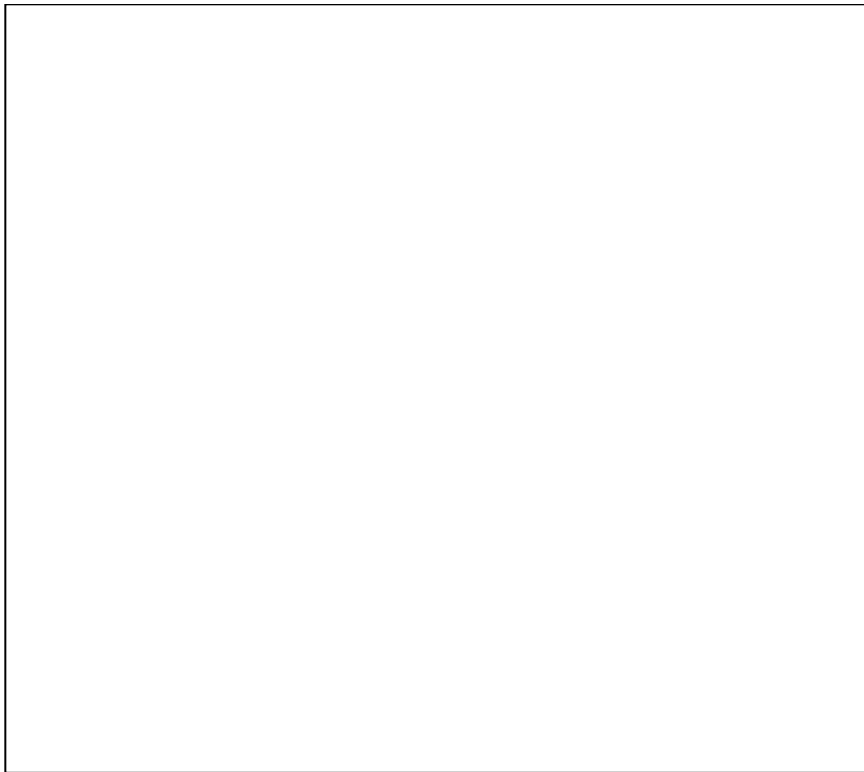


ULTRA STUDIO
D.O.O. ZAGREB



PROJEKTNI URED: ULTRA STUDIO d.o.o. OIB: 19274387099
Pantovčak 27, 10 000 Zagreb

INVESTITOR: Općina Lumbarda OIB: 08108782395
Lumbarda 493, 20263 Lumbarda

GRAĐEVINA: **Zanatsko-poslovni centar „Mindel“ – faza „V“ (centar civilne zaštite i vatrogastva)**

LOKACIJA: Gospodarska zona Humac-Pudarica, Lumbarda
k.č.br. 3404/55 k.o. Lumbarda
Lumbarda 493, 20263 Lumbarda

ZOP: 332-J4L

GLAVNI PROJEKT
MAPA 2
GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT KONSTRUKCIJE
TD 19/25

GLAVNI PROJEKTANT:
Ivana Šustić, dipl. ing. arh. (A 3371)

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:
Andrej Marković, dipl.ing.građ. (G 3722)

SURADNICA:
Maria-Paola Dušati, univ. mag. ing. aedif.

DIREKTOR:
Andrej Marković

DATUM IZRADE PROJEKTA: Zagreb, ožujak 2025.

S A D R Ź A J**I. OPĆI DIO**

a. Popis projekata koje tehnička dokumentacija sadrži	2
1. Upis tvrtke u glavnu knjigu sudskog registra	3
2. Rješenje o imenovanju projektanta	6
3. Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera	7
4. Izjava o usklađenosti statičkog proračuna	9
5. Program kontrole i osiguranja kakvoće	10
6. Uporabni vijek građevine	14

II. PROJEKT KONSTRUKCIJE 16**1. TEHNIČKI OPIS** 17**2. SHEMA POZICIJA** 20**3. ANALIZA OPTEREĆENJA** 30**3.1. STALNO I UPORABNO OPTEREĆENJE** 30**3.2. OPTEREĆENJE SNIJEGOM** 37**4. PRORAČUN KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA POZICIJE 300** 39**4.1. PRORAČUN STROPNE PLOČE PRIZEMLJA/KROVNE PLOČE** 39**5. PRORAČUN KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA POZICIJE 200** 48**5.1. PRORAČUN STROPNE PLOČE PRIZEMLJA/KROVNE PLOČE** 48**5.2. PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 200** 58**6. PRORAČUN KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA POZICIJE 100** 65**6.1. PRORAČUN PLOČE GALERIJE** 65**6.2. PRORAČUN STROPNE PLOČE SUTERENA** 74**7. PRORAČUN STUBIŠTA** 83**7.1. PRORAČUN STUBIŠTA S1 i S2** 83**7.2. PRORAČUN KRAKA ARMIRANOBETONSKOG STUBIŠTA S3** 93**8. SEIZMIČKI PRORAČUN KONSTRUKCIJE** 94**8.1. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE I ODABIR METODE PRORAČUNA** 94**8.2. SEIZMIČKI PRORAČUN** 95**9. PRORAČUN AB ZIDOVA, STUPOVA I VISOKOSTIJIENIH NOSAČA** 109**10. PRORAČUN TEMELJNE KONSTRUKCIJE** 254**10.1. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE POZ 000** 254**11. PRORAČUN POTPORNOG ZIDA** 263**12. ZAŠTITA OD POŽARA** 270**12.1. PRORAČUN AB KONSTRUKCIJE NA POŽAR** 270

a. Popis mapa koje tehnička dokumentacija sadrži

<i>Broj mape</i>	<i>Strukovna odrednica projekta</i>	<i>Pravna osoba registrirana za poslove projektiranja Projektant / izrađivač</i>	<i>Broj projekta / T.D.</i>
1	Arhitektonski projekt	Grgurević & partneri d.o.o. Čanićeva 6, HR-10000 Zagreb projektant: Ivana Šustić, dipl. ing. arh., A 3371	332-GP
2	Građevinski projekt - Projekt konstrukcije	Ultra Studio d.o.o. Pantovčak 27, HR-10000 Zagreb projektant: Andrej Marković, dipl. ing. građ., G 3722	19/25
3	Građevinski projekt – Projekt hidroinstalacija (instalacija vodoopskrbe i odvodnje)	Šprem Projekt d.o.o. Jablanovečka 10, HR-10110 Zagreb projektant: Mihajlo Šprem, g. t., G 2843	05/2025
4	Elektrotehnički projekt	Ured ovlaštenog inženjera elektrotehnike Damir Šiljeg Kliči 29, HR-51216 Viškovo projektant: Damir Šiljeg, mag. ing. el., E 2374	2025-26
5	Elektrotehnički projekt – Projekt fotonaponske elektrane	Ured ovlaštenog inženjera elektrotehnike Damir Šiljeg Kliči 29, HR-51216 Viškovo projektant: Damir Šiljeg, mag. ing. el., E 2374	2025-27
6	Projekt strojarskih instalacija	Uzgon d.o.o. Skvažići 2, HR-51216 Viškovo projektant: Andrija Čuljak, mag. ing. mech., S 1661	GP37/2025
7	Projekt osiguranja građevne jame	Geotech d.o.o. Ciottina 21, HR-51000 Rijeka Projektant: dr. sc. Martina Gulić, univ. mag. ing. građ., G 7733	PR 25-031-01-R0

<i>Elaborat</i>	<i>Izrađivač</i>	<i>Broj elaborata</i>
Elaborat zaštite na radu	Termozop projekt d.o.o. Brig 27, HR-51000 Rijeka izradio: Goran Stipković, dipl. ing. stroj.	077/25-R
Geotehnički elaborat	Geotech d.o.o. Ciottina 21, HR-51000 Rijeka izradio: dr. sc. Mirko Grošić, dipl. ing. građ.	EL 22-168-01 / R0

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080648189

OIB:

19274387099

TVRTKA:

4 ULTRA STUDIO d.o.o. za projektiranje

4 ULTRA STUDIO d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

7 Zagreb (Grad Zagreb)
Pantovčak 27

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - poslovanje nekretninama
- 1 * - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevine
- 1 * - nadzor nad gradnjom
- 1 * - stručni poslovi prostornog uređenja
- 1 * - posredovanje u prometu nekretnina
- 1 * - kupnja i prodaja robe
- 1 * - zastupanje stranih tvrtki
- 1 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 * - djelatnost informacijskog društva
- 1 * - računalne i srodne djelatnosti
- 1 * - grafički dizajn
- 1 * - izdavačka djelatnost
- 1 * - turističke usluge u nautičkom turizmu
- 1 * - turističke usluge u ostalim oblicima turističke ponude
- 1 * - ostale turističke usluge
- 1 * - turističke usluge koje uključuju športsko-rekreativne ili pustolovne aktivnosti
- 1 * - promidžba (reklama i propaganda)
- 1 * - pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pića i napitaka i pružanje usluga smještaja
- 1 * - pripremanje hrane za potrošnju na drugom mjestu sa ili bez usluživanja (u prijevoznom sredstvu, na priredbama i sl.) i opskrba tom hranom (catering)
- 1 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 1 * - dizajniranje unutarnjeg uređenja stambenih poslovnih objekata



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 4 Andrej Marković, OIB: 98285106937
Zagreb, Božidara Magovca 31
- 4 - član društva
- 4 Milan Štrbac, OIB: 99076388588
Petrinja, Dražena Petrovića 18
- 4 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 5 Andrej Marković, OIB: 98285106937
Zagreb, Božidara Magovca 31
- 2 - direktor
- 2 - zastupa pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 21.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Društveni ugovor od 03.03.2008. godine.
- 4 Društveni ugovor od 03.03.2008.god. nakon Ugovora o prijenosu poslovnog udjela i dijelova poslovnog udjela i izjava o preuzimanju od 20.10.2010.god. promjenjen odlukom Skupštine od 20.10.2010.god. i to uvodna odredba u kojoj se utvrđuje da se radi o pročišćenom tekstu, čl. 1. o tvrtki, čl. 4. o temeljnom kapitalu, dopunjen čl. 8. o ovlasti Uprave, brisan čl. 13., usvojen pročišćeni tekst Društvenog ugovora od 20.10.2010.god. dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.

ZABILJEŽBE:

- Redni broj zabilježbe: 1
- 1 - Temeljni kapital uplaćen 50%, odnosno 11.500,00 kn dok će preostalih 11.500,00 kn osnivači uplatiti u roku od jedne godine.
- Redni broj zabilježbe: 2
- 3 - Nauplaćeni dio temeljnog kapitala u iznosu od 10.500,00 kn osnivači su uplatili dana 07.05.2009.godine.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	31.03.16	2015	01.01.15 - 31.12.15	GPI-PGD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-08/3133-2	13.03.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-08/8032-2	03.07.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-09/14649-4	13.01.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-10/14640-2	10.11.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-13/25734-2	18.11.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-15/26393-2	21.09.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-17/6943-2	22.02.2017	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	09.07.2009	elektronički upis
eu /	01.04.2010	elektronički upis
eu /	08.06.2011	elektronički upis
eu /	10.04.2012	elektronički upis
eu /	06.04.2013	elektronički upis
eu /	04.04.2014	elektronički upis
eu /	29.04.2015	elektronički upis
eu /	31.03.2016	elektronički upis

U Zagrebu, 28. veljače 2017.



Rješenje o imenovanju projektanta

Temeljem članka 49. i 51. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), imenujem:

Andrej Marković, dipl.ing.građ.

projektantom konstrukcije za projekt konstrukcije Zanatsko-poslovni centar „Mindel“ – faza „V“ (centar civilne zaštite i vatrogastva), na k.č. 3404/55 k.o. Lumbarda, investitora Općina Lumbarda, Lumbarda 493, 20263 Lumbarda, OIB:08108782395, i on je odgovoran za ispravnost i potpunost navedene tehničke dokumentacije.

Andrej Marković, mag.ing.aedif., rješenjem br. UPI/I-360-01/06-01/3722 pod red. brojem 3722, upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Direktor:

Andrej Marković dipl. ing. građ.

U Zagrebu, ožujak 2025.



REPUBLIKA HRVATSKA

**HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU**

Klasa: UP/I-360-01/06-01/ 3722
Urbroj: 314-02-06-1
Zagreb 15. ožujka 2006. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrtu Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 13.03.2006. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis MARKOVIĆ ANDREJA, dipl.ing.građ., ZAGREB, BOŽIDARA MAGOVCA 31, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **MARKOVIĆ ANDREJ**, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem **3722**, s danom upisa **13.03.2006.** godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, **MARKOVIĆ ANDREJ**, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "**inženjersku iskaznicu**" i "**pečat**", koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

Obrazloženje

MARKOVIĆ ANDREJ, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 13.03.2006. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Dostaviti:

1. ANDREJ MARKOVIĆ, 10000 ZAGREB, BOŽIDARA MAGOVCA 31
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

**IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA KONSTRUKCIJE ZA GLAVNI
PROJEKT S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I DRUGIH PROPISA**

Ovlašteni inženjer građevinarstva Andrej Marković iz Zagreba, Božidara Magovca 31, upisan u Imenik Komore inženjera građevinarstva pod brojem 3722, temeljem čl. 51. i 108., Zakona gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) daje sljedeću

IZJAVU

kojom se potvrđuje da je projekt konstrukcije Zanatsko-poslovni centar „Mindel“ – faza „V“ (centar civilne zaštite i vatrogastva), na k.č. 3404/55 k.o. Lumbarda, investitora Općina Lumbarda, Lumbarda 493, 20263 Lumbarda, OIB:08108782395, izrađen u skladu s prostornim planom, zakonima i drugim propisima u skladu s kojima mora biti izrađen:

1. Zakon o prostornom uređenju, NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23
2. Zakon o gradnji, NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 125/19
3. Zakon o građevinskoj inspekciji, NN 153/13
4. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, NN 78/15, 118/18, 110/19
5. Zakon o zaštiti od požara, NN 92/10, 114/22
6. Zakon o građevnim proizvodima, NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20
7. Tehnički propis o građevnim proizvodima, NN 35/18, 104/19
8. Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda, NN 113/08
9. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda, NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11
10. Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima, NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22, 155/23
11. Tehnički propis za građevinske konstrukcije, NN 17/17, N 75/20, N 7/22
12. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20
13. Zakon o zaštiti okoliša, NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18
14. Zakon o zaštiti od buke, NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18
15. Zakon o zaštiti na radu, NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18
16. Pravilnik o kontroli projekata, NN 32/14, 72/20, 90/23
17. Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara, NN 29/13, 87/15
18. Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19
19. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina NN 118/19, 65/20

Sastavio:

Andrej Marković dipl. ing. građ.

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

OPĆENITO

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, u daljnjem tekstu "Zakon") propisuje člankom 7., stavak 2. da građevni i drugi proizvodi koji se ugrađuju u građevinu moraju ispunjavati zahtjeve propisane ovim Zakonom i posebnim propisima, odnosno da su građevinski proizvodi, materijali i oprema uporabljivi samo ako je njihova kakvoća dokazana ispravom proizvođača ili certifikatom sukladnosti prema Zakonu. Prema članku 54. Zakona izvođač je dužan ugrađivati materijale, opremu i proizvode u skladu s člancima 7. i 18. Zakona te osigurati dokaze o kakvoći radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa odredbama Zakona i zahtjevima iz projekta. Prema članku 56. i 58. Zakona stručni nadzor provodi nadzorni inženjer koji je dužan voditi kontrolu o gore navedenim zakonski traženim dokazima kakvoće i usklađenosti sa zahtjevima projekta. Razred nadzora koji će se upotrijebiti mora biti naveden u projektnoj specifikaciji. Svi materijali i građevinski proizvodi predviđeni u projektu moraju u pogledu kakvoće i načina ugradbe odgovarati odnosnim hrvatskim normama navedenim u općim odredbama troškovnika građevinsko-obrtničkih radova o čemu dokaze provjerava nadzorni inženjer na temelju priloženih isprava proizvođača (isprave o ispitivanju, certifikati) te, u slučaju nedovoljnosti ili neispravnosti istih, traži obustavu njihove uporabe i dodatna ispitivanja kod ovlaštenih institucija. Izvoditelj je dužan izraditi program kontrole kakvoće za sve materijale i proizvode koji će se ugrađivati sa ciljem postizanja projektom zahtijevanih kakvoća a kojega verificira nadzorni inženjer i predstavnik firme koja vrši laboratorijska ispitivanja.

BETONSKE I ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE

PROJEKT BETONA

Tehnička svojstva betona moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu i moraju biti specificirana prema normi HRN EN 206-1, normama na koje ta norma upućuje i odredbama važećeg tehničkog propisa TPGK.

Prije početka izvođenja konstrukcija od betona i armiranog betona izvoditelj radova dužan je izraditi projekt betona na temelju projekta konstrukcije a koji mora sadržavati:

- Projekt sastava betona , količine i tehničke uvjete za projektiranje klase betona
- plan betoniranja, organizaciju i opremu
- način transporta i ugradnje betonske mješavine
- način njegovanja ugrađenog betona
- program kontrole proizvodnje i sukladnosti betona, uzimanje uzoraka i ispitivanje sastava betona po komponentama, i.t.d.

Izvoditelj radova odnosno proizvođač betona (u daljnjem tekstu uvjetovatelj) izrađuje projekt sastava betona na temelju tehničkih uvjeta sadržanih u projektu konstrukcije kao što su dimenzije presjeka, postoci armiranja i mogući uvjeti ugradnje.

Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije predviđena je ugradnja betona sa specificiranim tehničkim svojstvima (projektirani beton), betona zadanog sastava, te betona normiranog zadanog sastava kod čega su zadnje dvije vrste betona betoni kakvoće do razreda tlačne čvrstoće C16/20 namijenjeni izradi nearmiranih elemenata na mjestu proizvodnje betona. Uvjetovatelj kvalitete betona treba osigurati da svi relevantni zahtjevi za svojstva betona budu uključeni u specifikacije dane proizvođaču. Određivanje projektiranog sastava betona prema zahtjevima zadanih parametara izvodi se na temelju prethodnih ispitivanja svježeg i otvrdlog betona pripremljenog od predviđenih materijala te za predviđene uvjete građenja i zahtjeve projekta odnosno građevine prema TPGK-u. Ispituju se svojstva srednje tlačne čvrstoće, vlačna čvrstoća, gustoća betona, modul elastičnosti, skupljanje i pužanje, vodonepropusnosti, otpornosti na mraz , soli i kemijske agense i.t.d.

PLAN BETONIRANJA

Plan betoniranja sadrži:

- vrstu i mjesto izrade betona
- vrstu i mjesto izrade oplate
- vrstu(e) i mjesto(a) izrade armature(a)
- udaljenost pogona za izradu betona od gradilišta i vrijeme trajanja transporta
- potreban broj automiksera za transport betona do gradilišta
- broj i kapacitet potrebnih sredstava za transport betona na gradilištu (kranovi, pumpe, pervibratori)
- potrebne skele
- redoslijed betoniranja ,debljine ugrađivanja betona, mjesta radnih prekida betoniranja
- ostalo eventualno potrebno

SKELE I OPLATE

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, moraju biti projektirane i konstruirane tako da su otporni na svako djelovanje kojem su izloženi tijekom izvedbe i dovoljno čvrsti da osiguraju zadovoljenje tolerancija specificiranih za konstrukciju, te da ne utječu na cjelovitost konstrukcijskih elemenata. Oblik, funkcija, izgled i trajnost stalnih građevina ne smiju biti ugroženi ili oštećeni zbog svojstava skele i oplate ili njihovog uklanjanja.

Unutarnje plohe oplate moraju biti čiste i, prema potrebi, premazane zaštitnim sredstvom neškodljivim za beton u smislu degradacije kakvoće, promjene boje površinskog sloja ili slabljenja prionjivosti betona i armature.

Oplata za koju je vjerojatno da upija znatnu količinu vode iz betona ili omogućava isparivanje mora se prikladno navlažiti kako bi se spriječio gubitak vode iz betona.

Skele i oplate se ne smiju ukloniti sve dok beton ne postigne dovoljnu čvrstoću zahtjevanu projektom betona zbog mogućih oštećenja površine, preuzimanja uporabnih djelovanja, te izbjegavanja progiba.

ARMATURA

Pri transportu , odlaganju na gradilištu i manipulaciji tijekom ugradnje ne smije doći do prljanja armature organskim tvarima , masnoćama općenito, zemljom ili bilo čime što bi umanjivalo prionjivost čelika i betona a neisperivo je prije ugradnje, te do bilo kakvih mehaničkih oštećenja, poput lomova na mjestima zavarivanja, zakrivljenja ili smanjenja presjeka šipki zbog korodiranosti a sve nastale defekte treba prije ugradnje ukloniti primjerenim postupcima.

Armatura se savija i nastavlja na način dan u projektu konstrukcije a njen projektom predviđeni položaj osigurava se kod ugradnje graničnicima i podmetačima.

Prije početka pojedine faze betoniranja treba izvršiti pregled položene armature i zapisnički utvrditi da li ista odgovara projektom konstrukcije zahtijevanoj kakvoći, promjeru, broju šipki odnosno armaturnih mreža i njihovoj dispoziciji u tlocrtu i presjeku armiranobetonskog elementa te da li je ta dispozicija osigurana sredstvima fiksiranja za oplatu. Prenapinjanje i napinjanje mora se vršiti sukladno utvrđenom i odobrenom programu napinjanja, te u skladu s projektom i izvedbenom dokumentacijom koja mora biti dostupna na gradilištu.

UGRADNJA BETONA

Beton se ugrađuje u pogledu načina i dinamike u svemu prema projektu betona. Beton se mora pregledati na mjestu ugradnje.

Beton se mora transportirati i ugrađivati na način da bude izbjegnuta segregacija i promjena sastava mješavine pa time i njegovih svojstava. Beton se mora ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i ugrađeni predmeti dobro obuhvate betonom unutar dopuštenih tolerancija za zaštitni sloj i da beton postigne predviđenu čvrstoću i trajnost.

Brzina ugradnje i zbijanje betona mora biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijezanja ili preopterećenja oplate i skele. Beton se mora tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega. Vibriranje treba primjenjivati sustavno nakon istovara betona dok praktički ne prestane izdvajanje zarobljenog zraka. Tijekom završne obrade površine ne treba dodavati vodu, cement, očvršćivač površine niti druge materijale, osim ako je to specificirano ili dogovoreno.

NJEGOVANJE UGRAĐENOG BETONA

Neposredno po ugradnji beton mora biti zaštićen od prebrzog isušivanja zbog vjetra i (ili) visoke temperature zraka, od degradacije prouzročene utjecajem niske temperature zraka kao i od eventualnih vibracija i udara na oplatu.

Beton se njeguje polijevanjem vodom ne suviše hladnijom od betona kako bi se izbjeglo nastajanje površinskih pukotina, sve ovisno o klimatskim uvjetima lokacije gradilišta, vrsti i dodacima betonu. Trajanje promjenjene njege mora biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju. Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C sve dok površina betona ne dostigne čvrstoću pri kojoj se smrzavanje može podnijeti bez oštećenja. Najviša temperatura betona u dijelu ne smije prijeći 65°C, osim ako su osigurani podaci koji potvrđuju da s kombinacijom upotrebljenih materijala više temperature neće imati znatan nepovoljni učinak na uporabna svojstva betona.

PREDGOTOVLJENI BETONSKI ELEMENTI

Uporaba na gradilištu proizvedenih elemenata ili predgotovljenih betonskih elemenata mora se provjeriti i riješiti projektom usklađenosti između njih i ponašanja cijele konstrukcije. Rukovanje, skladištenje i zaštita predgotovljenih elemenata mora se provoditi u skladu s projektnom specifikacijom. Izvedba predgotovljenih elemenata mora biti sukladna s planovima i detaljnim nacrtima sklapanja i s redoslijedom radova u radnom programu. Tijekom postavljanja mora se provjeriti ispravnost položaja elemenata, dimenzijska točnost oslonaca, stanje spojnica i cjelokupni skloš konstrukcije te načiniti potrebne prilagodbe.

ZAVRŠNA OCJENA KAKVOĆE BETONA U KONSTRUKCIJI

Dokumentacija s kojom se isporučuje građevni proizvod mora sadržavati podatke kojim se osigurava sljedivost identifikacije građevnog proizvoda i isprava o sukladnosti za taj proizvod, podatke koji su u vezi označavanja građevnih proizvoda propisani u Prilozima TPGK te druge podatke značajne za rukovanje, prijevoz, skladištenje, ugradnju i uporabu građevnog proizvoda te njegova utjecaja na svojstva i trajnost betonske konstrukcije. Završnom ocjenom kakvoće betona u konstrukciji dokazuje se sigurnost i trajnost iste ili se, u protivnom, traže naknadni dokazi kakvoće.

MJERODAVNI STANDARDI PRI IZRADI I UGRADNJI MATERIJALA

HRN EN 206-1:2002 Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)
HRN EN 206-1/A1:2004 Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)
HRN EN 206-1/A2 Beton – 1. dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/prA2:2004)
HRN EN 12350-1 Ispitivanje svježeg betona – 1. dio: Uzorkovanje
HRN EN 12350-2 Ispitivanje svježeg betona – 2. dio: Ispitivanje slijeganjem
HRN EN 12350-3 Ispitivanje svježeg betona – 3. dio: Vebe ispitivanje
HRN EN 12350-4 Ispitivanje svježeg betona – 4. dio: Stupanj zbijenosti
HRN EN 12350-5 Ispitivanje svježeg betona – 5. dio: Ispitivanje rasprostiranjem
HRN EN 12350-6 Ispitivanje svježeg betona – 6. dio: Gustoća
HRN EN 12350-7 Ispitivanje svježeg betona – 7. dio: Sadržaj pora – Tlačne metode
HRN EN 12390-1 Ispitivanje očvrslulog betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe
HRN EN 12390-2 Ispitivanje očvrslulog betona – 2. dio: Izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće
HRN EN 12390-3 Ispitivanje očvrslulog betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN 12390-6 Ispitivanje očvrslulog betona – 6. dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka
HRN EN 12390-7 Ispitivanje očvrslulog betona – 7. dio: Gustoća očvrslulog betona
HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrslulog betona – 8. dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom
prCEN/TS 12390-9 Ispitivanje očvrslulog betona – 9. dio: otpornost na smrzavanje ljuštenjem
ISO 2859-1 Plan uzorkovanja za atributni nadzor – 1. dio: Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivim nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine
ISO 3951 Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti
HRN U.M1.057 Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton
HRN U.M1.016 Beton. Ispitivanje otpornosti na djelovanje mraza
HRN EN 480-11 Dodaci betonu, mortu i injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrslulom betonu
HRN EN12504-1 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće
HRN EN 12504-2 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerazarno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka
HRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukciji – 3. dio: Određivanje sile čupanja
HRN EN 12504-4 Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvuka
EN 13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
HRN EN 13670-1:2002 Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito (ENV 13670-1:2000)
HRN U.M1.046:1984 Ispitivanje mostova pokusnim opterećenjem
HRN U.M1.047:1987 Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma
HRN EN 4866:1999 Mehaničke vibracije i udari – Vibracije građevina – Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine (ISO 4866:1990+Dopuna 1:1994+Dopuna 2:1996)
EN 13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili u konstrukcijskim elementima
HRN ISO 15686-1:2002 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004 Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)
HRN 12504-1:2000 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 1. dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće (EN 12504-1:2000)
HRN 12504-2:2001 Svojstva betona u konstrukcijama – 2. dio: Nerozorno ispitivanje – Određivanje indeksa sklerometra (EN 12504-2:2001)

HRN EN 12504-3 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 3. dio: Određivanje sile čupanja (pull-out) (prEN 12504-3:2003)
HRN EN 12504-4:2004 Ispitivanje betona – 4. dio: Određivanje brzine ultrazvučnog impulsa (EN 12504-4:2004)
HRN EN 12390-1:2001 Ispitivanje očvrsloga betona – 1. dio: Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000)
HRN EN 12390-3:2002 Ispitivanje očvrsloga betona – 3. dio: Tlačna čvrstoća ispitnih uzoraka (EN 12390-3:2001)

Norme za čelik za armiranje

HRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 1. dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
HRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
HRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 3. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)
HRN EN 10080-4 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4:1999)
HRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 5. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5:1999)
HRN EN 10080-6 Čelik za armiranje betona – Zavarljivi armaturni čelik – 6. dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6:1999)
HRN CR 10260 Sustavi označivanja čelika – Dodatne oznake (CR 10260:1998)
HRN EN 10020 Definicije i razredba vrsta čelika
HRN EN 10025 Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika – Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN 10027-1 Sustavi označivanja čelika – 1. dio: Nazivi čelika, glavni simboli
HRN EN 10027-2 Sustavi označivanja čelika – 2. dio: Bročani sustav
EN 10079 Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 10204 Metalni proizvodi – Vrste dokumenata o ispitivanju (uključuje dopunu A1:1995)
HRN EN 523 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje – Nazivlje, zahtjevi, kontrola kvalitete
EN ISO 17660 Zavarivanje čelika za armiranje
HRN EN 287-1 Provjera osposobljenosti zavarivača – Zavarivanje taljenjem – 1. dio: Čelici
HRN EN 719 Koordinacija zavarivanja – Zadaci i odgovornosti
HRN EN 729-3 Zahtjevi za kakvoću zavarivanja – Zavarivanje taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kakvoću
HRN EN ISO 4063 Zavarivanje i srodni postupci – Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 377 Čelik i čelični proizvodi – Položaj i priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1 Metalni materijali – Vlačni pokus – 1. dio: Metoda ispitivanja (pri sobnoj temperaturi)
nepropusnosti (Određivanje gubitka vode)
EN 1992-1-1 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1. dio: Opća pravila i pravila za zgrade
EN 1992-1-2 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija – 1-2 dio: Opća pravila – Projektiranje konstrukcije na požar

UPORABNI VIJEK GRAĐEVINE

Ovdje se primjenjuje metoda iz procjene uporabnog vijeka građevine primjenom korekcijskih koeficijenata (faktorska metoda) kako je definirana normom HRN ISO 15686-8.

Korekcijski koeficijenti:

- koeficijent A: kvaliteta elemenata koji obuhvaća kvalitetu samog projekta elementa,
- koeficijent B: razine projekta koji obuhvaća montažu elementa u zgradi obzirom na postojanje natprosječne zaštite,
- koeficijent C: razina izvedbe koji se odnosi na umješnost pri izvedbi i vjerojatnu razinu kontrole na gradilištu,
- koeficijent D: unutrašnji okoliš označava ocjenu okoliša, izlaganje uzročnicima degradacije i opasnosti takvog izlaganja,
- koeficijent E: vanjski okoliš,
- koeficijent F: uvjeti uporabe,
- koeficijent G: razina održavanja,
- ESCL: procijenjeni uporabni vijek,
- RSCL: referentni uporabni vijek elementa (građevine)

Procjena uporabnog vijeka prema metodi korekcijskih koeficijenata određuje se prema jednadžbi:

$$ESCL = RSCL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$$

Za predmetnu građevinu primjenom gornje jednadžbe moguće je procijeniti uporabni vijek građevine:

$$ESCL = 50 \text{ godina}$$

Norme za planiranje uporabnog vijeka građevine

HRN ISO 15686-1:2011 Zgrade i druge građevine –Planiranje vijeka uporabe

–1. dio: Opća načela i okvir (ISO 15686-1:2011)

HRN ISO 15686-2:2013 Zgrade i druge građevine –Planiranje vijeka uporabe

–2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2012)

HRN ISO 15686-3:2004 Zgrade i druge građevine –Planiranje vijeka uporabe

–3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)

HRN ISO 15686-5:2009 Građevine –Planiranje uporabnog vijeka

–5. dio: Trošak životnog ciklusa (ISO 15686-5:2008)

HRN ISO 15686-8:2008 Građevine –Planiranje uporabnog vijeka

–8. dio: Referentni uporabni vijek i njegova procjena (ISO 15686-8:2008)

INVESTITOR: Općina Lumbarda
Lumbarda 493, 20263 Lumbarda
OIB: 08108782395

GRAĐEVINA: Obiteljska kuća - Jurjevska

LOKACIJA: k.č.br. 3404/55 k.o. Lumbarda
ZOP: 332-J4L

GLAVNI PROJEKTANT: Ivana Šustić, dipl. ing. arh. (A 3371)
PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: Andrej Marković, dipl.ing.građ. (G 3722)

Sukladno članku 32. Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19) daje se iskaz

PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Za predmetnu građevinu u sklopu glavnog projekta – projekta konstrukcije procijenjeni troškovi gradnje iznose:

	313.789 €
PDV 25%	78.447 €
	392.236 €

Zagreb, ožujak 2025.

ovlaštena inženjer građevinarstva:
ULTRA STUDIO d.o.o., za projektiranje
Andrej Marković dipl. ing. građ.

II. PROJEKT KONSTRUKCIJE

1. TEHNIČKI OPIS

UVOD

Na k.č. 3404/55, k.o. Lumbarda investitor planira izgradnju zanatsko-poslovni centar „Mindel“ – faza „V“ (centar civilne zaštite i vatrogastva).

Građevina je tlocrtno pravokutnog oblika, najvećih gabaritnih dimenzija 13,1 m x 27,9 m.

Visina građevine iznosi 6,37 m mjereno od konačno zaravnanog i uređenog terena uz pročelje građevine u ravnini poda suterena do gornjeg ruba krova.

Zgrada je katnosti suterena (Po), prizemlje (P) - odnosno S+P.

Krov građevine je ravni neprohodni krov.

KONSTRUKCIJA STAMBENE GRAĐEVINE

Glavnu nosivu konstrukciju zgrade čini sustav međusobno povezanih armiranobetonskih zidova i visokostijenih nosača debljina 30,25 i 20 cm. Zidni nosači izvode se podupiranjem konstrukcije, podupirači se mogu ukloniti tek po očvršćenju zida po cijeloj visini, po svim etažama.

Horizontalnu konstrukciju stambene građevine čine monolitne armiranobetonske ploče koje su statičkog sustava kontinuiranih ploča nosivih u dva smjera, a oslanjaju se za zidove i grede zglobnim vezama. Krov je planiran kao neprohodni debljine $h=22$ cm i $h=20$ cm. Krovna ploča, u proračunu označena kao pozicija 200, oslanja se na AB zidove i grede dimenzija prema proračunu. Međukatne AB ploče, pozicija 100 debljine su $h=20$ cm i $h=18$ cm, oslanjaju se na AB zidove dimenzija prema proračunu.

Vertikalna komunikacija omogućena je AB stubište visine krakova i polupodesta $h=16$ cm.

Svi armiranobetonski elementi izgrađeni su od betona kvalitete C25/30 i armirani su armaturnim šipkama kvalitete B500 B i armaturnim čeličnim mrežama B 500A, a sve prema proračunu danom u projektu.

TEMELJNA KONSTRUKCIJA

Temeljnu konstrukciju čine armiranobetonska ploča debljine 40 cm. Proračun temeljne konstrukcije proveden je na Winklerovom modelu tla s koeficijentom reakcije posteljice 20 000 kN/m²/m' (pretpostavljena vrijednost). Karakteristike tla i dopuštena naprezanja u tlu su pretpostavljena s obzirom na lokaciju ($\delta_{dop}=360$ kN/m²).

Prije početka građenja potrebno je vizualno pregledati tlo od strane ovlaštenog inženjera građevinarstva, te ukoliko se pokaže da je tlo na predmetnoj lokaciji lošije od projektom pretpostavljenog, potrebno je ponoviti proračun temeljne konstrukcije

OPTEREĆENJA I SEIZMIČKI PRORAČUN

Građevina je proračunata na sljedeća opterećenja: vlastita težina, dodatno stalno opterećenje, uporabno opterećenje, opterećenje snijegom, opterećenje zemljom i seizmičko opterećenje.

Građevina se nalazi u području s proračunskim ubrzanjem tla (za povratni period od 475 godina) od 0,26g. Glavnu seizmički otpornu konstrukciju u oba smjera čine armiranobetonski zidovi. Pri projektiranju građevine koja se nalazi u seizmičkom području, rabe se postupci i metode opisane u hrvatskoj normi HRN EN 1998, zajedno s nacionalnim dodatkom za primjenu.

Modalnim izračunom dobivene su forme vlastitih osciliranja i mjerodavni horizontalni translatorni ton ima vrijednost vlastitog perioda $T_1=0,11s$.

Uzimajući u obzir lokalne uvjete temeljnog tla, za potresno djelovanje uzima se tip tla oznake "A".

Lokacija objekta prema važećim propisima je u 1. snježnom području - priobalje i otoci, a kao referentna visina je točka mjesta koja iznosi cca 25 m.n.m.

Svi su proračuni provedeni u skladu s važećim propisima, normama i pravilima struke na strani sigurnosti.

OKOLIŠ

Uz građevinu, zbog nagiba terena, izvode se potporni zidovi prema proračunu.

5. MATERIJALI**RAZREDI IZLOŽENOSTI I ZAŠTITNI SLOJEVI ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA**

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

razred konstrukcije: S4 (smije se smanjiti za 1 kod elemenata pločaste geometrije)

razred čvrstoće betona: C25/30 (zgrada i potporni zidovi)

1. Temeljna konstrukcija

- razred izloženosti: **XC2**

$$c_{nom} = 25 + 10 \text{ mm} = 35 \text{ mm (odabrano 40 mm)}$$

2. Stropne ploče

- razred izloženosti: **XC1**

$$c_{nom} = 10 + 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm (odabrano 25 mm)}$$

3. Zidovi

a) zidovi prizemlja i kata, te unutarnji podrumski zidovi

- razred izloženosti: **XC1**

$$c_{nom} = 10 + 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm (odabrano 25 mm)}$$

b) zidovi prema tlu (vanjski podrumski zidovi)

- razred izloženosti: **XC2**

$$c_{nom} = 25 + 10 \text{ mm} = 35 \text{ mm (odabrano 40 mm)}$$

4. Grede

- razred izloženosti: **XC1**

$$c_{nom} = 10 + 10 \text{ mm} = 20 \text{ mm (odabrano 25 mm)}$$

7. ZAKLJUČAK

Prikazanim proračunima dokazana je mehanička otpornost i stabilnost građevina te kao takve odgovaraju uvjetima uporabe.

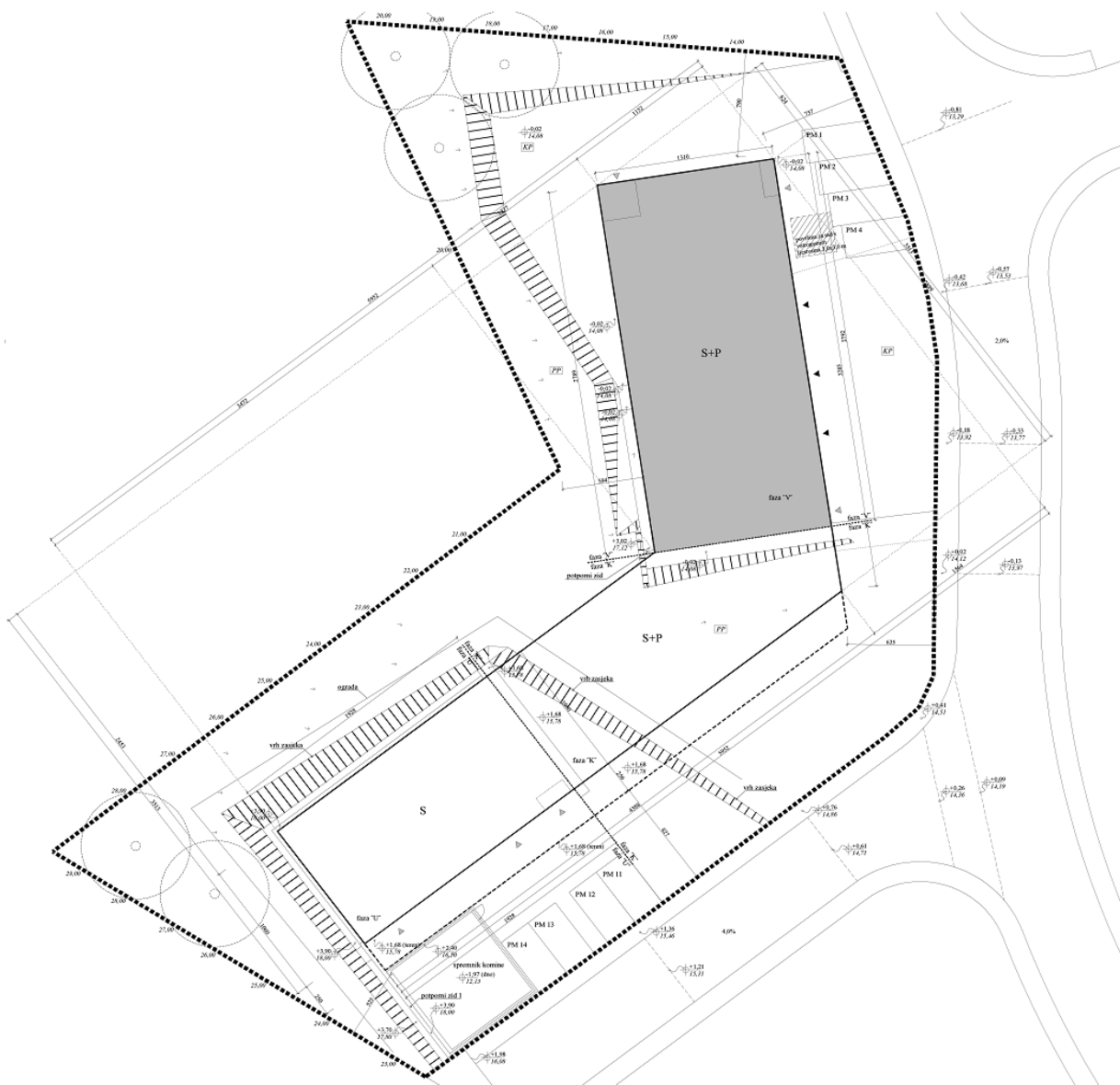
Svi elementi konstrukcije računati su za odgovarajuća opterećenja dana u hrvatskim normama niza HRN EN 1991 (tzv. eurokod EC1). Armiranobetonski elementi dimenzionirani su prema hrvatskim normama niza HRN EN 1992 (tzv. eurokod EC2), a sve prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije NN 17/17, 75/20, 7/22.

Projektant konstrukcije:
Andrej Marković d.i.g.
ovl.ing. građevinarstva

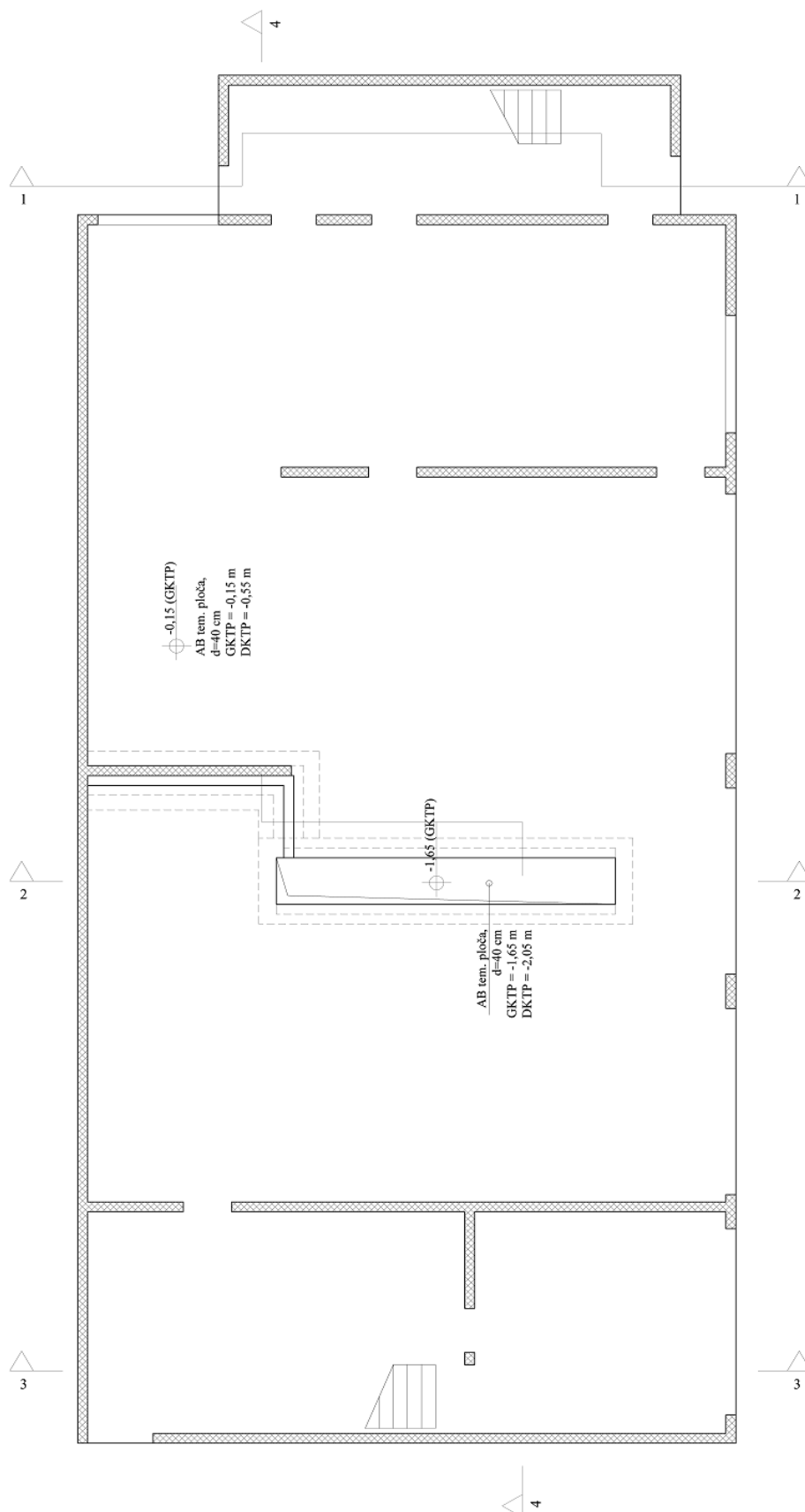
2. SHEMA POZICIJA

(svi nacrti su van mjerila!)

