

# Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita

---

Šalinović, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*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:123:368561>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-18**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Matea Šalinović**

**Split, 2021.**

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

**Matea Šalinović**

**Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih  
fizikalnih svojstava na području grada Splita**

**Diplomski rad**

**Split, 2021.**

# **Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita**

## ***Sažetak:***

U ovom diplomskom radu prikazan je proračun armiranobetonske konstrukcije i fizikalna svojstva iste. Riječ je o stambenoj zgradi koja se nalazi na području Splita i sastoji se od podruma, prizemlja i 6 katova. Jedan od osnovnih program pri izradi rada bio je SCIA Engineer 19.1 u kojem je, sukladno normama propisanim Eurokodom, izvršeno dimenzioniranje i proračun nosivih elemenata. Drugi korišteni računalni program je KI Expert Plus u kojem je napravljen proračun fizike zgrade i dobiveni su podaci o koeficijentu prolaska topline, difuziji vodene pare, dinamičkim toplinskim karakteristikama i korisnoj energiji.

## ***Ključne riječi:***

Stambena zgrada, proračun konstrukcije, dimenzioniranje, fizika zgrade

## **Structural analysis of reinforced concrete residential building and its physical properties in the area of the city of Split**

## ***Abstract:***

In this master's thesis the calculation of the reinforced concrete structure and its physical properties are presented. It is a residential building located in the area of Split and consists of a basement, ground floor and six floors. One of the basic programs in the development of the work was SCIA Engineer 19.1 in which, in accordance with the standards prescribed by Eurocode, the sizing and calculation of load-bearing elements was performed. Another used computer program is KI Expert Plus in which a calculation of building physics was made and data on heat transfer coefficient, water vapor diffusion, dynamic thermal characteristics and useful energy were obtained.

## ***Keywords:***

Residential building, construction calculation, sizing, building physics

## **Zahvale**

*Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Nikolini Živaljić i komentoru doc. dr. sc. Ivanu Baliću na strpljivosti, izdvojenom vremenu i pristupačnosti tokom izrade diplomskog rada. Vaš prijateljski pristup i dobra volja uvelike su mi olakšali zadnje dane studiranja.*

*Veliko hvala mojoj obitelji na bezuvjetnoj podršci i razumijevanju s kojim ste me uvijek pratili. Volim vas!*

*Posebnu zahvalu dugujem mom 'Malom krugu velikih ljudi'. Prvenstveno hvala Ivoni, mojoj prijateljici iz predškolskih dana, a vjerujem i do kraja života. Hvala što si bila uz mene i uvijek me gurala naprijed, što mi nikada nisi dozvoljavala da odustanem. S tobom je svaki dan studiranja bio ispunjen smijehom. Hvala Antonii, mojoj velikoj podršci u tuzi i u radosti. Hvala što si uvijek imala vremena za mene. S tobom je sve bilo lakše i ljepše. Hvala mom župniku, ali prvenstveno prijatelju, don Darku. Hvala Vam na svim molitvama i neizmjernej potpori koju ste mi pružali tokom cijelog studija. Hvala Vam što ste uvijek vjerovali u mene i ulijevali mi povjerenje i sigurnost da će sve završiti najbolje. Na kraju ću iskoristiti ono što ste me Vi naučili : ' Ne, ne, hvala dragom Bogu!' .*

*'Sve mogu u Onome koji me jača' (Fil 4,13)*

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. TEHNIČKI OPIS .....	2
2.1. Općenito .....	2
2.2. Konstruktivni podaci .....	4
2.3. Norme za proračun AB konstrukcija .....	5
2.4. Geotehnički izvještaj .....	8
2.5. Materijali.....	9
2.5.1. Beton.....	9
2.5.2. Čelik.....	10
3. ANALIZA OPTEREĆENJA.....	12
3.1. Opterećenja na konstrukciju.....	12
3.1.1. Stalno djelovanje G .....	12
3.1.2. Promjenjivo djelovanje Q .....	14
3.1.3. Opterećenje vjetrom.....	14
3.1.4. Opterećenje snijegom.....	16
3.1.5. Opterećenje potresom .....	19
3.2. Proračun konstrukcije na potresno djelovanje za razred umjerene duktilnosti (DCM) metodom spektralne analize prema EC8-EN 1998- 1:2011 .....	24
3.2.1. Ulazni proračunski spektar .....	24
3.2.2. Rezultati modalne analize .....	25
3.2.3. Prikaz vlastitih vektora .....	26
3.3. Kombinacije djelovanja .....	27
3.3.1. Granično stanje uporabljivosti.....	27
3.4.2. Granično stanje nosivosti.....	27
3.4.3. Anvelopa kombinacija.....	28
4. PRORAČUN KARAKTERISTIČNE MEĐUKATNE PLOČE.....	29
4.1. Model međukatne konstrukcije.....	29
4.2. Analiza opterećenja međukatne konstrukcije .....	29
4.3. Prikaz rezultata .....	31
4.4. Dimenzioniranje karakteristične ploče.....	33
4.5. Kontrola progiba međukatne konstrukcije.....	36
4.6. Kontrola pukotina .....	38
5. PRORAČUN KROVNE PLOČE.....	41
5.1. Analiza opterećenja .....	41
5.2. Prikaz rezultata .....	42
5.3. Dimenzioniranje krovne ploče.....	44
5.4. Kontrola progiba .....	47
5.5. Kontrola pukotina.....	48
6. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE .....	50

6.1. Prikaz rezultata .....	50
6.2. Kontrola slijeganja .....	52
6.3. Kontrola kontaktnih naprezanja .....	53
6.4. Dimenzioniranje temeljne ploče .....	54
7. PRORAČUN STUBIŠTA .....	57
7.1. Prikaz modela i opterećenja stubišta .....	57
7.2. Prikaz rezultata .....	59
7.3. Dimenzioniranje stubišta .....	60
8. PRORAČUN GREDE .....	62
8.1. Dimenzioniranje na moment savijanja .....	62
8.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	63
9. PRORAČUN STUPA .....	65
10. PRORAČUN ZIDA NA RAZRED UMJERENE DUKTILNOSTI- DCM .....	66
10.1. Opći podaci .....	66
10.2. Rezultati proračuna .....	68
10.3. Ovojnice reznih sila .....	70
10.4. Dimenzioniranje karakterističnog zida .....	71
10.4.1. Dimenzioniranje na moment savijanja i uzdužnu silu .....	72
10.4.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu .....	76
11. PRORAČUN ZASUTOG (PODRUMSKOG) ZIDA .....	79
11.1. Analiza opterećenja .....	79
11.2. Prikaz rezultata za mjerodavnu kombinaciju .....	80
11.3. Potrebna armatura .....	81
12. FIZIKALNA SVOJSTVA ZGRADE .....	82
12.1. Općenito .....	82
12.1.1. Podaci o lokaciji objekta .....	84
12.1.2. Potrebni uvjeti .....	85
Namjena zgrade i podjela u toplinske zone .....	85
Uvjeti .....	85
12.2. Geometrijske karakteristike zgrade .....	85
12.2.1. Vertikalni građevni dijelovi .....	86
12.2.2. Horizontalni građevni dijelovi .....	88
12.2.3. Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade .....	92
12.4. Proračun građevnih dijelova zgrade .....	93
12.5. Vanjski otvori (HRN EN ISO 10077-1:2000) .....	104
12.6. Proračun toplinskih mostova (HRN EN ISO 14683) .....	105
12.7. Koeficijenti transmisijskih gubitaka .....	106
12.8. Toplinski gubici .....	108
12.9. Toplinski dobici .....	110

<b>12.10. Proračun potrebne topline za grijanje i hlađenje.....</b>	<b>111</b>
<b>12.11. Rezultati proračuna .....</b>	<b>112</b>
<b>12.12. Iskaznica energetske svojstava zgrade.....</b>	<b>113</b>
<b>12.13. Primijenjeni propisi i norme .....</b>	<b>114</b>
<b>13. LITERATURA .....</b>	<b>118</b>
<b>14. GRAFIČKI PRILOZI.....</b>	<b>119</b>



## 1. UVOD

Betonska konstrukcija dio je građevnog sklopa neke građevine. Postoji više načina armiranja betonskih konstrukcija pa se s obzirom na odabrani dijelove na betonske konstrukcije od nearmiranog betona, armiranog betona ili od prednapetog betona. U ovom radu analizira se armiranobetonska konstrukcija. Takva konstrukcija je trajna, jednostavna za izvedbu zbog vrlo dostupna materijala, otporna na djelovanje potresa i mehanička oštećenja.

Tehnička svojstva jedne betonske konstrukcije moraju biti takva da tijekom trajanja građevine ona podnese sve utjecaje uporabe i utjecaje okoliša. Za vrijeme građenja i uporabe građevine djelovanja na istu na smiju dovesti do

- rušenje građevine ili njezinog dijela,
- nedopuštenih deformacije,
- oštećenja građevnog sklopa ili opreme uslijed deformacije betonske konstrukcije,
- nerazmjerno velika oštećenja građevine ili nekog njezinog dijela u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

Svi propisi i norme koje osiguravaju projektiranje konstrukcija prema gore navedenim uvjetima propisana su Eurocodom, a u ovom radu su korišteni Eurocod EN 1990, EN 1991, EN 1992, EN 1997 i EN 1998.

Što se tiče potresnog djelovanja na građevinu u ovom radu korištena je linearna metoda proračuna na potresno djelovanje primjenom reduciranog spektra odziva. Proveden je proračun karakterističnog zida na potresno opterećenje prema normi HRN EN 1998-1:2011 za klasu umjerenе duktilnosti DCM.

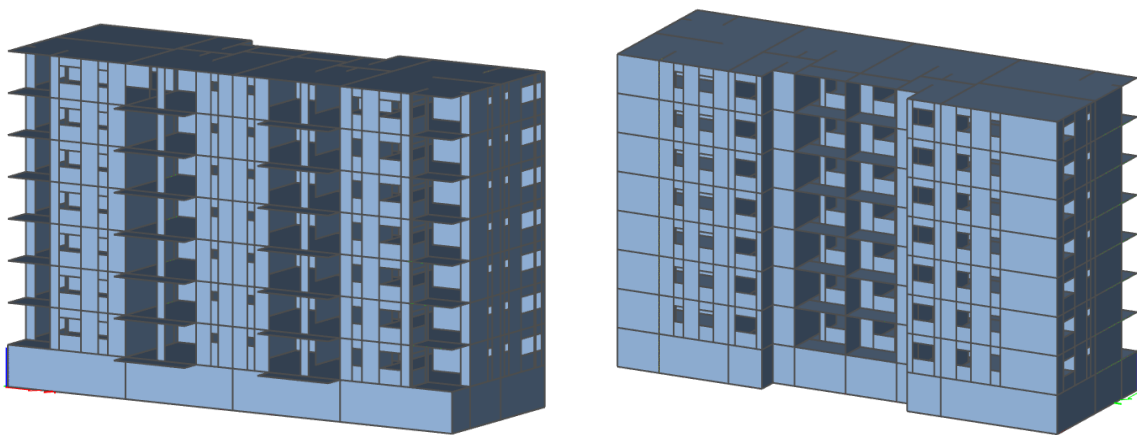
Analiza fizikalnih svojstava zgrade napravljena je u programu KI Expert Plus u svrhu izračuna potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora zgrade. Svi građevni dijelovi navedeni su u danom programu za proračun toplinske zaštite te je kontrolirano da li odabrani slojevi podova, zidova i krova zadovoljavaju dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline.

## 2. TEHNIČKI OPIS

### 2.1. Općenito

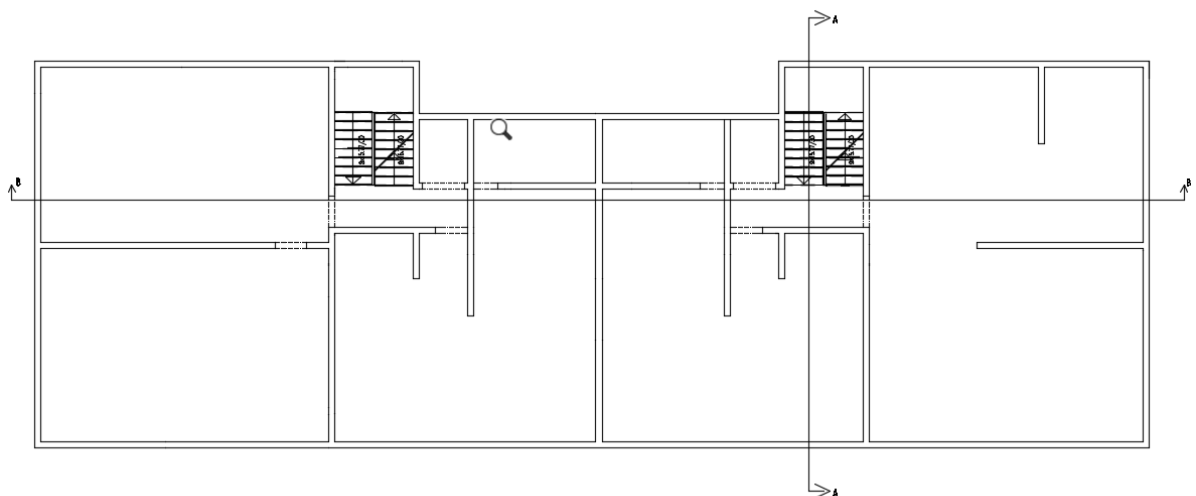
Stambena zgrada nalazi se na području grada Splita. Tlocrtne dimenzije su 36,85 x 12,8 m, a bruto površina 3 644,8 m<sup>2</sup>. Visina zgrade iznosi 21,58 m od razine terena. Sastoji se od osam etaža: ukopanog podruma, prizemlja i šest katova. Podrum se koristi kao ostava, a svaka etaža ima 4 stana osim posljednje na kojoj se nalaze 2 stana. Etaže su međusobno povezane dvokrakim stubištem i liftovima.

Građevina je završena ravnim krovom koji nema određenu namjenu.

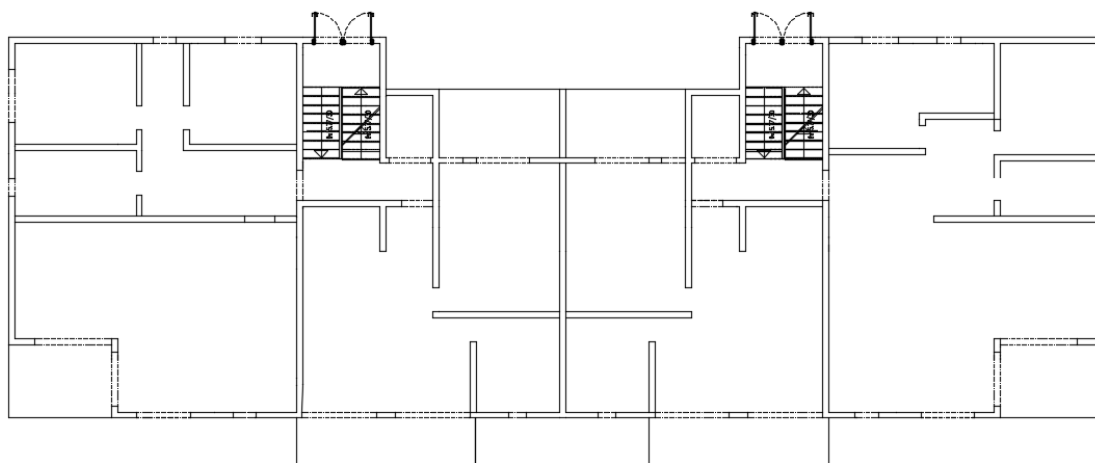


Slika 1. 3D model zgrade

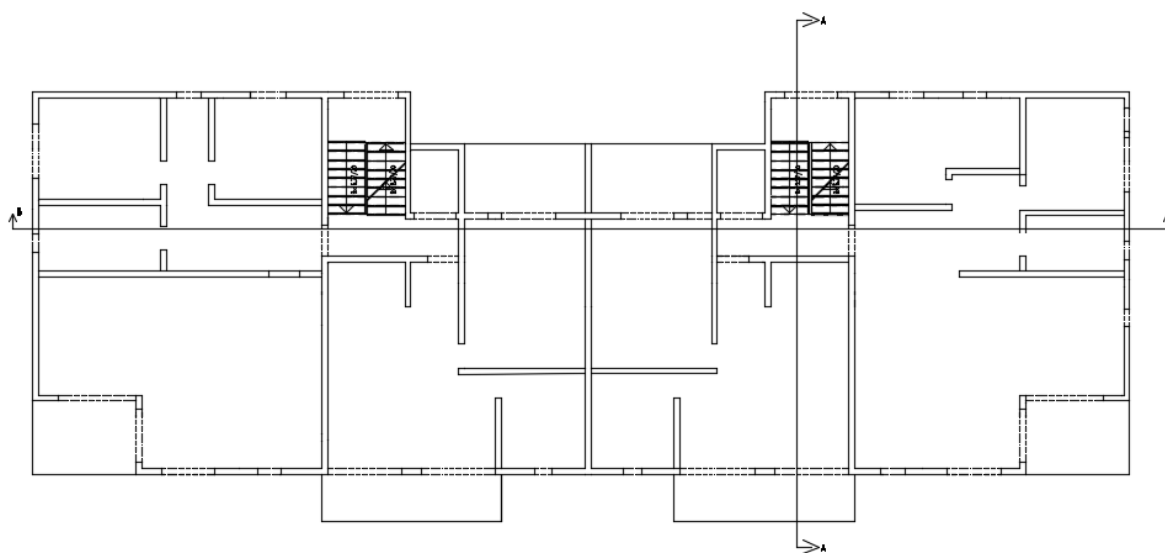
Nosiva konstrukcija sastoji se od armiranobetonskih zidova, međukatnih ploča, krovne i temeljne ploče, greda i stupova.



Slika 2. Tlocrt podruma



Slika 3. Tlocrt prizemlja



Slika 4. Tlocrt karakterističnog kata



Slika 5. Presjek zgrade

Područje Splita spada u II zonu opterećenja vjetrom. Osnovna brzina vjetra je 30 m/s. Računsko ubrzanje tla za granično stanje nosivosti s povratnim periodom od 475 godina je 0,22g.

## 2.2. Konstruktivni podaci

Kako je već rečeno radi se o armiranobetonskoj konstrukciji što podrazumijeva da konstrukciju čine armiranobetonski zidovi i ploče. Opterećenja se prenose preko zidova i ploča do temeljne ploče te zatim na tlo.

Zidovi su debljine 20 cm. Podrumski zidovi su napravljeni od klase betona C 30/37 dok su zidovi prizemlja i katova napravljeni od betona klase C 25/30. Prenose dominantna potresna djelovanja, a kako bi uključili taj efekt u ponašanje konstrukcije ,prilikom unosa u program SCIA smanjujemo krutost zidova za pola. Dimenzioniranje je vršeno prema normi HRN EN 1998-1:2011.

Temeljenje je izvršeno na razredu tla A. Temeljna ploča napravljena je od betona klase C 30/37, a debljina joj je 45 cm.

Stubište je dvokrako, a debljina podesta i kraka je 18 cm. Dimenzije poprečnog presjeka greda su 20x40, a stupova 20x30 cm.

Debljina ploče međukatne konstrukcije, kao i krovne ploče, je 18 cm. Izrađene su od betona klase C 25/30, a korištena je armatura B 500 B.

### 2.3. Norme za proračun AB konstrukcija

Kako je već prethodno navedeno čitav rad izvršen je po važećim normama, a ovdje su točno navedene iste:

HR NORME	EC	Opis
HRNEN 1991-1	EC0	Osnove projektiranja
HRN EN 1991	EC1	Opterećenja (djelovanja)
HRN EN 1992	EC2	Betonske konstrukcije
HRN EN 1997	EC7	Geomehanika
HRN EN 1998	EC9	Seizmika

Tablica 1. EU Norme

#### Popis korištenih oznaka prema EC8

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

T1 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

$d_{bl}$  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

## 2.4. Geotehnički izvještaj

Temelj je dio građevine kojim se opterećenja iz građevine prenose u prirodnu sredinu, tlo. Njegov oblik i dubina temeljenja ovise o vrsti građevine i osobinama tla ispod nje. U konkretnom slučaju tlo ispod temelja je pretežito vapnenačko odnosno tvrdo i povoljno za temeljenje. Prema Eurocodu spada u tip tla A – stijena ili stjenovita masa .

Iskop građevne jame vrši se na dubini 3,3 m ispod razine prizemlja. Iskop će se raditi u širokom iskopu s nagibom zasjeka 3:1. Nakon završenog iskopa potrebno je sve neravnine i udubine popuniti sa betonom klase C 16/20 do projektirane kote temeljenja.

Dopuštena centrična naprezanja tla uzeta su za osnovna opterećenja, a iznose 400 kPa.



## 2.5. Materijali

### 2.5.1. Beton

Beton je u današnje vrijeme neizostavan materijal u svim oblicima gradnje. Drugi je najčešće korišteni proizvod na svijetu. Sastoji se od agregata, cementa i vode te po potrebi raznih dodataka i kao takav dostupan je svima. Povoljan za izradu jednostavnih građevina, ali i za izvođenje kompleksnijih i inženjerski najzahtjevnijih objekata. Postoji više podjela betona (prema namjeni; konzistenciji; svojstvima trajnosti), ali najčešća je ona s obzirom na razred tlačne čvrstoće.

Za izvedbu konkretne armiranobetonske konstrukcije korištene se slijedeće klase betona:

- Temeljna ploča C30/37
- Podrumski zidovi C30/37
- Međukatna ploča C 25/30
- Krovna ploča C25/30
- Zidovi prizemlja i katova C25/30

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

Name	C30/37
<b>Code independent</b>	
Material type	Concrete
Thermal expansion [m/mK]	0,00
Unit mass [kg/m <sup>3</sup> ]	2500,0
Density in fresh state [kg/m <sup>3</sup> ]	2600,0
E modulus [MPa]	3,2800e+04
Poisson coeff.	0,2
Independent G modulus	<input type="checkbox"/>
G modulus [MPa]	1,3667e+04
Log. decrement (non-uniform dam...)	0,2
Colour	
Specific heat [J/gK]	6,0000e-01
Thermal conductivity [W/mK]	4,5000e+01
Order in code	5
<b>Material behaviour for nonlin...</b>	
Material behaviour	Elastic
<b>EN 1992-1-1</b>	
Characteristic compressive cylinder...	30,00
Calculated depended values	<input checked="" type="checkbox"/>
Mean compressive strength fcm(2...	38,00
fcm(28) - fck(28) [MPa]	8,00
Mean tensile strength fctm(28) [MP...	2,90
fctk 0,05(28) [MPa]	2,00
fctk 0,95(28) [MPa]	3,80
Design compressive strength - pers...	20,00
Design compressive strength - acci...	25,00
Strain at reaching maximum streng...	20,0

Slika 6. Karakteristike betona

U proračunu se uzima da je elastična krutost pri savijanju i posmiku betonskih elemenata jednaka polovini krutosti neraspucanog elementa jer na taj način uzimamo u obzir raspucavanje elemenata. U numeričkom modelu je to napravljeno tako da je betonu koji dolazi u zidove smanjen modul elastičnosti za 50 %.

### 2.5.2. Čelik

Željezo se primjenjuje prvenstveno u obliku čelika, a manje kao sirovo ili lijevano željezo. Bitne karakteristiku su mu velika čvrstoća, tvrdoća, žilavost, mogućnost lijevanja i mehaničke obrade, te velika elastičnost.

U građevinarstvu najraširenija je primjena čelika kao armature koja služi ojačavanju kompozitnih materijala. Za armiranje betona koriste se 3 vrste čelika: čelične žice, šipke ili mreže. Za armiranje žbuke i betonskih premaza koriste se plastične ili čelične mrežice, odnosno pletiva. Za armiranje tla služi geotekstil od umjetnih vlakana, a u stakloplastici ulogu armature preuzima tkanina od staklenih vlakana.

Kao što je prethodno navedeno za armiranje betona koriste se žice, šipke ili mreže. Razlika između žica i šipki je profil cijevi odnosno kada je  $\phi \leq 16$  mm radi se o žicama, a kada je  $\phi > 16$  mm onda govorimo o šipkama. Mreže su podijeljene na 2 tipa, R i Q mreže. Standardne dimenzije su 600 x 215 cm. Razlika je u nosivosti tj. Q mreže nose u oba smjera i napravljene su od istog profila šipki dok R mreže nose samo u jednom, dužem smjeru, i sastavljene su od različitih profila šipki.

U ovom radu koristit će se armaturni čelik oznake čvrstoće B500 B (gdje je broj normirana karakteristična čvrstoća popuštanja u MPa, a slovo duktilnost čelika) 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 dampi...	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 nonlinear...	
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 7. Karakteristike armaturnog čelika

### 3. ANALIZA OPTEREĆENJA

#### 3.1. Opterećenja na konstrukciju

G- stalno djelovanje na konstrukciju :

G0 -vlastita težina elemenata

G1- dodatno stalno djelovanje (obloga (podovi), stalna oprema...)

Q- promjenjivo djelovanje - uporabno opterećenje, pokretna oprema ...

s- snijeg – djelovanje u smjeru osi z

W- vjetar – djelovanje u smjeru globalnih osi  $W_x$  i  $W_y$

S- potres :  $S_x$  -djelovanje u smjeru globalne osi x

$S_y$  - djelovanje u smjeru globalne osi y

$T_x, T_y$  -torzija (slučajni ekscentricitet)

##### 3.1.1. Stalno djelovanje G

Vlastita težina konstrukcije G0

Stalno opterećenje od vlastite težine elemenata konstrukcije sadržano je u proračunskom modelu s obzirom na dimenzije poprečnih presjeka i zadanoj specifičnoj težini betona koja iznosi  $g = 25,0 \text{ kN/m}^3$ .

Ostala stalna djelovanja G1

Međukatna konstrukcija

SLOJ	Debljina d (m)	Specifična težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$d \cdot \gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Keramičke pločice ili parket	0,02	10,0	0,2
Plivajući cementni estrih, armiran	0,05	22,0	1,1
Polietilenska folija 0,15 mm	-	-	-
Toplinsko-zvučna izolacija	0,04	0,12	0,0048
Armirani beton	0,18	25,0	4,5
Završna obrada	-	-	-

$$\Delta g = 1,3 \text{ kN/m}^2$$

## Balkon

SLOJ	Debljina d (m)	Specifična težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Keramičke pločice	0,02	14,0	0,28
Cementni estrih	0,05	22,0	1,1
PE - folija (pričvršćena metalnim spojnicama)	0,002	-	-
Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	0,05	0,2	0,01
Armirani beton	0,18	25,0	4,5
Završna obrada	-	-	-

$$g = 1,3 \text{ kN/m}^2$$

## Stubište

SLOJ	Debljina d (m)	Specifična težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Završna obrada gazišta (kamena ploča)	0,02	28,0	0,56
Cementni namaz	0,01	20,0	0,2
Stuba	0,07	24,0	1,68
Zaglađeni pogled	-	-	-

$$g = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

## Krov

SLOJ	Debljina d (m)	Specifična težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Kamene ploče	0,03	25,0	0,75
Polim.hidro.traka na bazi FPO/TPO	-	-	-
Beton za pad	0,1	23,0	2,3
Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	0,12	1,4	0,162
HOMESEAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,04	0,50	0,02
Armirani beton	0,18	25,0	4,5
Završna obrada	-	-	-

$$g = 3,5 \text{ kN/m}^2$$

### 3.1.2. Promjenjivo djelovanje Q

Q: stanovi - unutarnji prostori:  $\psi_0=0.7$ ;  $\psi_1=0.5$ ;  $\psi_2=0.3$   $q_k= 1,5 \text{ kN/m}^2$

Kategorija A2 ( $q_{\min}=1,5 \text{ kN/m}^2$ )

stanovi – balkoni;  $\psi_0=0.7$ ;  $\psi_1=0.5$ ;  $\psi_2=0.3$   $q_k= 4,0 \text{ kN/m}^2$

Kategorija P ( $q_{\min}=4.0 \text{ kN/m}^2$ )

stubišta;  $\psi_0=0.7$ ;  $\psi_1=0.5$ ;  $\psi_2=0.3$   $q_k= 4,0 \text{ kN/m}^2$

Kategorija S1 ( $q_{\min}=3.0 \text{ kN/m}^2$ )

neprohodni krovovi  $< 20^\circ$ ;  $\psi_0=0.0$ ;  $\psi_1=0.0$ ;  $\psi_2=0.0$   $q_k= 1,0 \text{ kN/m}^2$

Kategorija H ( $q_{\min}=0.6 \text{ kN/m}^2$ )

### 3.1.3. Opterećenje vjetrom

Kod proračuna opterećenja vjetrom može se koristiti pojednostavljeni postupak za zgrade i dimnjake visine manje od 200 m i to tako da se djelovanje vjetra uzima kao zamjenjujuće statičko opterećenje.

Kod zgrada tlakovi vjetra djeluju okomito na njenu površinu.

Tlak vjetra na vanjske površine  $\rightarrow w_e = q_{\text{ref}} \cdot c_e(Z_e) \cdot c_{pe}$

Tlak vjetra na unutrašnje površine  $\rightarrow w_i = q_{\text{ref}} \cdot c_e(Z_i) \cdot c_{pi}$

Gdje je :  $q_{\text{ref}}$  osnovni tlak srednje brzine vjetra,

$c_e(Z_e)$ ,  $c_e(Z_i)$  koeficijenti izloženosti,

$c_{pe}$  i  $c_{pi}$  koeficijenti vanjskog i unutrašnjeg tlaka.

Osnovni tlak vjetra je:  $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$  ,

gdje je  $\rho$  - gustoća zraka.

Osnovna brzina vjetra definirana je jednadžbom:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$  ,

gdje je:  $c_{dir}$  - faktor smjera vjetra (obično se uzima 1,0)

$c_{season}$  - faktor doba godine (obično se uzima 1,0)

$v_{b,0}$  - fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra (10 m iznad tla kategorije terena II)

$v_{b,0}$  se određuje iz karte osnovne brzine vjetra :



Slika 8. Karta osnovne brzine vjetra za RH

Za područje Splita iz karte je očitano :  $v_{b,0} = 30$  m/s

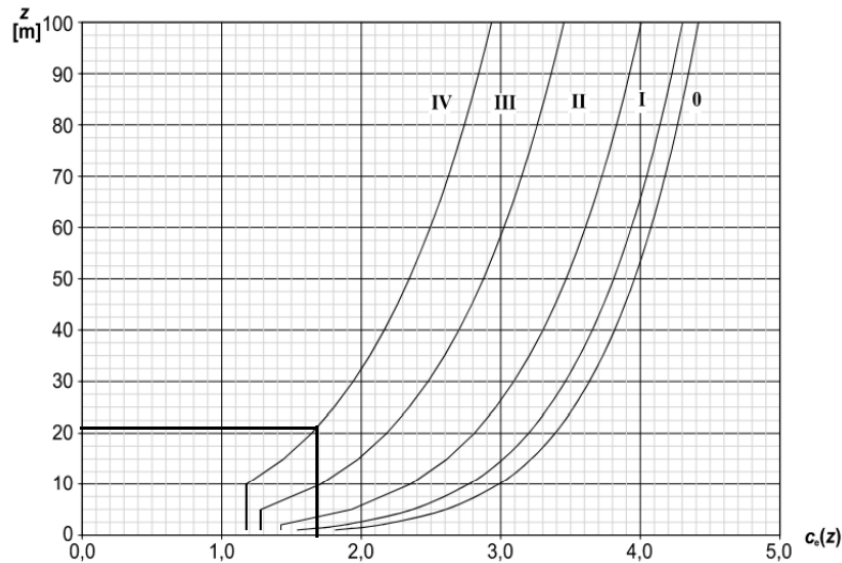
Slijedi da je osnovna brzina vjetra:  $v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 30 = 30$  m/s ,

a osnovni tlak vjetra:  $q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 30^2 = 0,39$  kN/m<sup>2</sup> .

Tlak pri vršnoj brzini vjetra :  $q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$

gdje je gdje je:  $c_e(z)$  koeficijent izloženosti ovisan o visini iznad tla ( $z$ ) i kategoriji terena.

Visina zgrade iznad okolnog terena :  $z = 21,6$  m

Slika 9. Koeficijent položaja  $c_e(z)$  u ovisnosti o visini  $z$  iznad terena i kategorijama terena 0 do IV

Kategorija terena		$z_0$ (m)	$z_{min}$ (m)
0	More i priobalna područja izložena otvorenom moru	0,03	1,0
I	Jezera ili ravna i horizontalna područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka	0,01	1,0
II	Područja s niskom vegetacijom, npr. travom, i izoliranim preprekama (drveće, zgrade) s razmakom najmanje 20 visina prepreke	0,05	2,0
III	Područja sa stalnim pokrovom od vegetacije ili zgrade ili područja s izoliranim preprekama s razmakom najviše 20 visina prepreke (npr. sela, predgrađa, stalna šuma)	0,3	5,0
IV	Područja s najmanje 15 % površine pokrivena zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m	1,0	10,0

Slika 10. Kategorije terena i parametri terena s preporučenim vrijednostima za  $z_0$  (duljina hrapavosti) i  $z_{min}$  (najmanja visina)

Za kategoriju terena IV očitana je vrijednost koeficijenta  $c_e(z) = 1,7$ .

Slijedi da je tlak pri vršnoj brzini vjetrova :  $q_p(z) = 1,7 \cdot 0,39 = 0,663 \text{ kN/m}^2$

### 3.1.4. Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom spada u promjenljivo slobodno djelovanje. U posebnim klimatskim područjima nanosi snijega na krovovima se zbog rijetkog pojavljivanja smatraju izvanrednim opterećenjem. Opterećenja snijegom proračunava se na osnovi karakterističnog



opterećenja  $s_k$ , koje odgovara jednolikom snijegu koji je padao pri mirnim vremenskim uvjetima na ravno tlo. Ova vrijednost ovisi o više faktora kao što su: obliku krova, hrapavosti površine, količini topline koja se skuplja ispod krova, blizini susjednih zgrada, okolnom terenu...

Opterećenje snijegom određuje se izrazom:

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

gdje je:  $s_k$  - karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo ( $\text{kN/m}^2$ ),

$\mu_i$  - koeficijent oblika opterećenja snijegom (učinak oblika krova),

$C_e$  - koeficijent izloženosti koji najčešće vrijednost 1,0,

$C_t$  - toplinski koeficijent koji najčešće ima vrijednost 1,0.

Kut nagiba krova	$0^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$15^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	0,8	$0,8 + 0,6(\alpha - 15)/30$	$1,1(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_3$	$0,8 + 0,8\alpha/30$	$0,8 + 0,8\alpha/30$	1,6	Posebna pozornost

Slika 11. koeficijenta oblika opterećenja snijegom

Opterećenje snijegom djeluje u vertikalnom smjeru i odnosi se na horizontalnu projekciju površine krova. Opterećenje snijegom na tlo ovisi od geografskom položaja i nadmorskoj visine lokacije koja se promatra.



Slika 12. Karta snježnih područja RH

Nadmorska visina (m)	Sk (kN/m <sup>2</sup> )			
	I.područje - priobalje i otoci	II.područje - zaleđe Dalmacije i Istre	III.područje - kontinentalna Hrvatska	IV.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	1,5	2,25	3,00

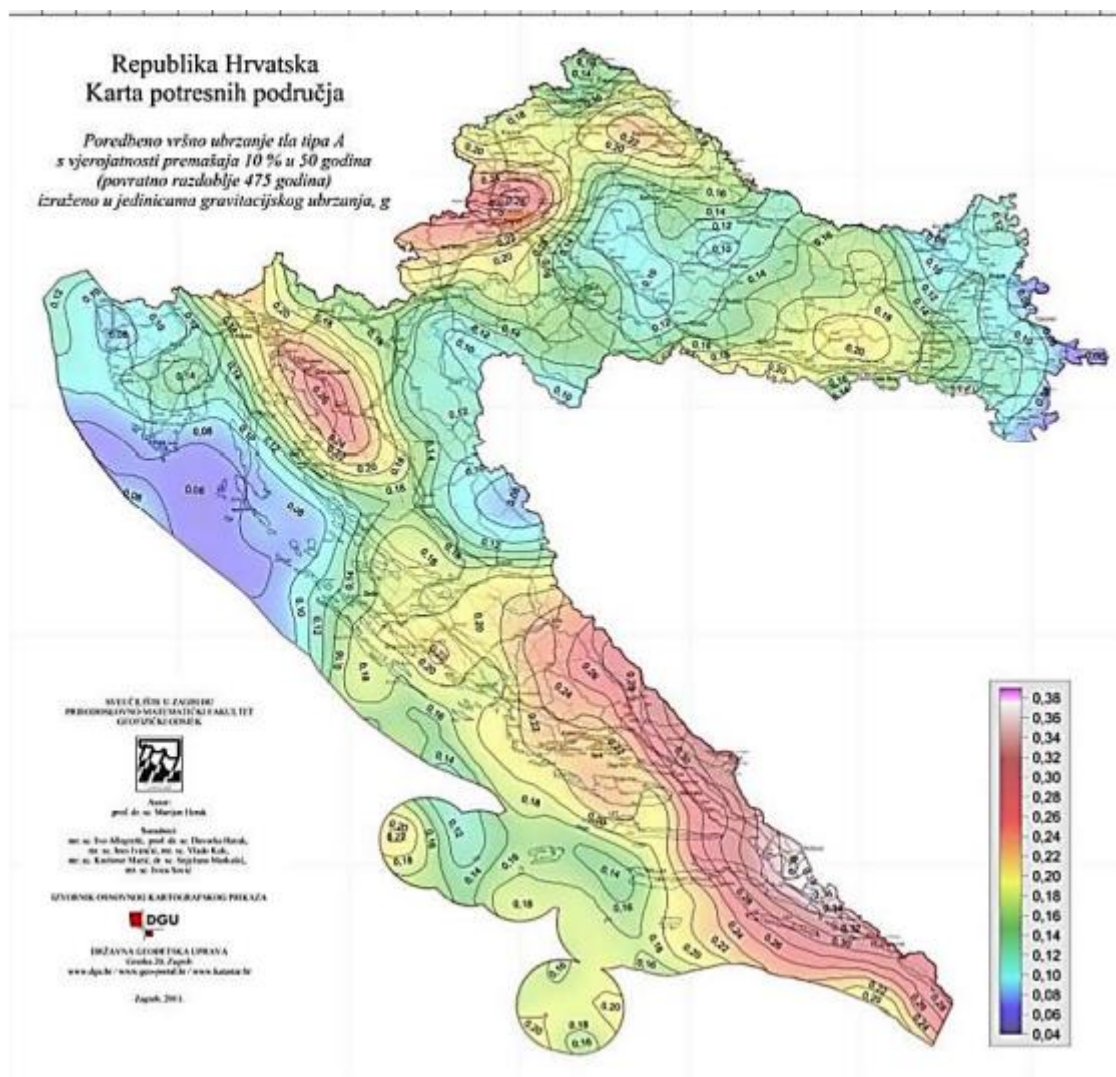
Tablica 2. Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

Promatrana građevina nalazi se u Splitu odnosno u I. području pa je  $s_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$ .  
Izračunate vrijednosti koeficijenata uvrstavamo u jednadžbu za  $s_k$  i dobivamo opterećenje snijegom:

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5$$

$$s = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

### 3.1.5. Opterećenje potresom



Slika 13. Karta potresnih područja Republike Hrvatske

Računsko ubrzanje tla → Granično stanje nosivosti: Za povratni period od 475 godina, životni vijek građevine 50 godina i prateću vjerojatnost od 10 % vršno ubrzanje za granično stanje nosivosti iznosi  $a_g = 0,22 \cdot g = 2,158 \text{ m/s}^2$ .

