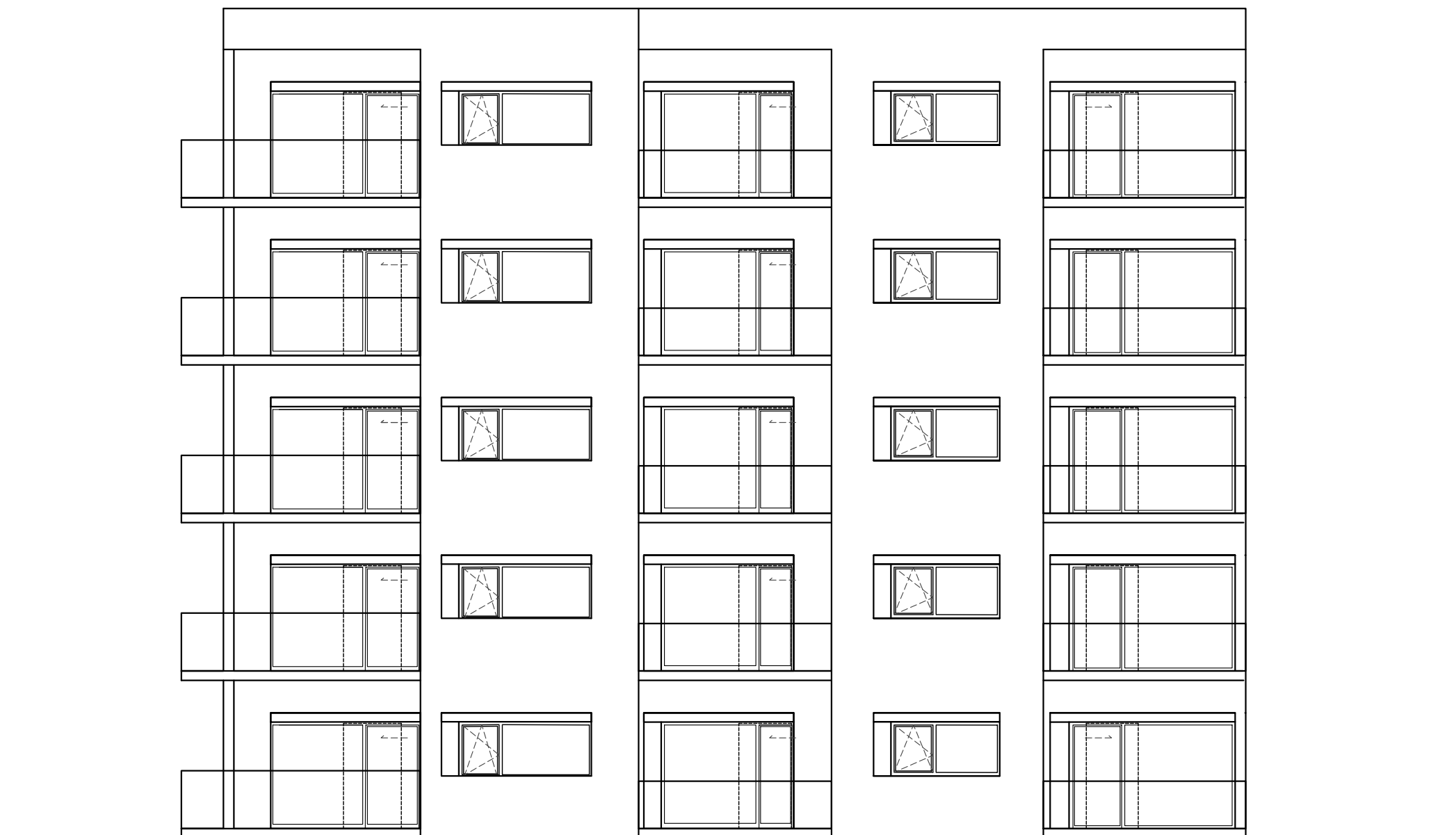
 <p> <small>           FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I            GEODEZIJE            KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE            21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15         </small> </p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ:	Presjek 2-2
DATUM:	lipanj 2020.	BRJ PRILOGA: 7

# SJEVERNO PROČELJE M 1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ: Sjeverno pročelje	MJERILO: 1:100
	DATUM: lipanj 2020.	BROJ PRILOGA: 8

# JUŽNO PROČELJE M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

Nikica Kraljević

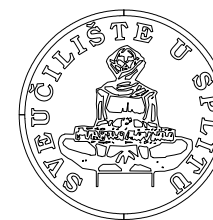
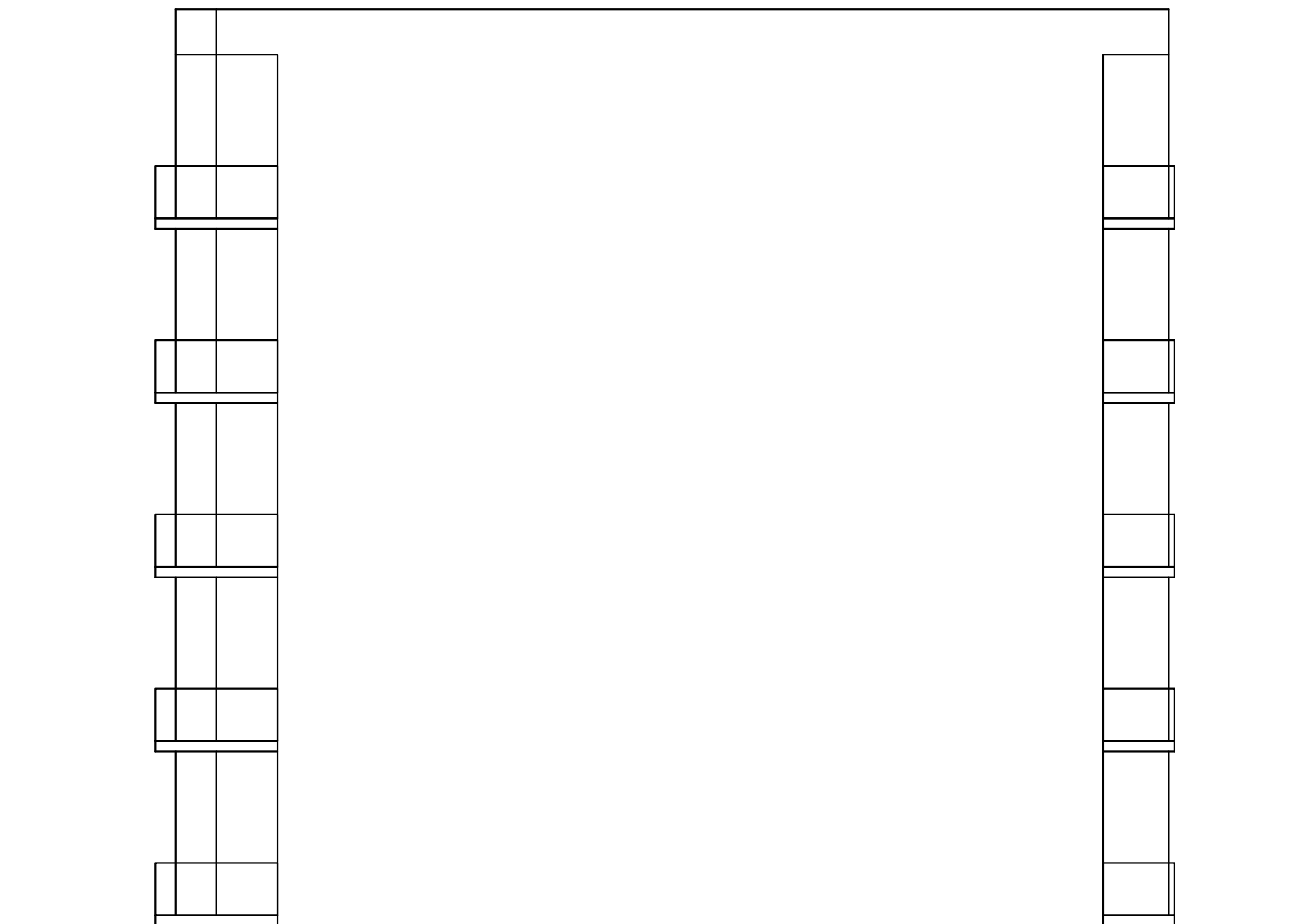
SADRŽAJ: Južno pročelje

MJERILO: 1:100

DATUM: lipanj 2020.