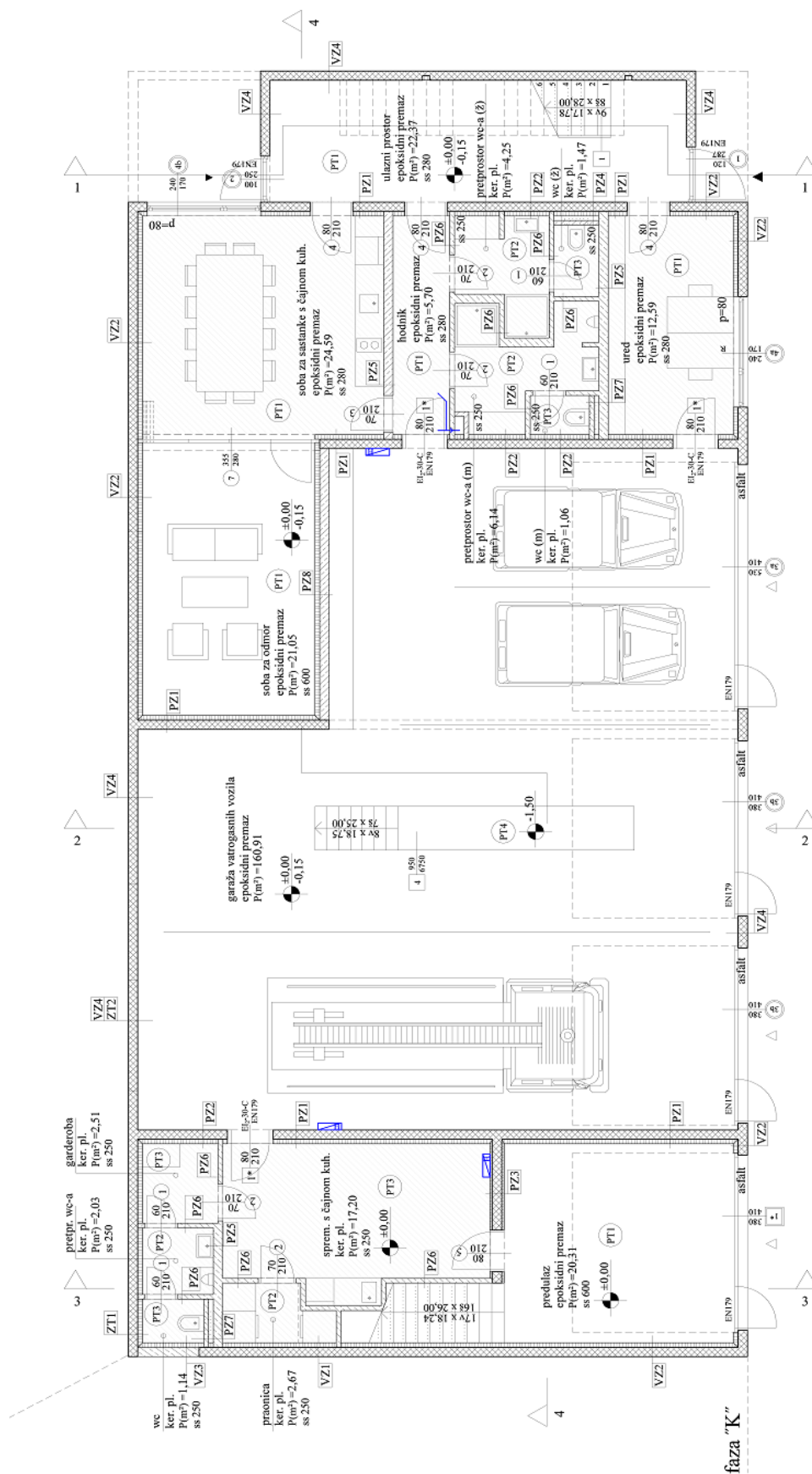
Situacija



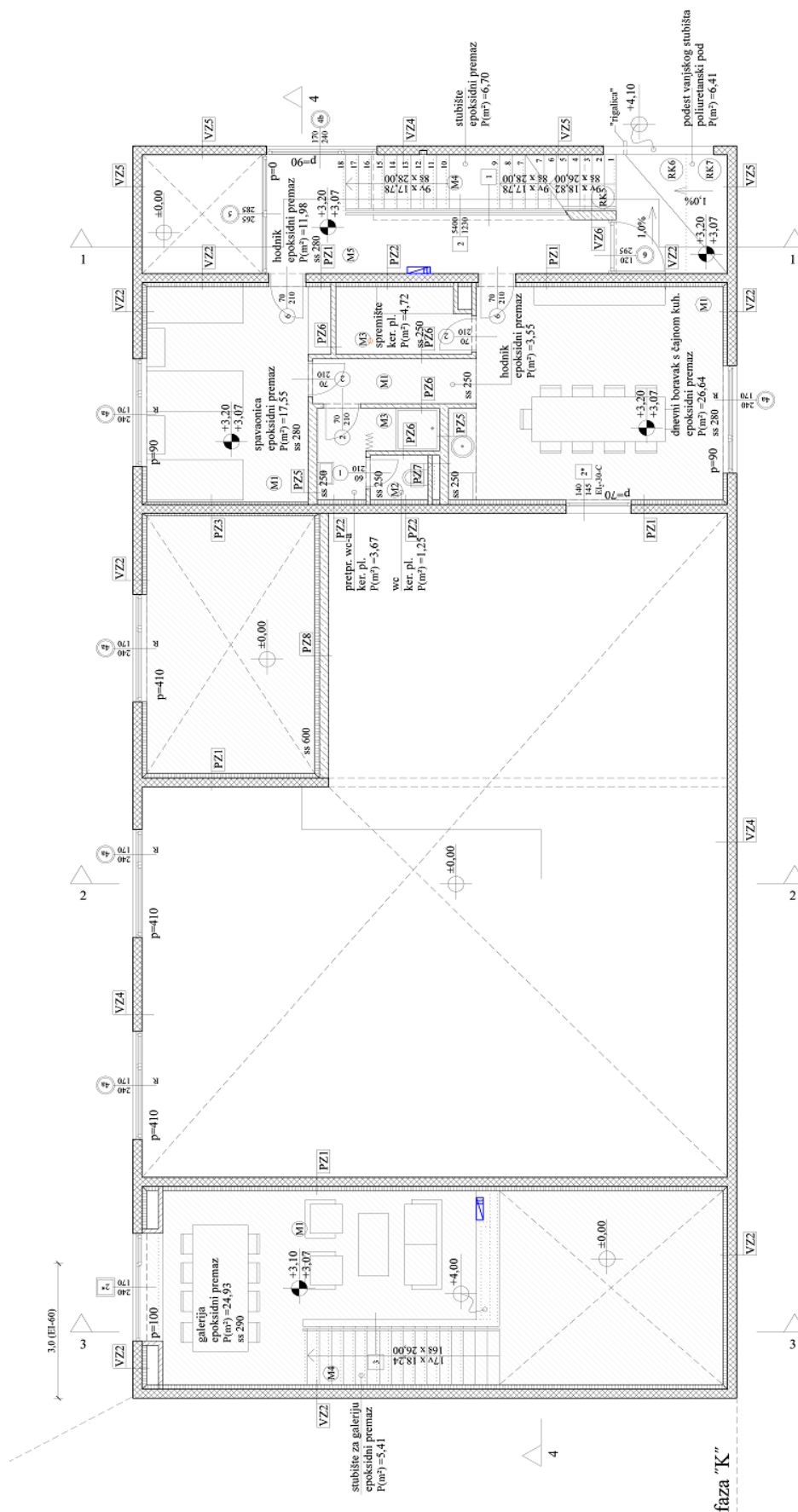
Tlocrt temelja



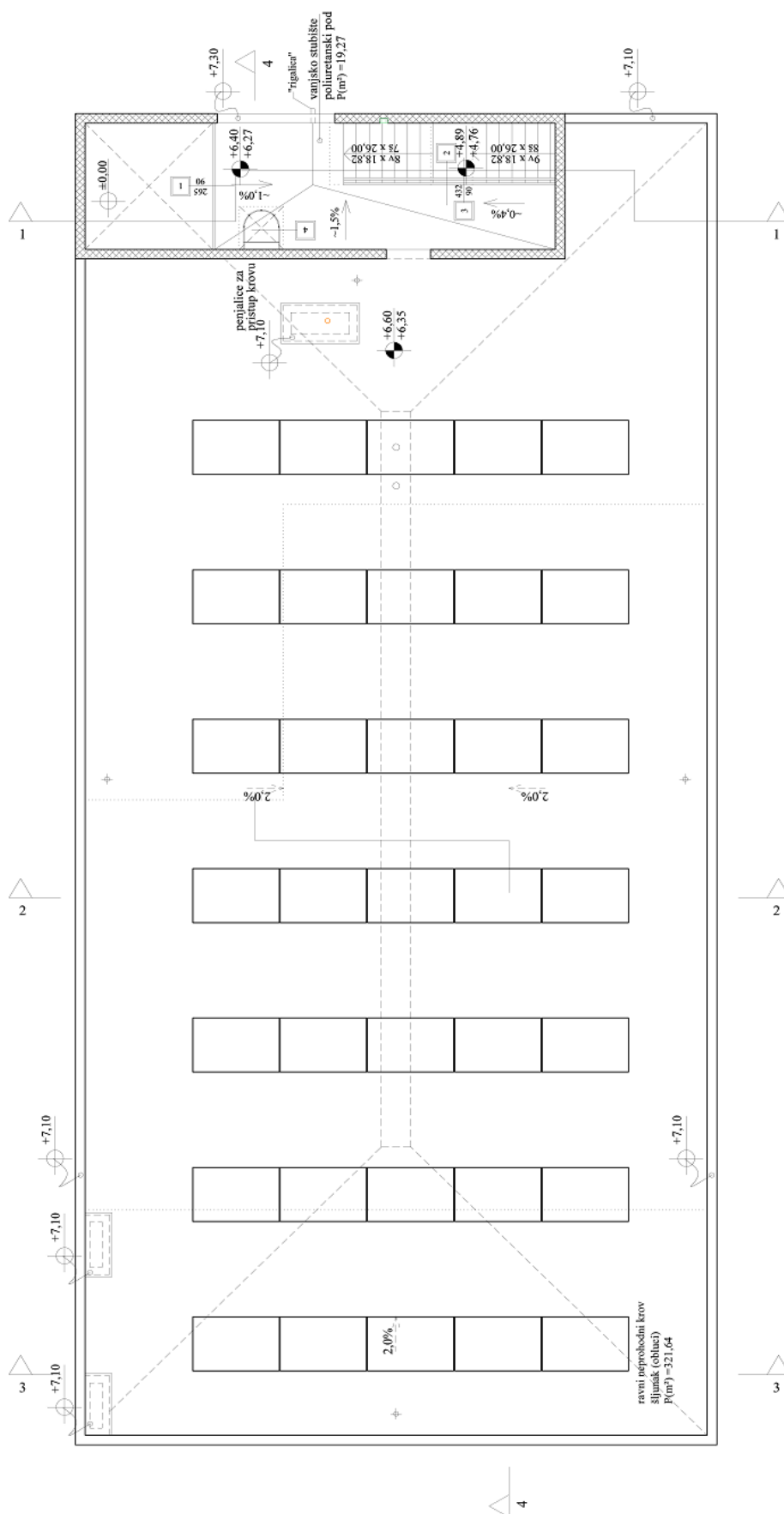
Tlocrt sutereana



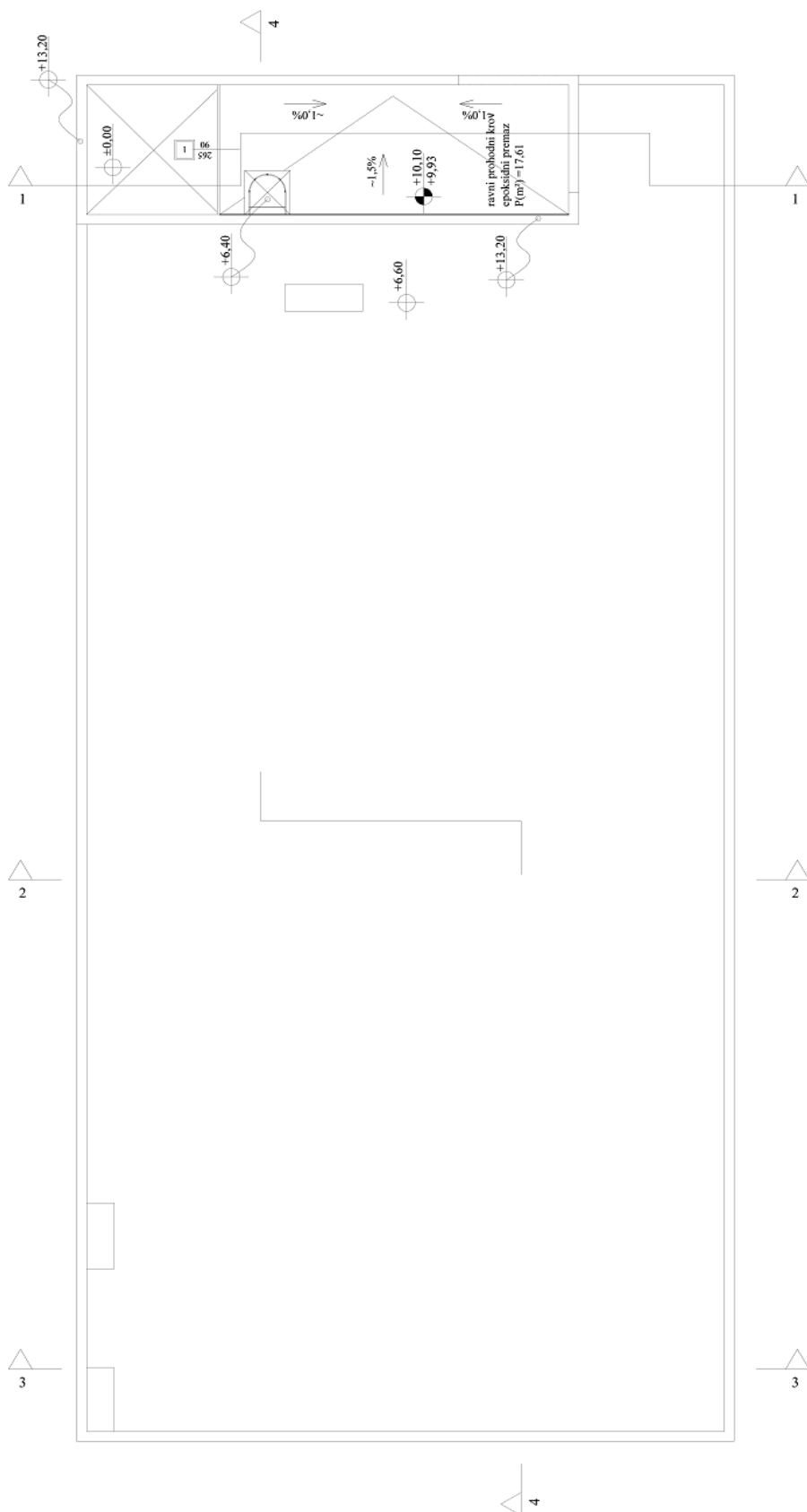
Tlocrt prizemlja



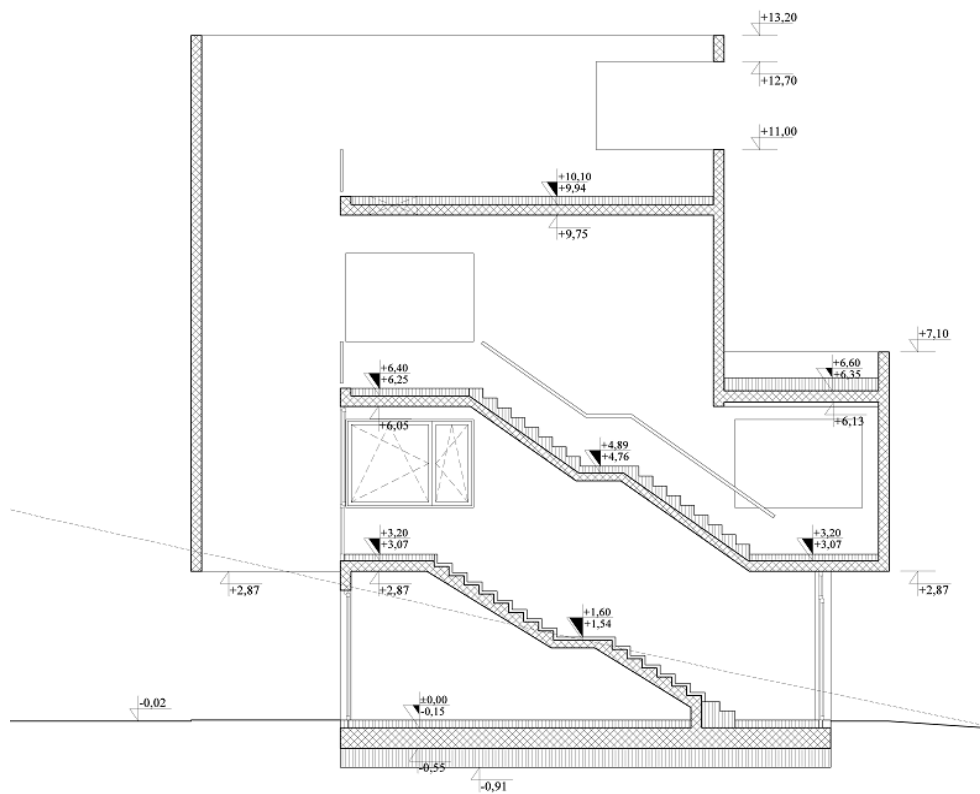
Tlocrt krova i tornja



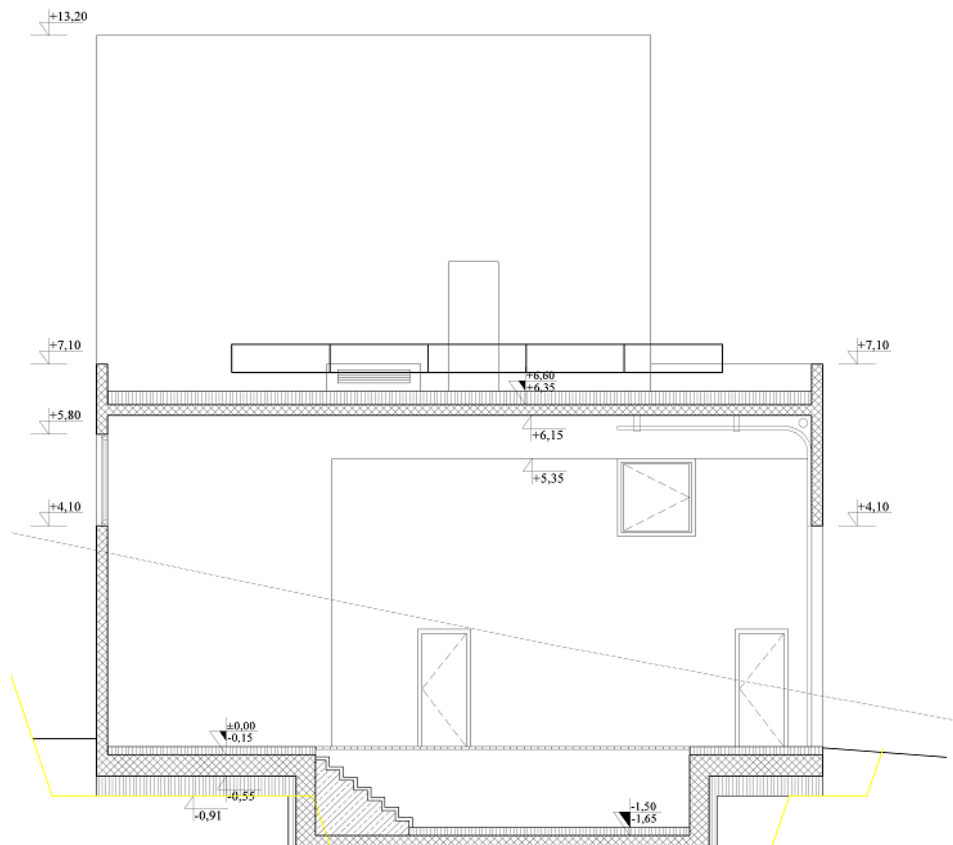
Tlocrt krova



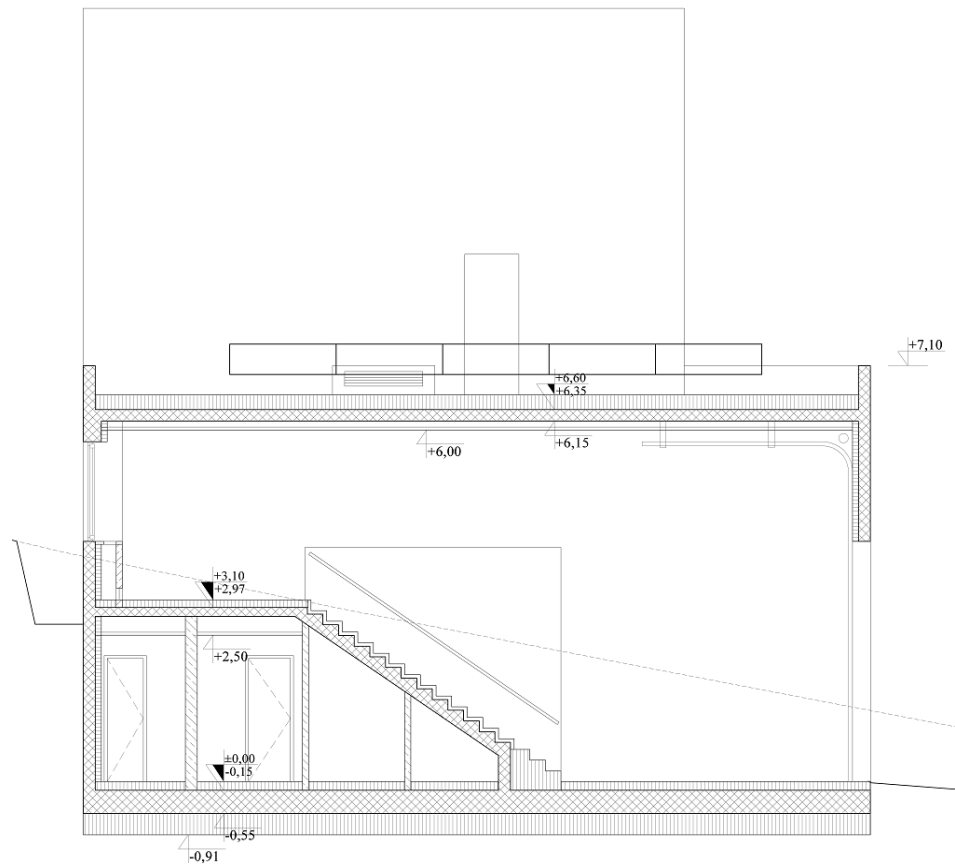
Presjek 1-1



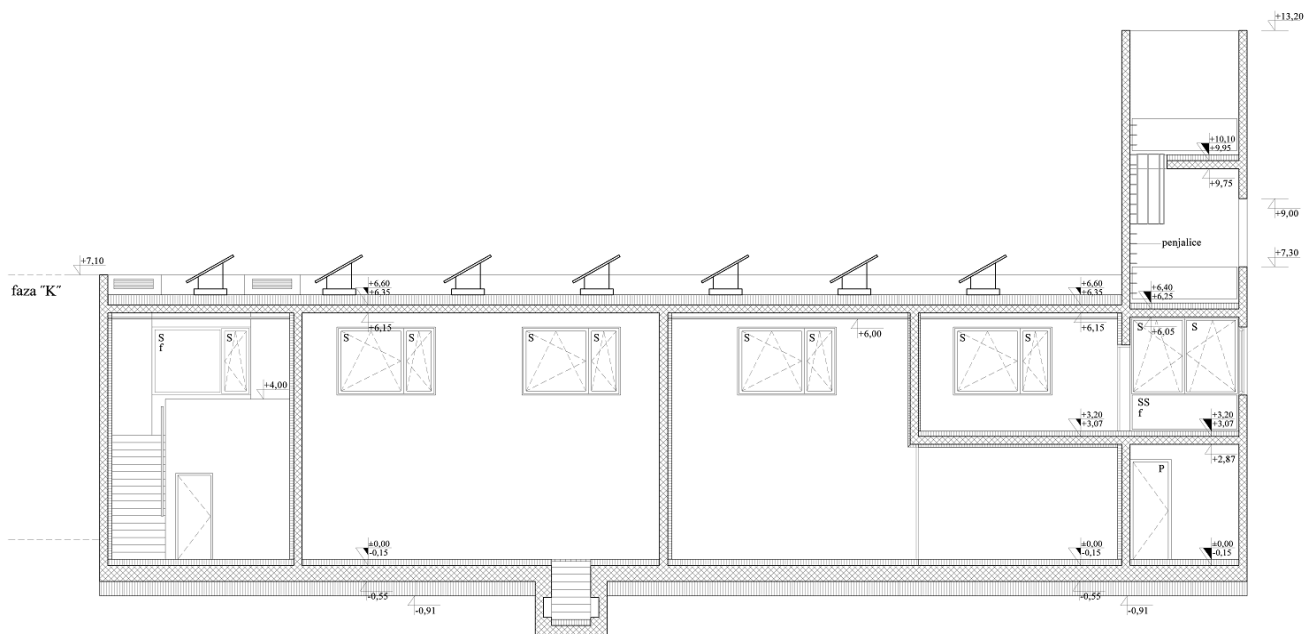
Presjek 2-2



Presjek 3-3



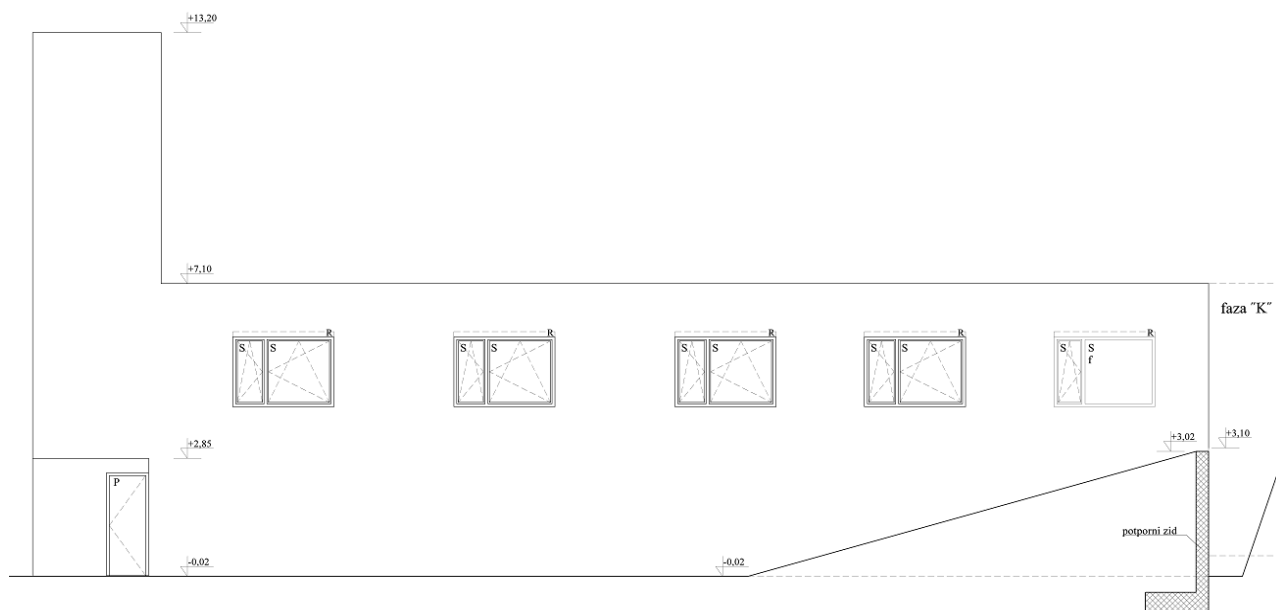
Presjek 4-4



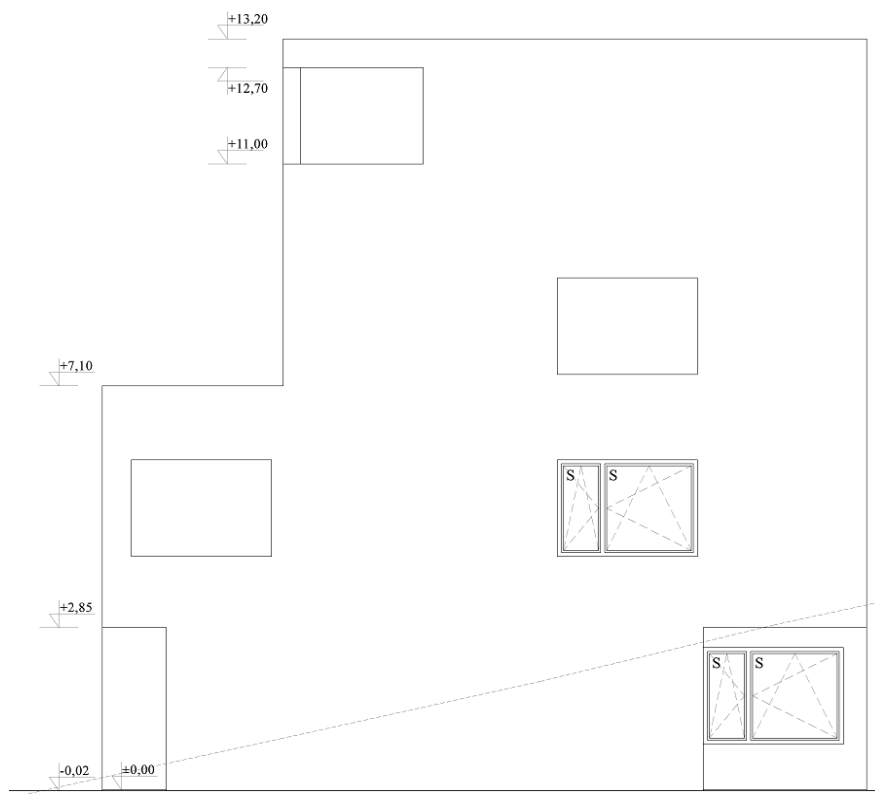
Istočno pročelje



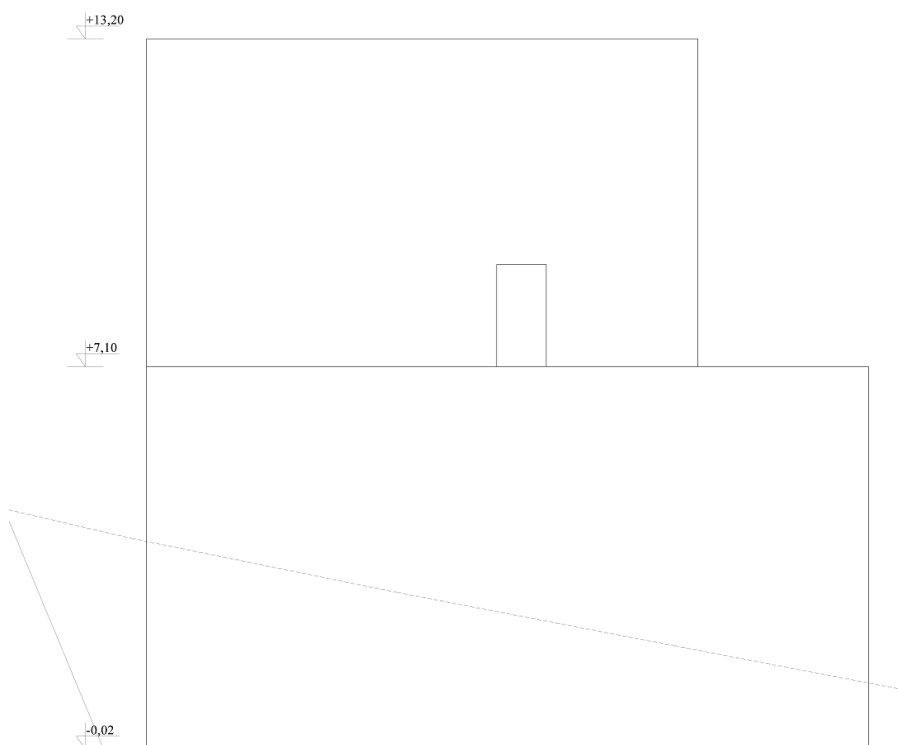
Zapadno pročelje



Sjeverno pročelje



Južno pročelje



3. ANALIZA OPTEREĆENJA

3.1. STALNO I UPORABNO OPTEREĆENJE

RK1 - RAVNI KROV - grijani prostori

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	nasip šljunka (oblutaka), horizontalna završna ravnina	18,00	0,19	3,42
2.	geotekstil		0,002	0,1
3.	krovná sintetska UV stabilna hidroizolacijska traka (TPO)		0,002	
4.	podložni PES voal		0,002	0,1
5.	tvrdé ploče ekstrudiranog polistirena (XPS) u dva sloja	0,30	0,17	0,051
6.	geotekstil		0,002	0,1
7.	parna brana - bitumenska traka za zavarivanje s uloškom Al folije 0,1 mm s SD ≥ 1500 m, na hladnom bitumenskom podmazu	10,00	0,005	0,05
8.	armirano betonska krovná ploča	vl. težina ploče = SCIA		
9.	toplinska izolacija za produžetak toplinskog mosta – ploče mineralne vune	0,5	0,05	0,025
10.	potkonstrukcija spuštenog stropa – neventilirani sloj zraka, razvod instalacija			
11.	gipskartonske ploče u jednom sloju ili	7,0	0,0125	0,0875

- vlastita težina elemenata bit će uzeta u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 3,93$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 4,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija H - nagib krova $\leq 20^\circ$

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.10):

$q_k = 0,60$ kN/m²

RK2 - RAVNI KROV - negrijani prostori

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	nasip šljunka (oblutaka), horizontalna završna ravnina	18,00	0,19	3,42
2.	geotekstil		0,002	0,1
3.	krovná sintetska UV stabilna hidroizolacijska traka (TPO)		0,002	
4.	podložni PES voal		0,002	0,1
5.	tvrdé ploče ekstrudiranog polistirena (XPS) u dva sloja	0,30	0,17	0,051
6.	geotekstil		0,002	0,1
7.	armirano betonska krovná ploča	vl. težina ploče = SCIA		
8.	glet masa i nalič		0,005	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 3,77$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 4,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija H - nagib krova $\leq 20^\circ$

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.10):

$q_k = 0,60$ kN/m²

RK3 - RAVNI PROHODNI KROV - vanjski prostor

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – epoksidni podni sustav	12,5	0,004	0,05
2.	završna lagano armirana betonska glazura	22,0	0,05	1,1
3.	čepasta PEHD folija s čepovima okrenutima	1,00	0,01	0,01
4.	ekstrudirani polistiren XPS	1,00	0,02	0,02
5.	hladni bitumenski premaz + varene polimerbitumenske trake s uloškom od staklene tkanine, u dva sloja (2 x 0,4 cm)	15,0	0,008	0,12
6.	betonska podloga u padu 1% prema mjestima odvodnje	25,0	0,075	1,875
7.	armirano betonska krovná ploča	vl. težina ploče = SCIA		
8.	fasadni sustav: mineralna temeljna žbuka armirana alkalootpornom staklenom mrežicom		0,01	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 3,18$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 3,50$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

RK4- RAVNI PROHODNI KROV - grijani prostori

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – poliuretanski podni sustav	12,5	0,005	0,0625
2.	završna lagano armirana betonska glazura	22,0	0,05	1,1
3.	čepasta PEHD folija s čepovima okrenutima	1,00	0,01	0,01
4.	ekstrudirani polistiren XPS	1,00	0,02	0,02
5.	hladni bitumenski premaz + varene	15,0	0,008	0,12
6.	betonska podloga u padu 1% prema	25,0	0,05	1,25
7.	armirano betonska krovna ploča	vl. težina ploče = SCIA		
8.	toplinska izolacija - silikatne lake ploče od	1,00	0,1	0,1
9.	glet masa i nalič		0,005	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 2,66$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 3,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

RK5 - PROHODNI KROV - grijani prostori - krakovi stubišta

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – epoksidni podni	12,5	0,004	0,05
2.	armiranobetonska stepenasta ploča	25,0	0,08	2,00
3.	čepasta PEHD folija s čepovima okrenutima	1,00	0,01	0,01
4.	ekstrudirani polistiren XPS	1,00	0,02	0,02
5.	hladni bitumenski premaz + varene polimerbitumenske trake s uloškom od staklene tkanine, u dva sloja (2 x 0,4 cm)	15,0	0,008	0,12
6.	armirano betonska krovna ploča	vl. težina ploče = SCIA		
7.	glet masa i nalič		0,005	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 2,20$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 2,50$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija S

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

RK6 - RAVNI PROHODNI KROV - grijani prostori

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – epoksidni podni	12,5	0,004	0,05
2.	završna lagano armirana betonska glazura	22,0	0,04	0,88
3.	čepasta PEHD folija s čepovima okrenutima	1,00	0,01	0,01
4.	ekstrudirani polistiren XPS	1,00	0,05	0,05
5.	hladni bitumenski premaz + varene polimerbitumenske trake s uloškom od staklene tkanine, u dva sloja (2 x 0,4 cm)	15,0	0,008	0,12
6.	betonska podloga u padu 1% prema mjestima odvodnje	25,0	0,045	1,125
7.	armirano betonska krovna ploča	vl. težina ploče = SCIA		
8.	toplinska izolacija - silikatne lake ploče od	1,00	0,05	0,05
9.	izravnanje i armiranje gipsanim mortom sa	10,00	0,005	0,05
10.	fasadni sustav: mineralna temeljna žbuka armirana alkalnootpornom staklenom mrežicom		0,01	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 2,34$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 2,50$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

M1 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - između grijanog prostora

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – epoksidni podni sustav	12,5	0,002	0,025
2.	mikroarmirani plivajući cementni estrih	22,0	0,07	1,54
3.	penaste trake od ekstrudiranog polietilena (XPE)	1,00	0,005	0,005
4.	ploče ekspandiranog polistirena EPS 150	1,00	0,05	0,05
5.	armiranobetonska ploča	vl. težina ploče = SCIA		
6.	toplinska izolacija za produžetak toplinskog mosta – ploče mineralne vune	0,5	0,05	0,025
7.	potkonstrukcija spuštenog stropa – neventilirani sloj zraka, razvod instalacija			
8.	gipskartonske ploče u jednom sloju ili impregnirane gipskartonske ploče za mokre prostore u jednom sloju	7,0	0,0125	0,0875

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 1,65$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 2,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

M2 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - između grijanog prostora

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – protuklizne keramičke pločice	23,0	0,01	0,23
2.	fleksibilno građevinsko ljepilo	16,0	0,005	0,08
3.	mikroarmirani plivajući cementni estrih	22,00	0,055	1,210
4.	penaste trake od ekstrudiranog polietilena (XPE)	1,00	0,005	0,005
5.	ploče ekspandiranog polistirena EPS 150	1,00	0,05	0,05
6.	armiranobetonska ploča	vl. težina ploče = SCIA		
7.	toplinska izolacija za produžetak toplinskog mosta – ploče mineralne vune	0,5	0,05	0,025
8.	potkonstrukcija spuštenog stropa – neventilirani sloj zraka, razvod instalacija	10,0	0,005	0,05
9.	gipskartonske ploče u jednom sloju ili impregnirane gipskartonske ploče za mokre prostore u jednom sloju	7,0	0,0125	0,0875

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 1,65$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 2,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

M3 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - između grijanog prostora**STALNO OPTEREĆENJE**

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – protuklizne keramičke pločice	23,0	0,01	0,23
2.	fleksibilno građevinsko ljepilo	16,0	0,005	0,08
3.	polimercementni hidroizolacijski premaz	16,0	0,003	0,048
4.	mikroarmirani plivajući cementni estrih	22,00	0,05	1,100
5.	penaste trake od ekstrudiranog polietilena (XPE)	1,00	0,005	0,005
6.	ploče expandiranog polistirena EPS 150	1,00	0,05	0,05
7.	armiranobetonska ploča	vl. težina ploče = SCIA		
8.	toplinska izolacija za produžetak toplinskog mosta – ploče mineralne vune	0,5	0,05	0,025
9.	potkonstrukcija spuštenog stropa – neventilirani sloj zraka, razvod instalacija	10,0	0,005	0,05
10.	gipskartonske ploče u jednom sloju ili impregnirane gipskartonske ploče za mokre prostore u jednom sloju	7,0	0,0125	0,0875

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 1,59$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 2,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

M4 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA - unutarnje stubište**STALNO OPTEREĆENJE**

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – epoksidni podni sustav	12,5	0,002	0,025
2.	mikroarmirani plivajući cementni estrih	22,00	0,06	1,32
3.	armiranobetonska ploča	vl. težina ploče = SCIA		
4.	glet masa i nalič		0,005	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 1,35$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 1,50$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

M5 - MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	završna podna obloga – epoksidni podni	12,5	0,002	0,025
2.	mikroarmirani plivajući cementni estrih	22,00	0,07	1,54
3.	penaste trake od ekstrudiranog polietilena	1,00	0,005	0,005
4.	ploče ekspandiranog polistirena EPS 150	1,00	0,05	0,05
5.	armiranobetonska ploča	vl. težina ploče = SCIA		
6.	glet masa i nalič		0,005	

- vlastita težina elemenata bit će uzeta
u programu Scia Engineer

UKUPNO $\Delta g_k = 1,62$ kN/m²
za proračun $\Delta g_k = 2,00$ kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Kategorija B

Prema točki 6.3.4.2 NA (Tablica 6.1):

$q_k = 3,00$ kN/m²

3.2. OPTEREĆENJE SNIJEGOM

Koeficijent izloženosti

$C_e = 1,0$ (normalna topografija)

Koeficijent gubitka topline kroz krov

$C_t = 1,0$ (izolirani krov)

Lokacija: Šestine, Zagreb
nadmorska visina 25 m.n.m.

1. područje - priobalje i otoci

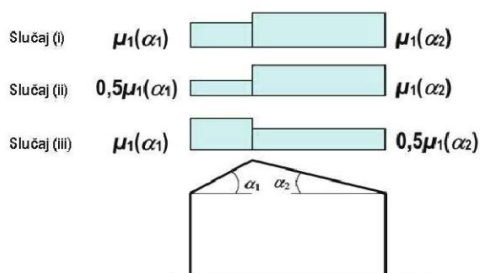
Karakteristično opterećenje snijegom:

$S_k = 0,50$ kN/m²

Nagib krova:

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1^\circ$

Koeficijenti oblika:



kut nagiba krova $0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$

$\mu_1(\alpha_1) = 0,80$

$s_1(\alpha_1) = \mu_1 C_e C_t S_k = 0,40$ kN/m²



Slika: Karta snježnih područja Republike Hrvatske

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m ²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m ²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m ²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m ²]
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

Tablica: Karakteristično opterećenje snijegom na tlu

4. PRORAČUN KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA POZICIJE 300

4.1. PRORAČUN STROPNE PLOČE PRIZEMLJA/KROVNE PLOČE

Krovna ploča tornja, monolitna je AB ploča koja se oslanja na AB zidove.
Proračun krovna ploče tornja bit će izveden pomoću programa Scia Engineer,
metodom konačnih elemenata, uz sljedeće pretpostavke:

- AB monolitna ploča debljine $d = 20$ cm
- kakvoća betona C25/30 (MB 30)
- kakvoća čelika za armiranje B 500A (MAR 500/560) i dodatna armatura B 400B (RA 400/500)
- debljina zaštitnog sloja 2,5 cm

Program automatski uzima u proračun vlastitu težinu elemenata.

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti:

nepovoljno:	$\gamma_g = 1,35$	povoljno:	$\gamma_g = 1,0$
	$\gamma_q = 1,5$		$\gamma_q = 0$

I uz koeficijente kombinacija:

Djelovanje	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Uporabna opterećenja u zgradama kategorije (vidjeti normu EN 1991-1-1):			
Kategorija A: kuće, stambene zgrade	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: uredi	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: područja za skupove	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovine	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišta	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: prometna područja, težina vozila ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: prometna područja, $30 \text{ kN} \leq$ težina vozila ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
Opterećenja snijegom u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-3)*:			
– Finska, Island, Norveška, Švedska	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H > 1000$ m n.m.	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H \leq 1000$ m n.m.	0,50	0,20	0
Opterećenja vjetrom na zgrade (vidjeti normu EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (osim požara) u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
NAPOMENA: Vrijednosti ψ mogu se odrediti u nacionalnom dodatku.			
* Za države koje nisu navedene, vidjeti odgovarajuće mjesne uvjete.			

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:

Name	Description	Action type	Load group	Load type	Direction
SO1	vl. težina	Permanent	LG1	Self weight	-Z
SO2	dod. stalno	Permanent	LG1	Standard	
SO3.1.	uporabno kat. A	Variable	LG2	Static	
SO3.2.	uporabno kat. H	Variable	LG2	Static	
SO4	snijeg	Variable	LG2	Static	

kombinacije opterećenja:

Osnovne kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Karakteristične kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kvazistalne kombinacije

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Popis kombinacija:

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KO1	GSN	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
KO2	GSU - karak.	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
KO3	GSU - nazovistalna	Linear - serviceability	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	0,600
KO4	GSN - krov uporabno	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,500
KO5	GSN - krov vodeće uporabno	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,500
			SO4 - snijeg	0,750
KO6	GSU - krov karak.	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,000
KO7	GSU - krov karak. uporabno vodeće	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,000
			SO4 - snijeg	0,500

3. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Prilog 2. Opterećenja (kN, kN/m²)

Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO5 (kNm/m')

Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO5 (kNm/m')

Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO7 (cm)

Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib (cm) - KO3

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO5 (cm²/m')

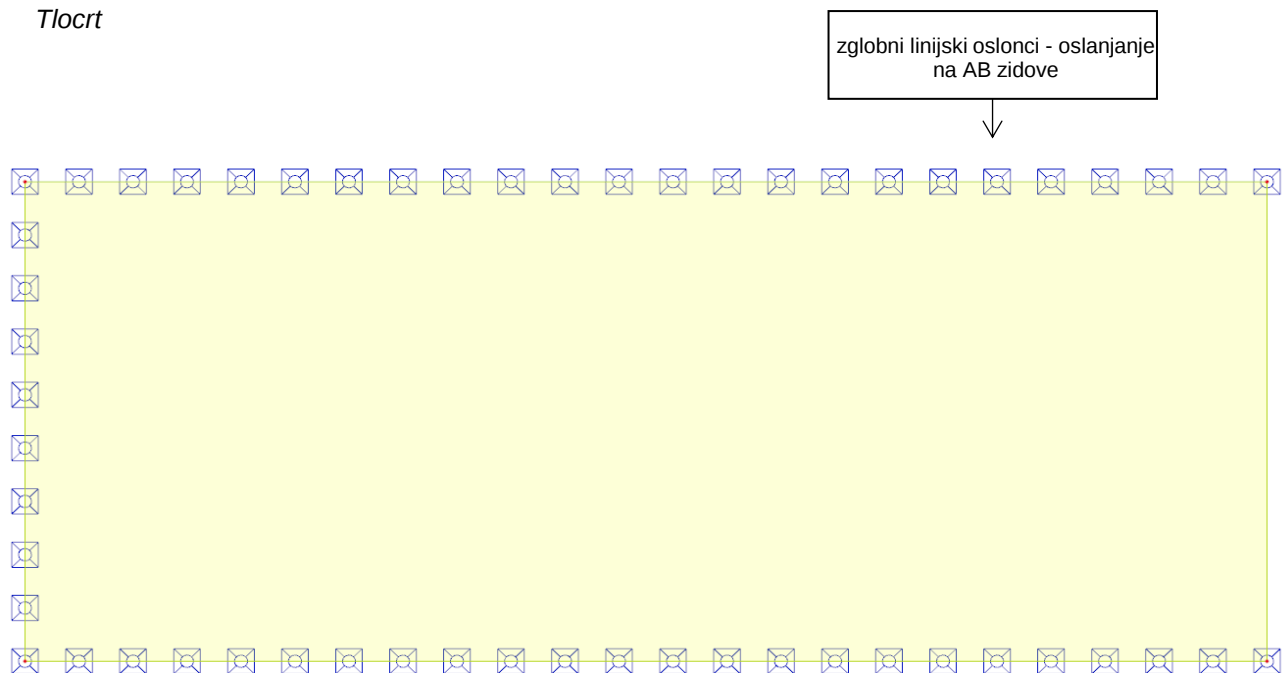
Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO5 (cm²/m')

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO5 (cm²/m')

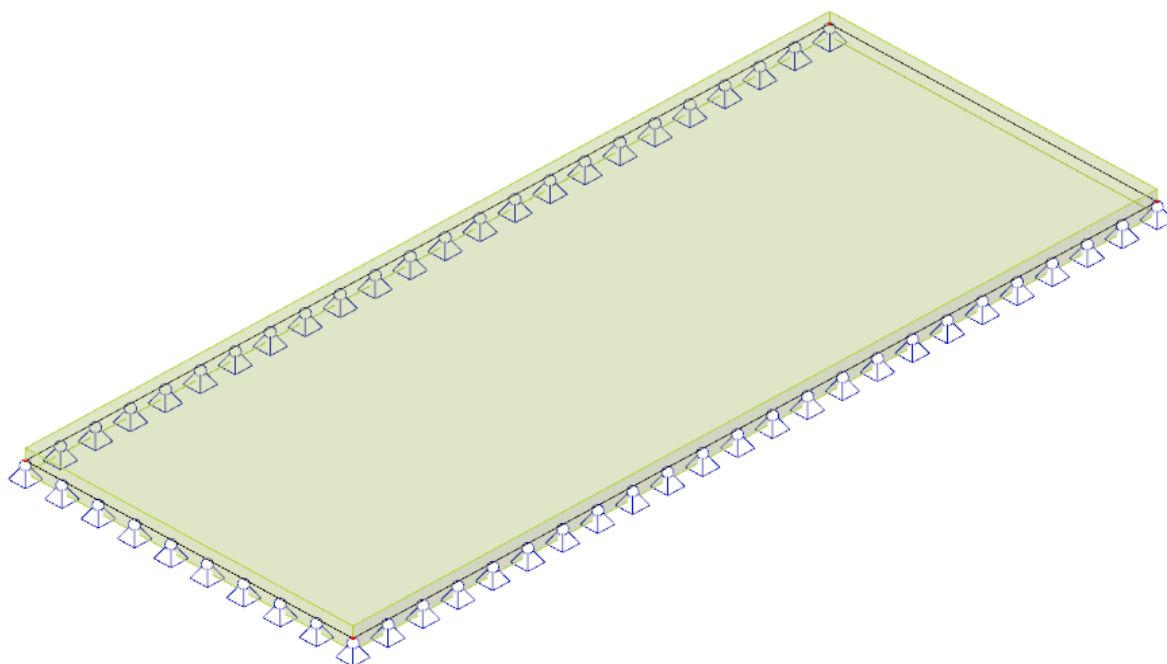
Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO5 (cm²/m')

Prilog 1. *Prikaz nosivih elemenata i oslonaca*

Tlocrt

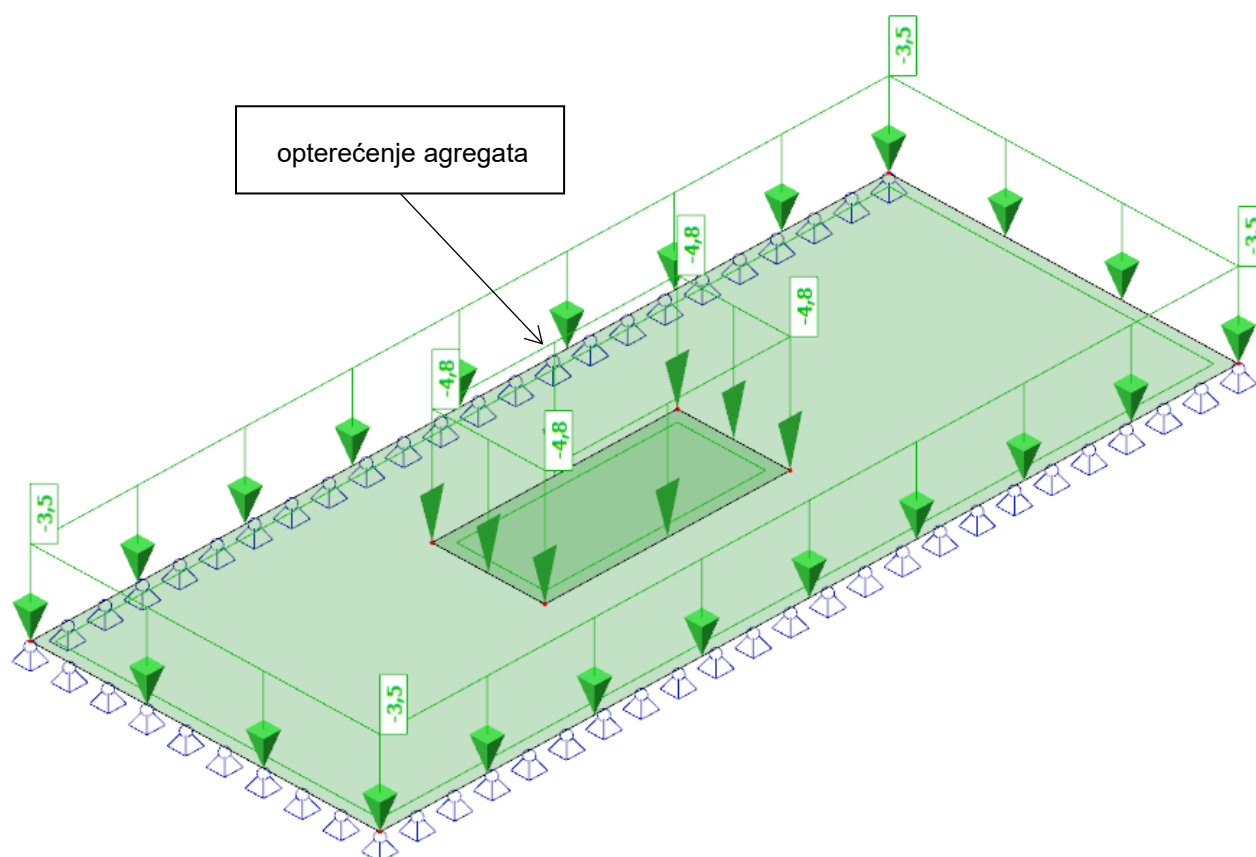


3D prikaz

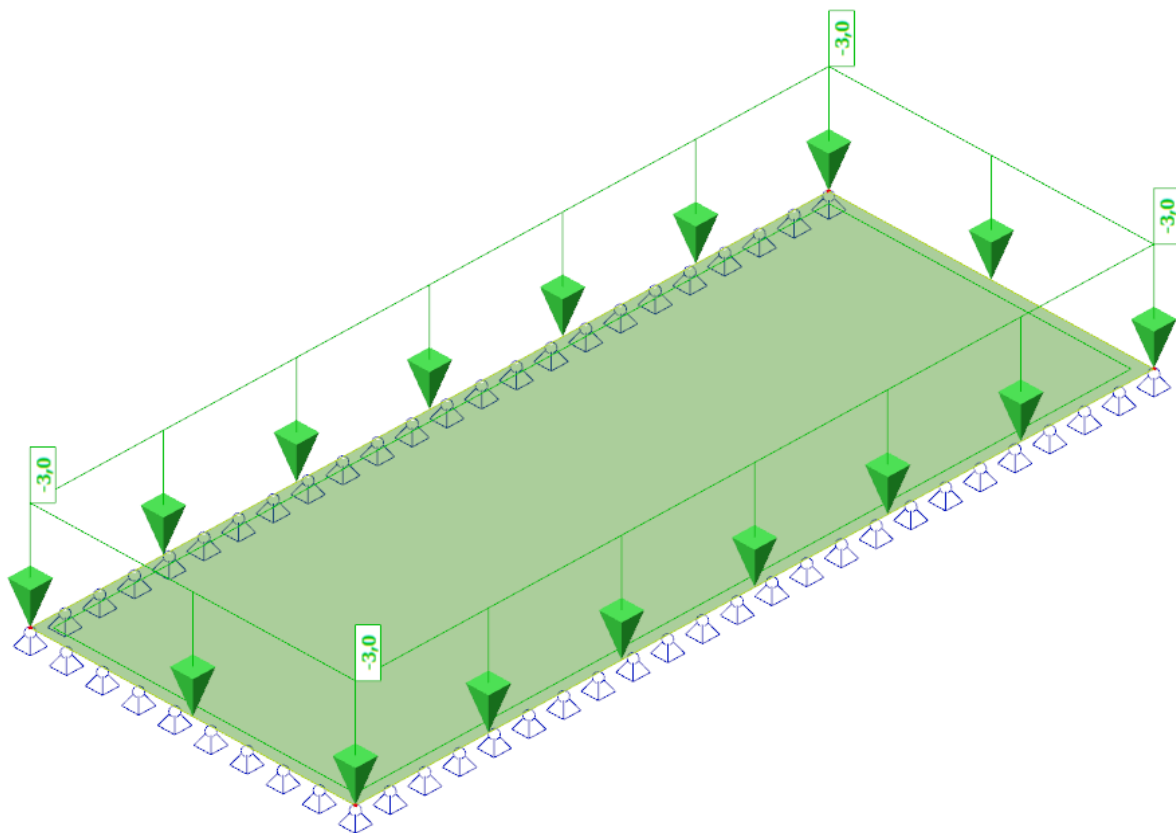


Prilog 2. Opterećenja (kN, kN/m²)

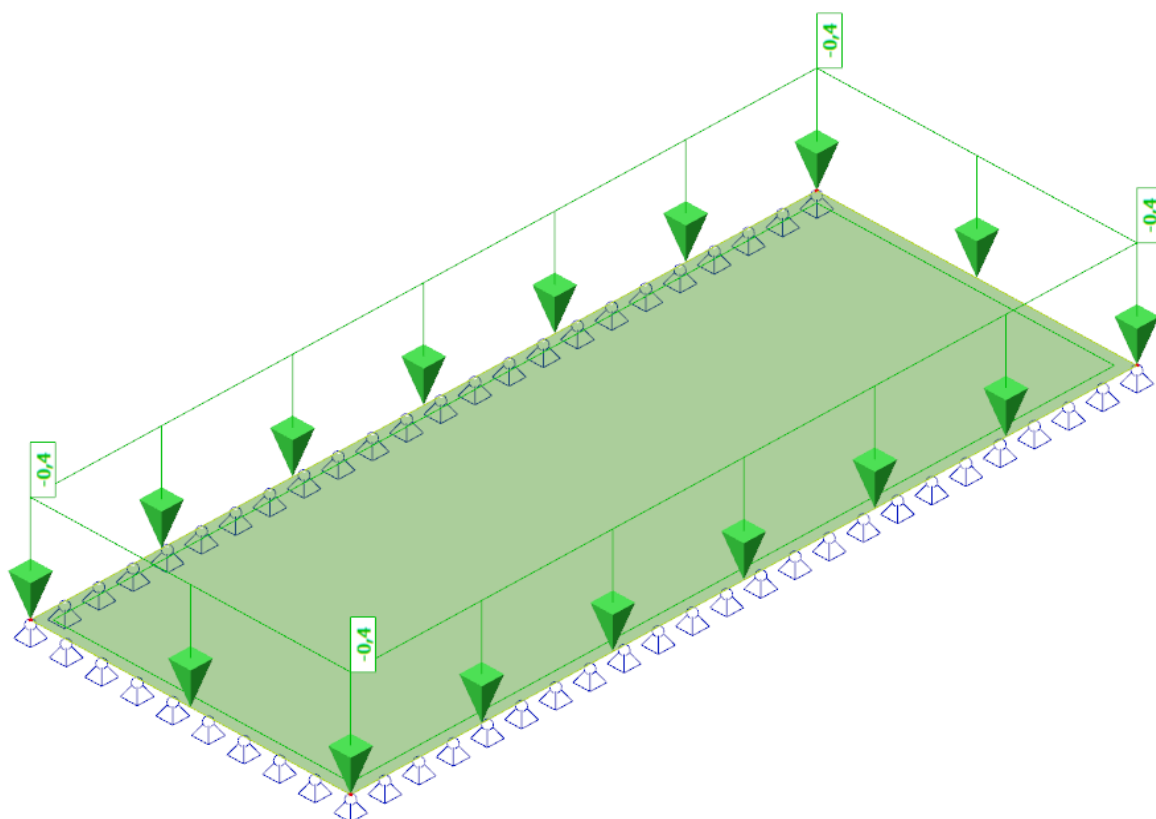
SO2 - dodatno stalno opterećenje



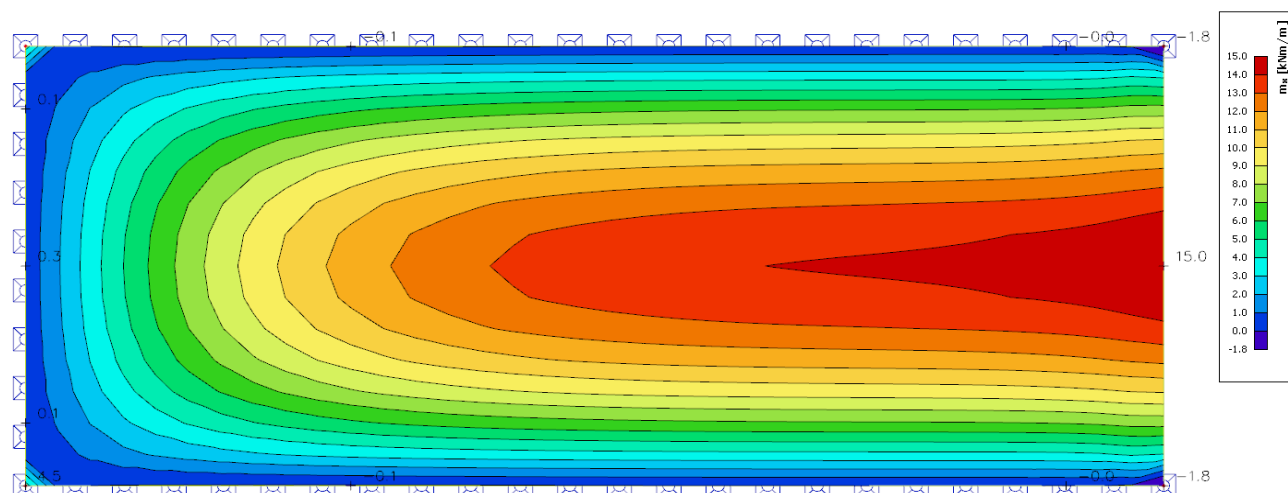
SO3.1 - uporabno opterećenje (kat. H)



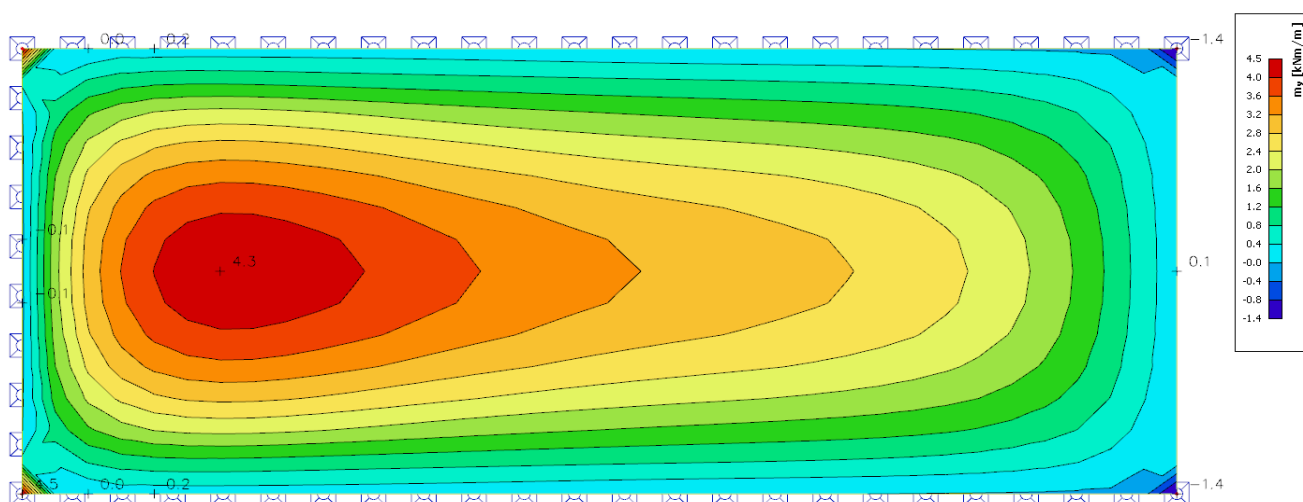
SO4- opterećenje snijegom



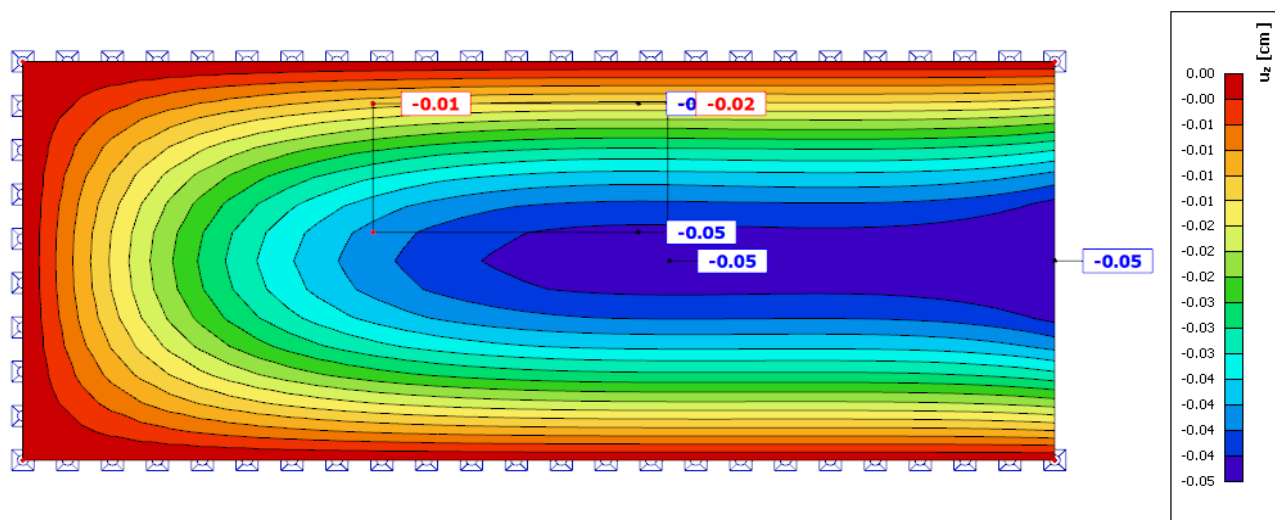
Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO5 (kNm/m')



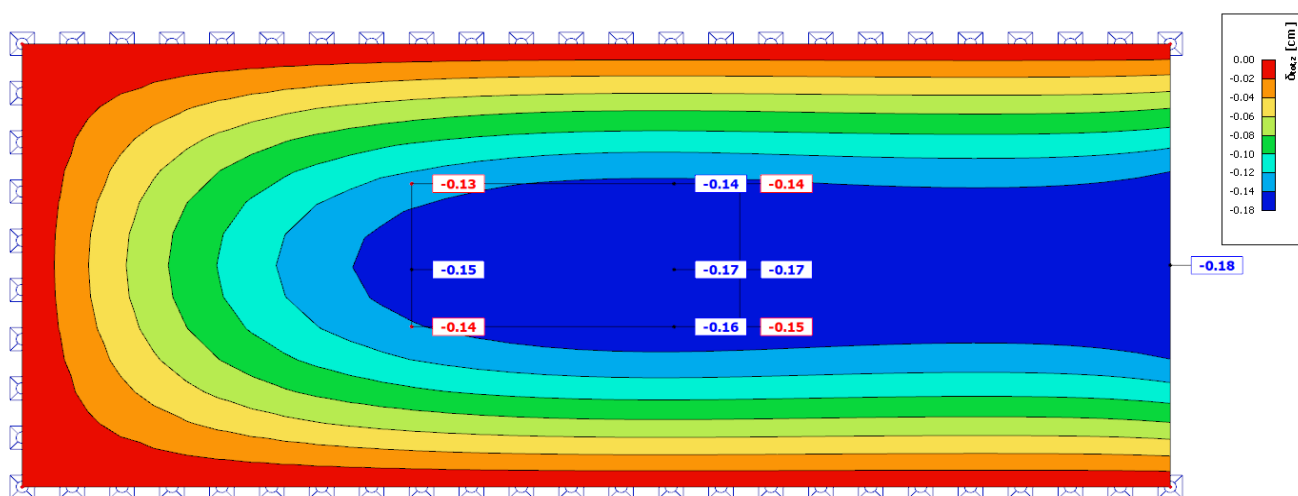
Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO5 (kNm/m')



Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO7 (cm)

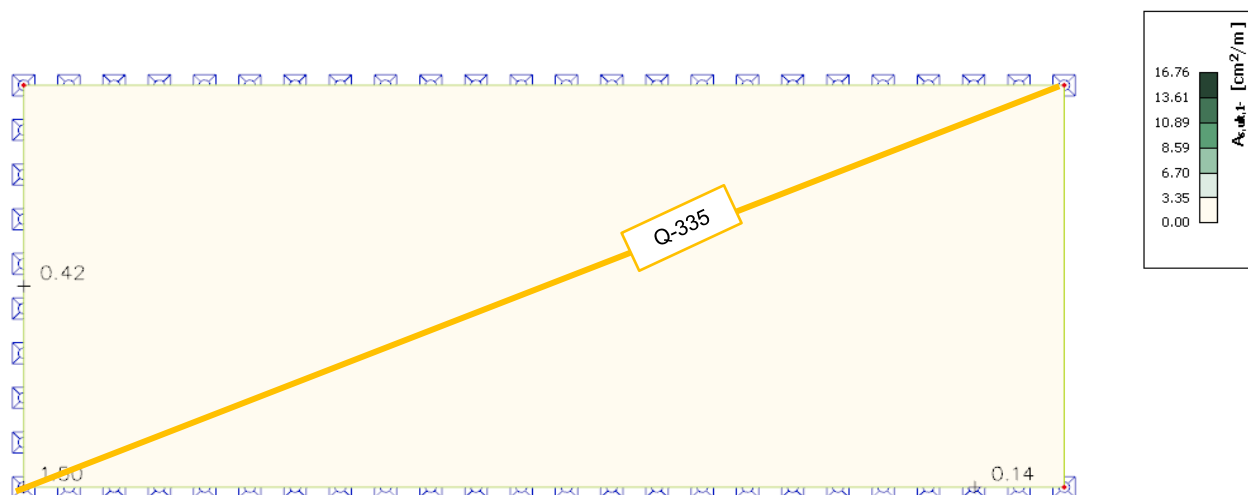


Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib (cm) - KO3

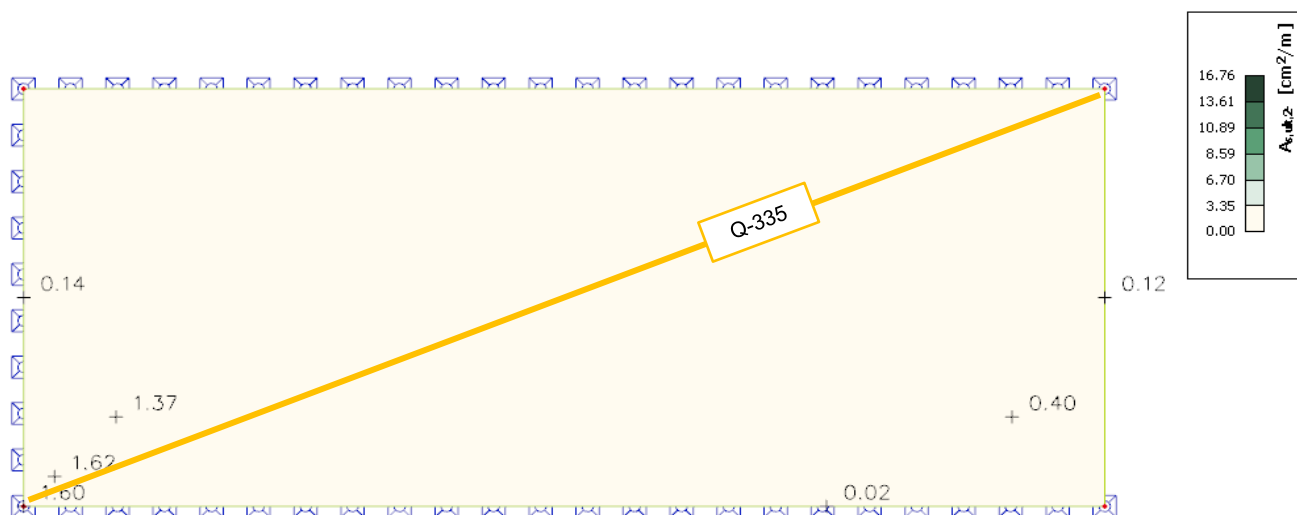


$$u_{z,max} = 0,18 \text{ cm} < u_{dop} = L/200 = 285/200 = 1,43 \text{ cm}$$

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od **KO5** (cm^2/m')

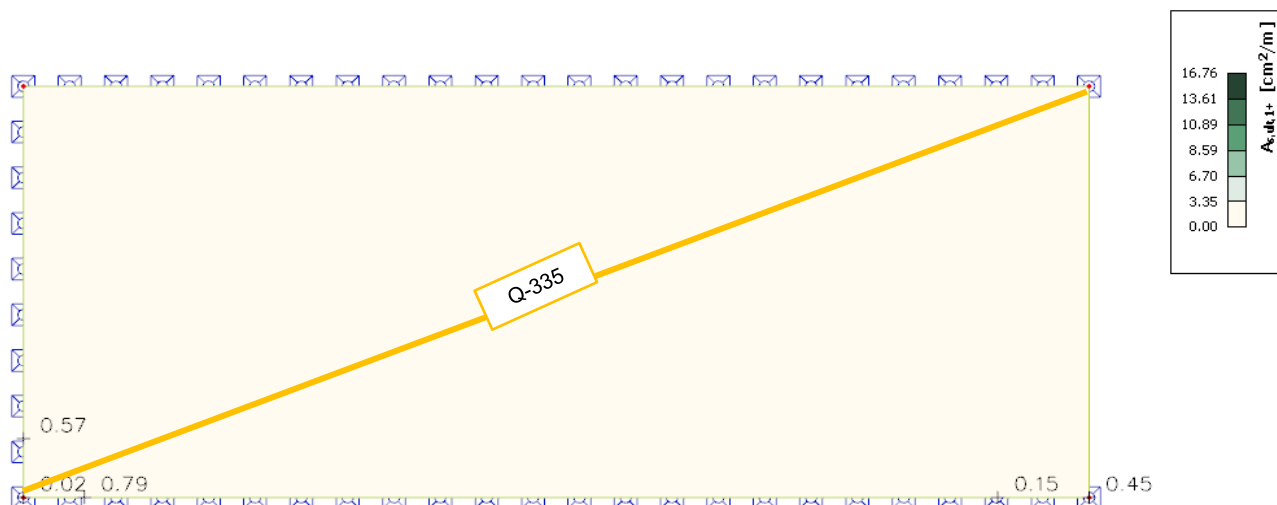


Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od **KO5** (cm^2/m')

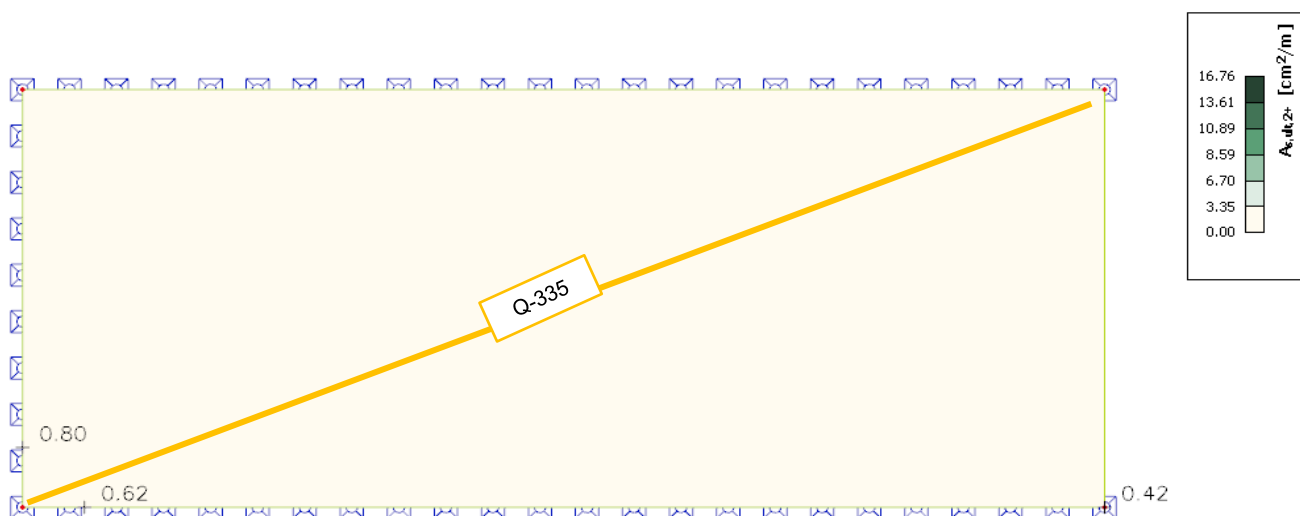


- minimalna armatura $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,20 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- donju zonu armirati mrežama Q 335 (B 500)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ8/15 cm

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od **KO5** (cm^2/m')



Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od **KO5** (cm^2/m')



- minimalna armatura $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,20 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- gornju zonu armirati mrežama Q 335 (B 500)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ8/15 cm

5. PRORAČUN KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA POZICIJE 200

5.1. PRORAČUN STROPNE PLOČE PRIZEMLJA/KROVNE PLOČE

Stropna ploča prizemlja/krovnna ploča, monolitna je AB ploča koja se oslanja na AB zidove i grede. Proračun stropne ploče prizemlja/krovnna ploča bit će izveden pomoću programa Scia Engineer, metodom konačnih elemenata, uz sljedeće pretpostavke:

- AB monolitna ploča debljine $d = 20$ cm i $d = 22$ cm
- kakvoća betona C25/30 (MB 30)
- kakvoća čelika za armiranje B 500A (MAR 500/560) i dodatna armatura B 400B (RA 400/500)
- debljina zaštitnog sloja 2,5 cm

Program automatski uzima u proračun vlastitu težinu elemenata.