Faktor važnosti građevine →  $\gamma_I = 1,0$

Razred duktilnosti → DCM

Potresno opterećenje:  $1,20 \cdot S_x$  → potresno opterećenje u smjeru osi x (zadan spektar odgovora za smjer x + 30% spektra odgovora za smjer y)

$1,17 \cdot S_y$  → potresno opterećenje u smjeru osi y (zadan spektar odgovora za smjer y + 30% spektra odgovora za smjer x)

Faktor ponašanja

Faktor ponašanja upotrebljava se u proračunu kako bi se smanjile sile dobivene linearnim proračunom i kako bi se u obzir uzeo nelinearni odziv konstrukcije. Odražava duktilnost konstrukcije te sadrži u sebi podatke o vrsti elementa, vrsti gradiva i duktilnosti. Proračun se temelji na spektru odziva koji je umanjen u odnosu na elastični spektar. To se umanjenje postiže uvođenjem faktora ponašanja  $q$ .

Faktor ponašanja  $q$  definiran je slijedećim izrazom:

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

gdje je:  $q_0$  - osnovni faktor ponašanja koji ovisi o tipu konstrukcije i duktilnosti

$k_w$  - faktor prevladavajućeg sloma .

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

Tablica 3. Osnovne vrijednosti faktora ponašanja  $q_0$  za sustave pravilne po visini

$\alpha_1$  - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastičnog zgloba

$\alpha_u$  - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma.

Za DCM i sustav povezanih zidova  $q_0$  je:  $q_0 = 3,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$

Za dvojne sustave istovrijedni zidnim i sustave povezanih zidova  $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$

$$q_0 = 3,0 \cdot 1,2 = 3,6$$

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

Tablica 4. Vrijednost faktora kw

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:  $\alpha_0 = 81/60,5 = 1,34$ ;  $k_w = (1 + 9,37) / 3 = 3,46$  ;  $k_w = 1,0$

smjer Y:  $\alpha_0 = 75/83,78 = 0,90$  ;  $k_w = (1 + 6,27) / 3 = 2,42$  ;  $k_w = 1,0$

Osnovna vrijednost faktora ponašanja za zidni sustav nepovezanih zidova iznosi  $\rightarrow q_0 = 3,0$

Faktor ponašanja q:  $q = q_0 \cdot k_w \geq 1,5$

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

$$q = 3,0$$

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

Slučajni utjecaj torzije

Kako bi se uzelo u obzir nesigurnosti u položaju masa i prostorne promjene potresnog gibanja, smatra se da je proračunato središte masa u svakom stropu pomaknuto iz svog nazivnog položaja u svakom smjeru za slučajnu ekscentričnost:

$$e_i = 0,05 \cdot L_i \quad ,$$

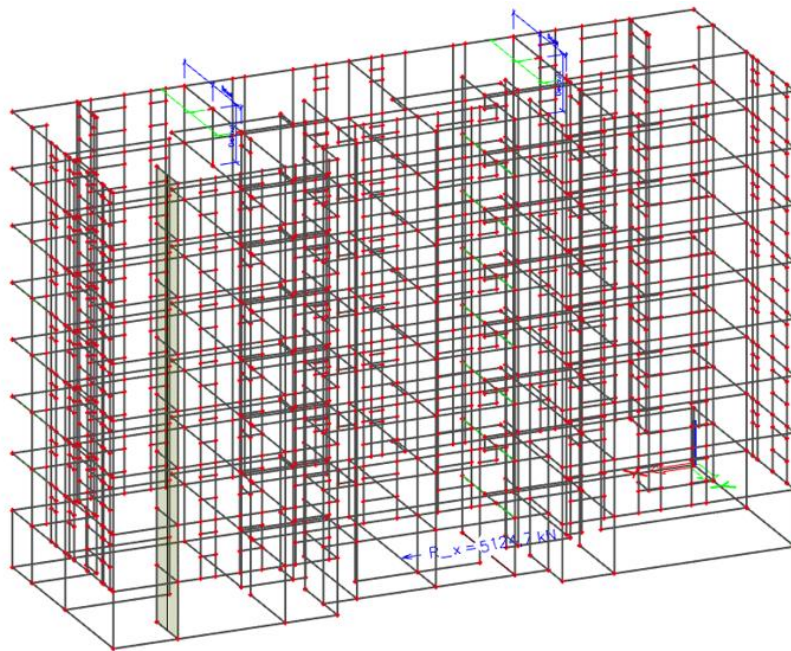
gdje je:  $e_i$  – slučajna ekscentričnost mase  $i$  od svojeg nazivnog položaja uzeta u svim stropovima u istom smjeru

$L_i$  – dimenzija stropa okomito na smjer potresnog djelovanja

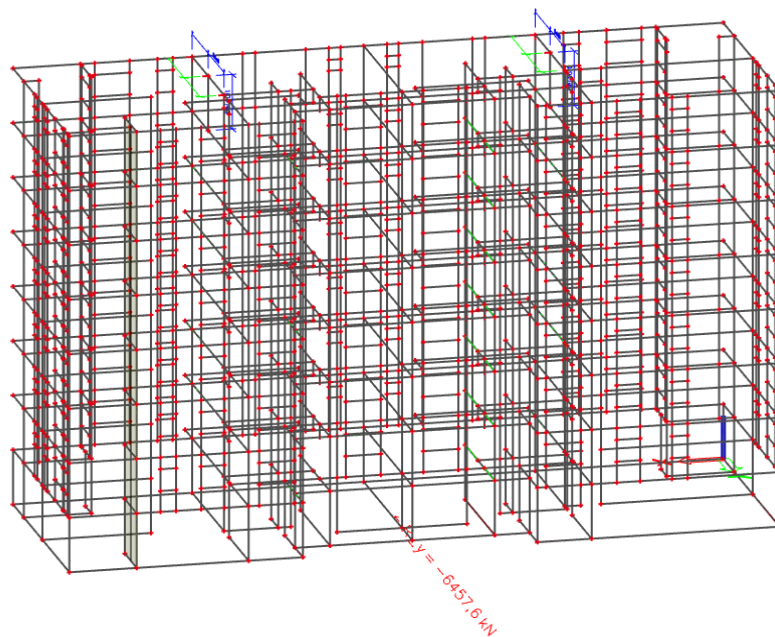
Slučajni utjecaj torzije izražava se preko torzijskih momenata  $M_x$  i  $M_y$  oko vertikalne osi.

$$M_i = e_i \cdot F_i \quad ,$$

gdje se za  $F_i$  uzima ukupna reakcija cijele građevine na potresno opterećenje u smjerovima  $x$  i  $y$ .



Slika 14. Ukupna reakcija  $R_x$  (kN) za djelovanje potresa  $S_x$



Slika 15. Ukupna reakcija  $R_y$  (kN) za djelovanje potresa  $S_y$

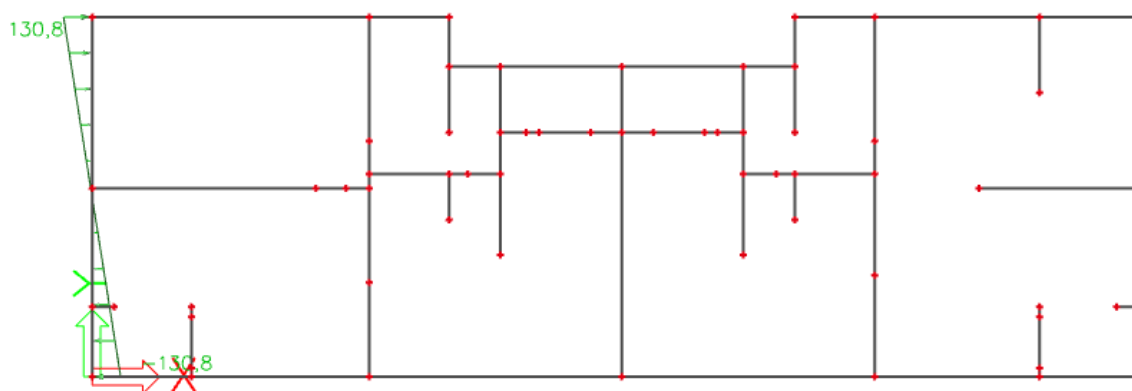
$$M_x = 0,05 \cdot 12,6 \cdot 5124,7 = 3460,72 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0,05 \cdot 36,65 \cdot 6457,6 = 11828,82 \text{ kNm}$$

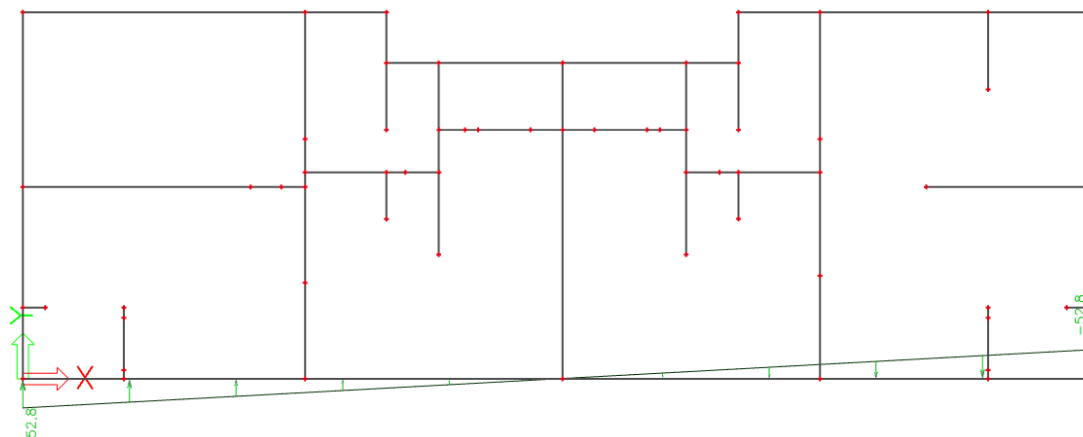
$$T = \frac{6 \cdot M}{l^2}$$

$$T_x = 130,79 \text{ kN/m}$$

$$T_y = 52,84 \text{ kN/m}$$



Slika 16. Slučajni utjecaj torzije u smjeru  $x$  ( $T_x$ )

Slika 17. Slučajni utjecaj torzije u smjeru y ( $T_y$ )

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

#### 3.2.1. Ulazni proračunski spektar

Tip tla	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,00	0,40	2,00
B	1,20	0,50	2,00
C	1,15	0,60	2,00
D	1,35	0,80	2,00
E	1,40	0,50	2,00

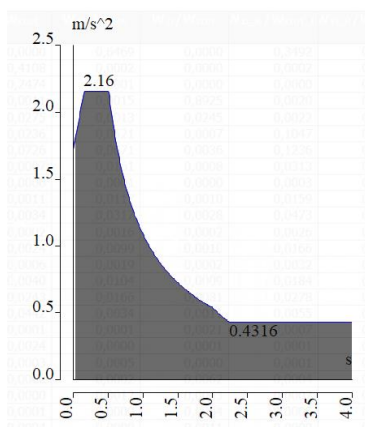
Tablica 5. Prikaz karakterističnih perioda u ovisnosti o tipu tla (HRN EN 1998-1:2011)

Spektar tipa 1, Klasa tla A:  $S = 1$ ;  $T_B = 0,15$ ;  $T_C = 0,40$ ;  $T_D = 2,0$

$$S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \left[ \frac{2}{3} \cdot \frac{T}{T_B} \cdot \left( \frac{2,5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]; \quad 0 \leq T \leq T_B \quad ,$$

gdje je  $S_d(T)$  proračunski spektar odziva, a  $q$  faktor ponašanja i  $\beta=0,2$  .





Slika 18. Grafički prikaz proračunskog spektra

### 3.2.2. Rezultati modalne analize

#### Relative modal masses

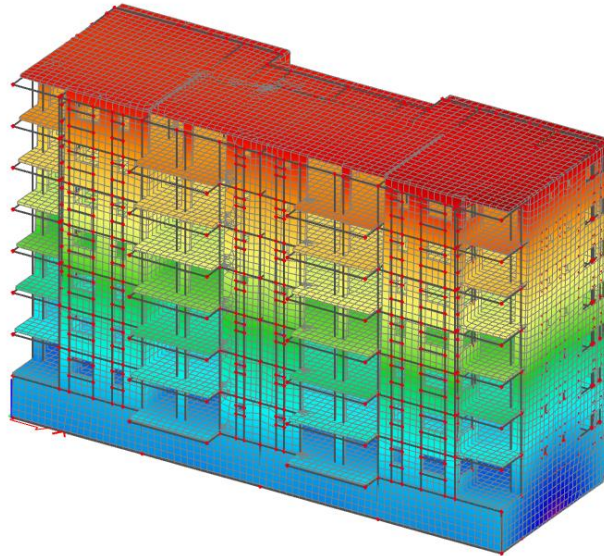
Mode	omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	$W_{xi}/W_{xtot}$	$W_{yi}/W_{ytot}$	$W_{zi}/W_{ztot}$	$N_{xi\_R}/W_{xtot\_F}$	$N_{yi\_R}/W_{ytot\_F}$	$N_{zi\_R}/W_{ztot\_F}$
1	12.5555	0,50	2,00	0,0000	0,6469	0,0000	0,3492	0,0000	0,0002
2	16.6154	0,38	2,64	0,4108	0,0002	0,0000	0,0002	0,1347	0,2305
3	21.8878	0,29	3,48	0,2474	0,0001	0,0000	0,0000	0,0855	0,4407
4	50.1019	0,13	7,97	0,0011	0,0015	0,8925	0,0020	0,0117	0,0000
5	54.7284	0,11	8,71	0,0275	0,0013	0,0245	0,0022	0,4962	0,0058
6	64.3659	0,10	10,24	0,0236	0,0521	0,0007	0,1047	0,0031	0,0516
7	66.3838	0,09	10,57	0,0726	0,0671	0,0036	0,1236	0,0705	0,0494
8	67.6195	0,09	10,76	0,0007	0,0161	0,0008	0,0313	0,0015	0,0008
9	68.7819	0,09	10,95	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
10	69.1972	0,09	11,01	0,0011	0,0117	0,0010	0,0159	0,0012	0,0013
11	69.5012	0,09	11,06	0,0034	0,0317	0,0028	0,0473	0,0031	0,0019
12	69.9752	0,09	11,14	0,0002	0,0016	0,0002	0,0026	0,0002	0,0000
13	70.5269	0,09	11,22	0,0024	0,0099	0,0010	0,0166	0,0019	0,0002
14	70.9168	0,09	11,29	0,0006	0,0019	0,0002	0,0032	0,0004	0,0000
15	71.0384	0,09	11,31	0,0040	0,0104	0,0009	0,0184	0,0030	0,0003
16	72.1317	0,09	11,48	0,0243	0,0166	0,0031	0,0278	0,0177	0,0206
17	75.1095	0,08	11,95	0,0442	0,0034	0,0011	0,0055	0,0164	0,0794
18	78.1107	0,08	12,43	0,0001	0,0001	0,0021	0,0007	0,0011	0,0000
19	79.2002	0,08	12,61	0,0024	0,0000	0,0001	0,0001	0,0015	0,0002
20	80.5453	0,08	12,82	0,0003	0,0005	0,0000	0,0001	0,0024	0,0035
21	85.0949	0,07	13,54	0,0000	0,0002	0,0062	0,0004	0,0052	0,0006
22	85.5142	0,07	13,61	0,0000	0,0012	0,0043	0,0007	0,0000	0,0001
23	89.2667	0,07	14,21	0,0001	0,0000	0,0004	0,0005	0,0001	0,0001
24	92.4469	0,07	14,71	0,0004	0,0000	0,0011	0,0000	0,0023	0,0000
25	93.5847	0,07	14,89	0,0002	0,0000	0,0005	0,0000	0,0006	0,0000
26	93.8545	0,07	14,94	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000
27	93.9855	0,07	14,96	0,0002	0,0000	0,0008	0,0000	0,0003	0,0001
28	94.3174	0,07	15,01	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000
29	94.7212	0,07	15,08	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000
30	95.1629	0,07	15,15	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000
				0,8679	0,8747	0,9532	0,7534	0,8617	0,8873

Slika 19. Prikaz sudjelujućih masa

### 3.2.3. Prikaz vlastitih vektora

**3D displacement**

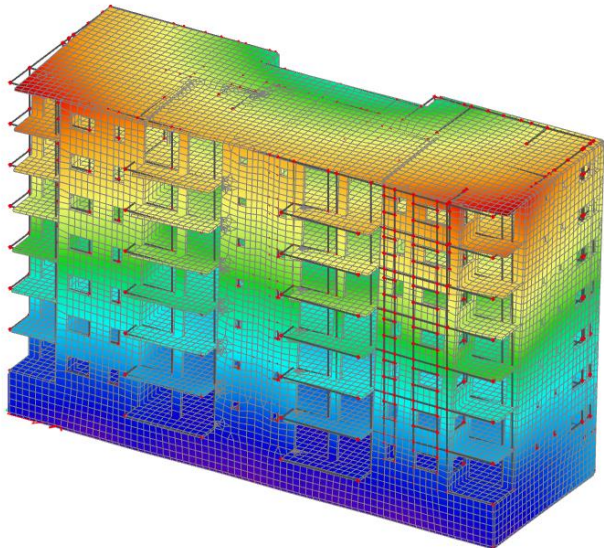
Values:  $U_{total}$   
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
Mass combination: CM1/1 - 2,00  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 20. Grafički prikaz prvog vlastitog vektora

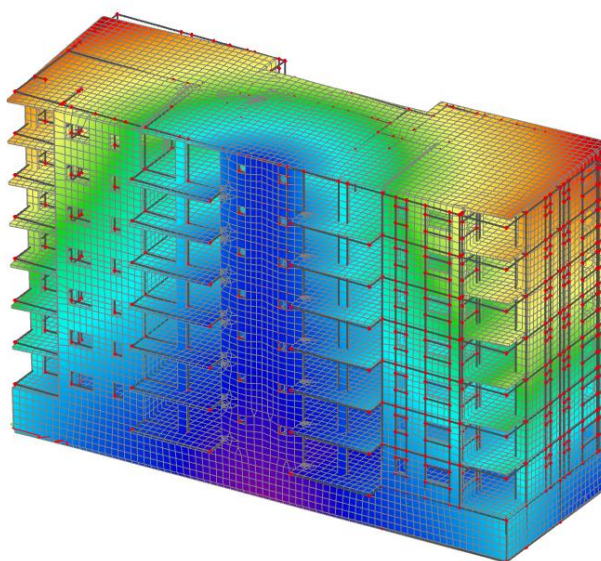
**3D displacement**

Values:  $U_{total}$   
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.  
Mass combination: CM1/2 - 2,64  
Selection: All  
Location: In nodes avg.. System: Global



Slika 21. Grafički prikaz drugog vlastitog vektora

**3D displacement**  
 Values:  $U_{total}$   
 Modal shapes are normalized, so that  
 the generalized modal mass of each  
 mode is equal to 1kg.  
 Mass combination: CM1/3 - 3,48  
 Selection: All  
 Location: In nodes avg.. System:  
 Global



Slika 22. Grafički prikaz trećeg vlastitog vektora

### 3.3. Kombinacije djelovanja

#### 3.3.1. Granično stanje uporabljivosti

$$GSU1: 1 \cdot G + 1 \cdot G1 + 1 \cdot Q$$

$$GSU2: 1 \cdot G + 1 \cdot G1 + 0,5 \cdot Q$$

$$GSU3: 1 \cdot G + 1 \cdot G1 + 0,3 \cdot Q$$

$g$  – vlastita težina (g)

$\Delta g$  - dodatno stalno djelovanje

$q$  – vodeće promjenjivo djelovanje

#### 3.4.2. Granično stanje nosivosti

$$GSN1: 1,35 \cdot G + 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q$$

$$GSN_{Sx+Tx}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,26Sx + 1Tx$$

$$GSN_{Sx-Tx}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,26Sx + (-1)Tx$$

$$GSN_{Sy+Ty}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,34Sy + 1Ty$$

$$GSN_{Sy-Ty}: 1G + 1G1 + 0,3Q + 1,34Sx + (-1)Ty$$

$S_{x,y}$  – potresno djelovanje u smjeru x ili y

$x,y \pm T_{x,y}$  – slučajni utjecaj torzije u smjeru x ili y

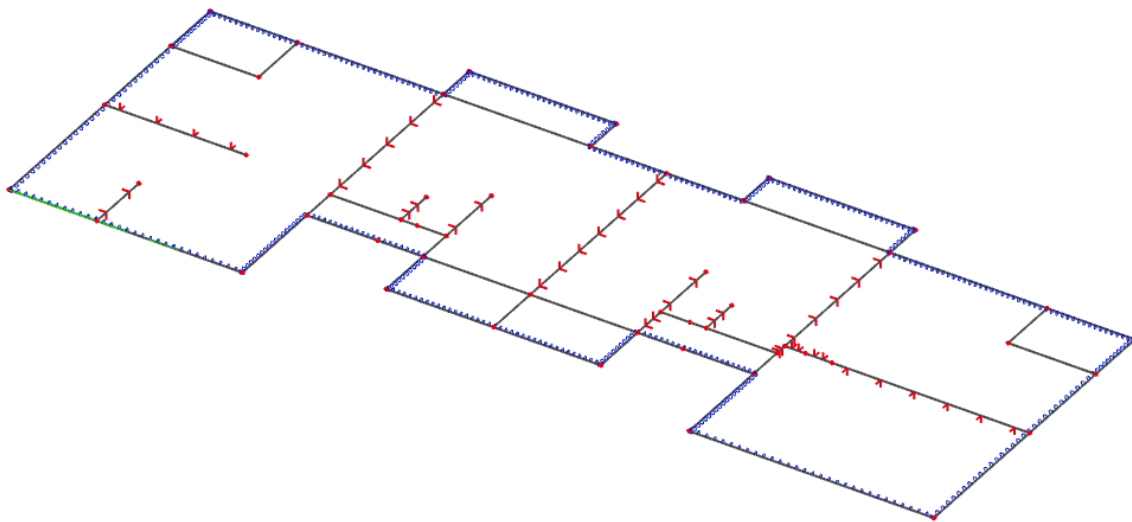
### **3.4.3. Anvelopa kombinacija**

Potres:  $GSN_{Sx+Tx} + GSN_{Sx-Tx} + GSN_{Sy+Ty} + GSN_{Sy-Ty}$

## 4. PRORAČUN KARAKTERISTIČNE MEĐUKATNE PLOČE

### 4.1. Model međukatne konstrukcije

Kod prostornog modela konstrukcije spoj ploče i zida program automatski modelira kao upeti spoj. U tom slučaju javljaju se veliki momenti na rubu što ne predstavlja realno ponašanje konstrukcije. Zato na rubove ploče stavljamo linijske zglobove jer na taj način oslobađamo zaokret na tim mjestima.



Slika 23. Grafički prikaz modela međukatne ploče

### 4.2. Analiza opterećenja međukatne konstrukcije

SLOJ	Debljina d (m)	Specifična težina (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$	$d \cdot \gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Keramičke pločice ili parket	0,02	10,0		0,2
Plivajući cementni estrih, armiran	0,05	22,0		1,1
Polietilenska folija 0,15 mm	-	-		-
Toplinsko-zvučna izolacija	0,04	0,12		0,0048
Armirani beton	0,18	25,0		4,5
Završna obrada	-	-		-

$$\Delta g = 1,3 \text{ kN/m}^2$$

U dodatno stalno opterećenje spadaju instalacije, pregradni zidovi i ostali tereti. Za težinu instalacija uzeto je  $0,3 \text{ kN/m}^2$ , a za težinu pregradnih zidova  $1,0 \text{ kN/m}^2$ .

Opterećenje od težine slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu armiranobetonske ploče. Ukupno dodatno stalno opterećenje:  $\Delta g=2,7 \text{ kN/m}^2$ .

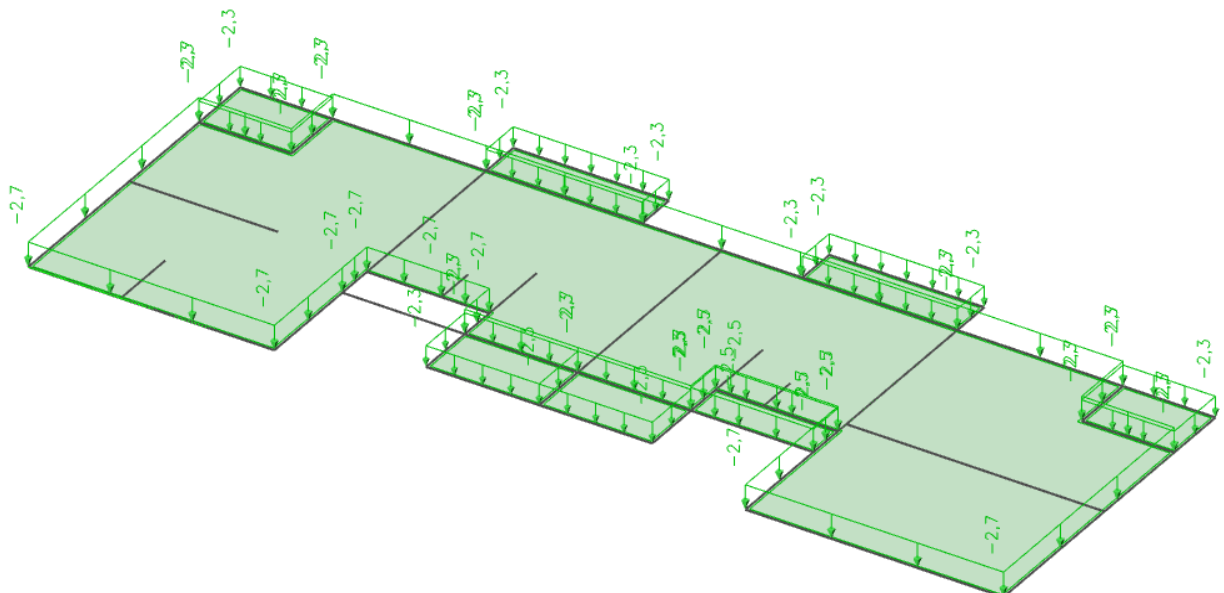
#### Balkon

SLOJ	Debljina d (m)	Specifična težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	d· $\gamma$ (kN/m <sup>2</sup> )
Keramičke pločice	0,02	14,0	0,28
Cementni estrih	0,05	22,0	1,1
PE - folija (pričvršćena metalnim spojnicama)	0,002	-	-
Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	0,05	0,2	0,01
Armirani beton	0,18	25,0	4,5
Završna obrada	-	-	-

$$g= 1,3 \text{ kN/m}^2$$

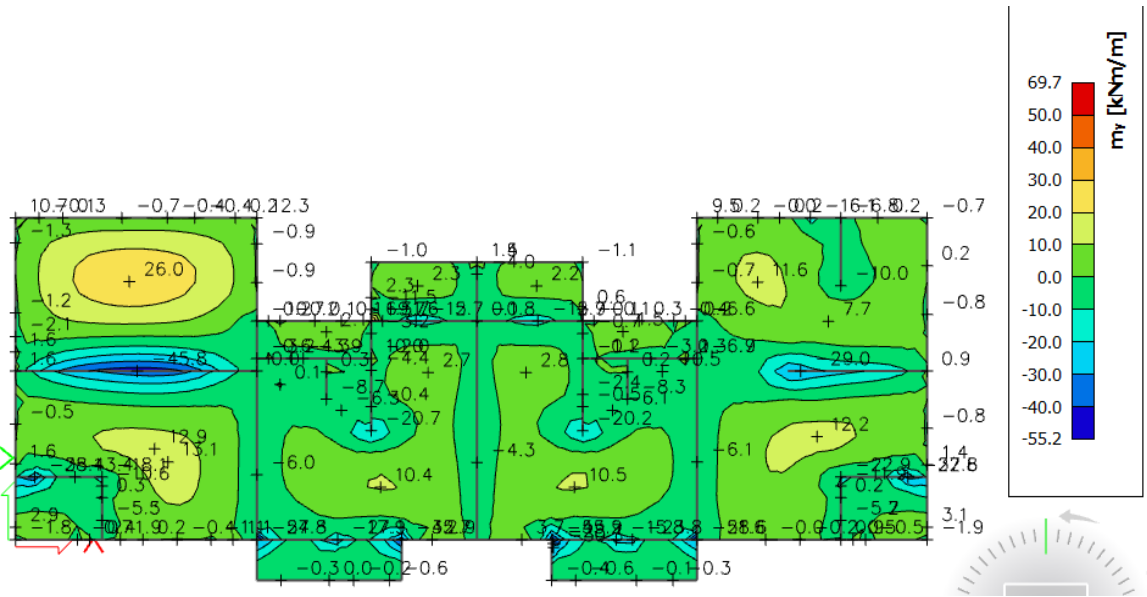
U dodatno stalno opterećenje spadaju zaštitna ograda i ostali tereti. Kao njihova težina uzeto je  $1,0 \text{ kN/m}^2$ .

Opterećenje od težine slojeva poda ne uključuju vlastitu težinu armiranobetonske ploče. Ukupno dodatno stalno opterećenje  $\Delta g=2,3 \text{ kN/m}^2$ .

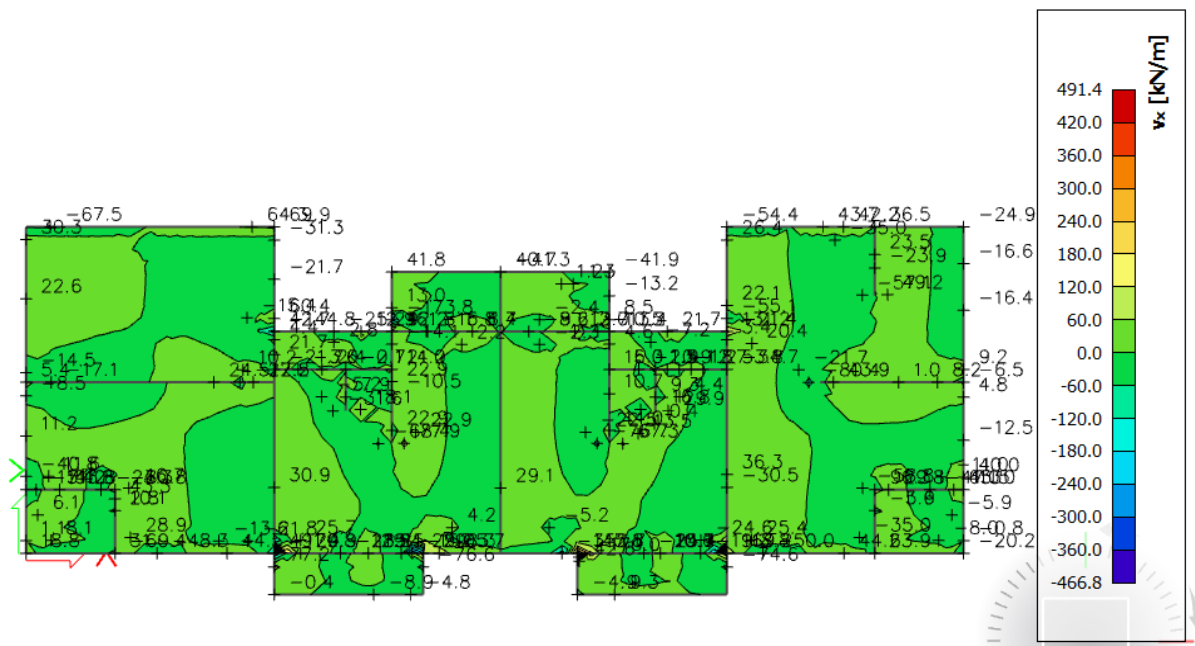


Slika 24. Dodatno stalno opterećenje karakteristične ploče



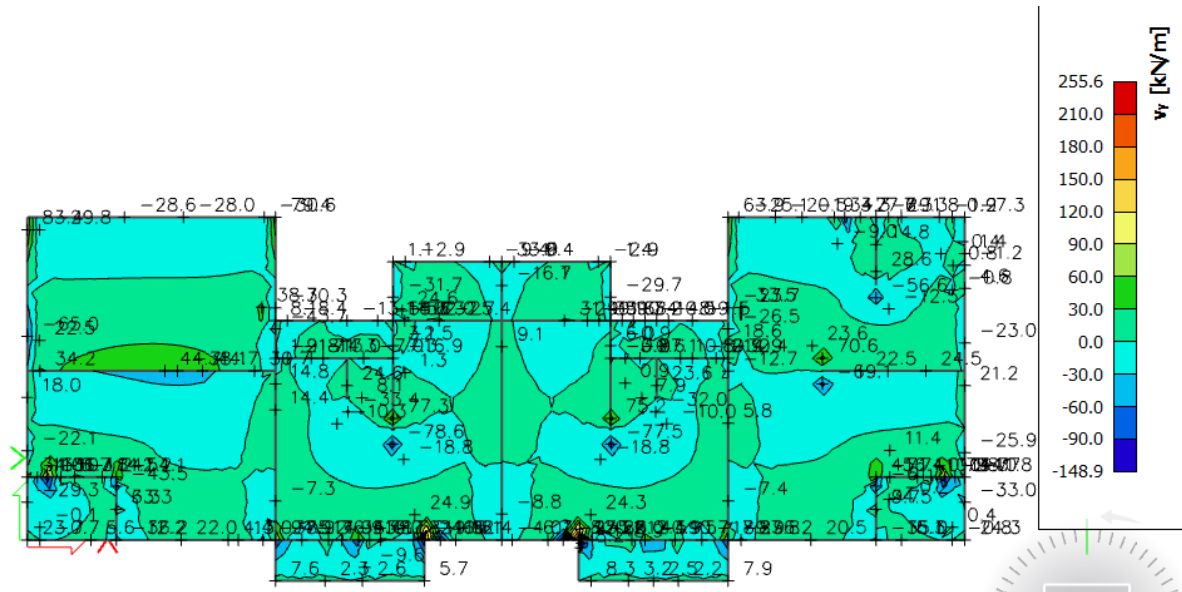


Slika 27. Momenti savijanja  $M_{Sd,y}$  [kNm/m] za GSN1

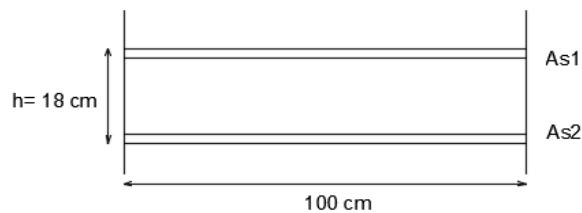


Slika 28. Poprečne sile  $V_{Sd,x}$  [kNm/m] za GSN1



Slika 29. Poprečne sile  $V_{Sd,y}$  [kNm/m] za GSN1

#### 4.4. Dimenzioniranje karakteristične ploče



Debljina ploče:  $h=18,0$  cm

Zaštitni sloj:  $a=2,0$  cm

$d=15,0$  cm

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

Armatura: B 500B  $f_y=500,0$  MPa

Limitirajući moment:  $M_{Rd,lim} = \mu_{Ed,lim} \cdot b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}$

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,15^2 \cdot \frac{25}{1,5} \cdot 1000 = 59,62 \text{ kNm}$$

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d$$

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

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}}$$

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot 100 \cdot \frac{15,0}{500,0} = 1,8 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{16,66}{434,8} = 17,82 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Za proračun armature usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ , potrebna armatura:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 15 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,170$$

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}}$$

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

$$k_1 = 0,15 ; \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0,0$$

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

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{5,03}{15,0 \cdot 100} = 0,0033$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,0033 \cdot 25,0)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,0] \cdot 1000 \cdot 150$$

$$V_{Rd,c} = 72,74 \text{ kN/m}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

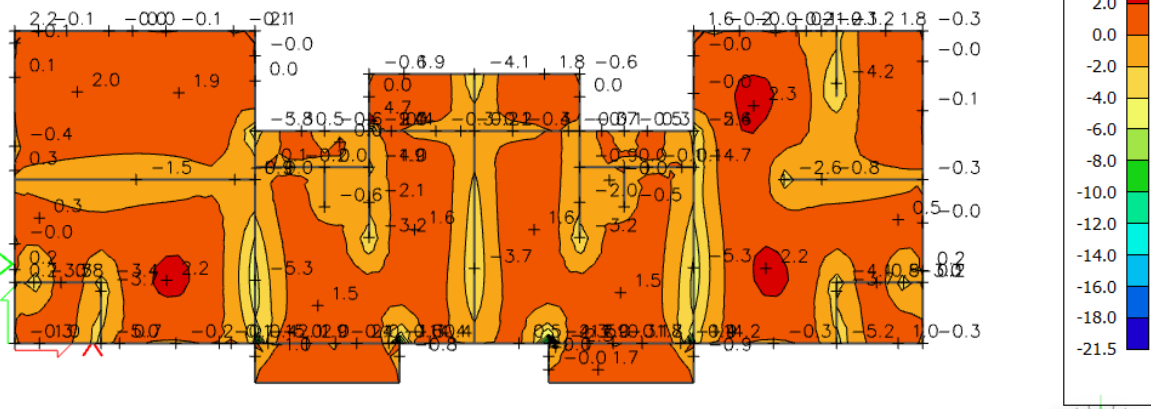
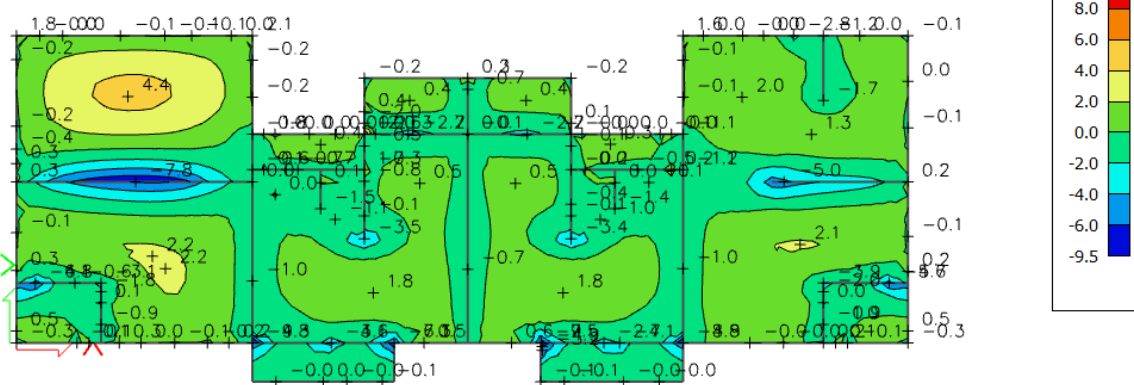
$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

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

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

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

Potrebna površina armature za x i y smjer:

Slika 30. Armatura u ploči smjer  $A_s,x-x$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN1Slika 31. Armatura u ploči smjer  $A_s,y-y$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN1

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

Armatura u polju:  $4,4 \text{ cm}^2 \cdot 1,25 = 5,5 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju:  $7,8 \text{ cm}^2 \cdot 0,85 = 6,63 \text{ cm}^2$

#### ODABRANA ARMATURA

Polje Q-503 +  $\Phi 10/20$  ( $5,03 + 1,57 = 6,6 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

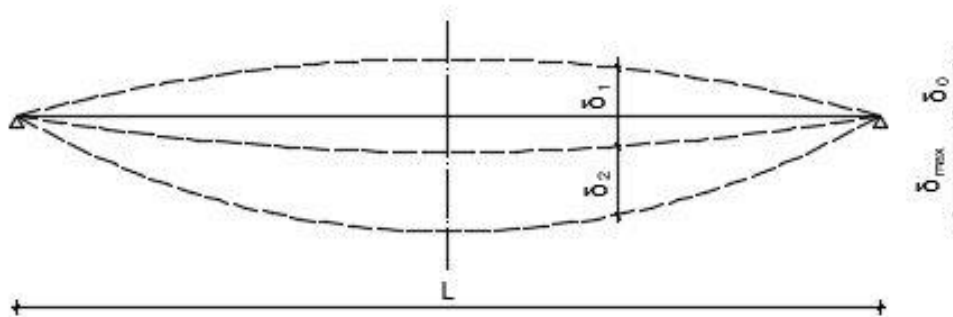
Ležaj Q-785 ( $7,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  ili  $\Phi 12$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

## 4.5. Kontrola progiba međukatne konstrukcije

Kontrola pomaka, progiba i pukotina jedna je od bitnih stavki statičkog proračuna, jer osim što konstrukcija treba biti stabilna u statičkom smislu, treba biti i ugodna u vizualnom pogledu.