BROJ PRILOGA: 9

# ISTOČNO PROČELJE M 1:100



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

DIPLOMSKI RAD

Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

Nikica Kraljević

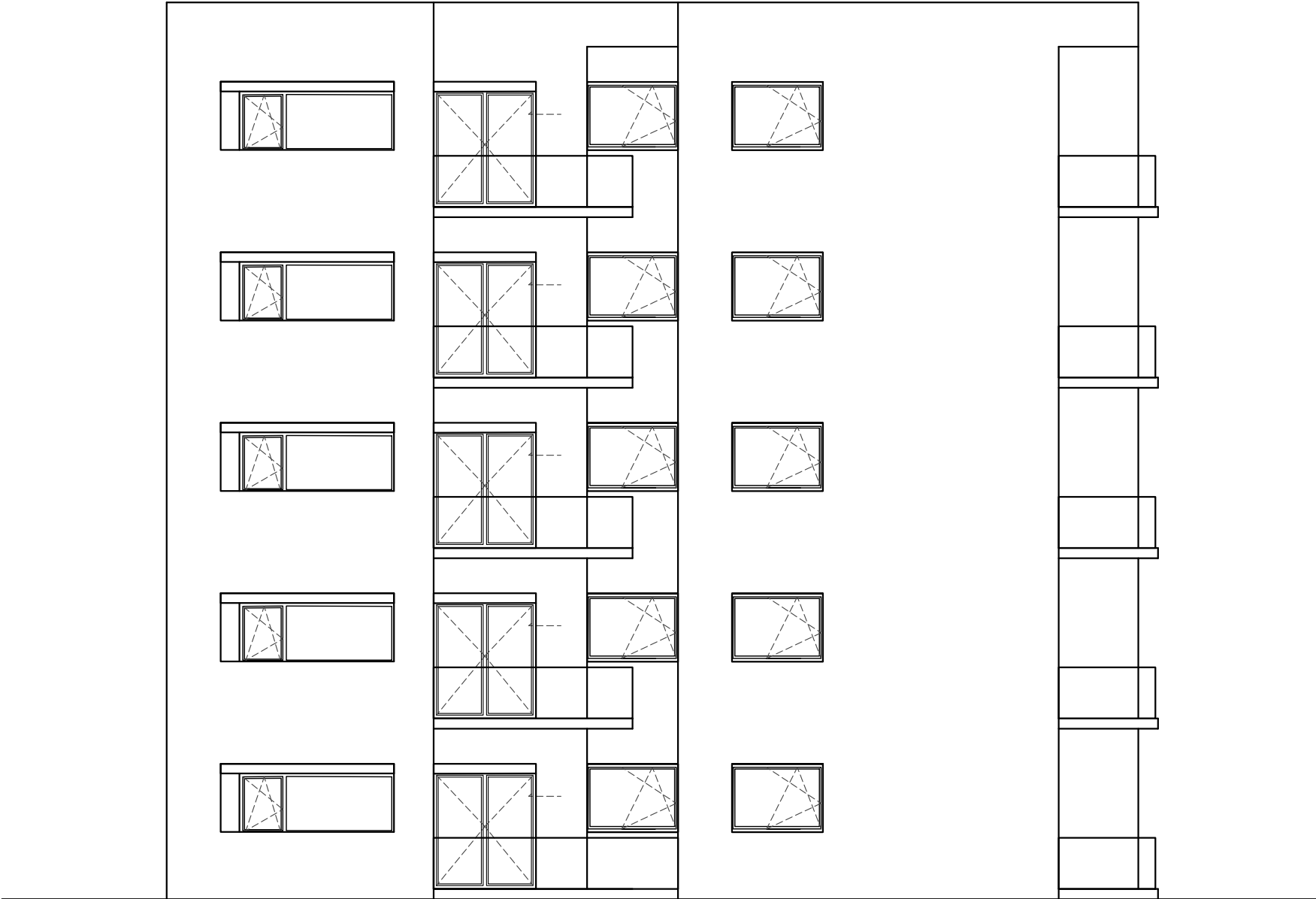
SADRŽAJ: Istočno pročelje


MJERILO: 1:100

DATUM: lipanj 2020.

BROJ PRILOGA: 10

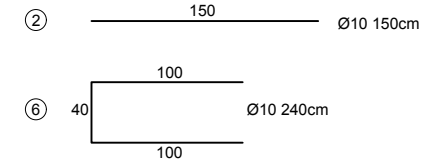
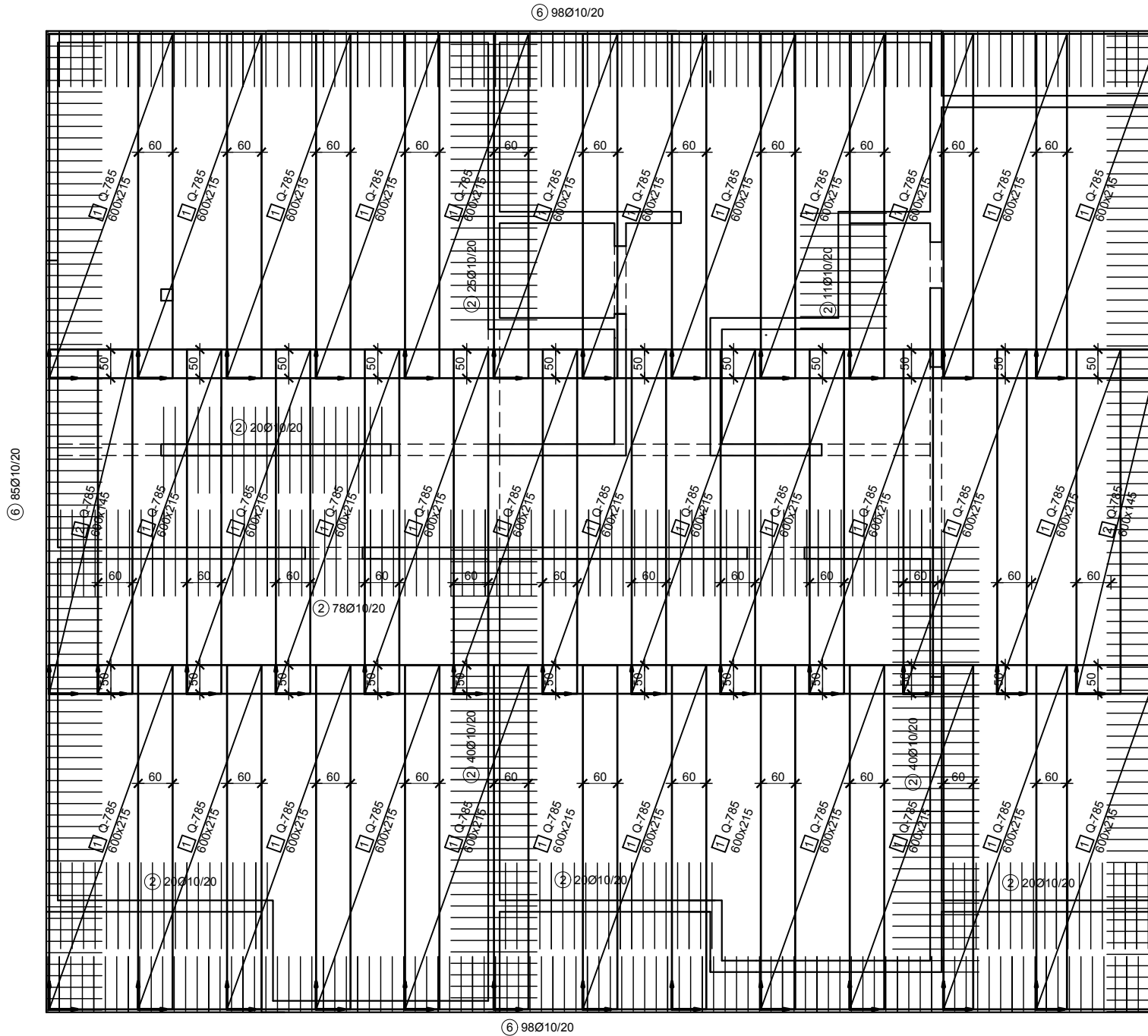
# ZAPADNO PROČELJE M 1:100