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti:

nepovoljno:	$\gamma_g = 1,35$	povoljno:	$\gamma_g = 1,0$
	$\gamma_q = 1,5$		$\gamma_q = 0$

I uz koeficijente kombinacija:

Djelovanje	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Uporabna opterećenja u zgradama kategorije (vidjeti normu EN 1991-1-1):			
Kategorija A: kuće, stambene zgrade	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: uredi	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: područja za skupove	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovine	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišta	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: prometna područja, težina vozila ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: prometna područja, $30 \text{ kN} \leq$ težina vozila ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
Opterećenja snijegom u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-3)*:			
– Finska, Island, Norveška, Švedska	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H > 1000$ m n.m.	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H \leq 1000$ m n.m.	0,50	0,20	0
Opterećenja vjetrom na zgrade (vidjeti normu EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (osim požara) u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
NAPOMENA: Vrijednosti ψ mogu se odrediti u nacionalnom dodatku.			
* Za države koje nisu navedene, vidjeti odgovarajuće mjesne uvjete.			

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:

Name	Description	Action type	Load group	Load type	Direction
SO1	vl. težina	Permanent	LG1	Self weight	-Z
SO2	dod. stalno	Permanent	LG1	Standard	
SO3.1.	uporabno kat. A	Variable	LG2	Static	
SO3.2.	uporabno kat. H	Variable	LG2	Static	
SO4	snijeg	Variable	LG2	Static	

kombinacije opterećenja:

Osnovne kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Karakteristične kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kvazistalne kombinacije

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Popis kombinacija:

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KO1	GSN	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
KO2	GSU - karak.	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
KO3	GSU - nazovistalna	Linear - serviceability	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	0,600
KO4	GSN - krov uporabno	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,500
KO5	GSN - krov vodeće uporabno	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,500
			SO4 - snijeg	0,750
KO6	GSU - krov karak.	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,000
KO7	GSU - krov karak. uporabno vodeće	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
			SO3.2. - uporabno kat. H	1,000
			SO4 - snijeg	0,500

3. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Prilog 2. Opterećenja (kN, kN/m²)

Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO5 (kNm/m')

Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO5 (kNm/m')

Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO7 (cm)

Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib (cm) - KO3

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO5 (cm²/m')

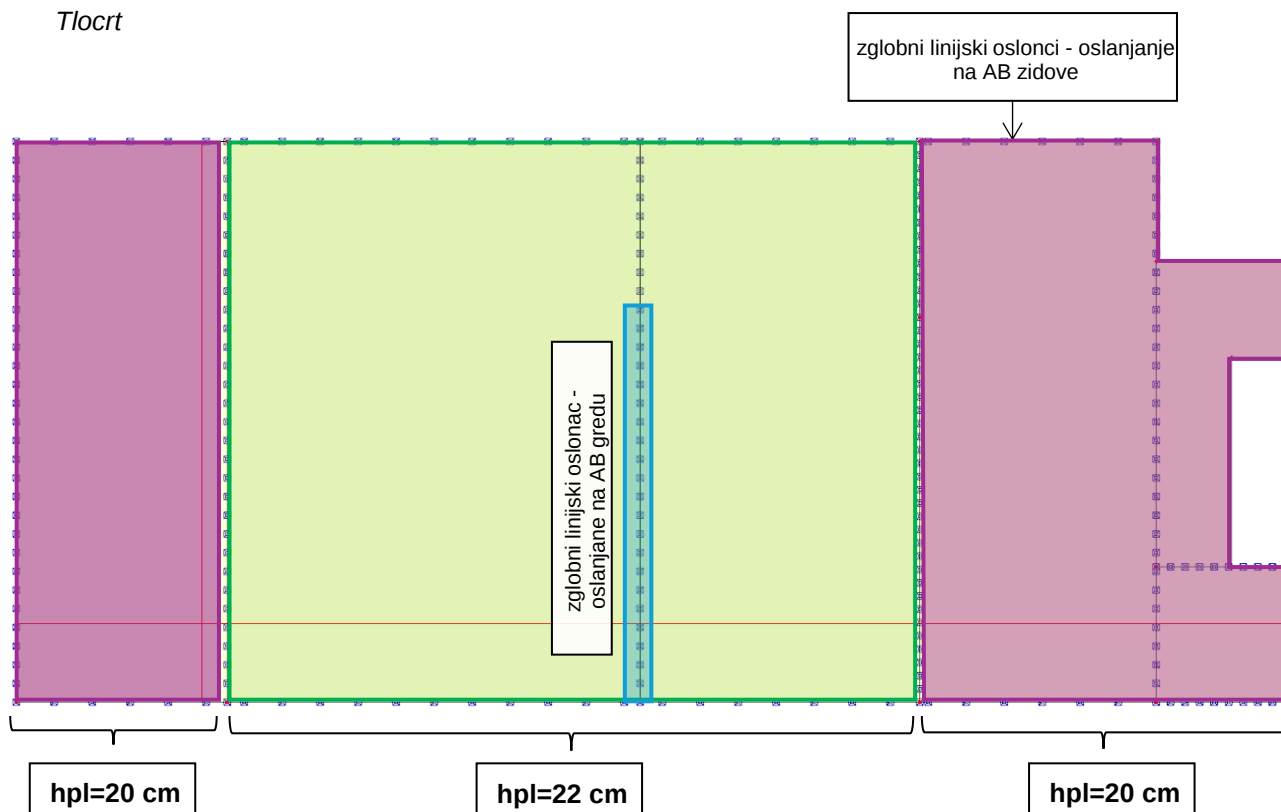
Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO5 (cm²/m')

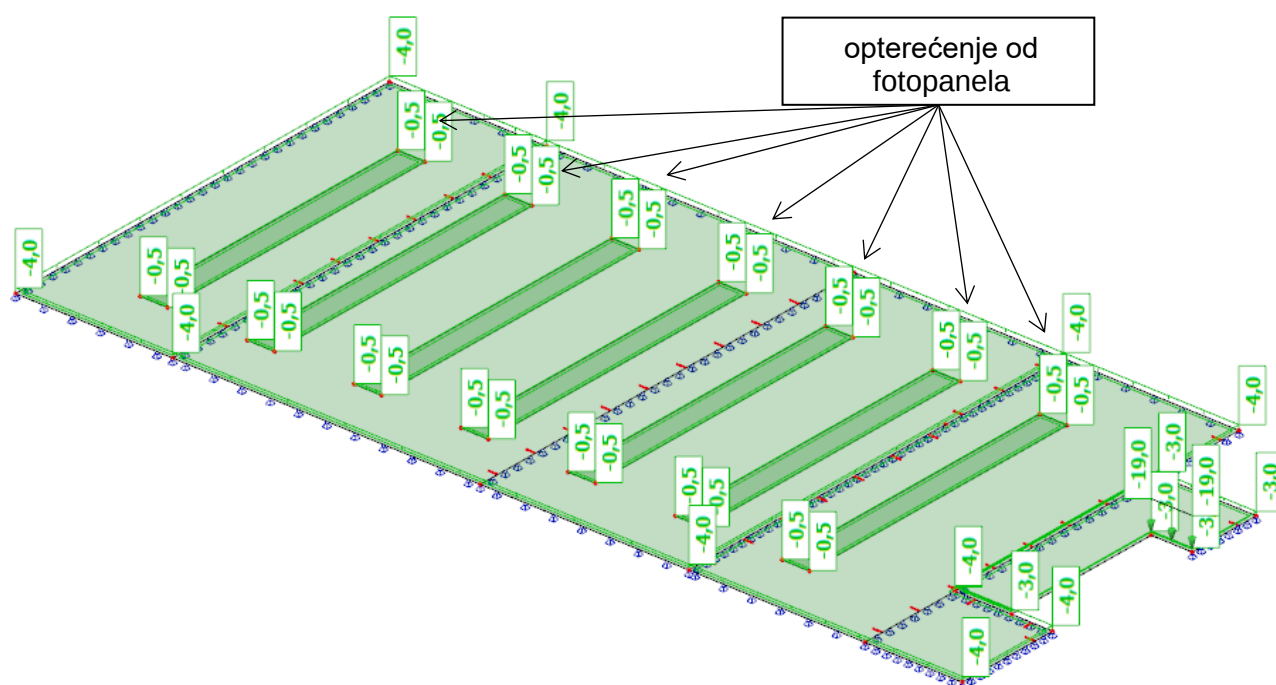
Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO5 (cm²/m')

Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO5 (cm²/m')

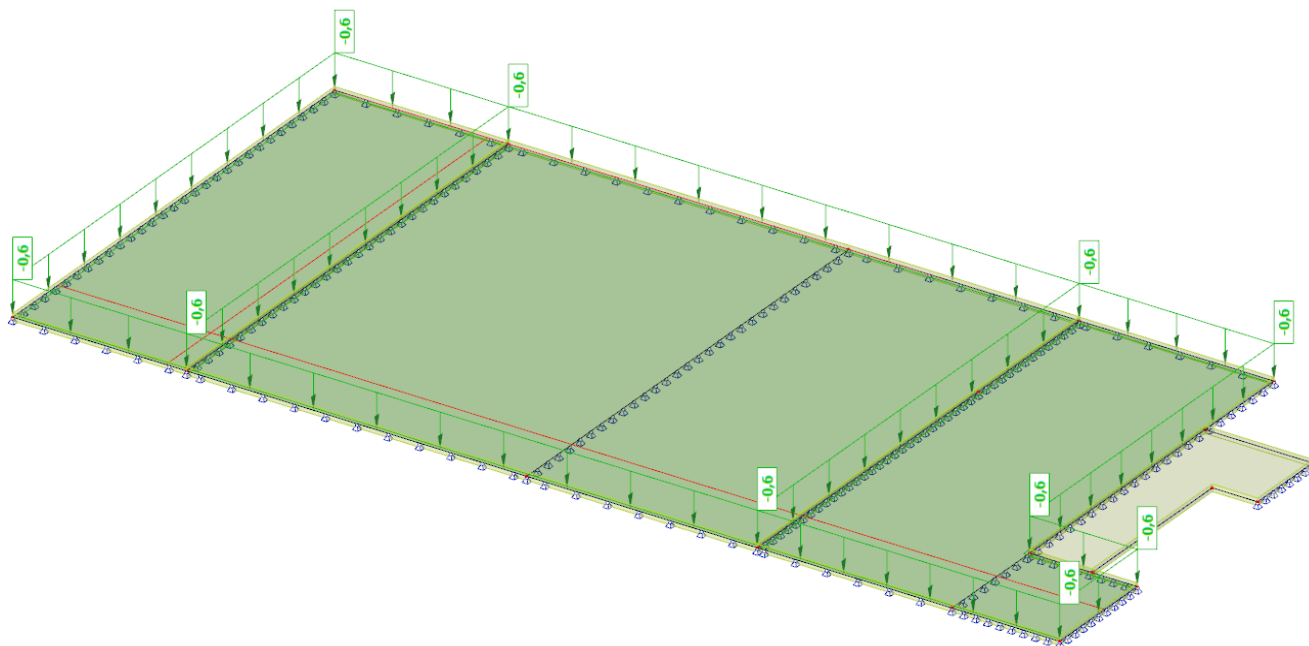
Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Tlocrt

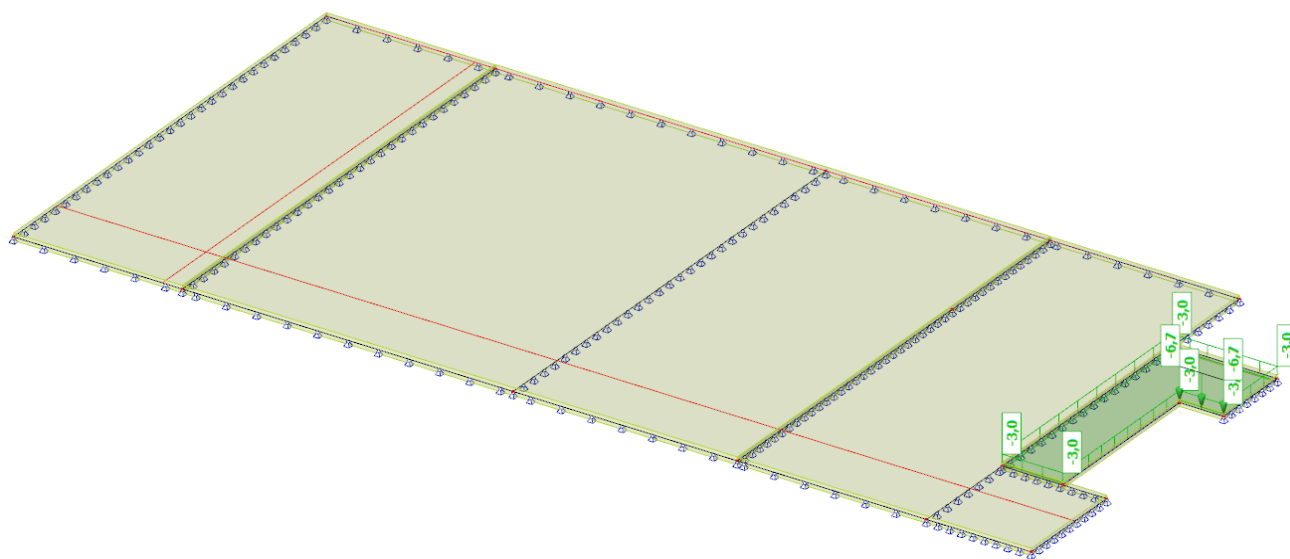




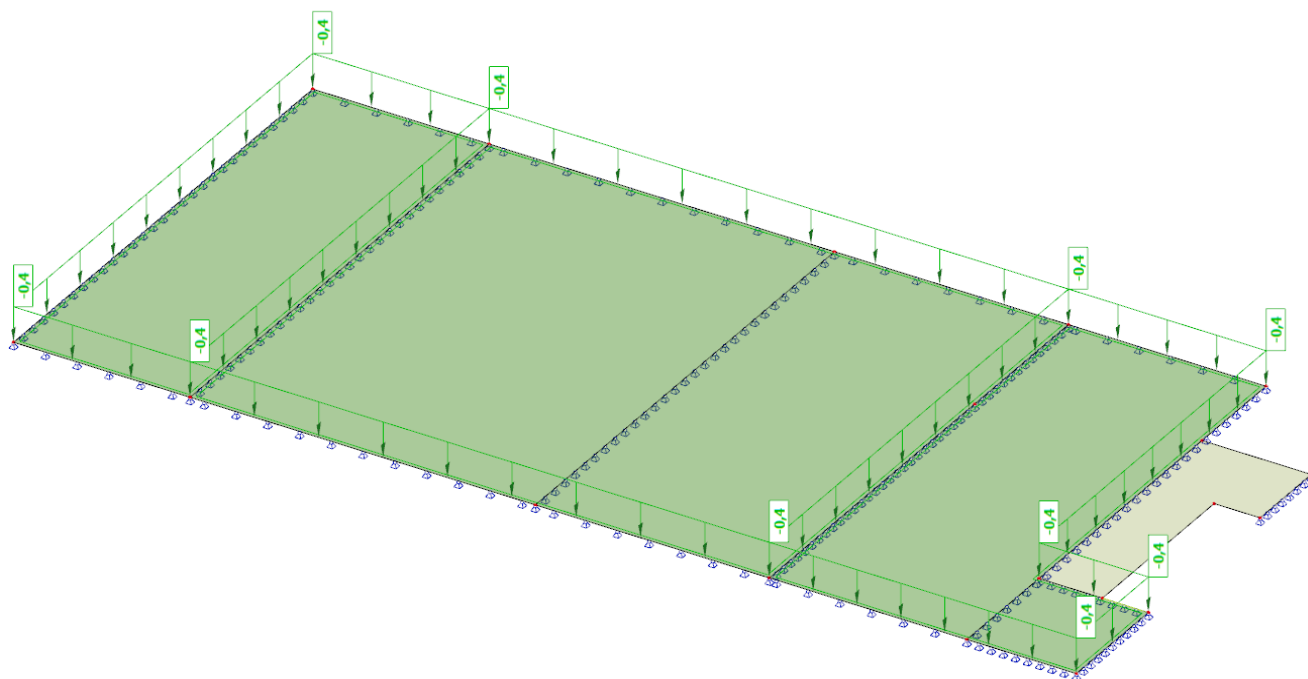
SO3.1 - uporabno opterećenje (kat. H)



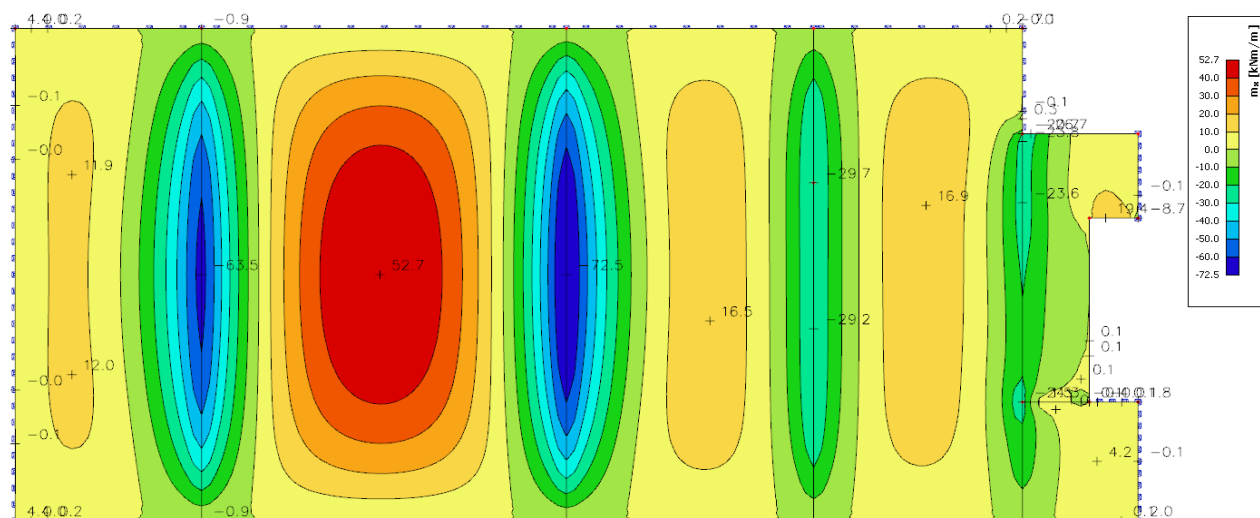
SO3.2 - uporabno opterećenje (kat. A)



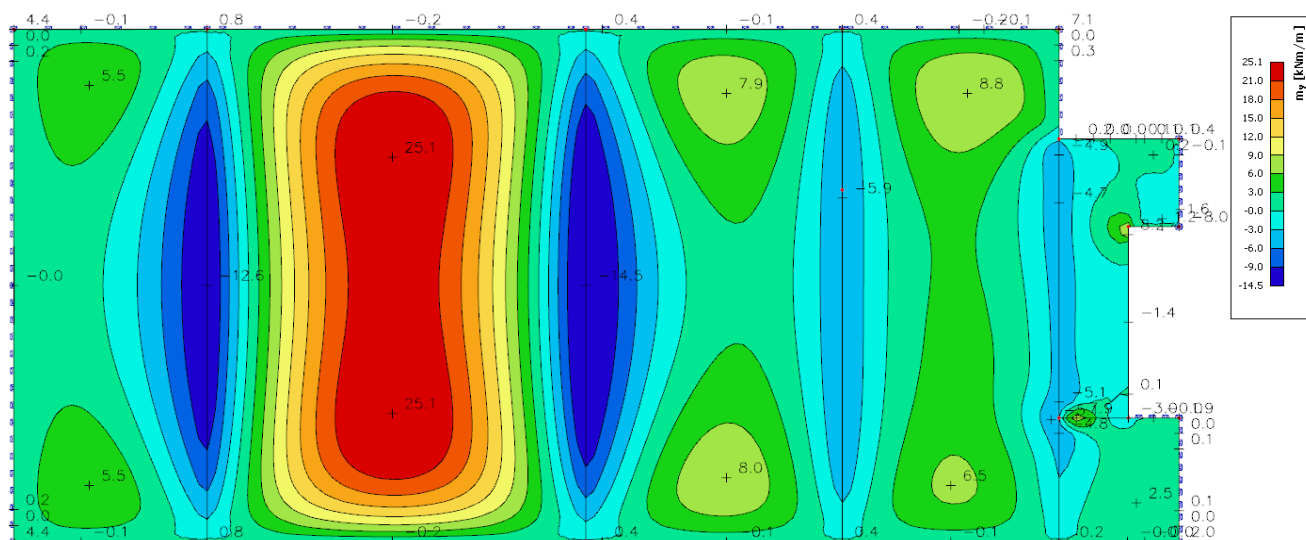
SO4- opterećenje snijegom



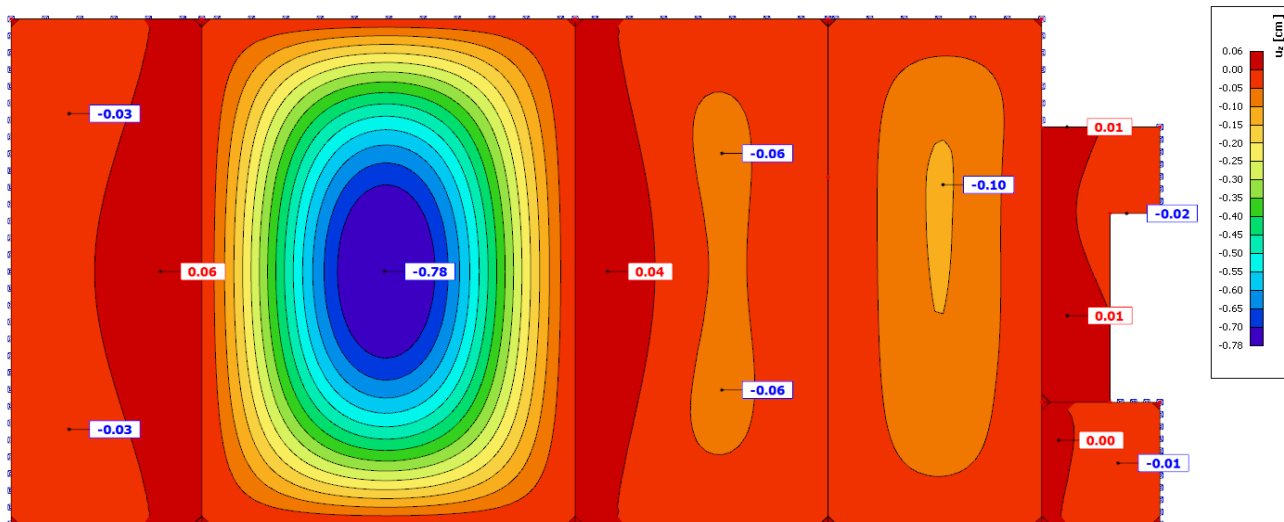
Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO5 (kNm/m')



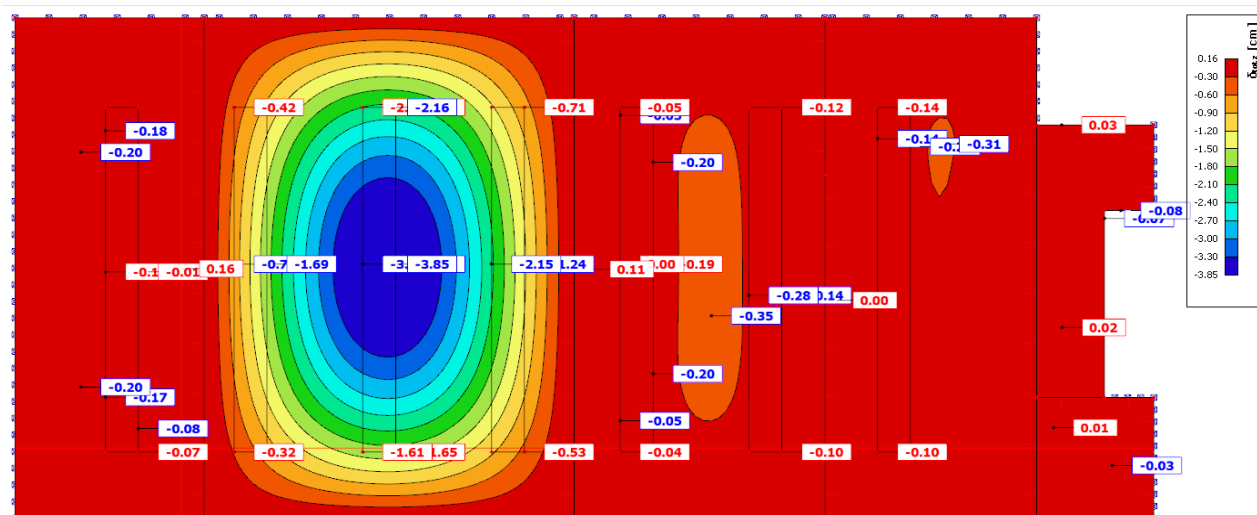
Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO5 (kNm/m')



Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO7 (cm)

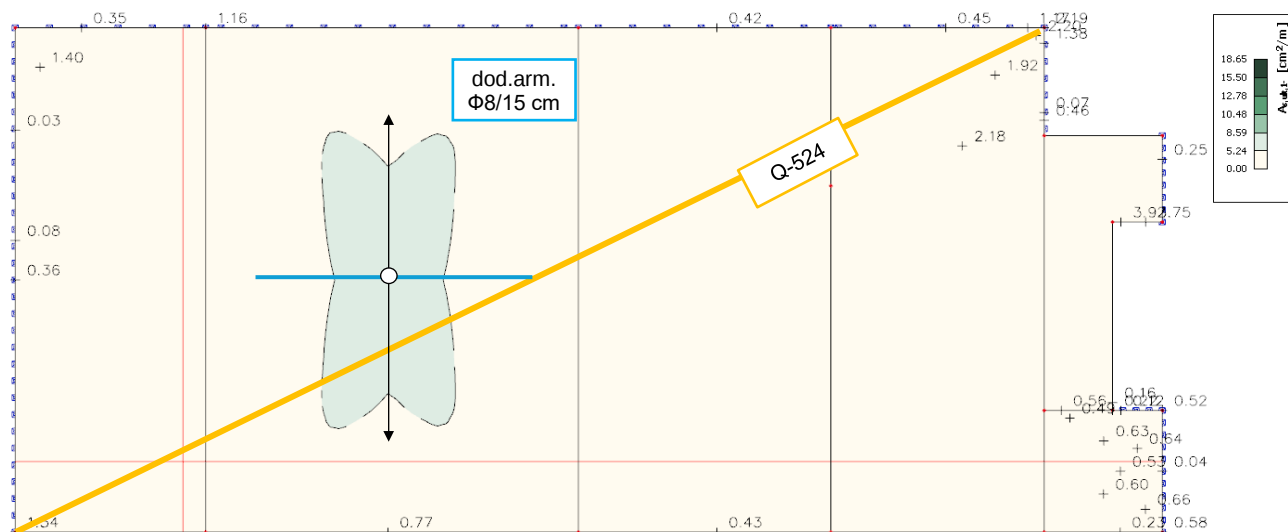


Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib (cm) - KO3

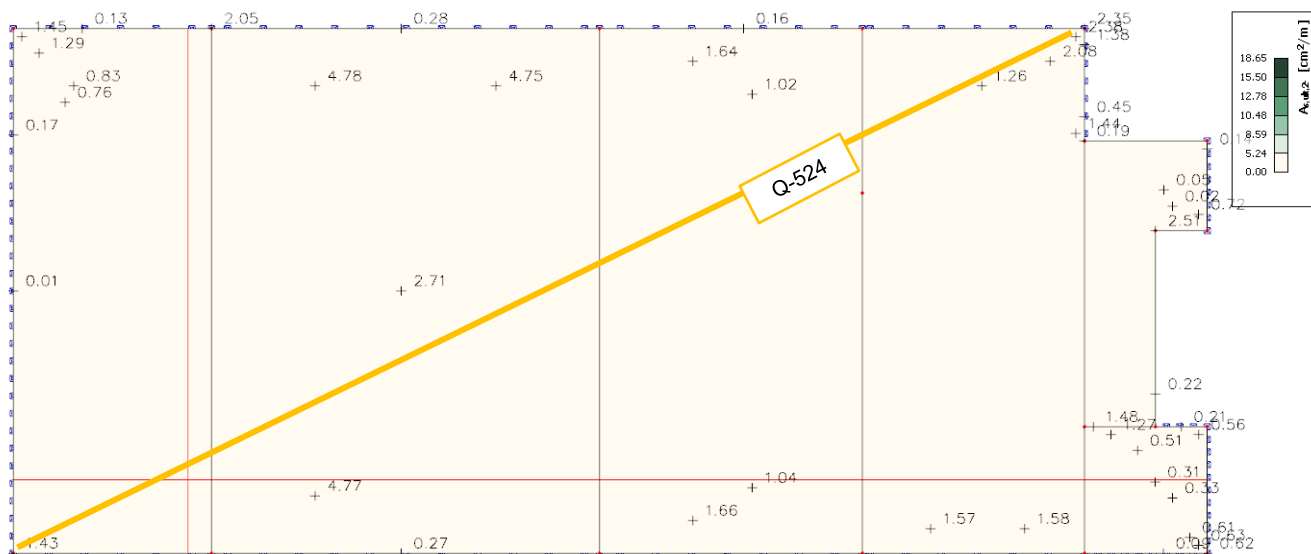


$$u_{z,max} = 3,85 \text{ cm} < u_{dop} = L/200 = 900/200 = 4,5 \text{ cm}$$

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO5 (cm²/m')



Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO5 (cm²/m')



- minimalna armatura

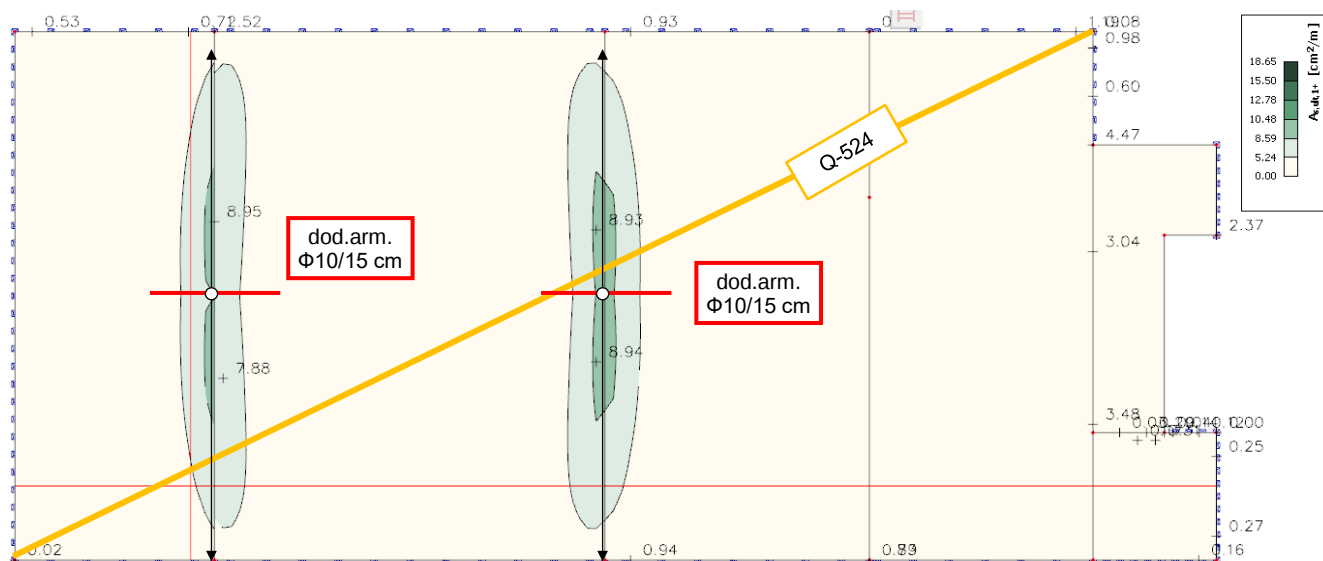
$$A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm} / f_{yk} \times b \times d =$$

2,47 cm²/m'

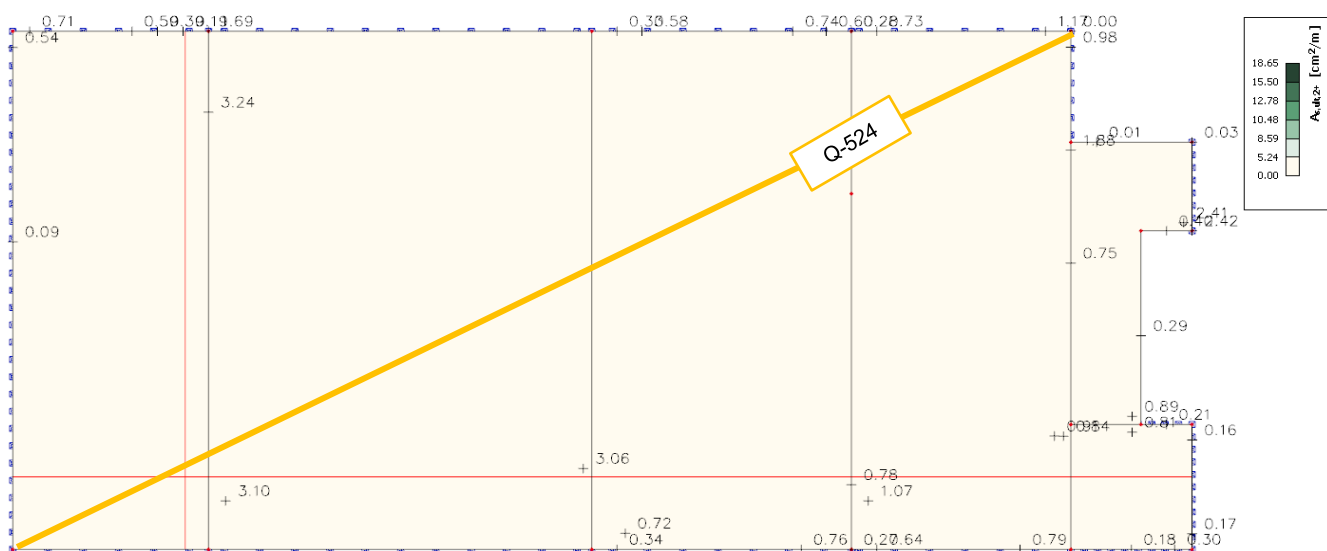
- donju zonu armirati mrežama Q 524 (B 500)

- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ10/15 cm

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO5 (cm²/m')



Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO5 (cm²/m')



- minimalna armatura

$$A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm} / f_{yk} \times b \times d =$$

2,47

cm²/m'

- gornju zonu armirati mrežama Q 524 (B 500)

- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ10/15 cm

5.2 PRORAČUN AB GREDA POZICIJA 200

1. UVOD

AB greda modelirana je zasebno u modelu sa smanjenom krutošću ploča, kako bi dobili mjerodavne unutarnje sile u gredama

Proračun grede bit će izveden pomoću programa Scia Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- kvaliteta betona C25/30
- debljina zaštitnog sloja 2,5 cm

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti. Program sam uzima u obzir opterećenje vlastitom težinom. Grede su u modelu modelirane sa smanjenom krutošću ploče.

2. OPTEREĆENJA

Opterećenja i kombinacije opterećenja prikazana su u prikazu modela ploče, pa se u ovom poglavlju više neće dodatno prikazivati.

3. PRILOZI

Prilog 1. Shema pozicija greda

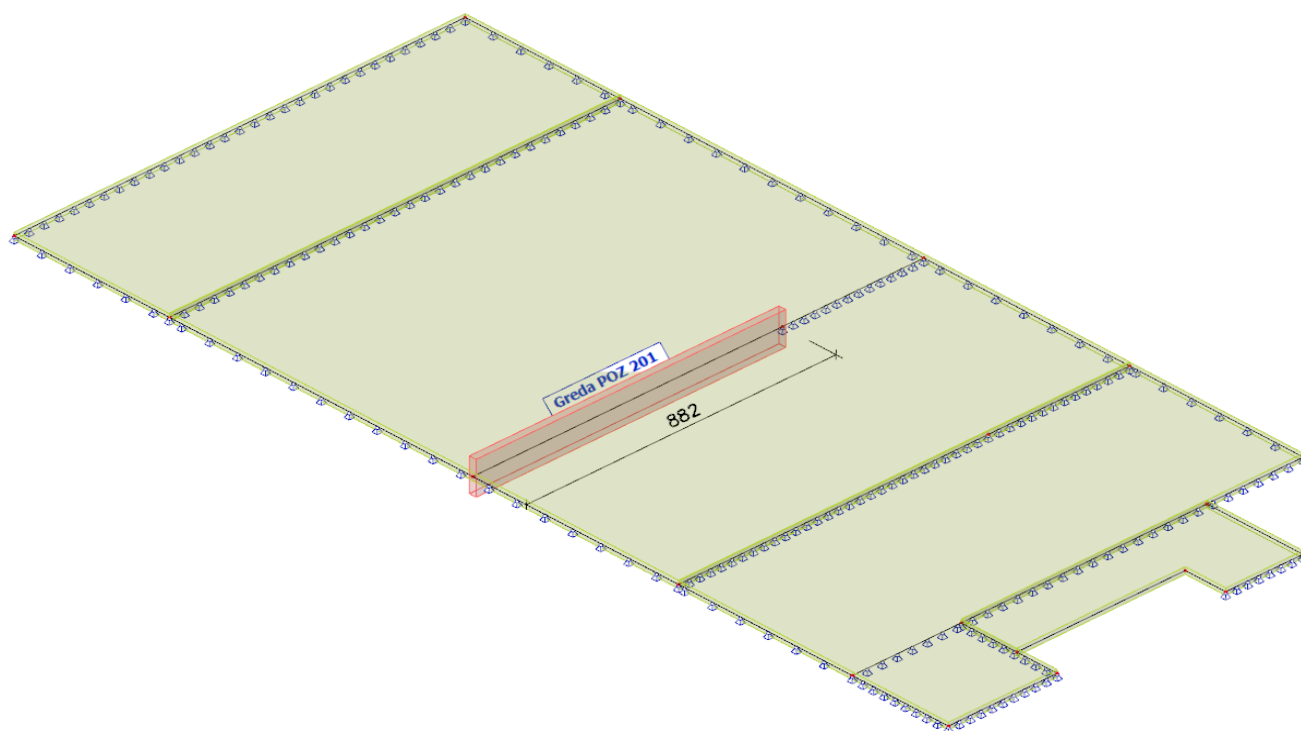
Prilog 2. Dijagram momenata savijanja $M_{y,Ed}$ od KO5 u gredama (kNm)

Prilog 3. Dijagram poprečnih sila $V_{z,Ed}$ od KO5 u gredi (kN)

Prilog 4. Dijagram elastičnih progiba u_z od KO7 u gredi (cm)

Napomena: Grede koje nisu obrađene u ovom poglavlju, bit će dimenzionirane u sklopu proračuna zidova i visokostijenih nosača

Prilog 1. Shema pozicija greda

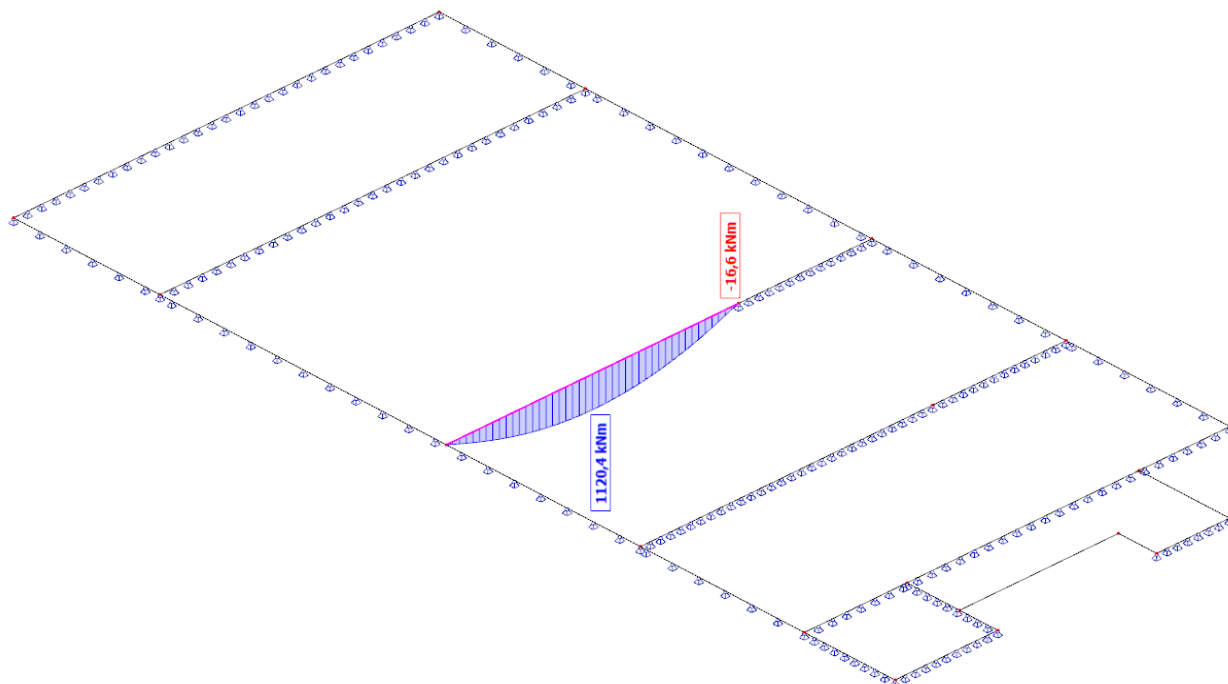


AB grede poprečnog presjeka:

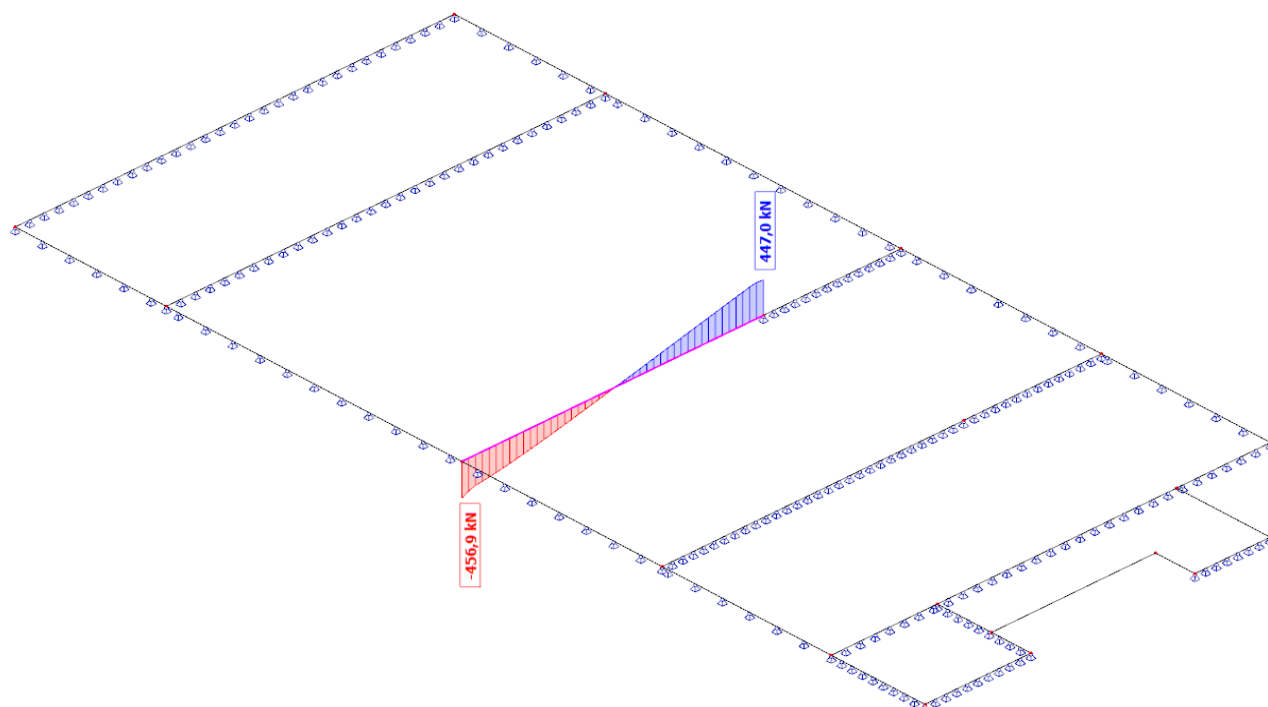
POZ 201

b/h = 25/100 cm

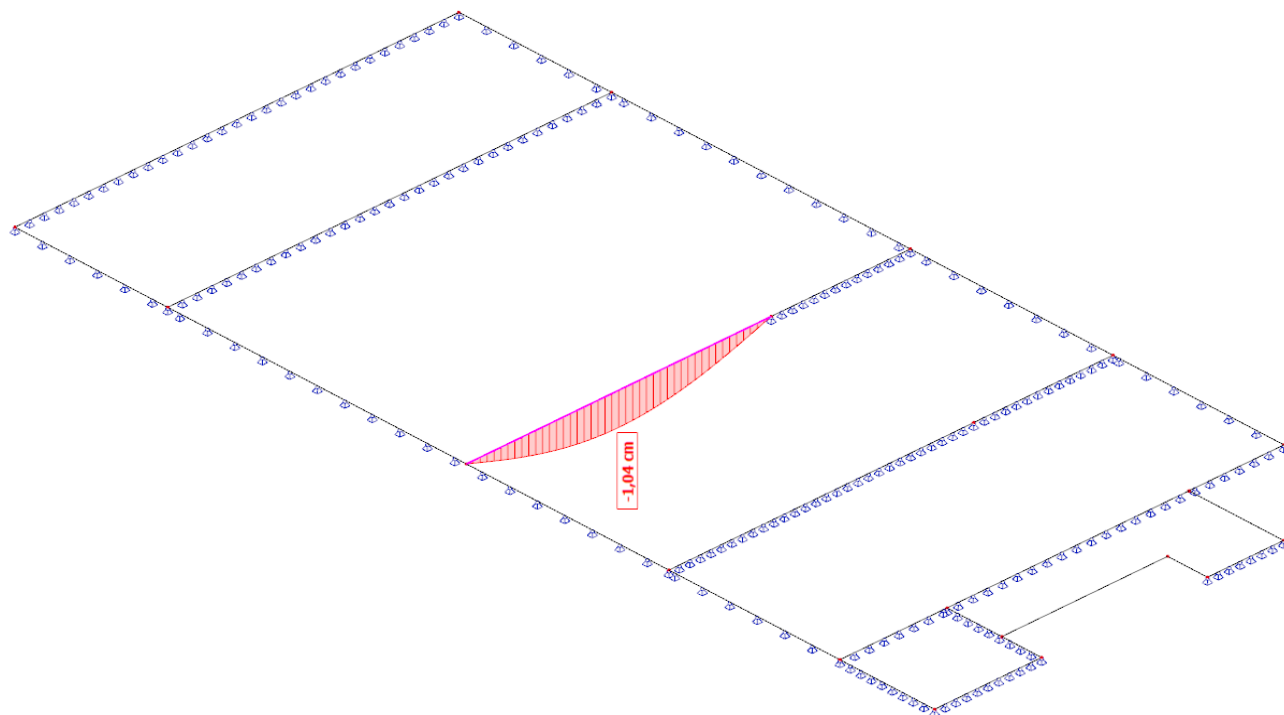
Prilog 2. Dijagram momenata savijanja $M_{y,Ed}$ od KO5 u gredama (kNm)



Prilog 3. Dijagram poprečnih sila $V_{z,Ed}$ od KO5 u gredi (kN)



Prilog 4. *Dijagram elastičnih progiba u_z od KO7 u gredi (cm)*



$$u_z \, 1,04 \, \text{cm} < u_{\text{dop}} = L/250 = 882/250 = 3,53 \, \text{cm}$$

ZADOVOLJAVA

5.2.1. DIMENZIONIRANJE AB GREDE POZ 201

1. REZNE SILE rezne sile su dobivene programom Scia Engineer

momenti savijanja	$M_{y,Ed,polje} = 1100,00$ kNm	$M_{y,Ed,ležaj} = 275,00$ kNm
poprečne sile	$V_{Ed,ležaj1} = 452,20$ kN	(25% momenta iz polja)
	$V_{Ed,polje} = 363,90$ kN	

2. DIMENZIONIRANJE

			širina $b_{eff} = 236$ cm
C25/30	$f_{ck} = 25$ N/mm ²		širina $b_w = 25$ cm
	$f_{ct,m} = 2,6$ N/mm ²		visina $h = 100$ cm
B 500 B	$f_{yk} = 500$ N/mm ²		zašt. sloj $c = 2,5$ cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 16,67$ N/mm ²		statička visina presjeka
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 434,78$ N/mm ²		$d = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 95,50$ cm

momenti savijanja

POLJE

$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,040$	<	$\mu_{Rd,lim} = 0,332$
očitano:		
koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta = 0,971$		deformacija betona $\varepsilon_{c2} = -1,72$ ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,079$		deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20,00$ ‰
$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 27,28$ cm ²		$A_{s,min} = 0,0015 b_w d = 3,75$ cm ²
		$A_{s,max} = 0,04 A_c = 100,0$ cm ²

odabrano: 10 Φ 20 $A_{s1} = 31,40$ cm²

LEŽAJ

$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,080$	<	$\mu_{Rd,lim} = 0,332$
očitano:		
koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta = 0,948$		deformacija betona $\varepsilon_{c2} = -2,94$ ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,128$		deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20,00$ ‰
$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 6,99$ cm ²		$A_{s,min} = 0,0015 b_w d = 3,75$ cm ²
		$A_{s,max} = 0,04 A_c = 100,0$ cm ²

odabrano: 4 Φ 16 $A_{s1} = 8,04$ cm²

5. DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

$V_{Rd,c}$ - proračunska posmična otpornost bez poprečne armature

$V_{Rd,max}$ - proračunska vrijednost najveće poprečne sile koju preuzima element

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= v_{min} b_w d = 73,53 \text{ kN} & V_{Rd,c} &= C_{Rd,c} k (100 \rho f_{ck})^{1/3} b_w d = 133,79 \text{ kN} \\ v_{min} &= 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,308 \text{ N/mm}^2 & C_{Rd,c} &= 0,18/1,5 = 0,12 \\ k &= 1 + (200/d)^{1/2} = 1,46 & \rho_1 &= A_{s1}/(b_w d) \leq 0,02 = 0,0132 \\ & & \rho_1 &= 0,0132 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 133,8 \text{ kN} < V_{Ed} = 452,20 \text{ kN}$$

⇒ potrebno je provesti izračun posmične armature

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= 0,5 v f_{cd} b_w d = 1074,38 \text{ kN} & V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} v_1 f_{cd} b_w z / (\tan \theta + \cot \theta) = 951,05 \text{ kN} \\ v &= 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54 & \alpha_{cw} &= 1 \\ & & v_1 &= v = 0,540 \\ \theta &= 39,8^\circ & \tan \theta &= 0,83 \\ & & \cot \theta &= 1,20 \end{aligned}$$

LEŽAJ

$$V_{Rd,max} = 951,1 \text{ kN} > V_{Ed} = 452,20 \text{ kN} \quad \text{Zadovoljava!}$$

izračun minimalne poprečne armature

$$A_{sw,min} = \rho_{w,min} s_w b_w \sin \alpha$$

minimalni koeficijent poprečne armature

$$\rho_{w,min} = (0,08 f_{ck}^{0,5}) / f_{yk} = 0,000800$$

prema HRN EN 1992-1-1:2013/NA

$$\rho_{w,min} = 0,15 f_{ct,m} / f_{yd} = 0,000897$$

razmak vilica

$$s_w = 15,00 \text{ cm}$$

reznost

$$m = 2$$

$$A_{sw,min} = 0,17 \text{ cm}^2$$

potrebna ukupna poprečna armature

$$A_{sw} = s V_{Ed} / z f_{ywd} \cot \theta = 1,51 \text{ cm}^2$$

potrebna površina jedne grane

$$A_{sw1} = 0,76 \text{ cm}^2$$

odabrano: $\Phi 10 / 15,00 \text{ cm} \quad (0,79 \text{ cm}^2)$

Zadovoljava!

POLJE

$$V_{Rd,max} = 951,1 \text{ kN} > V_{Ed} = 363,90 \text{ kN} \quad \text{Zadovoljava!}$$

izračun minimalne poprečne armature

$$A_{sw,min} = \rho_{w,min} s_w b_w \sin \alpha$$

minimalni koeficijent poprečne armature

$$\rho_{w,min} = (0,08 f_{ck}^{0,5}) / f_{yk} = 0,000800$$

prema HRN EN 1992-1-1:2013/NA

$$\rho_{w,min} = 0,15 f_{ct,m} / f_{yd} = 0,000897$$

razmak vilica

$$s_w = 15,00 \text{ cm}$$

reznost

$$m = 2$$

$$A_{sw,min} = 0,17 \text{ cm}^2$$

potrebna ukupna poprečna armature

$$A_{sw} = s V_{Ed} / z f_{ywd} \cot \theta = 1,22 \text{ cm}^2$$

potrebna površina jedne grane

$$A_{sw1} = 0,61 \text{ cm}^2$$

odabrano: $\Phi 10 / 15,00 \text{ cm} \quad (0,79 \text{ cm}^2)$

Zadovoljava!

maksimalni razmak poprečnih spona

$$V_{Ed}/V_{Rd,max} = 0,475 \quad \Rightarrow$$

$$s_{1,max} = 0,75 d = 72 \text{ cm}$$

$$s_{1,max} = 30 \text{ cm}$$

$$s_w = 15,00 \text{ cm}$$

$$< s_{1,max} = 30 \text{ cm}$$

Mjerodavno

Zadovoljava!