U određenim granicama dozvoljava se deformacija konstrukcija i elemenata, ali pod uvjetom da u nosivim elementima i samom sustavu ne dođe do oštećenja. Najčešće se vrši analiza progiba koji spada pod pojam deformacije kao i zakrivljenost, uvrtnje, promjena nagiba, pomak itd.



Slika 32. Prikaz progiba ploča

$\delta_0$  -nadvišenje

$\delta_1$  -progib od stalnog opterećenja

$\delta_2$  -progib od promjenjivog opterećenja

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

Nije izričito nužno proračunati progibe ako je moguće postaviti jednostavna pravila poput ograničenja omjera : raspon/visina za pojedine konstruktivne elemente. Za elemente koji ne zadovoljavaju takva ograničenja ili kad su ograničenja progiba drukčija od onih koja vrijede za pojednostavljene metode mnogo su strože kontrole.

U slučaju kada su armiranobetonske grede ili ploče u zgradama dimenzionirane tako da su u skladu s ograničenjima omjera visine i raspona tada se smije smatrati da njihovi progibi nisu premašili ograničenja.

Kada je proračun nužan progibi se moraju proračunati za uvjete opterećenja koji su primjereni svrsi kontrole. Potrebno je dokazati da je progib koji je izazvan opterećenjem manji od graničnog:

$$\delta_k \leq \delta_g$$

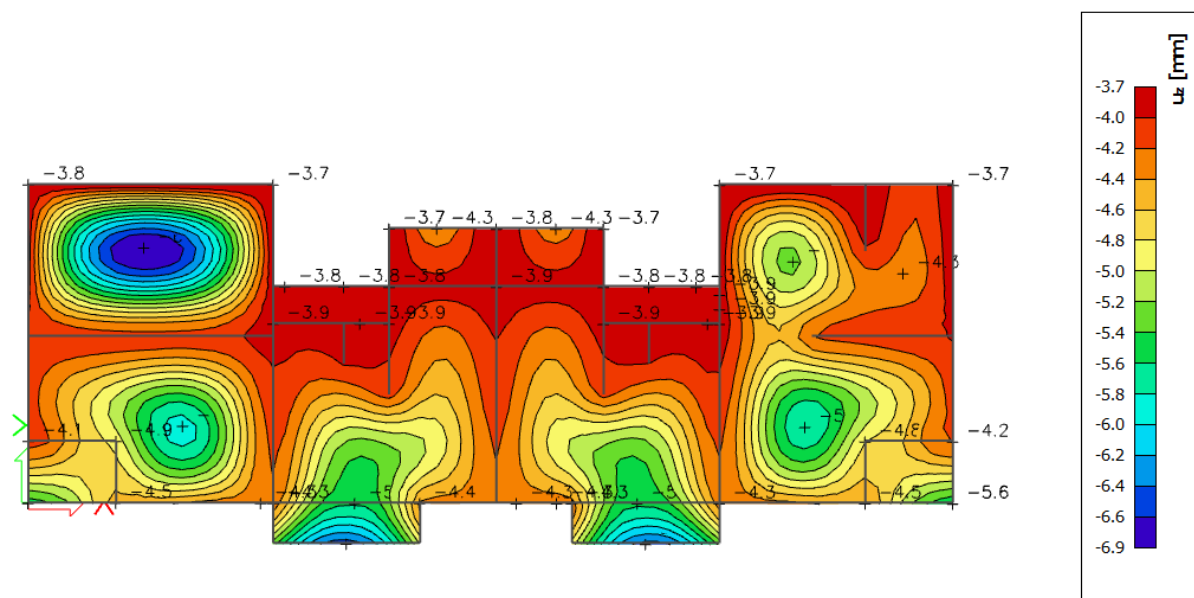
Progib od kratkotrajnog djelovanja za kombinaciju GSU-2 je:

$$\delta_{el} = L/1000$$

gdje je  $\delta_{el}$  elastični progib dobiven proračun po teoriji elastičnosti.

Progib od kratkotrajnog djelovanja + puzanje za kombinaciju GSU3 je:

$$\delta_{el} = L/1250$$



Slika 33. Progib međukatne ploče (mm) za kombinaciju GSU2

$L = 9,7$  m

Najveći progib  $\delta_{max} = 6,9$  mm.

Dopušteni pogib  $\delta_{el} = L/1000 = 9700/1000 = 9,7$  mm  $\rightarrow$  Ploča zadovoljava dozvoljene progibe.





Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{6,6}{100 \cdot (2,5 \cdot 2,5)} = 0,01056$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{95,9 - 0,4 \cdot \frac{2,6}{0,01056} (1 + 7,0 \cdot 0,01056)}{210\,000} \geq 0,6 \cdot \frac{95,9}{210\,000}$$

$$0,0000469 \geq 0,000274 \rightarrow \text{ne vrijedi!}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000274$$

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 mm – zaštitni sloj uzdužne armature

$$k_1 = 0,8 \text{ – rebrasta armatura}$$

$$k_2 = 0,5 \text{ – savijanje}$$

$$k_3 = 3,4$$

$$k_4 = 0,425$$

$$S_{r,max} = 3,4 \cdot 20 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \cdot \frac{7,0}{0,01056} = 180,69$$

Karakteristična širina pukotine:

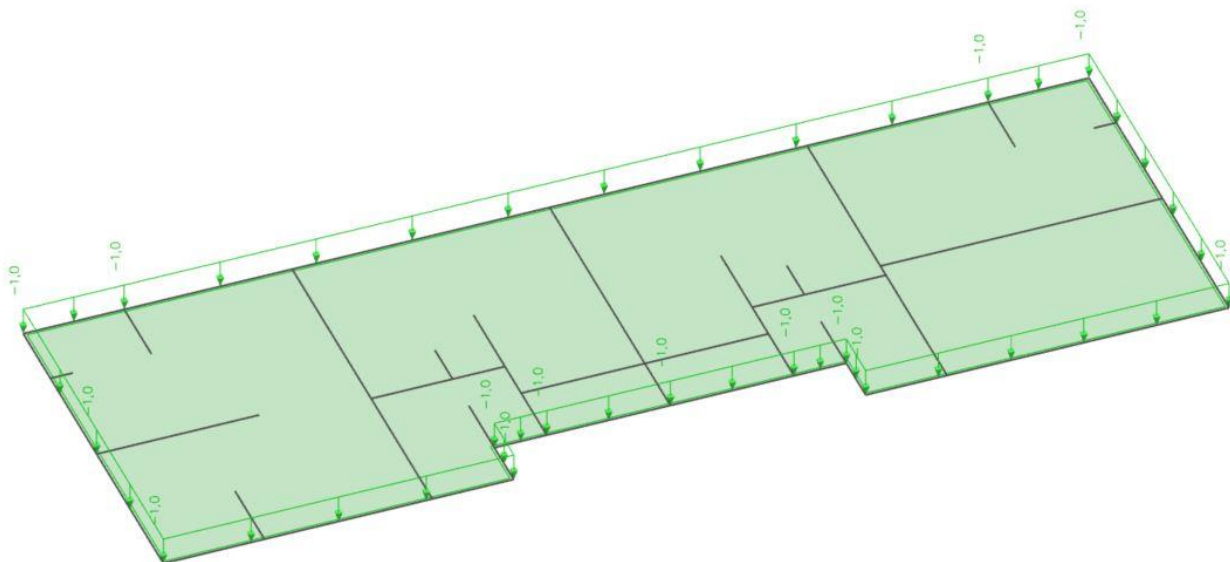
$$\omega_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 180,69 \cdot 0,000274 = 0,049 \text{ mm} < \omega_g = 0,3 \text{ mm}$$

→ Pukotine zadovoljavaju!

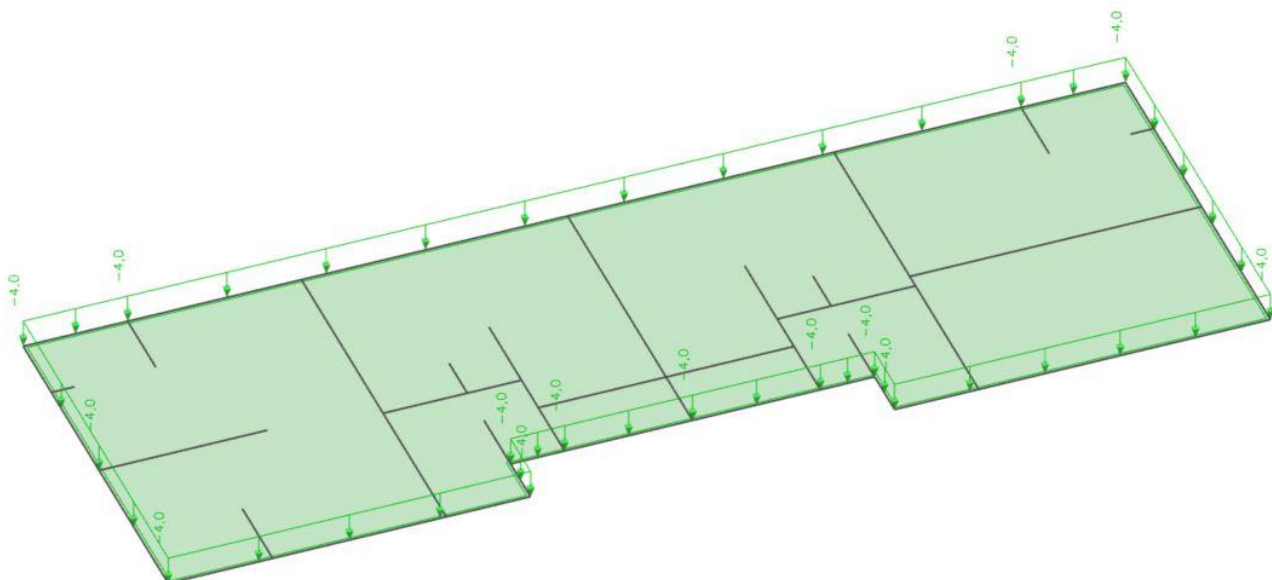


## 5. PRORAČUN KROVNE PLOČE

### 5.1. Analiza opterećenja



Slika 37. Promjenjivo opterećenje krovne ploče

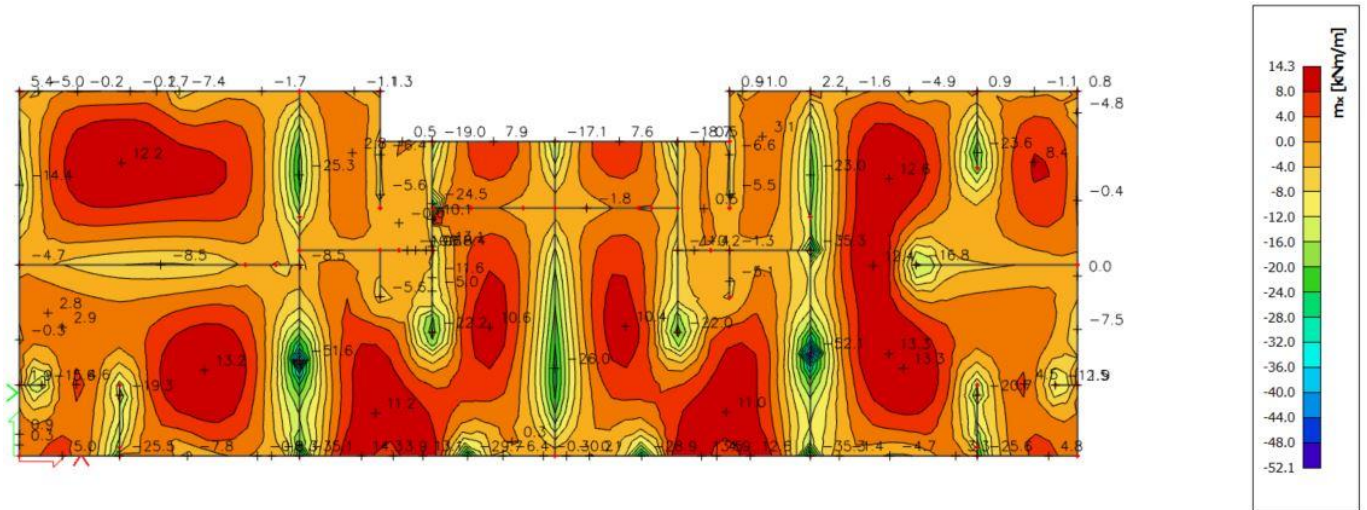


Slika 38. Dodatno stalno opterećenje krovne ploče

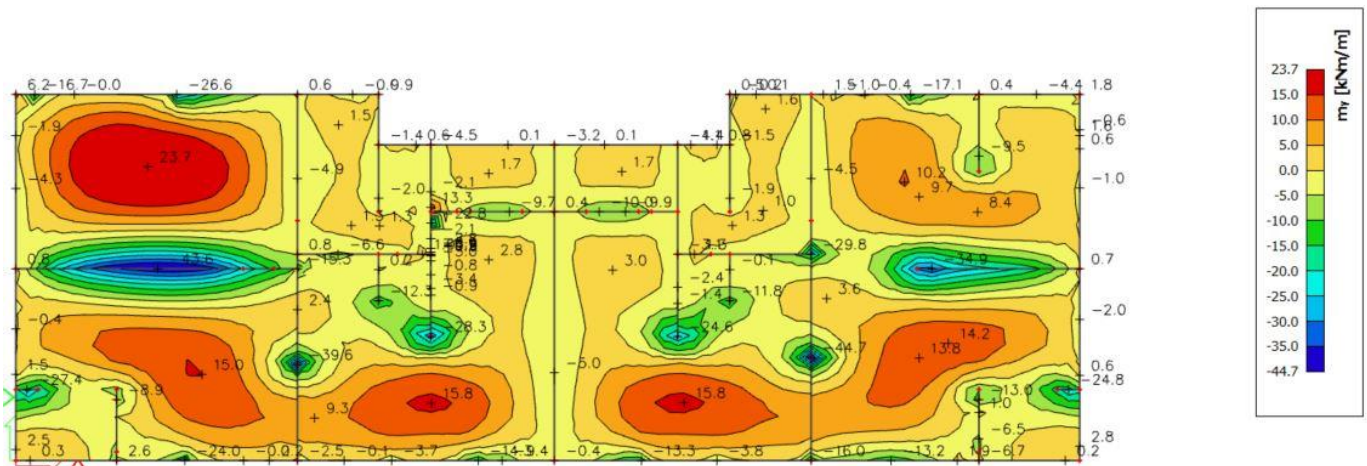
## 5.2. Prikaz rezultata

U nastavku su prikazani rezultati momenata savijanja  $M_x$  i  $M_y$  te poprečnih sila  $V_x$  i  $V_y$  za mjerodavnu kombinaciju GSN1.

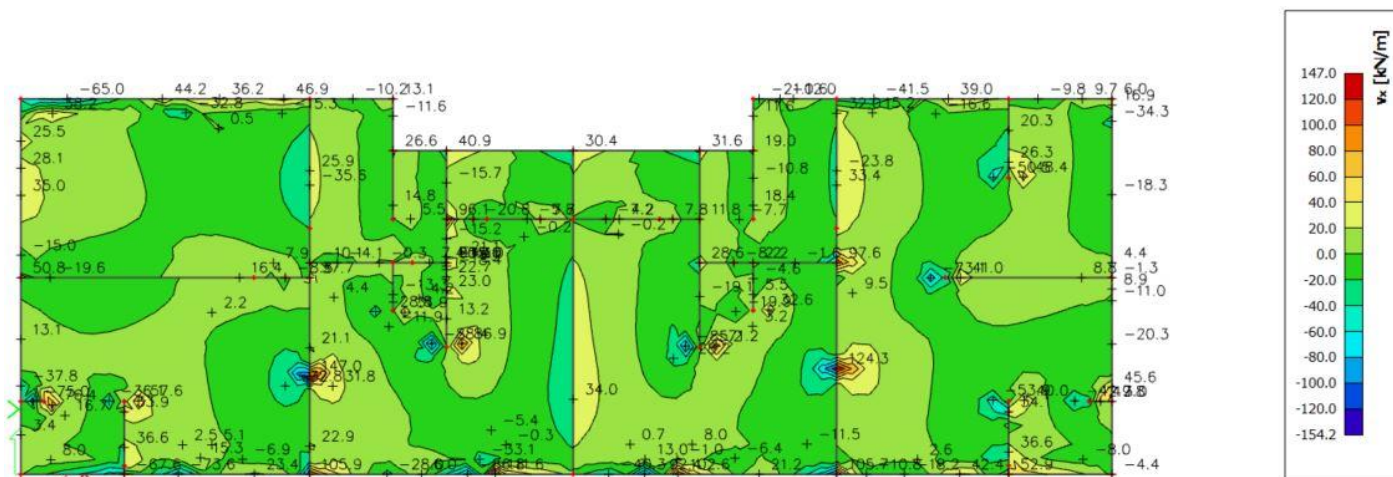
$$GSN1 = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$$



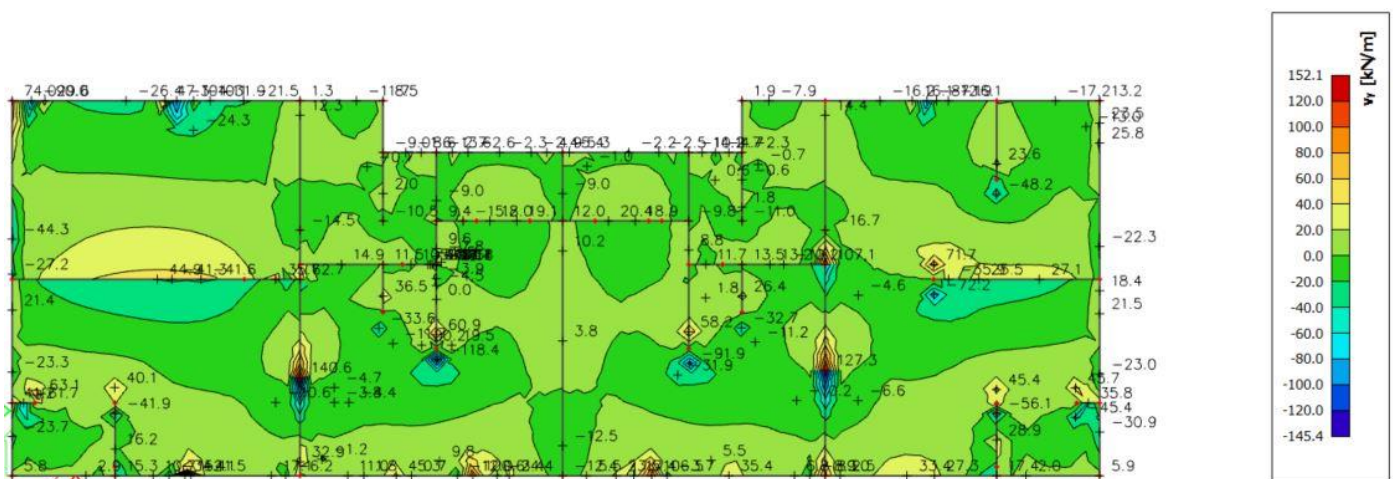
Slika 39. Momenti savijanja  $M_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN1



Slika 40. Momenti savijanja  $M_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN1

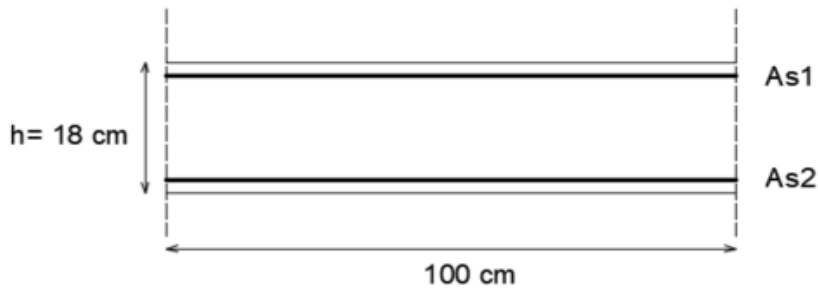


Slika 41. Poprečne sile  $V_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN1



Slika 42. Poprečne sile  $V_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN1

### 5.3. Dimenzioniranje krovne ploče



Debljina ploče:  $h=18,0$  cm

Zaštitni sloj:  $a=2,0$  cm

$d=15,0$  cm

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

Armatura: B 500B  $f_y=500,0$  MPa

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d$$

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

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}}$$

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot 100 \cdot \frac{15,0}{500,0} = 1,8 \text{ cm}^2 / m$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{16,66}{434,8} = 17,82 \text{ cm}^2 / m$$

Za proračun armature usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ , potrebna armatura:

$$As1 = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$As1 = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 15 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,170$$

Računska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}}$$

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

$$k_1 = 0,15 ; \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0,0$$

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

$$\rho_l = \frac{\sum A_s}{A_c} = \frac{5,03}{15,0 \cdot 100} = 0,0033$$

$$V_{Rd,c} = [0,12 \cdot 2,00 \cdot (100 \cdot 0,0033 \cdot 25,0)^{1/3} + 0,15 \cdot 0,0] \cdot 1000 \cdot 150$$

$$V_{Rd,c} = 72,74 \text{ kN/m}$$

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

$$k_1 = 0,15$$

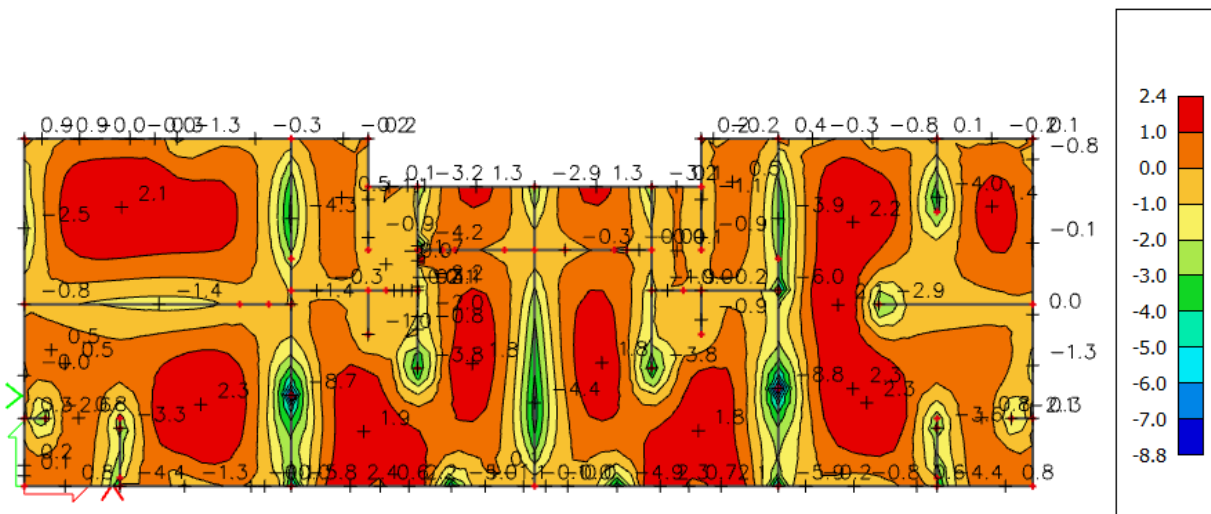
$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

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

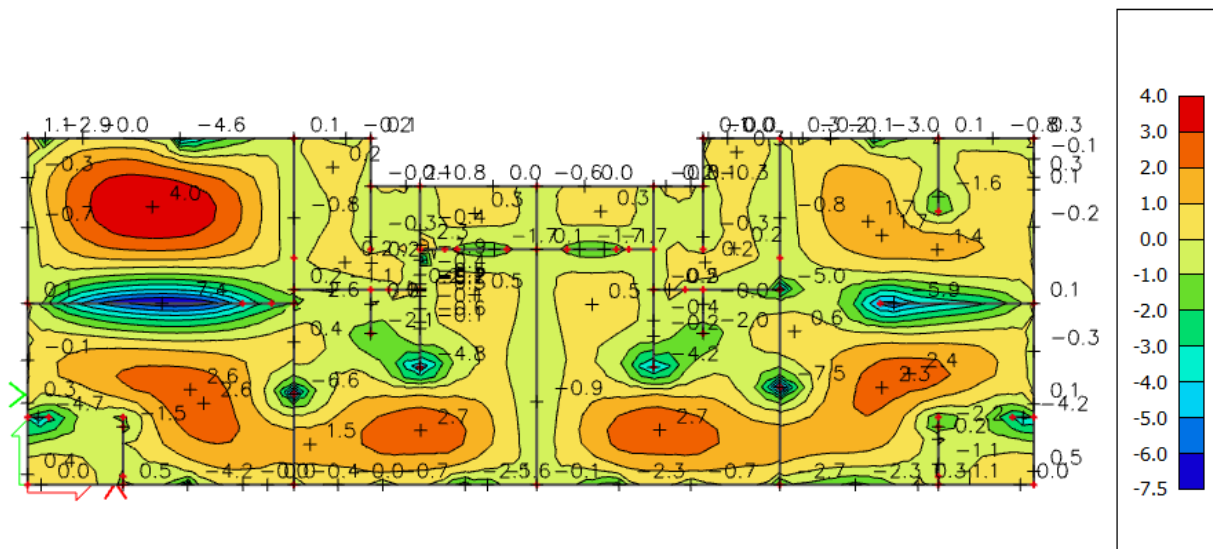
$$\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c = 0,0$$

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

Potrebna površina armature za x i y smjer:



Slika 43. Armatura u ploči smjer  $A_{s,x-x}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN1



Slika 44. Armatura u ploči smjer  $A_s, y-y$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN1

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

Armatura u polju:  $4,0 \text{ cm}^2 \cdot 1,25 = 5,0 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju:  $8,8 \text{ cm}^2 \cdot 0,85 = 7,5 \text{ cm}^2$

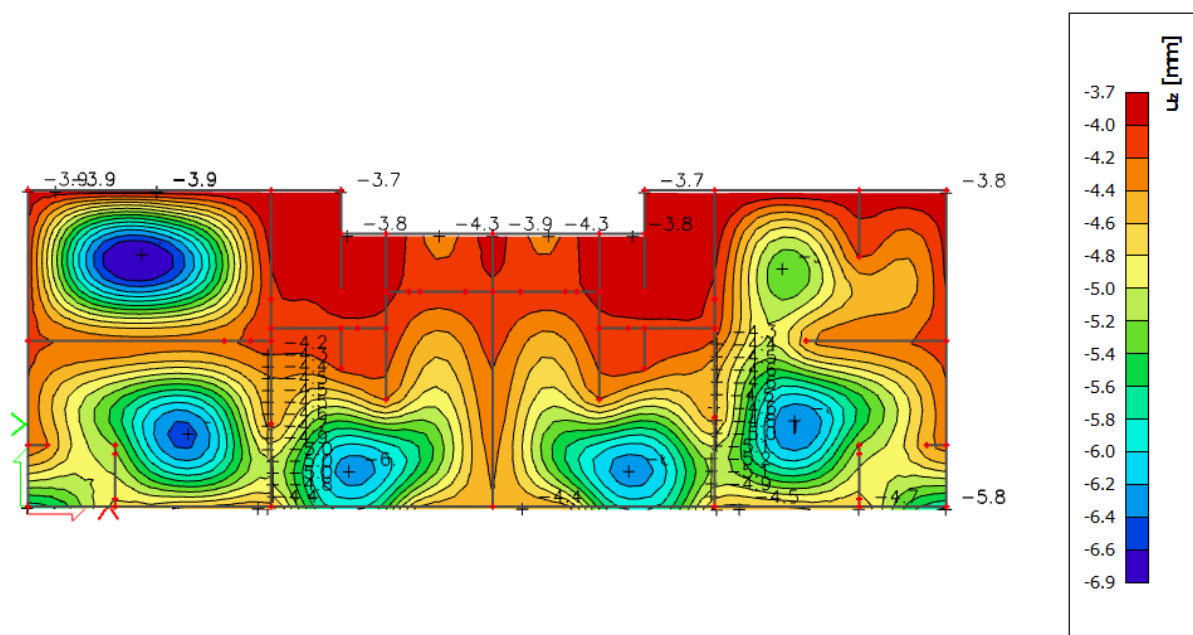
ODABRANA ARMATURA

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

Ležaj Q-503 +  $\Phi 10/20$  ( $5,03 + 3,14 = 8,17 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Na mjestima gdje je potrebna veća armatura postavljaju se šipke  $\Phi 10$  ili  $\Phi 12$  u jednom ili oba smjera na razmaku od 20 cm.

## 5.4. Kontrola progiba

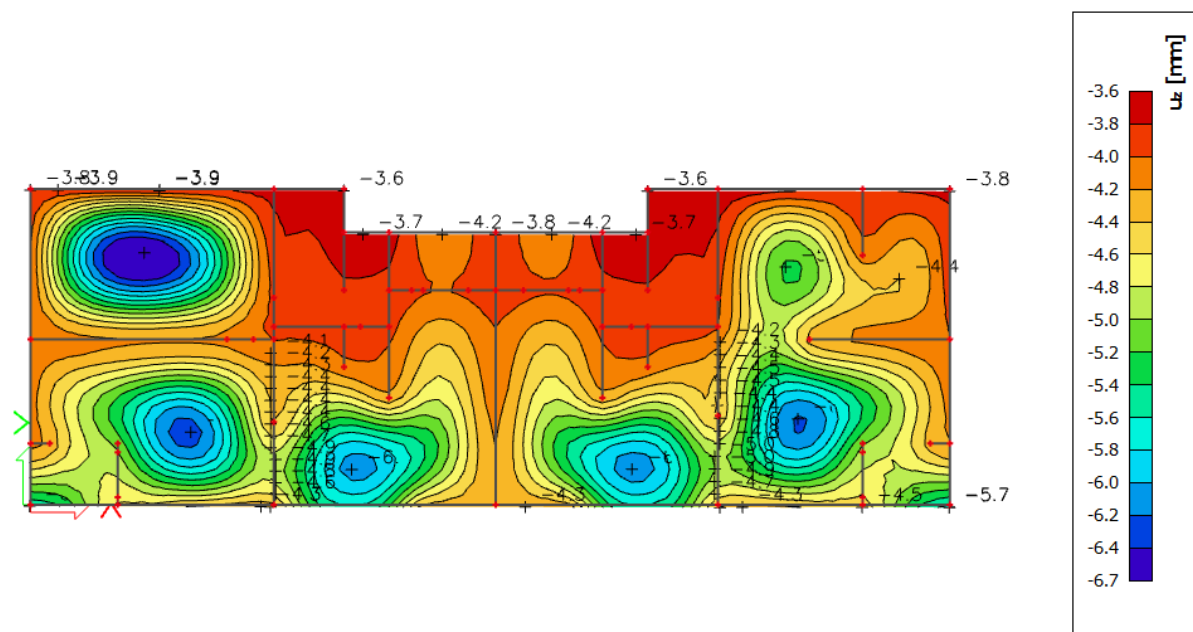


Slika 45. Progib krovne ploče (mm) za kombinaciju GSU2

$L = 9,7 \text{ m}$

Najveći progib  $\delta_{\max} = 6,9 \text{ mm}$ .

Dopušteni progib  $\delta_{\text{el}} = L/1000 = 9700/1000 = 9,7 \text{ mm} \rightarrow$  Ploča zadovoljava dozvoljene progibe.



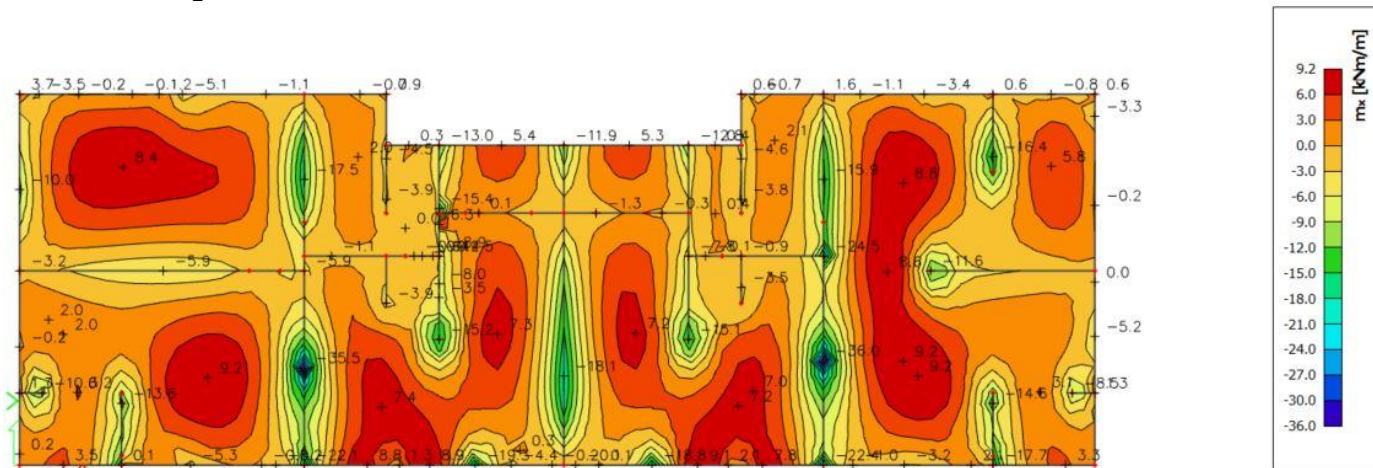
Slika 46. Progib krovne ploče (mm) za kombinaciju GSU3

$L = 9,7 \text{ m}$

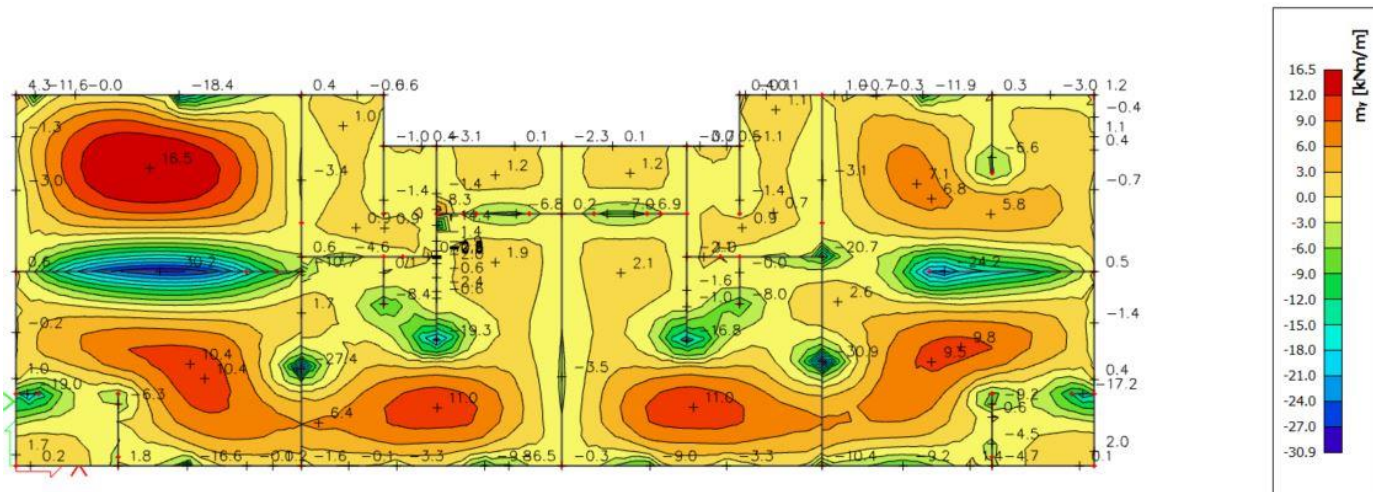
Najveći progib  $\delta_{\max} = 6,7 \text{ mm}$ .

Dopušteni pogib  $\delta_{el} = L/1250 = 9700/1250 = 7,76 \text{ mm} \rightarrow$  Ploča zadovoljava dozvoljene progibe.

## 5.5. Kontola pukotina



Slika 47. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSU2



Slika 48. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSU2

Mjerodavni moment  $M = 16,5 \text{ kNm/m}$

Prognoza širine pukotine:

$$\omega_k = s_{r,\max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

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

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



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

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} \approx \frac{M_{Ed}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_s} = \frac{1650}{\left(15,0 - \frac{2,91}{3}\right) 5,03} = 23,38 \text{ kN/cm}^2 = 233,8 \text{ MPa}$$

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

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

$E_{cm} = 30,0 \text{ GPa} = 30\,000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti betona

$E_s = 210,0 \text{ GPa} = 210\,000 \text{ MPa}$  – modul elastičnosti armature

$k_t = 0,4$  – dugotrajno opterećenje

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

Djelotvorni koeficijent armiranja glavnom vlačnom armaturom:

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

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{233,8 - 0,4 \cdot \frac{2,6}{0,008} (1 + 7,0 \cdot 0,008)}{210\,000} \geq 0,6 \cdot \frac{233,8}{210\,000}$$

$0,000046 \geq 0,00067 \rightarrow$  ne vrijedi!

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,00067$$

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

$k_3 = 3,4$

$k_4 = 0,425$

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

Karakteristična širina pukotine:

$$\omega_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 216,8 \cdot 0,00067 = 0,145 \text{ mm} < \omega_g = 0,3 \text{ mm}$$

$\rightarrow$  Pukotine zadovoljavaju !

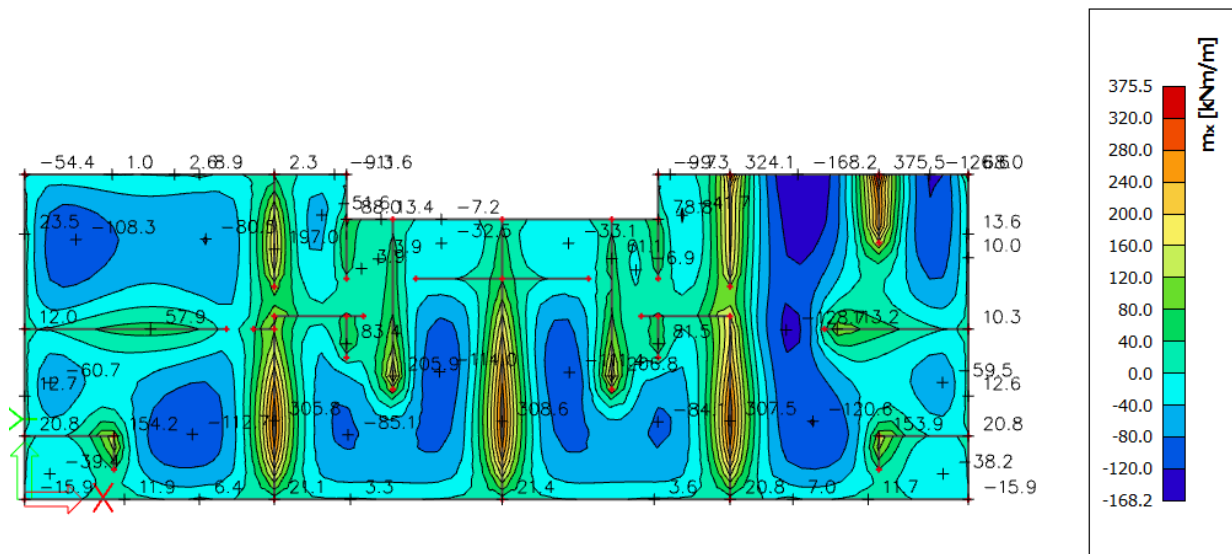
## 6. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE

Za temeljnu ploču je upotrijebljen beton klase C30/37. Debljina temeljne ploče je 45 cm. Nosivost tla ispod temeljne ploče je 400 kPa.