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ: <b>Zapadno pročelje</b>	MJERILO: <b>1:100</b>
	DATUM: <b>lipanj 2020.</b>	BROJ PRILOGA: <b>11</b>



# ARMATURA TEMELJNE PLOČE - DONJA ZONA M 1:100



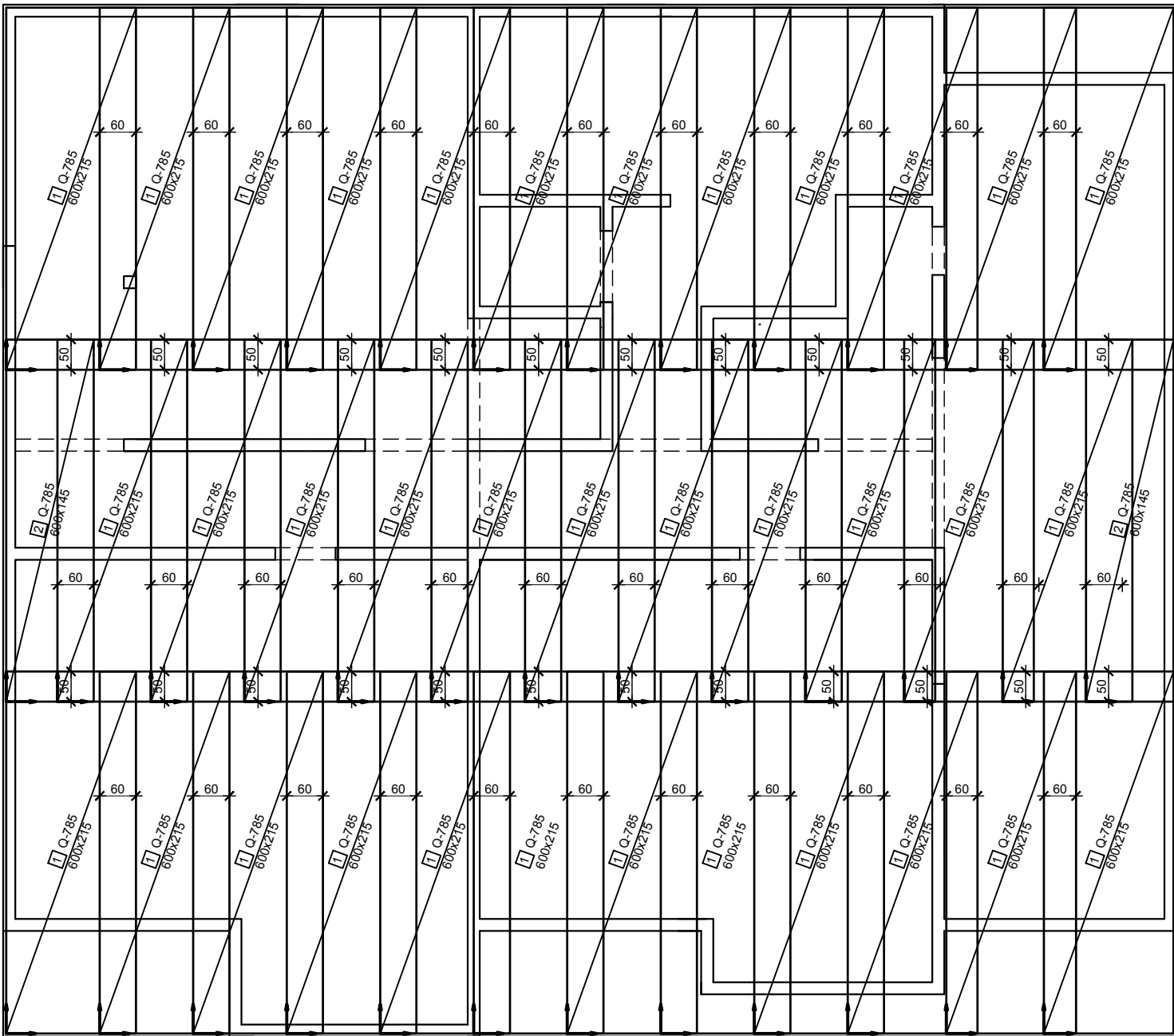
⑥ 85 $\varnothing$ 10/20




DIPLOMSKI RAD	
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
Nikica Kraljević	
SADRŽAJ:	Armatura temeljne ploče - donja zona
DATUM:	lipanj 2020.
MJERILO:	1:100
BRJ PRILOGA:	12

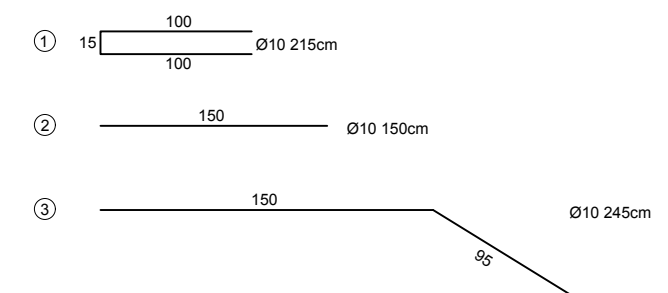
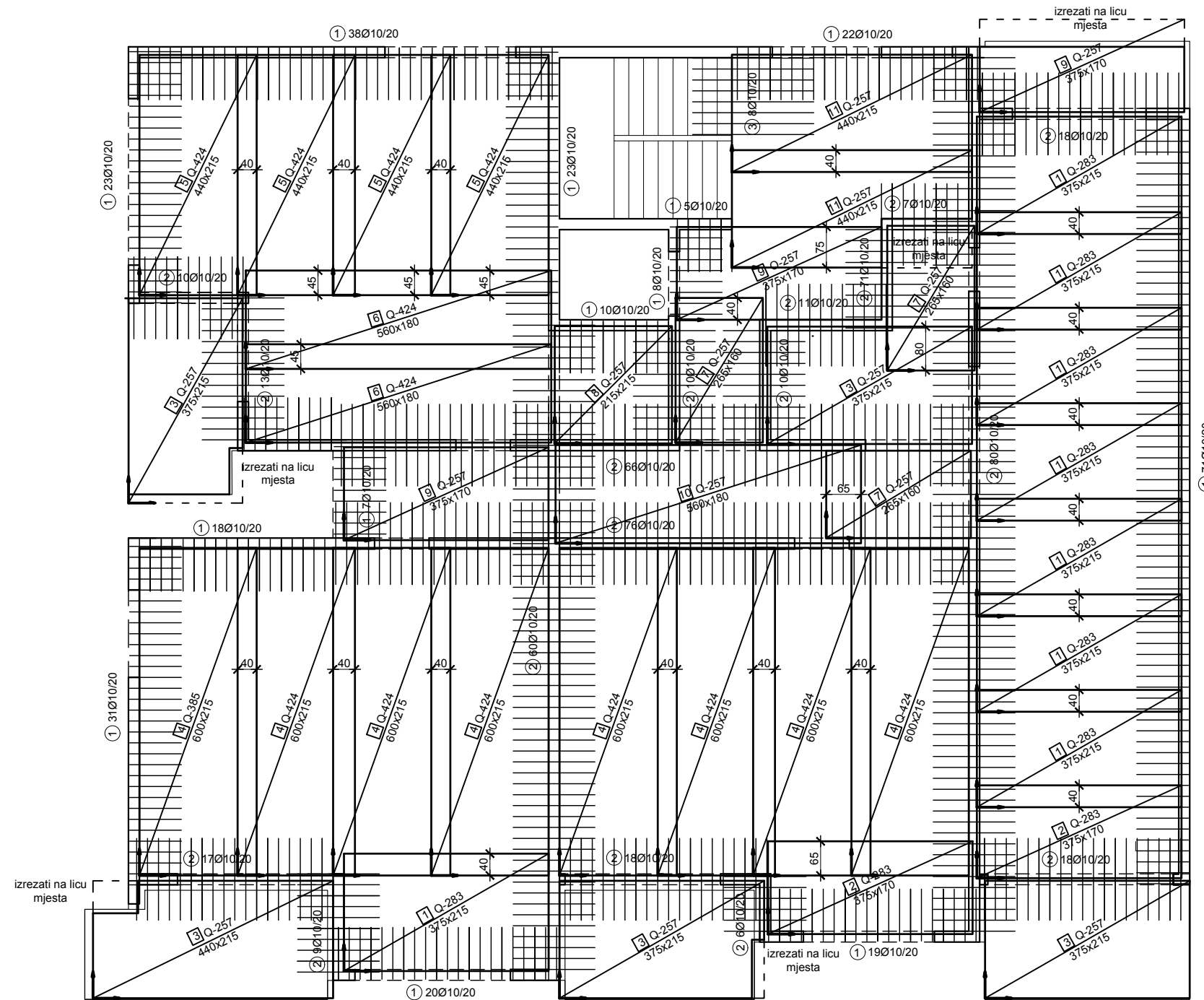
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