6. PRORAČUN KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA POZICIJE 100

6.1. PRORAČUN PLOČE GALERIJE

Ploča galerije monolitna je AB ploča koja se oslanja na AB zidove.
Proračun ploče galerije bit će izveden pomoću programa Scia Engineer,
metodom konačnih elemenata, uz sljedeće pretpostavke:

- AB monolitna ploča debljine $d = 18 \text{ cm}$
- kakvoća betona C25/30 (MB 30)
- kakvoća čelika za armiranje B 500A (MAR 500/560) i dodatna armatura B 400B (RA 400/500)
- debljina zaštitnog sloja $2,5 \text{ cm}$

Program automatski uzima u proračun vlastitu težinu elemenata.

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti:

$$\begin{array}{llll} \text{nepovoljno:} & \gamma_g = & 1,35 & \text{povoljno:} & \gamma_g = & 1,0 \\ & \gamma_q = & 1,5 & & \gamma_q = & 0 \end{array}$$

I uz koeficijente kombinacija:

Djelovanje	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Uporabna opterećenja u zgradama kategorije (vidjeti normu EN 1991-1-1):			
Kategorija A: kuće, stambene zgrade	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: uredi	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: područja za skupove	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovine	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišta	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: prometna područja, težina vozila $\leq 30 \text{ kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: prometna područja, $30 \text{ kN} \leq \text{težina vozila} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
Opterećenja snijegom u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-3)*:			
– Finska, Island, Norveška, Švedska	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H > 1000 \text{ m n.m.}$	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H \leq 1000 \text{ m n.m.}$	0,50	0,20	0
Opterećenja vjetrom na zgrade (vidjeti normu EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (osim požara) u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
NAPOMENA: Vrijednosti ψ mogu se odrediti u nacionalnom dodatku.			
* Za države koje nisu navedene, vidjeti odgovarajuće mjesne uvjete.			

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:

Name	Description	Action type	Load group	Load type	Direction
SO1	vl. težina	Permanent	LG1	Self weight	-Z
SO2	dod. stalno	Permanent	LG1	Standard	
SO3.1.	uporabno kat. A	Variable	LG2	Static	

kombinacije opterećenja:

Osnovne kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_P P \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Karakteristične kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kvazistalne kombinacije

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Popis kombinacija:

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KO1	GSN	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
KO2	GSU - karak.	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
KO3	GSU - nazovistalna	Linear - serviceability	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	0,600

3. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Prilog 2. Opterećenja (kN, kN/m²)

Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO1 (kNm/m')

Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO1 (kNm/m')

Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO2 (cm)

Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib - KO3 (cm)

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

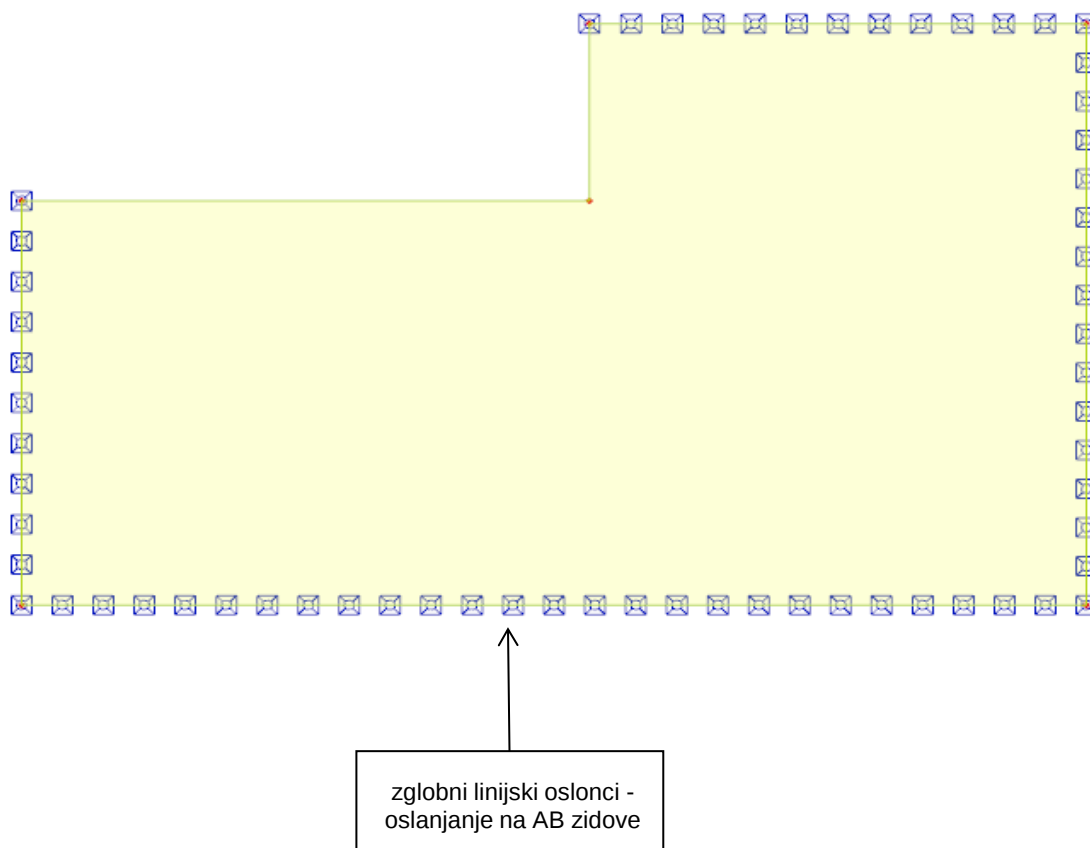
Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO1 (cm²/m')

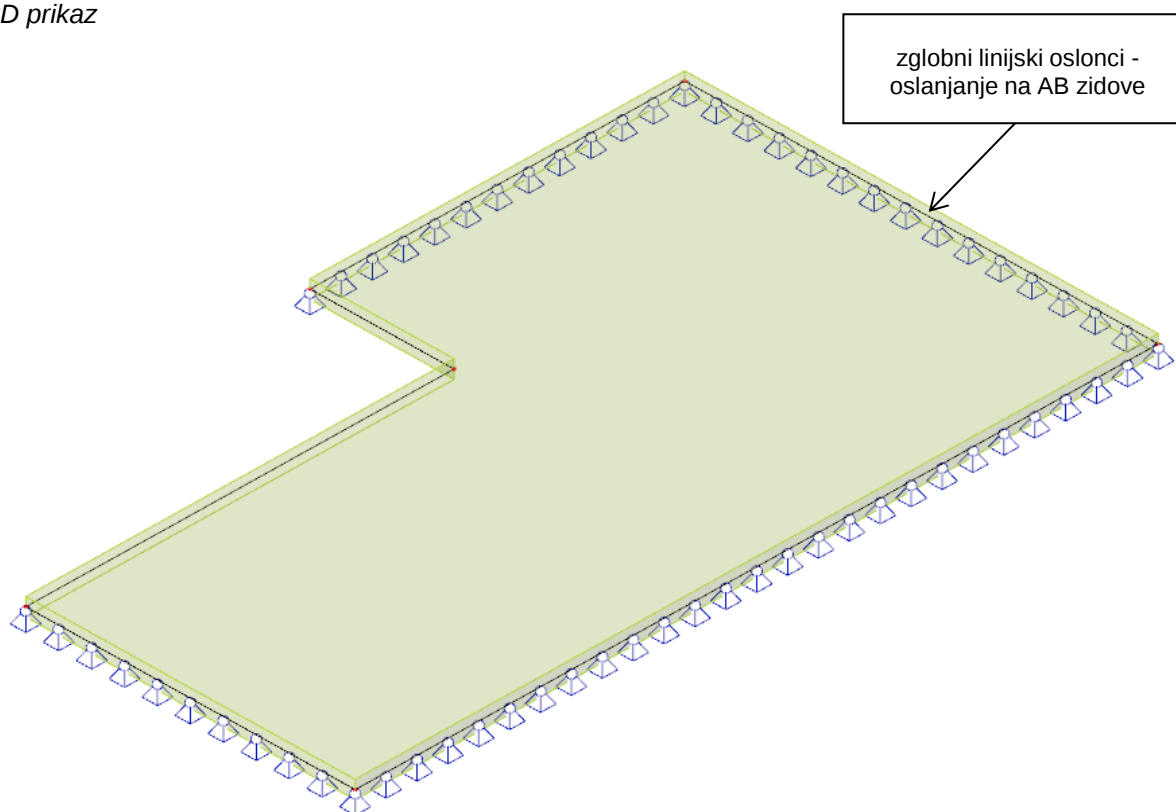
Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO1 (cm²/m')

Prilog 1. *Prikaz nosivih elemenata i oslonaca*

Tlocrt

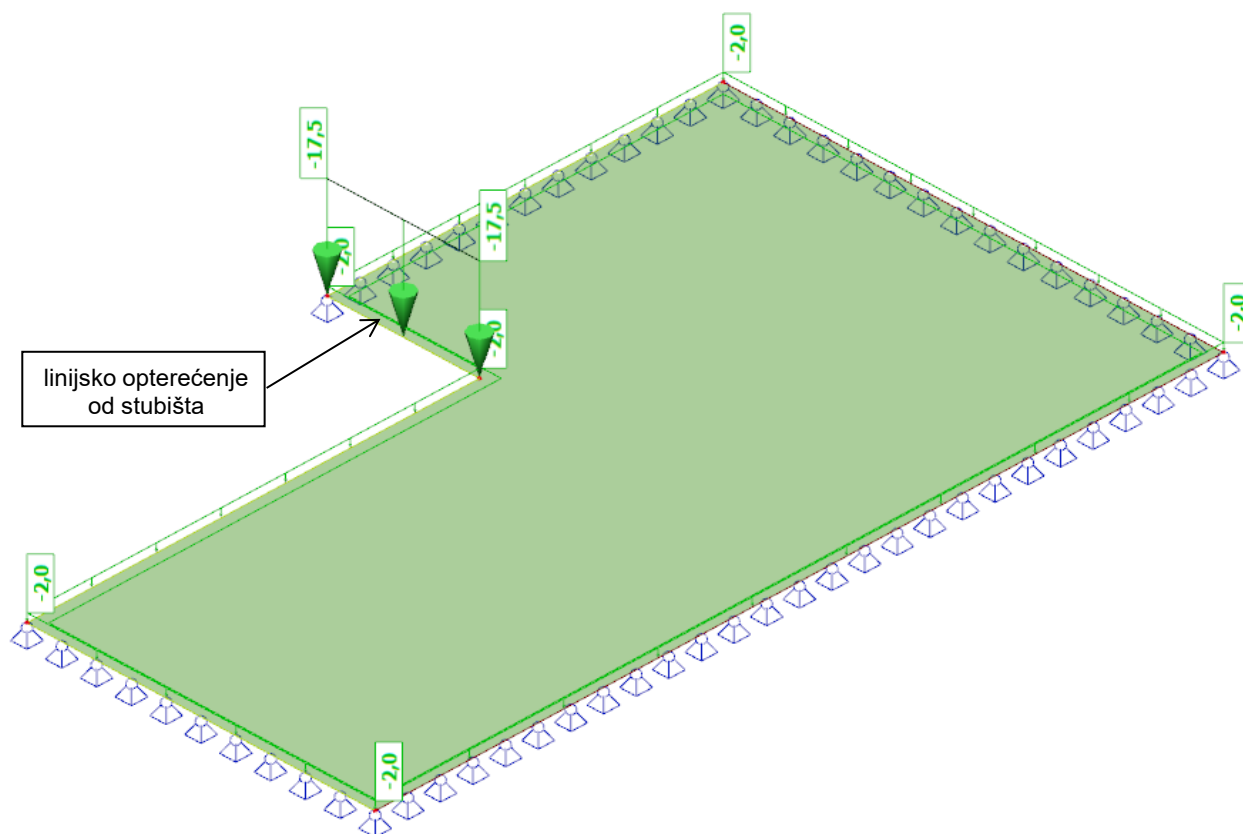


3D prikaz

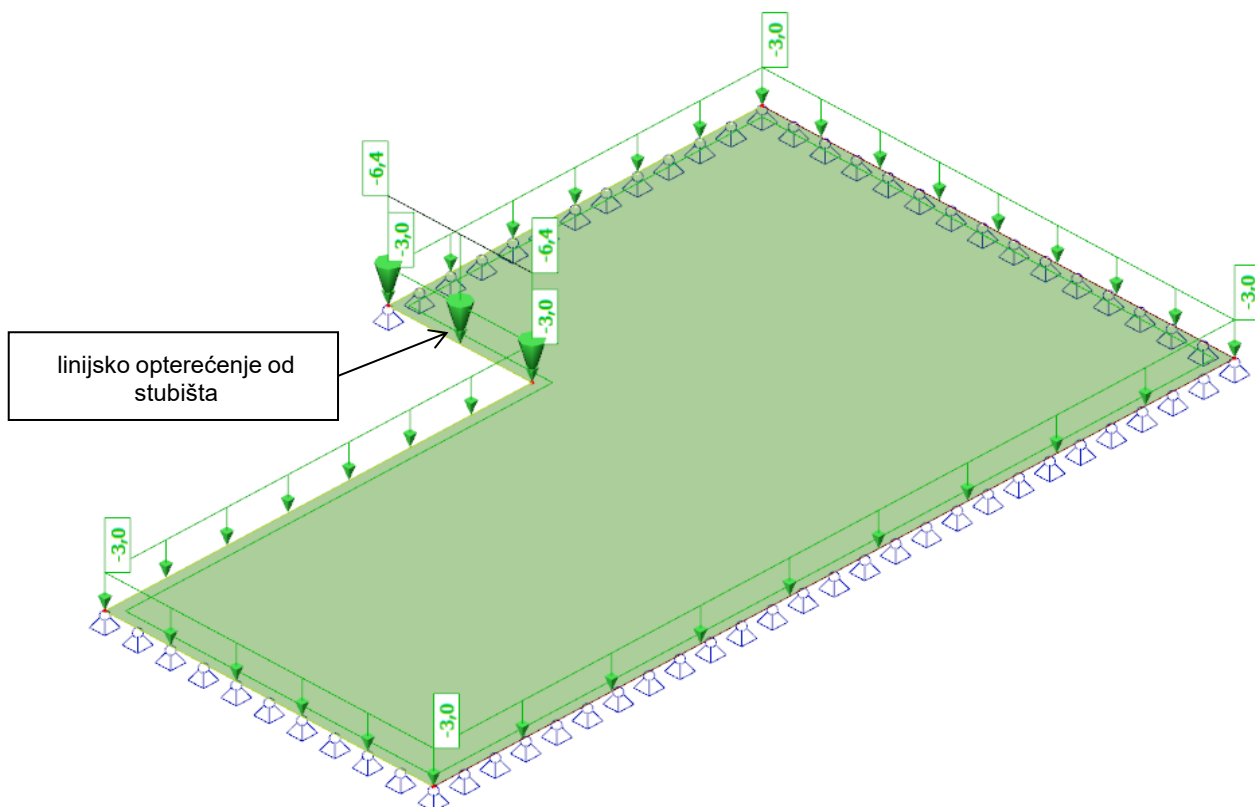


Prilog 2. Opterećenja (kN, kN/m²)

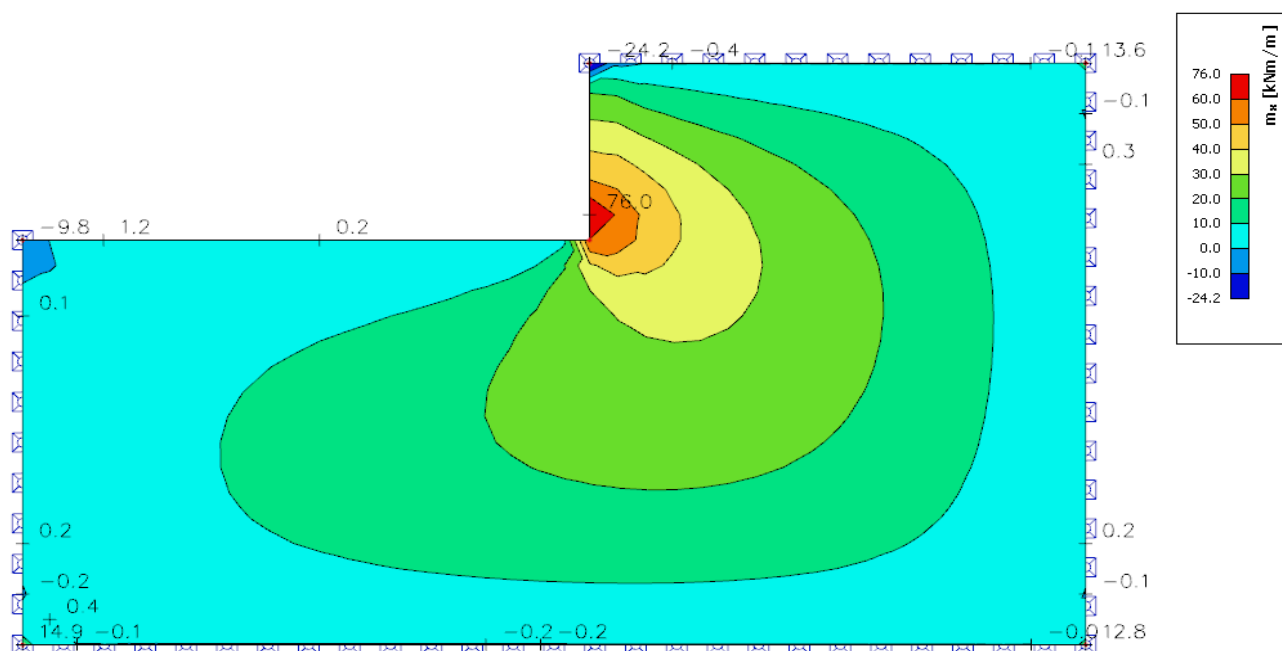
SO2 - dodatno stalno opterećenje



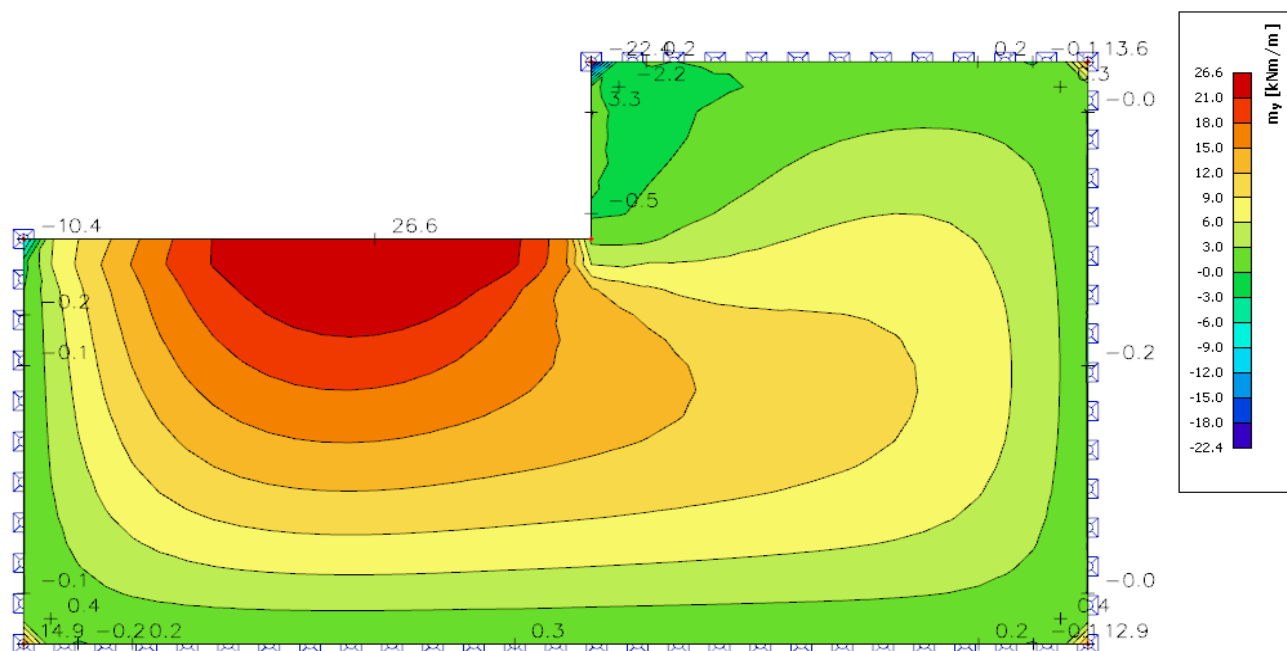
SO3.1 - uporabno opterećenje (kat. A)



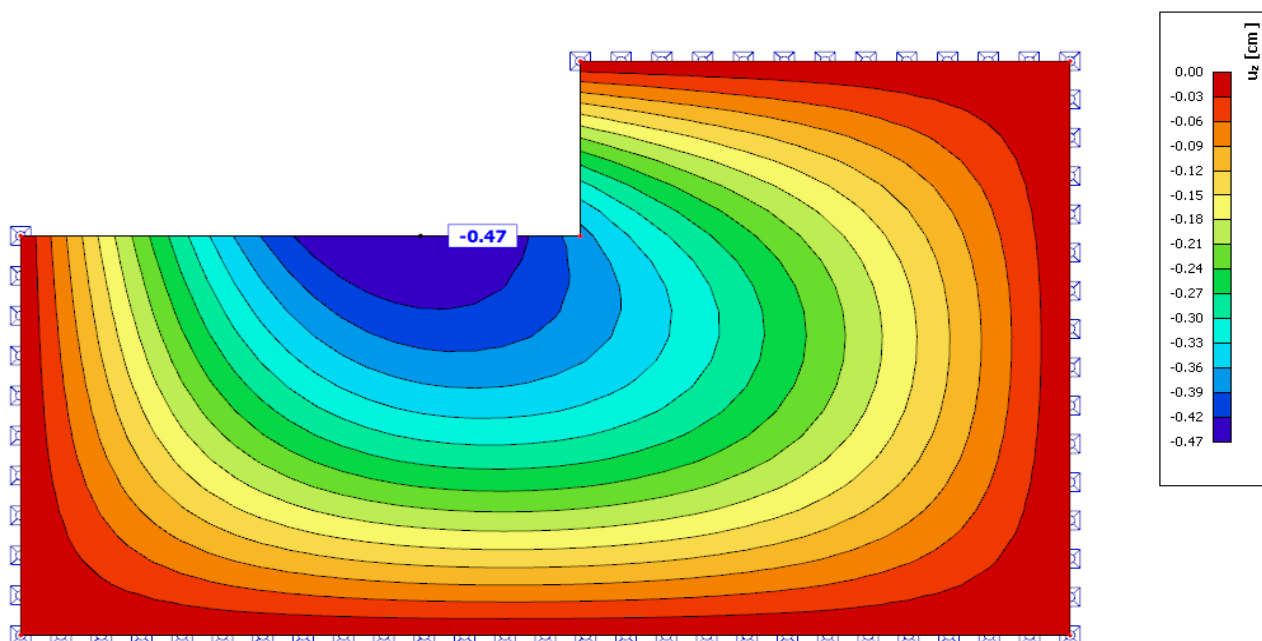
Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO1 (kNm/m')



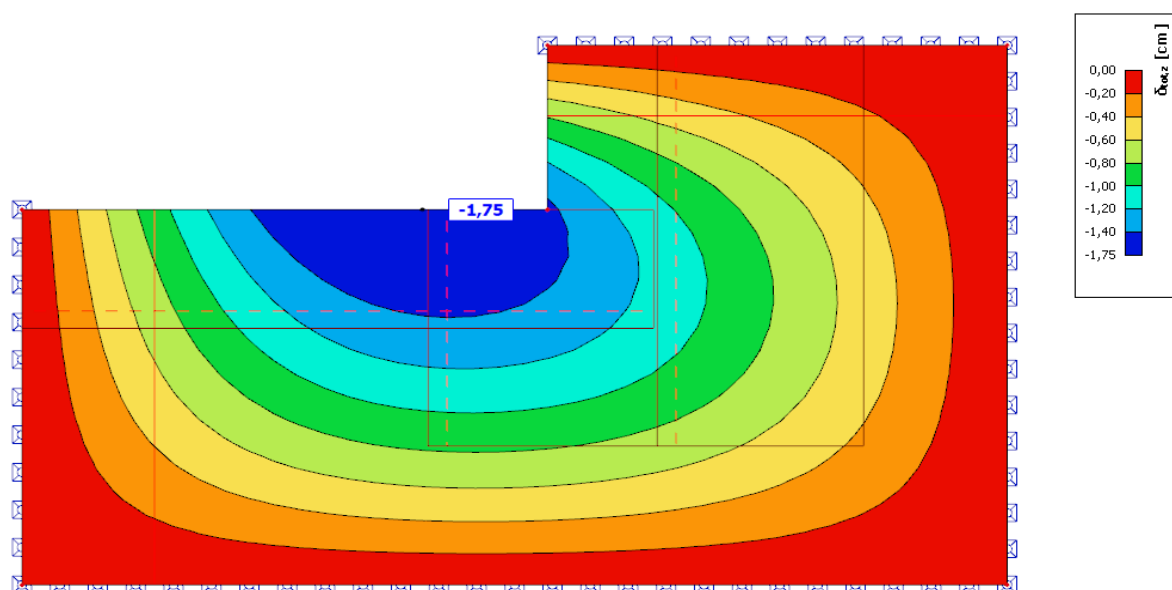
Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO1 (kNm/m')



Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO2 (cm)

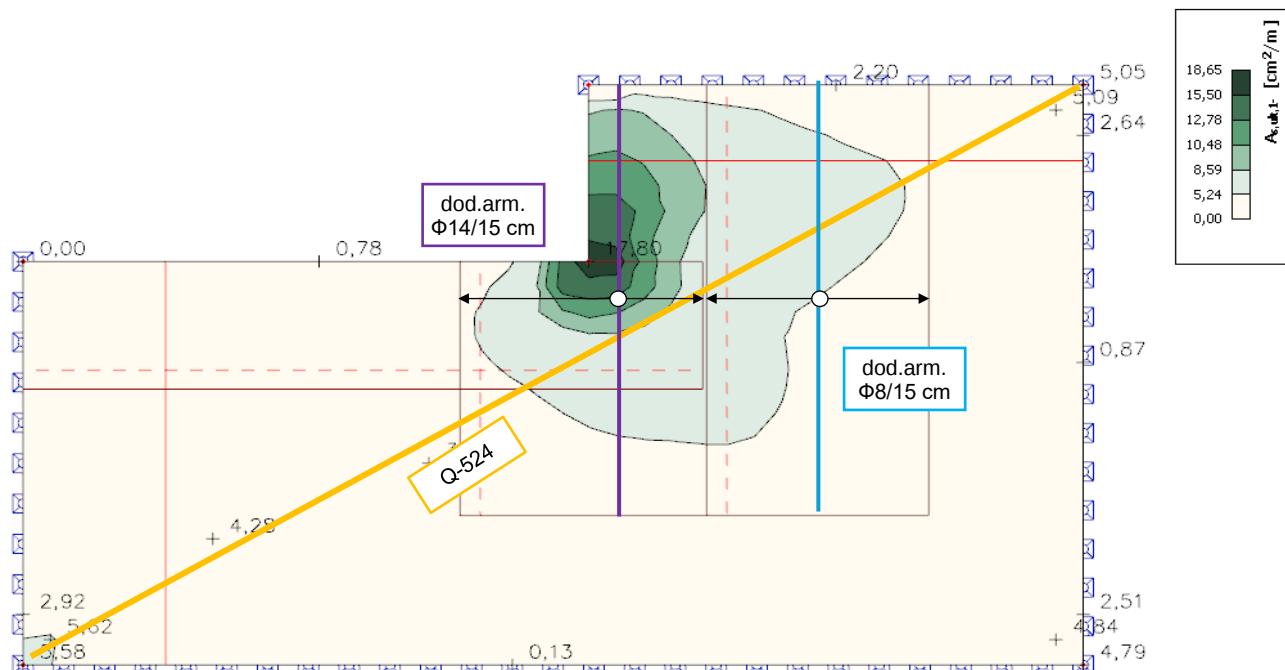


Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib - KO3 (cm)

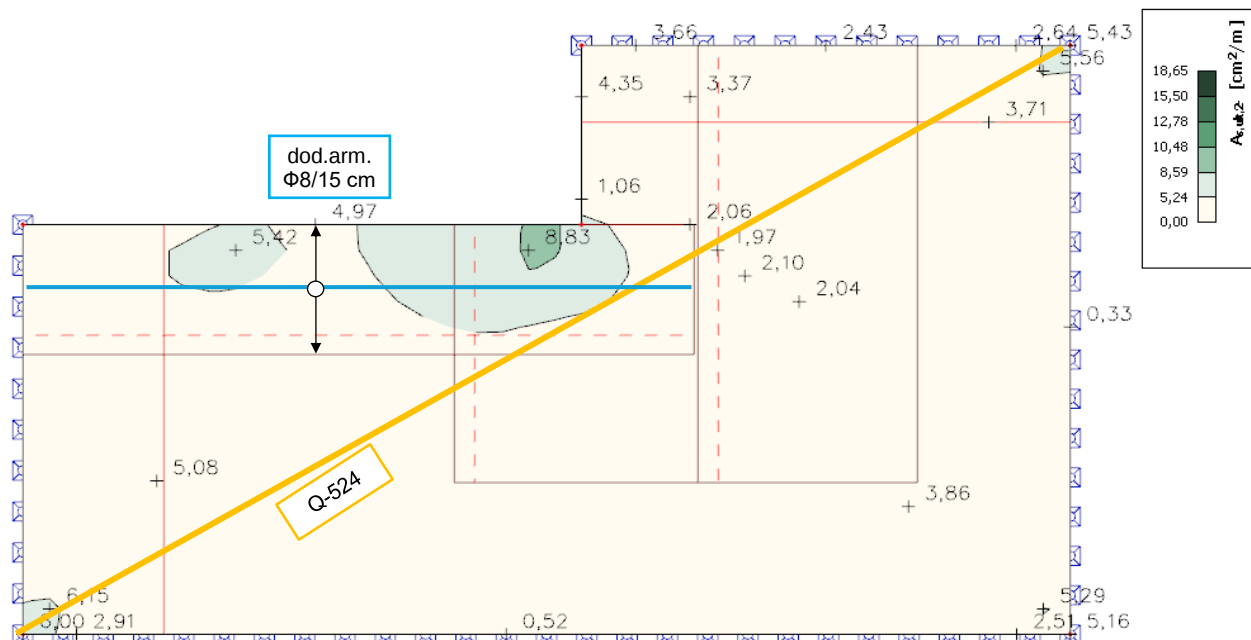


$$u_{z,max}=1,75 \text{ cm} < u_{dop}=L/250=460/250=1,84 \text{ cm}$$

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

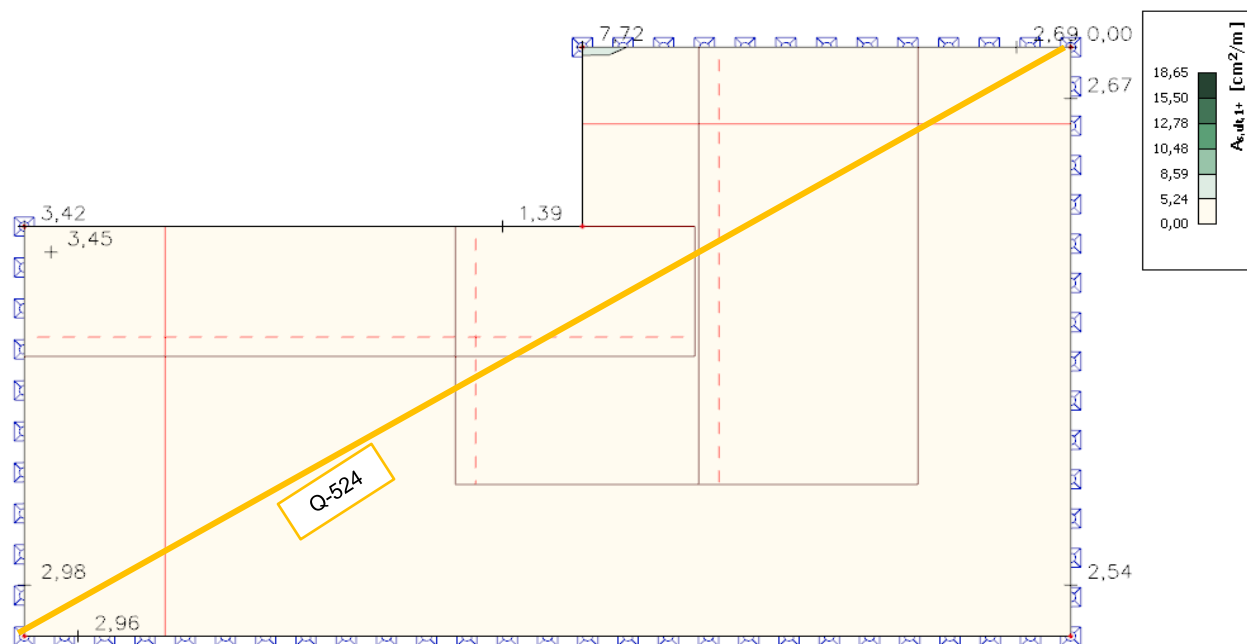


Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

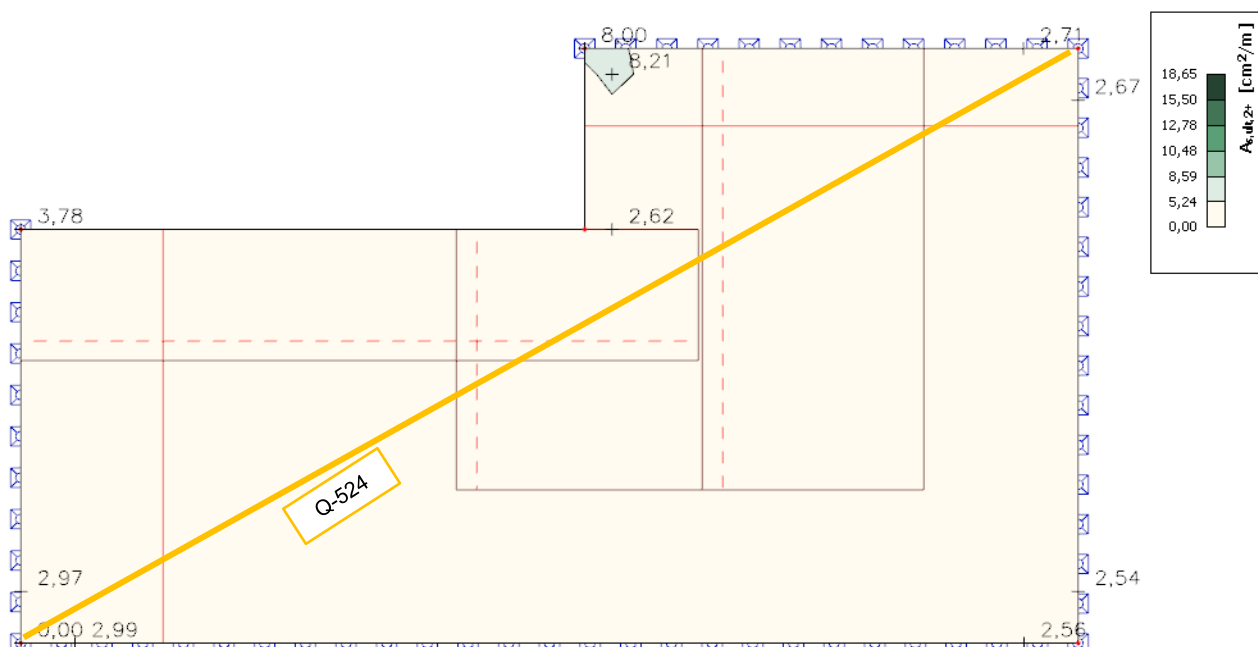


- minimalna armatura $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 1,93 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- donju zonu armirati mrežama Q 524 (B 500)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ10/15 cm

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od **KO1** (cm²/m')



Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od **KO1** (cm²/m')



- minimalna armatura $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 1,93 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- gornju zonu armirati mrežama Q 524 (B 500)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ10/15 cm

6.2. PRORAČUN STROPNE PLOČE SUTERENA

Stropna ploča suterena monolitna je AB ploča koja se oslanja na AB zidove.
Proračun stropne ploče suterena bit će izveden pomoću programa Scia Engineer,
metodom konačnih elemenata, uz sljedeće pretpostavke:

- AB monolitna ploča debljine $d = 20 \text{ cm}$
- kakvoća betona C25/30 (MB 30)
- kakvoća čelika za armiranje B 500A (MAR 500/560) i dodatna armatura B 400B (RA 400/500)
- debljina zaštitnog sloja $2,5 \text{ cm}$

Program automatski uzima u proračun vlastitu težinu elemenata.

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti:

nepovoljno:	$\gamma_g = 1,35$	povoljno:	$\gamma_g = 1,0$
	$\gamma_q = 1,5$		$\gamma_q = 0$

I uz koeficijente kombinacija:

Djelovanje	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Uporabna opterećenja u zgradama kategorije (vidjeti normu EN 1991-1-1):			
Kategorija A: kuće, stambene zgrade	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: uredi	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: područja za skupove	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovine	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišta	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: prometna područja, težina vozila $\leq 30 \text{ kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: prometna područja, $30 \text{ kN} \leq \text{težina vozila} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
Opterećenja snijegom u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-3)*:			
– Finska, Island, Norveška, Švedska	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H > 1000 \text{ m n.m.}$	0,70	0,50	0,20
– Ostale države članice CEN-a za gradilišta na visini $H \leq 1000 \text{ m n.m.}$	0,50	0,20	0
Opterećenja vjetrom na zgrade (vidjeti normu EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (osim požara) u zgradama (vidjeti normu EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
NAPOMENA: Vrijednosti ψ mogu se odrediti u nacionalnom dodatku.			
* Za države koje nisu navedene, vidjeti odgovarajuće mjesne uvjete.			

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:

Name	Description	Action type	Load group	Load type	Direction
SO1	vl. težina	Permanent	LG1	Self weight	-Z
SO2	dod. stalno	Permanent	LG1	Standard	
SO3.1.	uporabno kat. A	Variable	LG2	Static	

kombinacije opterećenja:

Osnovne kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_P P \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Karakteristične kombinacije (stalne ili prolazne proračunske situacije)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kvazistalne kombinacije

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } P \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Popis kombinacija:

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KO1	GSN	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,350
			SO2 - dod. stalno	1,350
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,500
KO2	GSU - karak.	Linear - ultimate	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	1,000
KO3	GSU - nazovistalna	Linear - serviceability	SO1 - vl. težina	1,000
			SO2 - dod. stalno	1,000
			SO3.1. - uporabno kat. A	0,600

3. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Prilog 2. Opterećenja (kN, kN/m²)

Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO1 (kNm/m')

Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO1 (kNm/m')

Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO2 (cm)

Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib - KO3 (cm)

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

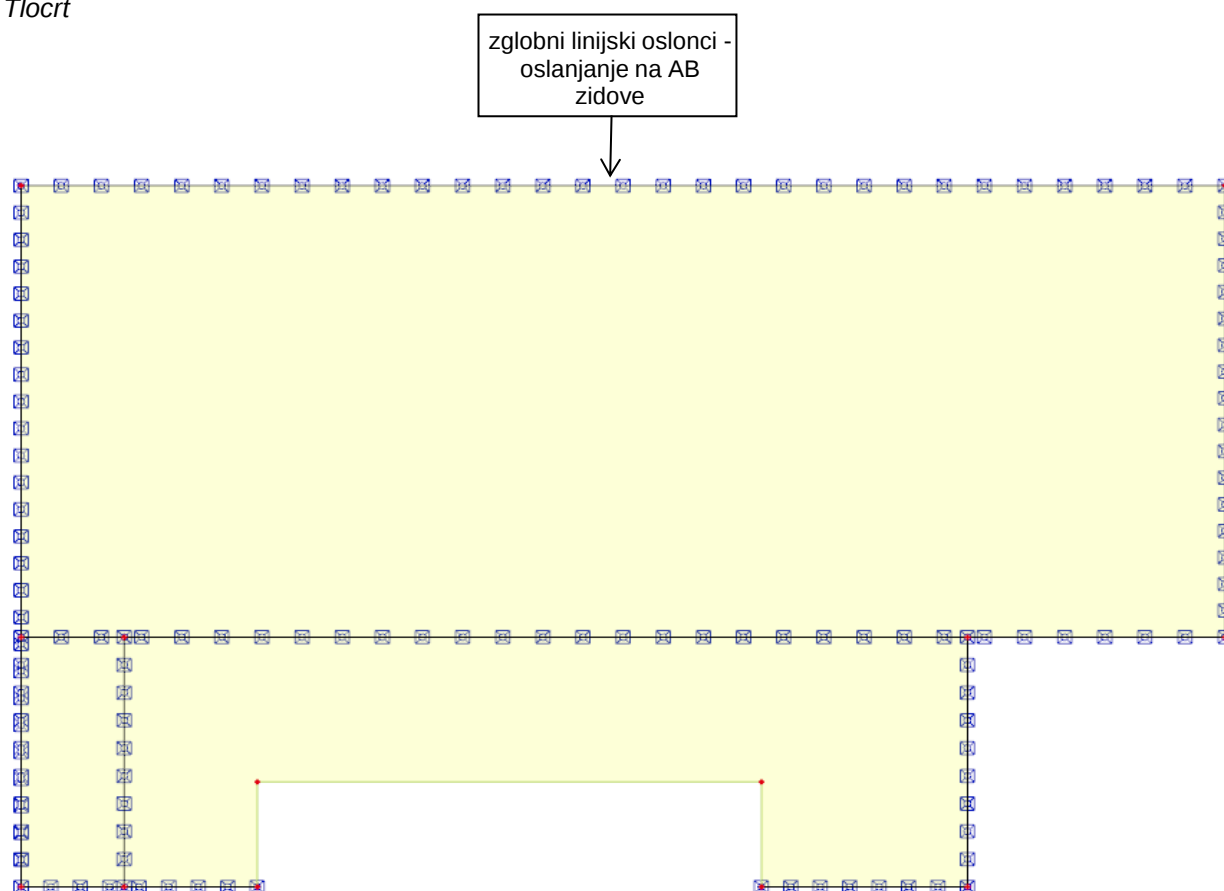
Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO1 (cm²/m')

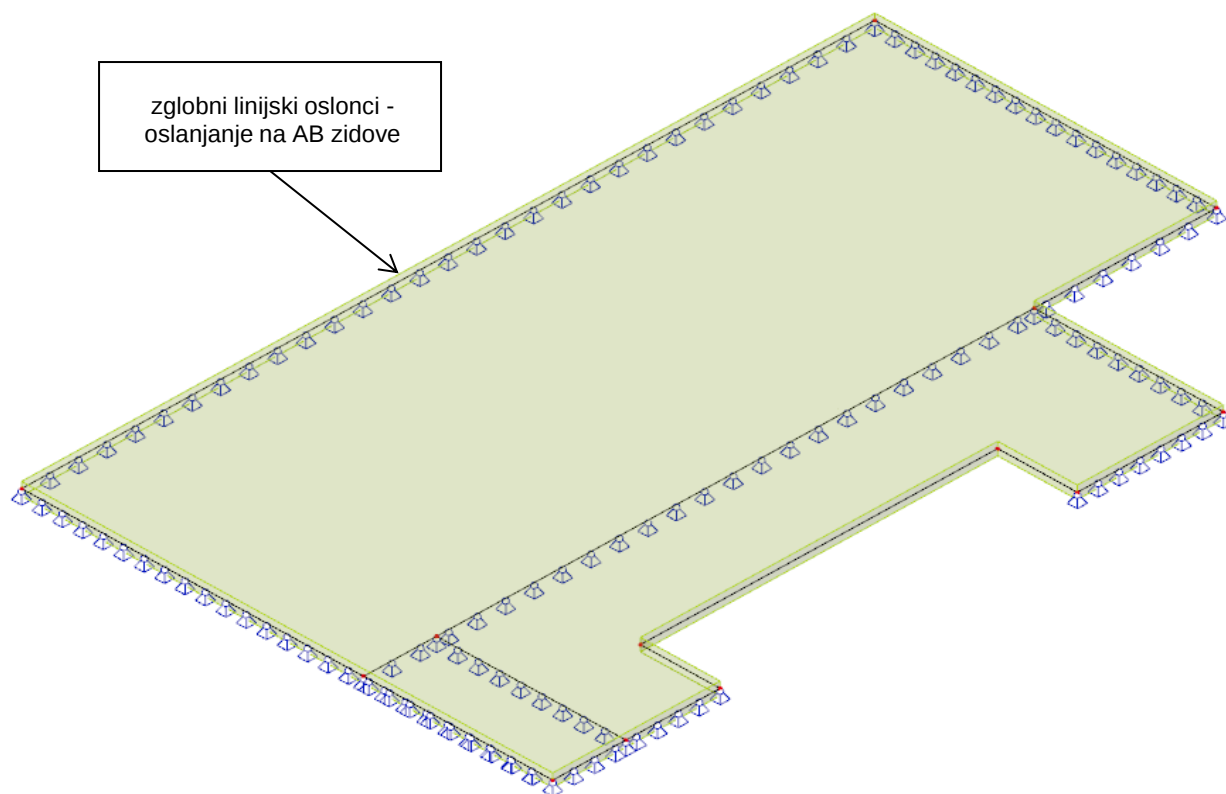
Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO1 (cm²/m')

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Tlocrt

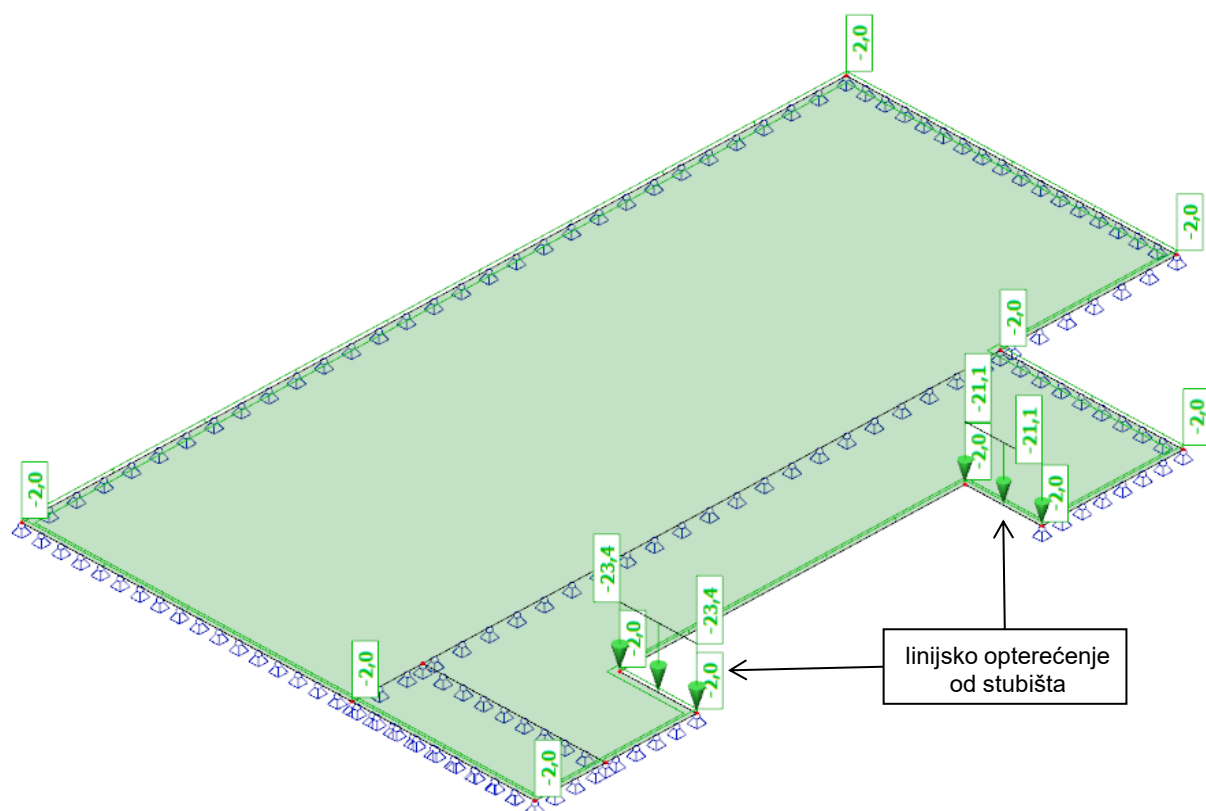


3D prikaz

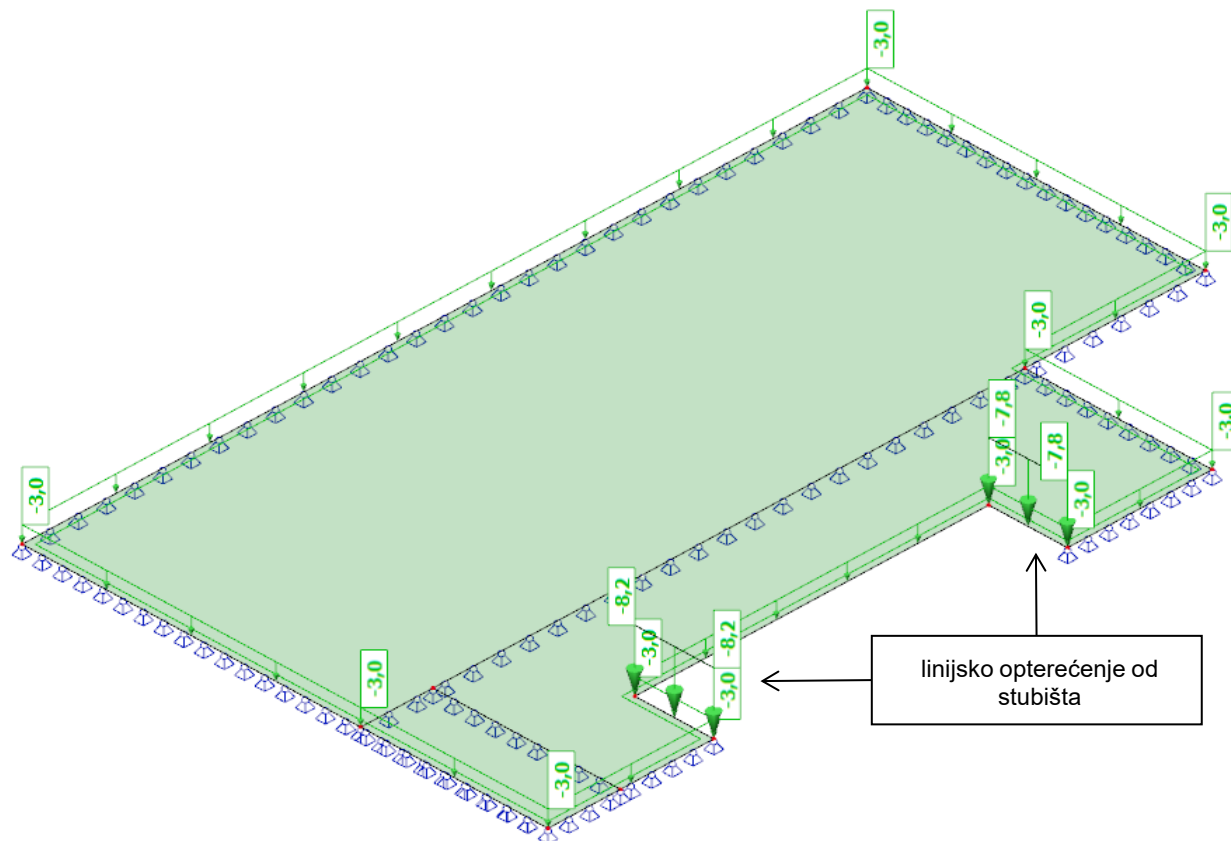


Prilog 2. Opterećenja (kN , kN/m^2)

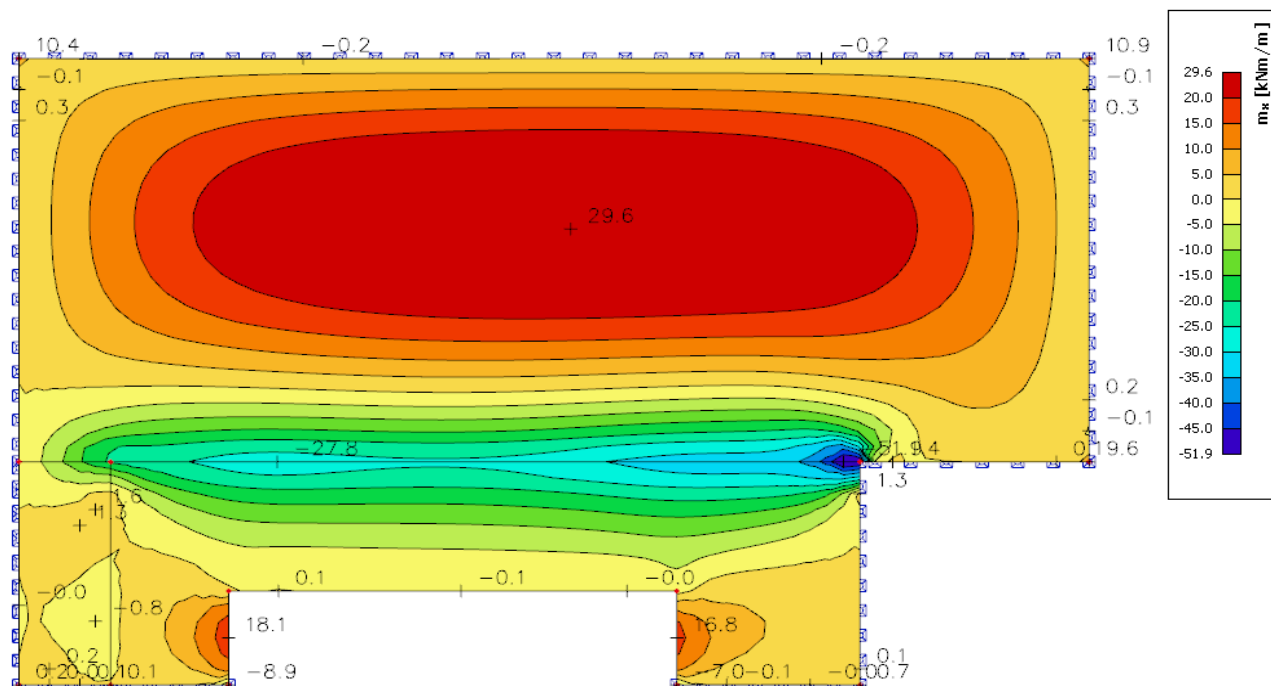
SO2 - dodatno stalno opterećenje



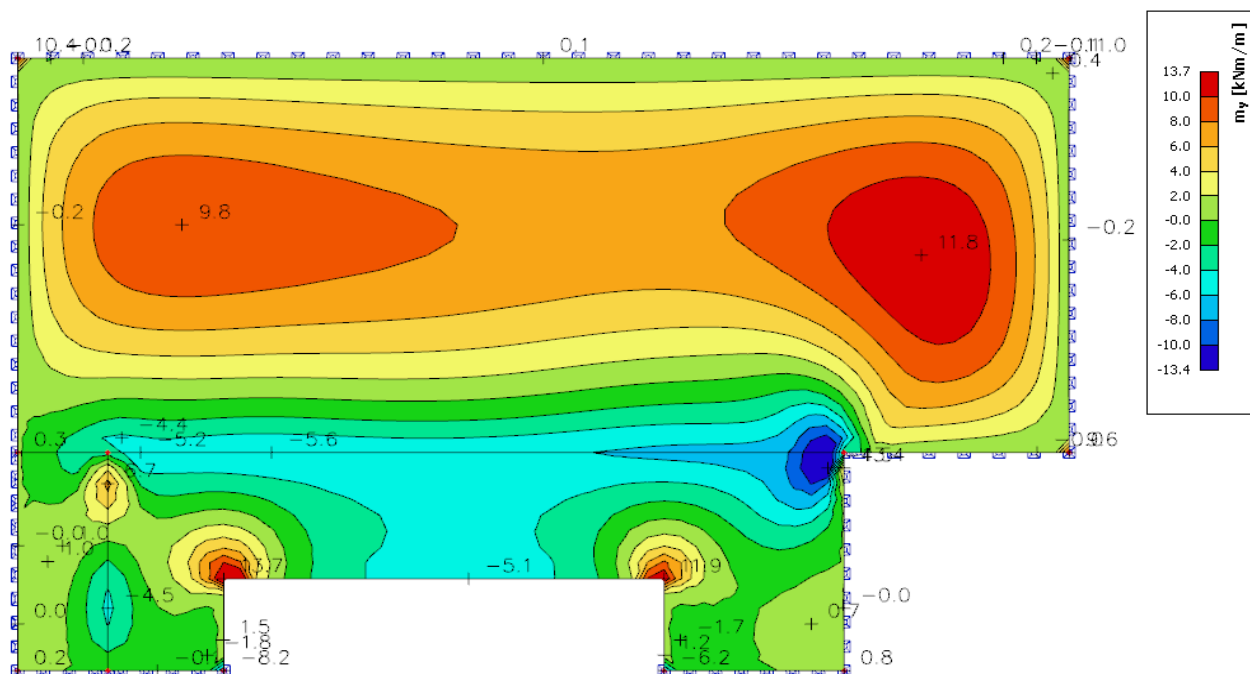
SO3.1 - uporabno opterećenje (kat. A)