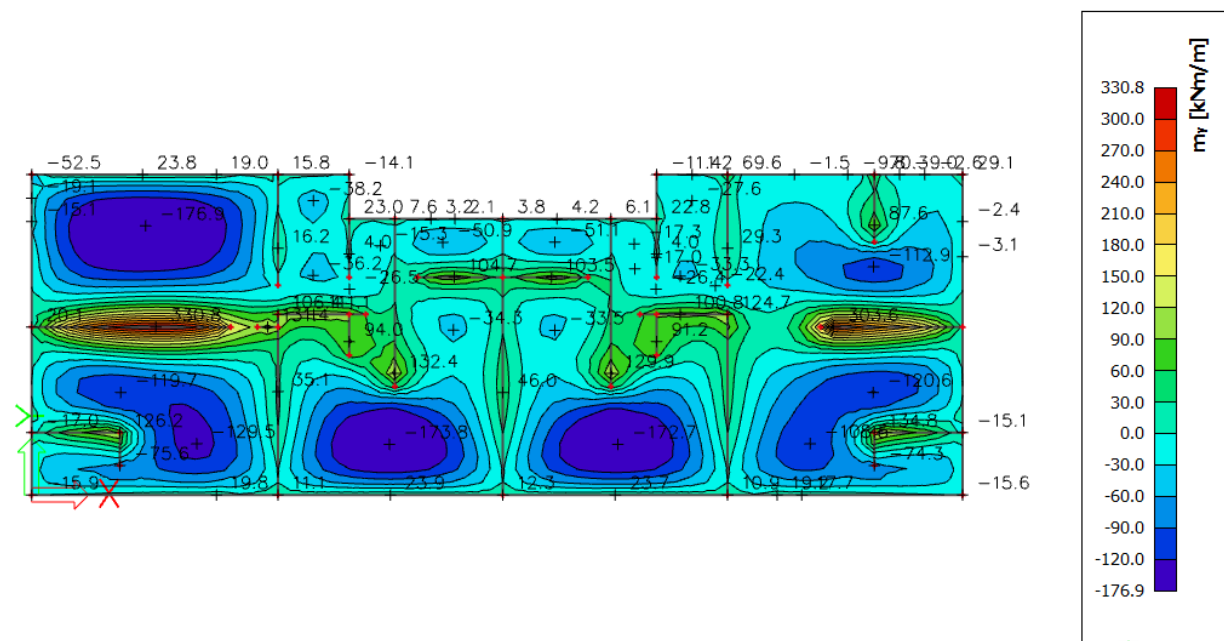
### 6.1. Prikaz rezultata

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

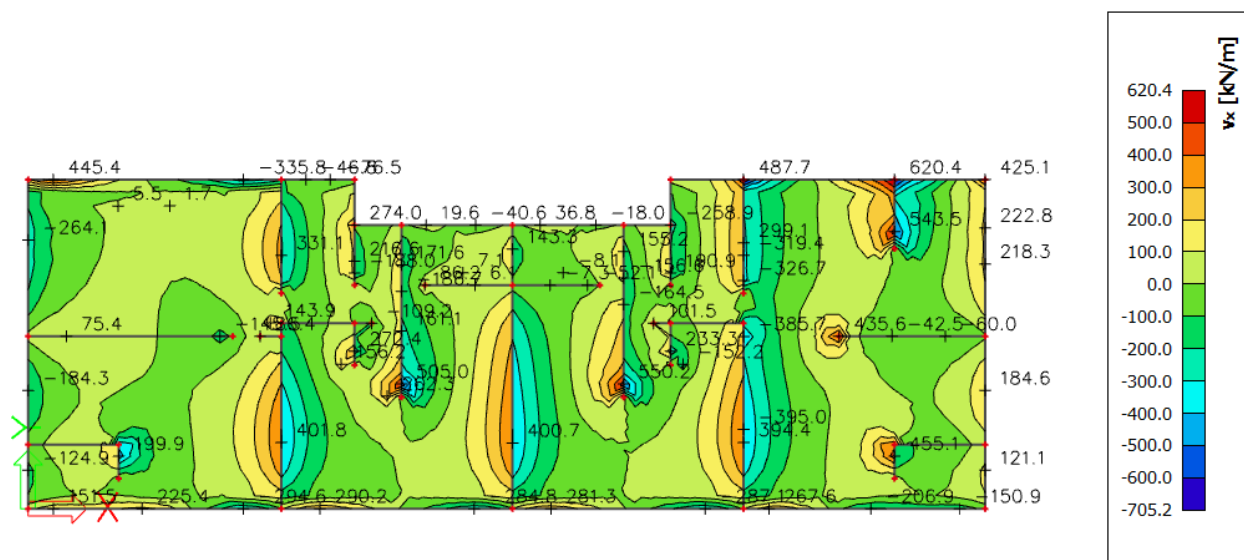
Mjerodavna kombinacija  $G_{SN1} : 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$



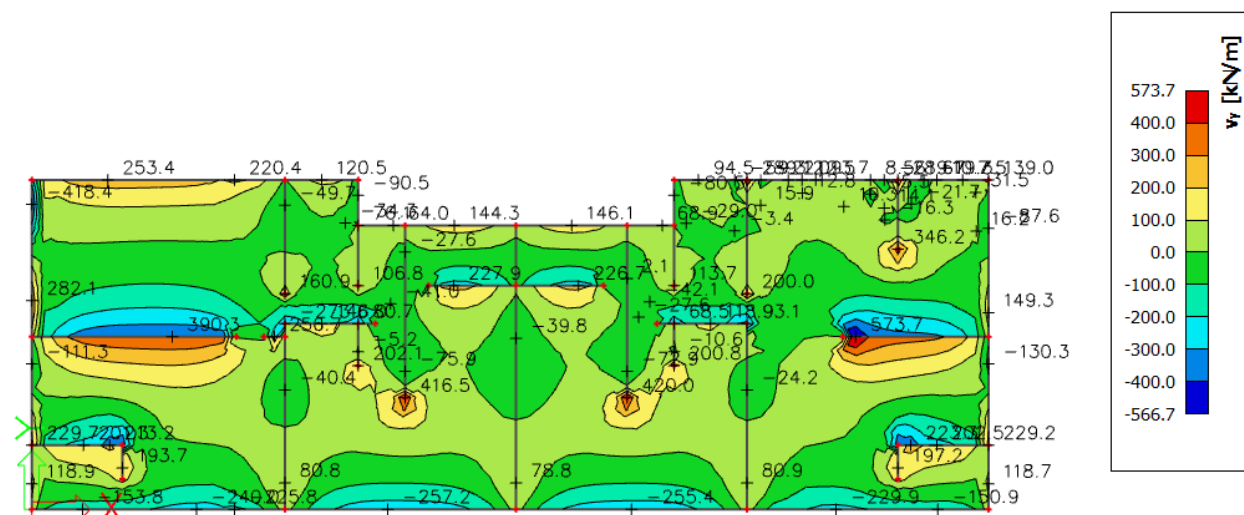
Slika 49. Moment savijanja  $M_{Ed,x}$  (kNm/m) za GSN1



Slika 50. Moment savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm/m) za GSN1

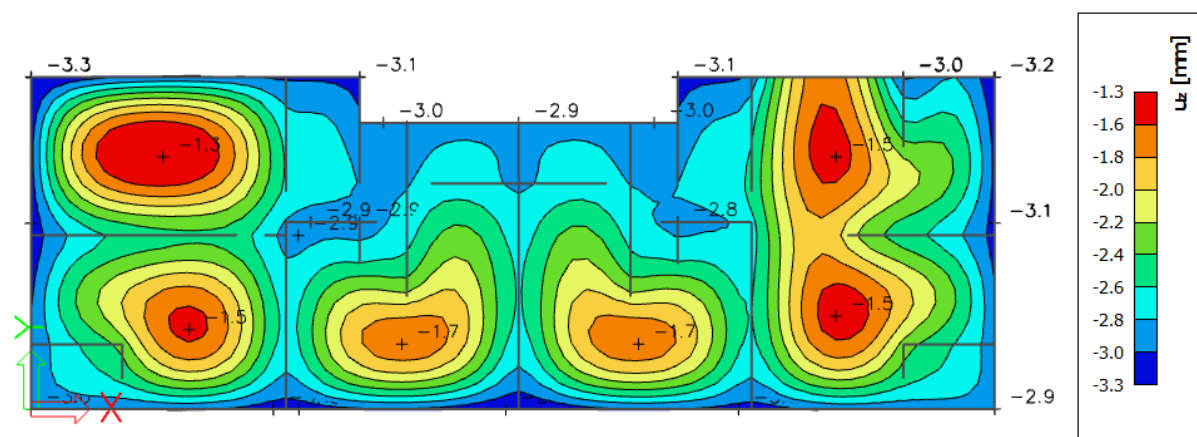


Slika 51. Poprečne sile  $V_{Ed,x}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za GSN1

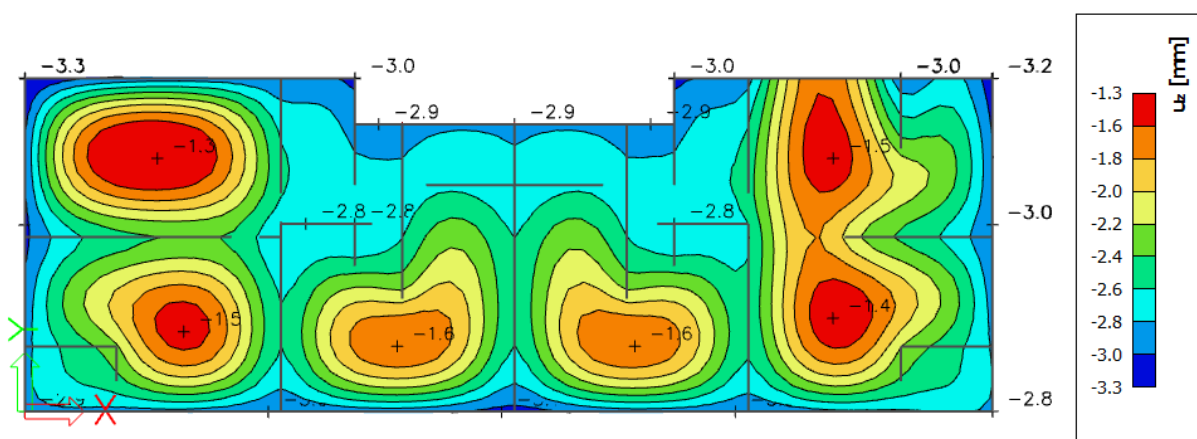


Slika 52. Poprečne sile  $V_{Ed,y}$  [ $\text{kNm/m}$ ] za GSN1

## 6.2. Kontrola slijeganja



Slika 53. Slijeganje ploče (mm) za kombinaciju GSU2



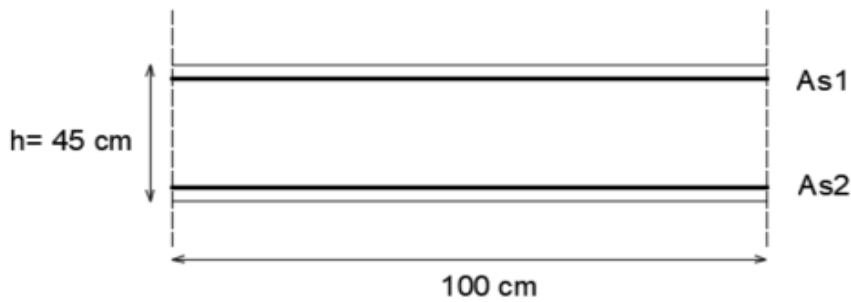
Slika 54. Slijeganje ploče (mm) za kombinaciju GSU3

Maksimalno slijeganje temeljne ploče 3,3 mm.

Na prethodnim slikama vidimo da je slijeganje temeljnog tla ravnomjerno što znači da neće doći do pojave diferencijalnog slijeganja.



## 6.4. Dimenzioniranje temeljne ploče



Debljina ploče:  $h=45,0 \text{ cm}$

Zaštitni sloj:  $a= 3,5 \text{ cm}$

$d= 41,0 \text{ cm}$

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

Armatura: B 500B  $f_y=500,0 \text{ MPa}$

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d$$

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

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}}$$

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot 100 \cdot \frac{41,0}{50,0} = 4,92 \text{ cm}^2 / m$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

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

Za proračun armature usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ , potrebna armatura:

$$As_1 = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$As_1 = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 41 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,06$$

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



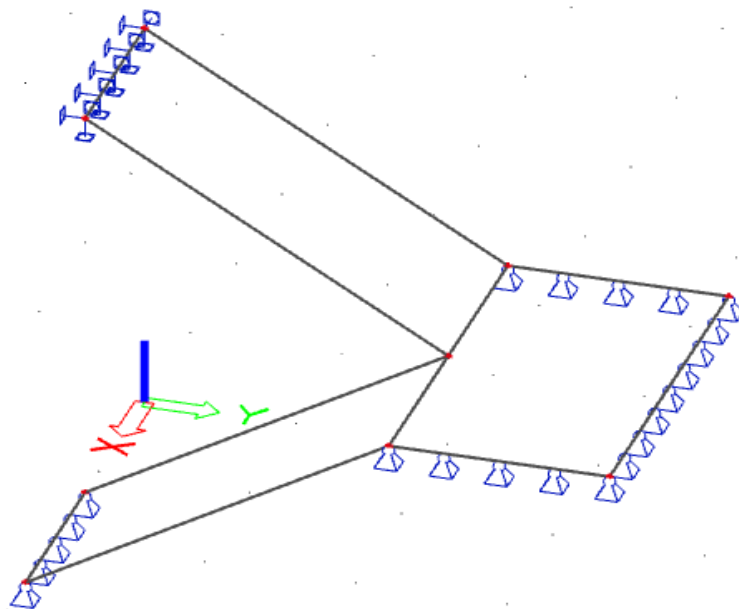
*Napomena:* Armatura polja je smještena u gornjoj zoni ploče, dok je armatura ležaja smještena u donjoj zoni ploče.

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



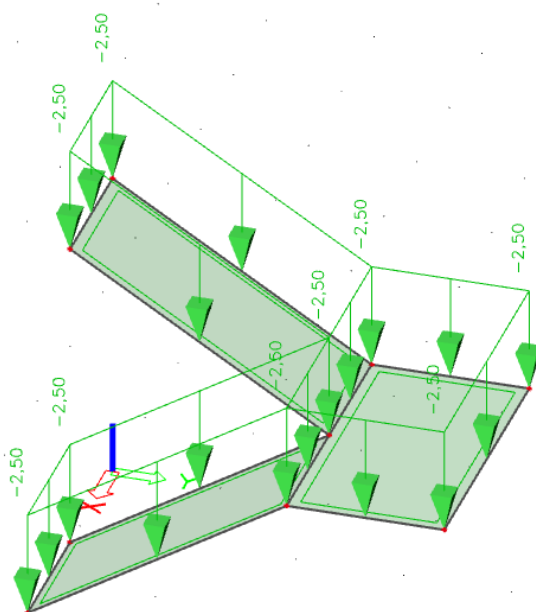
## 7. PRORAČUN STUBIŠTA

### 7.1. Prikaz modela i opterećenja stubišta



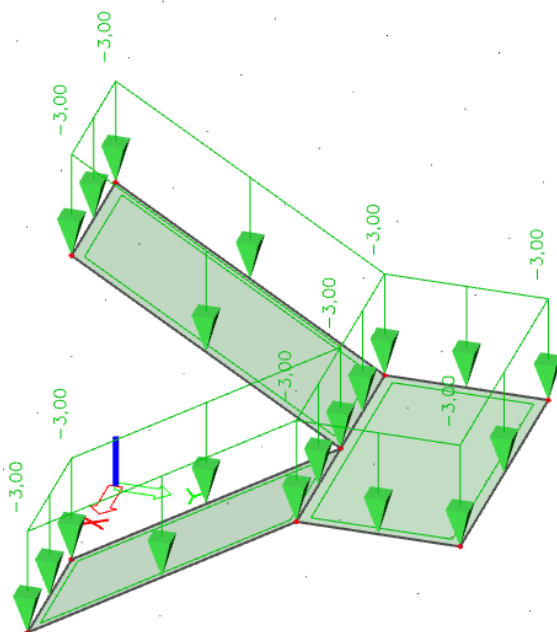
Slika 58. Grafički prikaz modela stubišta

Dodatno stalno opterećenje



Slika 59. Prikaz dodatnog stalnog opterećenja  $G_1$  na modelu stubišta

Promjenjivo opterećenje

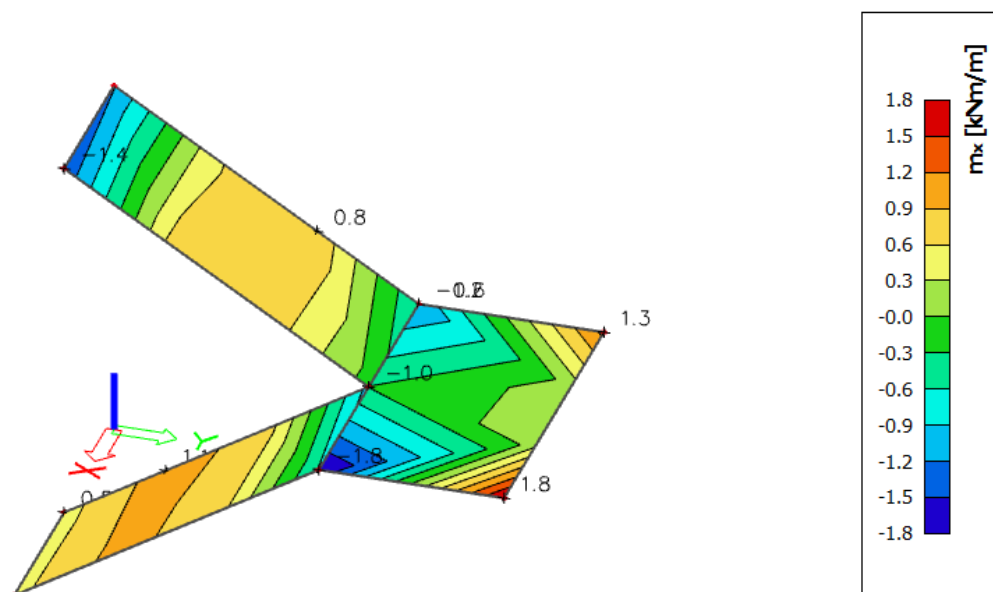


Slika 60. Prikaz pokretnog opterećenja  $Q$  na modelu stubišta

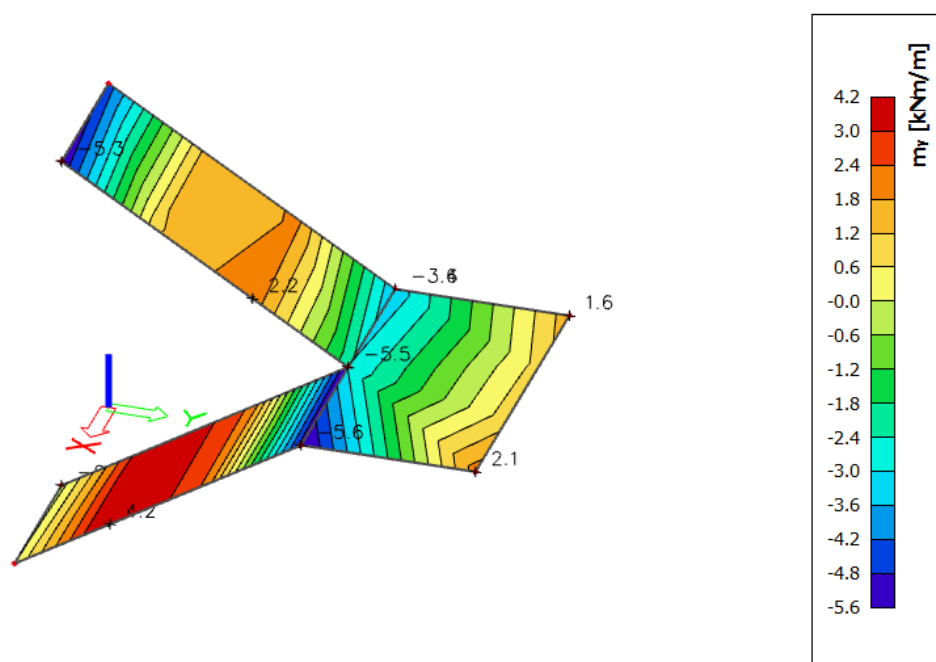
## 7.2. Prikaz rezultata

S obzirom na način na koji je ploča stubišnog kraka modelirana ona će nositi u jednom, dužem, smjeru odnosno u smjeru osi x. Stoga će za dimenzioniranje mjerodavni momenti biti  $M_{Ed,y}$ .

Mjerodavna kombinacija GSN= 1,35 G · 1,5 Q

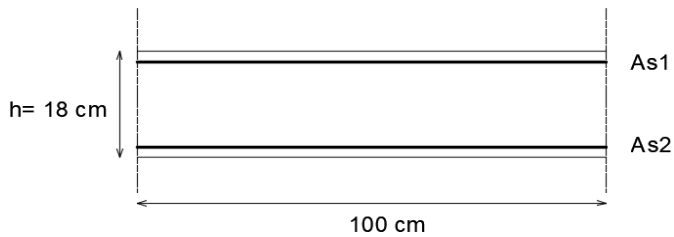


Slika 61. Momenti savijanja  $M_{sd,x}$  [kNm/m] za GSN



Slika 62. Momenti savijanja  $M_{sd,y}$  [kNm/m] za GSN

### 7.3. Dimenzioniranje stubišta



Debljina ploče:  $h=18,0$  cm

Zaštitni sloj:  $a= 2,0$  cm

$d= 15,0$  cm

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

Armatura: B 500B  $f_y=500,0$  MPa

Limitirajući moment:

$$M_{Rd,lim} = \mu_{Ed,lim} \cdot b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

$$M_{Rd,lim} = 0,159 \cdot 1,0 \cdot 0,15^2 \cdot \frac{25}{1,5} \cdot 1000 = 59,62 \text{ kNm}$$

Minimalna i maksimalna armatura za ploče:

$$A_{s,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d$$

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

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot b \cdot \frac{d}{f_{yk}}$$

$$A_{s,min} = 0,06 \cdot 100 \cdot \frac{15,0}{50,0} = 1,8 \text{ cm}^2 / m$$

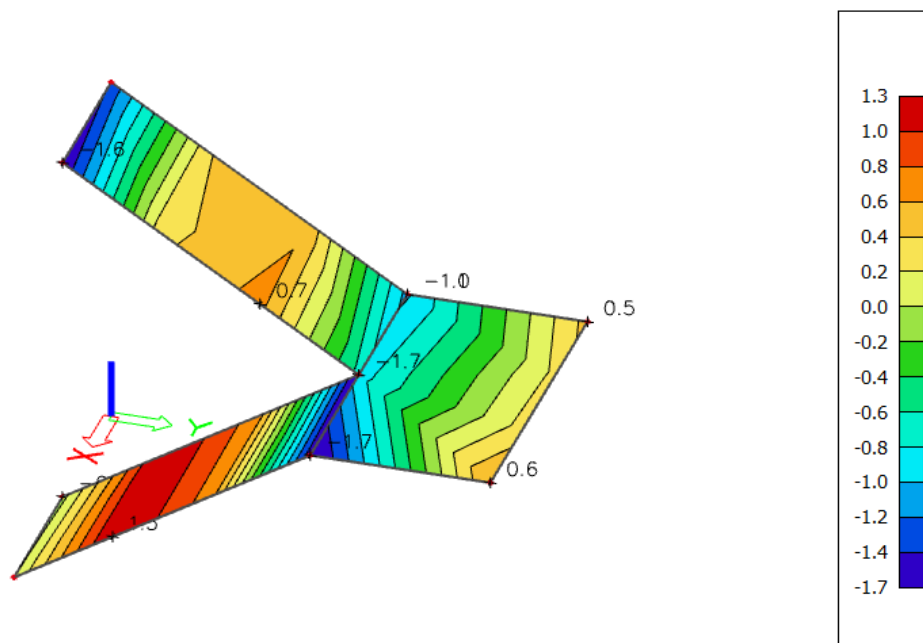
$$A_{s,max} = 0,31 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s,max} = 0,31 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{16,66}{434,8} = 17,82 \text{ cm}^2 / m$$

Za proračun armature usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ , potrebna armatura:

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 15 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,170$$



Slika 63. Armatura u stubištu smjer  $A_{s,y-y}$  ( $\text{cm}^2/\text{m}$ ) za GSN

*Napomena:* Dobivenu armaturu zbog preraspodjele umanjiti nad ležajem za 15 % i povećati u polju 25%.

Armatura u polju:

$$1,3 \text{ cm}^2 \cdot 1,25 = 1,63 \text{ cm}^2$$

Armatura na ležaju:

$$1,7 \text{ cm}^2 \cdot 0,85 = 1,45 \text{ cm}^2$$

ODABRANA ARMATURA

Polje Q-283 ( $2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

Ležaj Q-283 ( $2,83 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

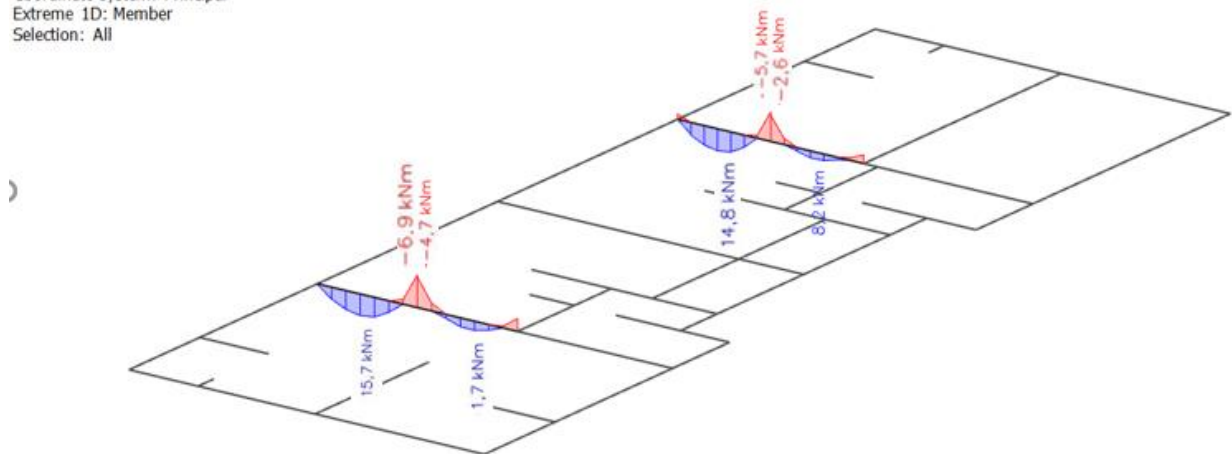
## 8. PRORAČUN GREDE

### 8.1. Dimenzioniranje na moment savijanja

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

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

Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: GSN1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Member  
 Selection: All



Slika 64. Momenti savijanja ( $M_y$ ) u gredama za kombinaciju  $GSN1=1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

$$\text{Ležaj} \rightarrow M_{Ed,l} = 6,9 \cdot 0,85 = 5,9 \text{ kNm}$$

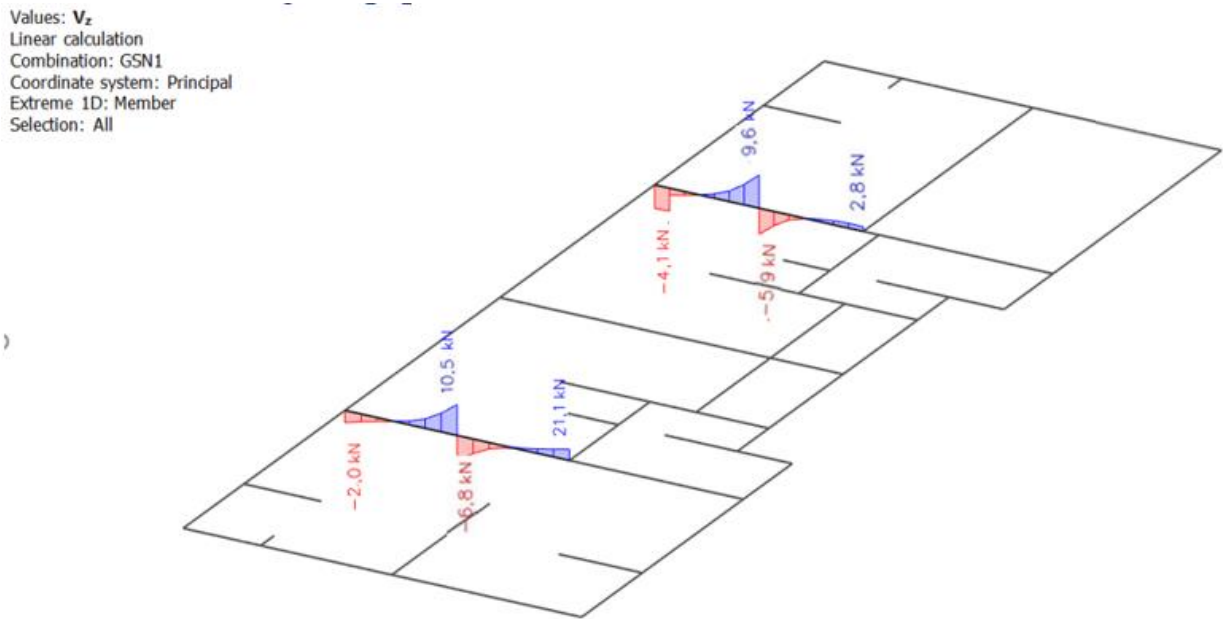
$$\text{Polje} \rightarrow M_{Ed,p} = 15,7 \cdot 1,3 = 20,4 \text{ kNm}$$

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

$$A_{s1} = \frac{M_{Sd} \cdot 100}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

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

## 8.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu



Slika 65. Poprečne sile ( $V_z$ ) u gredama za kombinaciju  $GSN1=1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

$$V_{Ed} = 10,5 \text{ kN}$$

Dio poprečne sile koju preuzima beton i uzdužna armatura:

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

$$k = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1,0 + \sqrt{\frac{200}{350}} = 1,76 \leq 2,0 \rightarrow k = 1,76$$

$$k_1 = 0,15$$

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

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

$$\Sigma A_s = 2\phi 14 = 3,08 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{\Sigma A_s}{A_c} = \frac{3,08}{20 \cdot 40} = 0,00385$$

$$V_{Rd,c} = \left[ 0,12 \cdot 1,76 \cdot (100 \cdot 0,00385 \cdot 30)^{\frac{1}{3}} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 200 \cdot 350$$

$$V_{Rd,c} = 33418,42 \text{ N} = 33,418 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$  mora biti veći od:

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

$$k_1 = 0,15$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,76^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,45$$

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

$$V_{Rd,c} \geq 0,45 \cdot 200 \cdot 350 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} \geq 33,418 \geq 31500 = 31,5 \text{ kN}$$

Pa je i taj uvjet zadovoljen.

$$V_{Ed,max} = V_{Ed} = 10,5 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$$

$$v = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[ 1,0 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,528 \cdot 200 \cdot 350 \cdot 20 = 369\,600 \text{ N} = 369,60 \text{ kN} > V_{Ed,max} = 10,5 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,max}}{V_{Rd,max}} = \frac{10,5}{369,60} = 0,03 \rightarrow V_{Ed} = 0,03 \cdot V_{Rd,max}$$

$$s_{max} = \min \{ 0,75 \cdot d; 30,0 \text{ cm} \} = \min \{ 0,75 \cdot 35; 30,0 \text{ cm} \} = \min \{ 26,25; 30,0 \}$$

$$s_{max} = 26,25 \text{ cm}$$

$$\rho_{min} = 0,0011$$

Potrebna računaska poprečna armatura!

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = \frac{0,0011 \cdot 26,25 \cdot 20}{2} = 0,289 \text{ cm}^2$$

Odabrane minimalne spone :  $\phi 8/30$  ( $A_{sw} = 0,50 \text{ cm}^2$ )

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

$$V_{Rd,s} = \frac{0,5}{26,25} \cdot (0,9 \cdot 40) \cdot 43,48 \cdot 2 \cdot 1,0 = 59,63 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < V_{Rd}$$

Na mjestu najveće (maksimalne) poprečne sile:

$$s_w \leq \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot z}{V_{Ed}} = \frac{2 \cdot 0,50 \cdot 43,48 \cdot (0,9 \cdot 40)}{10,5} = 149,07 \text{ cm}$$

Postaviti spone  $\phi 8/30$  ( $A_{sw} = 0,50 \text{ cm}^2$ )

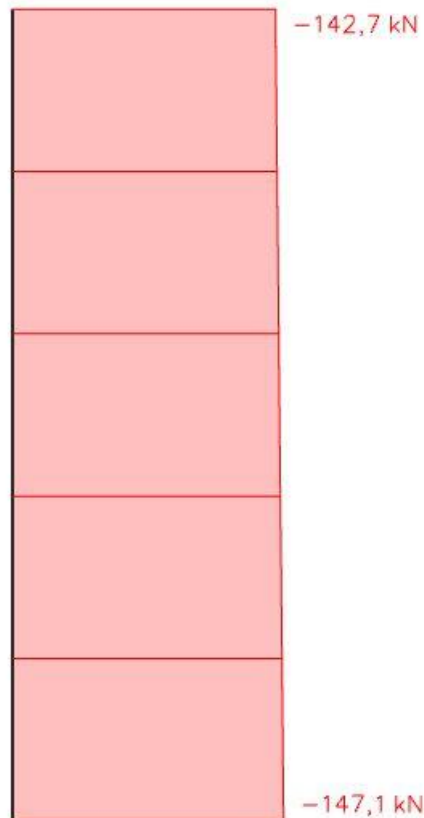


## 9. PRORAČUN STUPA

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  $GSU2 = 1,0 \cdot G + 0,5 \cdot Q$



Slika 66. Uzdužne sile u stupu za kombinaciju GSU2

$$\sigma_{c,sd} = 0,14710 / (0,20 \cdot 0,30) = 2,45 \text{ MPa} < \sigma_{c,sd} = 0,60 \cdot 30 = 18 \text{ MPa}$$

Budući da je srednje tlačno naprezanje u stupu znatno manje od dopuštenog, stup armiramo minimalnom armaturom od 4 $\Phi$ 14 i vilicama  $\Phi$ 10/15.

## 10. PRORAČUN ZIDA NA RAZRED UMJERENE DUKTILNOSTI- DCM

### 10.1. Opći podaci

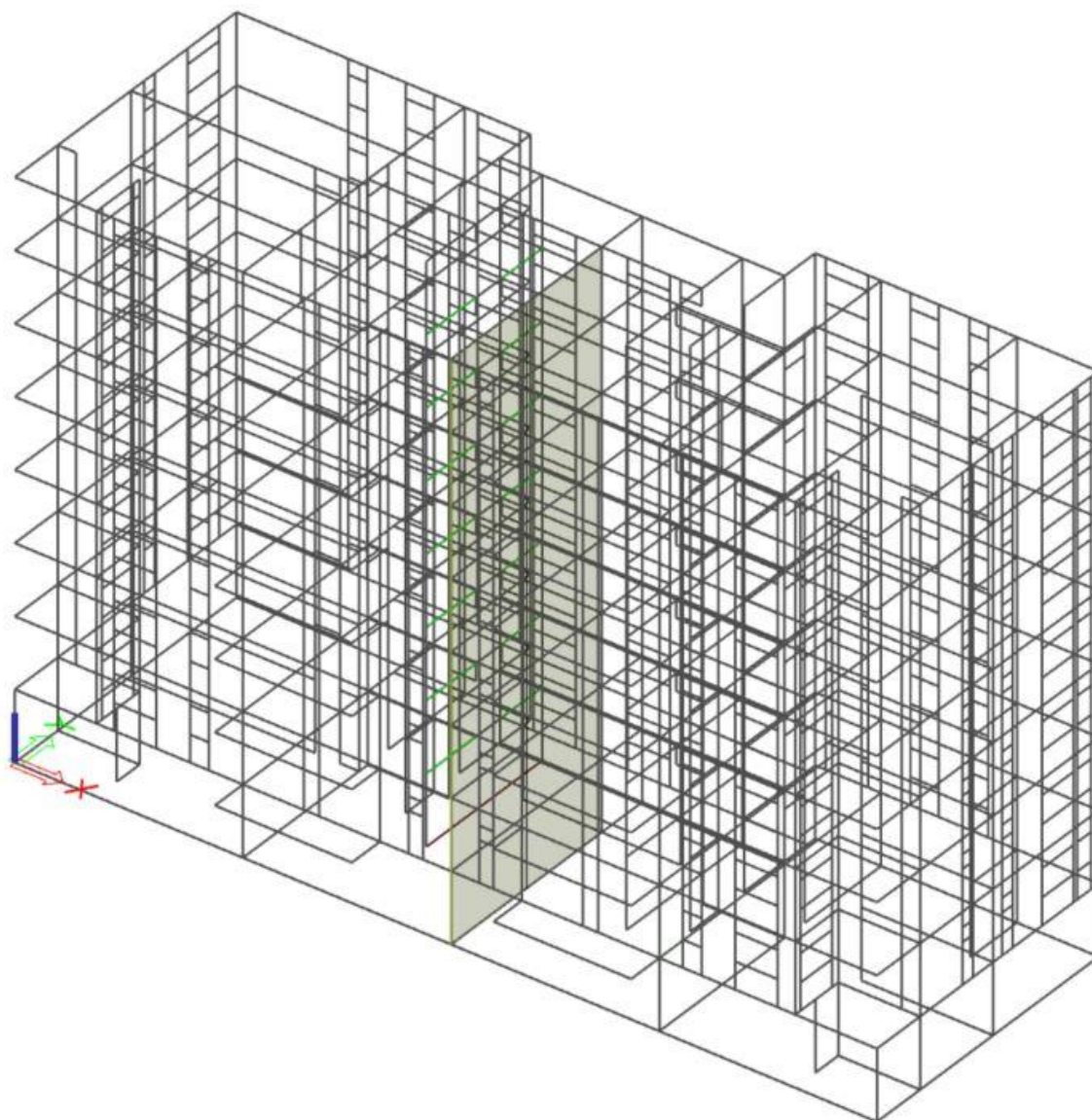
Geometrijske karakteristike zida :

- duljina zida  $l_w = 8,6$  m

- visina zida  $h_w = 24$  m

- širina zida  $b_w = 20$  cm

Zid je upeto pridržan u razini temeljnoj ploči i horizontalno pridržan u visini etaže prizemlja, a po cijeloj visini zida se ne nalaze nikakva oslabljenja.



Slika 67. Izometrijski pogled karakterističnog zida

Zid prikazan na prethodnoj slici dimenzioniran je na potresno djelovanje za razred umjerene duktilnosti (DCM). Dimenzioniran je prema HRN EN 1998-1.

U tablici su prikazana materijalna ograničenja za potresne elemente ovisno o klasi duktilnosti.