# ARMATURA TEMELJNE PLOČE - GORNJA ZONA M 1:100



 <p>FAKULTET GRADEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD		
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska		
	Nikica Kraljević		
	SADRŽAJ:	Armatura temeljne ploče - gornja zona	MJERILO: 1:100
	DATUM:	lipanj 2020.	BRJ PRILOGA: 13

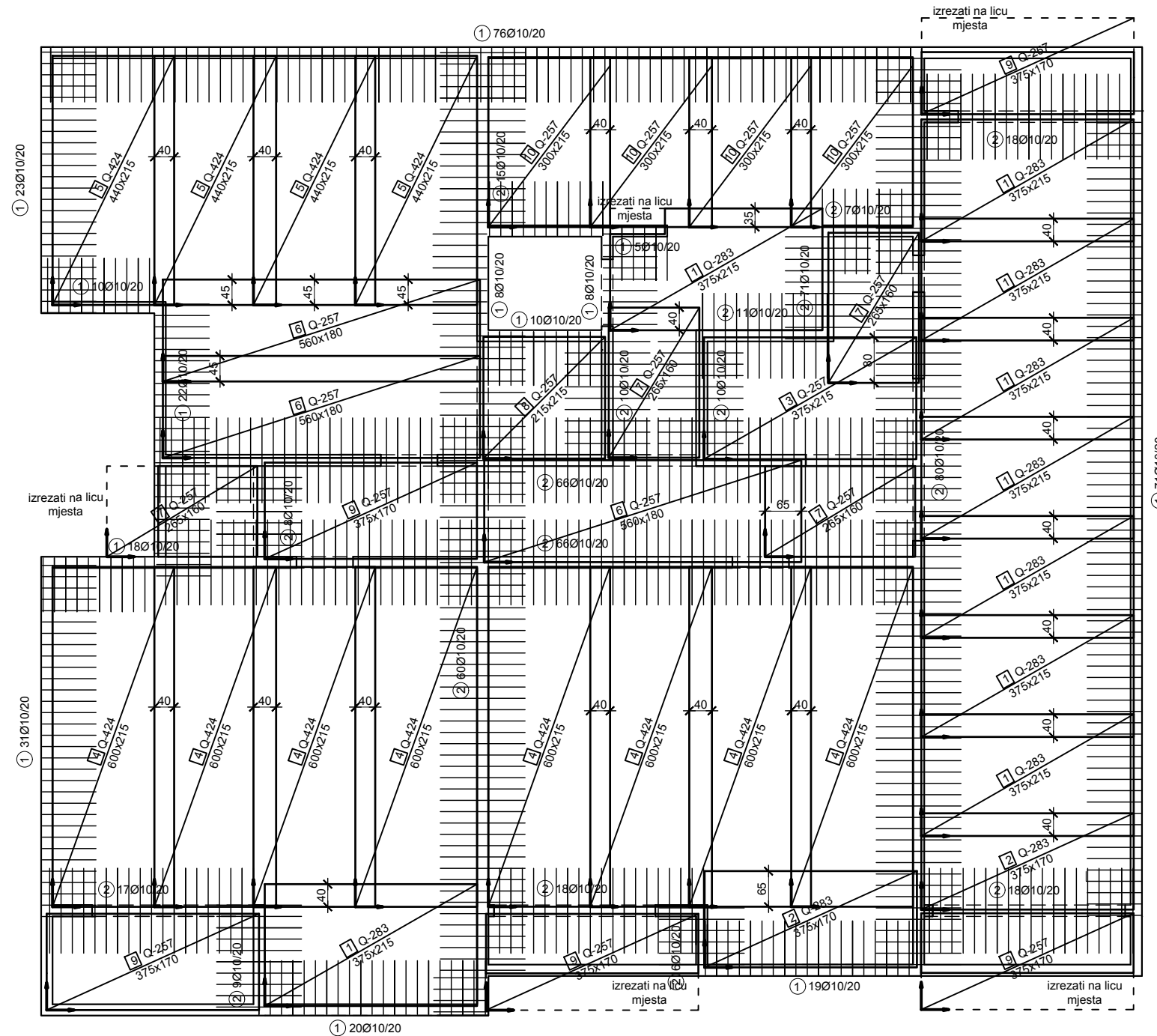
# ARMATURA MEĐUKATNE PLOČE - DONJA ZONA M 1:100



DIPLOMSKI RAD	
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
Nikica Kraljević	
SADRŽAJ: Armatura međukatne ploče - donja zona	MJERILO: 1:100
DATUM: lipanj 2020.	BROJ PRILOGA: 14