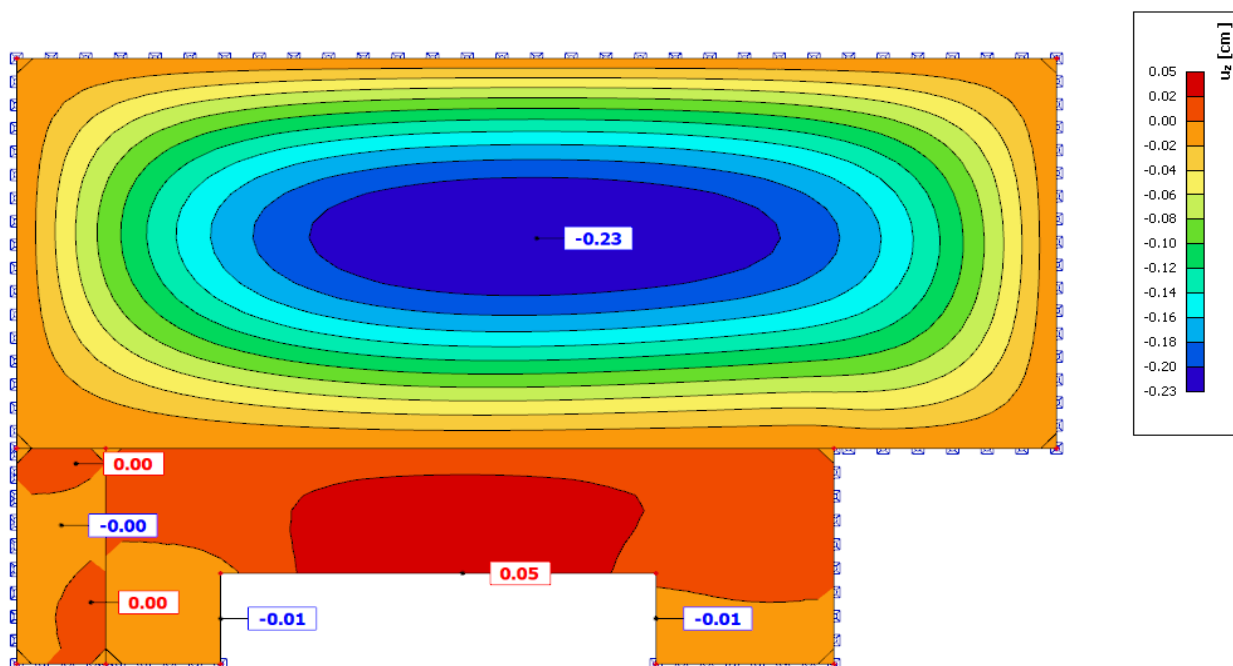
Prilog 3. Dijagram momenata savijanja u X smjeru m_x od KO1 (kNm/m')



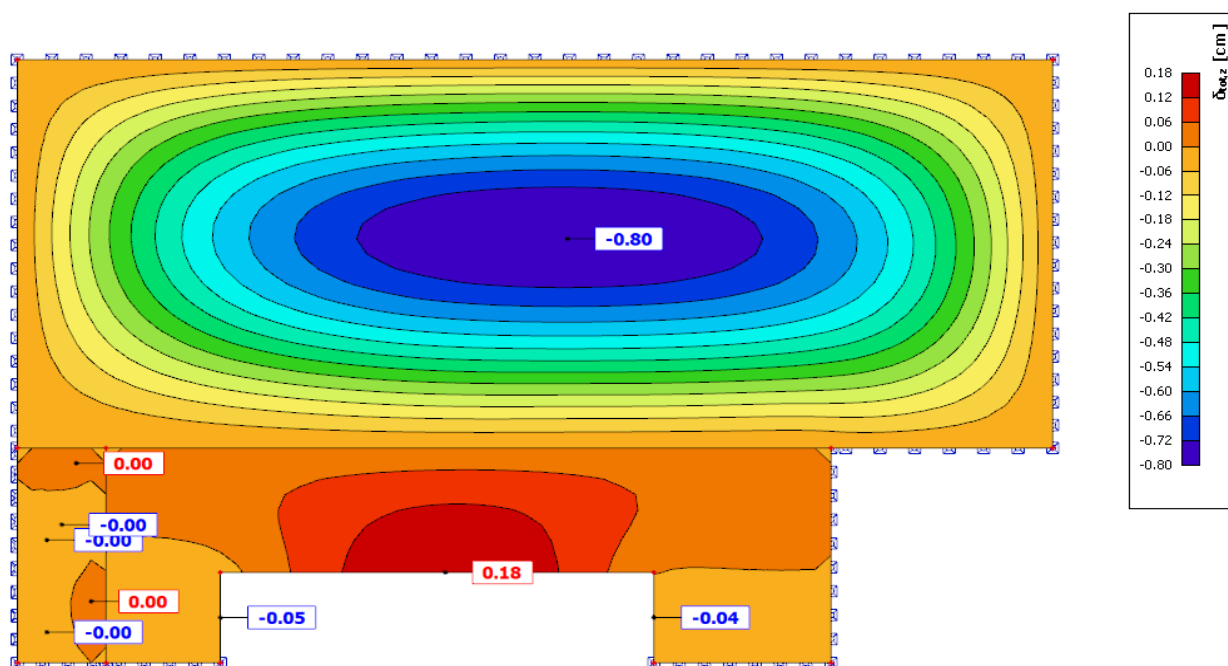
Prilog 4. Dijagram momenata savijanja u Y smjeru m_y od KO1 (kNm/m')



Prilog 5. Dijagrami elastičnog progiba od KO2 (cm)

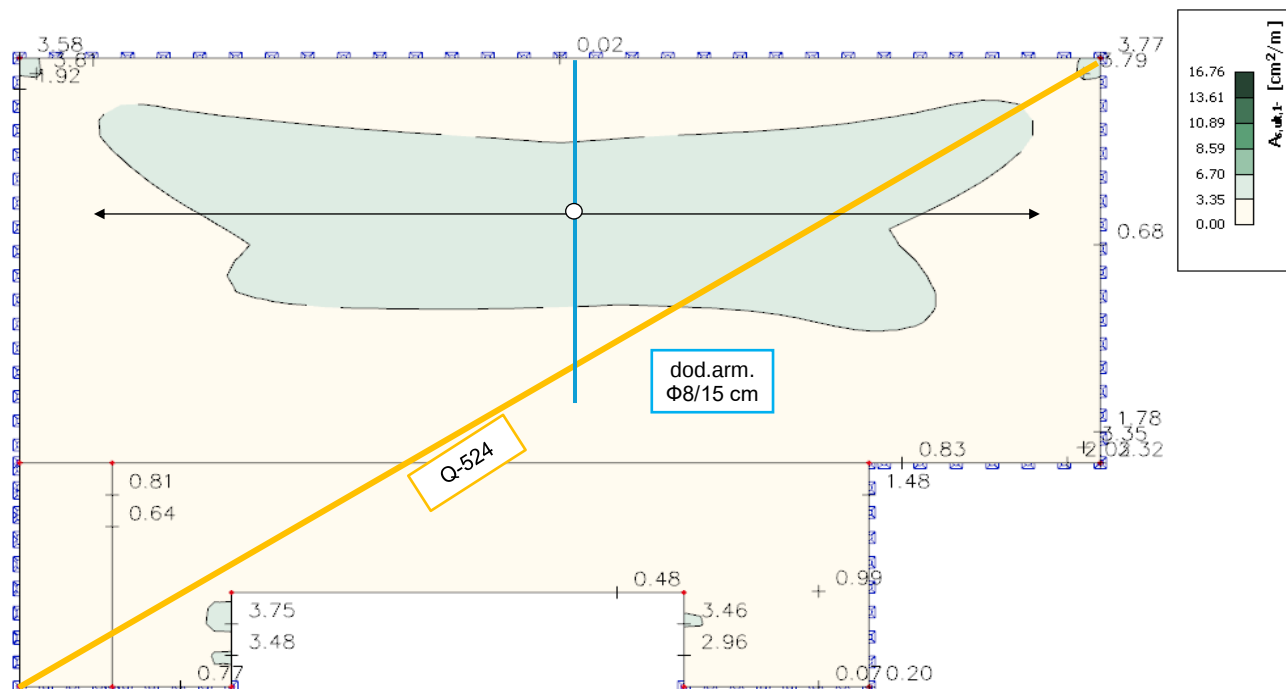


Prilog 6. Dijagrami dugotrajnog progiba - kombinacija GSU dugotrajni progib - KO3 (cm)

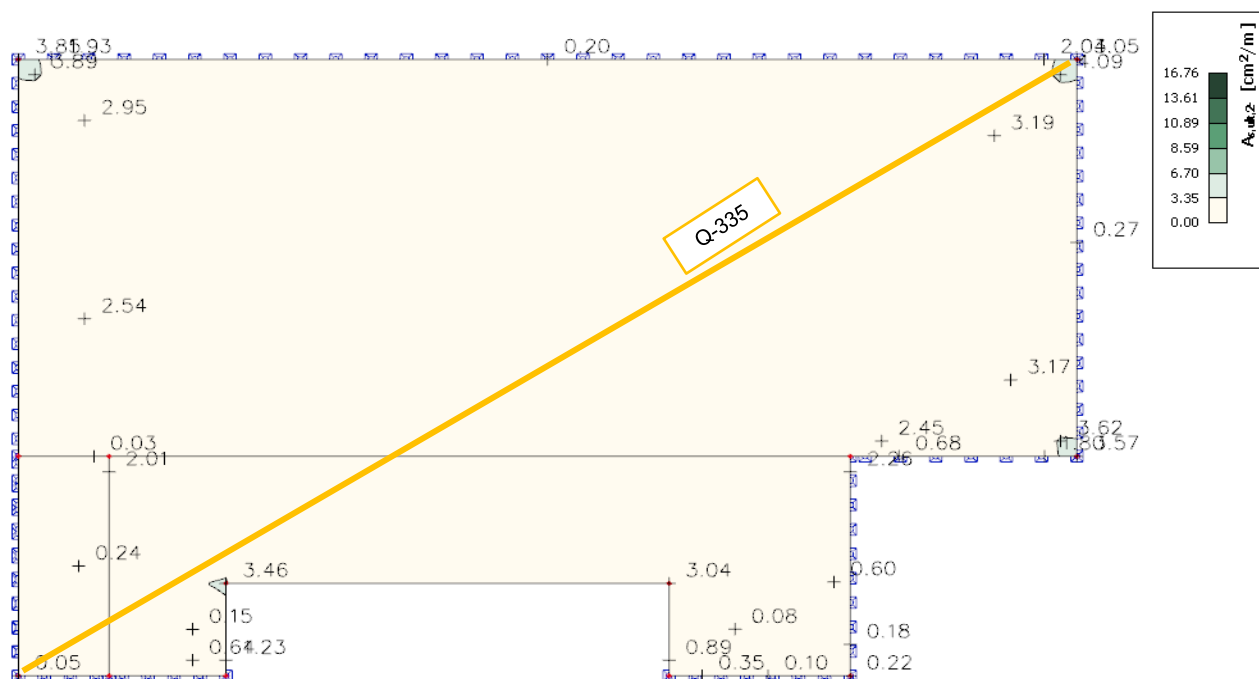


$$u_{z,max}=0,80 \text{ cm} < u_{dop}=L/250=515/250=2,06 \text{ cm}$$

Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

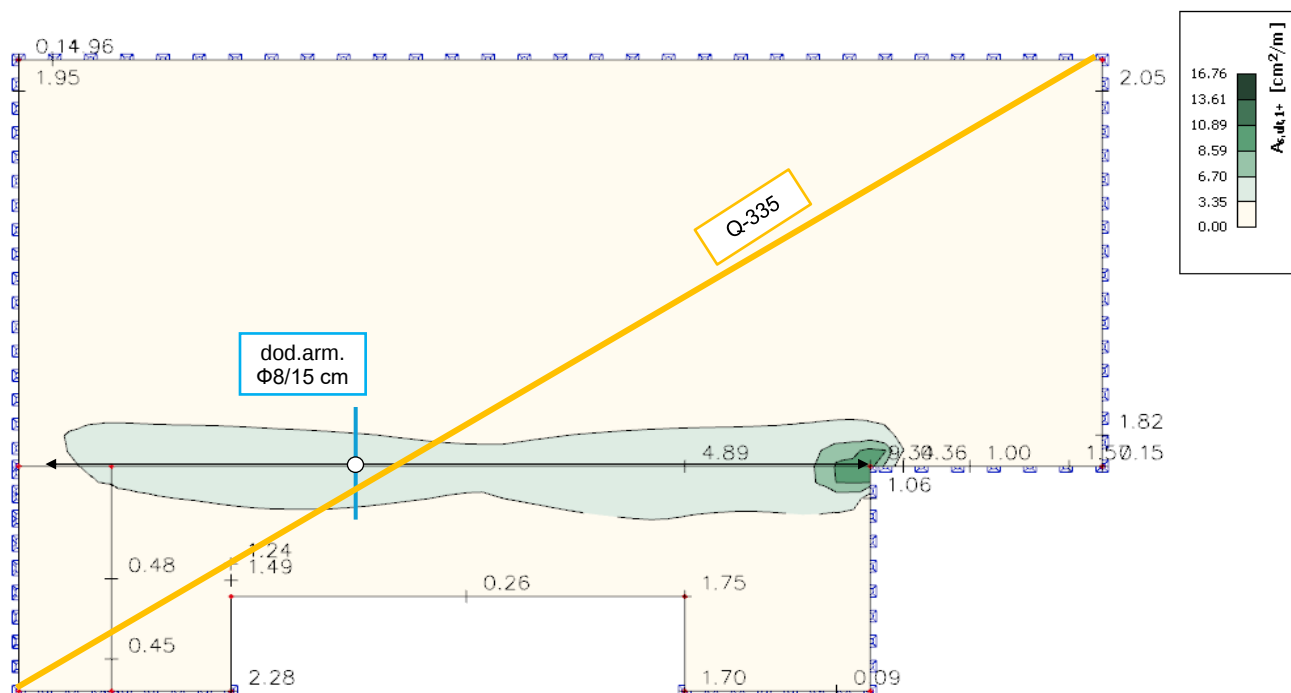


Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')

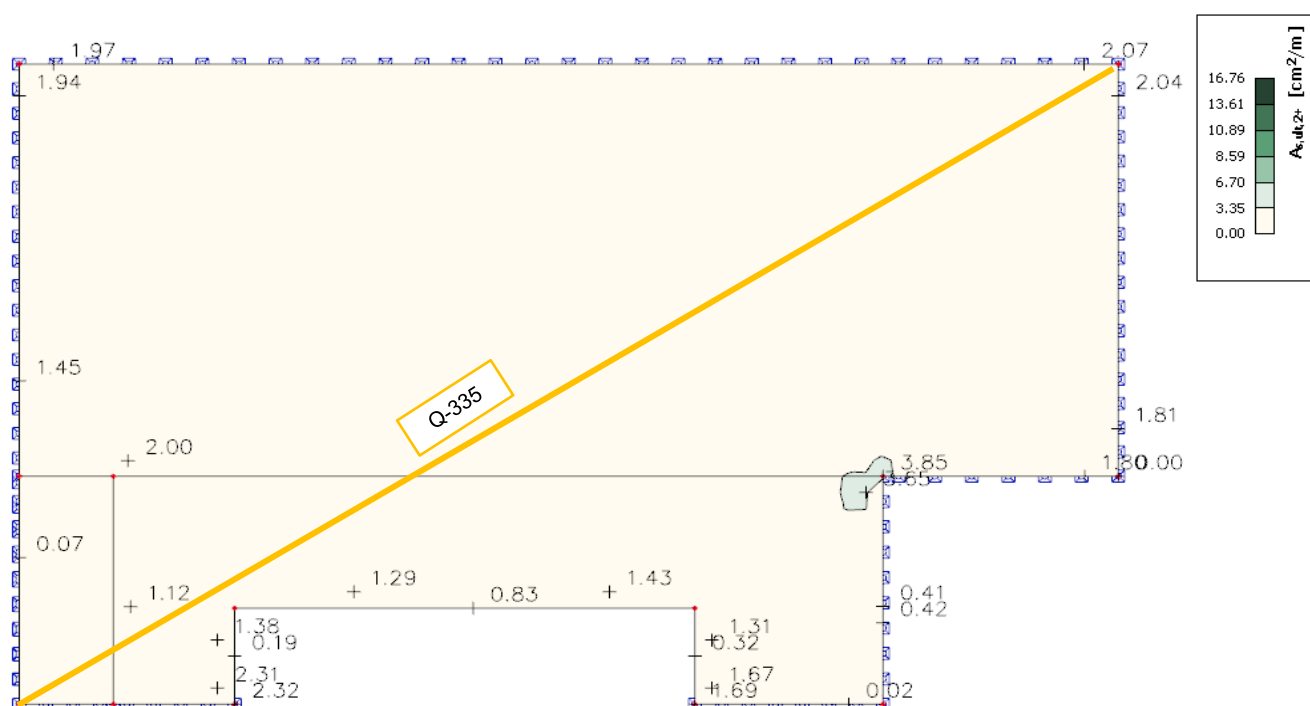


- minimalna armatura $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,20 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- donju zonu armirati mrežama Q 335 (B 500)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ8/15 cm

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO1 (cm²/m')



Prilog 10. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO1 (cm²/m')



- minimalna armatura $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,20 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- gornju zonu armirati mrežama Q 335 (B 500)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ14 i vilicama Φ8/15 cm

7. PRORAČUN STUBIŠTA

7.1. PRORAČUN STUBIŠTA S1 i S2

1. UVOD

Proračun ploče stubišta bit će izveden pomoću programa Scia Engineer, metodom konačnih elemenata uz pretpostavke:

- ab monolitna ploča kraka stubišta debljine 16 cm
- ab monolitna ploča podesta stubišta debljine 16 cm
- kvaliteta betona C25/30
- debljina zaštitnog sloja 2,5 cm

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti. Program sam uzima u obzir opterećenje vlastitom težinom.

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:

- | | |
|-----|----------------------------|
| SO1 | vlastita težina |
| SO2 | dodatno stalno opterećenje |
| SO3 | uporabno opterećenje |

kombinacije opterećenja:

- | | | |
|-----|---|-----|
| KO1 | $1,35 \times SO1 + 1,35 \times SO2 + 1,50 \times SO3$ | GSN |
| KO2 | $1,00 \times SO1 + 1,00 \times SO2 + 1,00 \times SO3$ | GSU |

Nazovistalna kombinacija mjerodavna za dugotrajne progibe:

faktor kombinacije: $\Psi_2 = 0,6$ za uporabno opterećenje kategorije C

- | | | |
|-----|---|--------------------|
| KO3 | $1,00 \times SO1 + 1,00 \times SO2 + 0,60 \times SO3$ | GSU - nazovistalna |
|-----|---|--------------------|

3. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Prilog 2. Opterećenja (kN/m^2)

Prilog 3. Dijagrami momenata savijanja od KO1 (kNm/m')

Prilog 4. Dijagrami elastičnog progiba od KO2 (cm)

Prilog 5. Dijagrami dugotrajnih progiba od KO3 (cm)

Prilog 6. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO1 (cm^2/m')

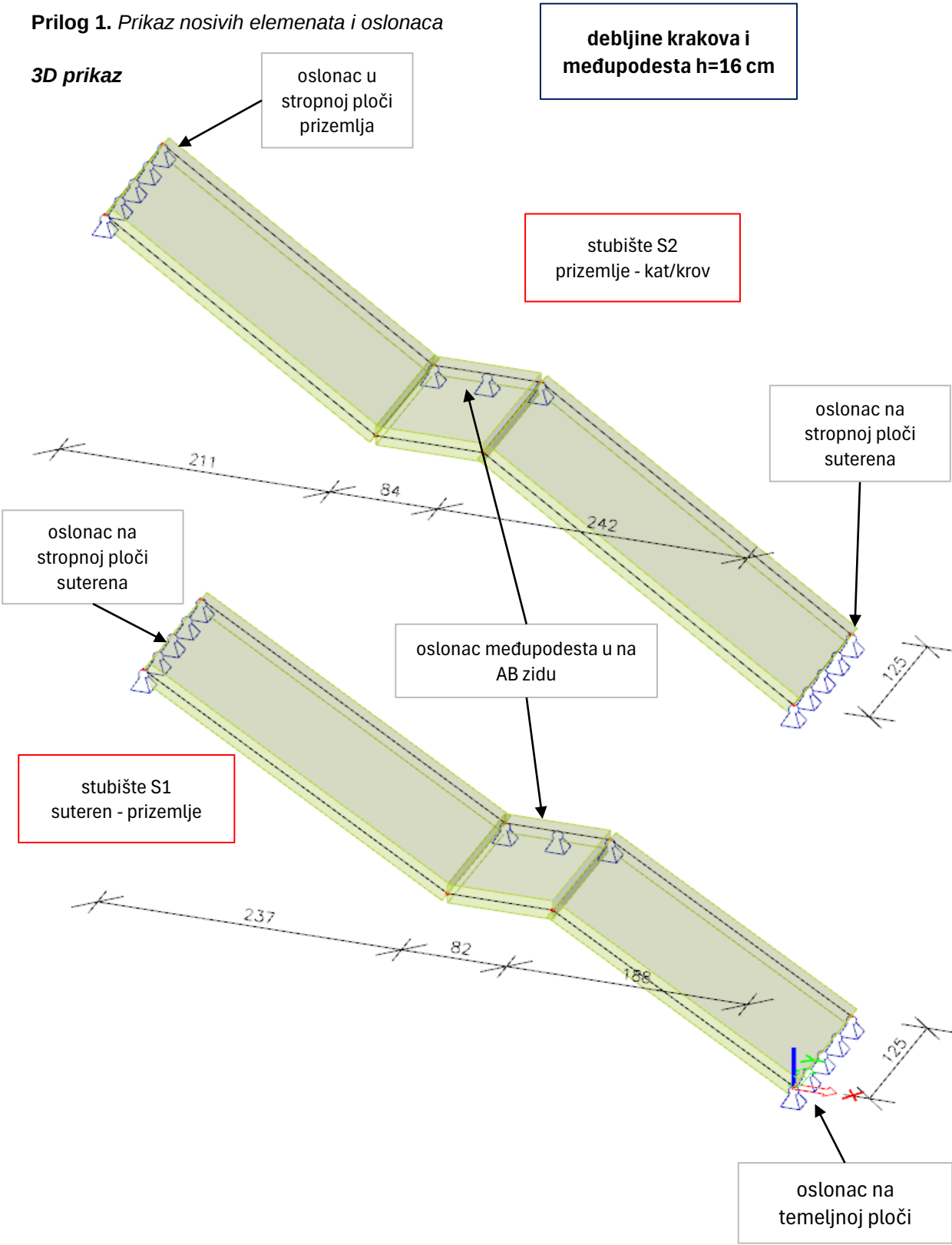
Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO1 (cm^2/m')

Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO1 (cm^2/m')

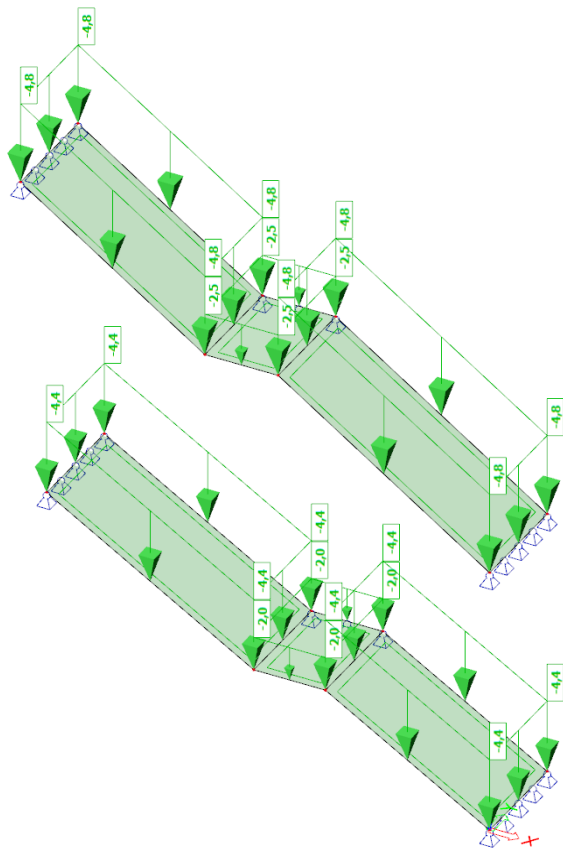
Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO1 (cm^2/m')

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

3D prikaz

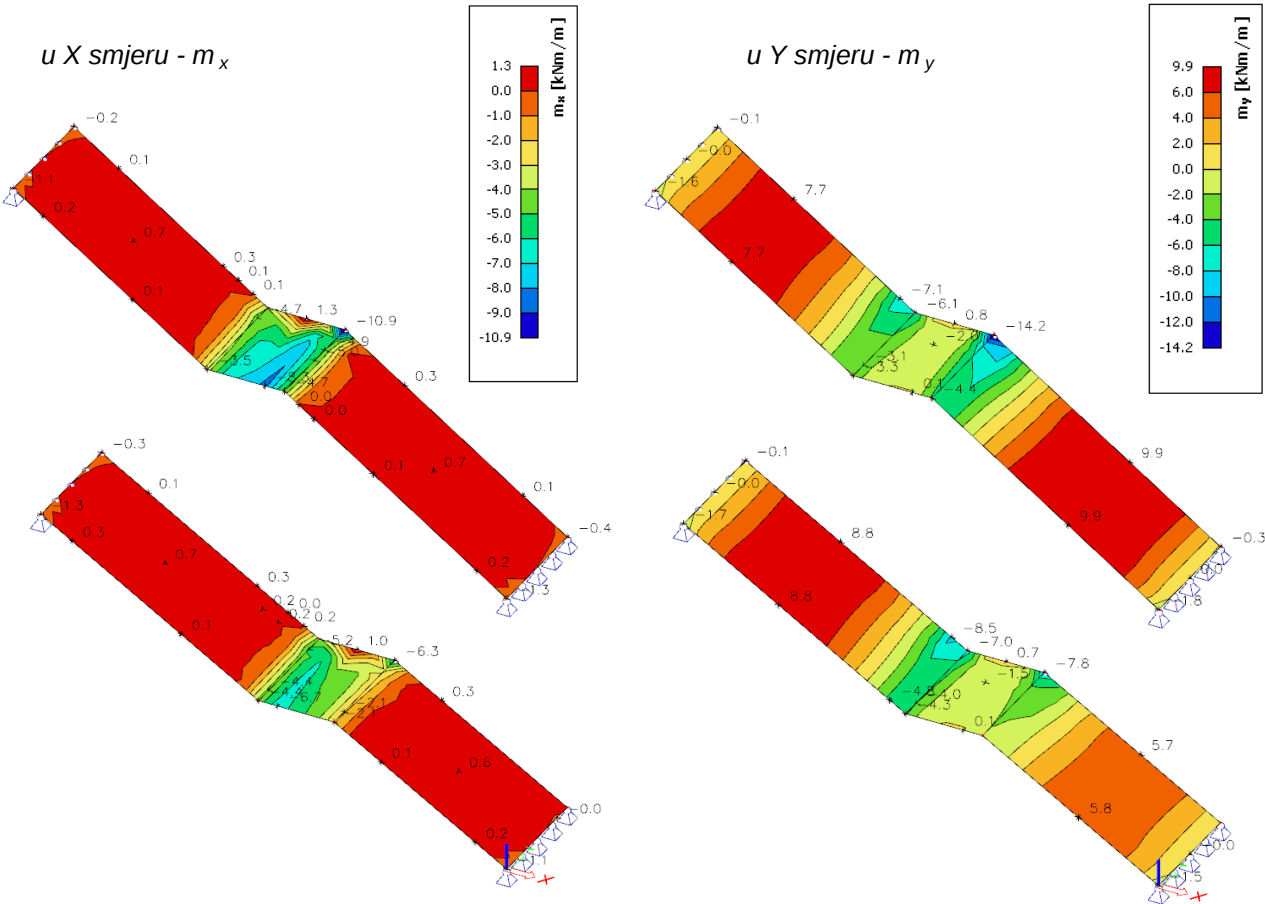


SO2 dodatno stalno opterečenje

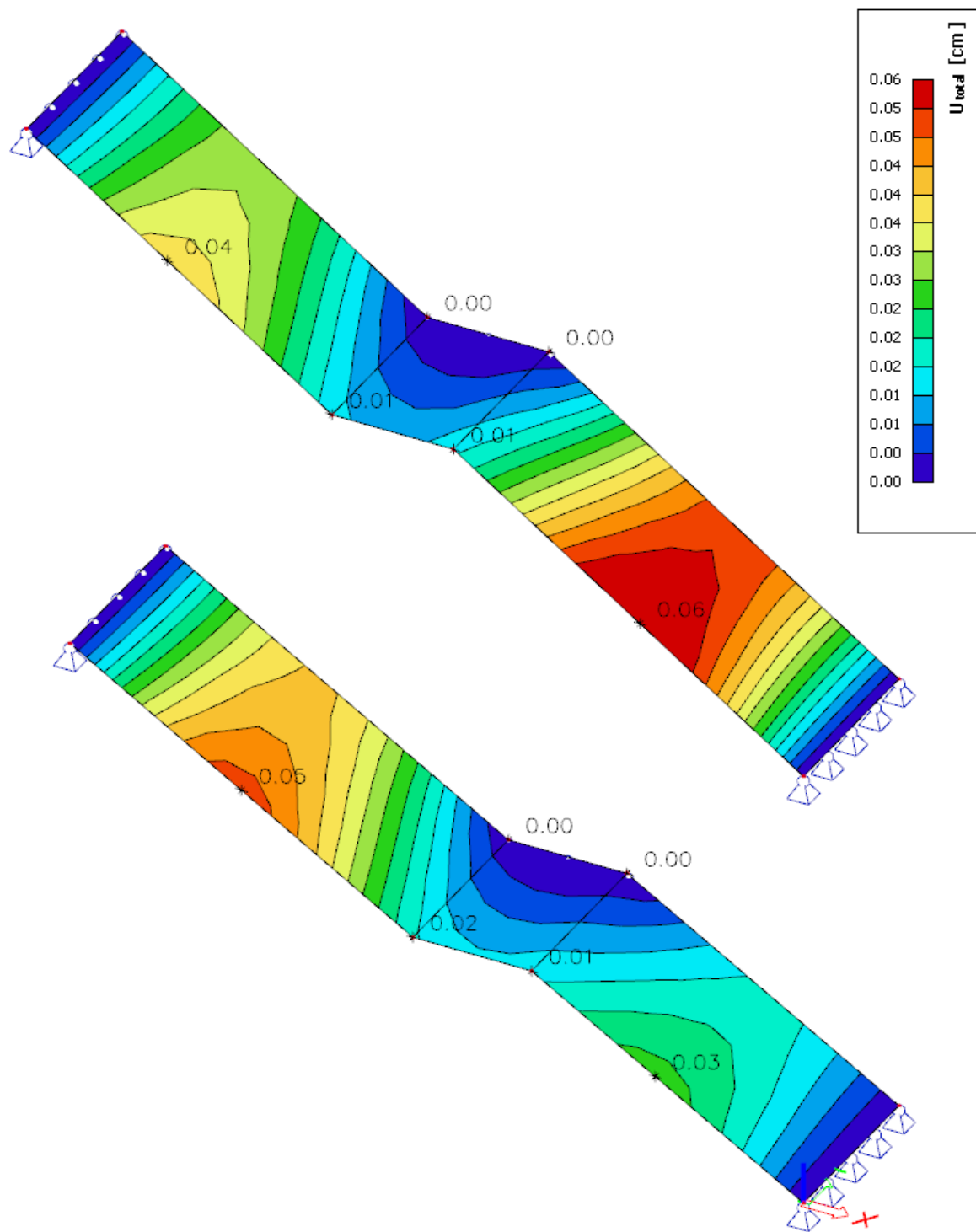


A 3D perspective view of a stepped embankment structure. The structure is composed of several rectangular blocks, each with a green triangular soil element on its top surface. The blocks are connected by a series of blue trapezoidal pile elements. The structure is shown in a perspective view, with the top surface of the embankment sloping downwards from left to right. Elevation markers of -3.0 are shown at various points along the structure, indicating the height of the embankment relative to a reference level. The structure is supported by a series of blue trapezoidal pile elements, which are shown in a perspective view. The overall structure is a stepped embankment, with the top surface sloping downwards from left to right.

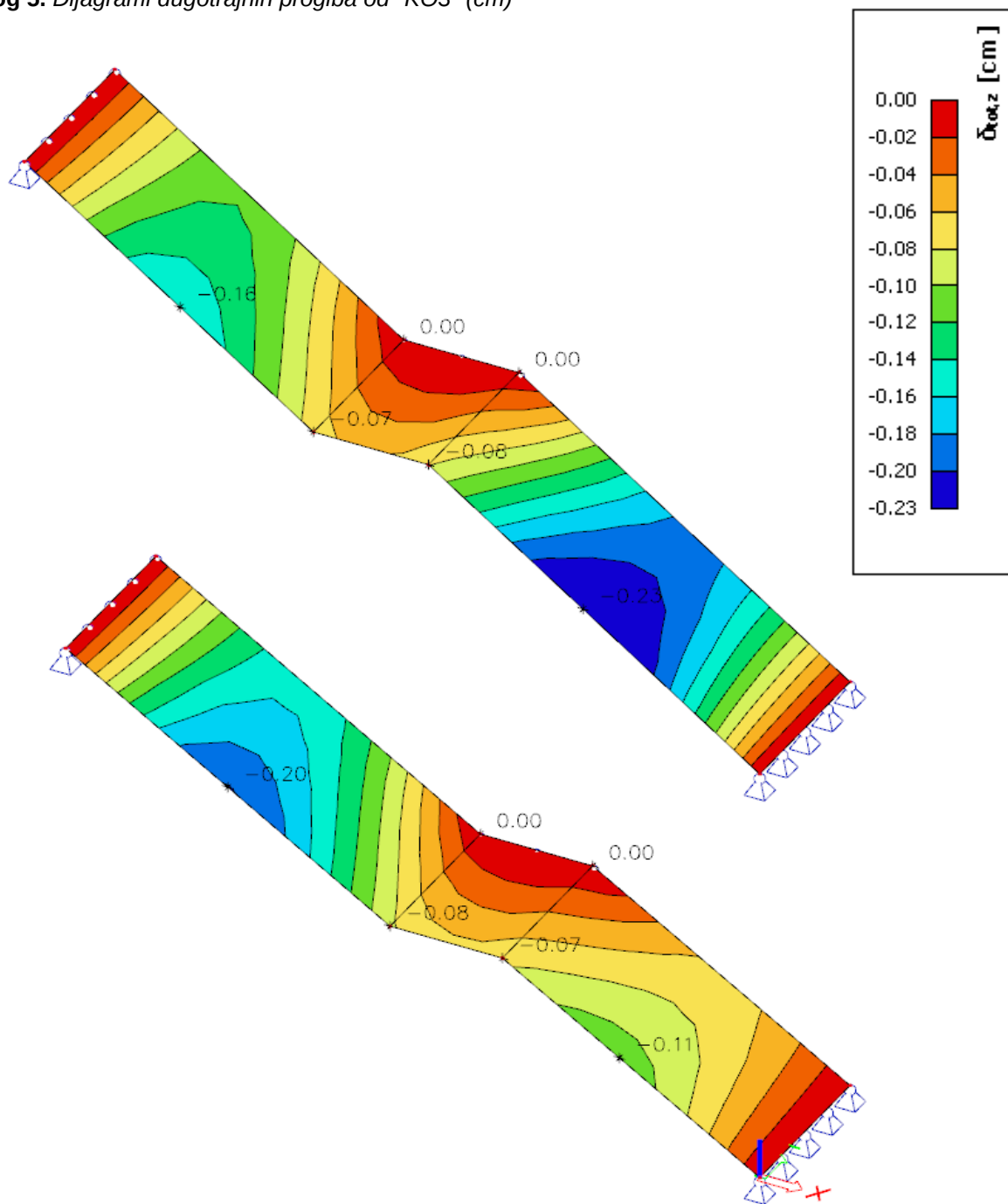
Prilog 3. Dijagram momenata savijanja od KO1 (kNm/m')



Prilog 4. Dijagrami elastičnog progiba od KO2 (cm)



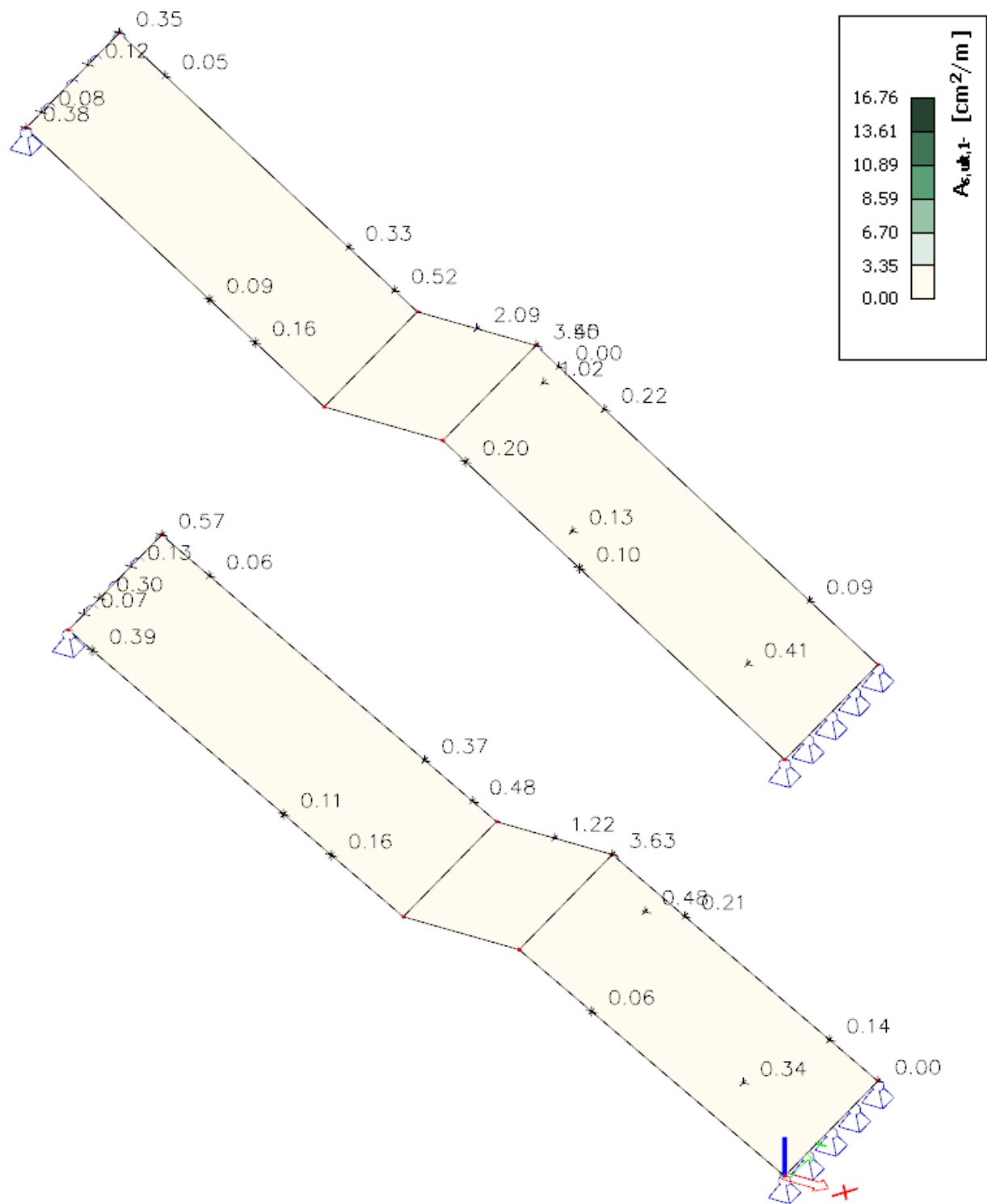
Prilog 5. Dijagrami dugotrajnih progiba od KO3 (cm)



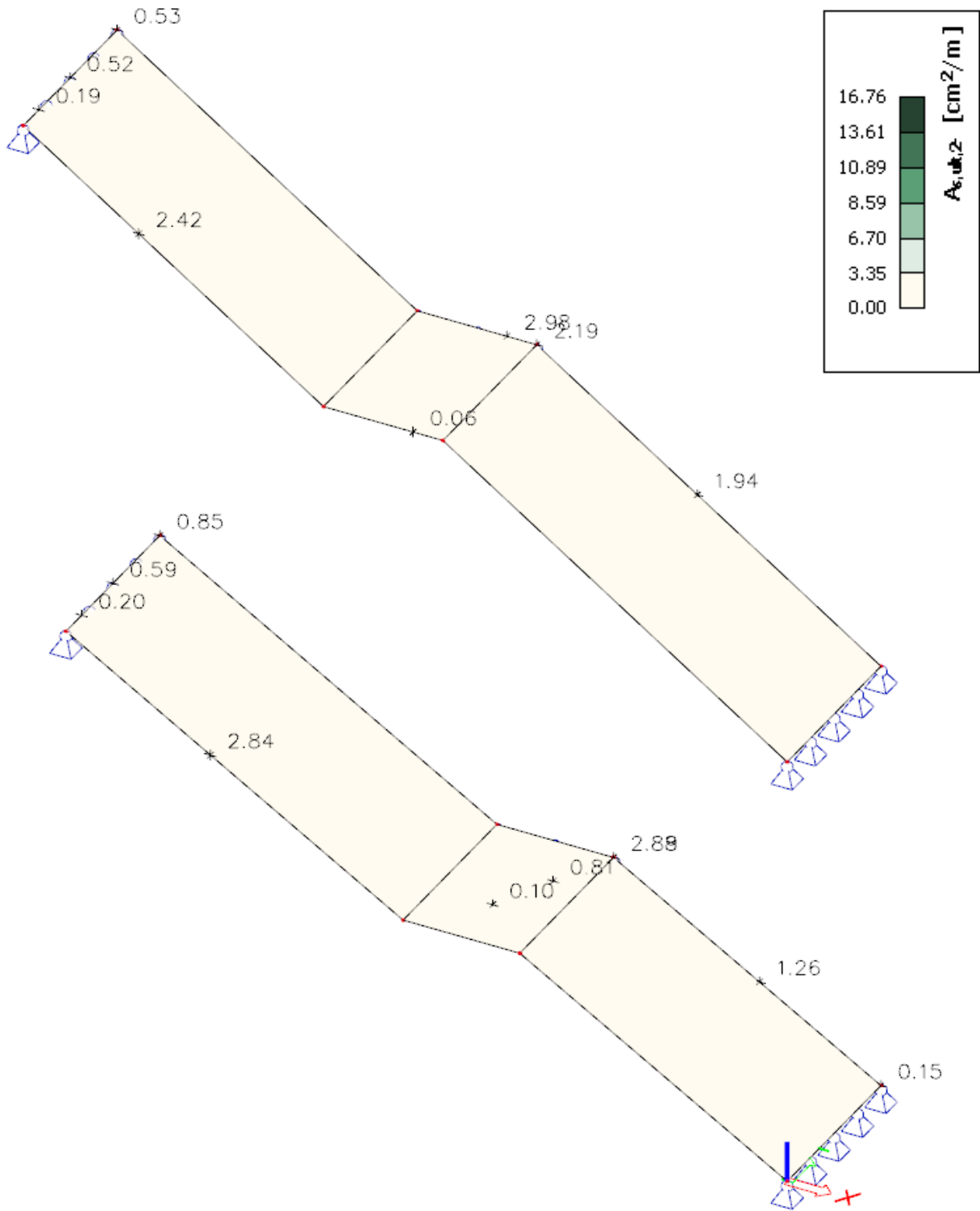
progib: $u_z = 0,23 \text{ cm} < u_{\text{dop}} = L/250 = 300/250 = 1,2 \text{ cm}$

ZADOVOLJAVA

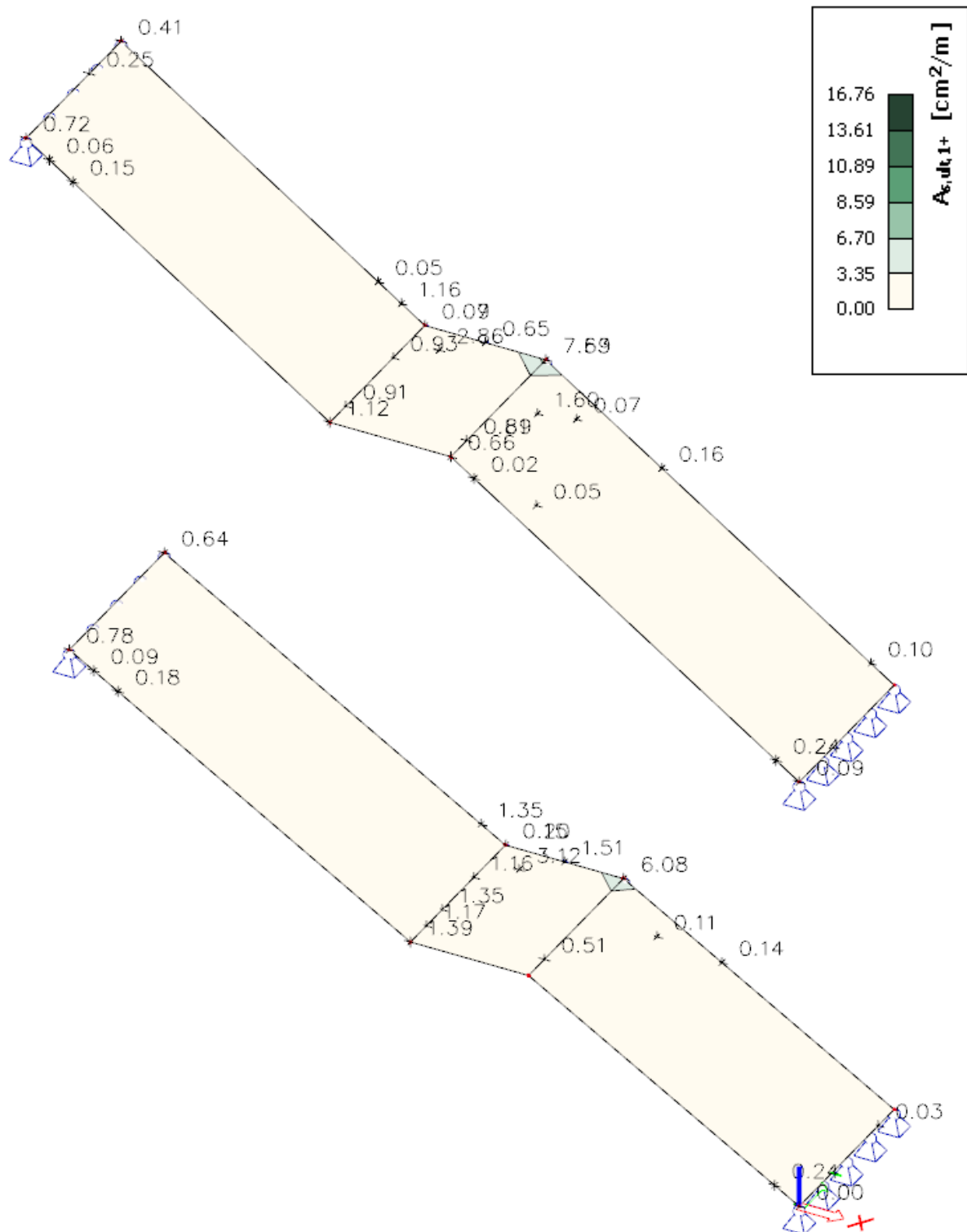
Prilog 6. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')



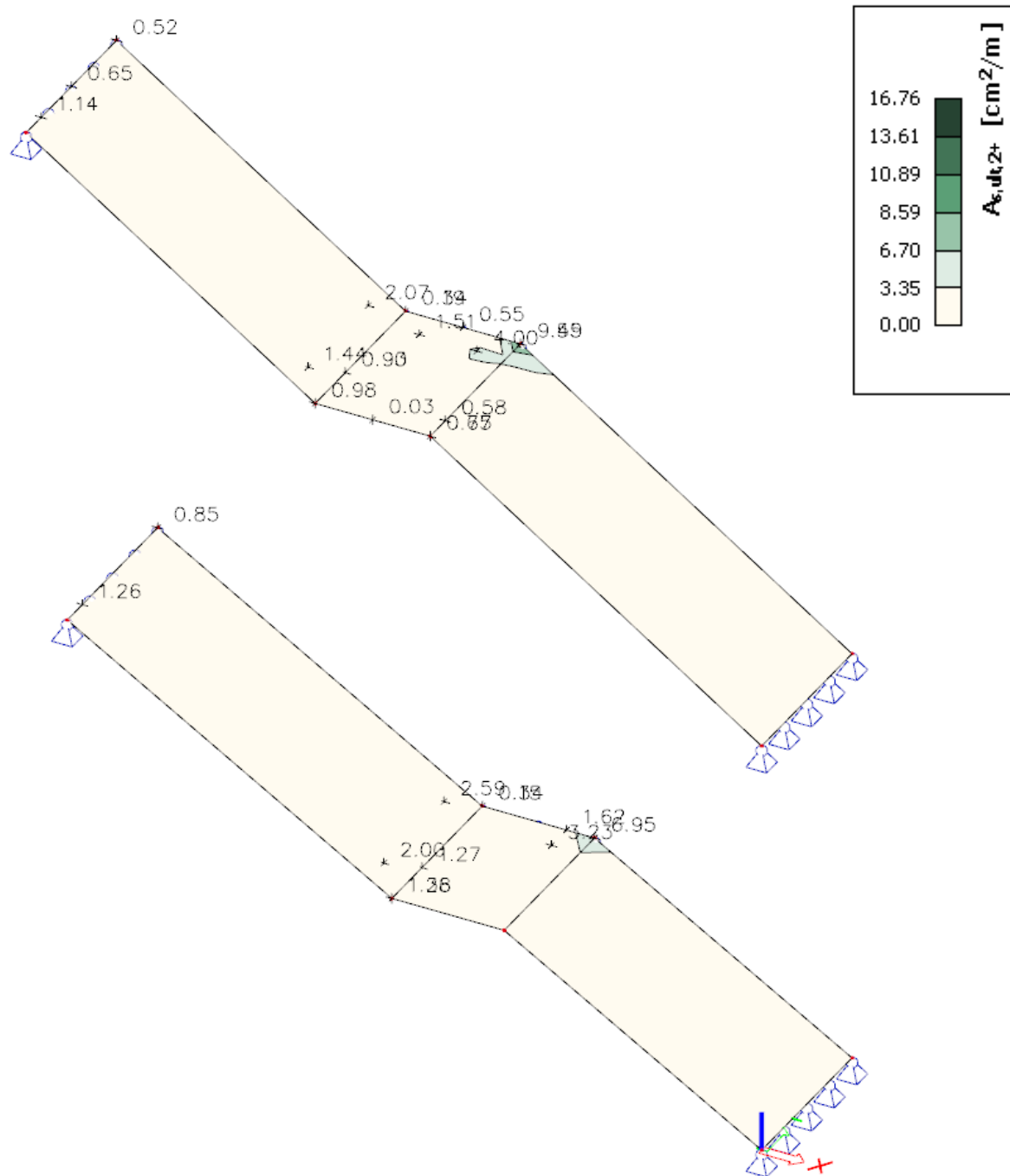
Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO1 (cm²/m')



Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO1 (cm^2/m)



Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO1 (cm^2/m)



- minimalna armatura za ploču 16 cm

$$A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 1,88 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

- stubište armirati prema dijagramima armature

glavna armatura: **$\Phi 12/15 \text{ cm}$**

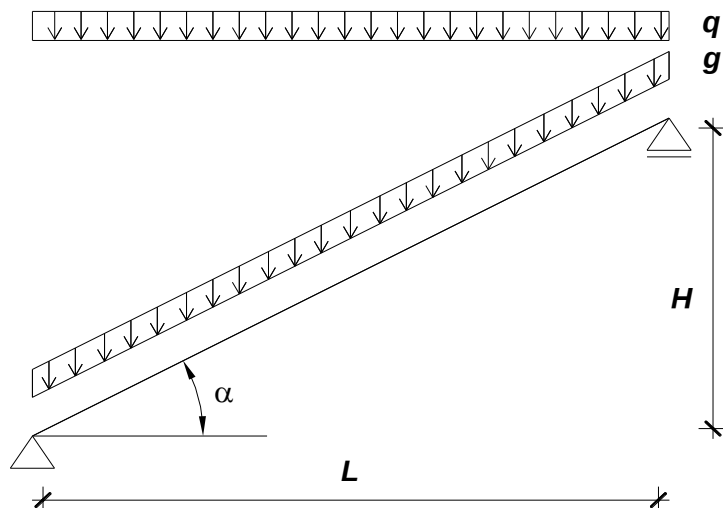
razdjelna armatura: **$\Phi 8/20 \text{ cm}$**

podest: **$\Phi 8/15 \text{ cm}$**

7.2. PRORAČUN KRAKA ARMIRANOBETONSKOG STUBIŠTA S3

Stubište suteran - galerija S3

1. STATIČKI SUSTAV



dimenzije stubišta

L =	3,50	m
H =	2,50	m
$\alpha =$	35	°

L' =	4,27	m
------	------	---

dimenzija stuba

š =	26,00	cm
v =	18,24	cm

dimenzije ploče stubišta

širina b =	140	cm
visina h =	16	cm
zašt. sloj c =	2,5	cm

statička visina presjeka

$d = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c =$	12,10	cm
-------------------------------------	-------	----

2. ANALIZA OPTEREĆENJA

- stalno opterećenje	ploča	0,16 x 25	4,00	kN/m ²
	stepenice	0,1824 x 0,5 x 25	2,28	kN/m ²
	žbuka	0,06 x 22	1,32	kN/m ²
	obloga stepenica	0,03 x 19	0,57	kN/m ²
	g =		8,17	kN/m ²
- pokretno opterećenje			q =	3,00 kN/m ²
		$q' = q \cos \alpha$	q' =	2,46 kN/m ²
- računski vrijednost opterećenja		$q_{sd} = 1.35 g + 1.50 q'$	q _{sd} =	14,72 kN/m ²

3. REZNE SILE

- računski vrijednost momenta savijanja	$M_{sd} = q_{sd} L'^2 / 8$	M _{sd} =	33,58	kNm
---	----------------------------	-------------------	-------	-----

4. DIMENZIONIRANJE

C25/30
S 500 (MAG 500/560)

$f_{ck} =$	25	N/mm ²
$f_{yk} =$	50	kN/cm ²
$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 =$	16,67	N/mm ²
$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	43,48	kN/cm ²

glavna vlačna armatura

$$\mu_{sd} = M_{sd} / (b d^2 f_{cd}) = 0,100 < \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,935	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-3,50	‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,155	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	19,03	‰

$$A_{s1} = M_{sd} / (\zeta d f_{yd}) = 6,83 \text{ cm}^2 \quad A_{s,min} = 0,0015 b d = 3,36 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 89,60 \text{ cm}^2$$

odabrano: $\Phi 12$ / 15,0 cm	A _{s1} =	7,54	cm ²
-------------------------------	-------------------	------	-----------------

razdijelna armatura

$$A_{s,razdijelno} = 0,20 A_{s,odabrano} = 1,51 \text{ cm}^2$$

odabrano: $\Phi 8$ / 20 cm	A _{s,razdijelno} =	2,51	cm ²
----------------------------	-----------------------------	------	-----------------

8. SEIZMIČKI PRORAČUN KONSTRUKCIJE

8.1. MODELIRANJE KONSTRUKCIJE I ODABIR METODE PRORAČUNA

Kriteriji za odabir metode proračuna

Kriterij pravilnosti u tlocrtu

- zgrada je približno simetrična u odnosu na dvije ortogonalne osi
- stropne ploče su krute u svojoj ravnini
- omjer duljine i širine zgrade je manji od 4

$$L_{\max} = 27,9 \text{ m}$$

$$L_{\min} = 13,1 \text{ m}$$

$$\lambda = L_{\max}/L_{\min} < 4$$

$$\lambda = 2,13 < 4$$

Kriterij pravilnosti po visini

- glavni seizmički zidovi su regularni po visini

Pravilnost		Dopuštena pojednostavljenja		Faktor
Tlocrt	Po visini	Model	Proračun	
Da	Da	Ravninski	Pojednostavljen	Propisan
Da	Ne	Ravninski	Višemodalan	Smanjen
Ne	Da	Prostorni*	Višemodalan*	Propisan
Ne	Ne	Prostorni	Višemodalan	Smanjen

8.2. SEIZMIČKI PRORAČUN

8.2.1. Prikaz vlastitih vrijednosti osciliranja konstrukcije

Proračun utjecaja potresne sile će se izraditi pomoću 3D modela konstrukcije programom Scia Engineer. Za analizu utjecaja potresa koristiti će se višemodalna spektralna analiza proračuna potresne sile.

Proračun vlastitih vrijednosti proveden je na modelu s **raspucalim presjecima zidova** (krutost presjeka je uzeta s dvostruko manjom vrijednosti od krutosti neraspucalog presjeka).

Frekvencije vlastitog osciliranja izračunate su dinamičkom analizom programom Scia Engineer.