Klasa duktilnosti	<b>DCL</b>	<b>DCM</b>	<b>DCH</b>
Klasa betona	Bez ograničenja	$\geq C16/20$	$\geq C16/20$
Klasa čelika prema HRN EN 1992-1-1	B ili C	B ili C	C
Glavna armatura	-	rebrasta	rebrasta
Čvrstoća čelika	Bez ograničenja	Bez ograničenja	$f_{ck,0.95} \leq 1.25f_{yk}$

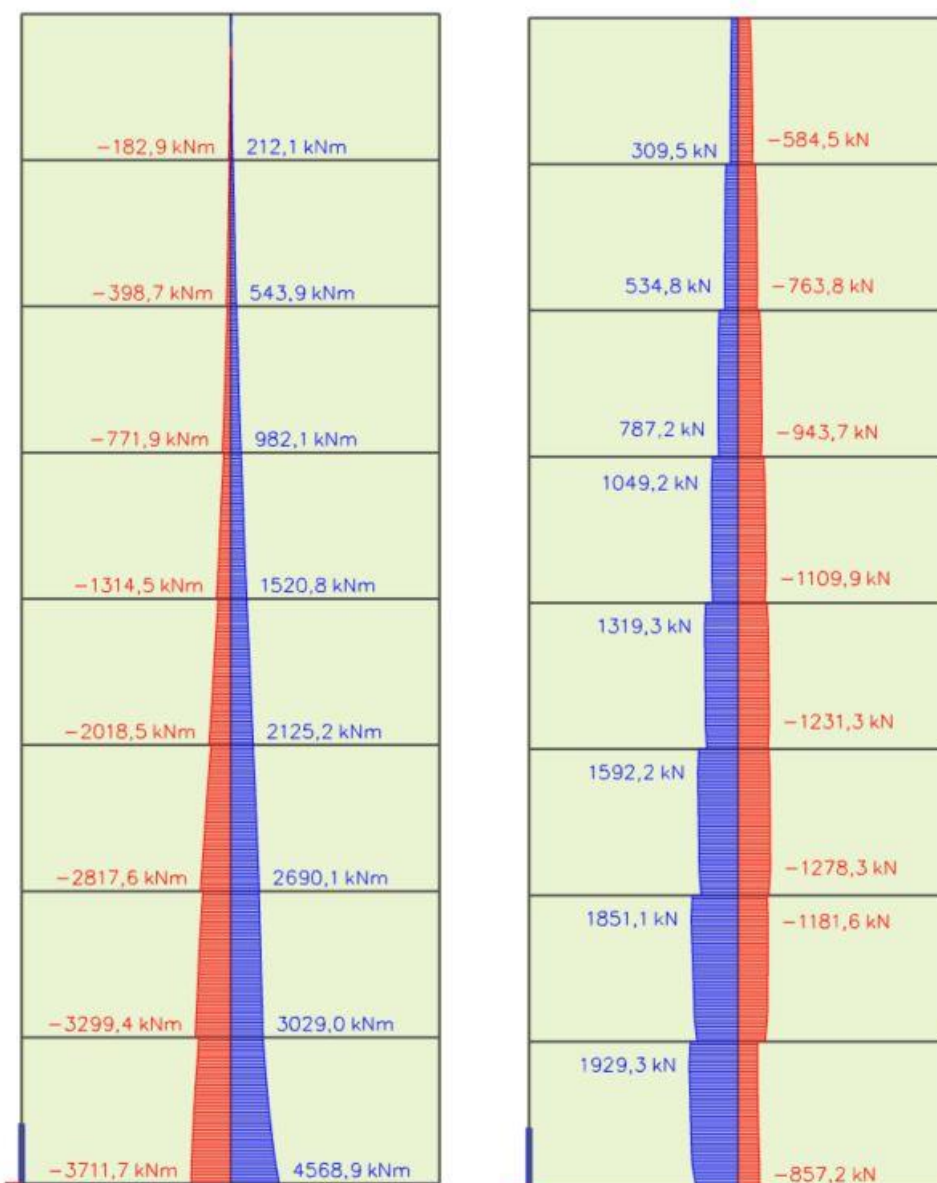
Prema normi EN 1992-1-1:2004 u primarnim potresnim elementima mora se upotrijebiti rebrasta armatura razreda B ili C. Potrebno je koristiti klasu betona koja nije manja od C16/20. Za zid razreda umjerene duktilnosti (DCM) upotrijebljen je beton klase C25/30 i armatura B 500B.

Da bismo uzeli u obzir raspucavanje elemenata u proračunu se uzima da je elastična krutost pri savijanju i posmiku betonskih elemenata jednaka polovini krutosti neraspucanih elemenata. U numeričkom modelu smo to uzeli u obzir tako da smo modul elastičnosti materijala zidova smanjili za 50%.

## 10.2. Rezultati proračuna

Vrijednosti reznih sila promatramo za anvelopu četiri potresne kombinacije.

Za potresnu kombinaciju parcijalni koeficijent sigurnosti za beton je  $\gamma_c=1,5$  te za armaturu  $\gamma_s=1,15$ .

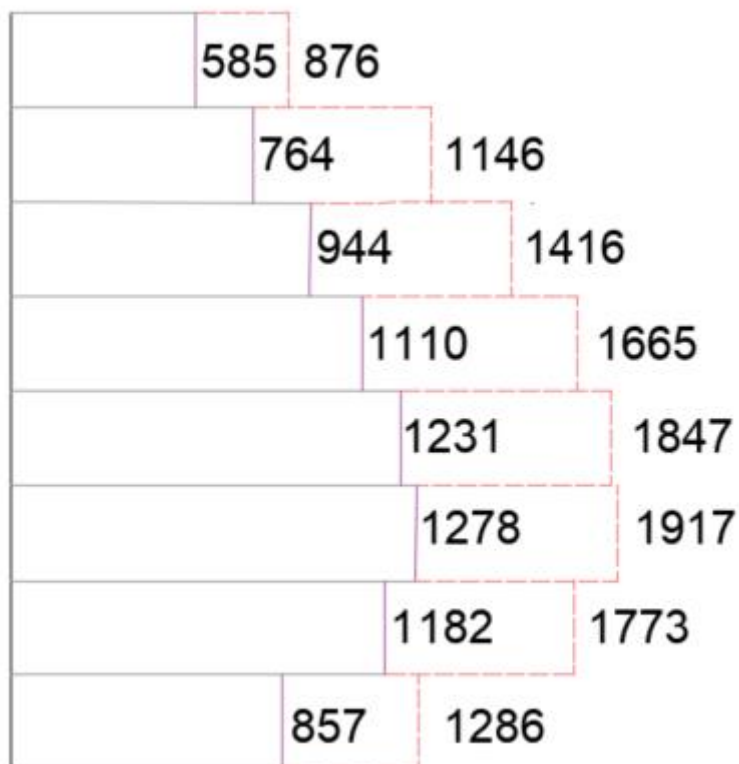


Slika 68. Dijagrami momenata savijanja  $M_z$  (kNm) i poprečnih sila  $V_y$  (kN) za anvelopu potresnih kombinacija



Slika 69. Dijagram uzdužnih sila  $N$  za anvelopu potresnih kombinacija





Slika 71. Ovojnica poprečnih sila

#### 10.4. Dimenzioniranje karakterističnog zida

Geometrijske karakteristike zida :

- duljina zida  $l_w = 860$  cm

- visina zida  $h_w = 2\ 400$  cm

-  $d_{zs} = 2,5$  cm

-  $d_y = 0,9 \cdot 860 = 774$  cm

Beton C25/30  $\rightarrow f_{cd} = 25/1,5 = 16,67$  (MPa)

Armatura B500 B  $\rightarrow f_{yd} = 500/1,15 = 434,8$  (MPa)

Parcijalni faktori sigurnosti materijala za seizmičku kombinaciju:

- za beton  $\gamma_c = 1,5$

- za čelik  $\gamma_s = 1,15$

**10.4.1. Dimenzioniranje na moment savijanja i uzdužnu silu**

$$v_{Sd} = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} < 0,4 \text{ za DCM}$$

Gdje je :  $N_{Ed}$  – proračunska uzdužna sila

$A_c$ - tlocrtna površina zida

Rezne sile:

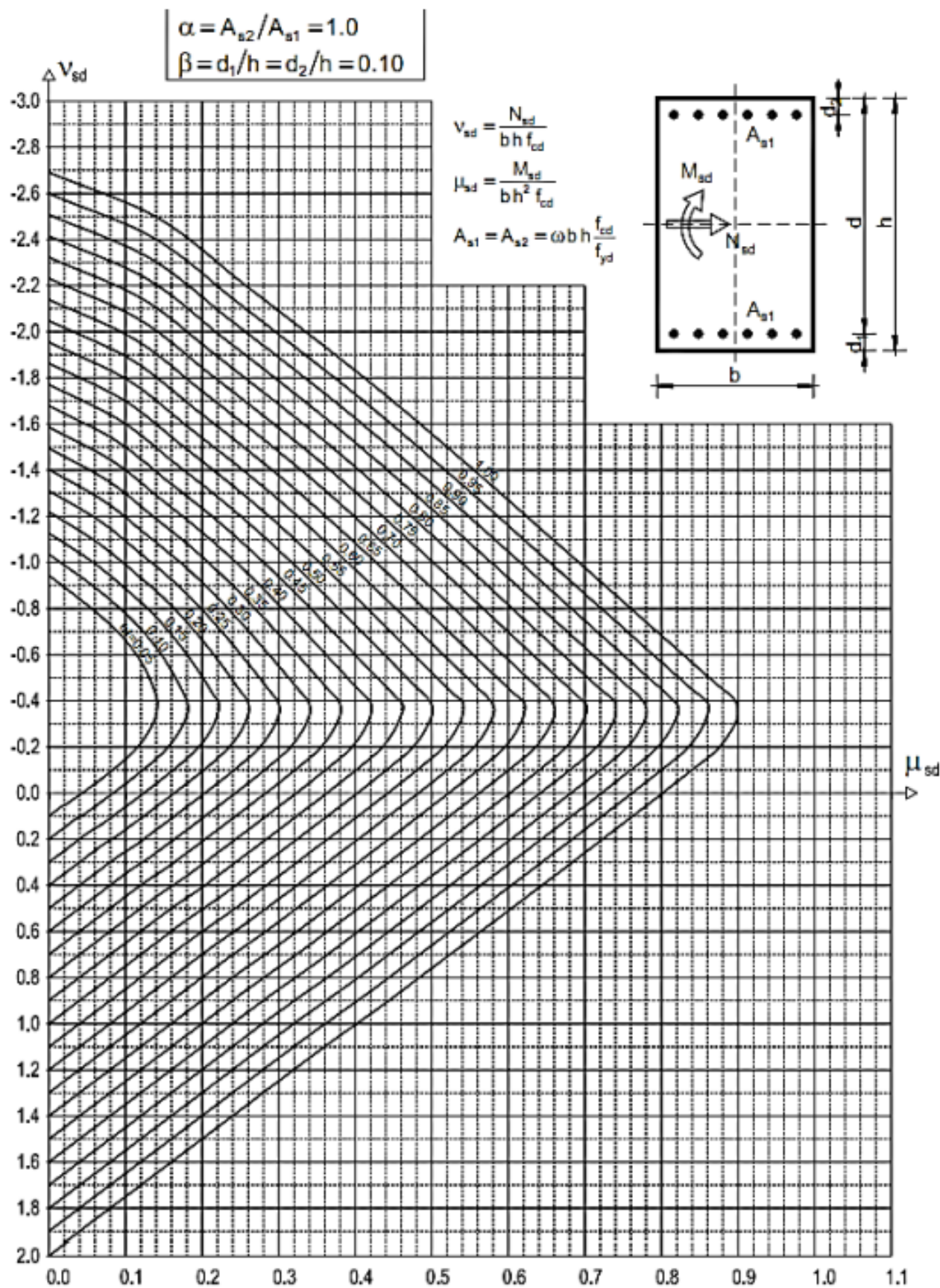
$$M_{Sd} = 3711,7 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -4707,5 \text{ kN}$$

$$v_{Sd} = \frac{N_{Sd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-4707,5}{20 \cdot 860 \cdot 1,667} = -0,182$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Sd}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3711,7 \cdot 100}{20 \cdot 860 \cdot 2 \cdot 1,667} = 0,020$$





Slika 72. Dijagram interakcije za dimenzioniranje obostrano armiranih poprečnih presjeka

Iz dijagrama interakcije za omjer armature  $\alpha$  i omjer  $\beta$  očitamo mehanički koeficijent armiranja  $\omega$ .

$$\alpha = A_{s1} / A_{s2} = 1,0$$

$$\beta = d_1/h = d_2/h = 1,0$$

$$\text{Očitano: } \omega = 0,05$$

Potrebna površina armature u rubnom elementu:

$$A_{s1} = \omega \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

$$A_{s1} = 0,05 \cdot 20 \cdot 860 \cdot \frac{16,67}{434,8} = 32,97 \text{ cm}^2$$

**Odabrano: 16Ø16** ( 32,17 cm<sup>2</sup>)

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

Najmanja vrijednost  $l_c$  ovijenog rubnog elementa:

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

Gdje je:

$L_w$  - duljina rubnog elementa zida

$B_w$  - širina rubnog elementa zida

$$0,15 \cdot l_w = 0,15 \cdot 8,60 = 1,29 \text{ m}$$

$$1,50 \cdot b_w = 1,50 \cdot 0,20 = 0,30 \text{ m}$$

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

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

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1\alpha\omega v_d$$

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

$$\alpha\omega v_d \geq 30 \cdot \mu\phi \cdot (v_d + \omega v) \cdot \varepsilon_{s,yd} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0,035$$

Gdje je:

$b_0$  – 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 objamski omjer armiranja ovijenom armaturom

Pretpostavimo širinu zaštitnog sloja od 2,5 cm i vilice  $\phi 10$ .

$$b_o = 200 - 2 \cdot 25 + 2 \cdot 5 = 140 \text{ mm}$$

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

$$\rho_v = \frac{A_{sv}}{A_c}$$

Gdje je:

$\rho_v$  - omjer armiranja vertikalnim šipkama u hrptu zida

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

$$A_{sv,min} = 0,002 \cdot A_c$$

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

Odabrano Q-335 obostrano

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

$$\omega_v = \frac{\rho_v f_{yd,v}}{f_{cd}}$$

$\omega_v$  – mehanički omjer armiranja hrpta vertikalnom armaturom

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

$$\omega_v = 0,00335 \cdot \frac{434,8}{16,67} = 0,087$$

### Koeficijent duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\mu_\phi = \begin{cases} 2 \cdot q_0 - 1, & T_1 > T_c \\ 1 + 2 \cdot (q_0 - 1) \cdot \frac{T_c}{T_1}, & T_1 < T_c \end{cases}$$

$$T_1 = 0,2 \text{ s}; T_c = 0,4 \text{ s} \rightarrow T_1 < T_c$$

$$\mu_\phi = 1 + 2 \cdot (3,0 - 1) \cdot 0,4 / 0,2 = 7,0$$

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,8}{200\,000} = 0,002174$$

$$\alpha \omega_{vd} \geq 30 \cdot 7,0 \cdot (0,182 + 0,020) \cdot 0,002174 \cdot 200 / 140 = 0,312$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 0,0035 + 0,1 \cdot 0,312 = 0,025$$

$$x_u = (0,182 + 0,020) \cdot \frac{8600 \cdot 200}{140} = 2481,71 \text{ mm}$$

$$h_o = 2481,71 \cdot \left(1 - \frac{0,0035}{0,025}\right) = 2134,27 \text{ mm}$$

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

$$l_c \geq \{1,29; 0,3; 2,13\}$$

Odabrano  $l_c = 215 \text{ cm}$

**Odabrana armatura :  $24\phi 14 = 36,94 \text{ cm}^2 > 32,97 \text{ cm}^2$**

$b_c = 20 \text{ cm}$  ;  $h_o = 215 \text{ cm}$

$$A_{s,min} = \frac{0,5}{100} \cdot b_c \cdot h_o$$

$$A_{s,min} = \frac{0,5}{100} \cdot 20 \cdot 215 = 21,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = \frac{4}{100} \cdot b_c \cdot h_o$$

$$A_{s,max} = \frac{4}{100} \cdot 20 \cdot 215 = 172 \text{ cm}^2$$

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

Zaštitni sloj:

$C_{min} = 35 \text{ mm}$  ;  $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$

$$C_{nom} = 35 + 10 = 45 \text{ mm} \leq 45 \text{ mm} \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Najmanja udaljenost između savojnih šipki:

$$\max \text{ od } \left\{ \begin{array}{l} k_1 \phi = 1 \cdot 18 = 18 \text{ mm} \\ d_g + k_2 = 25 + 5 = 30 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

gdje je:  $d_g$ - maksimalna veličina zrna agregata.

Razmak susjednih uzdužnih šipki obuhvaćenih sponama ili poprečnim sponama prema EC 8 ne smije premašiti 200 mm.

#### 10.4.2. Dimenzioniranje na poprečnu silu

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

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

Za konstrukcije koje nisu napete  $\alpha_{cw} = 1$

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

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

$Tg\theta = 1$  – nagib tlačnih štapova prema vertikali

$$V_{Rd,max} = \frac{1 \cdot 20 \cdot (0,8 \cdot 860) \cdot 0,54 \cdot 1,67}{1+1} = 6204 \text{ kN} > V_{Ed} = 1917 \text{ kN}$$

### Dijagonalni vlačni slom zbog posmika

Postupak ovisi o koeficijentu  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed} \cdot l_w}$$

$$\alpha_s = \frac{3712,0}{1917,0 \cdot 8,6} = 0,23$$

Za  $\alpha_s < 2$  horizontalna armatura se računa prema slijedećem izrazu:

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

Gdje je:  $\varphi_h$  - omjer armiranja hrpta horizontalnim šipkama

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

Budući da u navedenoj jednadžbi znamo vrijednost poprečne sile iz nje ćemo izraziti  $\varphi_h$  preko ostalih parametara.

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

$$\varphi_h = \frac{1917,0}{0,8 \cdot 860 \cdot 43,48 \cdot 20 \cdot 1} = 0,00132$$

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

$$\varphi_{h,min} = \max(0,001; 0,25 \cdot 0,00335) = \max(0,001; 0,00084)$$

$$\varphi_h = \frac{A_h}{b_{wo} \cdot S_h} \rightarrow A_h = \varphi_h \cdot b_{wo} \cdot S_h$$

$$A_h = 0,00132 \cdot 20 \cdot 100 = 2,64 \text{ cm}^2$$

**Odabrano Q-335** ( $A_{s,odabrano} = 3,35 \text{ cm}^2 / \text{m}$ )

### Izračun ovojne armature u rubnom elementu

Odabrana armatura: Q-335 i 24 $\phi$ 14

Najmanji promjer spona: 6 mm ; razmak spona je definiran slijedećom jednadžbom:

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

$$S_w \leq (8 \cdot 18 ; \frac{140}{2} ; 175 \text{ mm}) = (144; 70 ; 175 \text{ mm})$$

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

Visina kritičnog područja  $h_{cr} = 5,4 \text{ m}$

$$\alpha_{\omega_{vd}} = 0,185$$

Faktor učinkovitosti ovijanja:

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

$\alpha_n$  i  $\alpha_s$  – gubitak ovijene jezgre zbog lučnog djelovanja u vertikalnoj (horizontalnoj) ravnini

$$\alpha_n = 1 - \frac{\sum b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0}$$

$$\alpha_n = 1 - \frac{2 \cdot (9 \cdot 20^2)}{6 \cdot 14 \cdot 215} = 0,523$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s_w}{2 \cdot b_0}\right) \cdot \left(1 - \frac{s_w}{2 \cdot h_0}\right)$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{7}{2 \cdot 14}\right) \cdot \left(1 - \frac{7}{2 \cdot 180}\right) = 0,735$$

$$\alpha = 0,523 \cdot 0,735 = 0,385$$

$$0,327 \cdot \omega_{vd} = 0,185 \rightarrow \omega_{vd} = \frac{0,185}{0,385} = 0,48 \geq 0,08 \text{ (u kritičnom presjeku)}$$

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

Duljina spona: vanjskih -  $L_V = 2 \cdot 14 + 2 \cdot 180 = 388 \text{ cm}$

unutarnjih -  $L_U = 8 \cdot 14 = 112 \text{ cm}$

Za unutarnje i vanjske vilice  $\phi 10$ .

$$\omega_{wd} = \frac{V_{vilica}}{V_{betonske \text{ jezgre}}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$\omega_{wd} = \frac{(0,785 \cdot 388 + 0,785 \cdot 112) \cdot \frac{100}{7}}{14 \cdot 215 \cdot 100} \cdot \frac{43,5}{1,67} = 0,51 > 0,48$$

Za vanjske vilice  $\phi 10$ , a unutarnje  $\phi 8$ .

$$\omega_{wd} = \frac{(0,785 \cdot 388 + 0,5 \cdot 112) \cdot \frac{100}{7}}{14 \cdot 215 \cdot 100} \cdot \frac{43,5}{1,67} = 0,49 > 0,48$$

Za vanjske vilice je odabran profil  $\phi 10$ , a za unutarnje  $\phi 8$ .

Detalj armiranja rubnog područja zida priložen je u grafičkim priložima.

## 11. PRORAČUN ZASUTOG (PODRUMSKOG) ZIDA

### 11.1. Analiza opterećenja

Zasuti zid modeliran je kao linijski element. Na donjem dijelu zid je upet u teren, tj. u ploču, a na gornjem dijelu je to pridržani klizni ležaj koji simulira pridržanje od međukatne ploče. Opterećenja koja se javljaju su:

- stalno opterećenje od tla,
- promjenjivo opterećenje i
- potresno djelovanje.

Analiza se vrši po metru dužnom zida pa su dimenzije poprečnog presjeka 0,2x1,0 m.

Vrijednosti opterećenja određene su na sljedeći način:

Debljina zida:  $t = 20$  cm

Zaštitni sloj (HI):  $a = 2,5$  cm

$d = 17$  cm

Visina zasipa:  $h = 3$  m

Opterećenje zemljanim materijalom:

$$g_{z,h} = \gamma_z \cdot K_0 \cdot h \cdot 1\text{m}' = 20 \cdot 0,5 \cdot 3 \cdot 1 = 30 \text{ kN/m}'$$

$\gamma_z$  - specifična karakteristična težina tla (20,0 kN/m<sup>3</sup>)

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

Dodatno djelovanje na terenu:

$$q_{\text{dod}} = 10,0 \text{ kN/m}^2$$

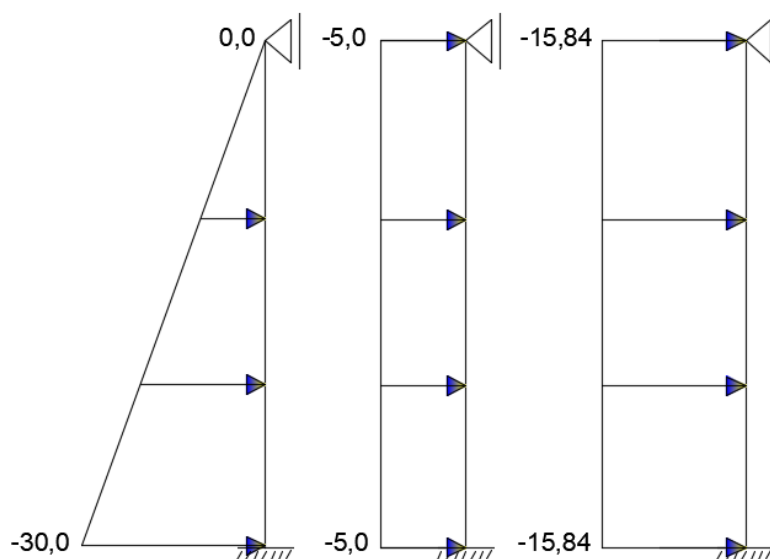
$$g_{z,0} = q_{\text{dod}} \cdot K_A = 10,0 \cdot 0,5 = 5 \text{ kN/m}'$$

Opterećenje od potresa:

$$s = \alpha \cdot S \cdot \gamma_z \cdot h \cdot 1\text{m}' = 0,22 \cdot 1,2 \cdot 20 \cdot 3 \cdot 1 = 15,84 \text{ kN/m}'$$

$\alpha$  – faktor računskog ubrzanja tla  $a_g$  (0,22)

$S$  – faktor tla (1,0)



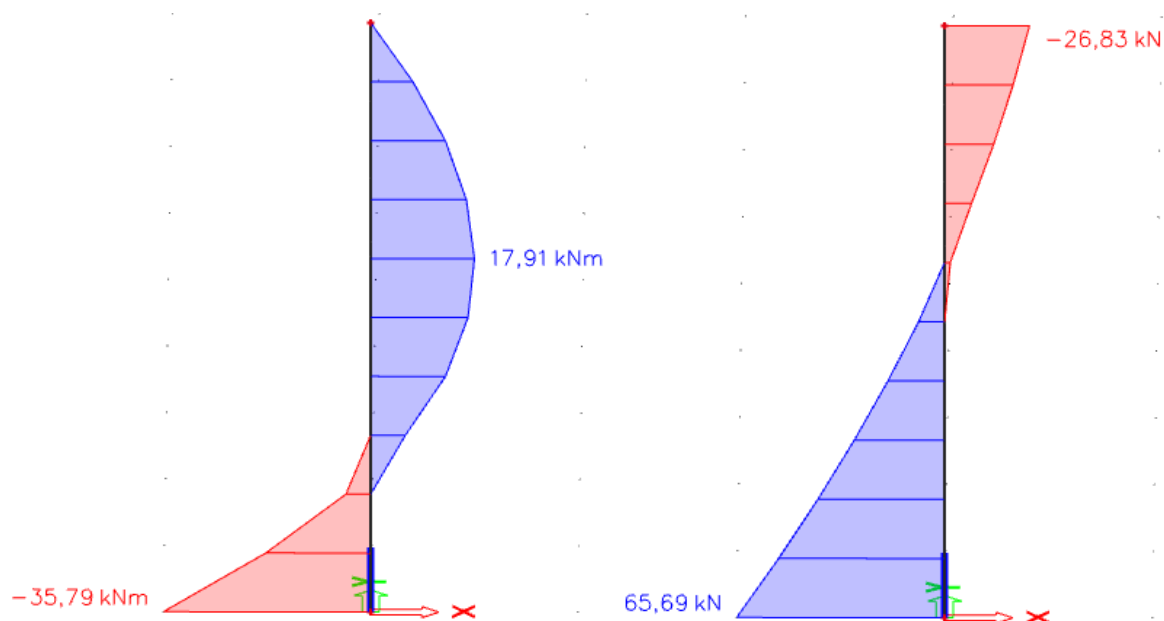
Slika 73. Prikaz modela podrumskog zida opterećenog stalnim, promjenjivim i potresnim opterećenjem

Kombinacije:  $\text{Komb1} = 1,0 \cdot g_{z,h} + 1,3 \cdot g_{z,0}$

$\text{Komb2} = 1,0 \cdot g_{z,h} + 1,0 \cdot s$

## 11.2. Prikaz rezultata za mjerodavnu kombinaciju

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



Slika 74. Prikaz momenata savijanja  $M_{Ed,y}$  (kNm) (lijevo) i poprečne sile  $V_{Ed,z}$  (kN) (desno) za mjerodavnu kombinaciju



### 11.3. Potrebna armatura

$h=20,0$  cm

zaštitni sloj:  $a=2,5$  cm;  $d=16,0$  cm

Beton: C 30/37

Armatura: B 500B

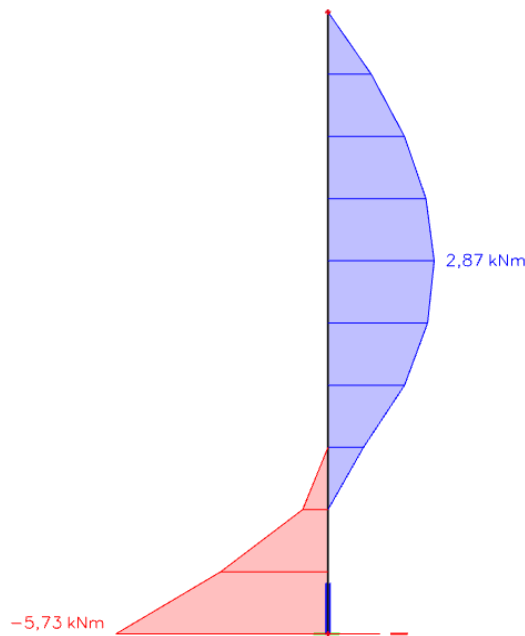
$f_{ck}=30,0$  MPa;  $E_{cm}=31,0$  GPa

$f_y=500,0$  MPa

Za proračun armature usvaja se  $\zeta \approx 0,9$ , potrebna armatura:

$$As1 = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$As1 = \frac{M_{Ed} \cdot 100}{0,9 \cdot 16 \cdot 43,48} = M_{Ed} \cdot 0,16$$



Slika 75. 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:  $2,87 \text{ cm}^2 \cdot 1,25 = 3,59 \text{ cm}^2$

Armatura na ležaju:  $5,73 \text{ cm}^2 \cdot 0,85 = 4,87 \text{ cm}^2$

ODABRANA ARMATURA

Polje Q-385 ( $3,85 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

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

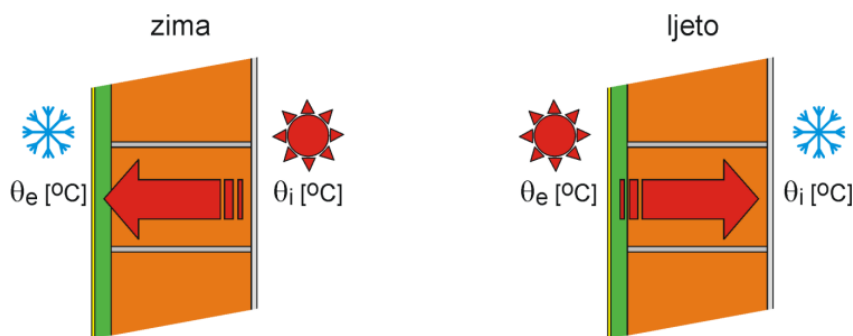
## 12. FIZIKALNA SVOJSTVA ZGRADE

### 12.1. Općenito

Fizika zgrade je znanstvena disciplina koja se bavi utjecajem fizikalnih pojava kao što su toplina, zvuk, vlaga i požari na građevinske objekte. Dijeli se na više područja, a neka od njih su: toplinska zaštita (ušteda energije), difuzija vodene pare, toplinska stabilnost i ljetna toplinska zaštita, zaštita od zračne buke, zaštita od udarne buke i vibracija...

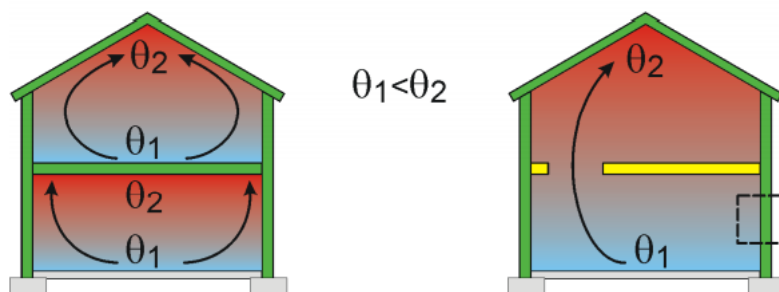
Postoje različiti načini prijenosa topline: kondukcija, konvekcija i radijacija.

Pod pojmom kondukcije smatramo prijenos toplinske energije između molekula tijela koji su u kontaktu. Ono se uvijek prenosi sa područja s višom temperaturom u područje s nižom temperaturom. Odvija se u plinovima, tekućini i krutim tijelima.



Slika 76. Prikaz kondukcija topline za ljetno i zimsko razdoblje

Konvekcija je umjereno strujanje toplijih fluida prema hladnijim, a radijacija je prijelaz topline putem elektromagnetskog zračenja.



Slika 77. Konvekcija topline



### 12.1.1. 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  $\Theta_{e,mj,min} > 3$  o C i unutarnjom temperaturom  $\Theta_i \geq 18^\circ\text{C}$ .

**Lokacija:** Split

**Referentna postaja:** Marjan

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Temperature zraka ( ° C)</b>													
m	8,5	7,7	10,4	15,3	20,4	25,4	25	27,6	22,9	15,8	11,9	10,7	16,9
min	-3	-2,9	-1,5	2,6	8,8	14,1	18,6	16,4	12,5	6,1	1,8	-2,8	-3
max	15	15,4	18,7	23,8	28,1	32,2	32,2	32,9	29,4	23,7	23,4	16,5	32,9
<b>Tlak vodene pare (Pa)</b>													
m	680	690	790	960	1280	1550	1620	1640	1510	1220	970	750	1140
<b>Relativna vlažnost zraka (%)</b>													
m	61	58	60	60	56	54	49	52	59	63	65	61	58
<b>Brzina vjetra (m/s)</b>													
m	3,5	5	4,7	4,2	3,5	3	3,1	3	3,3	3,9	4,7	4,7	4
<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

Slika 79. Klimatološki podaci za lokaciju Split

Orij	[ ° ]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<b>Globalno Sunčevo zračenje (MJ/m<sup>2</sup>)</b>														
S	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	256	337	483	561	681	738	773	691	560	457	275	219	6032
	30	309	389	517	564	657	698	738	685	591	520	328	268	6265
	45	345	421	526	541	605	631	672	647	591	555	364	301	6199
	60	361	430	507	493	529	539	578	579	561	559	379	318	3834
	75	358	414	464	424	435	431	465	486	502	533	373	317	5202
SE, SW	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	237	316	466	554	681	742	775	685	544	431	254	202	5886
	30	271	351	489	557	664	714	752	683	566	474	289	233	6043
	45	292	369	492	539	626	664	704	655	565	494	310	253	5961
	60	298	368	473	501	567	594	633	604	539	489	314	259	3639
	75	288	349	434	445	492	507	544	532	490	460	303	252	5094
E, W	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	192	268	422	528	670	740	768	659	499	370	209	162	5485
	30	193	267	416	514	648	715	742	641	490	368	209	163	5367
	45	191	262	402	491	614	675	703	611	473	361	206	161	5150
	60	183	251	378	457	567	621	649	568	445	345	198	155	4817
	75	171	232	346	413	508	555	581	513	407	319	185	144	4372
NE, NW	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	146	215	372	494	651	731	751	623	444	301	160	121	5009
	30	115	173	319	443	600	680	693	561	383	244	127	95	4434
	45	87	144	276	391	635	609	618	494	330	205	98	74	3862
E, N	0	78	104	237	345	472	536	543	435	287	153	81	69	3340
	15	72	88	171	290	414	470	476	373	216	113	75	63	2821
	30	64	81	133	202	319	374	370	265	143	104	68	57	2181
	45	64	81	133	202	319	374	370	265	143	104	68	57	2181
E, N	0	191	267	424	533	677	749	777	665	501	370	207	161	5522
	15	117	185	346	478	637	716	734	604	417	264	131	95	4721
	30	87	109	253	400	559	634	643	509	314	153	91	78	3830
	45	83	101	175	306	454	519	518	391	203	125	125	74	3036
	60	78	95	158	212	333	382	371	259	159	119	81	69	2317
	75	72	88	146	185	227	238	227	200	150	112	75	63	1782
90	64	81	133	168	208	211	210	186	140	104	68	57	1631	

Slika 80. Globalno sunčevo zračenje po mjesecima

### 12.1.2. Potrebni uvjeti

#### Namjena zgrade i podjela u toplinske zone

Namjena zgrade	Stambena zgrada
Podjela zgrade u toplinske zone	ne

#### Uvjeti

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

### 12.2. Geometrijske karakteristike zgrade

Potrebni podaci	Zona 1
Oplošje grijanog dijela zgrade – $A$ [ $m^2$ ]	2662,91
Obujam grijanog dijela zgrade – $V_e$ [ $m^3$ ]	7556,43
Obujam grijanog zraka – $V$ [ $m^3$ ]	6045,14
Faktor oblika zgrade – $f_0$ [ $m^{-1}$ ]	0,35
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade – $A_k$ [ $m^2$ ]	2481,85
Proračunska korisna površina grijanog dijela zgrade – $A_{k'}$ [ $m^2$ ]	2481,85
Ukupna ploština pročelja – $A_{uk}$ [ $m^2$ ]	2394,72
Ukupna ploština prozora – $A_{wuk}$ [ $m^2$ ]	482,02

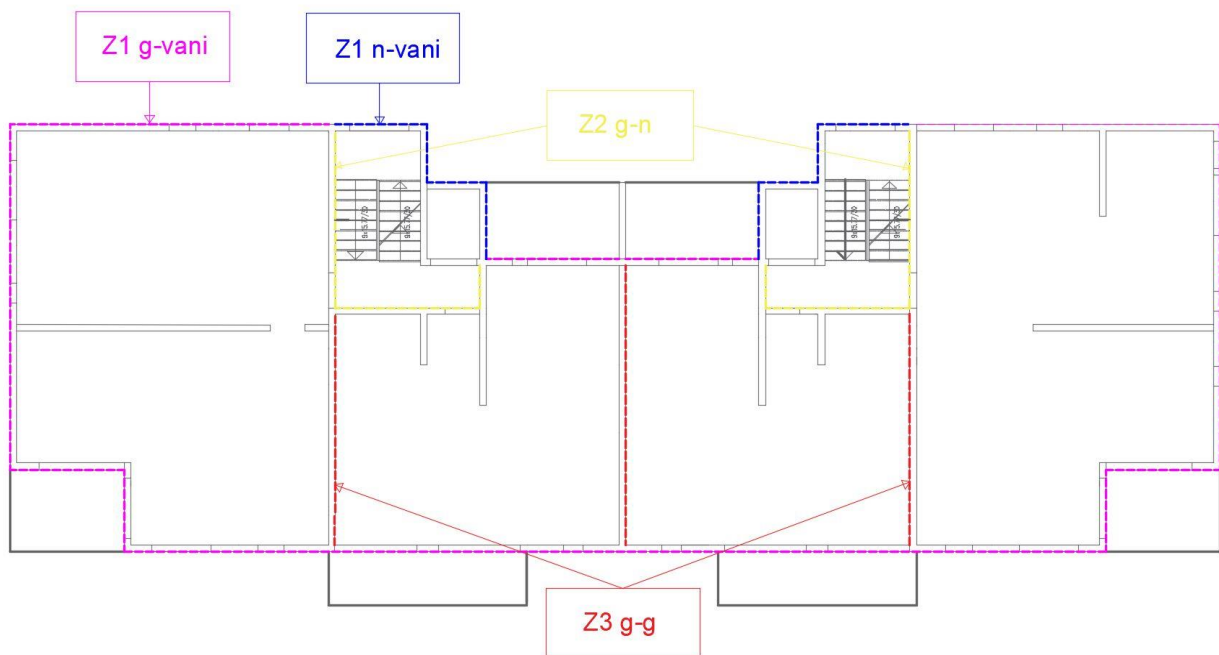


Slika 81. Presjek zgrade sa ucrtanom granicom grijanog/negrijanog prostora

## 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.

## 12.2.1. Vertikalni građevni dijelovi



Slika 82. Z1 g-vani, n-vani; Z2 g-n; Z3 g-g

## Vanjski zidovi – Z1 g-vani

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal	8,000	0,035	1,10	0,09	100,00
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	0,900	60,00	0,30	1800,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Istok	191,31	
				Sjever	483,88	
				Zapad	195,51	
				Jug	329,81	

## Vanjski zidovi – Z1 n-vani

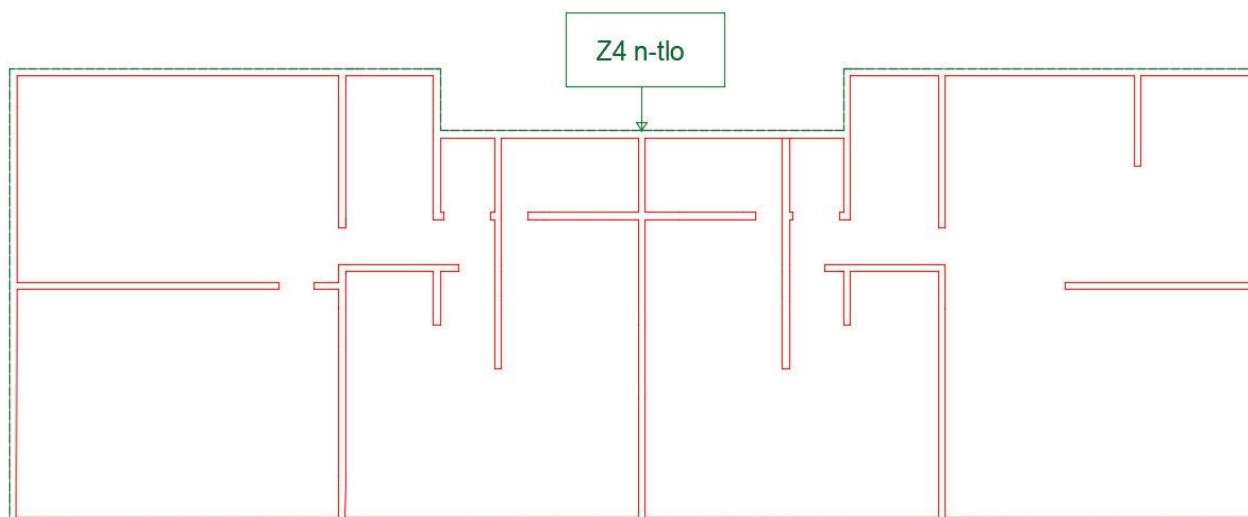
R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal	8,000	0,035	1,10	0,09	100,00
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
6	3.16 Silikatna žbuka	0,500	0,900	60,00	0,30	1800,00
Definirane ploštine [m <sup>2</sup> ]:				Sjever	266,28	