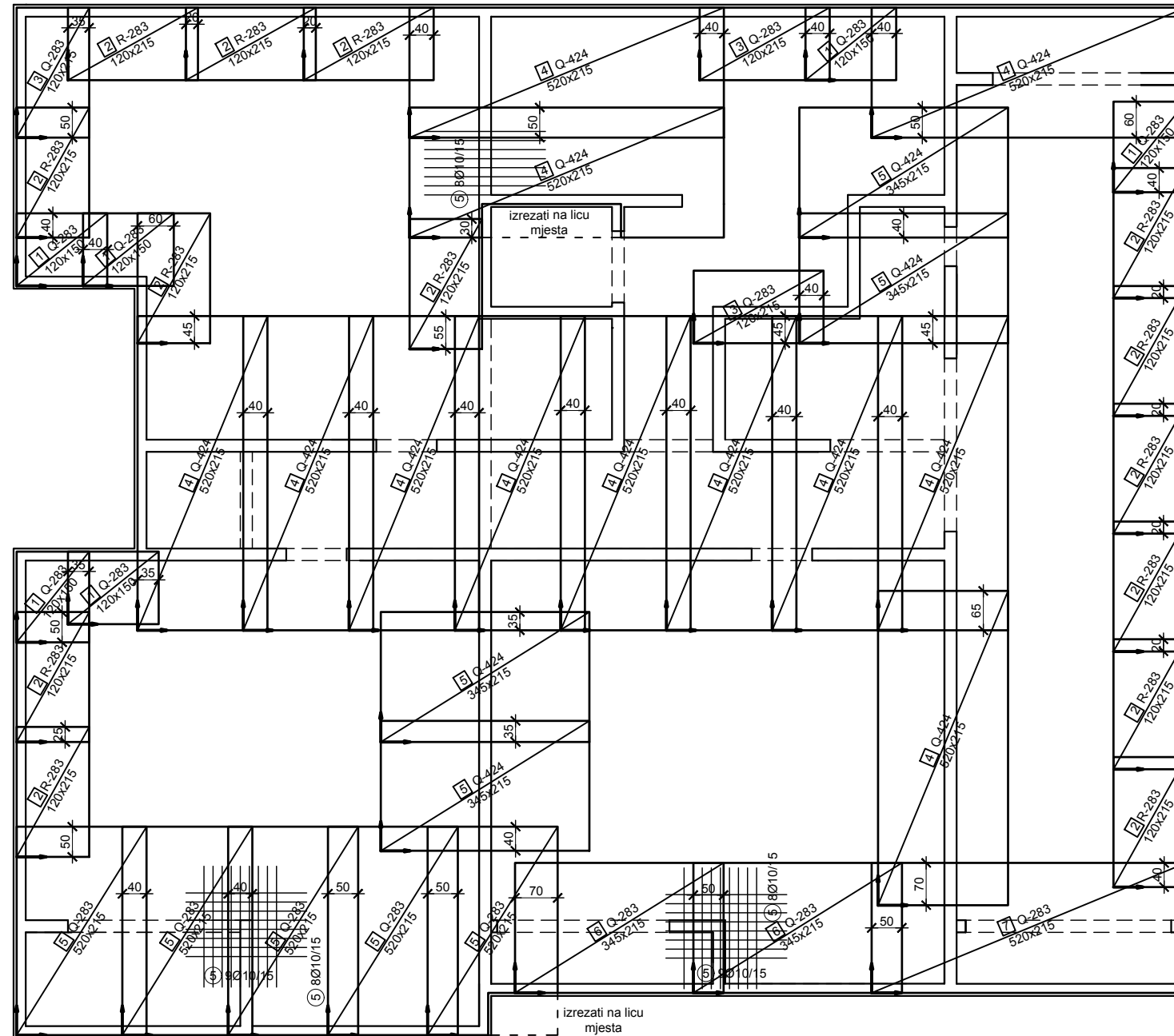


# ARMATURA KROVNE PLOČE - DONJA ZONA M 1:100




DIPLOMSKI RAD	
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
Nikica Kraljević	
SADRŽAJ:	Armatura krovne ploče - donja zona
DATUM:	lipanj 2020.
MJERILO:	1:100
BROJ PRILOGA:	16

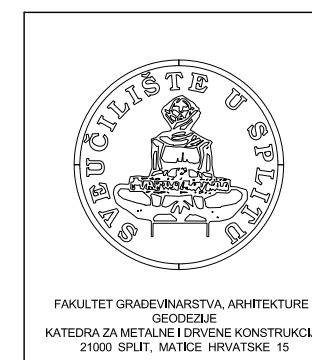
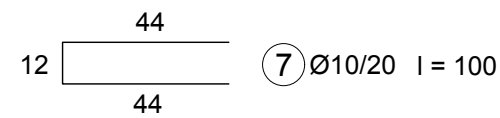
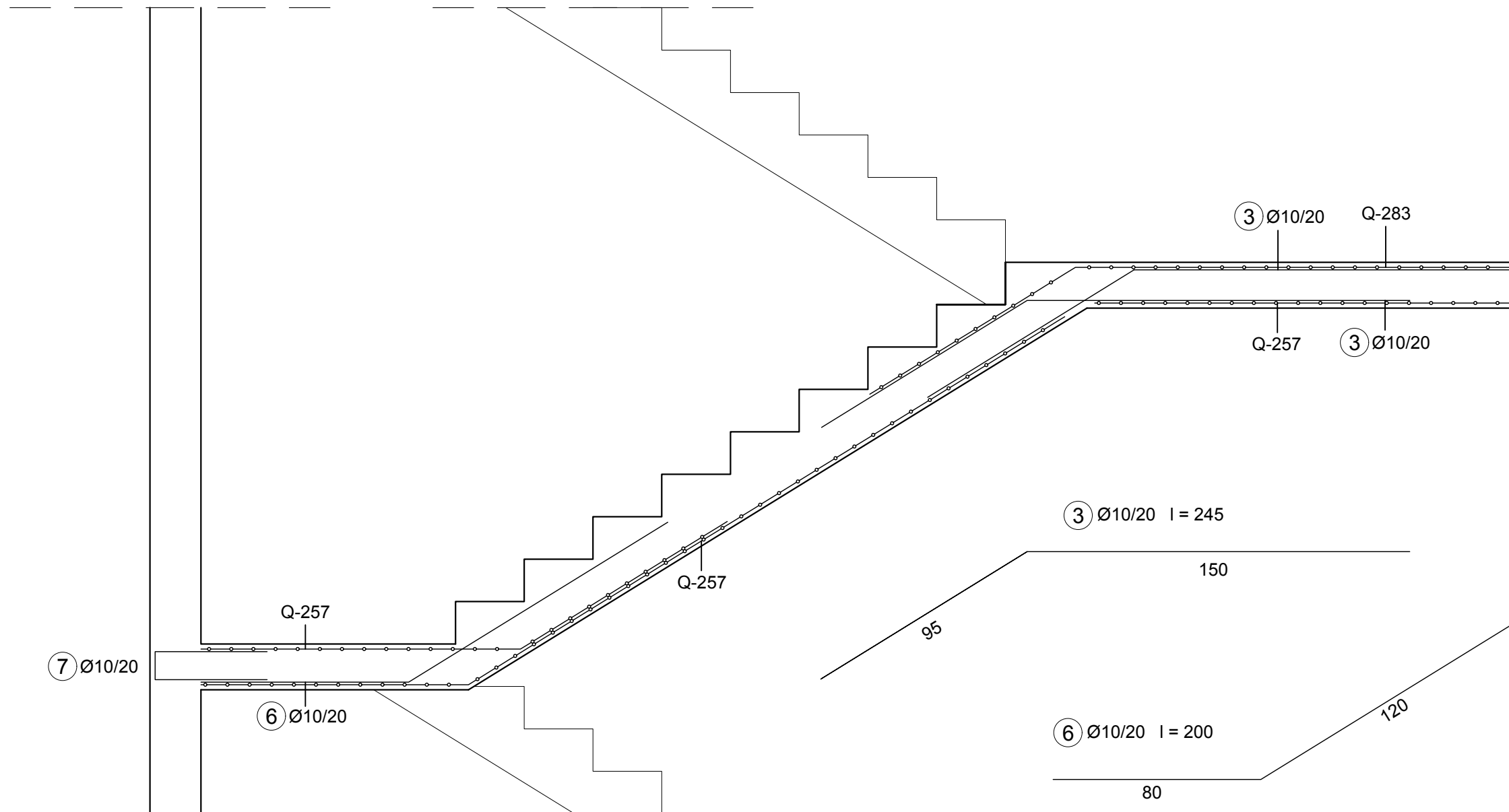
# ARMATURA KROVNE PLOČE - GORNJA ZONA M 1:100



⑤ ————— 200 ————— Ø10 200cm

 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ:	Armatura krovne ploče - gornja zona
DATUM:	lipanj 2020.	BRJ PRILOGA: 17