Sudjelujuće mase:

M1	vlastita težina
M2	dodatno stalno opterećenje
M3	uporabno opterećenje
$\varphi = 0,80$	(katovi s povezanom zauzetošću)
$\varphi = 1,00$	(krov)

Kombinacija sudjelujućih masa:

$$\Sigma G_{ki} + \Sigma \psi_{Ei} \times Q_{ki}$$
$$\psi_{Ei} = \varphi \times \psi_{2i} \quad (\text{koeficijent komb.})$$
$$\psi_{2,1} = 0,60 \quad (\text{uporabno opt.-kat.A})$$
$$\psi_{2,1} = 0,00 \quad (\text{uporabno opt.-kat.H})$$

$$KM1 = 1,00 \times M1 + 1,00 \times M2 + 0,80 \times 0,60 \times M3$$

Participirajuće mase i periodi osciliranja

Mode	Leg [rad]	Period [s]	Freq. [Hz]	Γ_{xi}	Γ_{yi}	Γ_{zi}	W_{xi}/W_{xtot}	W_{yi}/W_{ytot}	W_{zi}/W_{ztot}	$x_{i,R}/W_{xtot}$	$y_{i,R}/W_{ytot}$	$z_{i,R}/W_{ztot}$
1	30.4393	0,21	4,84	273,6132	2,7409	0,0000	0,0813	0,0000	0,0000	0,0003	0,3046	0,0003
2	40.6422	0,15	6,47	69,1525	-1,7775	0,0000	0,0052	0,0000	0,0000	0,0000	0,0082	0,0000
3	59.5852	0,11	9,48	637,2745	-56,4018	0,0000	0,4410	0,0035	0,0000	0,0016	0,0169	0,0153
4	63.2396	0,10	10,06	-53,2146	-9,3345	0,0000	0,0031	0,0001	0,0000	0,0000	0,0123	0,0034
5	64.9794	0,10	10,34	34,8808	51,6638	0,0000	0,0013	0,0029	0,0000	0,0018	0,0501	0,0023
6	70.8585	0,09	11,28	99,8842	322,3510	0,0000	0,0108	0,1128	0,0000	0,0041	0,0027	0,0004
7	72.3988	0,09	11,52	377,6135	127,8052	0,0000	0,1548	0,0177	0,0000	0,0392	0,0131	0,0590
8	78.5001	0,08	12,49	47,7476	213,1312	0,0000	0,0025	0,0493	0,0000	0,0062	0,0000	0,0148
9	79.712	0,08	12,69	138,5687	32,1121	0,0000	0,0209	0,0011	0,0000	0,0011	0,0028	0,0163
10	86.8417	0,07	13,82	3,3135	-66,9962	0,0000	0,0000	0,0049	0,0000	0,0005	0,0000	0,0004
11	87.7023	0,07	13,96	223,3794	645,3917	0,0000	0,0542	0,4523	0,0000	0,1237	0,0030	0,0766
12	93.9007	0,07	14,94	76,6495	214,2281	0,0000	0,0064	0,0498	0,0000	0,0088	0,0215	0,0049
13	99.9118	0,06	15,90	-28,3063	-54,9357	0,0000	0,0009	0,0033	0,0000	0,0004	0,0340	0,0031
14	106.272	0,06	16,91	105,0022	-65,2166	0,0000	0,0120	0,0046	0,0000	0,0030	0,0382	0,0087
15	107.432	0,06	17,10	35,7195	-85,5003	0,0000	0,0014	0,0079	0,0000	0,0311	0,0085	0,0628
16	118.576	0,05	18,87	95,5324	46,6981	0,0000	0,0099	0,0024	0,0000	0,0084	0,0098	0,0126
17	118.918	0,05	18,93	51,2061	149,6373	0,0000	0,0028	0,0243	0,0000	0,0796	0,0068	0,1156
18	124.709	0,05	19,85	77,0495	24,9787	0,0000	0,0064	0,0007	0,0000	0,0002	0,0024	0,0038
19	127.89	0,05	20,35	-18,2169	144,3040	0,0000	0,0004	0,0226	0,0000	0,0010	0,0012	0,0807
20	128.301	0,05	20,42	-85,4275	-84,4499	0,0000	0,0079	0,0077	0,0000	0,0000	0,0031	0,0304
21	221.759	0,03	35,23	21,0071	23,2102	0,0000	0,0003	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0102
60	225.495	0,03	35,89	-14,0989	137,5226	0,0000	0,0002	0,0205	0,0000	0,0583	0,0002	0,0117
61	227.02	0,03	36,13	-35,3559	9,7302	0,0000	0,0014	0,0001	0,0000	0,0000	0,0016	0,0000
62	227.701	0,03	36,24	14,2224	-52,8590	0,0000	0,0002	0,0030	0,0000	0,0025	0,0002	0,0003
63	228.92	0,03	36,43	-29,9330	131,2011	0,0000	0,0010	0,0187	0,0000	0,0313	0,0005	0,0025
64	234.806	0,03	37,37	-4,8592	-53,2809	0,0000	0,0000	0,0031	0,0000	0,0024	0,0005	0,0043
65	235.8	0,03	37,53	-16,5693	25,9445	0,0000	0,0003	0,0007	0,0000	0,0003	0,0001	0,0021
66	236.366	0,03	37,62	16,9459	-32,3429	0,0000	0,0003	0,0011	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002
							0,9056	0,9114	0,0000	0,6235	0,7554	0,8536

ZBROJ PRORAČUNSKIH MASA ZA X SMJER JE VEĆI OD 90%

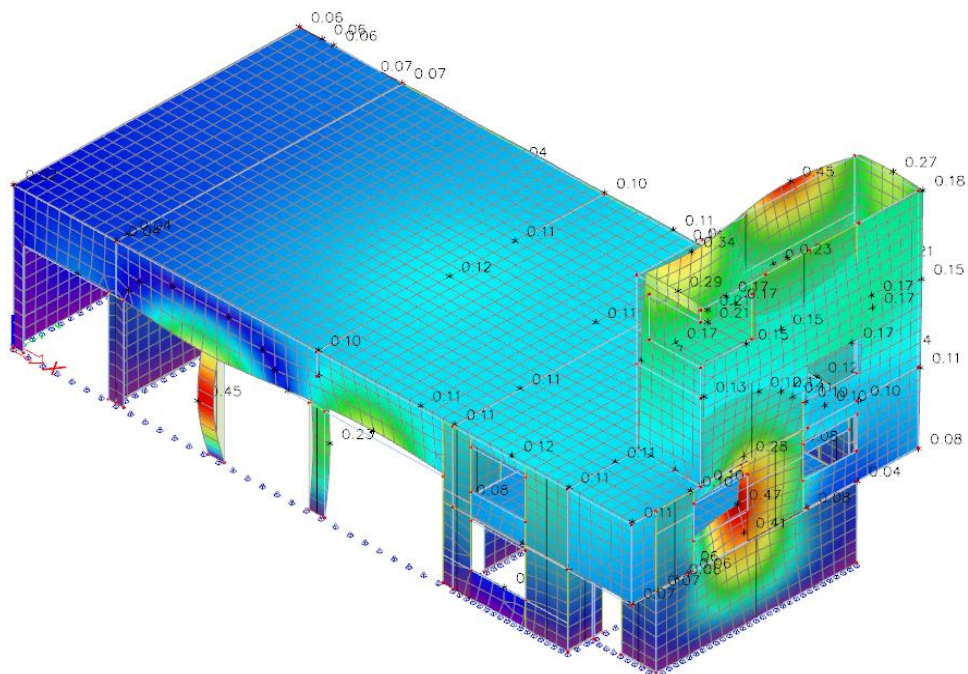
→ zadovoljava zahtjev iz
HRN EN 1998-1
točka 4.3.3.3.1.

ZBROJ PRORAČUNSKIH MASA ZA Y SMJER JE VEĆI OD 90%

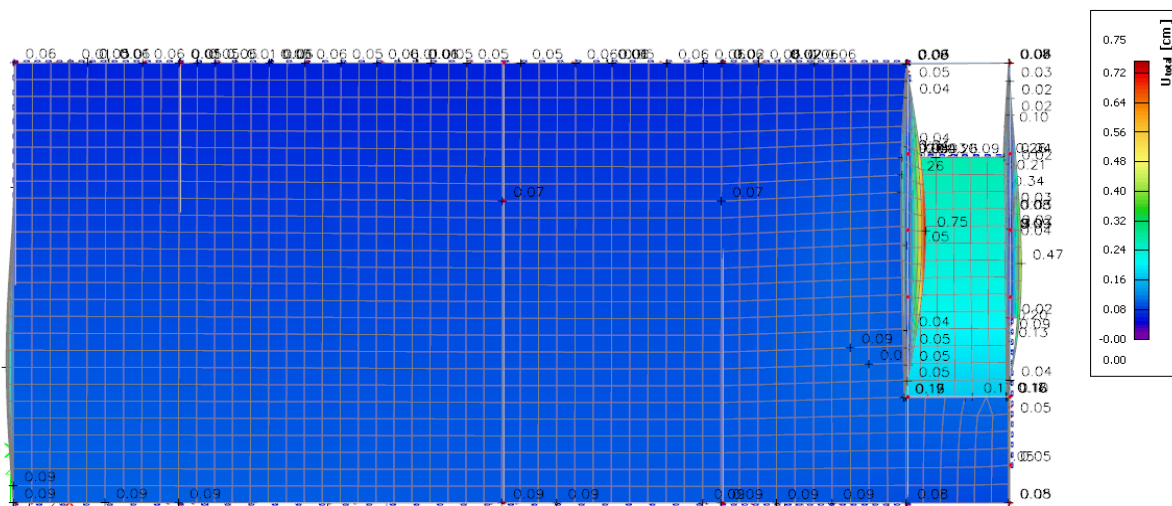
→ zadovoljava zahtjev iz
HRN EN 1998-1
točka 4.3.3.3.1.

Prikazi 3. tona osciliranja konstrukcije $T_1 = 0,11$ s u pogledu i tlocrtu

Pogled

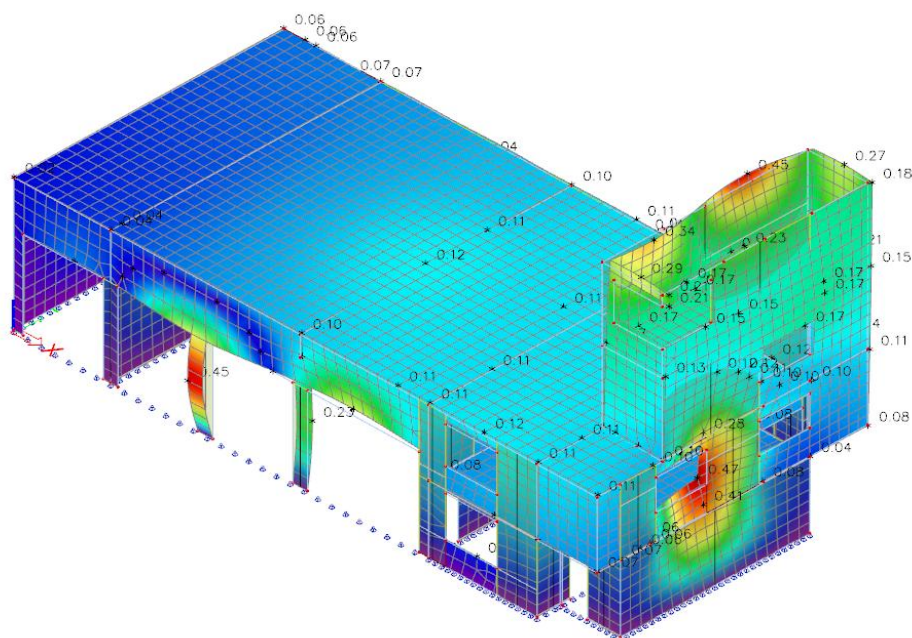


Tlocrt

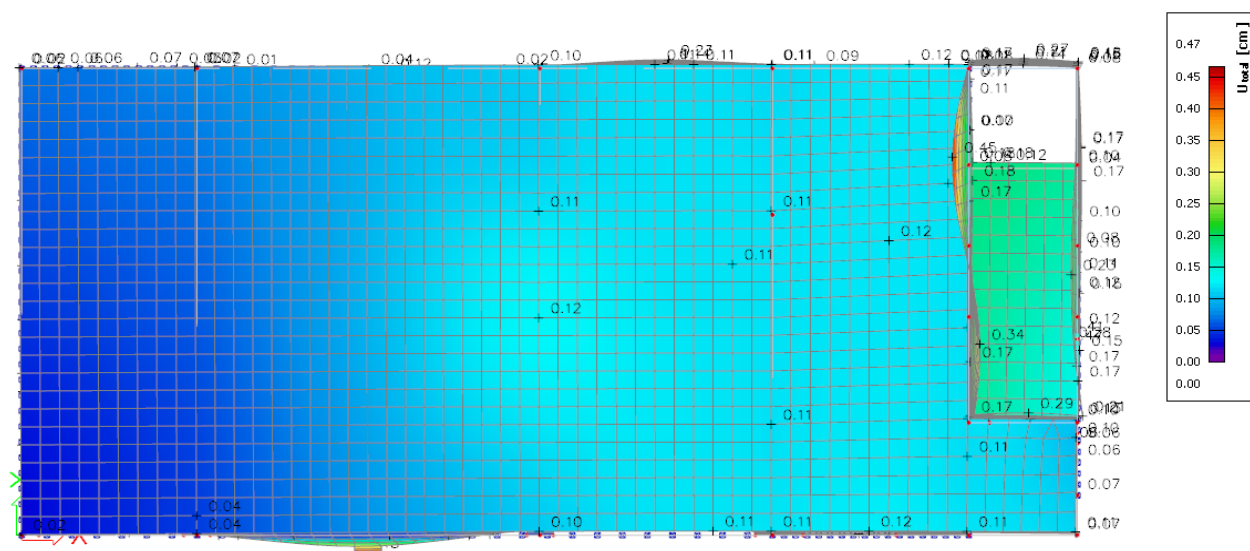


Prikazi 11. tona osciliranja konstrukcije $T_2 = 0,07$ s u pogledu i tlocrtu

Pogled

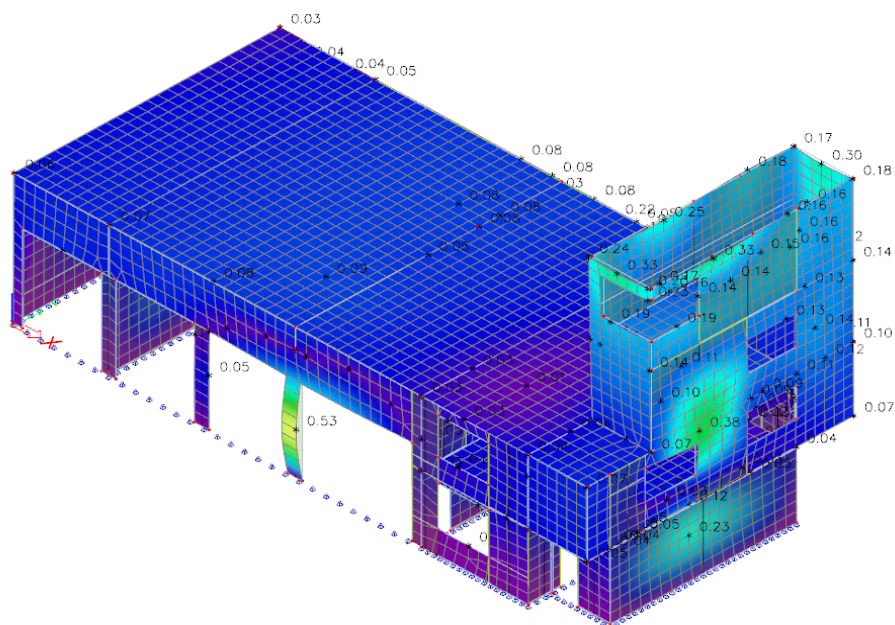


Tlocrt

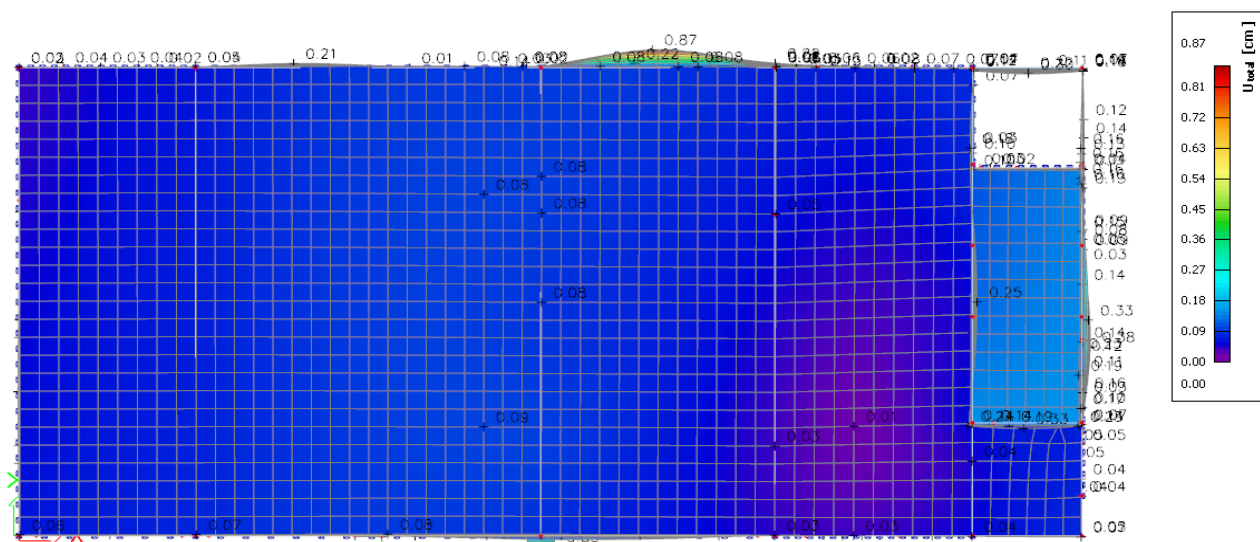


Prikazi 17. tona osciliranja konstrukcije $T_3 = 0,05$ s u pogledu i tlocrtu

Pogled



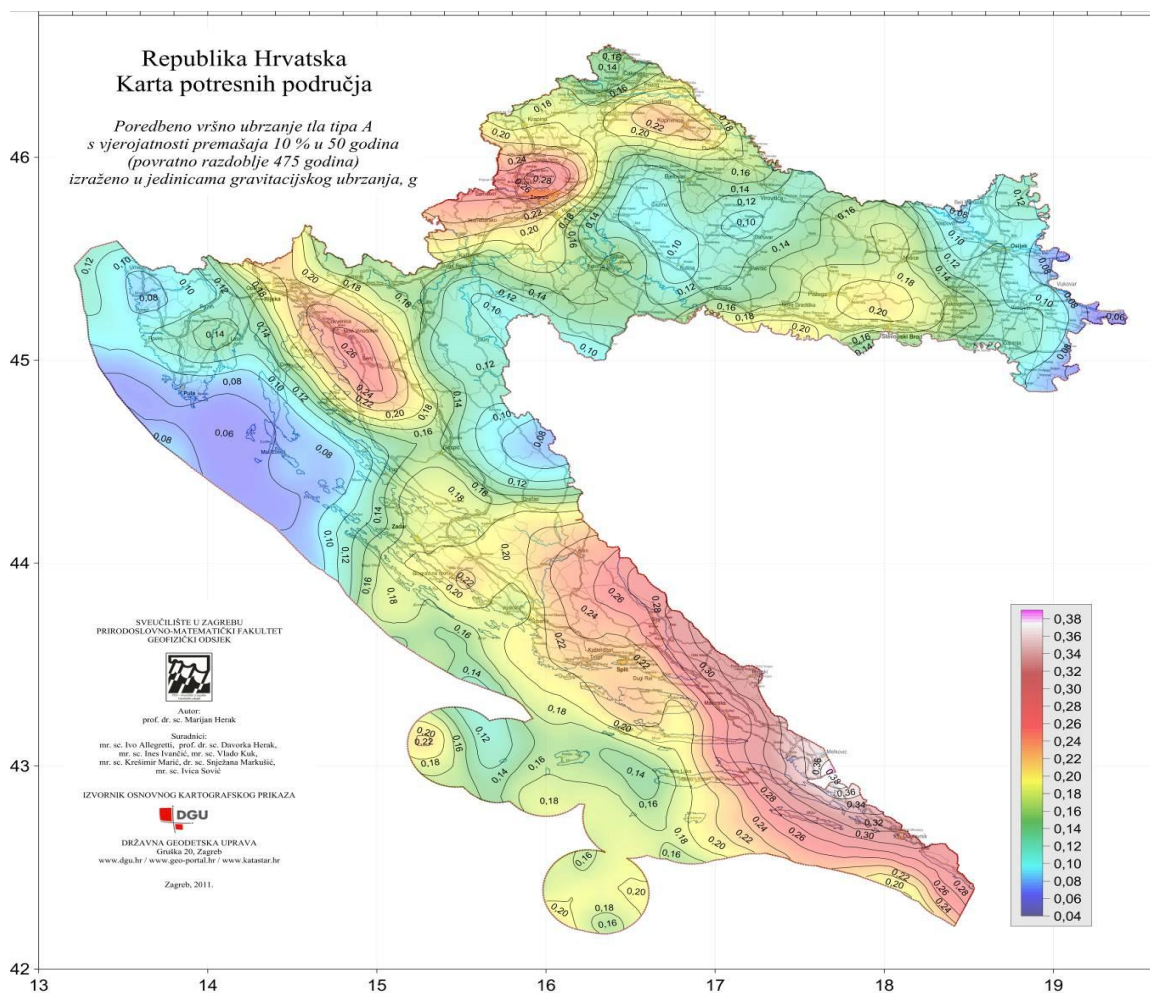
Tlocrt



8.2.2. Proračunsko ubrzanje tla i razredi temeljnog tla

Proračunsko ubrzanje tla

Potresno djelovanje određuje se preko poredbene vrijednosti maksimalnog vršnog ubrzanja tla a_{gR} , koje odgovara povratnom periodu potresa od 475 godina za granično stanje nosivosti i povratnom periodu potresa od 95 godina za granično stanje uporabivosti. Računsko ubrzanje tla ovisi o stupnju potresnog rizika i određuje se na temelju odgovarajućih seizmoloških ispitivanja ili prema usvojenim vrijednostima za potresna područja državnog teritorija prema seizmološkoj karti Hrvatske.



Očitano sa seizmološke karte za lokaciju: **Lumbarda**

Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa C za povratno razdoblje od 475 godina:

$$a_{gR} = 0,26 \text{ g}$$

Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa C za povratno razdoblje od 95 godina:

$$a_{gR} = 0,14 \text{ g}$$



$$\text{projektno ubrzanje tla } a_g = \gamma_I \times a_{gR}:$$

$$a_g = 0,312 \text{ g}$$

Kategorija važnosti objekta: III $\gamma_I = 1,2$

Razredi temeljnog tla

Razred tla	Opis tla	$v_{s,30}$ (m/s)
A	Stijena ili druga geološka formacija slična stijeni, uzimajući u obzir najviše 5 metara slabijeg materijala na površini	> 800
B	Depoziti vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetina metara, s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom	360 - 800
C	Duboki depoziti zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline debljine od nekoliko desetina do više stotina metara	180 - 360
D	Depoziti nekoherentnog tla (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili prevladavajuća meka do tvrda koherentna tla	< 180
E	Profil tla čine površinske aluvijalne naslage sa vrijednostima v_s kao u slučaju tla C ili D, čije su debljine između 5 i 20 metara, a nalaze se iznad krutog materijala s vrijednostima $v_s > 800$ m/s	

Vrijednosti parametara kojima se opisuje horizontalni elastični spektar odziva za potres Tipa 2

Razred tla	S	β	T_B	T_C	T_D
A	1,00	0,2	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,2	0,05	0,25	1,2
C	1,50	0,2	0,10	0,25	1,2
D	1,80	0,2	0,10	0,30	1,2
E	1,60	0,2	0,05	0,25	1,2

Odabrani razred tla: **C**

Vrijednosti parametara:

S= 1,00

S - parametar tla

β = 0,20

T_B , T_C i T_D - karakteristične vrijednosti

T_A = 0,00

perioda koje definiraju početak dijelova

T_B = 0,05

spektra s konstantnim ubrzanjem, brzinom

T_C = 0,25

i pomacima odziva

T_D = 1,20

8.2.3. Projektni spektar za elastičnu analizu

Da bi se izbjegla nelinearna analiza konstrukcije, kapacitet gubljenja energije u konstrukciji uzima se u obzir radeći linearnu analizu konstrukcije zasnovanu na reduciranom elastičnom spektru odziva ubrzanja podloge. Redukcija je izvršena uvođenjem faktora ponašanja q , čija je vrijednost veća od jedinice.

Projektni spektar za horizontalne komponente seizmičkog djelovanja:

$$0 \leq T \leq T_B$$

$$S_d(T) = a_g \times S \times [2/3 + T/T_B \times (2,5/q - 2/3)]$$

$$T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_d(T) = a_g \times S \times 2,5/q$$

$$T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_d(T) = a_g \times S \times 2,5/q \times [T_C/T]$$

$$S_d(T) \geq \beta \times a_g$$

$$T_D < T$$

$$S_d(T) = a_g \times S \times 2,5/q \times [T_C \times T_D/T^2]$$

$$S_d(T) \geq \beta \times a_g$$

Faktor ponašanja q

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

q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja, koji ovisi o vrsti konstrukcije i njenoj duktilnosti

Vrsta konstrukcije	DCM	DCH
okvirni sustav		
dvojni sustav	$3\alpha_u/\alpha_1$	$4,5\alpha_u/\alpha_1$
zidni sustav s povezanim zidovima		
zidni sustav (s nepovezanim zidovima)	3,0	$4\alpha_u/\alpha_1$
torzijski fleksibilan sustav	2,0	3,0
sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

k_w - faktor u kojemu se ogleda prevladavajući oblik sloma konstrukcijskih sustava s zidovima

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

Faktor ponašanja $q = 1,50$

Ordinata računskog spektra se računa po izrazu: $S_d(T) = a_g \times S \times 2,5/q$

(jer je $T_B \leq T \leq T_C$)

$$S_d(T) = \mathbf{0,52}$$

$$> \beta a_g = 0,062$$

- opterećenja:**
- SO1** vlastita težina
 - SO2** opterećenje
 - SO3.2** uporabno opterećenje (kat. A)
 - SO4** seizmika X - PR 475
 - SO5** seizmika Y - PR 475
 - SO6** seizmika X - PR 95
 - SO7** seizmika X - PR 95

kombinacije:

$$KO1 = 1,00 \times (SO1 + SO2 + SO3)$$

GSU

$$KO2 = 1,35 \times (SO1 + SO2) + 1,50 \times SO3$$

GSN

$$KO3 = 1,00 \times (SO1 + SO2) + 0,3 \times SO3 \pm 1,0 \times SO4 \pm 0,3 \times SO5$$

seizmika X + 0,3 Y PR 475

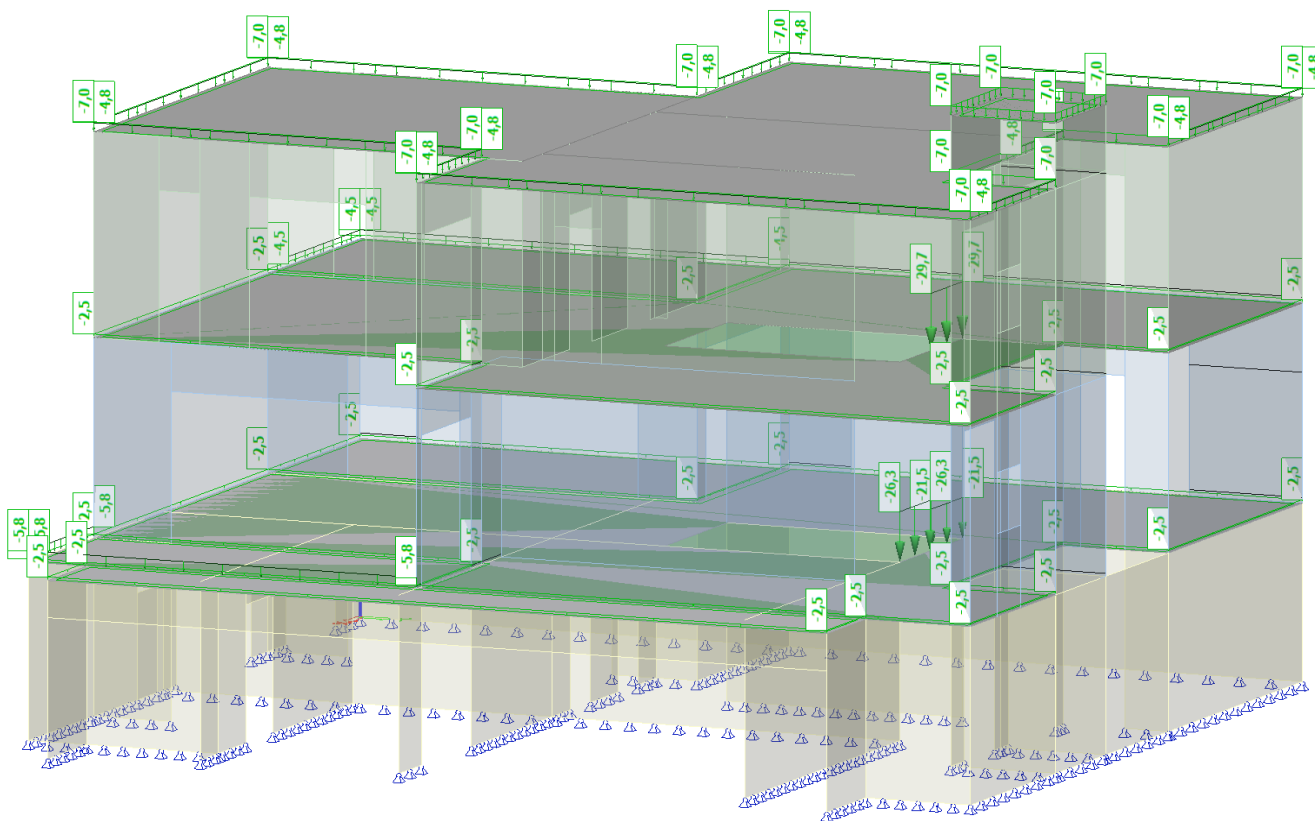
$$KO4 = 1,00 \times (SO1 + SO2) + 0,3 \times SO3 \pm 0,3 \times SO4 \pm 1,0 \times SO5$$

seizmika Y + 0,3 X PR 475

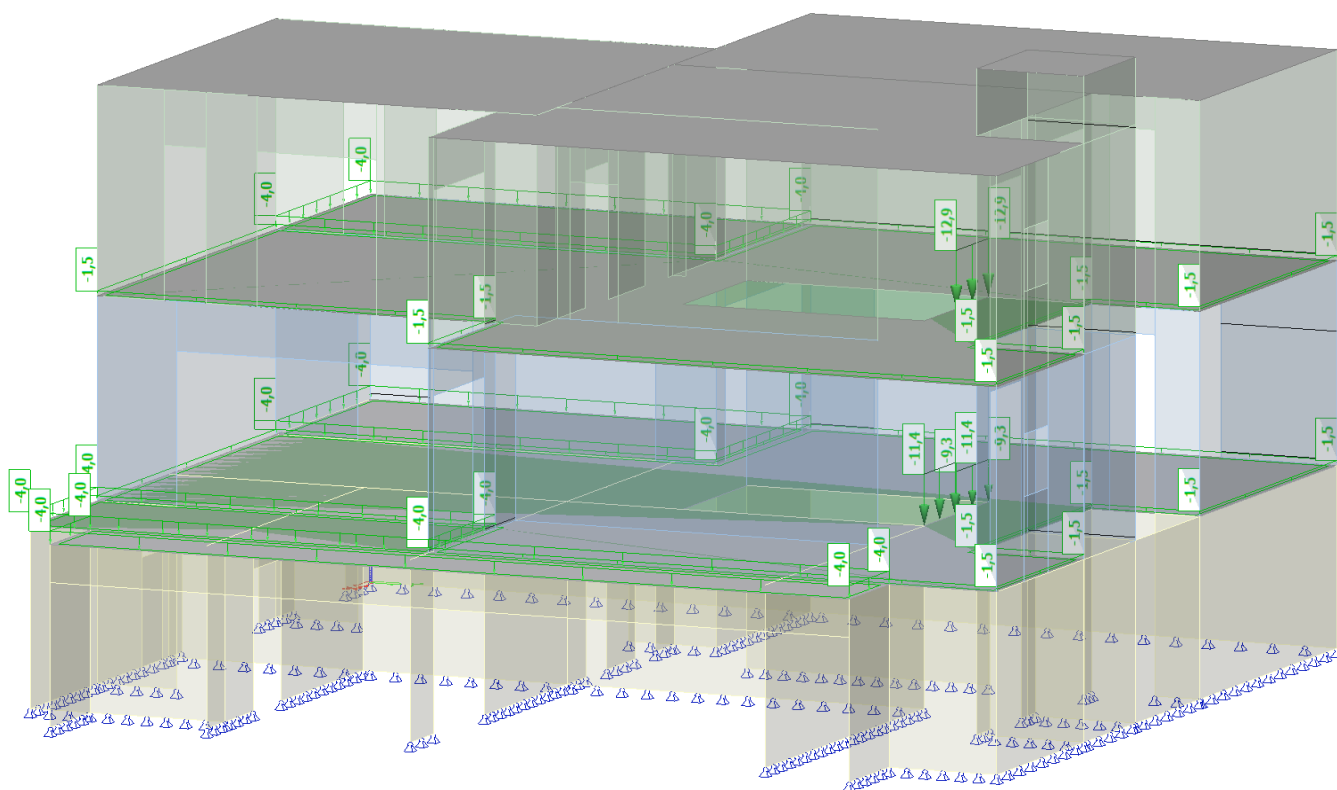
$$KO5 = 1,00 \times (SO1 + SO2) + 0,3 \times SO3 \pm 1,0 \times SO6 \pm 0,3 \times SO7$$

seizmika X + 0,3 Y PR 95

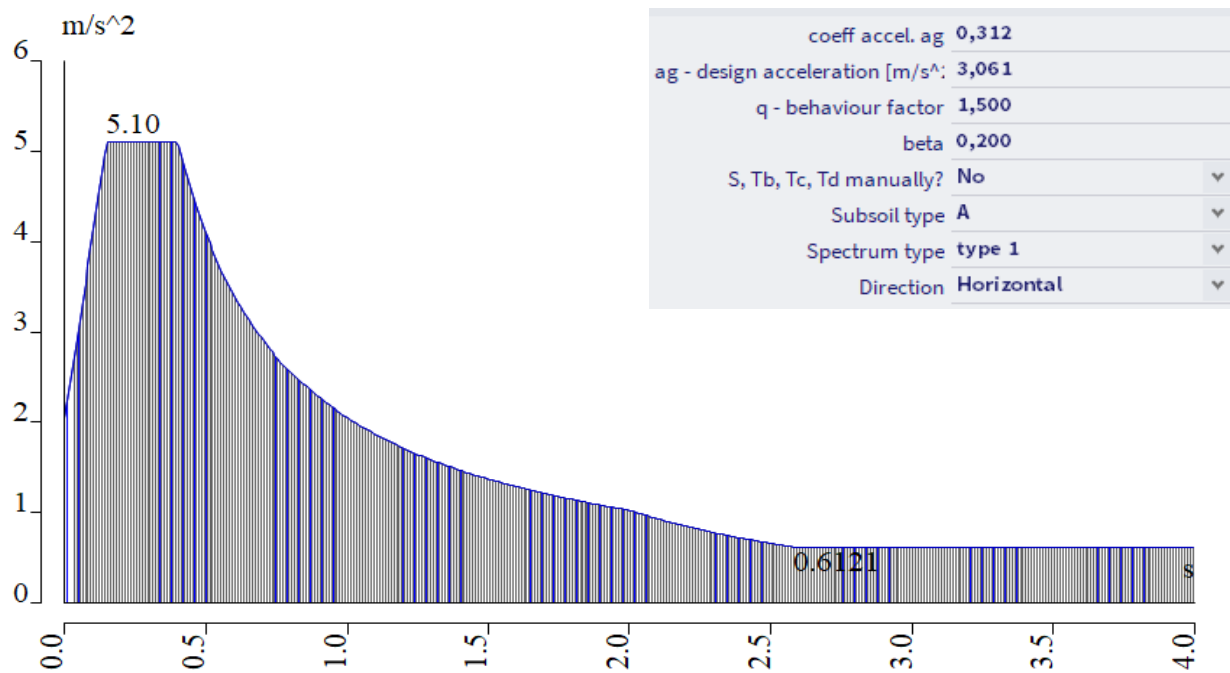
SO2 - dodatno stalno opterećenje



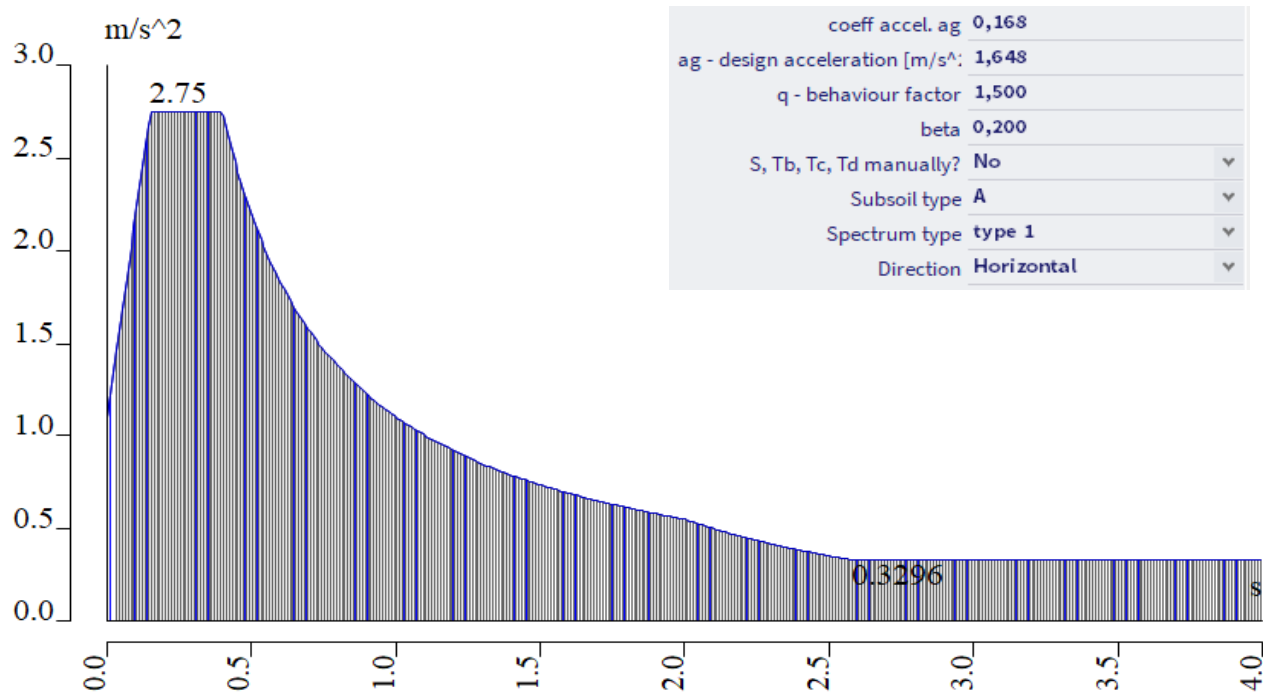
SO3.2 - uporabno opterećenje (kat. A)



SO4 seizmika X PR 475 - type 1
SO5 seizmika Y PR 475 - type 1

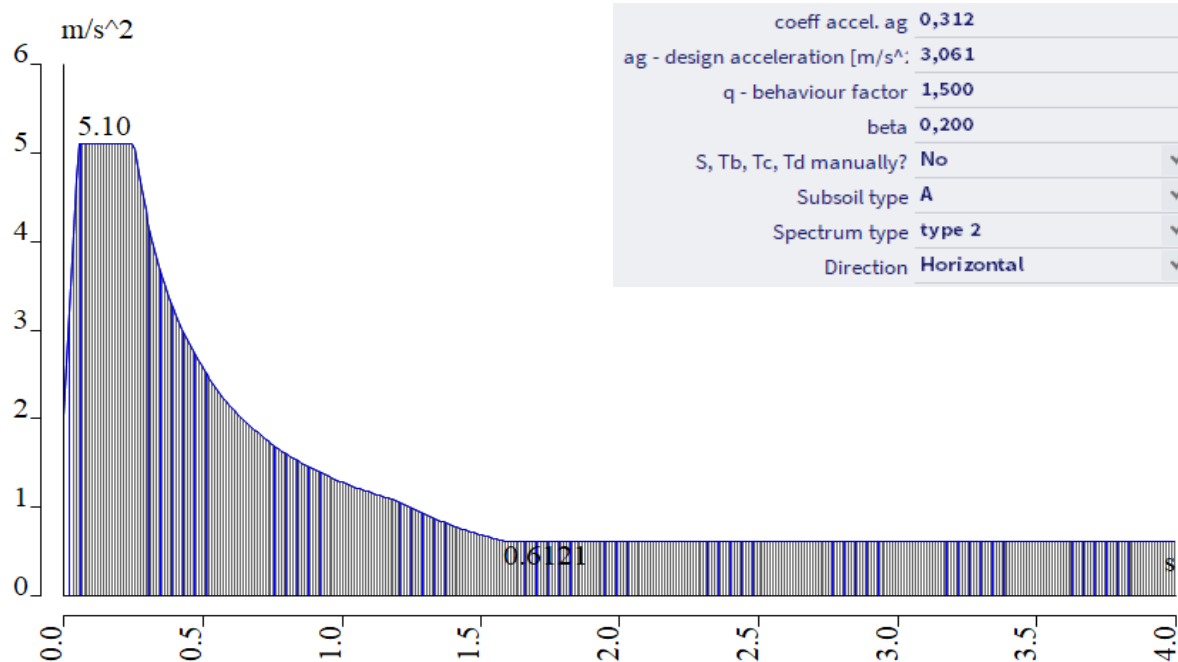


SO6 seizmika X PR 95 - type 1
SO7 seizmika Y PR 95 - type 1



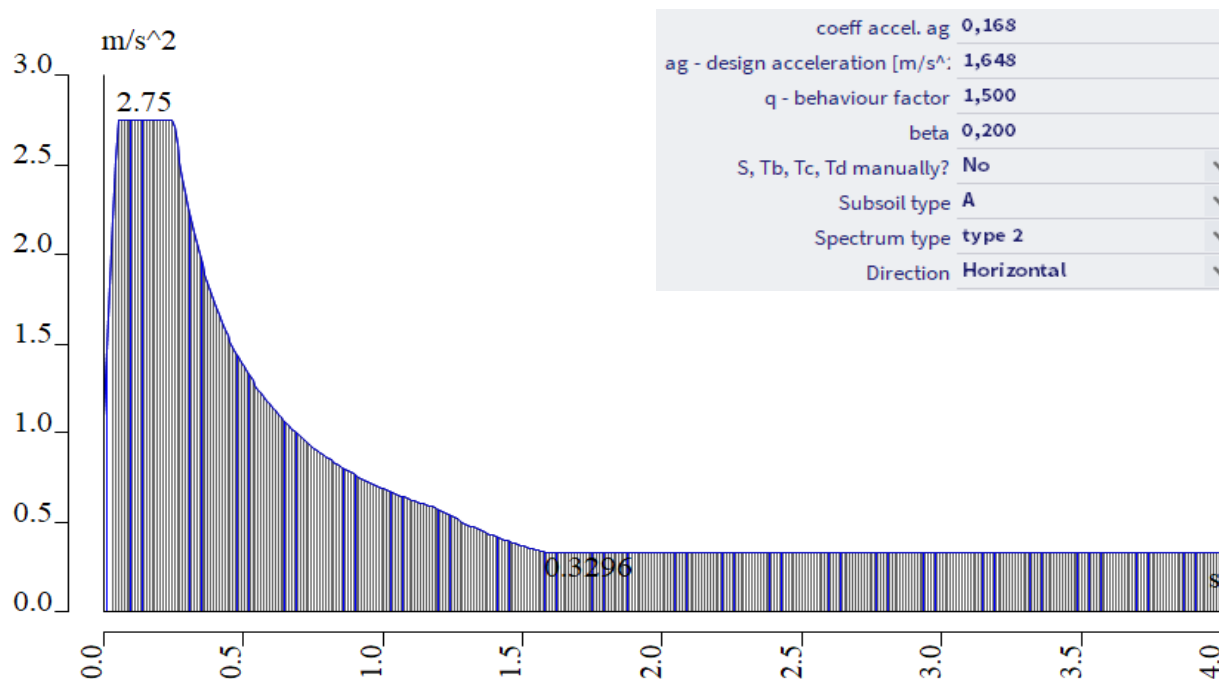
SO4 seizmika X PR 475 - type 2

SO5 seizmika Y PR 475 - type 2



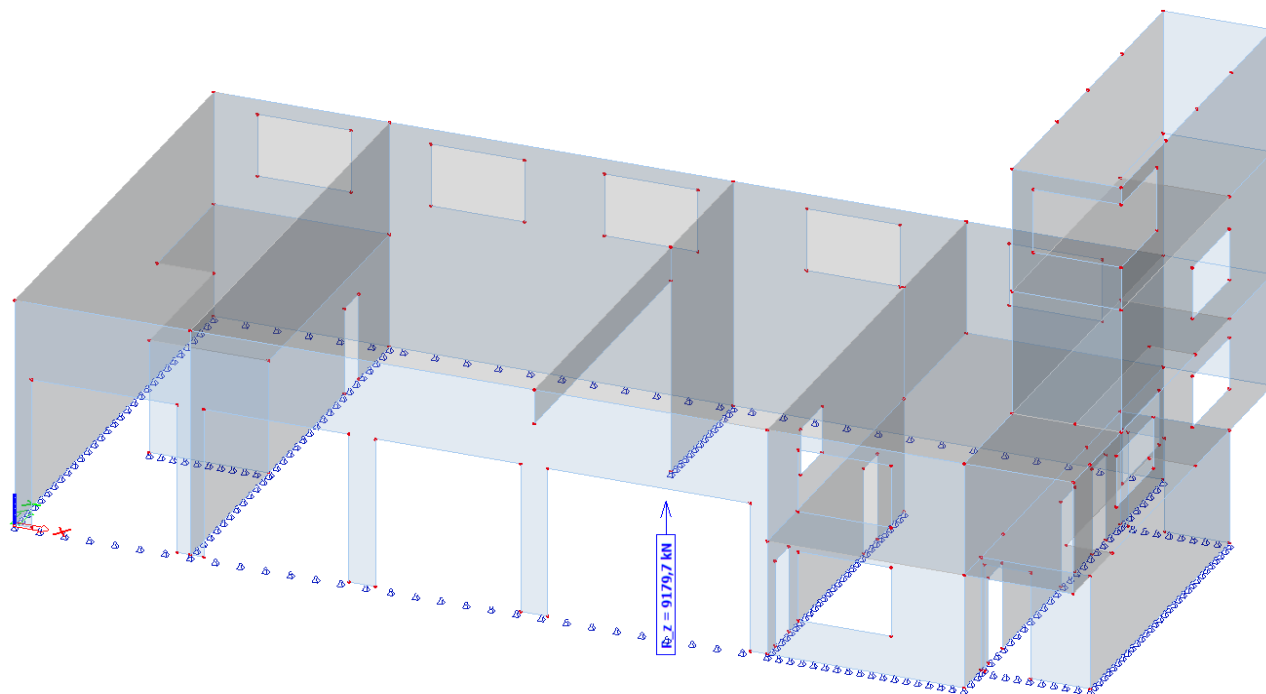
SO6 seizmika X PR 95 - type 2

SO7 seizmika Y PR 95 - type 2



8.2.4. Ukupna potresna sila F_b u podnožju

- težina konstrukcije



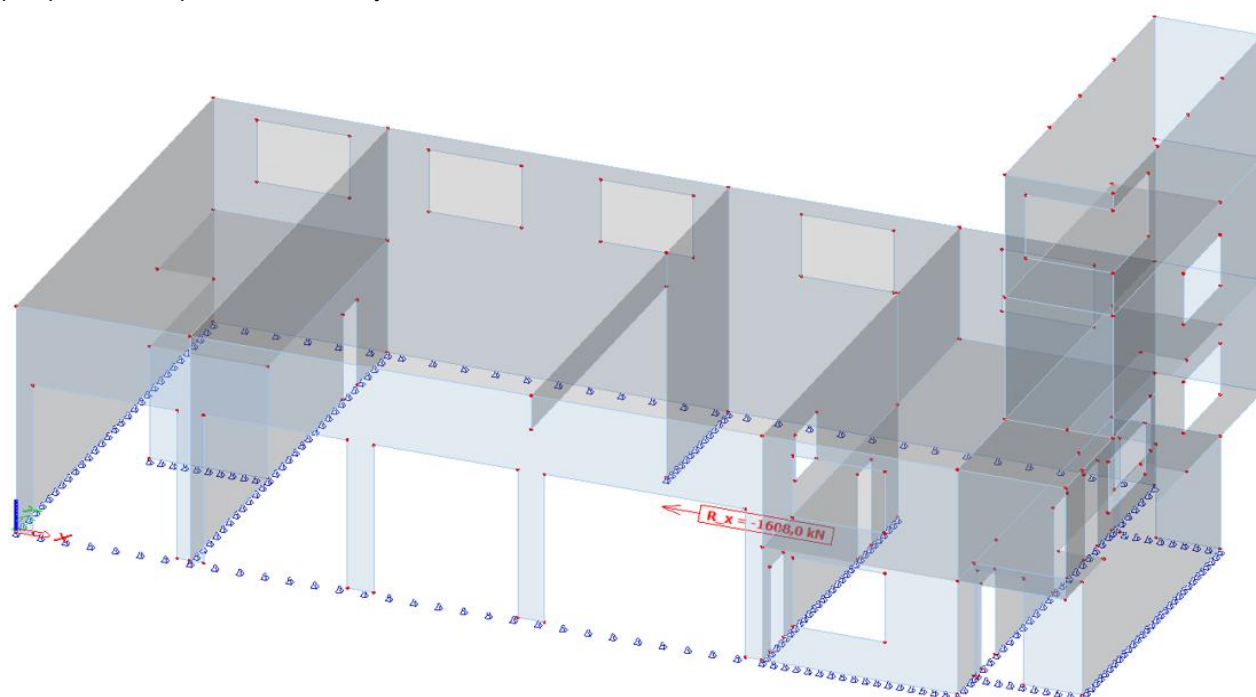
ukupna težina građevine

$$W = G + \psi Q = G + 0,6 Q$$

$$W = 9180 \text{ kN}$$

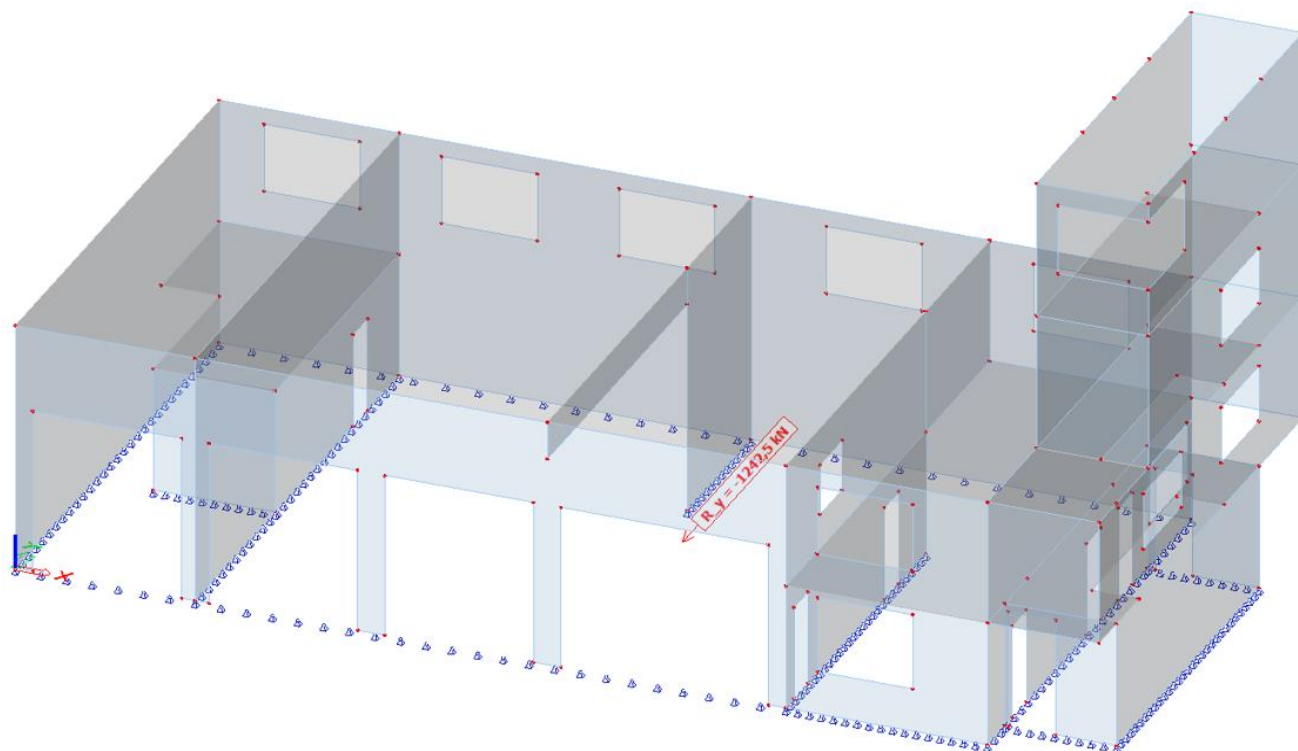
- Proračunska potresna sila u podnožju konstrukcije za spektar tipa 1

Ukupna proračunska potresna sila u smjeru X:



$$F_{bx} = 1608 \text{ kN}$$

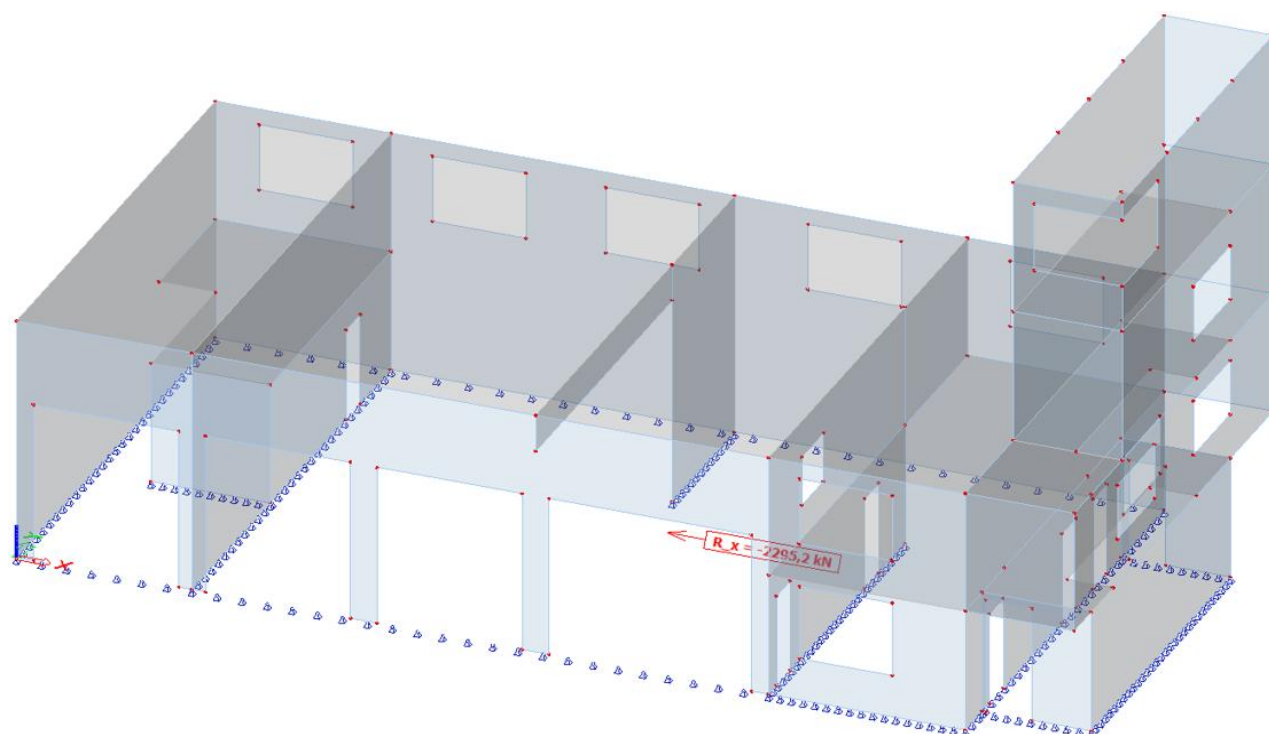
Ukupna proračunska potresna sila u smjeru Y:



$$F_{by} = 1243 \text{ kN}$$

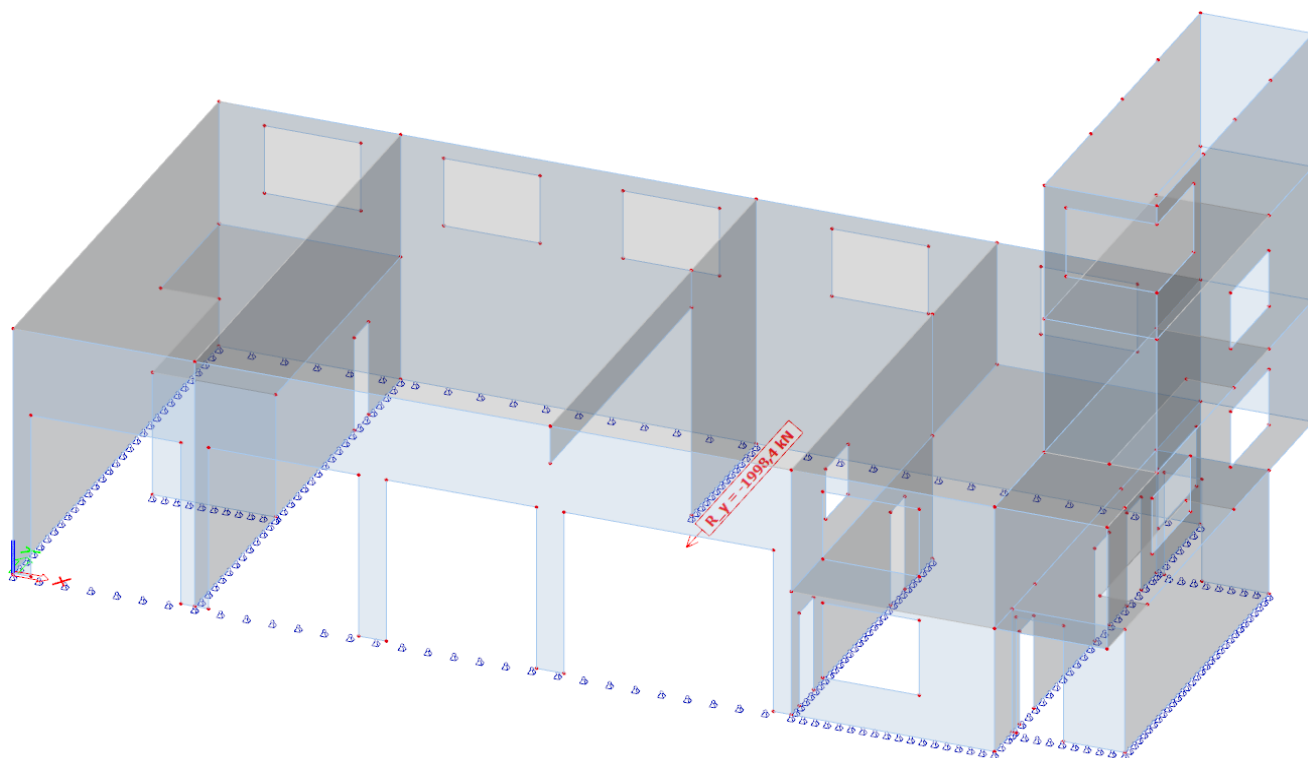
- Proračunska potresna sila u podnožju konstrukcije za spektar tipa 2

Ukupna proračunska potresna sila u smjeru X:



$$F_{bx} = 2295 \text{ kN}$$

Ukupna proračunska potresna sila u smjeru Y:



$$F_{by} = 1998 \text{ kN}$$

		Type 1		Type 2
$S_d(T) = F_b / W$	$S_d(T)_X$	0,18		0,25
	$S_d(T)_y$	0,14		0,22

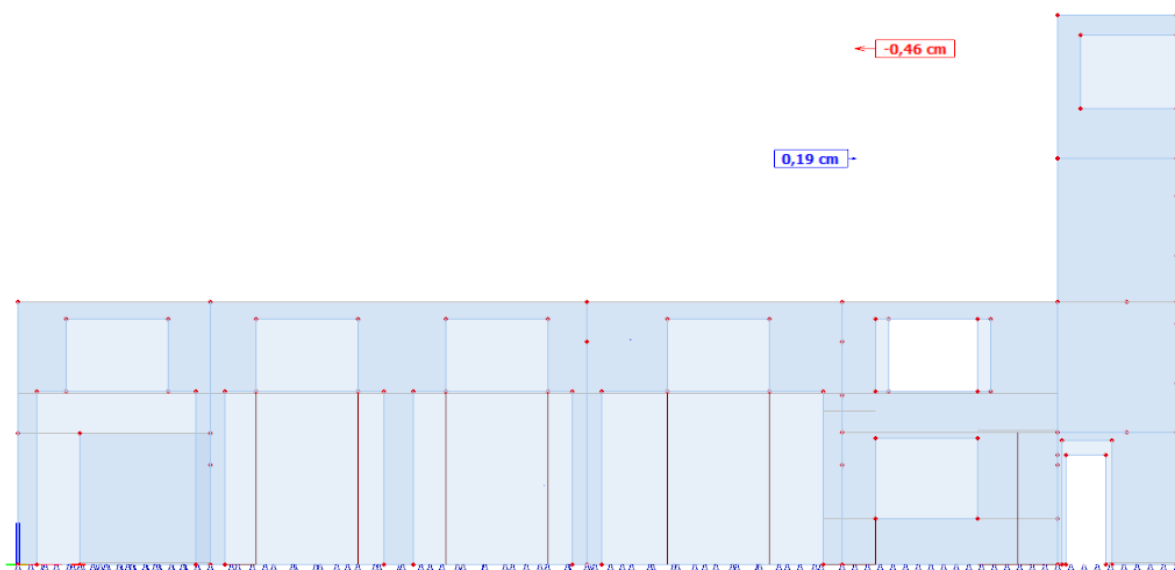
Prikazane su proračunske potresne sile u podnožju konstrukcije (base shear) za spektar tipa 1 i tipa 2. Proračunske potresne sile u podnožju konstrukcije za spektar tipa 2 su iznosom veće te će one biti korištene prilikom proračuna otpornosti i ojačanja zidova.