## Zidovi prema negrijanim prostorijama 1 - Z2 g-n

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal	5,000	0,035	1,10	0,06	100,00
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
6	3.01 Cementna žbuka	1,500	1,600	30,00	0,45	2000,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:				202,86		

## Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - Z3 g-g

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
4	Knauf Insulation ploča za pregradne zidove AKUSTIK BOARD	4,000	0,037	1,10	0,04	16,00
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	0,900	14,00	0,07	1650,00
6	3.01 Cementna žbuka	1,500	1,600	30,00	0,45	2000,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:				994,25		

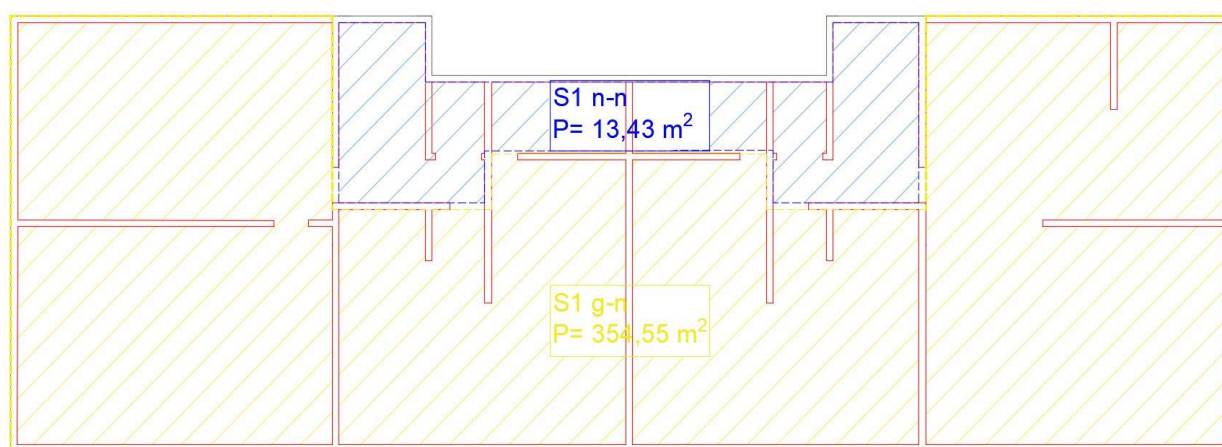


Slika 83. Z4 n-tlo

Zidovi prema tlu 1 - Z4 n-tlo

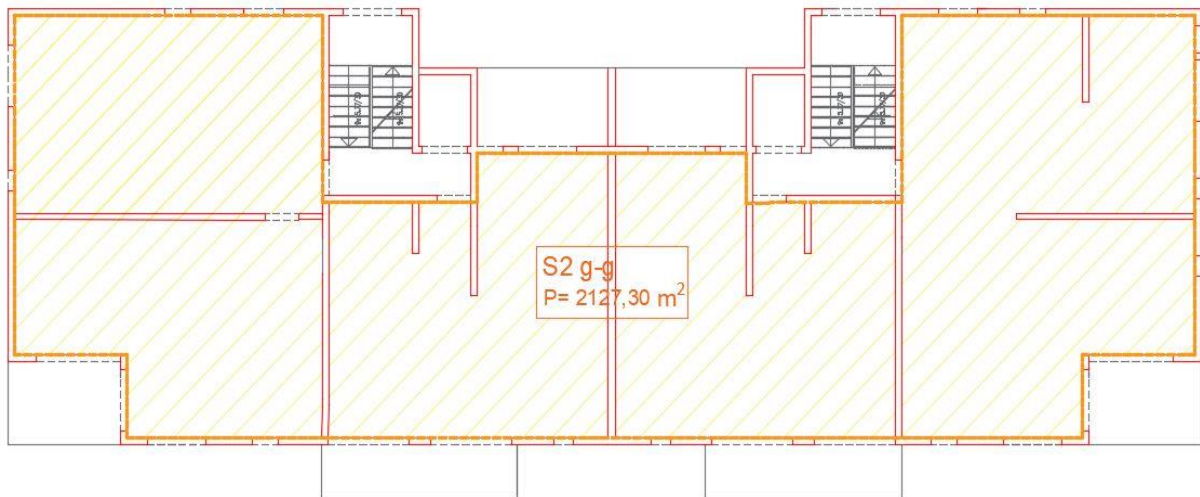
R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	20,000	2,600	110,00	22,00	2500,00
3	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	0,150	0,230	50000,00	75,00	1100,00
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	6,000	0,033	80,00	4,80	28,00
5	Čepičasta traka (zaštita hidroizolacije)	2,000	0,200	500000,00	2.000,00	1200,00
6	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	50,000	0,810	3,00	1,50	1700,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					305,34	

### 12.2.2. Horizontalni građevni dijelovi



Slika 84. S1 g-n, n-n





Slika 85. S2 g-g

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

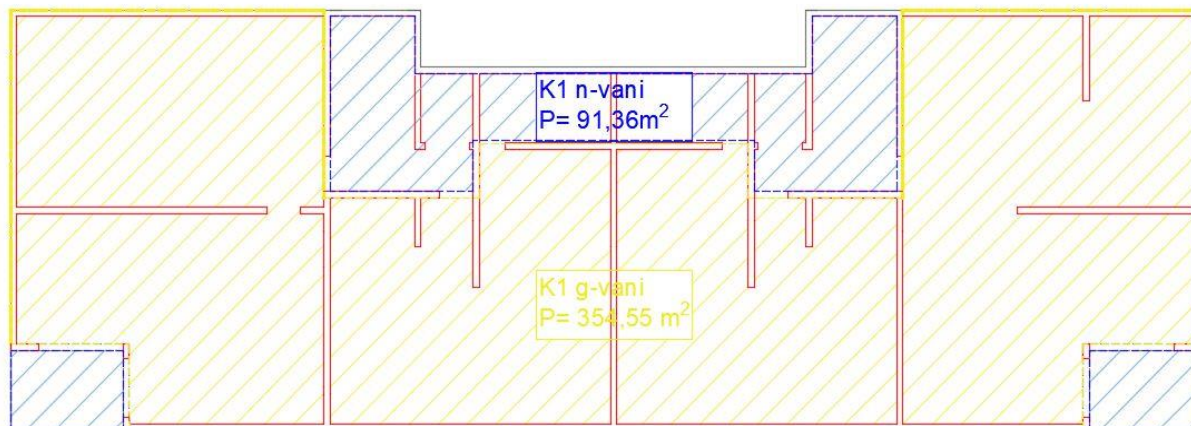
R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	Polietilenska folija 0,15 mm	0,015	0,500	334000,00	15,00	980,00
3	Knauf Insulation podna ploča NaturBoard TPT	4,000	0,036	1,10	0,04	130,00
4	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
5	3.01 Cementna žbuka	1,500	1,600	30,00	0,45	2000,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					2127,30	

Stropovi prema negrijanim prostorijama 1 - S1 g-n

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5,000	0,037	60,00	3,00	21,00
3	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
4	3.01 Cementna žbuka	1,500	1,600	30,00	0,45	2000,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					354,55	

Stropovi prema negrijanim prostorijama 2 - S1 n-n

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
2	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5,000	0,037	60,00	3,00	21,00
3	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
4	3.01 Cementna žbuka	1,500	1,600	30,00	0,45	2000,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					13,43	



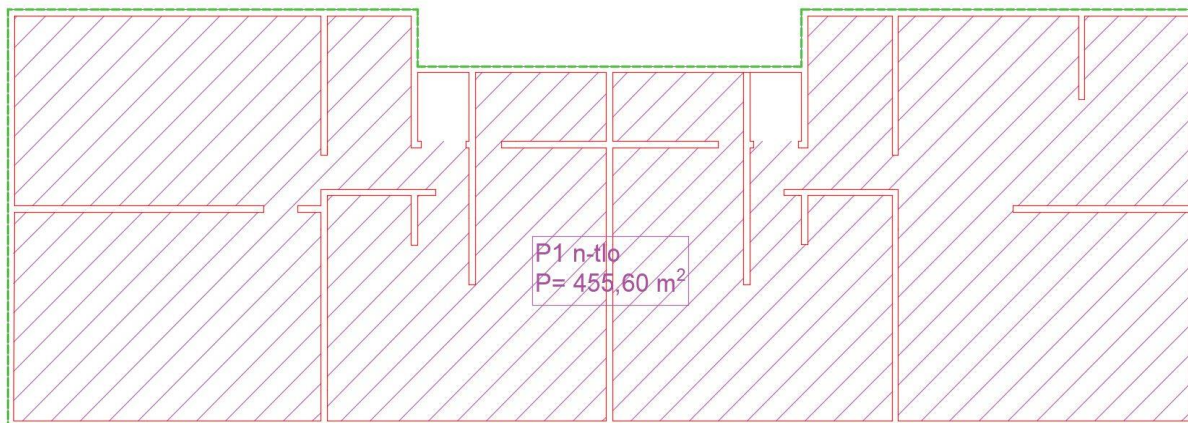
Slika 86. K1 n-vani, g-vani

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

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
3	2.03 Beton	4,000	2,000	100,00	4,00	2400,00
4	HOMESAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,040	0,500	1000000,00	40,00	500,00
5	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	12,000	0,038	1,10	0,13	135,00
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	0,260	90000,00	135,00	1600,00
7	4.04 Kamene ploče	3,000	2,800	170,00	5,10	2500,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:						354,55

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

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	1,600	30,00	0,60	2000,00
2	2.01 Armirani beton	18,000	2,600	110,00	19,80	2500,00
3	2.03 Beton	4,000	2,000	100,00	4,00	2400,00
4	HOMESAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,040	0,500	1000000,00	40,00	500,00
5	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	12,000	0,038	1,10	0,13	135,00
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	0,260	90000,00	135,00	1600,00
7	4.04 Kamene ploče	3,000	2,800	170,00	5,10	2500,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:						91,36



Slika 87. P1 n-tlo

## Podovi na tlu 1 - P1 n-t

R.b.	Materijal	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	$\mu$ [-]	sd [m]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1	4.03 Keramičke pločice	2,000	1,300	200,00	4,00	2300,00
2	3.19 Cementni estrih	5,000	1,600	50,00	2,50	2000,00
3	PE - folija (pričvršćena metalnim spojnicama)	0,200	0,600	54000,00	108,00	980,00
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	5,000	0,033	80,00	4,00	28,00
5	2.01 Armirani beton	45,000	2,600	110,00	49,50	2500,00
6	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	3,000	0,230	50000,00	1.500,00	1100,00
7	2.03 Beton	10,000	2,000	100,00	10,00	2400,00
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	40,000	0,810	3,00	1,20	1700,00
Definirana ploština [m <sup>2</sup> ]:					455,60	

### 12.2.3. Otvori (prozirni i neprozirni elementi) zgrade

Naziv otvora	Uw [W/m <sup>2</sup> K]	Orijentacija	Aw [m <sup>2</sup> ]	n
P2 Sg-vani 120x120	1,40	Sjever	1,44	14,00
P1 Sn-vani 180x120	1,40	Sjever	2,16	12,00
P3 Sg-vani 120x80	1,40	Sjever	0,96	14,00
P3g-vani 120x80	1,40	Zapad	0,96	7,00
	1,40	Jug	0,96	14,00
P4g-vani 60x60	1,40	Istok	0,36	7,00
	1,40	Zapad	0,36	14,00
	1,40	Jug	0,36	14,00
P1g-vani 180x120	1,40	Istok	2,16	7,00
	1,40	Zapad	2,16	7,00
	1,40	Jug	2,16	14,00
V1g-vani 270x300	1,40	Jug	8,10	14,00
V3 Sg-vani 210x90	1,40	Sjever	1,89	14,00
V4g-n 210x90	1,30	Istok	1,89	28,00
V2g-vani 250x300	1,40	Jug	7,50	24,00
V5 Sn-vani 235x200	1,40	Sjever	4,70	2,00

### 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
Juzna prostorija	Jug	16,95	12,00	0,71	0,15	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
Juzna prostorija	V2g-vani 250x300	0,30	6,00	0,80	2


### Sustav grijanja i energent za grijanje

Sustav grijanja:	Lokalno
Vrijeme rada sustava:	Ostalo (ručni unos)
Udio vremena s definiranom unutarnjom temperaturom – f <sub>H,hr</sub> (režim rada termotehničkog sustava za grijanje):	0,71
Omjer dana u tjednu s definiranom unutarnjom temperaturom (za hlađenje) – f <sub>C,day</sub> :	1,00
Vrsta energenta za grijanje:	Električna energija
Vrsta i način korištenja obnovljivih izvora energije:	
Udio obnovljive energije u isporučenoj energiji [%]:	0,00

## 12.4. 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
Z1g-vani	1200,51	0,39	0,45	✓
Z1n-vani	266,28	0,39	0,45	✓
Z2g-n	266,28	0,56	0,60	✓
Z3g-g	994,25	0,69	0,80	✓
Z4n-tlo	305,34	0,49	0,50	✓
S2g-g	2127,30	0,67	0,80	✓
P1n-t	455,60	0,49	0,50	✓
S1g-n	354,55	0,58	0,60	✓
S1n-n	13,43	0,58	0,60	✓
K1g-v	354,55	0,29	0,30	✓
K1n-v	91,36	0,29	0,30	✓

## Vanjski zidovi 1 - Z1 g-vani

Opći podaci o građevnom dijelu										
	A <sub>gd</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>I</sub>	A <sub>Z</sub>	A <sub>S</sub>	A <sub>J</sub>	A <sub>SI</sub>	A <sub>SZ</sub>	A <sub>II</sub>	A <sub>Iz</sub>	
	1200,51	191,31	195,51	483,88	329,81	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,39 ≤ 0,45			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni φ <sub>si</sub> ≤ 0,8)			fR <sub>si</sub> = 0,39 ≤ 0,90			ZADOVOLJAVA			
	Unutarnja kondenzacija:			ΣM <sub>a,god</sub> = 0,00			ZADOVOLJAVA			
Dinamičke karakteristike:			573,50 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,39 ≤ 0,45			ZADOVOLJAVA				
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka			d[cm]	ρ[kg/m <sup>3</sup> ]	λ[W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]			
1	3.01 Cementna žbuka			2,000	2000,00	1,600	0,013			
2	2.01 Armirani beton			20,000	2500,00	2,600	0,077			
3	Polimerno-cementno ljepilo			0,500	1650,00	0,900	0,006			
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal			8,000	100,00	0,035	2,286			
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom			0,500	1650,00	0,900	0,006			
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			
							R <sub>T</sub> = 2,562			
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,39				U = 0,39 ≤ U <sub>max</sub> = 0,45			ZADOVOLJAVA			
Plošna masa građevnog dijela 573,50 [kg/m <sup>2</sup> ]				573,50 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,39 ≤ 0,45			ZADOVOLJAVA			

## Ispravci i dodaci

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)


Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int,set,H,gd} = 20,00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studen	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,39 \leq fR_{si,max} = 0,90$			ZADOVOLJAVA			

Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu				
Naziv otvora	fR <sub>si</sub>	fR <sub>si,max</sub>	$\theta_{min}$	OK
P2_Sg-vani 120x120	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
P3_Sg-vani 120x80	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
P3g-vani 120x80	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
P4g-vani 60x60	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
P1g-vani 180x120	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
V1g-vani 270x300	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
V3_Sg-vani 210x90	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
V2g-vani 250x300	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

## Vanjski zidovi 2 - Z1n-vani

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{jl}$	$A_{jz}$	
	266,28	0,00	0,00	266,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			$U [W/m^2 K] = 0,39 \leq 0,45$			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,39 \leq 0,90$			ZADOVOLJAVA			
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			
Dinamičke karakteristike:			$573,50 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,39 \leq 0,45$			ZADOVOLJAVA				

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	2000,00	1,600	0,013
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal	8,000	100,00	0,035	2,286
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	1650,00	0,900	0,006
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
					R <sub>T</sub> = 2,562
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,39		U = 0,39 ≤ U <sub>max</sub> = 0,45		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela 573,50 [kg/m <sup>2</sup> ]		573,50 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,39 ≤ 0,45		ZADOVOLJAVA	

**Ispravci i dodaci**

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)**

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:		Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada							
Odabrani razred vlažnosti:		Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja							
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:		$\theta_{int,set,H,gd} = 20,00^{\circ}\text{C}$							
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studeni	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost		$fR_{si} = 0,39 \leq fR_{si,max} = 0,90$				ZADOVOLJAVA			


**Ocjena opasnosti od kondenzacije na okvirima otvora koji se nalaze na ovom građevnom dijelu**

Naziv otvora	fR <sub>si</sub>	fR <sub>si,max</sub>	$\theta_{min}$	OK
P1_Sn-vani 180x120	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA
V5_Sn-vani 235x200	0,82	0,39	1,0	ZADOVOLJAVA

**Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage**

Mjesec	g <sub>c1</sub>	M <sub>a1</sub>
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

## Zidovi prema negrijanim prostorijama 1 - Z2g-n

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{sl}$	$A_{sz}$	$A_{jl}$	$A_{jz}$	
	266,28	0,00	0,00	266,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			$U [W/m^2 K] = 0,56 \leq 0,60$				ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{sl} \leq 0,8$ )			$fR_{sl} = 0,39 \leq 0,86$				ZADOVOLJAVA		
Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,god} = 0,00$				ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho[kg/m^3]$	$\lambda[W/mK]$	$R[m^2 K/W]$
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	2000,00	1,600	0,013
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
4	Knauf Insulation ploča za kontaktne fasade FKD-S Thermal	5,000	100,00	0,035	1,429
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	1650,00	0,900	0,006
6	3.01 Cementna žbuka	1,500	2000,00	1,600	0,009
					$R_{sl} = 0,130$
					$R_{se} = 0,130$
					$R_T = 1,798$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] = 0,56$		$U = 0,56 \leq U_{max} = 0,60$			ZADOVOLJAVA


Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int,set,H,gd} = 20,00^\circ C$				
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studeni	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost				$fR_{sl} = 0,39 \leq fR_{sl,max} = 0,86$			ZADOVOLJAVA		

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$E_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA



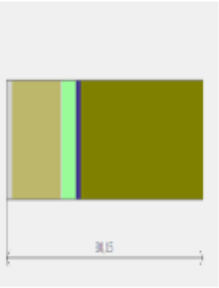
## Zidovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - Z3g-g

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	994,25	0,00	0,00	266,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,69 ≤ 0,80			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	ρ[kg/m <sup>3</sup> ]	λ[W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	2000,00	1,600	0,013
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	Polimerno-cementno ljepilo	0,500	1650,00	0,900	0,006
4	Knauf Insulation ploča za pregradne zidove AKUSTIK BOARD	4,000	16,00	0,037	1,081
5	Polimerno-cementno ljepilo armirano staklenom mrežicom	0,500	1650,00	0,900	0,006
6	3.01 Cementna žbuka	1,500	2000,00	1,600	0,009
					R <sub>si</sub> = 0,130
					R <sub>se</sub> = 0,130
					R <sub>T</sub> = 1,451
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,69		U = 0,69 ≤ U <sub>max</sub> = 0,80			ZADOVOLJAVA

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

## Zidovi prema tlu 1 - Z4n-tlo


Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	305,34	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] = 0,49 ≤ 0,50			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			fR <sub>si</sub> = 0,00 ≤ 0,88			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	2000,00	1,600	0,013
2	2.01 Armirani beton	20,000	2500,00	2,600	0,077
3	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	0,150	1100,00	0,230	0,007
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	6,000	28,00	0,033	1,818
5	Čepičasta traka (zaštita hidroizolacije)	2,000	1200,00	0,200	-
6	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	50,000	1700,00	0,810	-
					R <sub>si</sub> = 0,130
					R <sub>se</sub> = 0,000
					R <sub>T</sub> = 2,044
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,49		U = 0,49 ≤ U <sub>max</sub> = 0,50		ZADOVOLJAVA	

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int,set,H,gd} = 20,00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Veljača	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Ožujak	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Travanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Svibanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Lipanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Srpanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Kolovoz	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Rujan	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Listopad	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Studeni	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Prosinac	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,00 \leq fR_{si,max} = 0,88$			ZADOVOLJAVA			

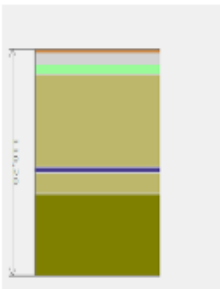
Stropovi između grijanih dijelova različitih korisnika 1 - S2g-g

Opći podaci o građevnom dijelu										
	A <sub>gd</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>l</sub>	A <sub>z</sub>	A <sub>s</sub>	A <sub>l</sub>	A <sub>sl</sub>	A <sub>sz</sub>	A <sub>ll</sub>	A <sub>lz</sub>	
	2127,30	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] = 0,67 ≤ 0,80			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	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	Knauf Insulation podna ploča NaturBoard TPT	4,000	130,00	0,036	1,111
4	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
5	3.01 Cementna žbuka	1,500	2000,00	1,600	0,009
					R <sub>si</sub> = 0,170
					R <sub>se</sub> = 0,100
					R <sub>T</sub> = 1,491
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,67		U = 0,67 ≤ U <sub>max</sub> = 0,80		ZADOVOLJAVA	

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

## Podovi na tlu 1 - P1n-t

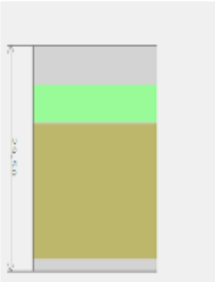
Opći podaci o građevnom dijelu										
	A <sub>gd</sub> [m <sup>2</sup> ]	A <sub>I</sub>	A <sub>Z</sub>	A <sub>S</sub>	A <sub>J</sub>	A <sub>SI</sub>	A <sub>SZ</sub>	A <sub>JII</sub>	A <sub>JZ</sub>	
	455,60	455,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,49 ≤ 0,50			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			fR <sub>si</sub> = 0,00 ≤ 0,88			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	4.03 Keramičke pločice	2,000	2300,00	1,300	0,015
2	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
3	PE - folija (pričvršćena metalnim spojnica)	0,200	980,00	0,600	0,003
4	7.03 Ekstrudirana polistir. pjena (XPS)	5,000	28,00	0,033	1,515
5	2.01 Armirani beton	45,000	2500,00	2,600	0,173
6	5.01 Bitum. traka s uloškom stakl. voala	3,000	1100,00	0,230	0,130
7	2.03 Beton	10,000	2400,00	2,000	-
8	6.04 Pijesak, šljunak, tucanik (drobljenac)	40,000	1700,00	0,810	-
					R <sub>si</sub> = 0,170
					R <sub>se</sub> = 0,000
					R <sub>T</sub> = 2,039
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,49		U = 0,49 ≤ U <sub>max</sub> = 0,50		ZADOVOLJAVA	

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{\text{int,set,H,gd}} = 20,00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Veljača	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Ožujak	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Travanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Svibanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Lipanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Srpanj	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Kolovoz	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Rujan	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Listopad	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Studen	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Prosinac	16,9	1,00	1924	126	2063	2578	21,6	20,0	0,00
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,00 \leq fR_{si, \max} = 0,88$			ZADOVOLJAVA			

## Stropovi prema negrijanim prostorijama 1 - S1g-n

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [\text{m}^2]$	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	354,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			$U [\text{W}/\text{m}^2 \text{K}] = 0,58 \leq 0,60$			ZADOVOLJAVA			
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,39 \leq 0,86$			ZADOVOLJAVA			
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a,gd} = 0,00$			ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$	$\lambda[\text{W}/\text{mK}]$	$R[\text{m}^2 \text{K}/\text{W}]$
1	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
2	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5,000	21,00	0,037	1,351
3	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
4	3.01 Cementna žbuka	1,500	2000,00	1,600	0,009
					$R_{si} = 0,170$
					$R_{se} = 0,100$
					$R_T = 1,731$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [\text{W}/\text{m}^2 \text{K}] = 0,58$		$U = 0,58 \leq U_{\max} = 0,60$			ZADOVOLJAVA

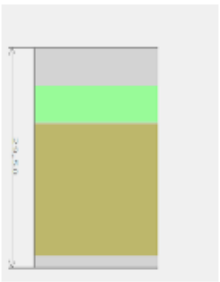
Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)	
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:	Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada

Odabrani razred vlažnosti:				Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja					
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:				$\theta_{\text{int,set,H,gd}} = 20,00^{\circ}\text{C}$					
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studen	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,39 \leq fR_{si, \max} = 0,86$			ZADOVOLJAVA			

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$\xi_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

## Stropovi prema negrijanim prostorijama 2 - S1n-n

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_l$	$A_z$	$A_s$	$A_j$	$A_{si}$	$A_{sz}$	$A_{ji}$	$A_{jz}$	
	13,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0,58 \leq 0,60$				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,39 \leq 0,86$				ZADOVOLJAVA		
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, \text{god}} = 0,00$				ZADOVOLJAVA		

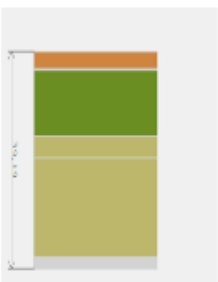
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka		$\rho [kg/m^3]$	$\lambda [W/mK]$	$R [m^2 K/W]$
1	3.19 Cementni estrih	5,000	2000,00	1,600	0,031
2	7.02 Ekspandirani polistiren (EPS)	5,000	21,00	0,037	1,351
3	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
4	3.01 Cementna žbuka	1,500	2000,00	1,600	0,009
					$R_{si} = 0,170$
					$R_{se} = 0,100$
					$R_T = 1,731$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] = 0,58$		$U = 0,58 \leq U_{\max} = 0,60$			ZADOVOLJAVA

Ispravci i dodaci	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int, set, H, gd} = 20,00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studen	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,39 \leq fR_{si, max} = 0,86$			ZADOVOLJAVA			

Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage		
Mjesec	$\xi_{c1}$	$M_{s1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

## Ravni krovovi iznad grijanog prostora 1 - K1g-v

Opći podaci o građevnom dijelu										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	354,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Toplinska zaštita:			$U [W/m^2 K] = 0,29 \leq 0,30$				ZADOVOLJAVA		
	Površinska vlažnost: (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,39 \leq 0,93$				ZADOVOLJAVA		
	Unutarnja kondenzacija:			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$				ZADOVOLJAVA		
Dinamičke karakteristike:			$679,80 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,29 \leq 0,30$				ZADOVOLJAVA			

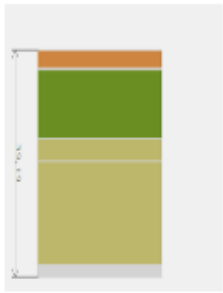
	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	$\rho [kg/m^3]$	$\lambda [W/mK]$	$R [m^2 K/W]$
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	2000,00	1,600
2	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600
3	2.03 Beton	4,000	2400,00	2,000
4	HOMESEAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,040	500,00	0,500
5	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	12,000	135,00	0,038
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	1600,00	0,260
7	4.04 Kamene ploče	3,000	2500,00	2,800
				$R_{si} = 0,100$
				$R_{se} = 0,040$
				$R_T = 3,406$
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s $U [W/m^2 K] = 0,29$		$U = 0,29 \leq U_{max} = 0,30$		ZADOVOLJAVA
Plošna masa građevnog dijela 679,80 [kg/m <sup>2</sup> ]		$679,80 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,29 \leq 0,30$		ZADOVOLJAVA

<b>Ispravci i dodaci</b>	
Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)	
Tip zračnih šupljina:	Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

<b>Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)</b>									
Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:					Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada				
Odabrani razred vlažnosti:					Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja				
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:					$\theta_{int, set, H, gd} = 20,00^{\circ}\text{C}$				
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studenj	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,39 \leq fR_{si, max} = 0,93$			ZADOVOLJAVA			

<b>Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage</b>		
Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

## Ravni krovovi iznad grijanog prostora 2 - K1n-v

<b>Opći podaci o građevnom dijelu</b>										
	$A_{gd} [m^2]$	$A_I$	$A_Z$	$A_S$	$A_J$	$A_{SI}$	$A_{SZ}$	$A_{JI}$	$A_{JZ}$	
	91,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	<b>Toplinska zaštita:</b>			$U [W/m^2 K] = 0,29 \leq 0,30$				ZADOVOLJAVA		
	<b>Površinska vlažnost:</b> (Rizik okruženja s plijesni $\phi_{si} \leq 0,8$ )			$fR_{si} = 0,39 \leq 0,93$				ZADOVOLJAVA		
	<b>Unutarnja kondenzacija:</b>			$\Sigma M_{a, god} = 0,00$				ZADOVOLJAVA		
<b>Dinamičke karakteristike:</b>			$679,80 \geq 100 \text{ kg/m}^2$ $U = 0,29 \leq 0,30$				ZADOVOLJAVA			

	Slojevi građevnog dijela u smjeru toplinskog toka	d[cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	3.01 Cementna žbuka	2,000	2000,00	1,600	0,013
2	2.01 Armirani beton	18,000	2500,00	2,600	0,069
3	2.03 Beton	4,000	2400,00	2,000	0,020
4	HOMESEAL LDS 200 AluPlus parna brana za ravne krovove	0,040	500,00	0,500	0,001
5	Knauf Insulation ploča za ravne krovove SmartRoof TOP	12,000	135,00	0,038	3,158
6	5.10 Polim. hidro. traka na bazi FPO/TPO	0,150	1600,00	0,260	0,006
7	4.04 Kamene ploče	3,000	2500,00	2,800	-
					R <sub>si</sub> = 0,100
					R <sub>se</sub> = 0,040
					R <sub>τ</sub> = 3,406
U pogledu toplinske zaštite, građevni dio s U [W/m <sup>2</sup> K] = 0,29		U = 0,29 ≤ U <sub>max</sub> = 0,30		ZADOVOLJAVA	
Plošna masa građevnog dijela 679,80 [kg/m <sup>2</sup> ]		679,80 ≥ 100 kg/m <sup>2</sup> U = 0,29 ≤ 0,30		ZADOVOLJAVA	

**Ispravci i dodaci**

Zračne šupljine (HRN EN ISO 6946, Annex E)

Tip zračnih šupljina: Nema zračnih šupljina koje prodiru kroz cijeli izolacijski sloj

**Proračun najveće dozvoljene površinske vlažnosti (HRN EN ISO 13788)**

Odabrani način proračuna površinske vlažnosti:			Primjena razreda vlažnosti u prostoriji - neklimatizirana zgrada						
Odabrani razred vlažnosti:			Stambene prostorije s malim intenzitetom korištenja						
Unutarnja temperatura grijanja uz građevni dio:			$\theta_{int, set, H, gld} = 20,00^{\circ}\text{C}$						
Siječanj	8,5	0,61	677	466	1189	1486	12,9	20,0	0,38
Veljača	7,7	0,58	609	498	1157	1447	12,5	20,0	0,39
Ožujak	10,4	0,60	756	389	1184	1480	12,8	20,0	0,25
Travanj	15,3	0,60	1043	190	1252	1565	13,7	20,0	0,00
Svibanj	20,4	0,56	1341	0	1341	1677	14,7	20,0	0,00
Lipanj	25,4	0,54	1751	0	1751	2188	18,9	20,0	0,00
Srpanj	25,0	0,49	1551	0	1551	1939	17,0	20,0	0,00
Kolovoz	27,6	0,52	1919	0	1919	2399	20,4	20,0	0,00
Rujan	22,9	0,59	1647	0	1647	2058	18,0	20,0	0,00
Listopad	15,8	0,63	1130	170	1317	1647	14,5	20,0	0,00
Studeni	11,9	0,65	905	328	1266	1583	13,9	20,0	0,24
Prosinac	10,7	0,61	785	377	1199	1499	13,0	20,0	0,25
Površinska vlažnost			$fR_{si} = 0,39 \leq fR_{si, max} = 0,93$			ZADOVOLJAVA			

**Mjesečni proračun kondenzacije i akumulacije vlage**

Mjesec	$g_{c1}$	$M_{a1}$
Siječanj - Prosinac	0,00000	0,00000
U pogledu kondenzacije građevni dio:		ZADOVOLJAVA

**12.5. 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>sh,ob</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> ]	
P3g-vani 120x80	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,35	0,19	0,77	0,96	7,00	1,40	
P4g-vani 60x60	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,13	0,07	0,29	0,36	14,00	1,40	
P1g-vani 180x120	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,81	0,43	1,73	2,16	7,00	1,40	

Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 153; Velj = 207; Ožu = 304; Tra = 360; Svi = 440; Lip = 480; Srp = 504; Kol = 447; RuJ = 358; Lis = 284; Stu = 165; Pro = 130

Jug															
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,ob</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> ]	
P3g-vani 120x80	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,35	0,19	0,77	0,96	14,00	1,40	
P4g-vani 60x60	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,13	0,07	0,29	0,36	14,00	1,40	
P1g-vani 180x120	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,81	0,43	1,73	2,16	14,00	1,40	
V1g-vani 270x300	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,74	0,94	0,70	0,80	0,30	2,85	1,62	6,48	8,10	14,00	1,40	
V2g-vani 250x300	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	0,74	0,94	0,70	0,80	0,30	2,64	1,50	6,00	7,50	24,00	1,40	

Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 335; Velj = 376; Ožu = 398; Tra = 339; Svi = 330; Lip = 316; Srp = 342; Kol = 376; RuJ = 418; Lis = 476; Stu = 347; Pro = 298

Istok															
Naziv	M.o.	N.p. [°]	F <sub>hor</sub>	F <sub>ov</sub>	F <sub>Fin</sub>	F <sub>sh,ob</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> ]	
P4g-vani 60x60	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,13	0,07	0,29	0,36	7,00	1,40	
P1g-vani 180x120	P	90 <sup>(1)</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,30	0,81	0,43	1,73	2,16	7,00	1,40	

Količina sunčevog zračenja [MJ/m<sup>2</sup>]: Sij = 153; Velj = 207; Ožu = 304; Tra = 360; Svi = 440; Lip = 480; Srp = 504; Kol = 447; RuJ = 358; Lis = 284; Stu = 165; Pro = 130

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]
P2_Sg-vani 120x120		P	0,29	1,15	1,44	14,00	1,40
P1_Sn-vani 180x120		P	0,43	1,73	2,16	12,00	1,40
P3_Sg-vani 120x80		P	0,19	0,77	0,96	14,00	1,40
V3_Sg-vani 210x90		P	0,38	1,51	1,89	14,00	1,40
V4g-n 210x90		D	1,89	0,00	1,89	28,00	1,30
V5_Sn-vani 235x200		P	0,94	3,76	4,70	2,00	1,40

## 12.6. Proračun toplinskih mostova (HRN EN ISO 14683)

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  $UTM = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ .

## 12.7. Koeficijenti transmisivskih gubitaka

Ukupni koeficijenti transmisivskih gubitaka	
Koeficijent transmisivske izmjene topline prema vanjskom okolišu, $H_D$ [W/K]	1424,488
Uprosječeni koeficijent transmisivske izmjene topline prema tlu, $H_{g,avg}$ [W/K]	232,316
Koeficijent transmisivske izmjene topline kroz negrijani prostor, $H_U$ [W/K]	336,620
Koeficijent transmisivske izmjene topline prema susjednoj zgradi, $H_A$ [W/K]	0,000
<b>Ukupni koeficijent transmisivske izmjene topline, <math>H_{Tr}</math> [W/K]</b>	<b>1993,424</b>

### Gubici topline kroz vanjski omotač zgrade

Popis građevnih dijelova koji ulaze u proračun  $H_D$

Naziv građevnog dijela	$(U + 0,05) \cdot A$
Z1g-vani	528,645
Z1n-vani	117,256
K1g-v	121,817
K1n-v	31,390

### Gubici topline kroz vanjske otvore

Definirani otvori na vanjskom omotaču zgrade:

Naziv otvora	n	$A_w$	$U_w$	$H_D$
P2_Sg-vani 120x120	14,00	1,44	1,40	28,22
P1_Sn-vani 180x120	12,00	2,16	1,40	36,29
P3_Sg-vani 120x80	14,00	0,96	1,40	18,82
P3g-vani 120x80	21,00	0,96	1,40	28,22
P4g-vani 60x60	35,00	0,36	1,40	17,64
P1g-vani 180x120	28,00	2,16	1,40	84,67
V1g-vani 270x300	14,00	8,10	1,40	158,76
V3_Sg-vani 210x90	14,00	1,89	1,40	37,04
V4g-n 210x90	28,00	1,89	1,30	68,80
V2g-vani 250x300	24,00	7,50	1,40	252,00
V5_Sn-vani 235x200	2,00	4,70	1,40	13,16

### 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]	γ [m]	U <sub>z</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>se</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>su</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>su</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	U' [W/m <sup>2</sup> K]	h [m]	n	V [m <sup>3</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> K]	U <sub>o</sub> [W/mK]	H <sub>o</sub> [W/mK]
G1	455,60	101,98	80,15	2,10	-	0,21	0,00	-	0,25	-	-	-	0,25	0,65	232,32

## 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)	*	3377,97	1,00	0,74	336,62

S1g-n, Z2g-n, K1n-v, Z1n-vani

V4g-n 210x90, V5\_Sn-vani 235x200, P1\_Sn-vani 180x120

Svi spojevi dobro zabrtvljeni, predviđeni manji otvori za ventilaciju.