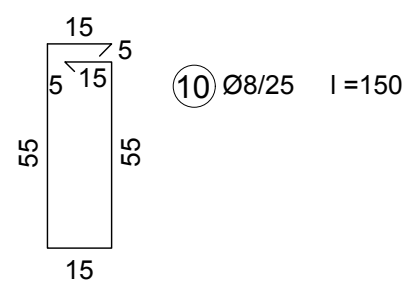
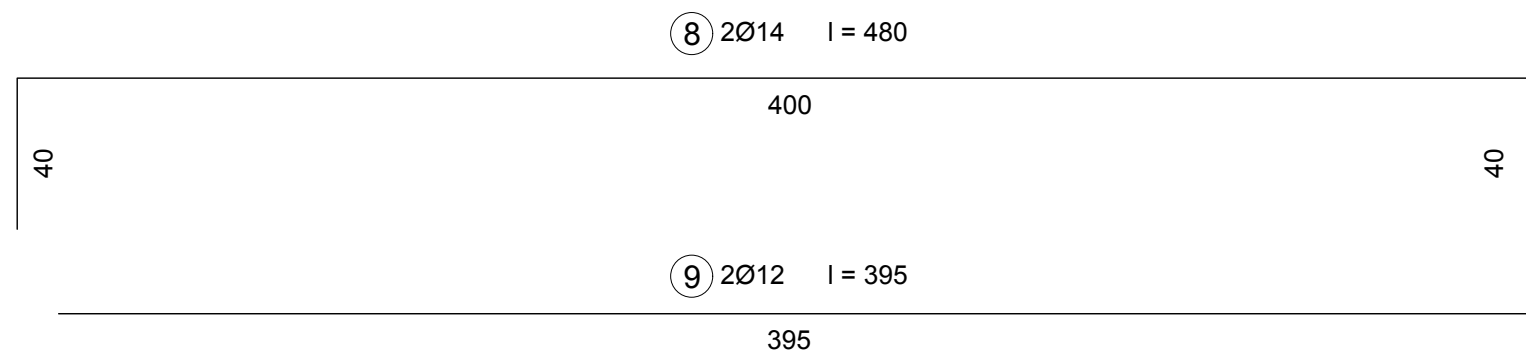
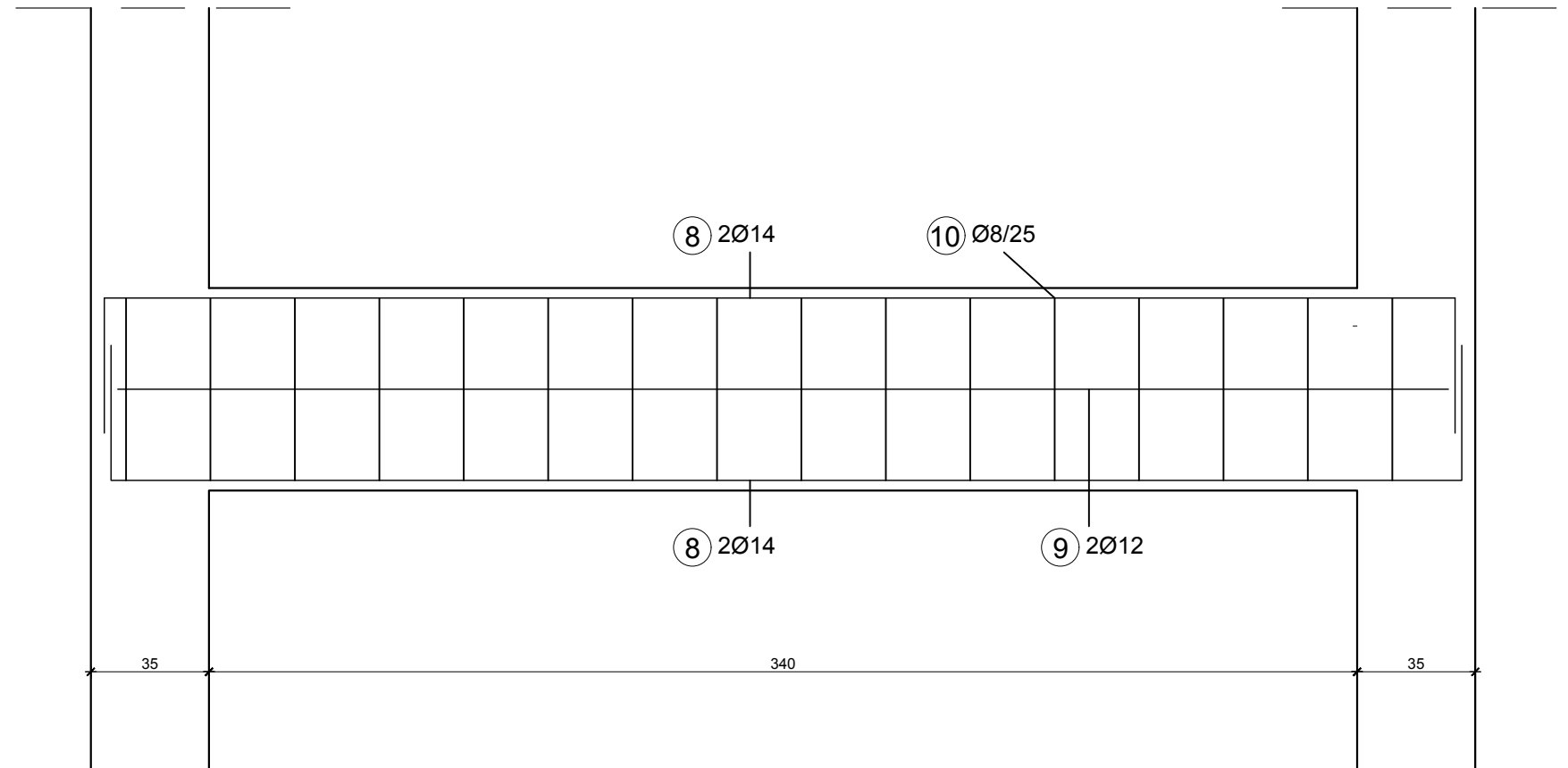
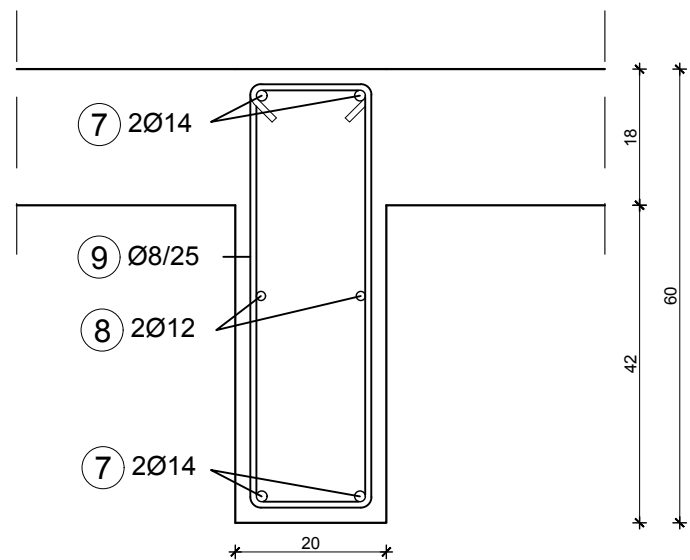
# ARMATURA STUBIŠTA M 1:20




DIPLOMSKI RAD	
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
Nikica Kraljević	
SADRŽAJ: Armatura stubišta	MJERILO: 1:20
DATUM: lipanj 2020.	BROJ PRILOGA: 18