REZULTATI PRORAČUNA

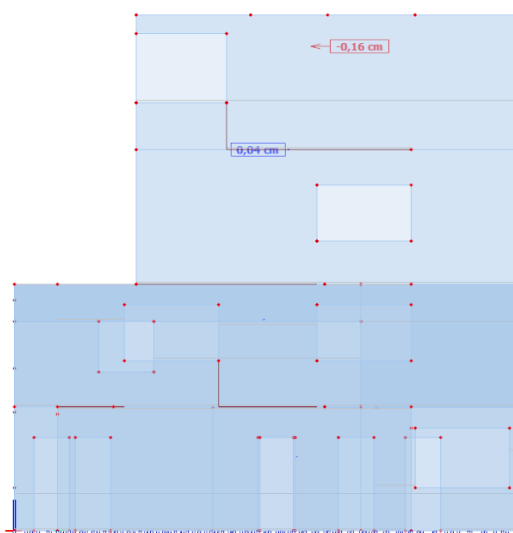
Rezultati proračuna za utjecaj seizmičke sile su pokazali da je objekt dostatno krut za preuzimanje potresnog opterećenja prema kriteriju dopuštenih relativnih pomaka pojedinih etaža.

Pomak od seizmičke kombinacije za djelovanje seizmičke sile (*mm*) :

najveći pomak u X smjeru



najveći pomak u Y smjeru



$$d_{e,max} = 0,3 \text{ cm}$$

međukatni pomak dobiven linearnom analizom na računskom spektru odziva

$$d_r = q \cdot d_e = 0,45 \text{ cm}$$

međukatni pomak izazvan računskim seizmičkim djelovanjem

Ograničenje relativnog pomaka (prema EC8):

$$d_r / \nu \leq 0,005 h * \nu \text{ - faktor redukcije (prema kategoriji značaja objekta = 1,0)}$$

$$h - \text{visina kata} \approx 360$$

* - za zgrade koje imaju nekonstrukcijske elemente na koje ne utječu deformacije konstrukcije

$$d_{r,max} / \nu = 0,45 / 1,00 = 0,45 < 1,80 \text{ cm}$$

9. PRORAČUN AB ZIDOVA, STUPOVA I VISOKOSTIJIENIH NOSAČA

1. UVOD

Proračun zidova i visokostijernih nosača bit će izveden pomoću programa Scia Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- kvaliteta betona C25/30
- debljina zaštitnog sloja 2,5 cm

Zidovi su projektirani kao duktilni zidovi: DCM

uvjet debljine hrpta: $b_w \geq \max \{0,15; h_s/20\}$

najveća svijetla visina kata:	$h_s =$	6,15	m	$h_s =$	3,6	m
minimalna debljina hrpta:	$b_w =$	0,31	m	$b_w =$	0,18	m
odabrana debljina zida:	$b =$	0,30	m	$b =$	0,20	m

Provjere na posmik i savijanje provode se prema EN 1992-1 i EN 1998-1

Najveća vrijednost normaliziranog osnovnog opterećenja za zidove:

$v_{\max} = 0,4$

Najveća vrijednost normaliziranog osnovnog opterećenja za stupove:

$v_{\max} = 0,65$

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:	SO1 vlastita težina
	SO2 dodatno stalno opterećenje
	SO3 uporabno opterećenje
	SO4 snijeg
	SO5 seizmika X PR 475
	SO6 seizmika Y PR 475
	SO7 seizmika X PR 95
	SO8 seizmika Y PR 95

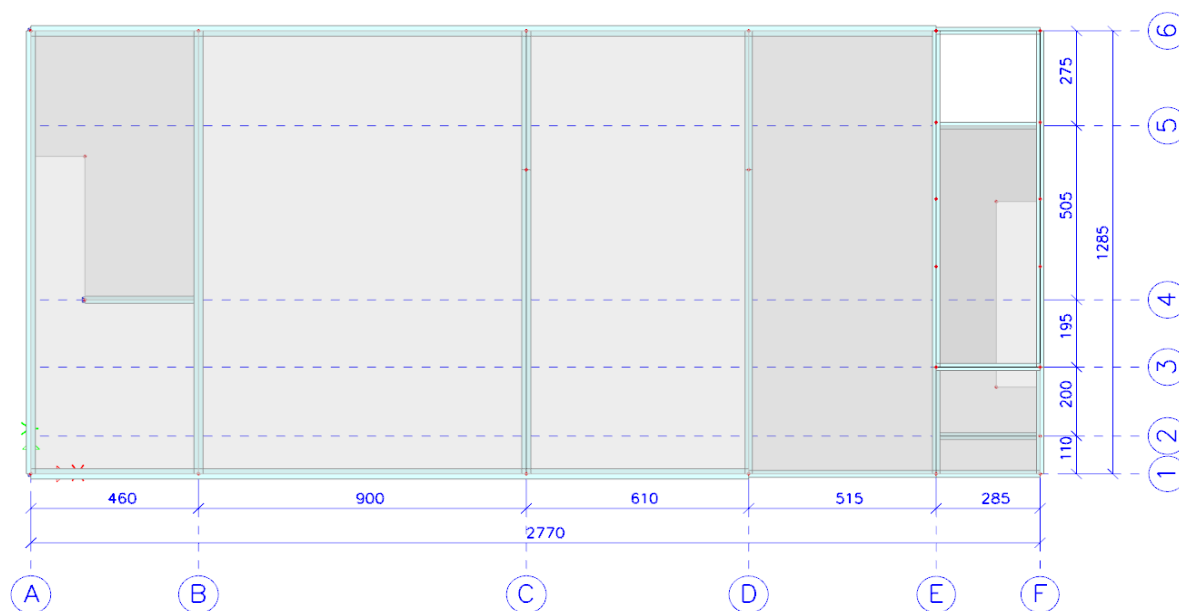
kombinacije:

KO1 = 1,00 x (SO1 + SO2 + SO3.2.)	GSU
KO2 = 1,35 x (SO1 + SO2) + 1,50 x SO	GSN
KO3 = 1,35 x (SO1 + SO2) + 1,50 x SO3 + 0,75 x SO4	GSN
KO4 = 1,35 x (SO1 + SO2) + 1,05 x SO3 + 1,5 x SO4	GSN
KO5 = 1,00 x (SO1 + SO2) ± 0,3 x SO3 ± 1,0 x SO5 + 0,3 x SO6	seizmika X + 0,3 Y PR 475
KO6 = 1,00 x (SO1 + SO2) ± 0,3 x SO3 ± 0,3 x SO4 + 1,0 x SO5	seizmika Y + 0,3 X PR 475
KO7 = 1,00 x (SO1 + SO2) ± 0,3 x SO3 ± 1,0 x SO6 + 0,3 x SO7	seizmika X + 0,3 Y PR 95
KO8 = 1,00 x (SO1 + SO2) ± 0,3 x SO3 ± 0,3 x SO6 + 1,0 x SO7	seizmika Y + 0,3 X PR 95

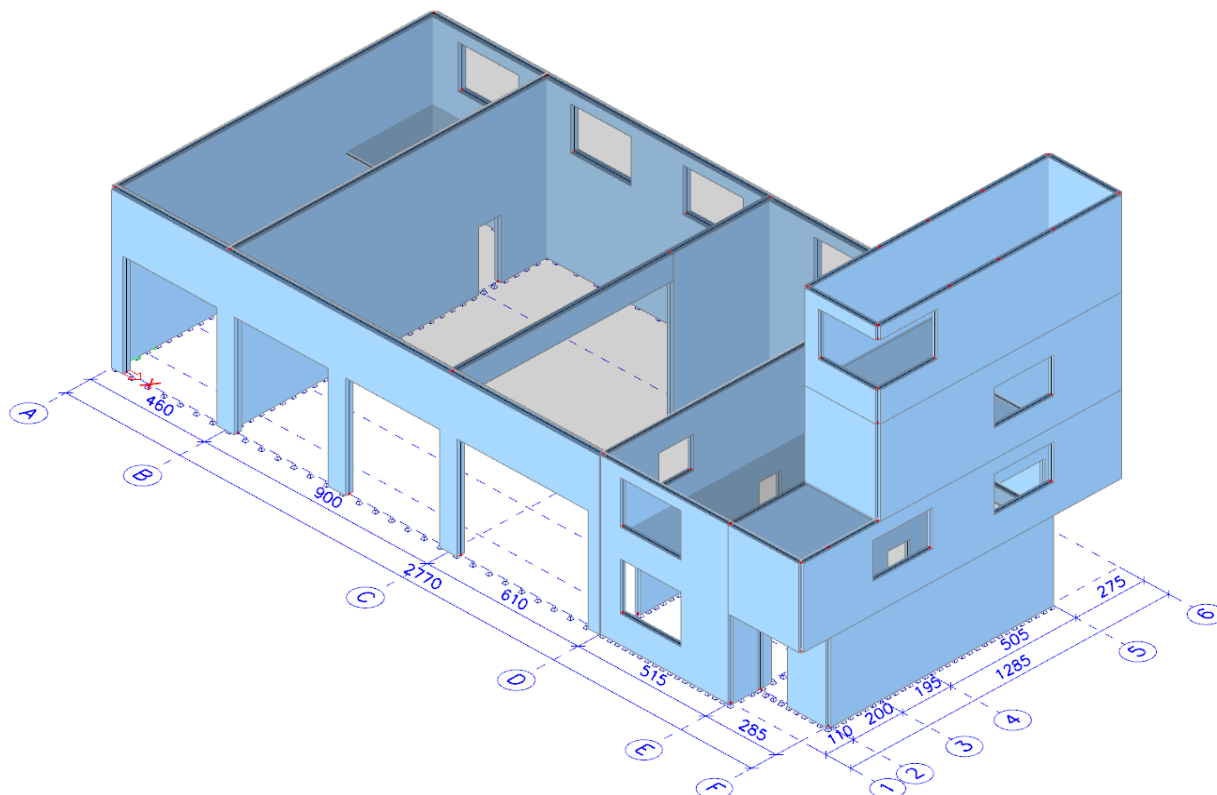
anvelopa opterećenja:

AO1 = (KO2; KO5; KO6)
AO2 = (KO1; KO7; KO8)
AO3 = (KO2; KO3; KO4)

Tlocrtni prikaz zidova



Pogled na zidove



MATERIJALI

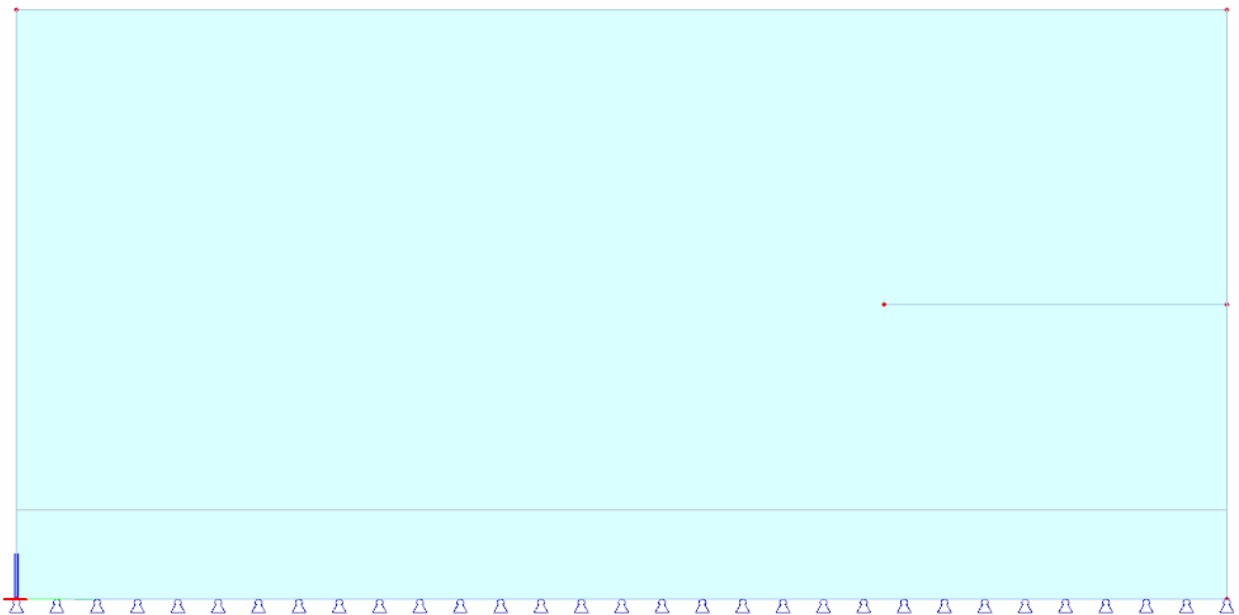
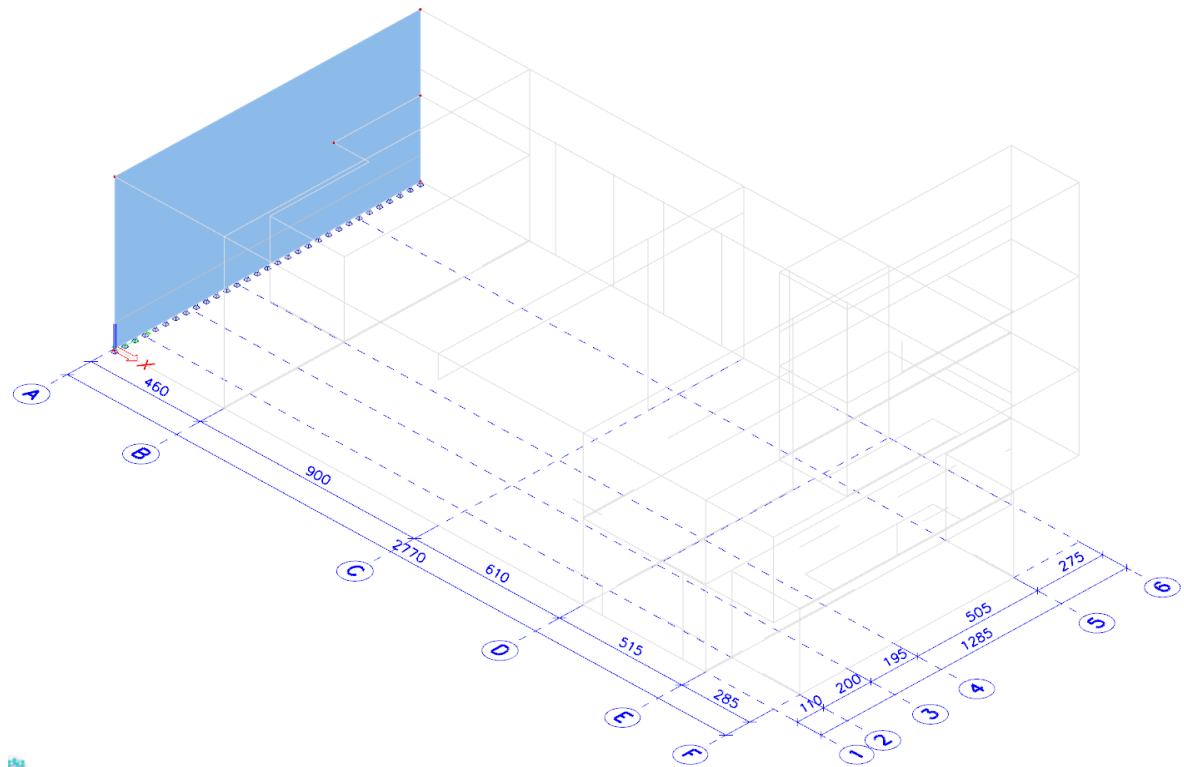
Beton

razred čvrstoće betona	C25/30			
karakteristična tlačna čvrstoća		$f_{ck} =$	25	N/mm ²
parcijalni koef. materijala		$\gamma_M =$	1,5	
računska tlačna čvrstoća		$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_M =$	16,67	N/mm ²

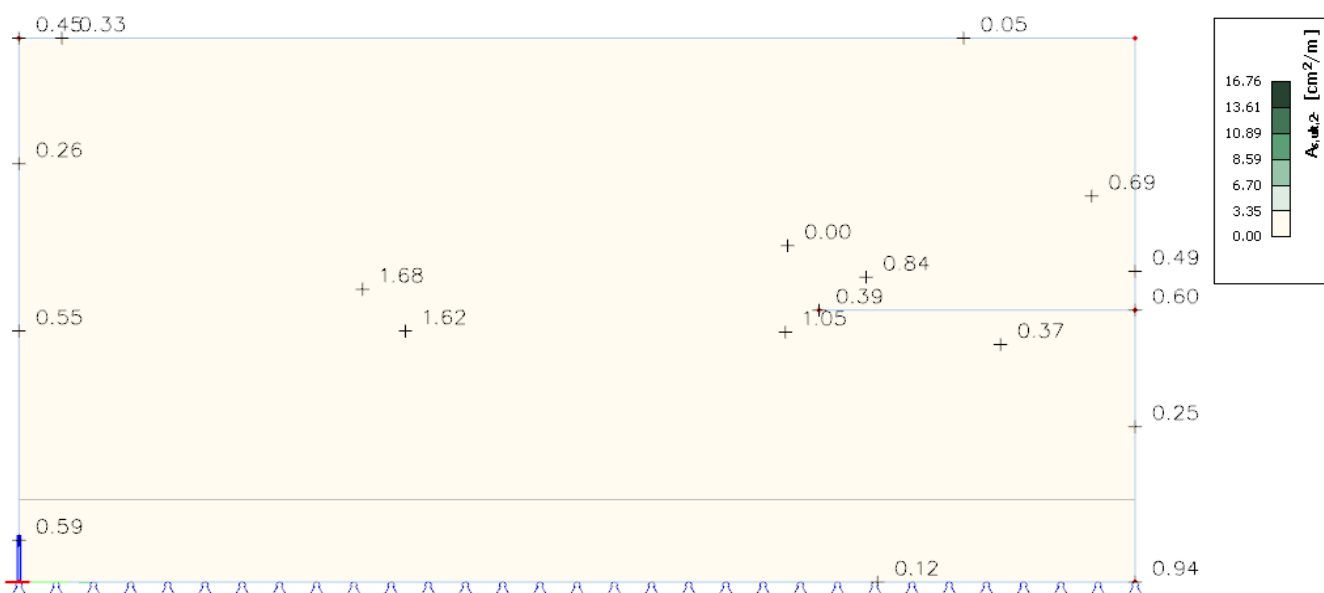
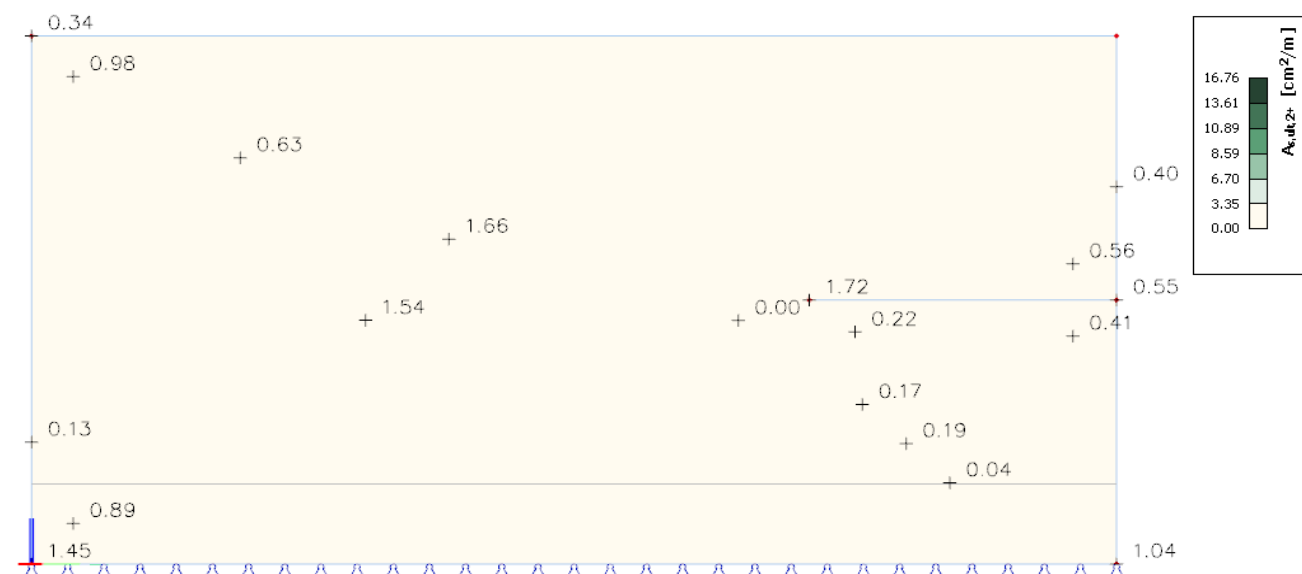
Armatura

kvaliteta armature	B500A			
karakteristična vlačna čvrstoća		$f_{yk} =$	500	N/mm ²
parcijalni koef. materijala		$\gamma_M =$	1,15	
računska tlačna čvrstoća		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_M =$	434,78	N/mm ²

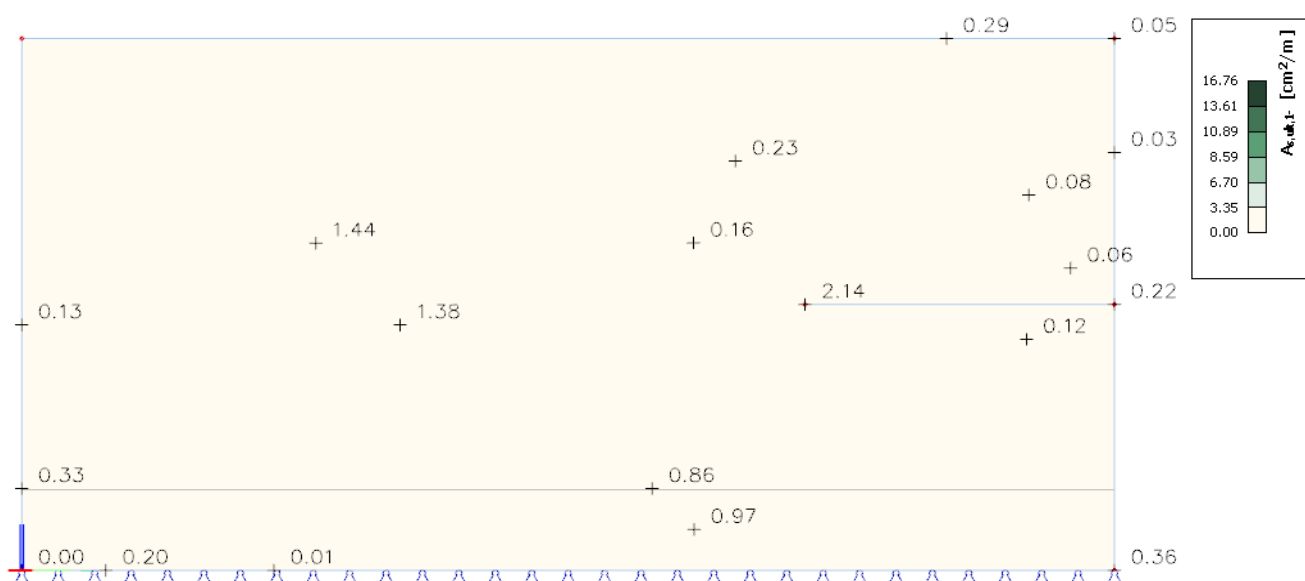
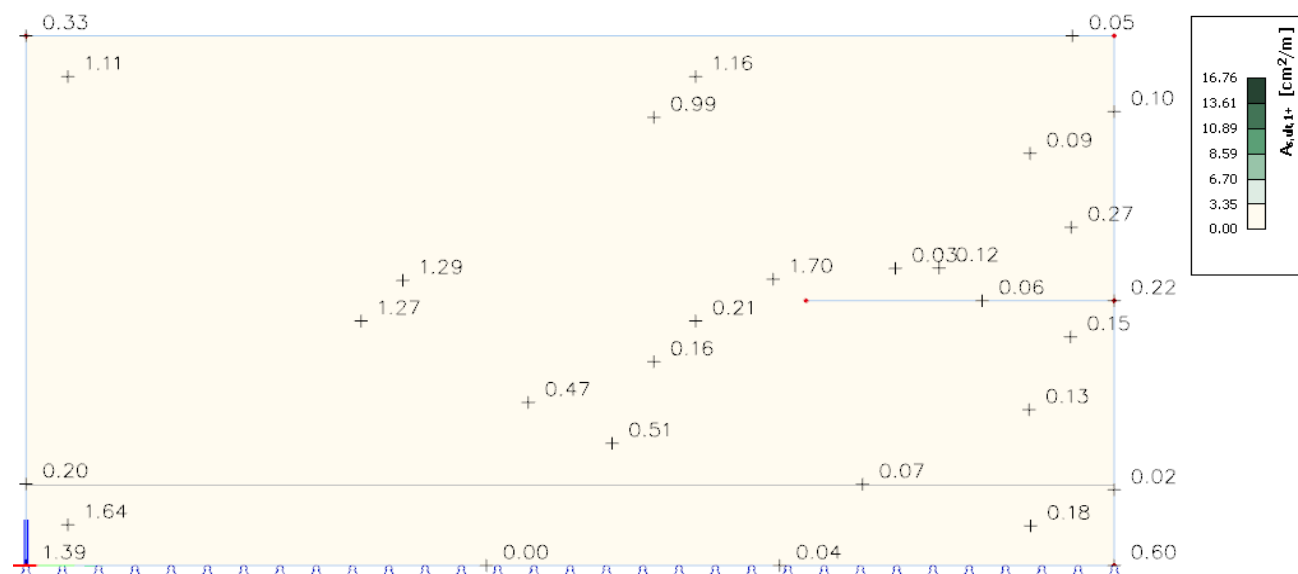
9.1. PRORAČUN ZIDA U OSI A



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

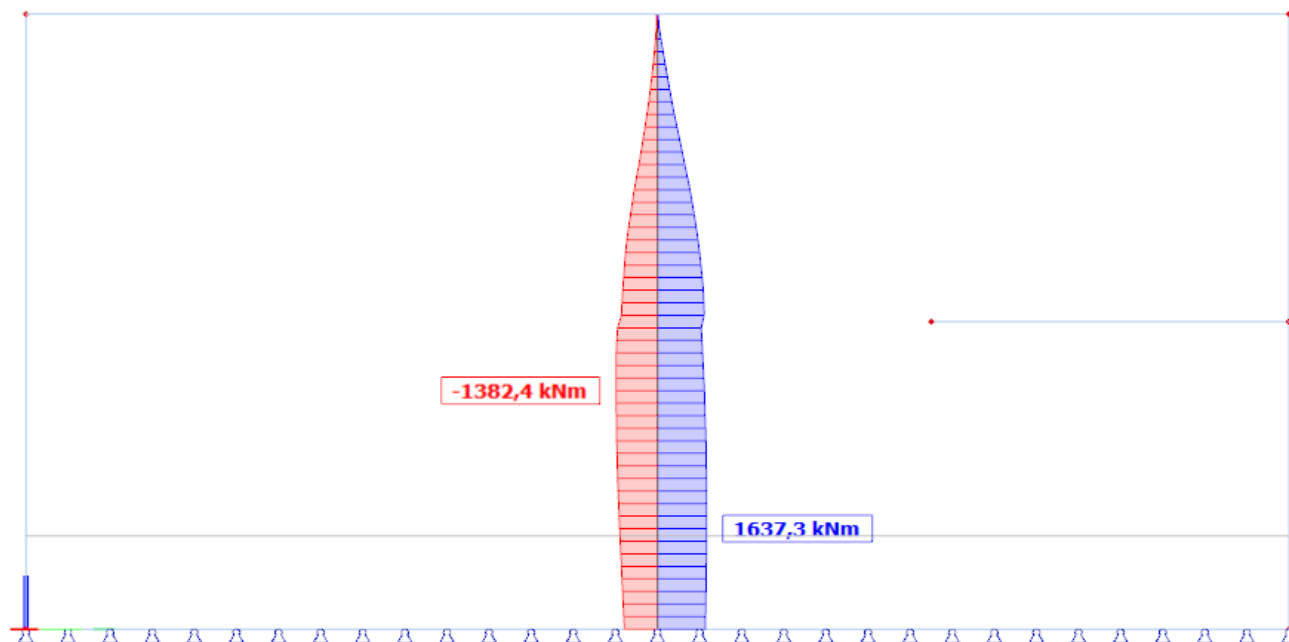


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

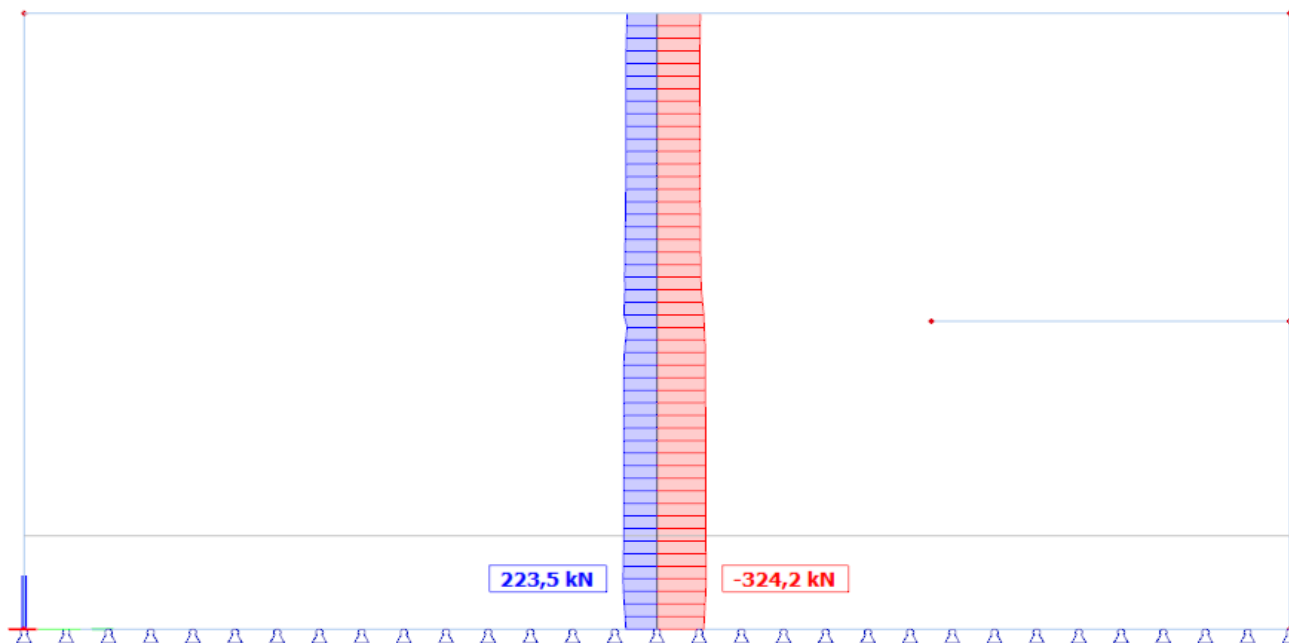


Unutarnje sile u zidu

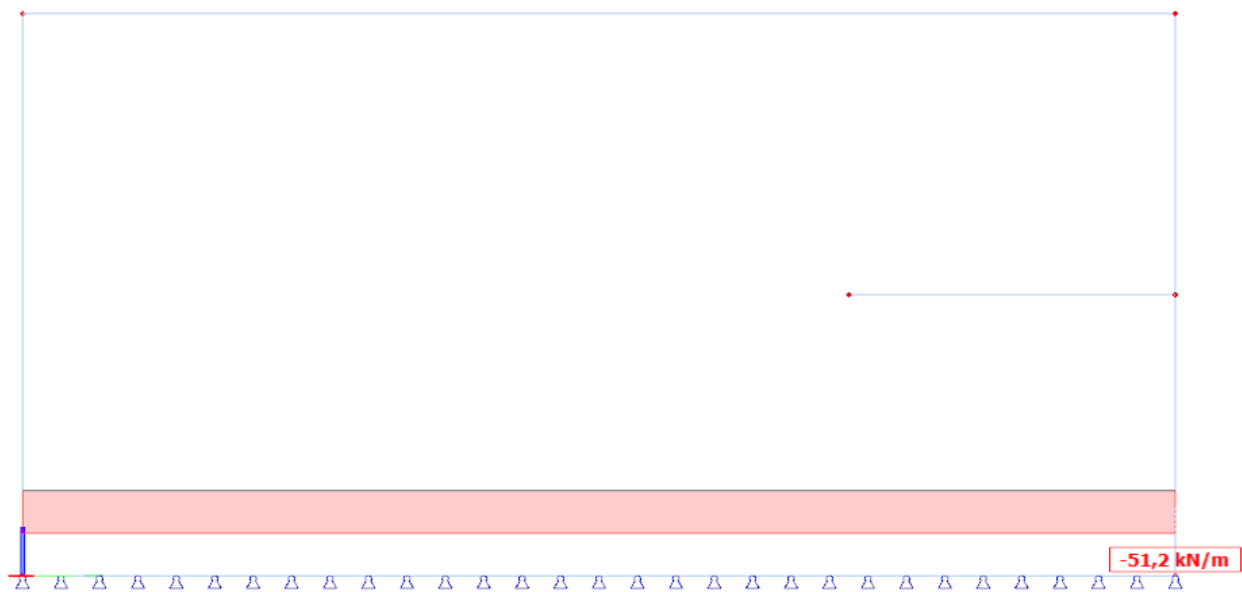
Med (kNm) - seizmika



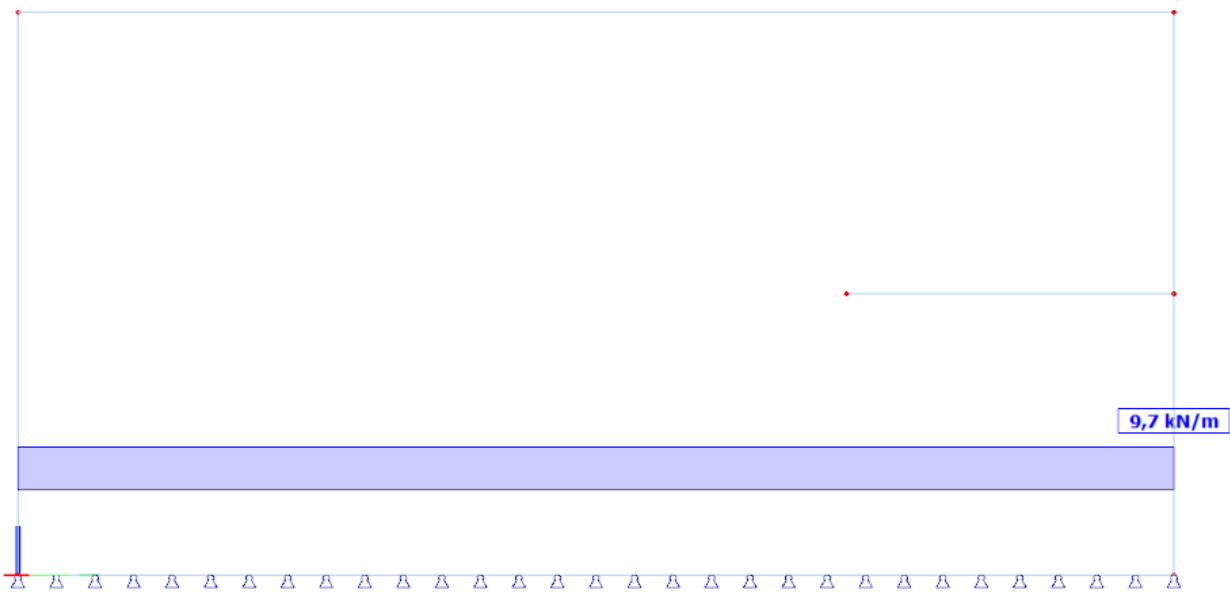
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	660,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	660,00	cm	duljina zida	$l_w =$	1285,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	630,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	6,30	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		1280,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	1659,10	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-519,14	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	330,30	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-778,71	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,02 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 5139,20 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = -2,02$$

nije potrebna dodatna armatura u rubovima zida

odabrano:	6	Φ 16	$A_{s1} =$	12,06	cm ²
-----------	---	------	------------	-------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 495,45 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 9222,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 495,5 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 9222,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,391 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 2994,6 \text{ kN}$$

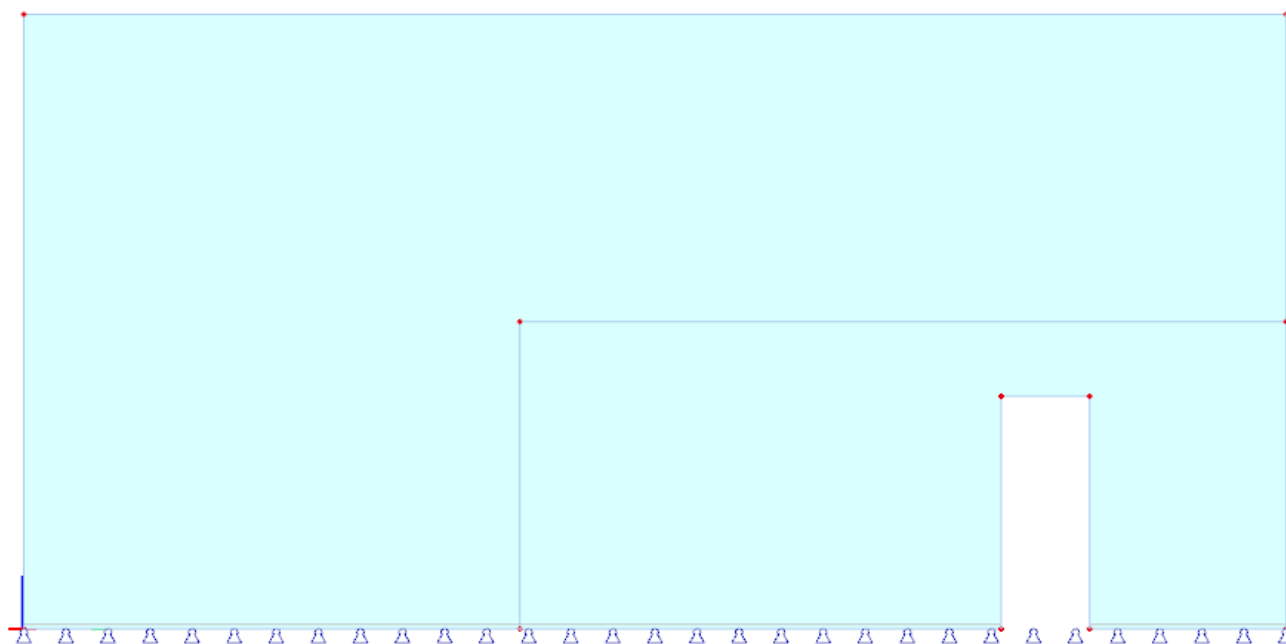
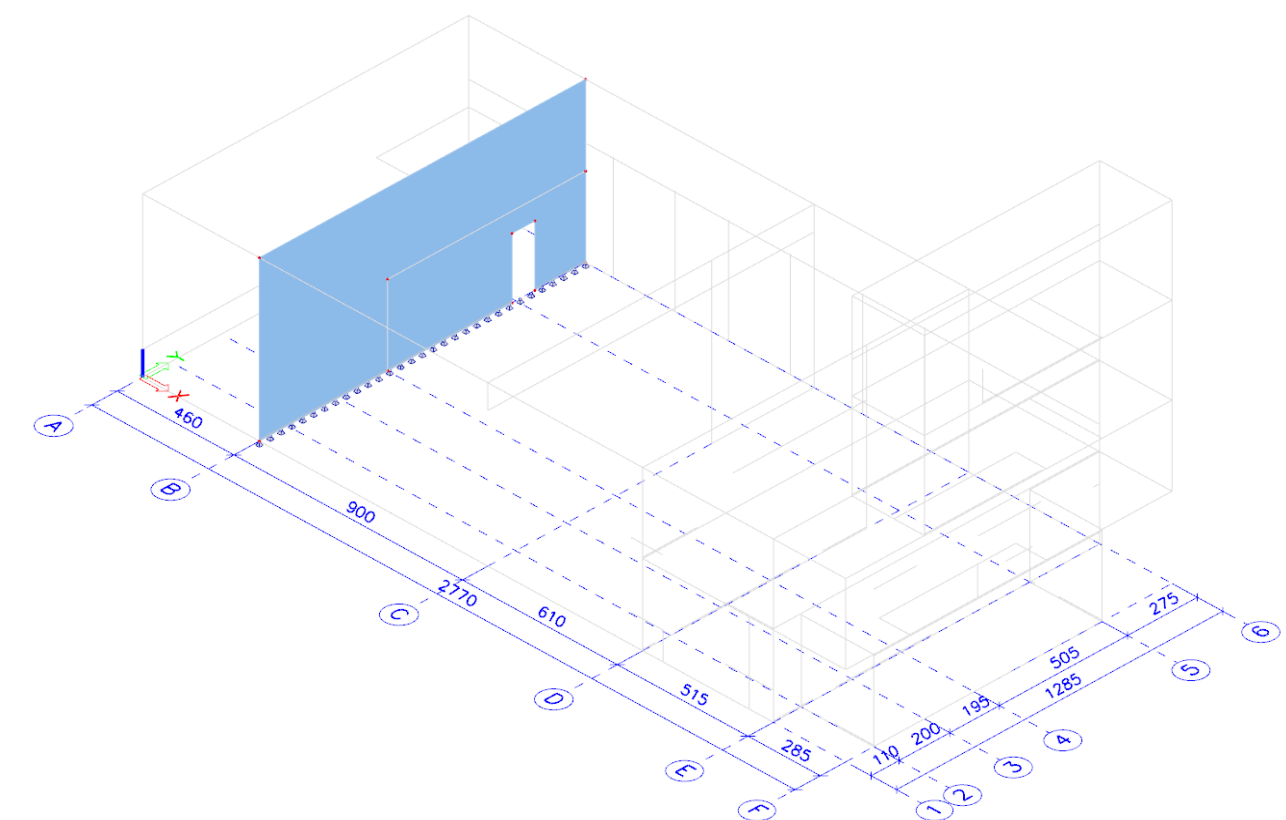
$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 495,5 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 2994,6 \text{ kN}$$

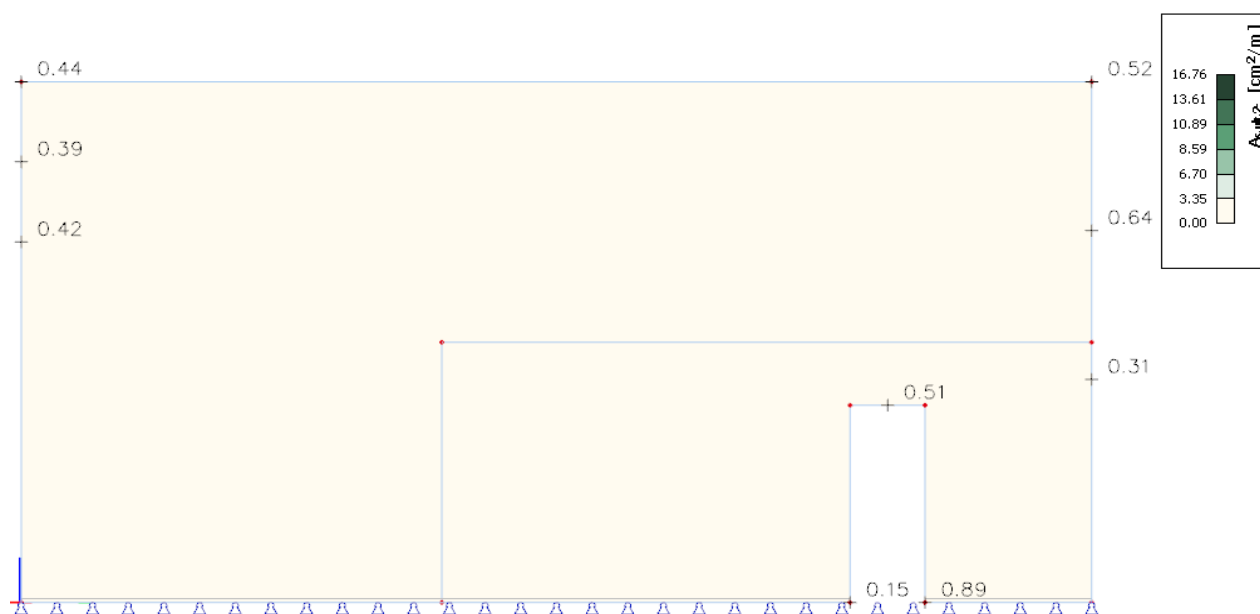
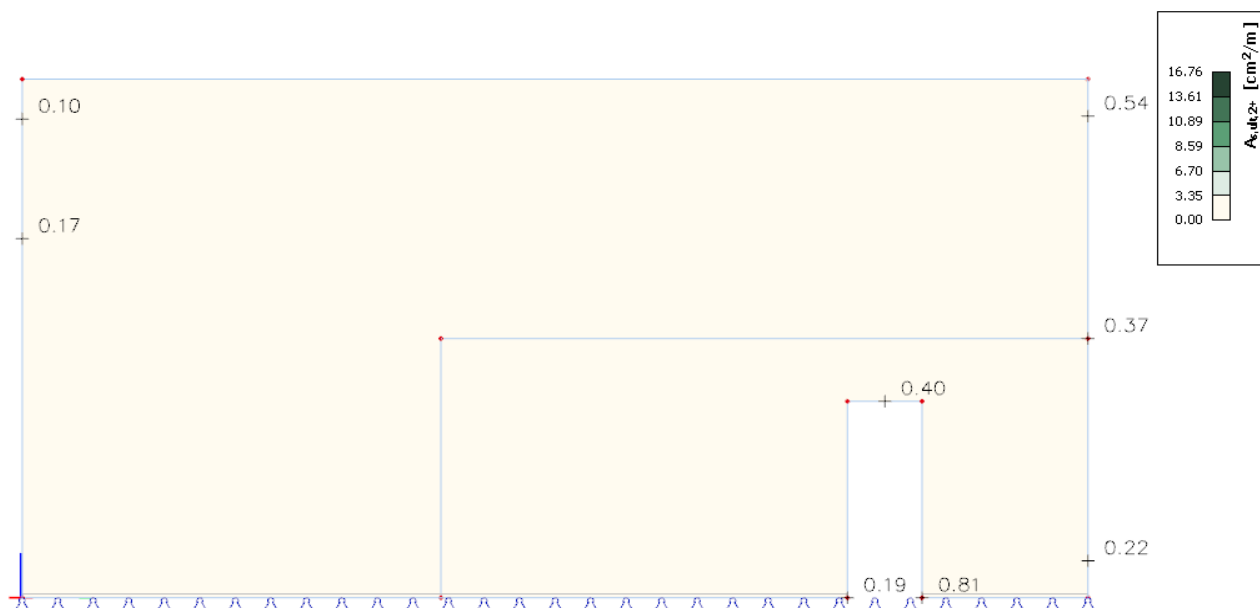
Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

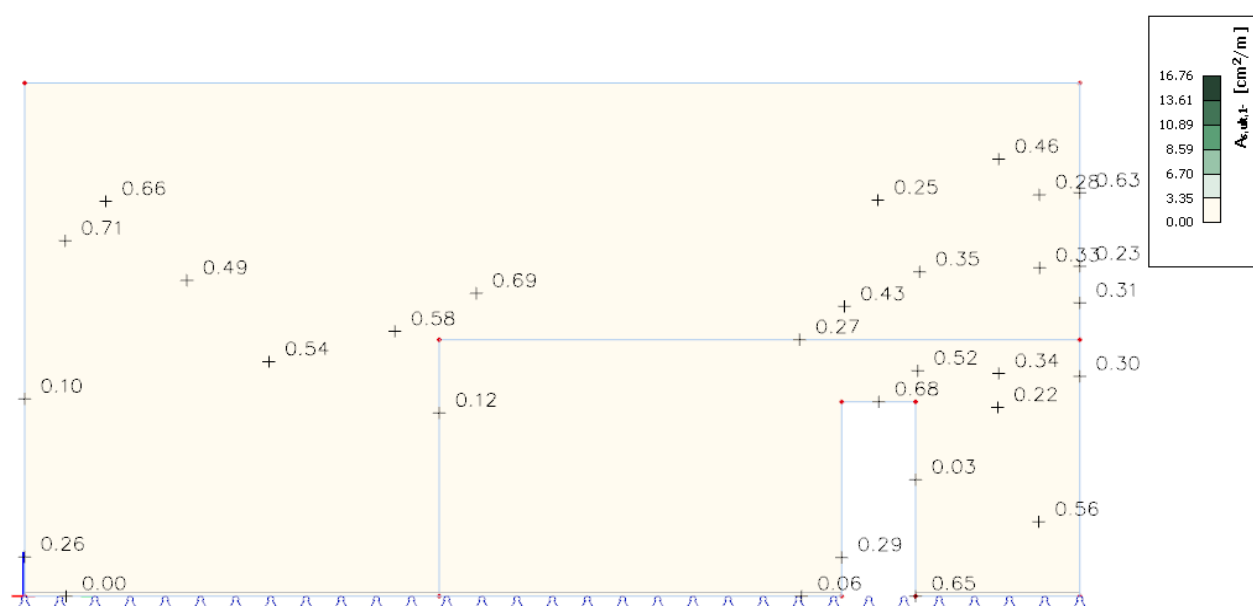
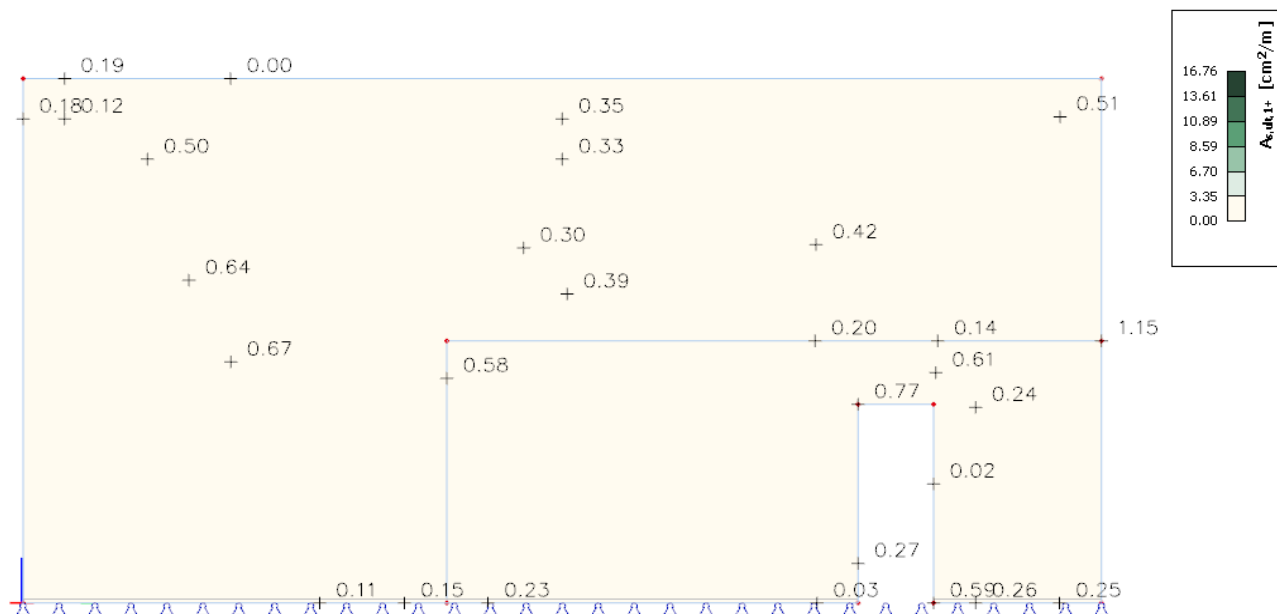
9.2. PRORAČUN ZIDA U OSI B



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

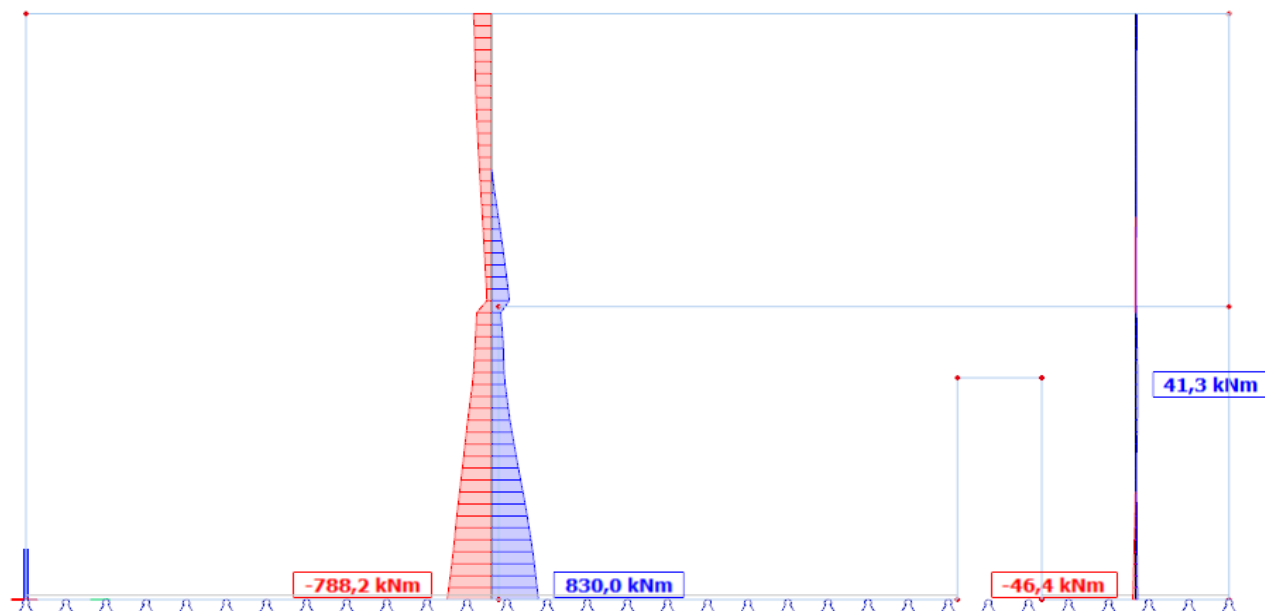


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

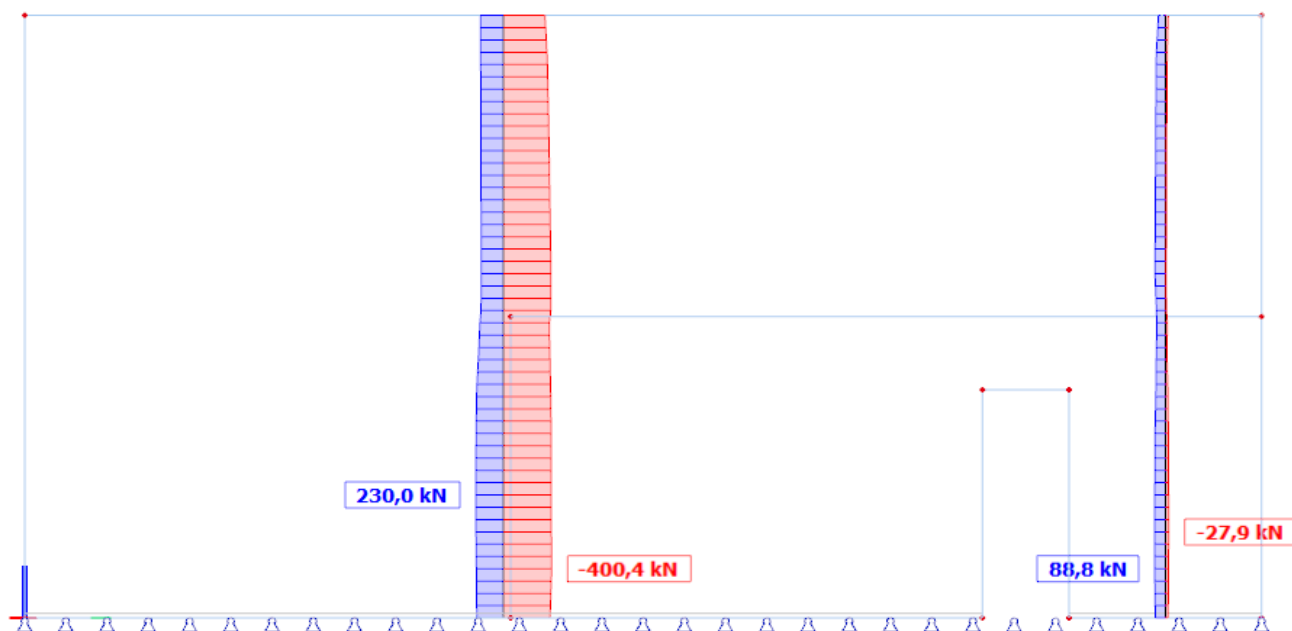


Unutarnje sile u zidu

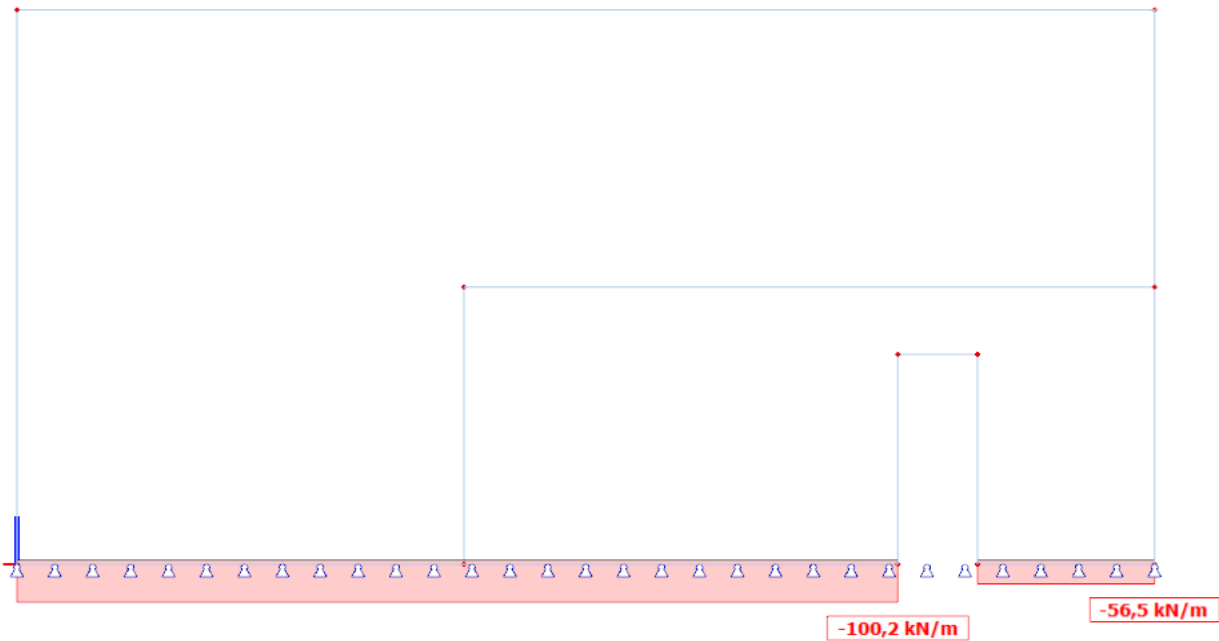
Med (kNm) - seizmika



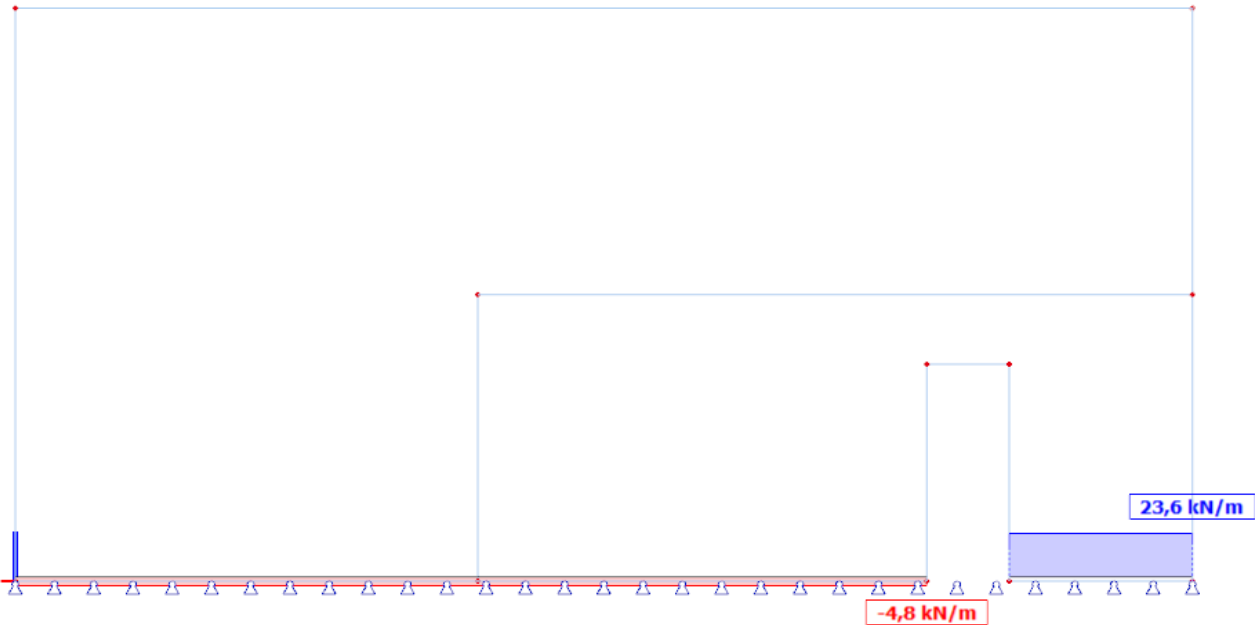
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 1