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

Potrebni podaci	Oznaka	Vrijednost	Mjerna jedinica
Oplošje grijanog dijela zgrade	A	2662,91	[m <sup>2</sup> ]
Obujam grijanog dijela zgrade	V <sub>e</sub>	7556,43	[m <sup>3</sup> ]
Obujam grijanog zraka (Propis o uštedi energije i toplinskoj zaštiti, čl.4, st.11)	V	6045,14	[m <sup>3</sup> ]
Faktor oblika zgrade	f <sub>0</sub>	0,35	[m <sup>-1</sup> ]
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade	A <sub>K</sub>	2481,85	[m <sup>2</sup> ]
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	A <sub>K'</sub>	2481,85	[m <sup>2</sup> ]
Površina kondicionirane (grijane i hlađene) zone računate s vanjskim dimenzijama	A <sub>f</sub>	2518,81	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština pročelja	A <sub>uk</sub>	2394,72	[m <sup>2</sup> ]
Ukupna ploština prozora	A <sub>wuk</sub>	482,02	[m <sup>2</sup> ]

## 12.8. Toplinski gubici

### 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	1993,424 [W/K]

### Gubici provjetranjem

Proračun protoka zraka	
Referentna površina zone	$A = 2481,85 [m^2]$
Neto volumen zone	$V = 6045,14 [m^3]$
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	$t_{Kor} = 24,00 [h]$
Dnevni broj sati rada sustava mehaničke ventilacije	$t_{v,mech} = 24,00 [h]$
Minimalno potrebni volumni protok vanjskog zraka po jedinici površine	$V_A = 0,00 [m^3 / (hm^2)]$
Minimalno potreban broj izmjena vanjskog zraka	$n_{req} = 0,50 [h^{-1}]$

Mehanička ventilacija	
Minimalno potrebni volumni protok zraka	$V_{req} = 3022,57 [m^3 / h]$
Faktor propuštanja razvodnih kanala	$C_{ductleak} = 1,15 [-]$
Faktor propuštanja jedinice za obradu zraka	$C_{AHUleak} = 1,06 [-]$
Koeficijent propuštanja u zonu	$C_{indoorleak} = 0,00 [-]$
Koeficijent propuštanja izvan zone	$C_{outdoorleak} = 0,00$
Ukupni koeficijent propuštanja	$C_{leak} = 0,00 [-]$
Broj izmjena zraka dovedenog meh. ventilacijom	$n_{mech,sup} = 0,00 [-]$
Ukupni protok zraka koji propuštaju kanali	$V_{duct,leak} = 0,00 [m^3 / h]$
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)	$V_{mech,sup} = 0,00 [m^3 / h]$
Volumni protok zraka odvedenog meh. ventilacijom u vremenu rada meh. ventilacije (za satnu metodu)	$V_{mech,ext} = 0,00 [m^3 / h]$

Infiltracija	
Faktor korekcije zbog mehaničke ventilacije	$f_{v,mech} = 0,00 [-]$
<b>Broj izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni <math>[h^{-1}]</math></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

Prozračivanje												
Korekcija izmjena zraka uslijed mehaničke ventilacije										$\Delta n_{win,mech} = 0,38 [h^{-1}]$		
Korekcija izmjena zraka uslijed infiltracije - u mjesecu uprosječeni $[h^{-1}]$												
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

Potrebna toplinska energija za ventilaciju/klimatizaciju [kWh]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{Ve,inf,H}$	34,92	34,62	26,64	16,30	0,59	-11,54	-19,53	-18,91	-3,51	8,00	21,62	32,25
$Q_{Ve,win,H}$	280,56	278,08	213,99	130,97	4,76	-92,73	-156,92	-151,87	-28,23	64,30	173,67	259,06
$Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{Ve,H}$	9780,02	8755,59	7459,34	4418,12	165,76	-3128,11	-5470,18	-5294,06	-952,47	2241,25	5858,52	9030,63
$Q_{Ve,inf,C}$	46,76	46,45	38,48	28,14	12,43	0,30	-7,70	-7,07	8,32	19,84	33,46	44,09
$Q_{Ve,win,C}$	375,67	373,19	309,09	226,07	99,86	2,38	-61,82	-56,77	66,87	159,40	268,77	354,17
$Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{Ve,C}$	13095,28	11750,02	10774,60	7626,44	3481,02	80,21	-2154,92	-1978,80	2255,85	5556,52	9066,84	12345,90

## Ukupni gubici topline

Način grijanja: sustav s prekidom rada noći

Unutarnja projektna temperatura grijanja: 20,00 °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	34811,99	26262,37	2961,41	2991,43
Veljača	31186,97	23447,90	2956,78	2983,35
Ožujak	28637,05	20064,78	2960,82	2996,53
Travanj	20431,44	12205,28	2984,43	3077,48
Svibanj	10256,11	0,00	3282,17	-788,41
Lipanj	144,60	0,00	2008,29	2650,39
Srpanj	0,00	0,00	1827,52	2665,59
Kolovoz	0,00	0,00	2580,48	2735,55
Rujan	8362,83	0,00	4129,79	2399,19
Listopad	14814,50	6157,51	2970,09	3060,55
Studen	24114,50	15809,37	2962,83	3006,16
Prosinac	32931,77	24424,69	2971,51	3012,98

### Godišnji gubici topline [kWh]

	Toplinski gubici hlađenja	Toplinski gubici grijanja
Godišnje	205691,78	128371,91

## 12.9. Toplinski dobici

### a) Solarni dobici

Solarni dobici topline se računaju za definirane otvore i građevne dijelove u projektu.

Solarni toplinski dobici [kWh]												
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{sol,k}$	6085	7000	7992	9284	5463	5448	5843	6043	6227	9286	6036	5791
$Q_{sol,u,l}$	-27	-13	3	20	36	42	42	30	11	-7	-23	-30
$Q_{sol}$	6058	6987	7996	9304	5499	5491	5885	6073	6239	9279	6013	5761

### b) Unutarnji dobici topline

Mjesečni unutarnji dobici topline

Mj.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{int}$	9.232,48	8.339,02	9.232,48	8.934,66	9.232,48	8.934,66	9.232,48	9.232,48	8.934,66	9.232,48	8.934,66	9.232,48

### c) Ukupni dobici topline

Ukupni dobici topline	
Unutarnji dobici topline	$Q_{int} = 108.705,02$ [kWh]
Solarni dobici topline	$Q_{sol} = 80.584,82$ [kWh]
Ostali dobici topline	$Q' = 0,00$ [MJ]

Mjesečni dobici topline

Mjesec	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Siječanj	55045,81	15290,50
Veljača	55174,68	15326,30
Ožujak	62021,28	17228,13
Travanj	65658,80	18238,55
Svibanj	53032,79	14731,33
Lipanj	51931,16	14425,32
Srpanj	54424,70	15117,97
Kolovoz	55099,99	15305,55
Rujan	54623,73	15173,26
Listopad	66642,81	18511,89
Studeni	53812,92	14948,03
Prosinac	53974,75	14992,99

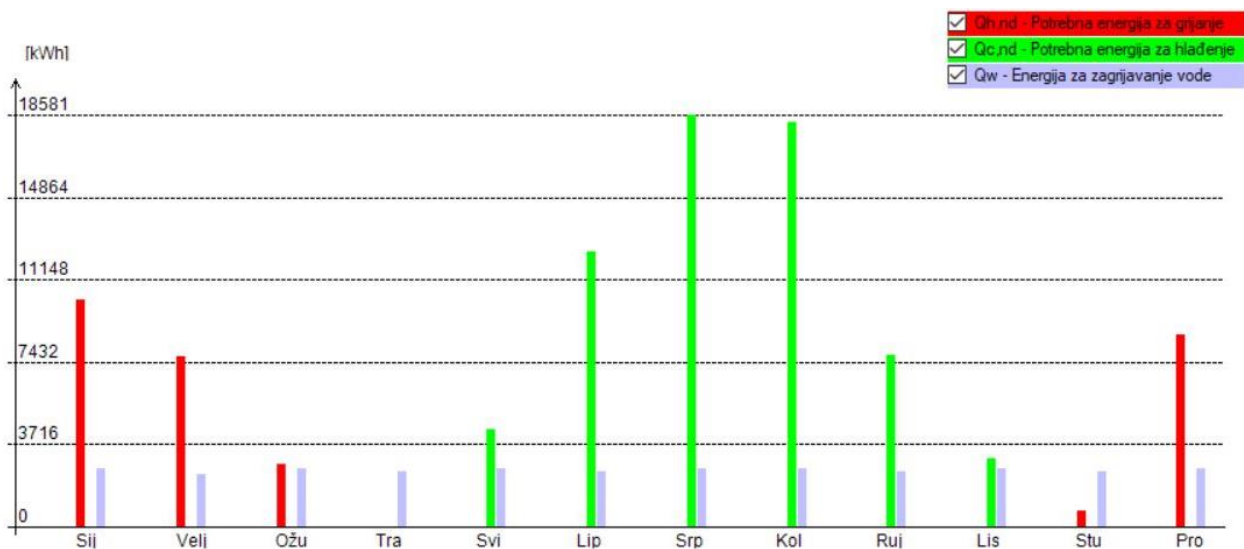
Godišnji dobici topline

	Toplinski dobici [MJ]	Toplinski dobici [kWh]
Godišnje	681443,43	189289,84



## Potrebna energija za zagrijavanje vode

Potrebni podaci	
Broj dana sezone grijanja - $d_g$	138,00 dan
Broj dana izvan sezone grijanja - $d_{ng}$	227,00 dan
Ploština korisne površine grijanog dijela zone - $A_k$	2481,85 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) - $Q_{W,g}$	11729,29 kWh
Potrebna toplinska energija za pripremu PTV (izvan sezone grijanja) - $Q_{W,ng}$	19293,83 kWh
Potrebna godišnja toplinska energija za pripremu PTV - $Q_w$	31023,12 kWh



Slika 88. Graf potrošnje energije po mjesecima

## 12.11. Rezultati proračuna

Rezultati proračuna potrebne 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	$A = 2662,91 \text{ [m}^2\text{]}$
Obujam grijanog dijela zgrade	$V_e = 7556,43 \text{ [m}^3\text{]}$
Faktor oblika zgrade	$f_o = 0,35 \text{ [m}^{-1}\text{]}$
Ploština korisne površine grijanog dijela	$A_k = 2481,85 \text{ [m}^2\text{]}$
Proračunska ploština korisne površine grijanog dijela	$A_{k'} = 2481,85 \text{ [m}^2\text{]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje	$Q_{H,nd} = 30262,74 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine korisne površine (za stambene i nestambene zgrade)	$Q''_{H,nd} = 12,19 \text{ (max = 28,63) [kWh/m}^2\text{ a]}$
Godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade (za nestambene zgrade prosječne visine etaže veće od 4.2m)	$Q'_{H,nd} = - \text{ (max = -) [kWh/m}^3\text{ a]}$
Godišnja potrebna energija za hlađenje	$Q_{C,nd} = 64660,91 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna isporučena energija	$E_{del} = 51967,88 \text{ [kWh/a]}$
Godišnja isporučena energija po jedinici ploštine korisne površine	$E''_{del} = 20,94 \text{ [kWh/m}^2\text{ a]}$
Ukupna primarna energija	$E_{prim} = 83876,16 \text{ [kWh/a]}$
Ukupna primarna energija po jedinice ploštine korisne površine	$E''_{prim} = 33,80 \text{ (max = 50,00) [kWh/m}^2\text{ a]}$
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade	$H'_{tr,adj} = 0,75 \text{ (max = 0,88) [W/m}^2\text{ K]}$



## 12.12. Iskaznica energetskih svojstava zgrade

Prema poglavlju VI Tehničkog propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti zgradama, za zgradu grijanu na temperaturu 18 °C ili više

Nova zgrada ili rekonstrukcija/značajna obnova	Nova zgrada
Naziv zgrade ili dijela zgrade	Zona 1
Vrsta zgrade	Višestambena
Namjena zgrade	Stambeni dio
k.č.br./k.o.	
Adresa/lokacija zgrade (ulica i kućni broj, poštanski broj, mjesto, nadmorska visina)	
Mjesec i godina izrade projekta	Srpanj 2021. godine
Oplošje grijanog dijela zgrade $A$ (m <sup>2</sup> )	2662,91
Obujam grijanog dijela zgrade $V_e$ (m <sup>3</sup> )	7556,43
Faktor oblika zgrade $f_o$ (m <sup>-1</sup> )	0,35
Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade $A_k$ (m <sup>2</sup> )	2481,85
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, mješovito)	Lokalno
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	20,00
Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	24,00
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	Split Marjan (122,00 m n.v.)
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,min}$ (°C)	8,50
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,max}$ (°C)	25,00

<b>4. POTREBNA TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE I HLAĐENJE ZGRADE</b>		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,nd}$ [kWh/a]	30262,74	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	28,63	12,19
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,nd}$ [kWh/a]	64660,91	
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade $Q''_{C,nd}$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
	50,00	26,05
Koeficijent transmisivnog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H_{tr,adj}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	<i>najveći dopušteni</i>	<i>izračunati</i>
	0,88	0,75
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (kvalificirani elektronički potpis) u pogledu svojstava građevnih dijelova zgrade - za podatke iz poglavlja 4.		

### 12.13. Primijenjeni propisi i norme

POPIS HRVATSKIH ZAKONA, PRAVILNIKA, PROPISA, NORMI I DRUGIH TEHNIČKIH SPECIFIKACIJA ZA PRORAČUNE GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE I ZGRADE KAO CJELINE

ZAKONI, PRAVILNICI I PROPISI

Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama

("Narodne novine" broj 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 120/20)

Zakon o gradnji

("Narodne novine" broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)

Zakon o građevnim proizvodima

(„Narodne novine“ broj 76/13, 30/14, 130/17, 39/19)

Zakon o energetske učinkovitosti

(„Narodne novine" broj 127/14, 116/18, 25/20)

Tehnički propis za prozore i vrata

(„Narodne novine" broj 69/06)

Pravilnik o energetsom pregledu zgrade i energetsom certificiranju

("Narodne novine" broj 88/17, 90/20, 1/21, 45/21)

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

Pravilnik o osobama ovlaštenim za energetske certifikate, energetske pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi

Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara

Meteorološki podaci – primjenjuju se od 1. siječnja 2016

Metodologija provođenja energetske pregleda građevina (kolovoz 2017)

Algoritam za izračun energetske svojstva 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 energijskih 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

## NORME ZA PRORAČUN

### 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

### HRN EN ISO 6946:2008

Građevni dijelovi i građevni dijelovi zgrade -- Toplinski otpor i koeficijent prolaska topline -- Metoda

### HRN 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:

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

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

HRN EN 12831:2004

Sustavi grijanja u građevinama -- Postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja (EN

HRN EN ISO 13370:2008

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

HRN EN 13779:2008

Ventilacija u nestambenim zgradama -- Zahtjevi za sustave ventilacije i klimatizacije (EN

HRN EN ISO 13788:2002

Značajke građevnih dijelova i građevnih dijelova zgrada s obzirom na toplinu i vlagu -- Temperatura unutarne

površine kojom se izbjegava kritična vlažnost površine i unutarnja kondenzacija -- Metode

HRN EN ISO 13789:2008

Toplinske značajke zgrada -- Koeficijenti prijelaza topline transmisijom i ventilacijom -- Metoda proračuna

HRN EN ISO 13790:2008

Energetska svojstva zgrada -- Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (EN ISO

HRN EN ISO 14683:2008

Toplinski mostovi u zgradarstvu -- Linearni koeficijent prolaska topline -- Pojednostavljene metode i zadane utvrđene

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 15232-1:2017

Energijska svojstva zgrada -- 1. dio: Utjecaj automatizacije zgrada, upravljanja i upravljanja

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)

NORME ZA ISPITIVANJE

HRN EN 674:2012

Staklo u graditeljstvu -- Određivanje koeficijenta prolaska topline (U-vrijednost) -- Metoda sa zaštićenom

HRN EN 1026:2016

Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Metoda ispitivanja (EN 1026:2016)

HRN EN 12207:2017

Prozori i vrata -- Propusnost zraka -- Razredba (EN 12207:2016)

HRN EN ISO 12412-2:2004

Toplinske značajke prozora, vrata i zaslona -- Određivanje koeficijenta prolaska topline metodom vruće

HRN EN ISO 12567-1:2011

Toplinske značajke prozora i vrata -- Određivanje prolaza topline metodom vruće komore -- 1. dio:

HRN EN 15316-2:2017

Energijska svojstva zgrade -- Metoda proračuna energijskih zahtjeva i učinkovitosti sustava – 2. dio: Sustavi predaje topline prostoru (grijanje i hlađenje), Moduli M3-5, M4-5 (EN 15316-

HR EN ISO 9972:2015

en pr Toplinske značajke zgrada – Određivanje propusnosti zraka kod zgrada – Metoda razlike tlakova (ISO 9972:2015; EN ISO 9972:2015)

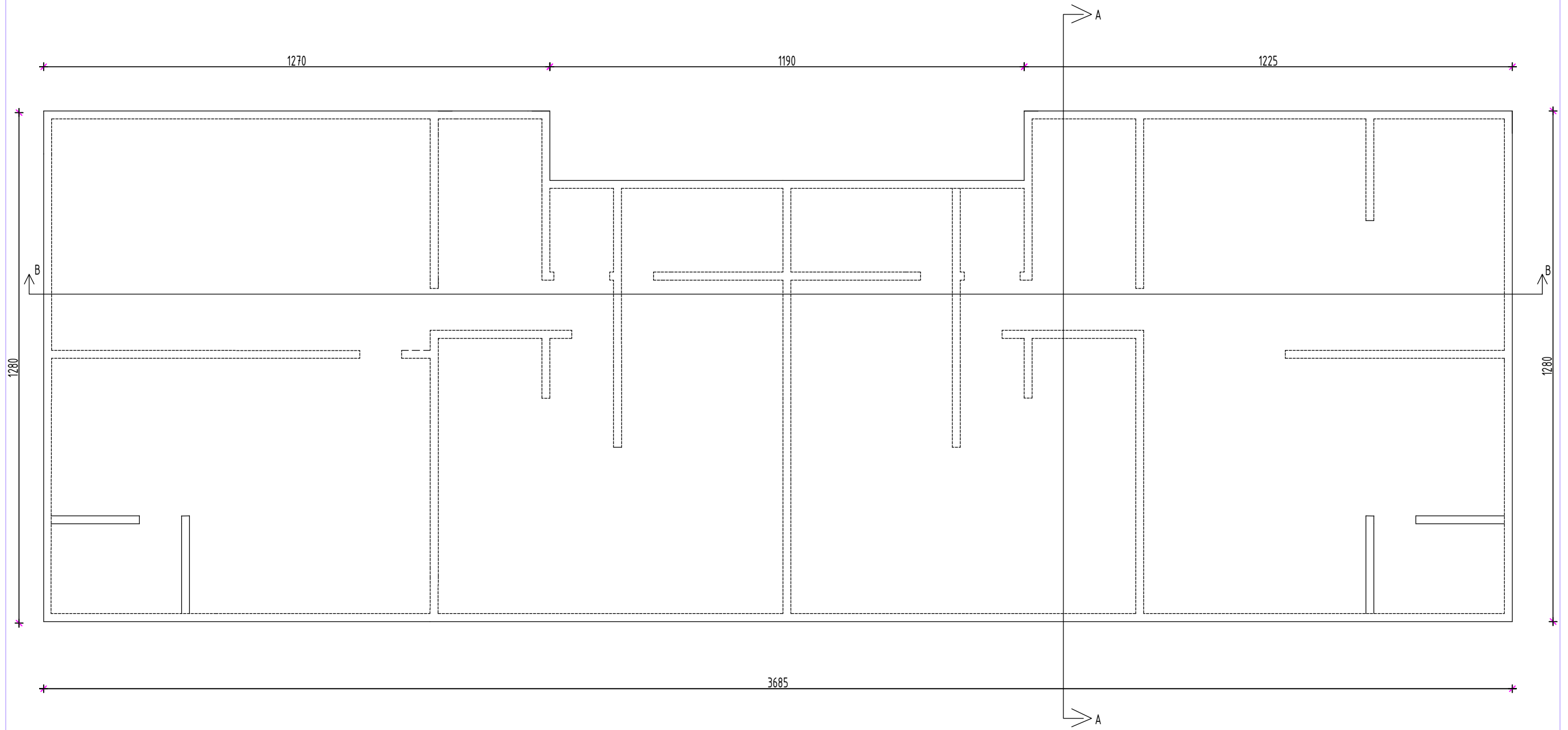
### 13. LITERATURA


- ❖ Harapin, J. Radnić: Osnove betonskih konstrukcija, interna skripta – zapisi s predavanja; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu, Split, studeni 2015
- ❖ J. Radić i suradnici: Betonske konstrukcije – Priručnik, Zagreb 2006
- ❖ 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
- ❖ B. Trogrlić: Fizika zgrade – predavanja, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Split, 2019
- ❖ 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
- ❖ DJELOVANJE SNIJEGA I VJETRA NA NOSIVE KONSTRUKCIJE Priručnik iz predmeta Lagane i Drvene Konstrukcije Autori: Prof. dr sc. Vlatka Rajčić, dipl. inž. građ. Dr. sc. Ana Mandić, dipl. inž. građ. Dean Čizmar, dipl. inž. građ.ž
- ❖ SCIA Engineer 19.1
- ❖ KI Expert Plus

## 14. 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 1,2,3,4,5 kata M 1:100
- Prilog 5 – Tlocrt krova M 1:100
- Prilog 6 – Presjek A-A M 1:100
- Prilog 7 – Presjek B-B 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 karakteristične ploče - donja zona M 1:100
- Prilog 15 – Armatura karakteristične 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 – Detalj armiranja rubnog područja zida M 1:10
- Prilog 20 – Detalj spoja temeljne ploče i zida M 1:10
- Prilog 21 – Armatura stupa M 1:20
- Prilog 22 – Armatura grede M 1:20

# TEMELJNA PLOČA



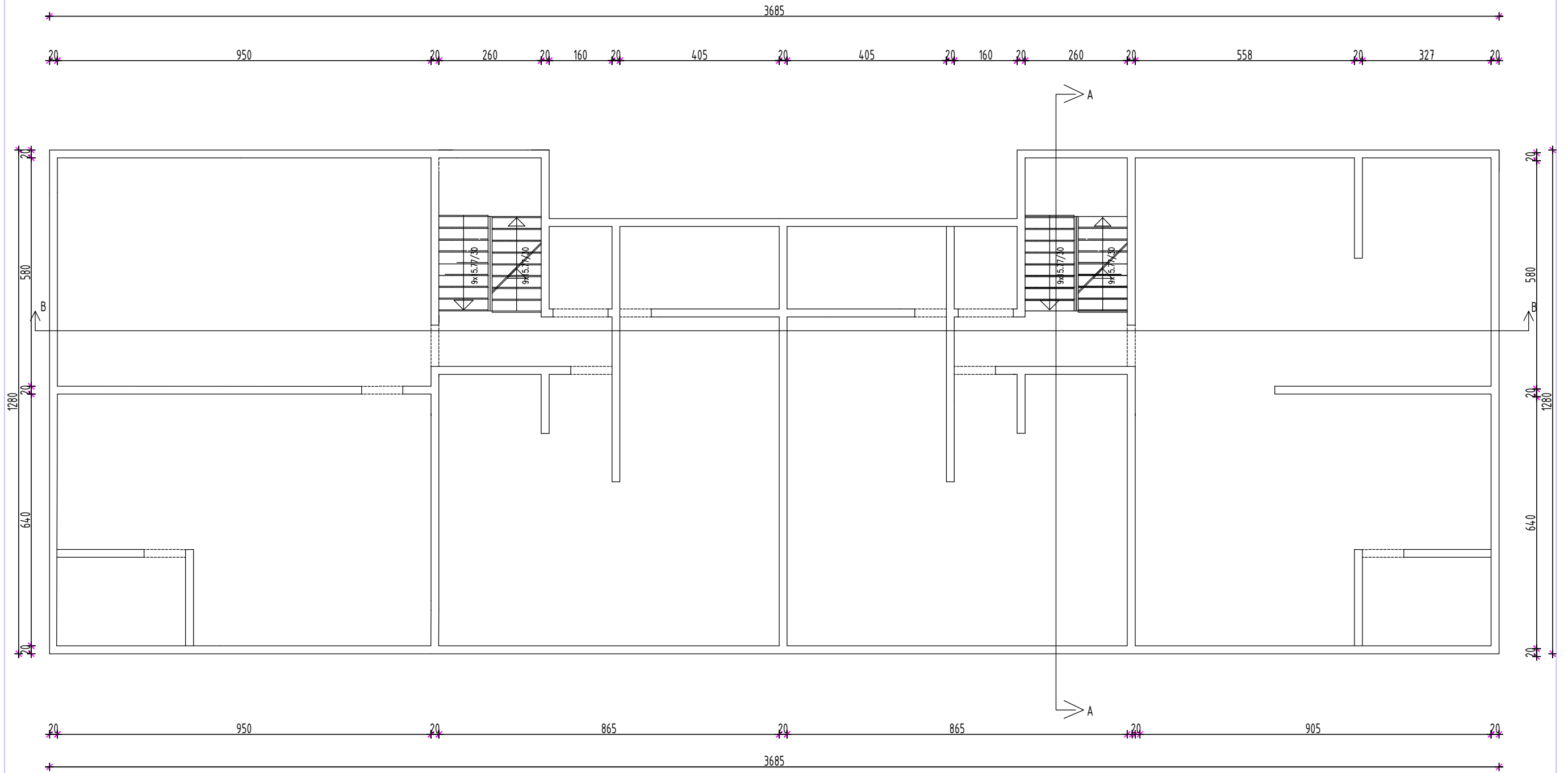
 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Tlocrt temeljne ploče
	MJERILO	1:100
	BROJ PRILOGA	1

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION




# PODRUM

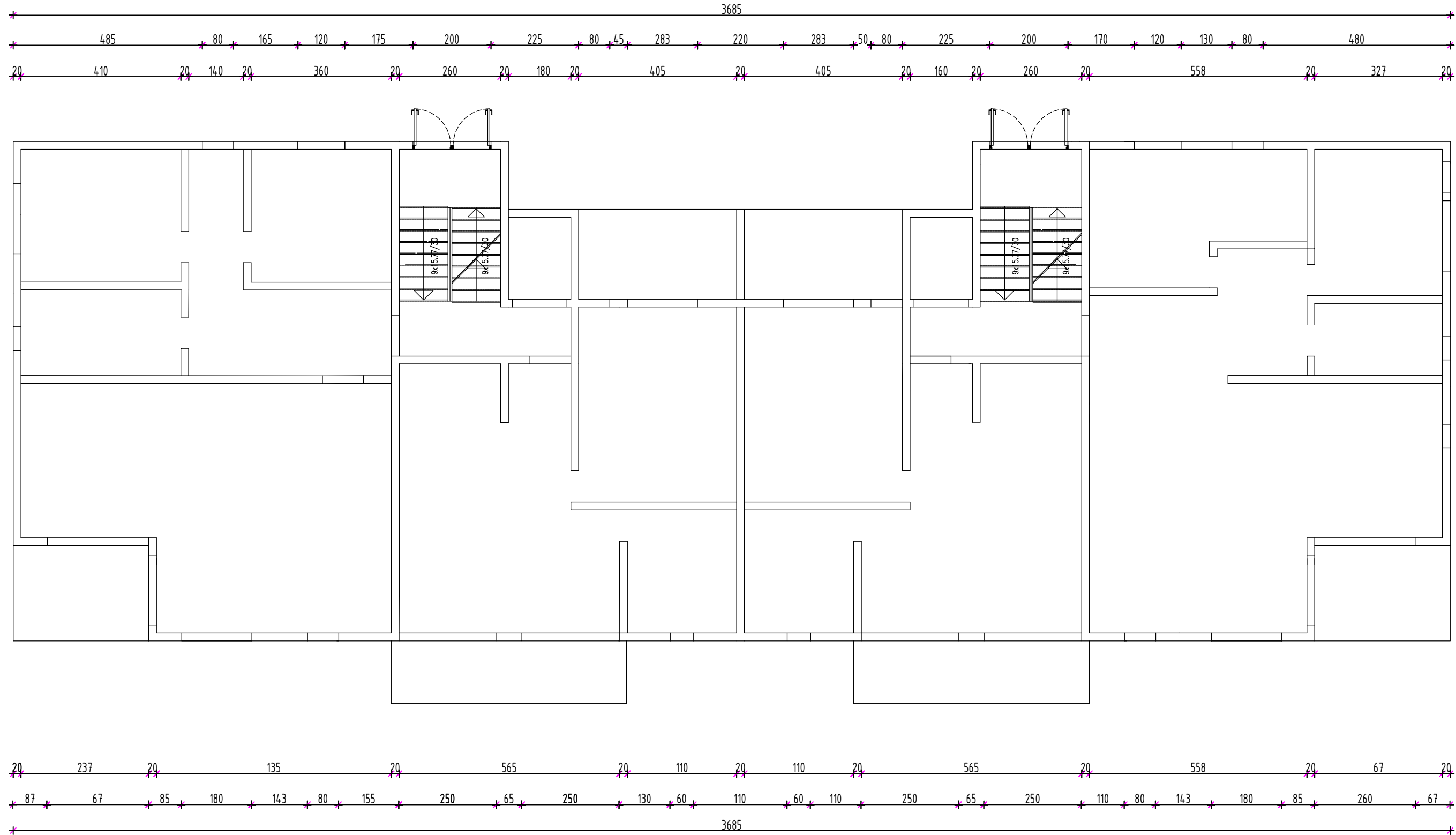


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Tlocrt podruma


# PRIZEMLJE



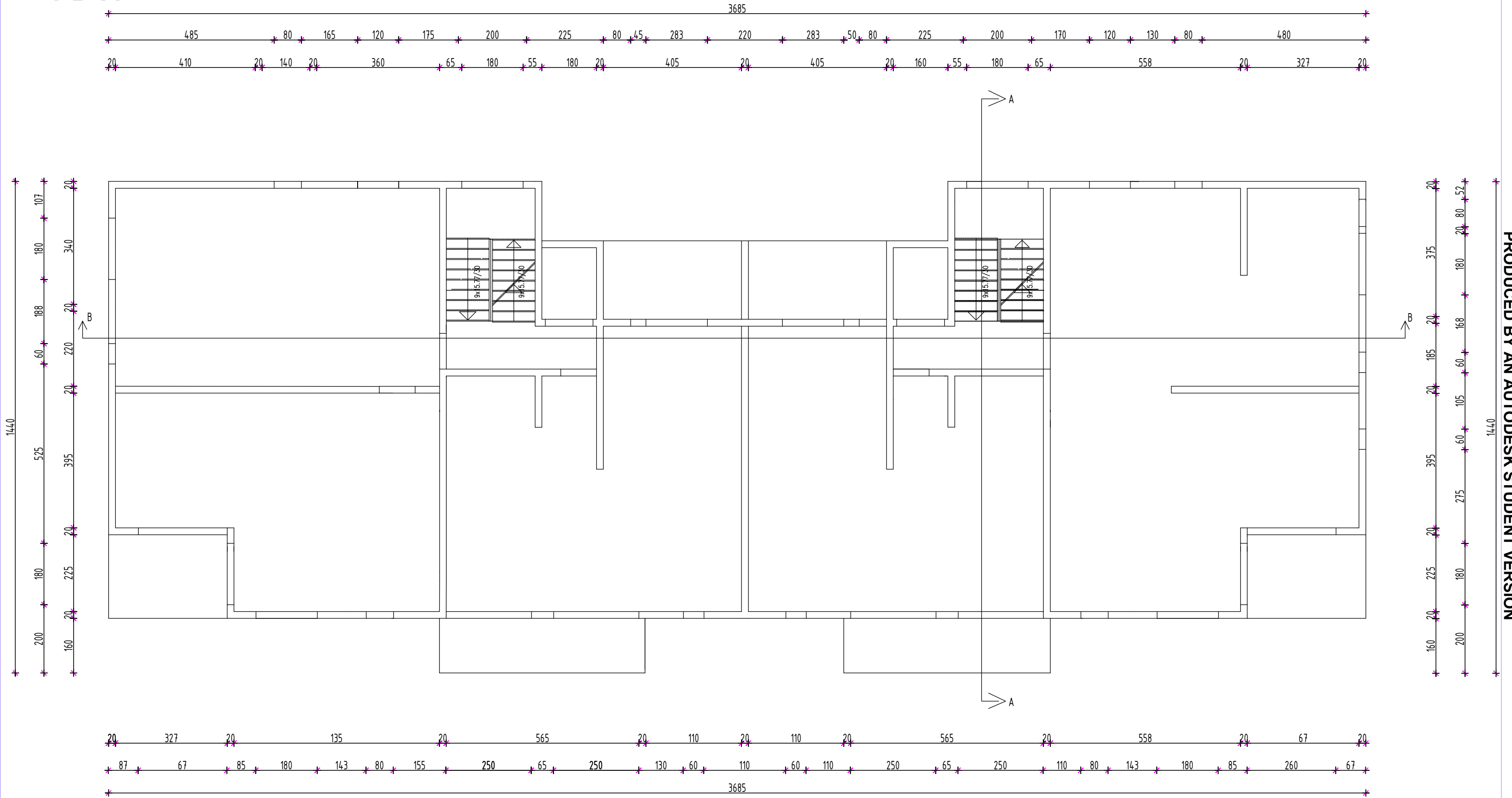
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Tlocrt prizemlja
	MJERILO	1:100
	BROJ PRILOGA	3


# KAT



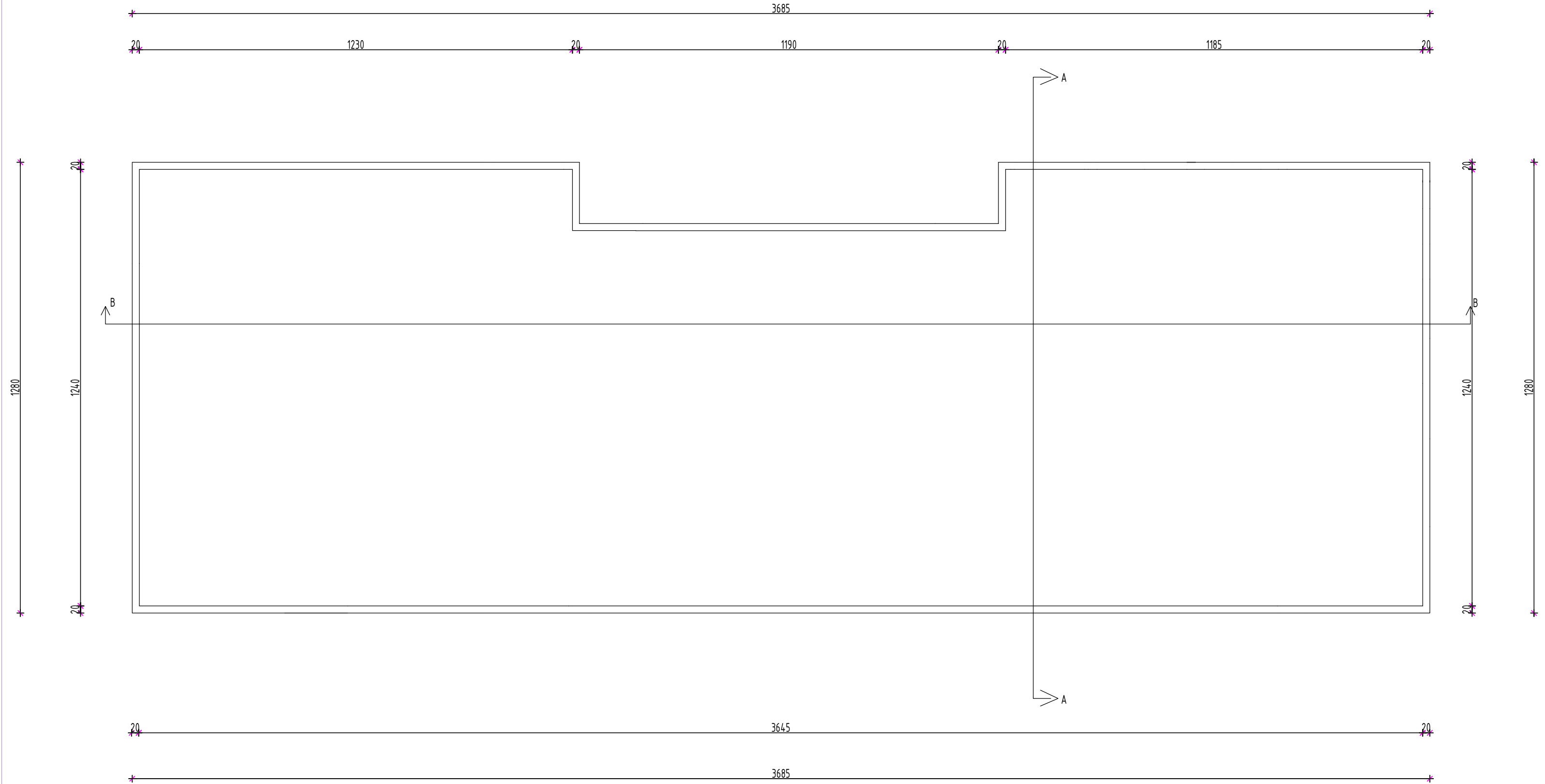
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Tlocrt karakterističnog kata
	MJERILO	1:100
	BROJ PRILOGA	4


# KROV

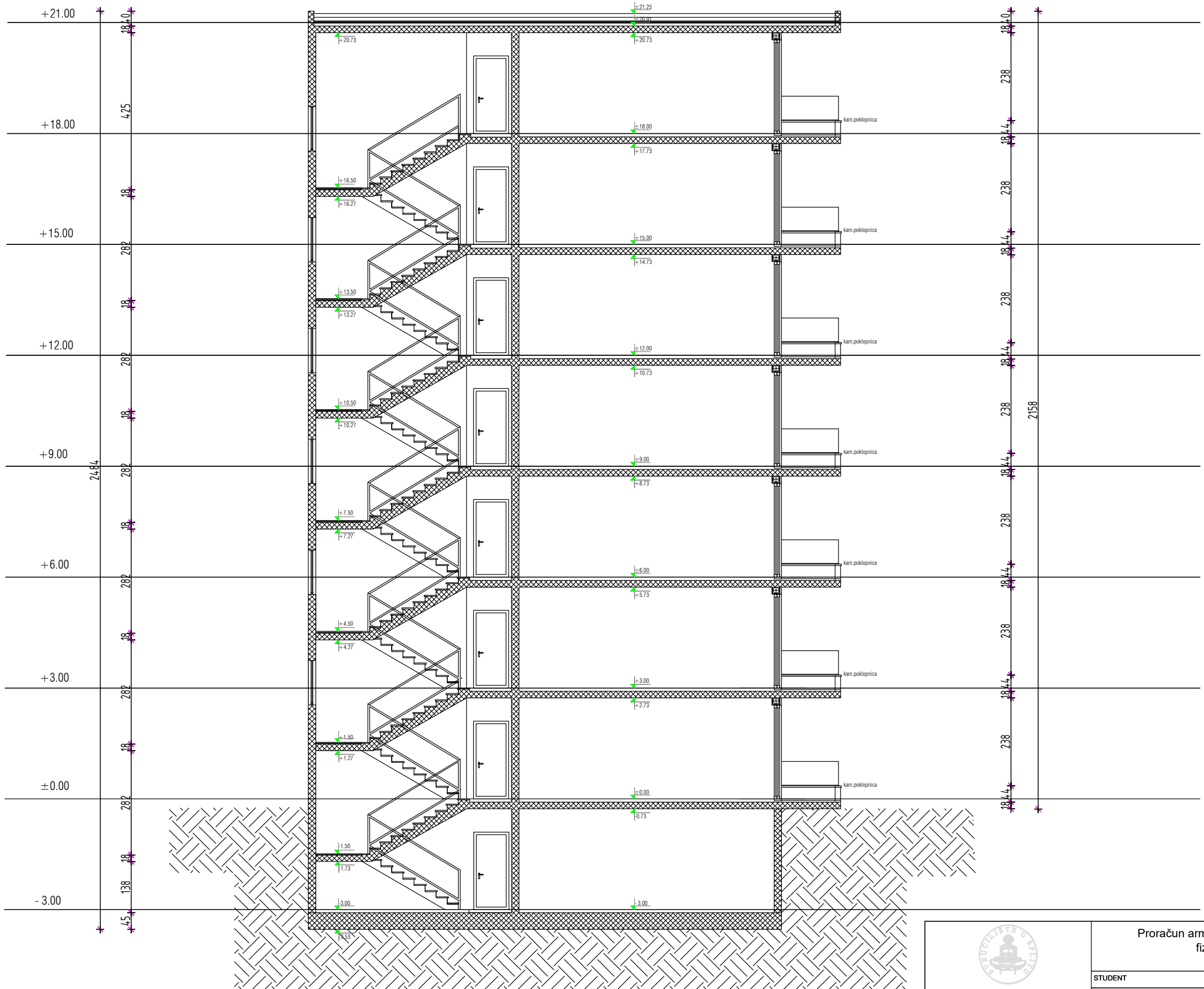


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Tlocrt krova



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



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

Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih  
 fizikalnih svojstava na području  
 grada Splita