# ARMATURA GREDE M 1:20

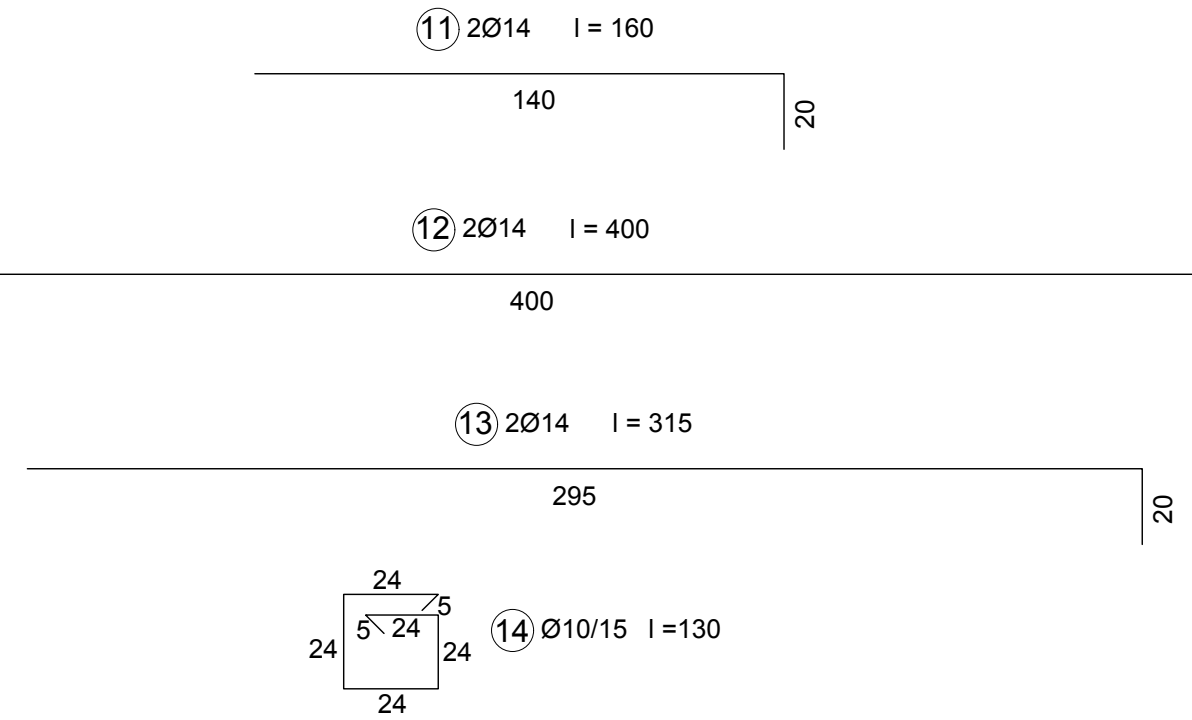
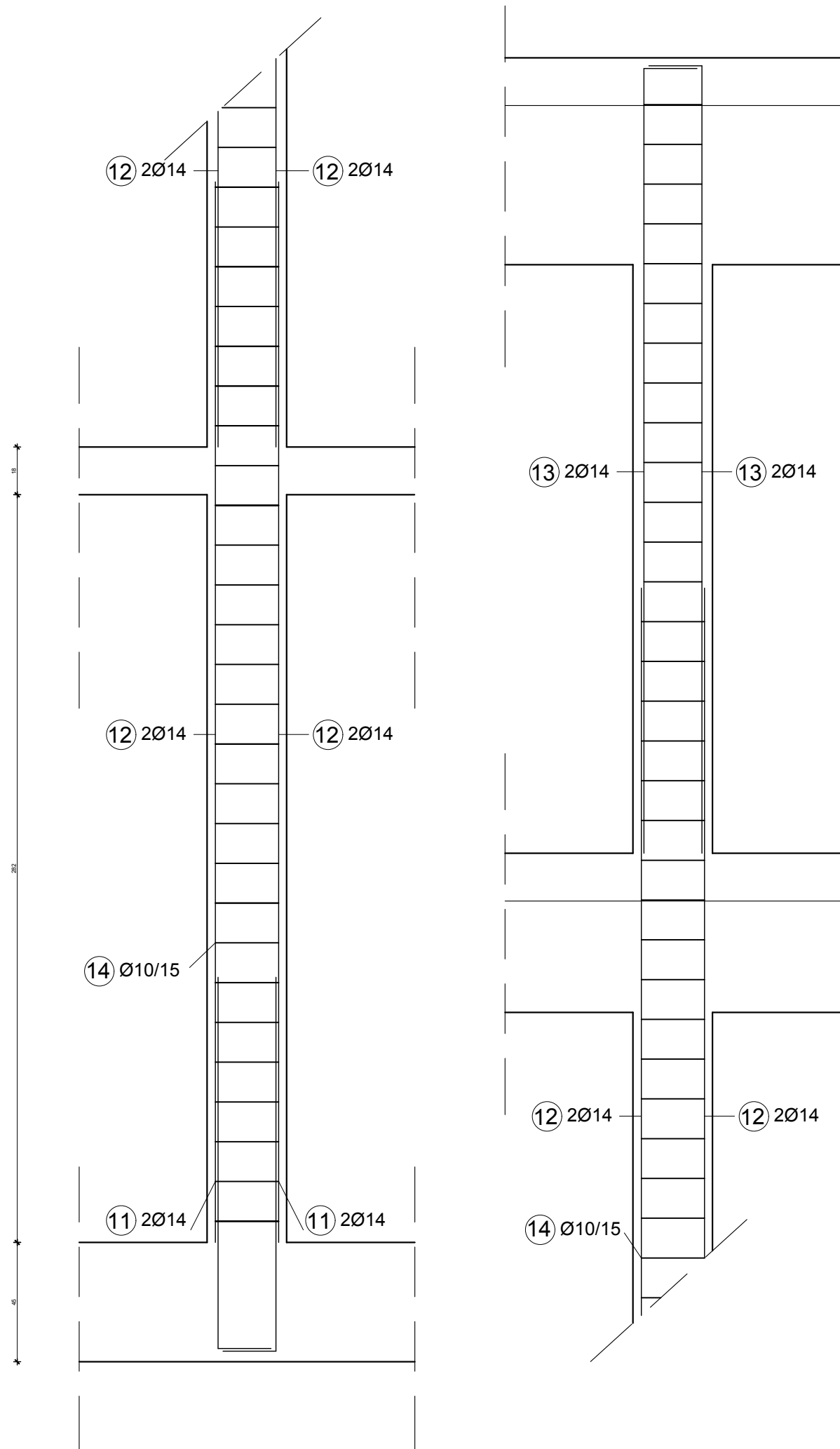
## POPREČNI PRESJEK M 1:10



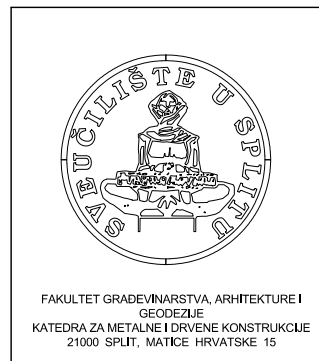
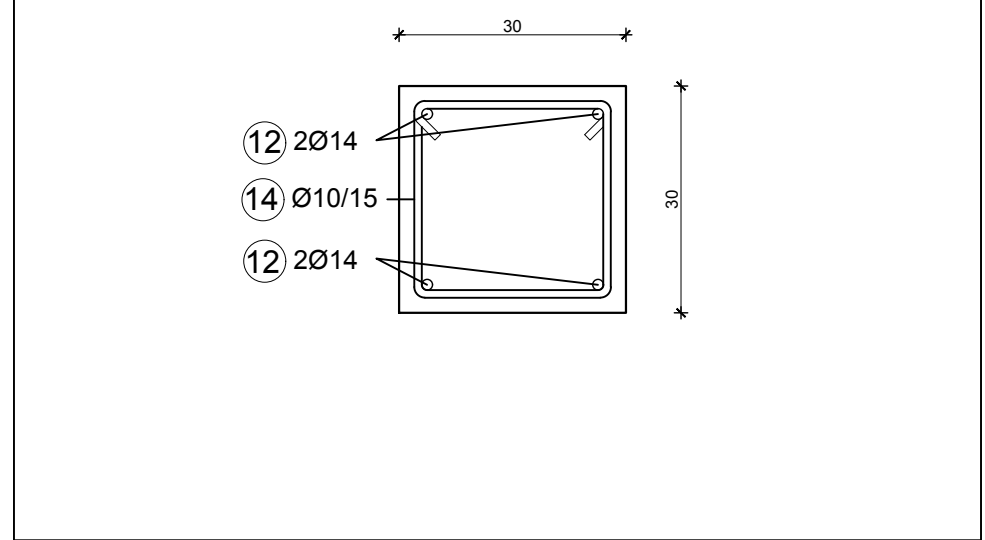
 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	DIPLOMSKI RAD	
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
	Nikica Kraljević	
	SADRŽAJ: Armatura grede	MJERILO: 1:20
DATUM: lipanj 2020.	BROJ PRILOGA: 19	