STUDENT	Matea Šalinović	
SADRŽAJ	Presjek A-A	MJERILO 1:100
		BROJ PRILOGA 6




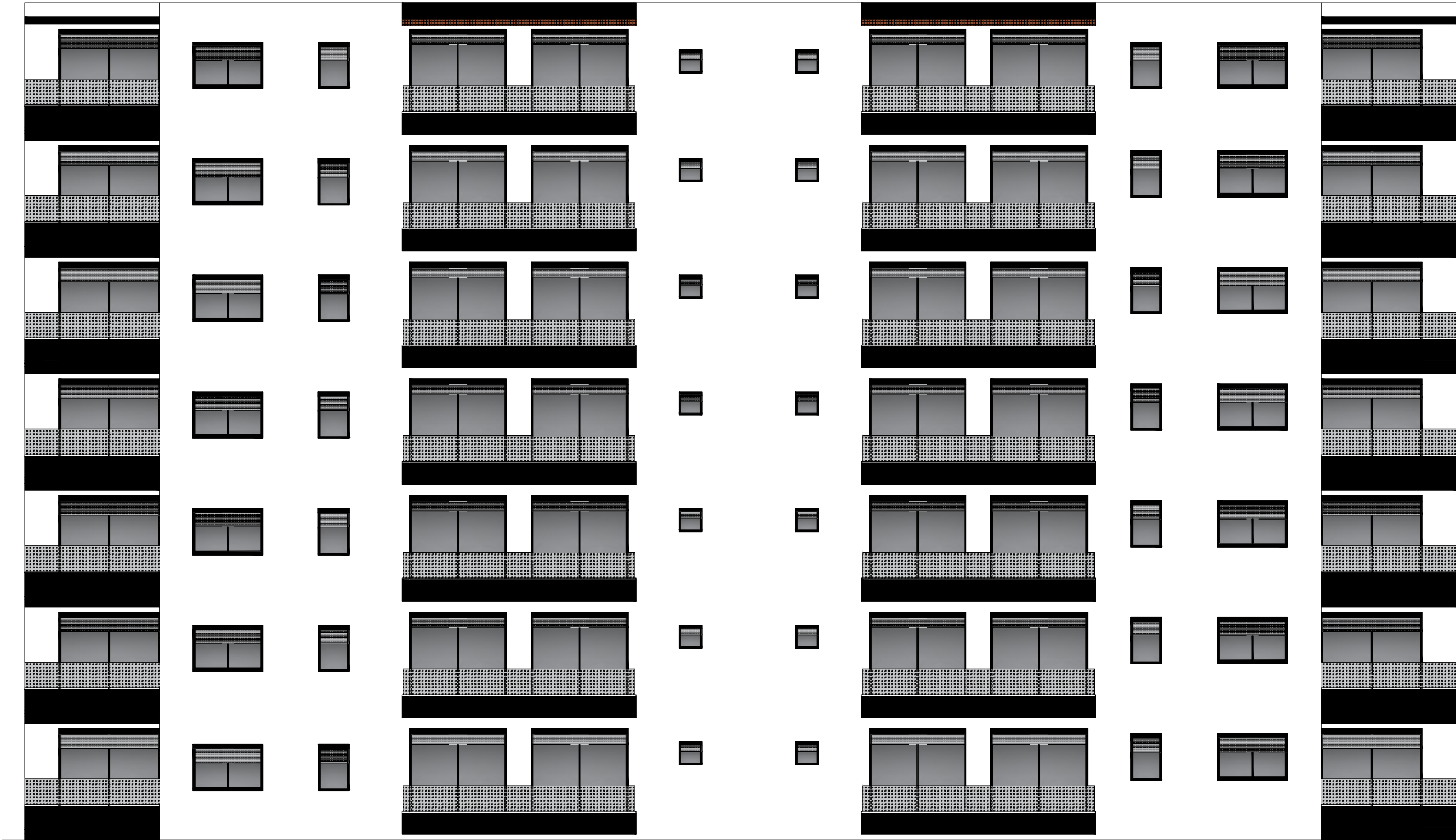



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION


 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Sjeverno pročelje




 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
SADRŽAJ	Južno pročelje	MJERILO 1:100 BROJ PRILOGA 9



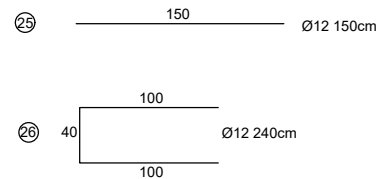
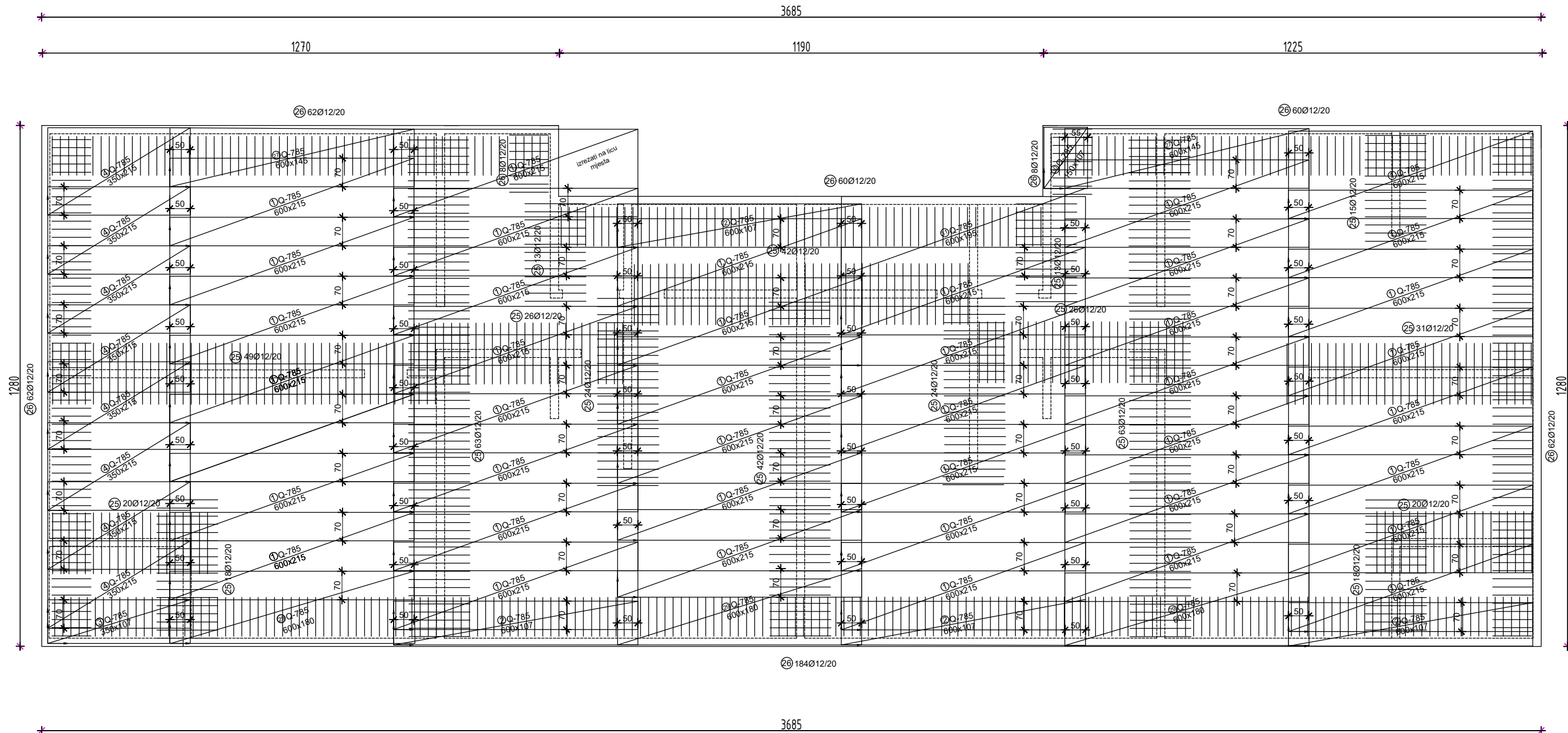



 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT MATEA ŠALINOVIĆ	MJERILO 1:100
SADRŽAJ Istočno pročelje	BROJ PRILOGA 10	



 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Zapadno pročelje
	MJERILO	1:100
	BROJ PRILOGA	11

# TEMELJNA PLOČA donja zona

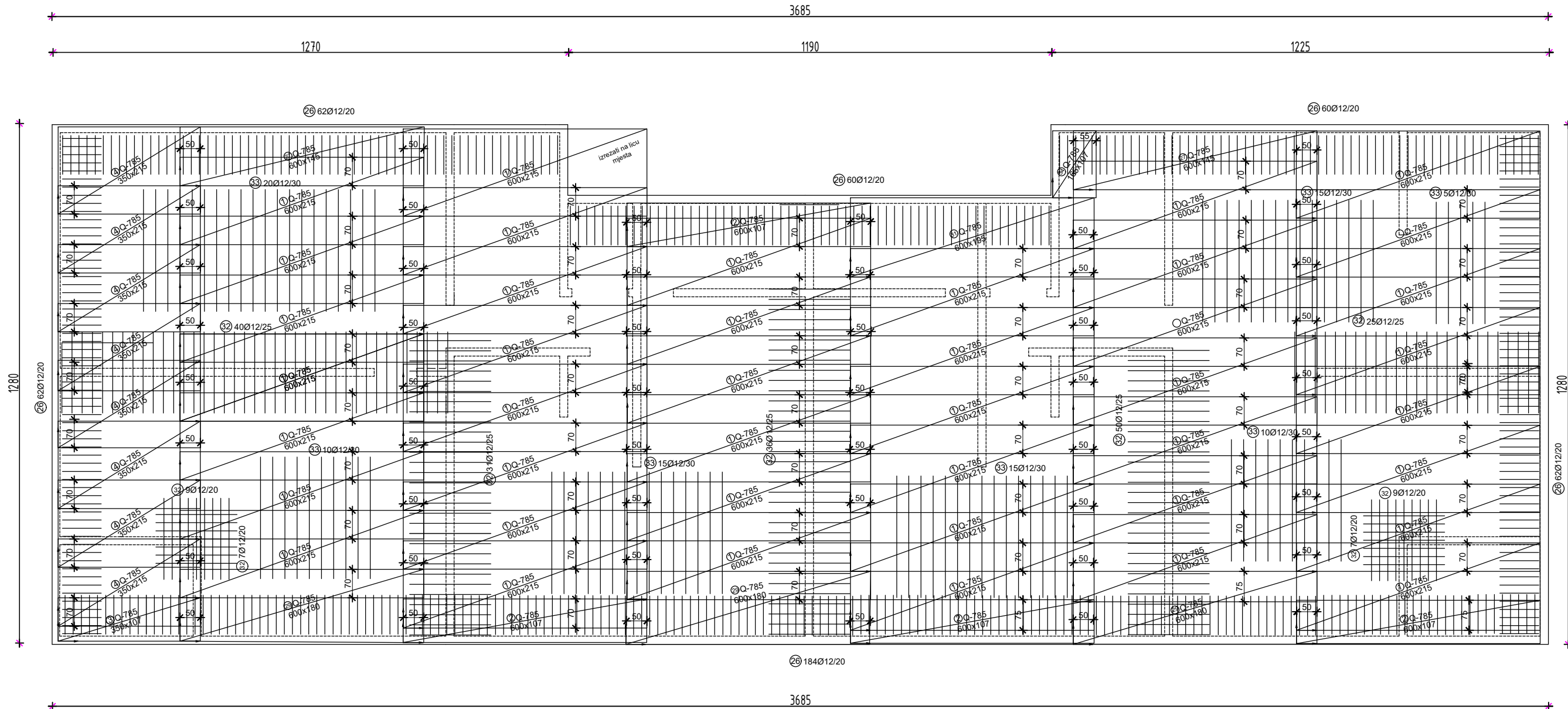


 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT MATEA ŠALINOVIĆ	MJERILO 1:100
SADRŽAJ Armatura temeljne ploče-donja zona	BROJ PRILOGA 12	

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

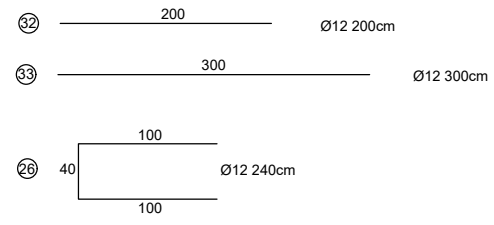
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION


# TEMELJNA PLOČA gornja zona



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

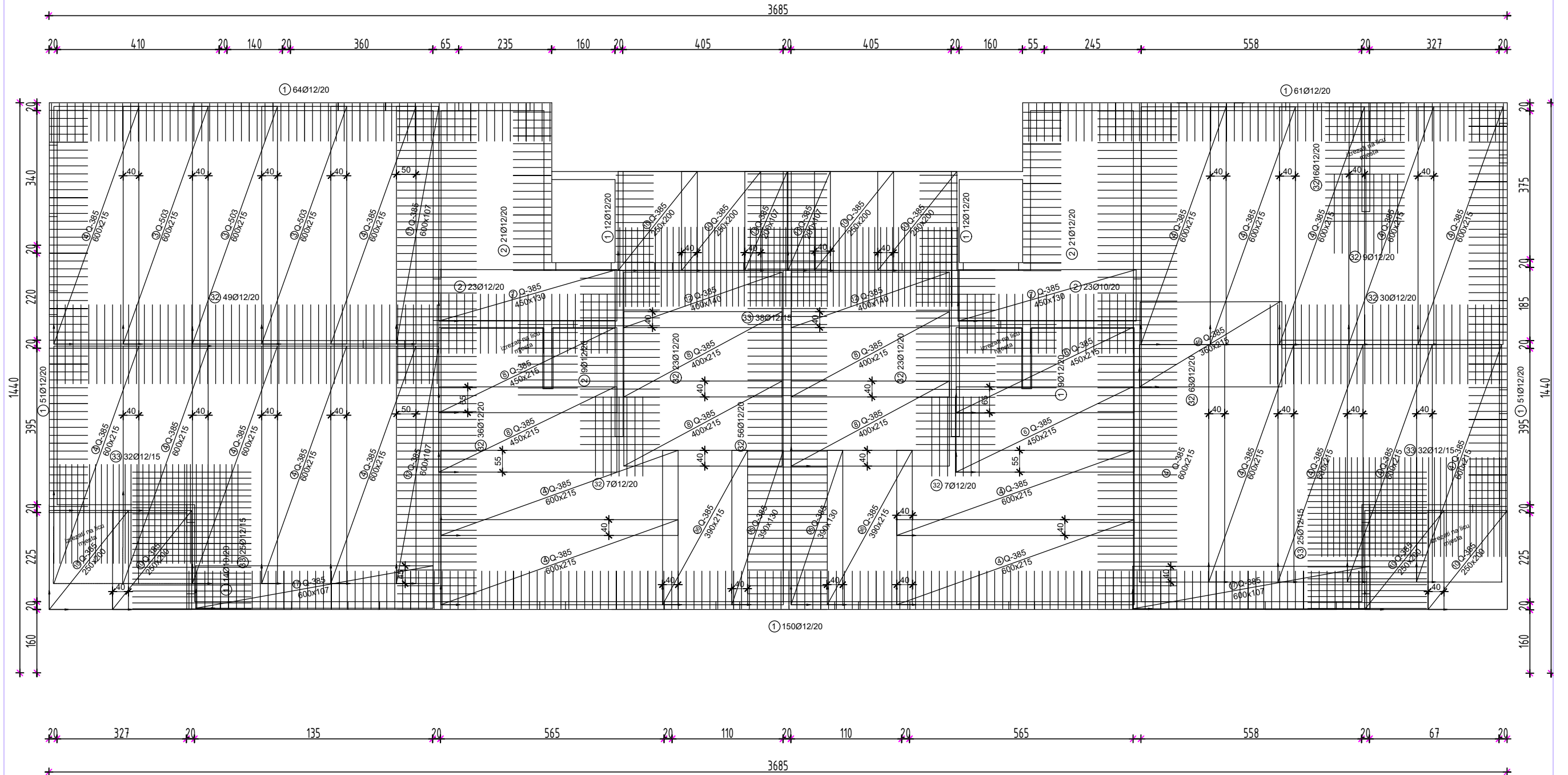


 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
SADRŽAJ	Armatura temeljne ploče- gornja zona	MJERILO BROJ PRILOGA
		1:100 13






# KROV donja zona



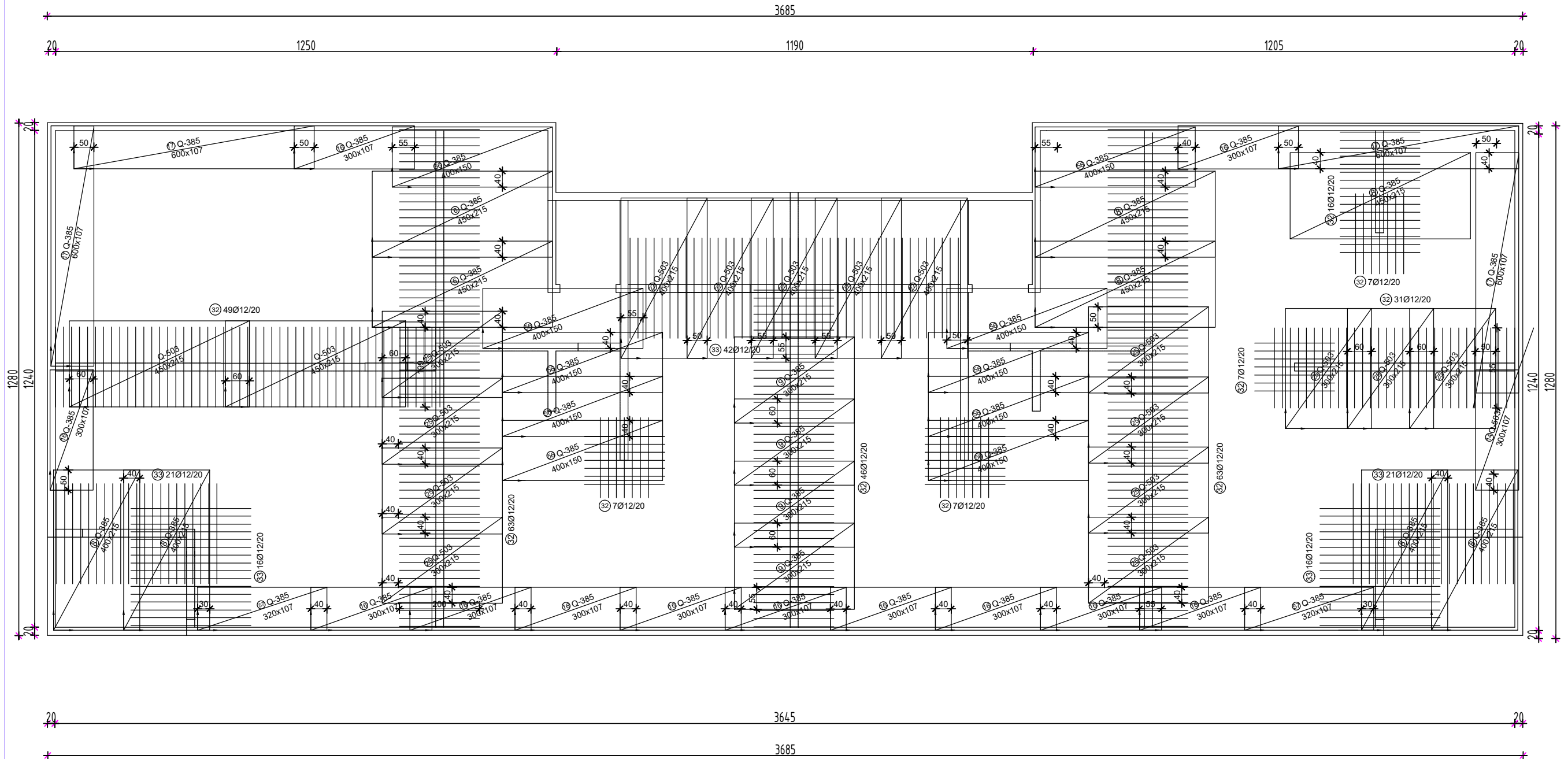
- ① 15 | 100 | Ø12 215cm
- ② | 150 | Ø12 150cm
- ③② | 200 | Ø12 200cm
- ③③ | 300 | Ø12 300cm

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Armatura krovne ploče- donja zona
	MJERILO	1:100
	BROJ PRILOGA	16


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

# KROV gornja zona



- ⊙ 200 ————— Ø12 200cm
- ⊙ 300 ————— Ø12 300cm

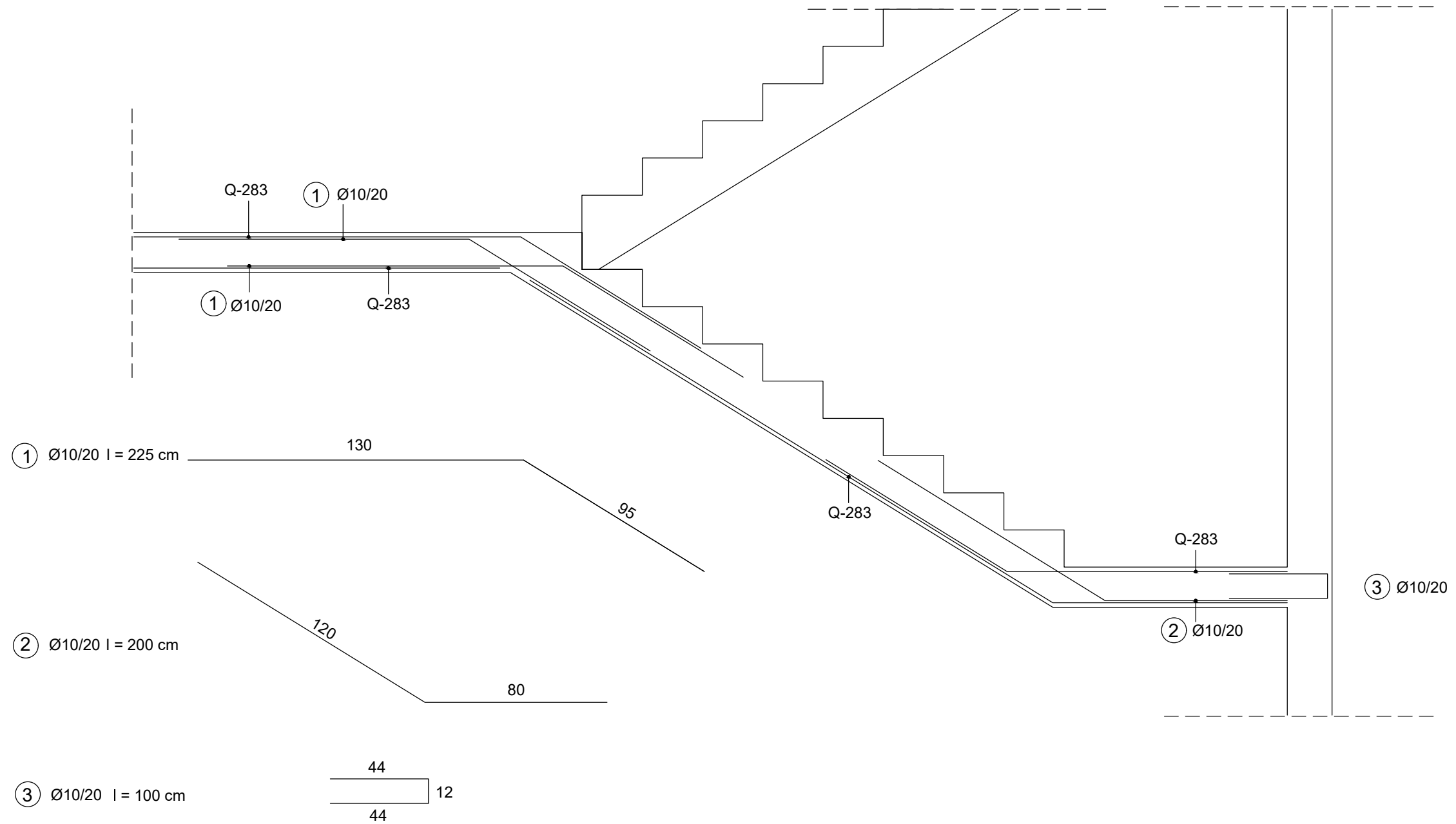
 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Armatura krovne ploče- gornja zona
		1:100 17

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



# ARMATURA STUBIŠTA

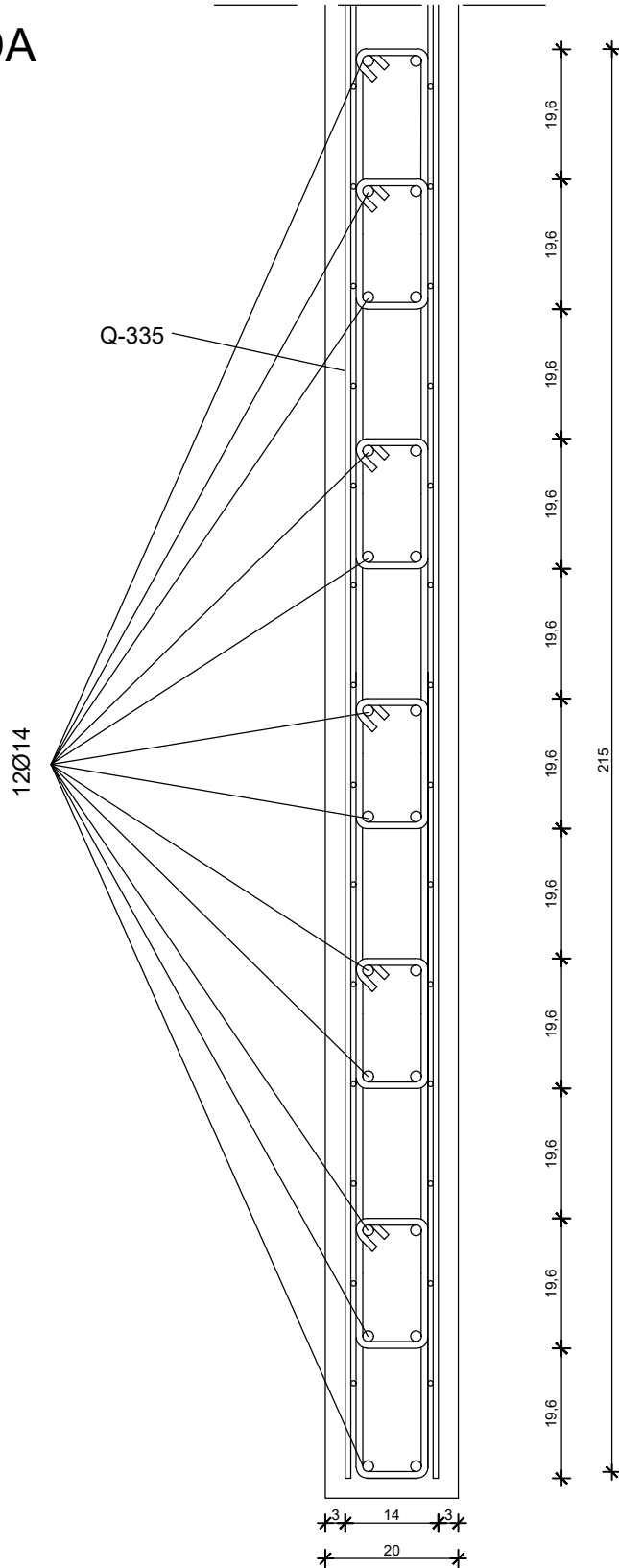


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
	SADRŽAJ	Armatura stubišta MJERILO 1:20 BROJ PRILOGA 18

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

# ARMATURA RUBNOG PODRUČJA ZIDA



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

Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih  
fizikalnih svojstava na području  
grada Splita

STUDENT Matea Šalinović

SADRŽAJ Armatura rubnog područja  
zida

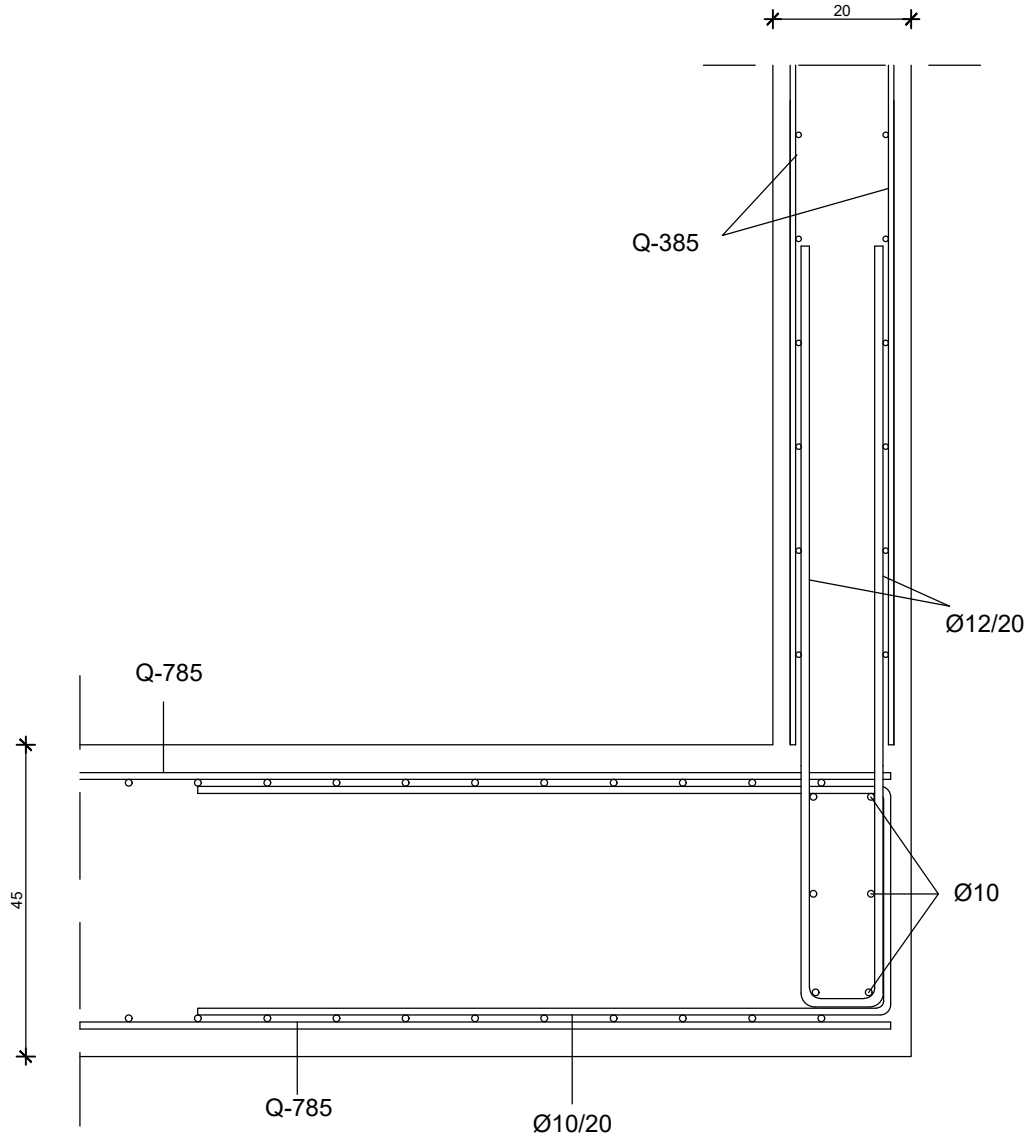
MJERILO 1:10

BROJ PRILOGA

19


PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

# SPOJ TEMELJNE PLOČE I ZIDA



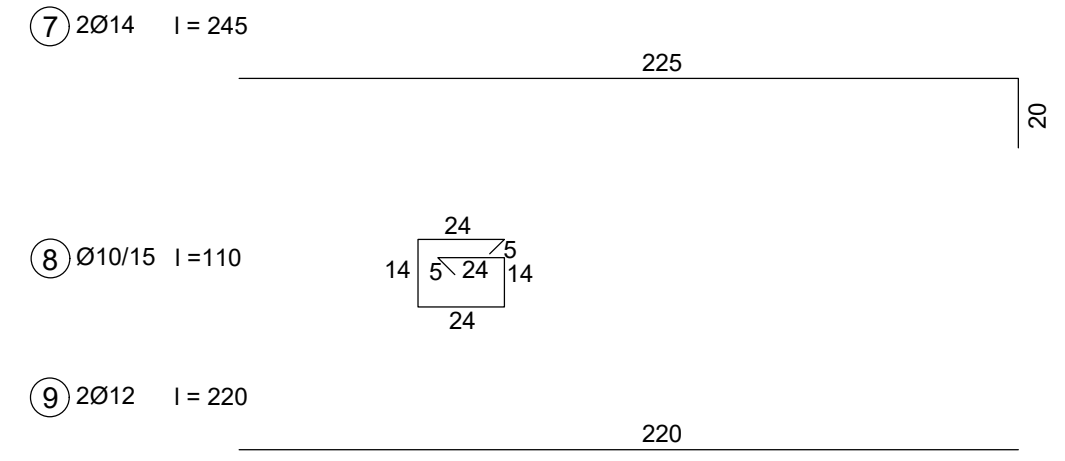
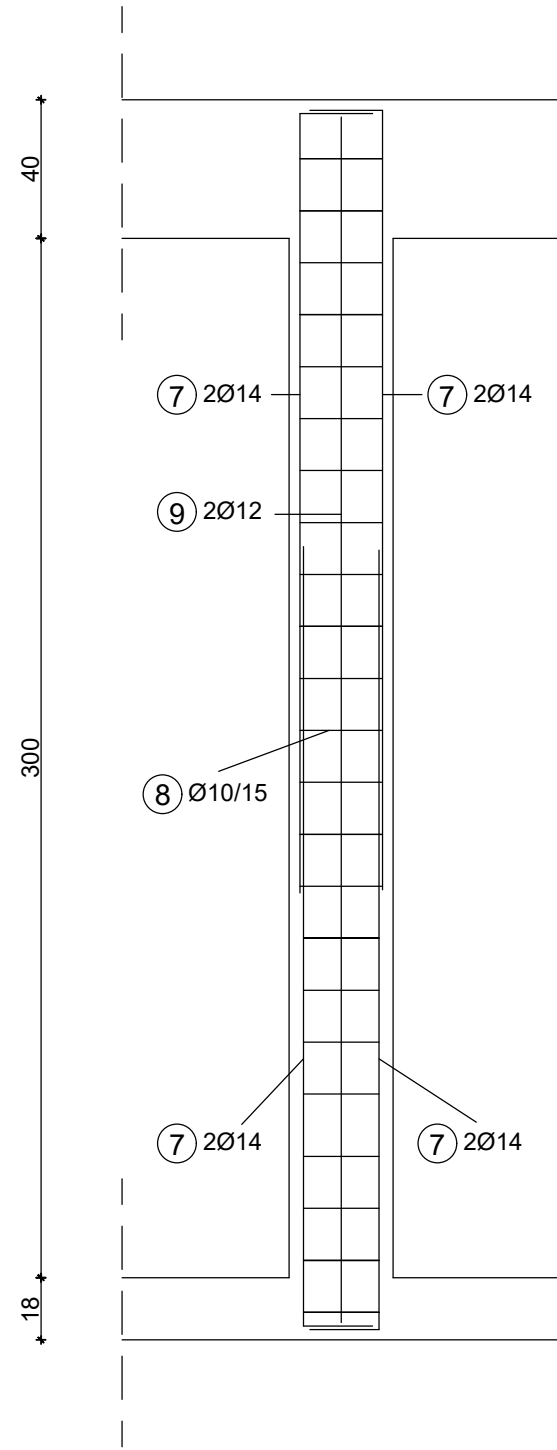
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

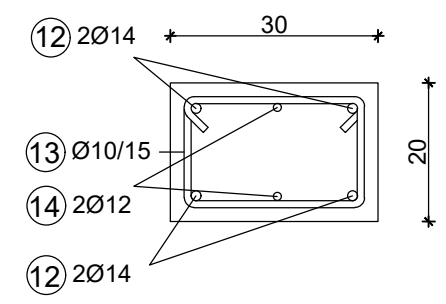
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<p>Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita</p>	
	<p>STUDENT Matea Šalinović</p>	
	<p>SADRŽAJ</p>	<p>MJERILO 1:10</p>
	<p>Spoj temeljne ploče i stupa</p>	<p>BROJ PRILOGA 20</p>

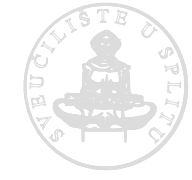
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

# ARMATURA STUPA

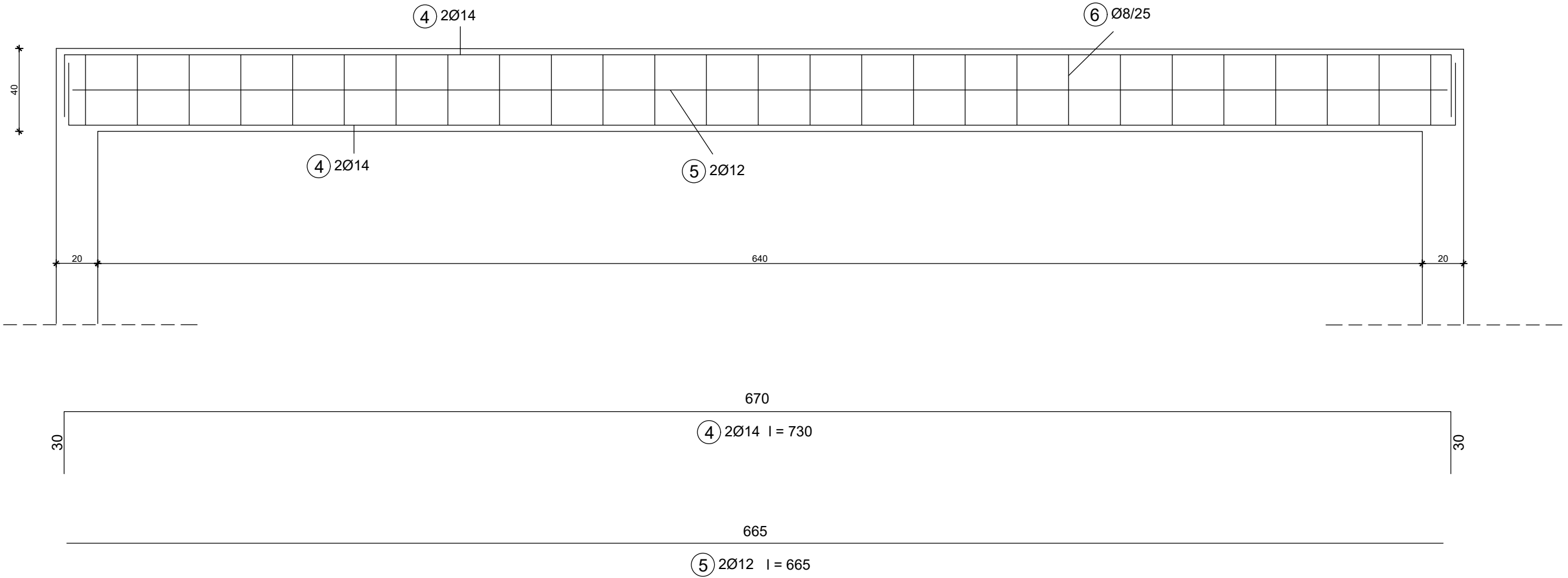


## POPREČNI PRESJEK M 1:10

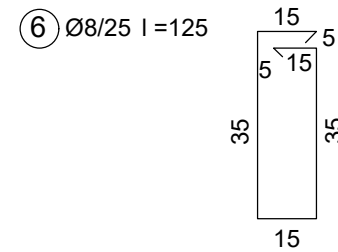
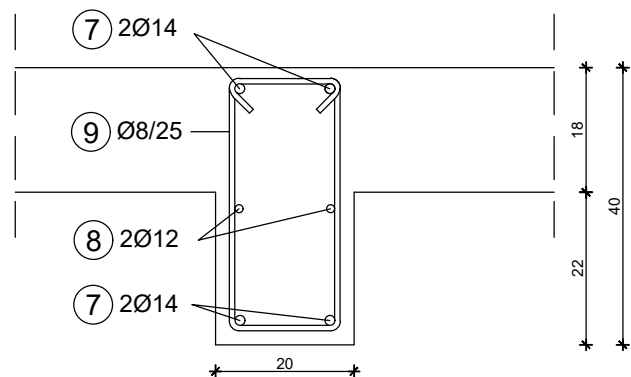


 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE 21000 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih fizikalnih svojstava na području grada Splita	
	STUDENT	Matea Šalinović
SADRŽAJ	Armatura stupa	MJERILO 1:20 BROJ PRILOGA 21

# ARMATURA GREDE



## POPREČNI PRESJEK M 1:10



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

Proračun armiranobetonske stambene zgrade i njenih  
 fizikalnih svojstava na području  
 grada Splita

STUDENT	Matea Šalinović	
SADRŽAJ	Armatura grede	MJERILO 1:20
		BROJ PRILOGA 22