# ARMATURA STUPA M 1:20

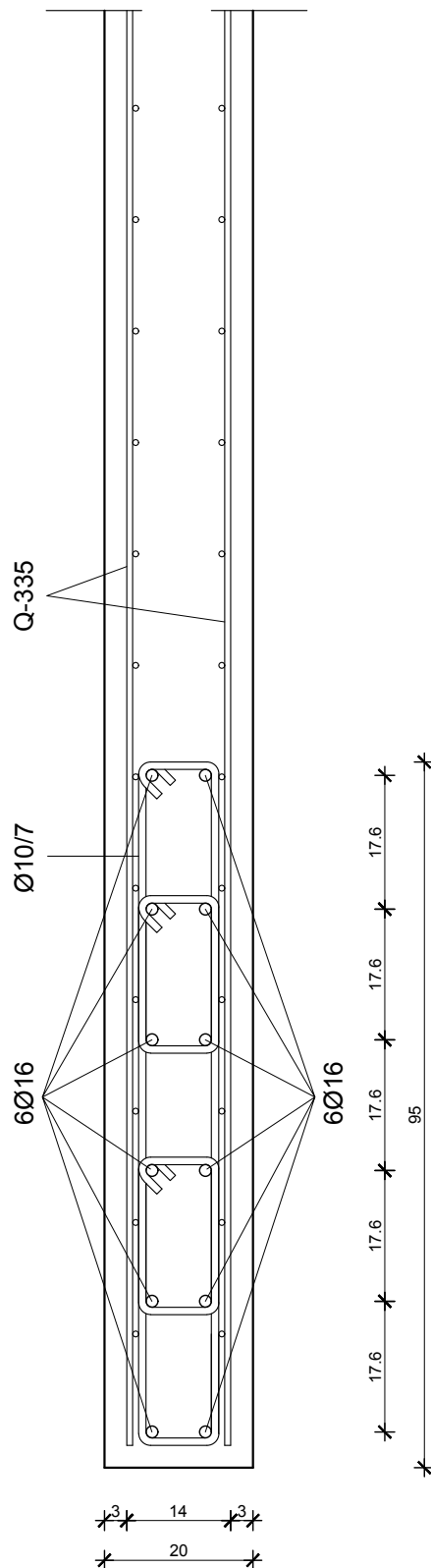


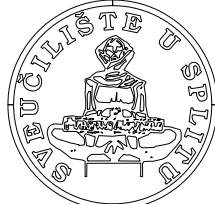
## POPREČNI PRESJEK M 1:10



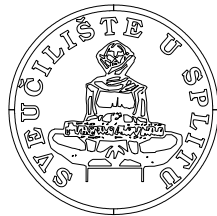
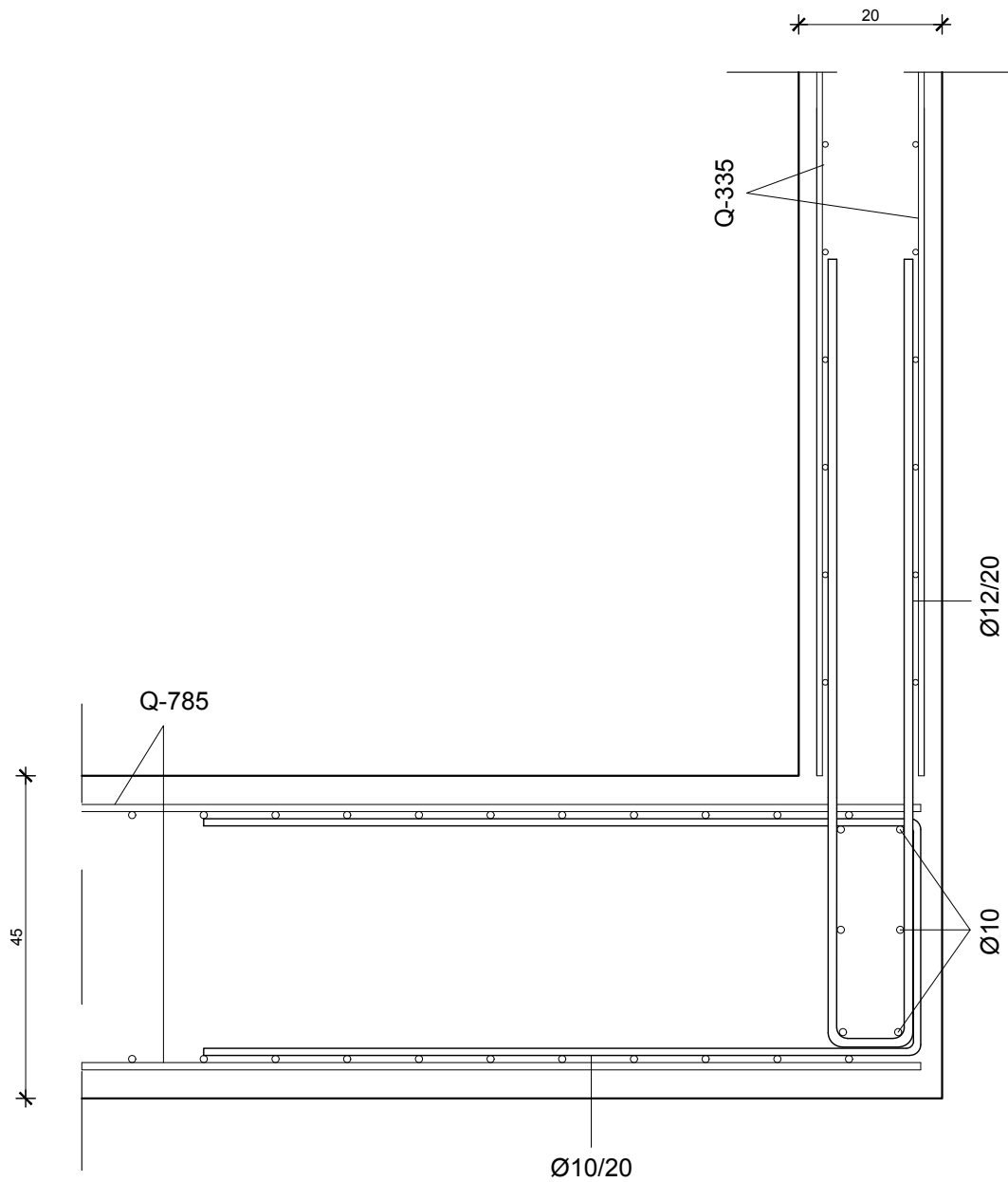
DIPLOMSKI RAD	
Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska	
Nikica Kraljević	
SADRŽAJ:	Armatura stupa
MJERILO:	1:20
DATUM:	lipanj 2020.
BROJ PRILOGA:	20

# ARMATURA RUBNOG PODRUČJA ZIDA M 1:10



 <p>FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>DIPLOMSKI RAD</b>		
	Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska		
	Nikica Kraljević		
	SADRŽAJ:	Armatura rubnog područja zida	MJERILO: 1:10
	DATUM:	lipanj 2020.	BROJ PRILOGA: 21

# SPOJ TEMELJNE PLOČE I ZIDA M 1:10



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
GEODEZIJE  
KATEDRA ZA METALNE I DRVENE KONSTRUKCIJE  
21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

## DIPLOMSKI RAD

Proračun nosive AB konstrukcije i fizikalnih svojstava  
stambene zgrade u naselju Glavica - Makarska

Nikica Kraljević

SADRŽAJ: Spoj temeljne ploče i zida

MJERILO: 1:10

DATUM: lipanj 2020.

BROJ PRILOGA: 22