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	660,00	cm	debljina zida	$b_w =$	25,00	cm
visina etaže	$h_e =$	660,00	cm	duljina zida	$l_w =$	995,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	630,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	6,30	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		990,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		20,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravnini zida	$M_{Ed,max} =$	911,70	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-1043,76	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	404,70	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-1169,13	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,03 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 6152,76 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,020 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,981$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,12	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,053$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = -4,63$$

nije potrebna dodatna armatura u rubovima zida

odabrano:	6	Φ 16	$A_{s1} =$	12,06	cm ²
-----------	---	------	------------	-------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 607,05 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 100,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 8918,1 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 607,1 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 8918,1 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,226 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 2318,8 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00268$$

$$V_{Ed}' = 607,1 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 2318,8 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 2

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	660,00	cm	debljina zida	$b_w =$	25,00	cm
visina etaže	$h_e =$	660,00	cm	duljina zida	$l_w =$	200,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	630,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	6,30	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		195,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		20,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	42,50	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-116,80	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	85,70	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-143,20	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,02 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 158,76 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{Sd}) = -0,79 \quad \text{nije potrebna dodatna armatura u rubovima zida}$$

odabrano: 4 $\Phi 16$ $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 128,55 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 100,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta) = 1763,1 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg}\Theta = \text{tg}\Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 128,6 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1763,1 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,248 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg}\Theta = 466,1 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00268$$

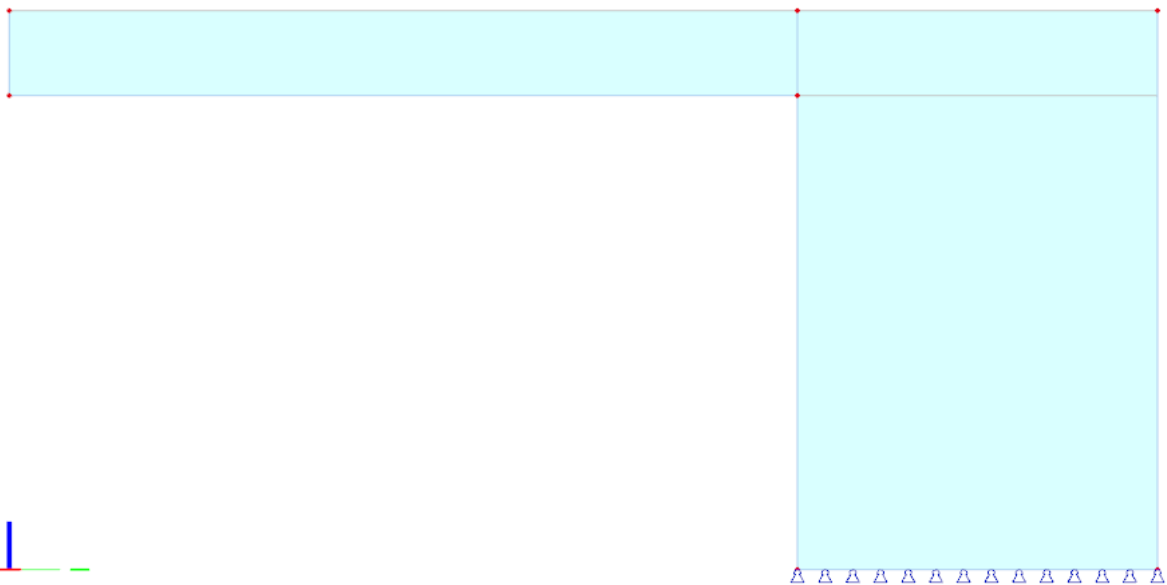
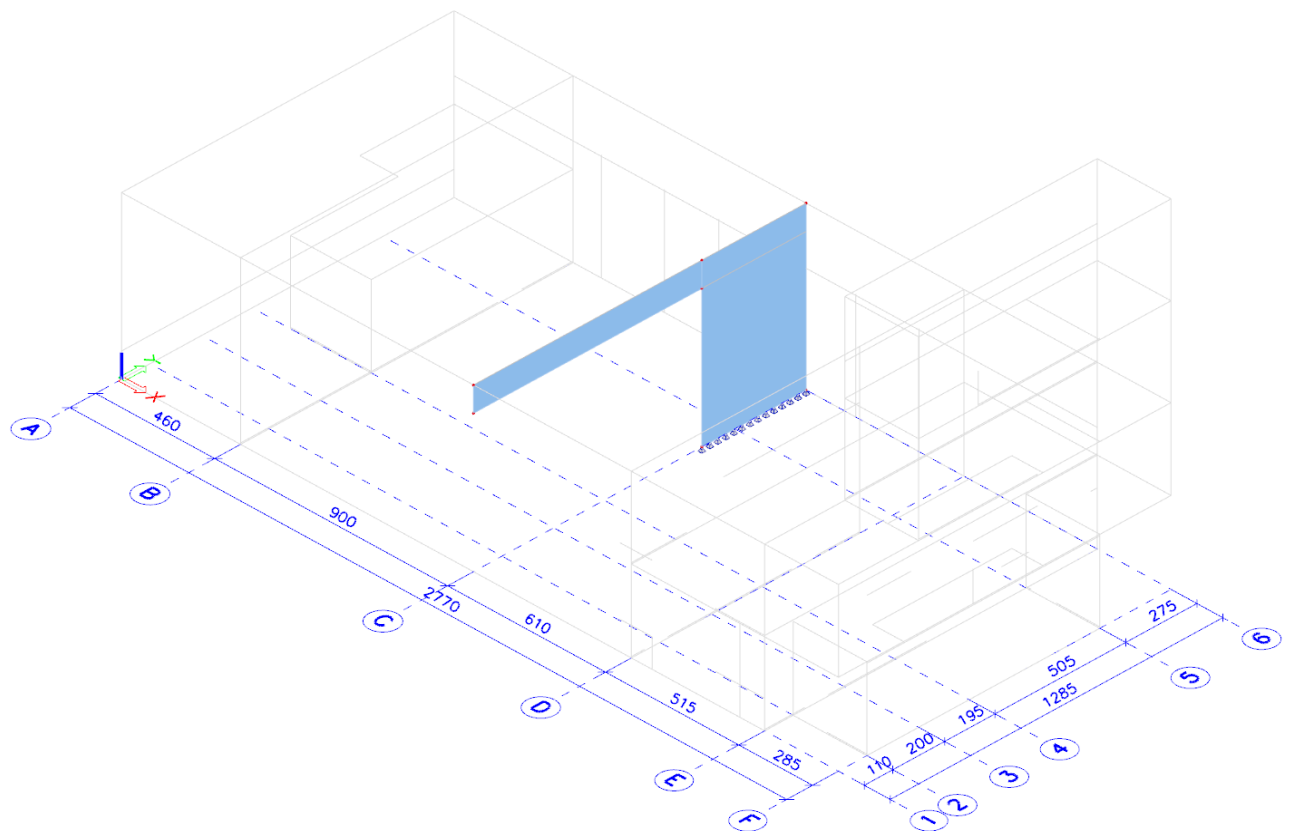
$$V_{Ed}' = 128,6 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 466,1 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

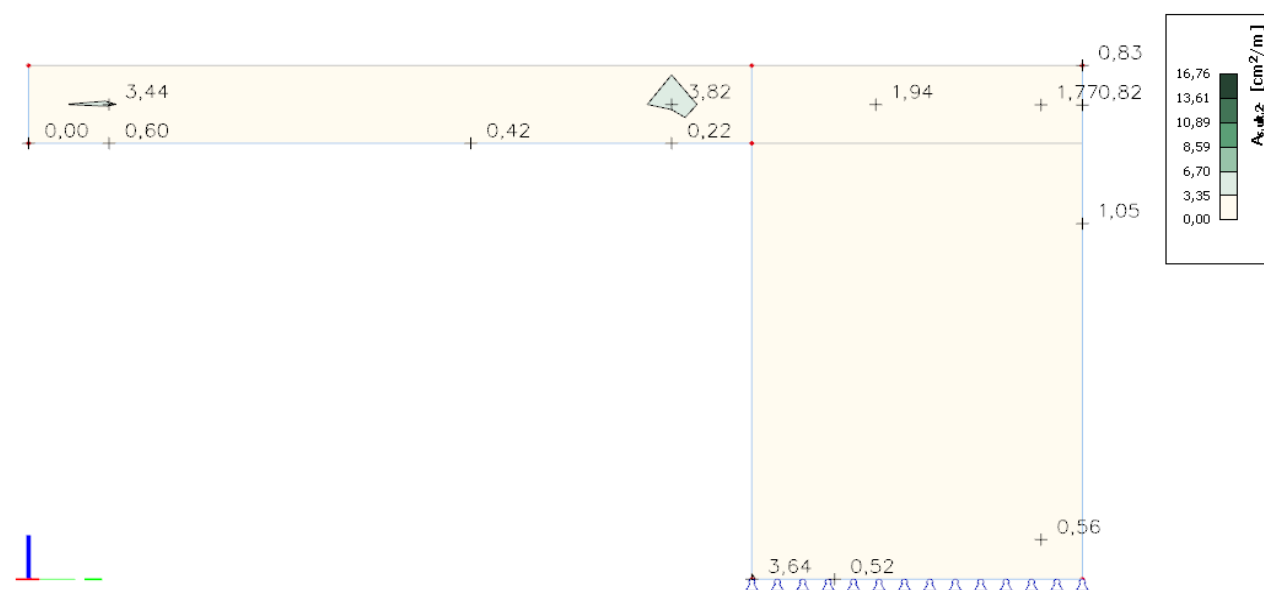
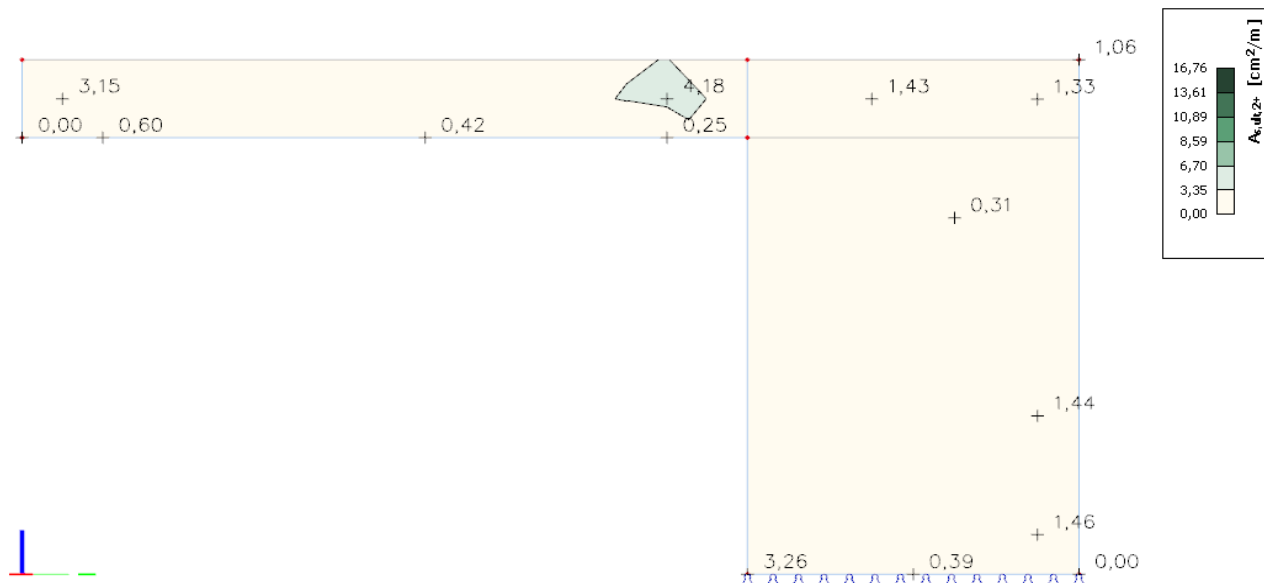
- minimalna armatura za zid = 20,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,02 \text{ cm}^2/\text{m}'$

- odabrana osnovna armatura: Q-335 (obostrano)

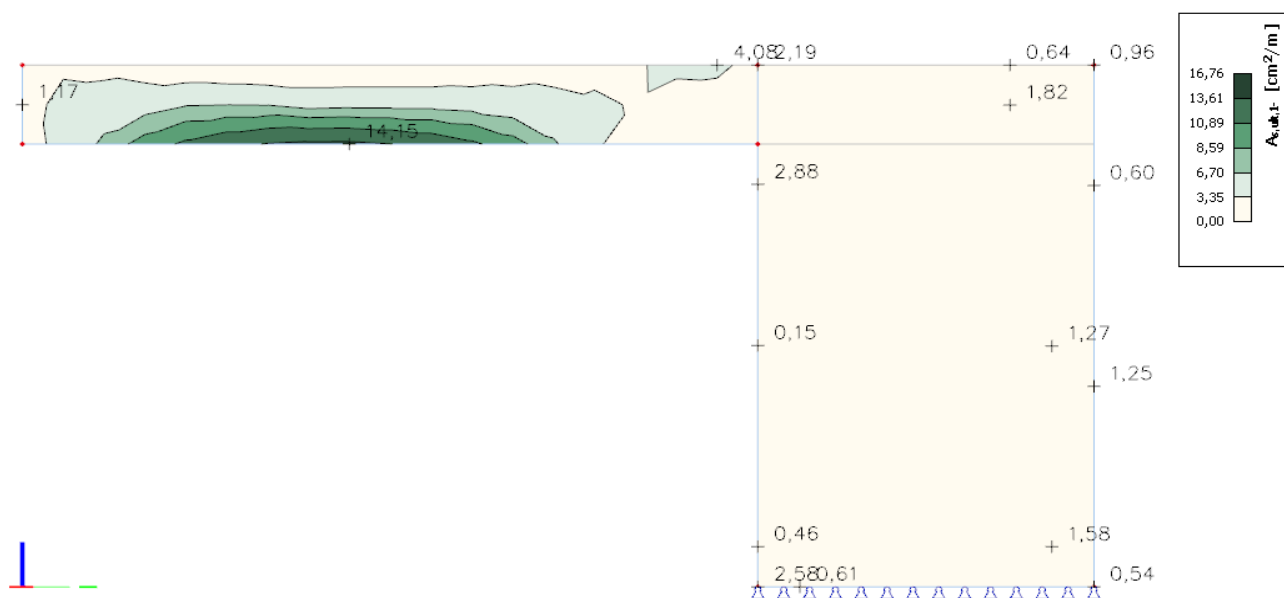
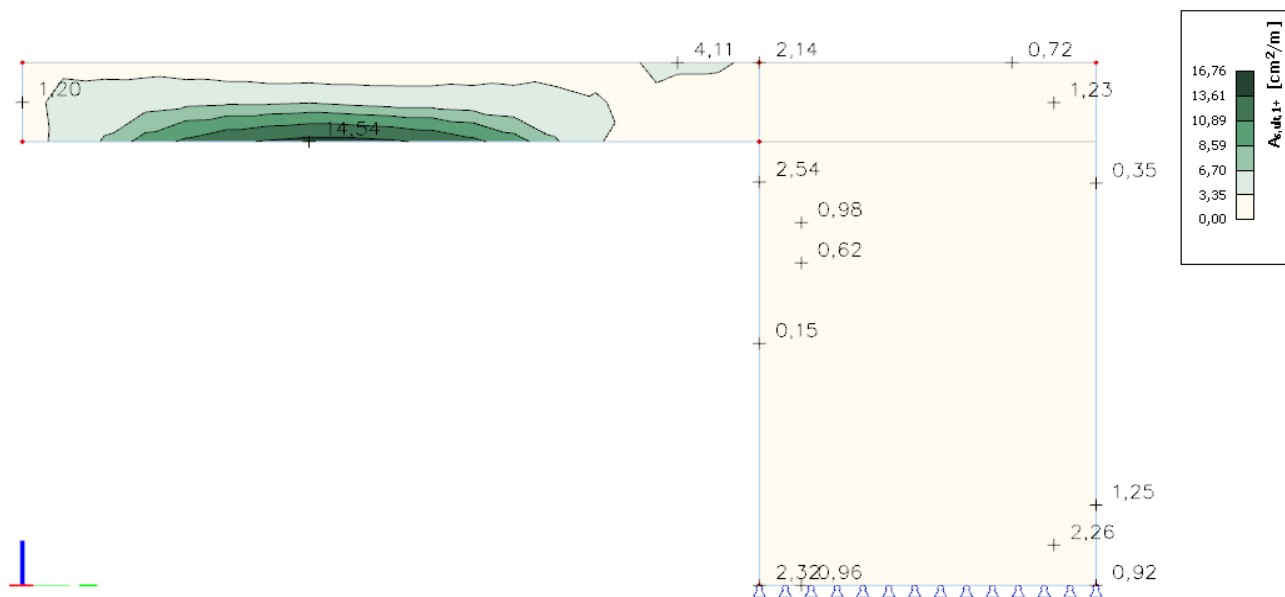
9.3. PRORAČUN ZIDA U OSI C



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm²/m')



Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)



Unutarnje sile u zidu

Med (kNm) - seizmika



Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	660,00	cm	debljina zida	$b_w =$	25,00	cm
visina etaže	$h_e =$	660,00	cm	duljina zida	$l_w =$	403,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	630,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	6,30	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		398,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		20,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravnini zida	$M_{Ed,max} =$	970,00	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-621,43	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	446,10	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-684,29	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,04 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 2293,69 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,040 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,971$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,72	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,079$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 1,46$$

odabrano:	6	Φ 16	$A_{s1} =$	12,06	cm ²
-----------	---	------	------------	-------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 669,15 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 100,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 3590,1 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 669,2 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 3590,1 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,540 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 939,2 \text{ kN}$$

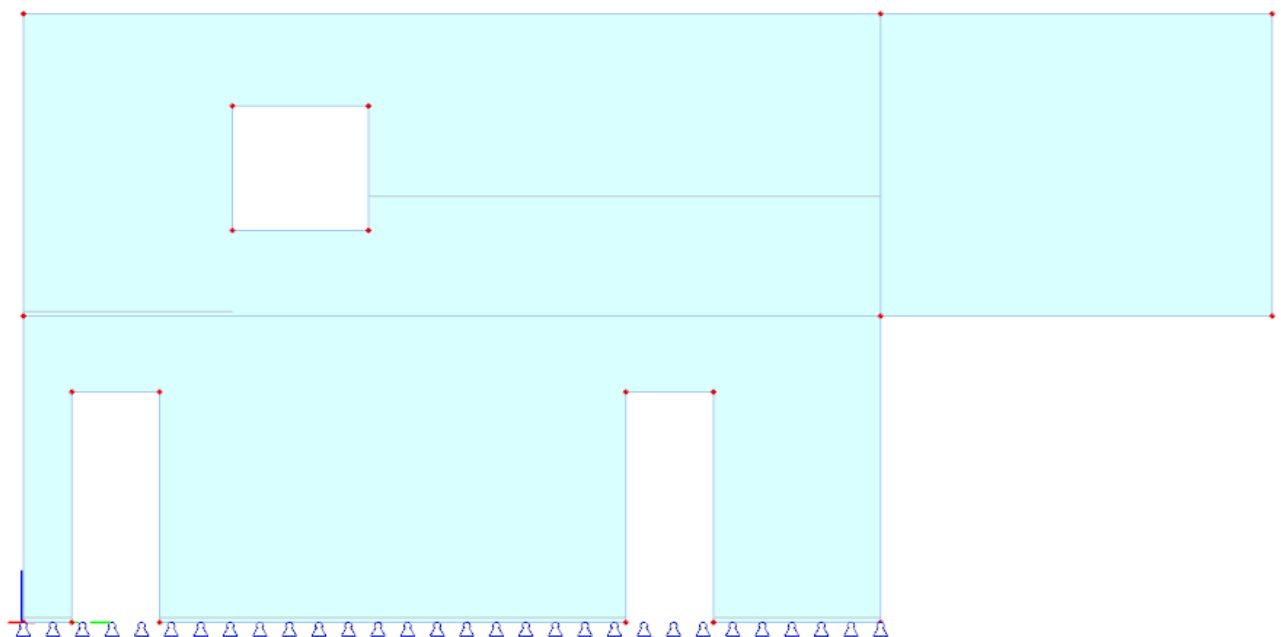
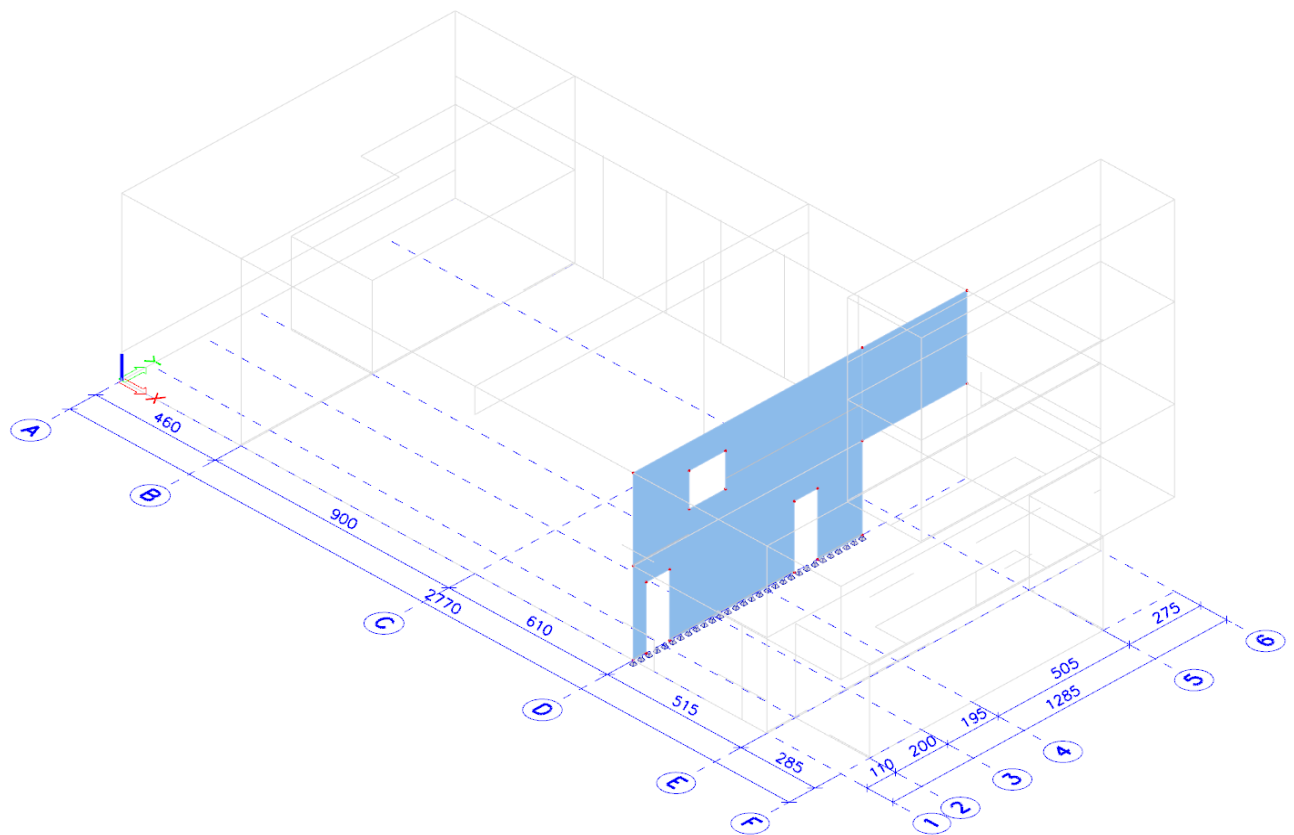
$$r_h = \rho_v = 0,00268$$

$$V_{Ed}' = 669,2 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 939,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

9.4. PRORAČUN ZIDA U OSI D



The figure displays two diagrams for a continuous beam with two spans and two rectangular cutouts. The beam has a total length of 10.00 m, with a span length of 3.00 m and a cutout width of 0.32 m. The beam is supported by three supports (A, B, and C) and has a uniformly distributed load of 1.00 kN/m applied over the entire length. The diagrams show the distribution of shear force (V) and bending moment (M) along the beam.

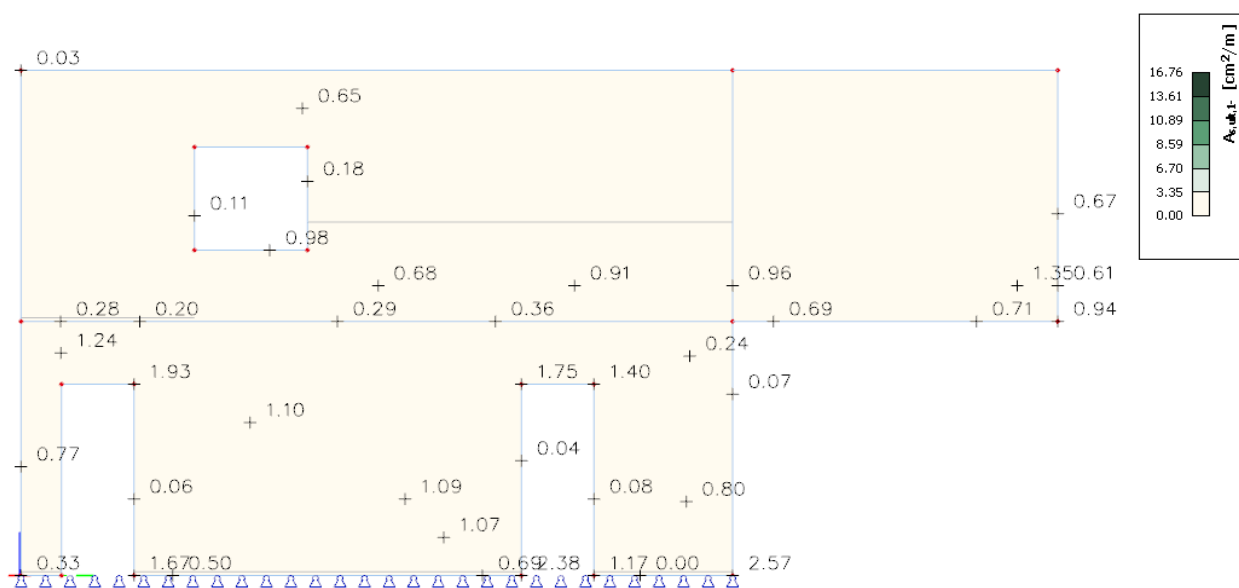
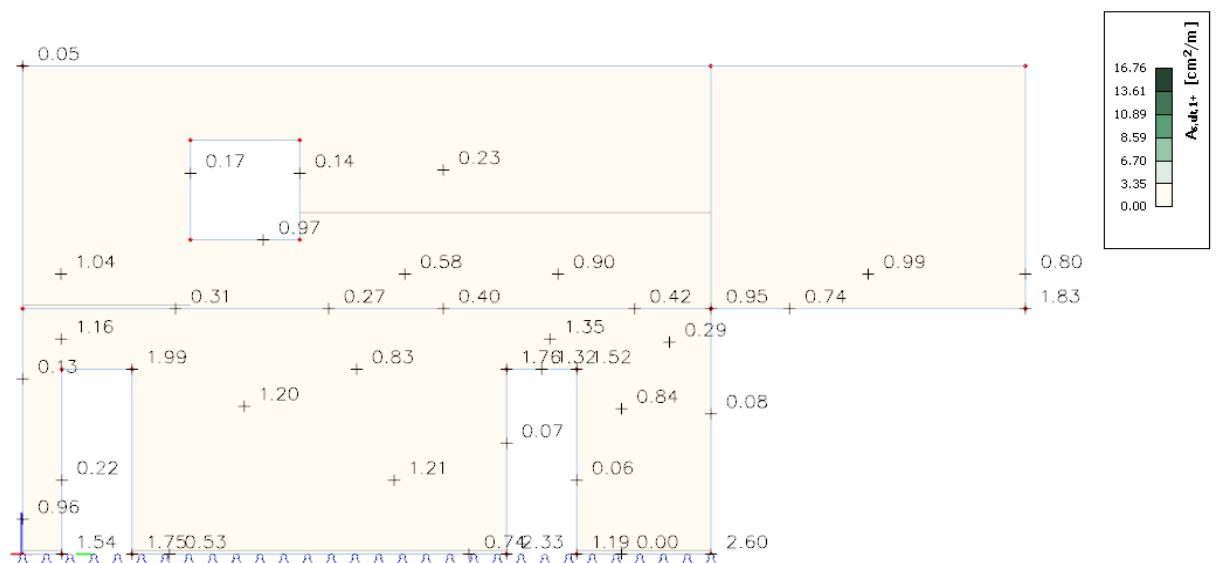
Top Diagram: Shear Force (V) Distribution

The shear force distribution is shown as a horizontal line with values at various points. The values are: 0.15, 0.29, 0.40, 0.57, 0.94, 0.21, 0.04, 0.07, 0.61, 0.58, 0.53, 0.88, 1.73, 0.01, 3.32, 1.41, 3.31, and 0.00. The legend indicates that the values range from 0.00 to 16.76 cm²/m.

Bottom Diagram: Bending Moment (M) Distribution

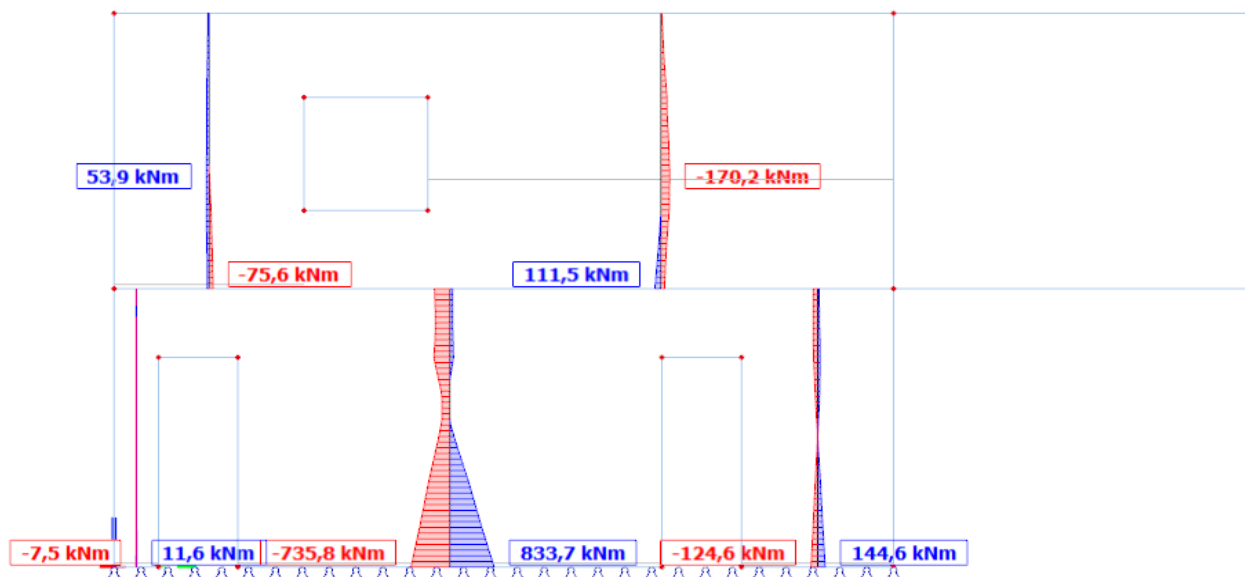
The bending moment distribution is shown as a horizontal line with values at various points. The values are: 0.27, 0.16, 0.34, 0.38, 0.05, 0.26, 0.22, 0.20, 0.58, 0.87, 1.00, 0.00, 0.19, 0.24, 1.10, 0.04, 0.36, 0.11, 1.05, 1.75, 3.41, 1.37, 3.25, and 0.54. The legend indicates that the values range from 0.00 to 16.76 cm²/m.

Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

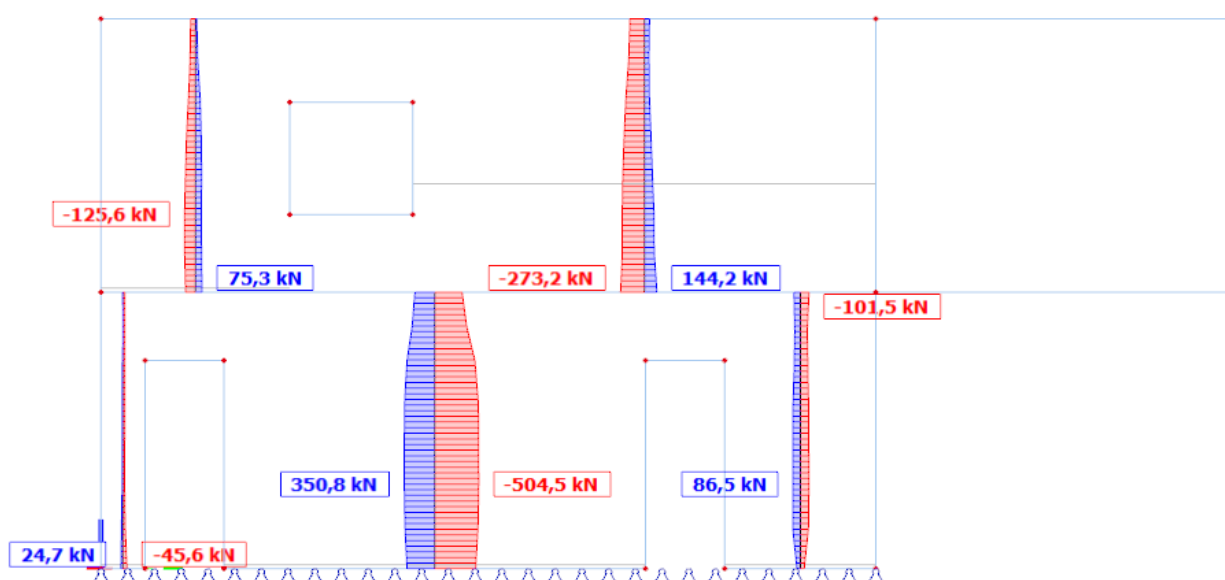


Unutarnje sile u zidu

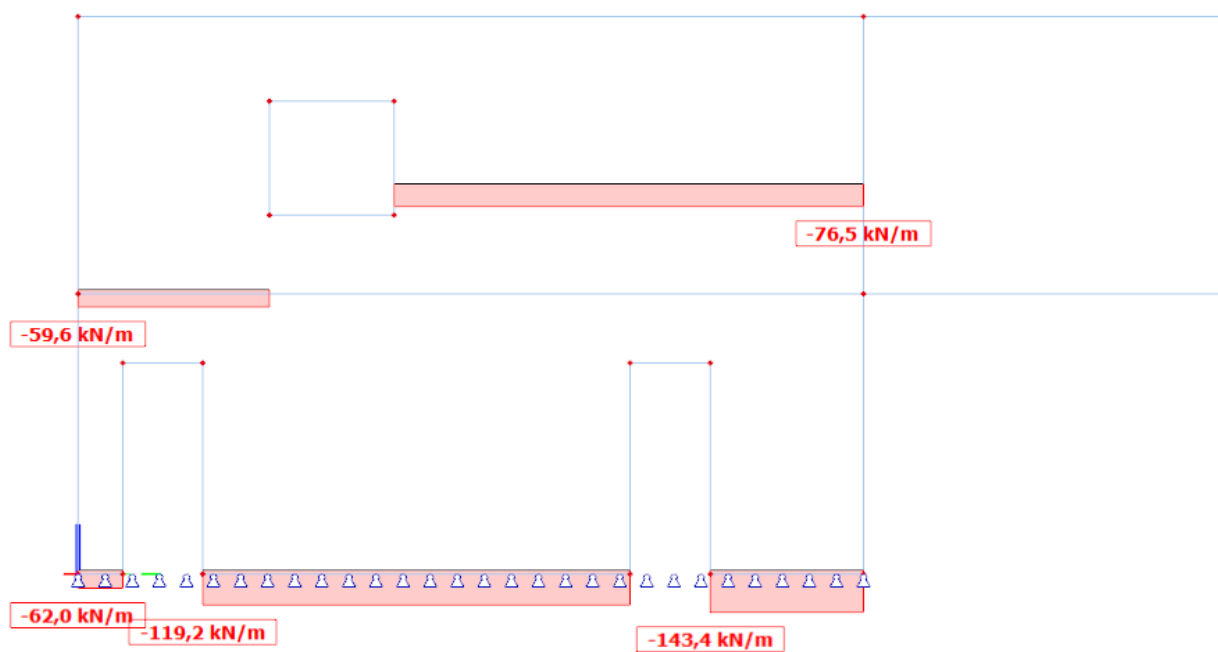
Med (kNm) - seizmika



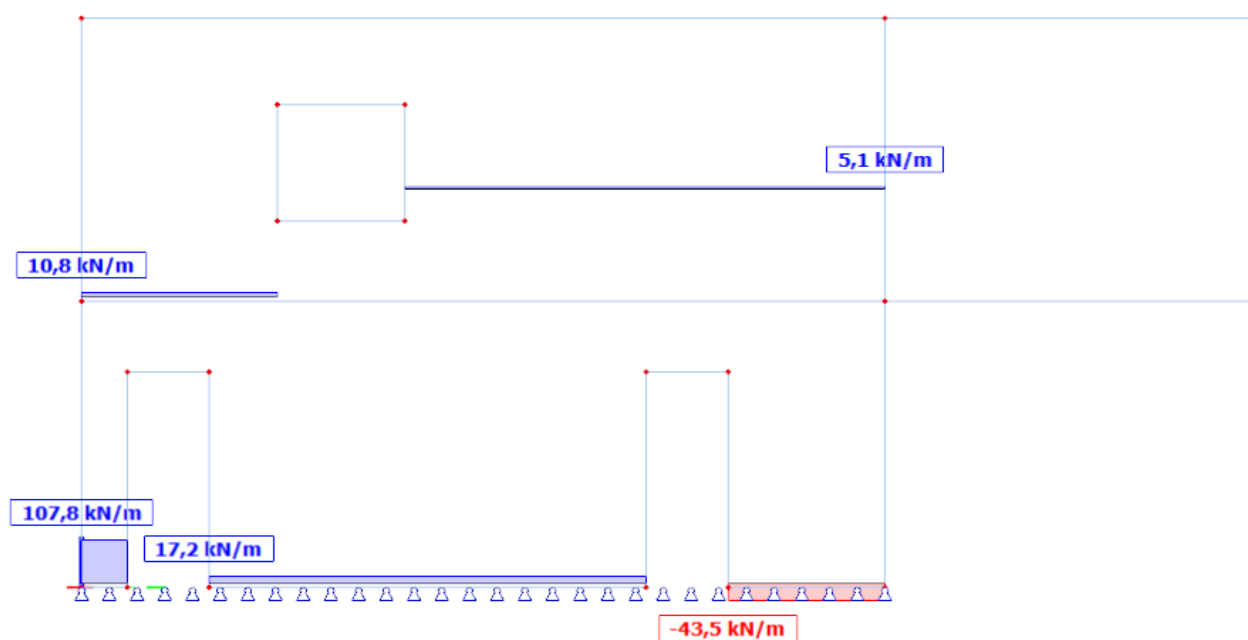
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	480,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		475,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	755,20	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-499,68	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	451,00	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-667,68	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,04 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 2009,47 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,030 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,976$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,43	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,067$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = -0,29$$

nije potrebna dodatna armatura u rubovima zida

odabrano:	6	Φ 16	$A_{s1} =$	12,06	cm ²
-----------	---	------	------------	-------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 676,5 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 3426,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 676,5 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 3426,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,349 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 1118,6 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 676,5 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 1118,6 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 2

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	50,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		45,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	9,40	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	9,70	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	33,20	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-85,00	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,05 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 8,31 \quad \text{kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,020 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,981$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,12	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,053$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 0,94$$

odabrano: 4 $\Phi 16$ $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 49,8 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 330,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 49,8 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 330,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,566 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 116,5 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 49,8 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 116,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 3

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	328,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	328,00	cm	duljina zida	$l_w =$	215,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	308,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,08	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		210,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	63,90	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-113,09	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	104,80	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-157,81	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,02 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 187,23 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,020 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,981$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,12	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,053$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 0,70$$

odabrano: 4 Φ 16 $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 157,2 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 1518,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 157,2 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1518,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,284 < 2$$

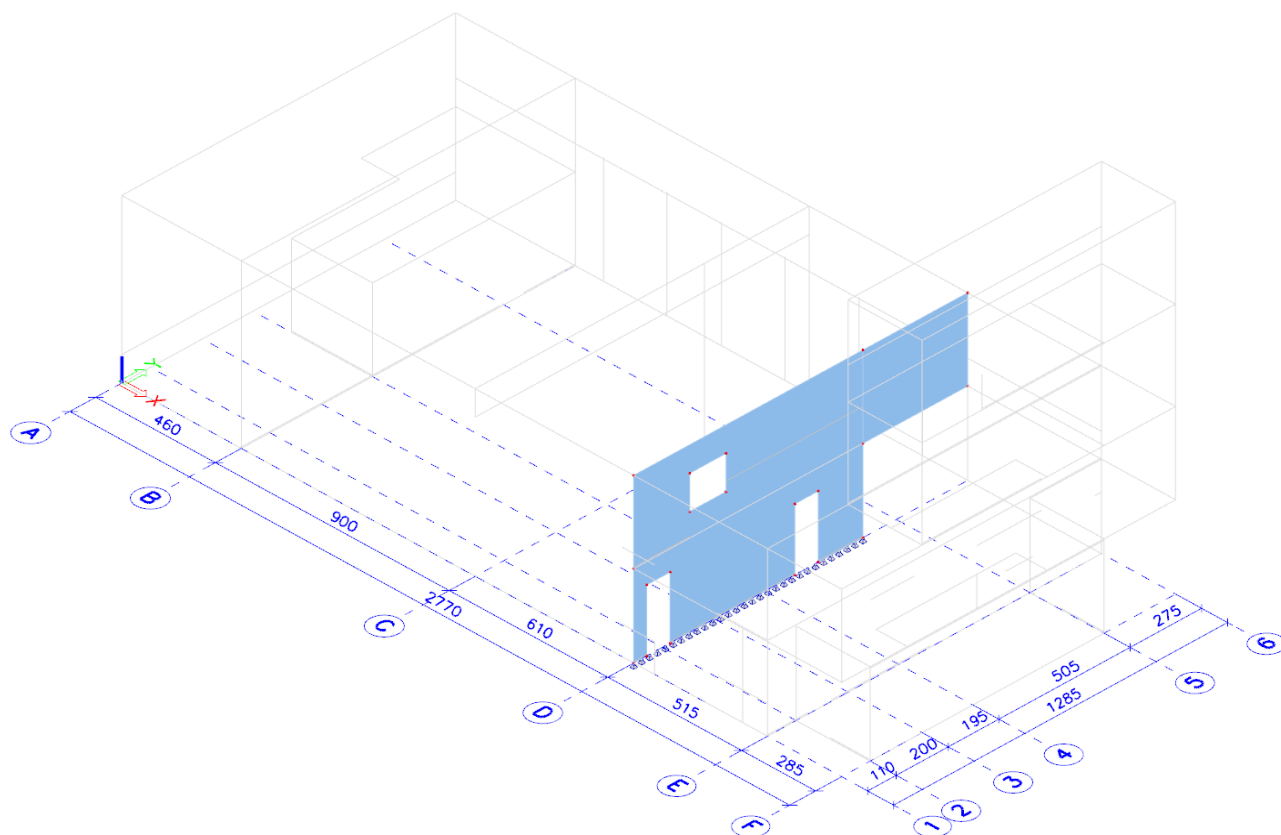
$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 501,0 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

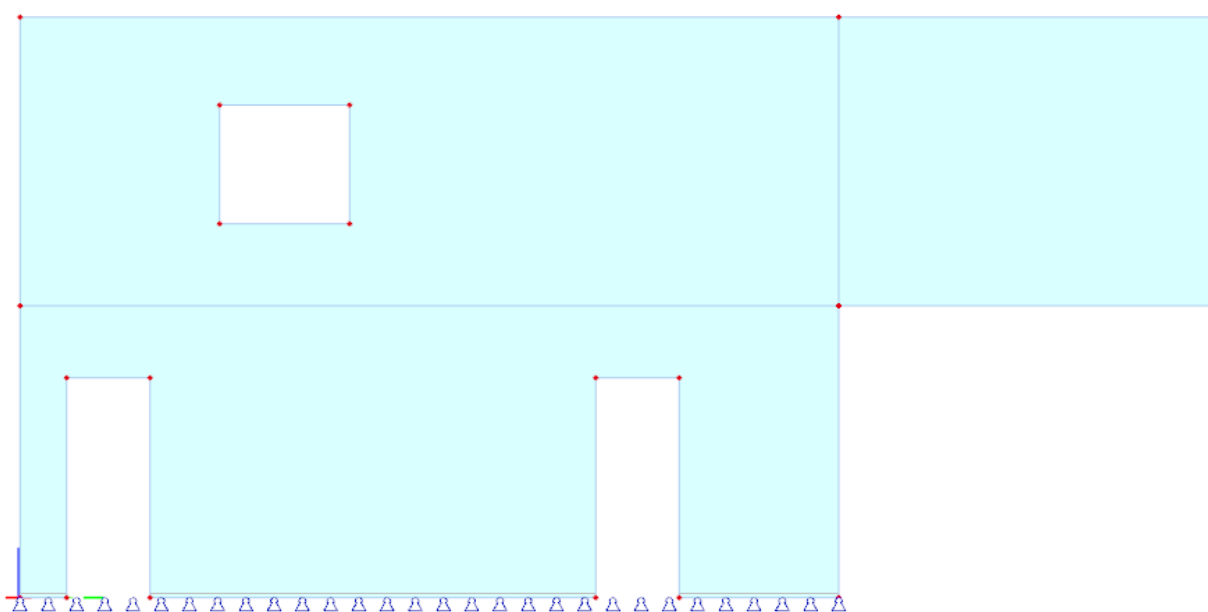
$$V_{Ed}' = 157,2 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 501,0 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

9.5. PRORAČUN VN U OSI D

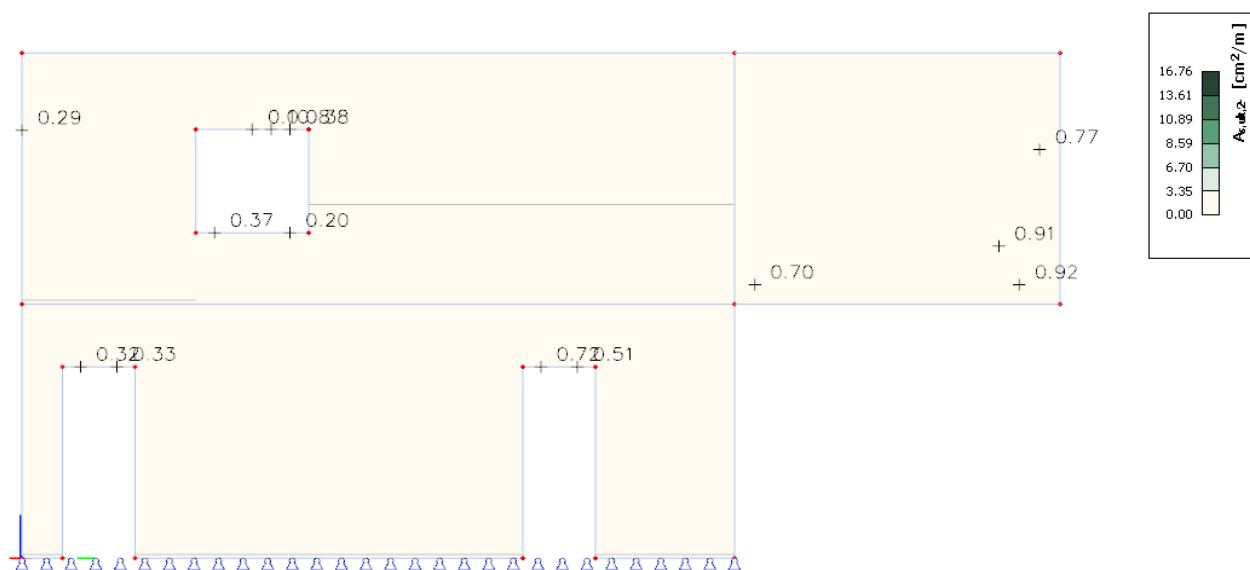
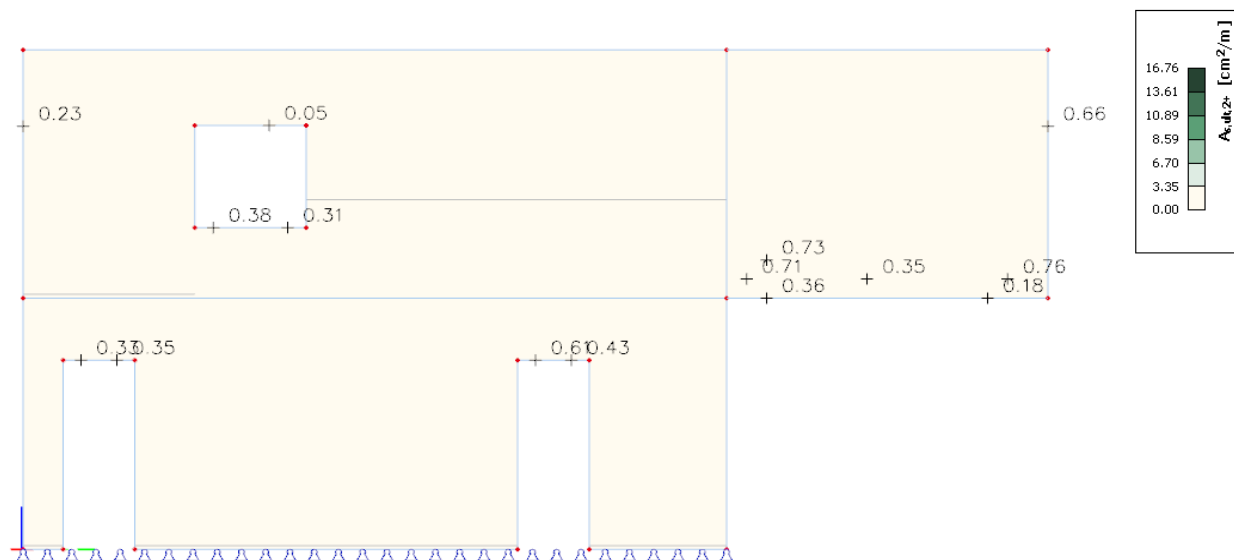


Pogled na zid u osi D

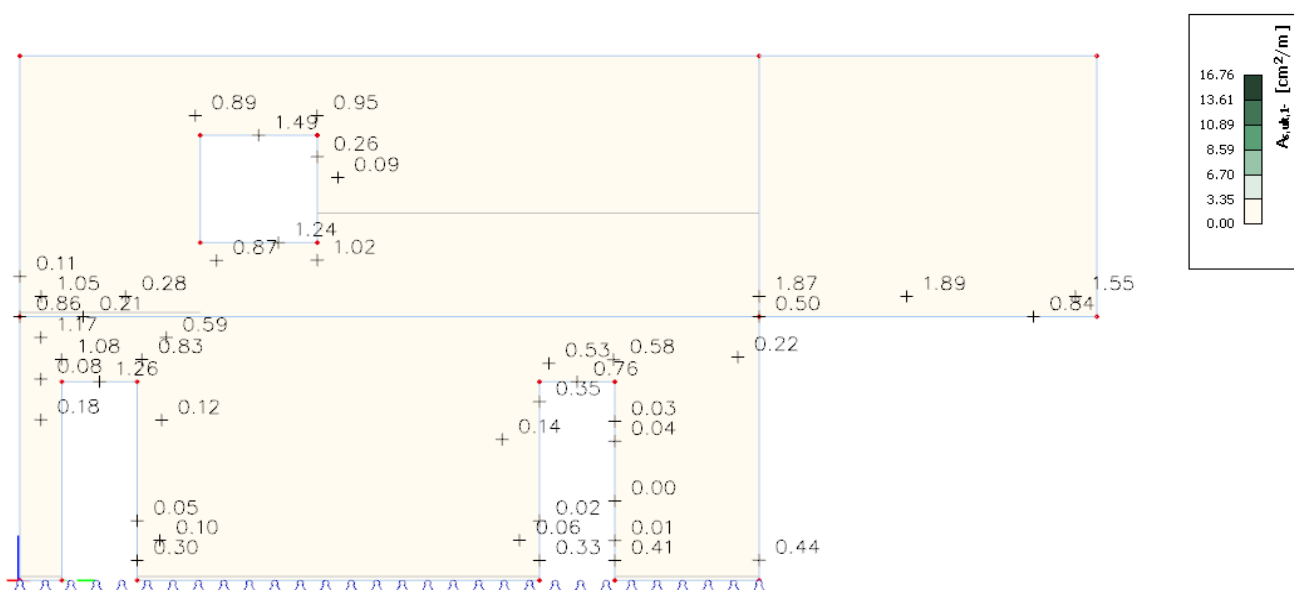
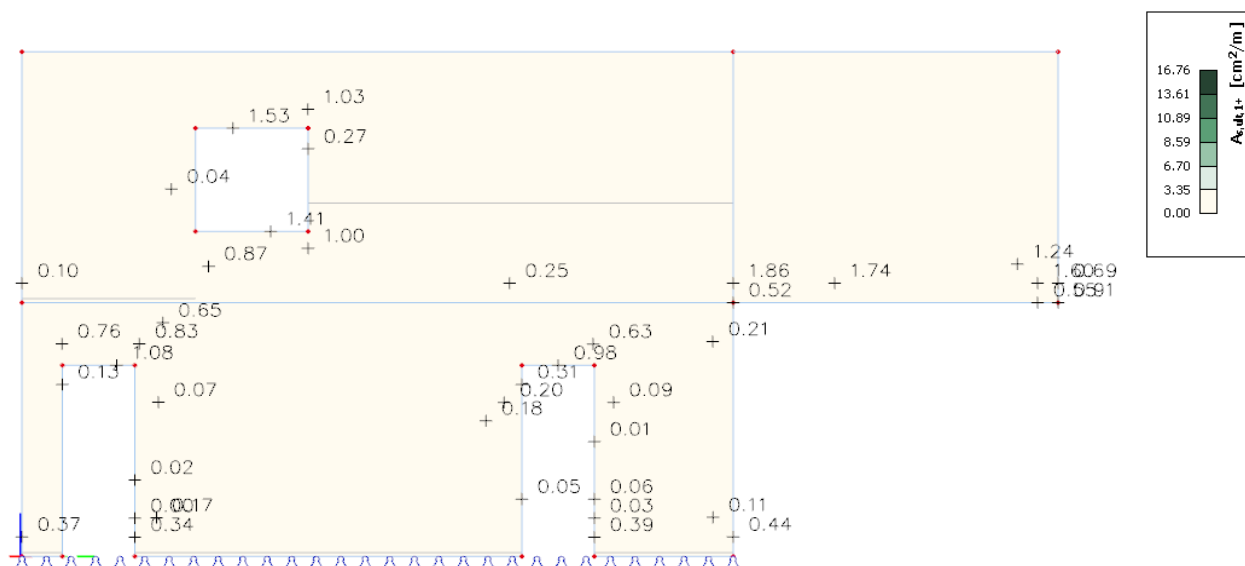


PRIKAZ DIJAGRAMA ARMATURE IZ SCIA ENGINEER

Dijagrami armature u smjeru Y (vertikalna armatura) (cm²/m') - model omekanjene ploče



Dijagrami armature u smjeru X (horizontalna armatura) (cm²/m') - model omekanjene ploče



PRORAČUN VISOKOSTIJENOG NOSAČA

- zbog prostornog djelovanja i međusobne interakcije s ostalim elementima visokostijeni nosač se neće promatrati kao izdvojeni 2D element, već kao element u sklopu cjelokupnog 3D modela

širina zida:	b =	20	cm
visina zida h_1 =:	h_1 =	328	cm
srednja visina zida:	h_{sr} =	328	cm
raspon zida l_1 :	l_1 =	403	cm

Provjera minimalne debljine nosača iz uvjeta izbočenja tlačnog pojasa

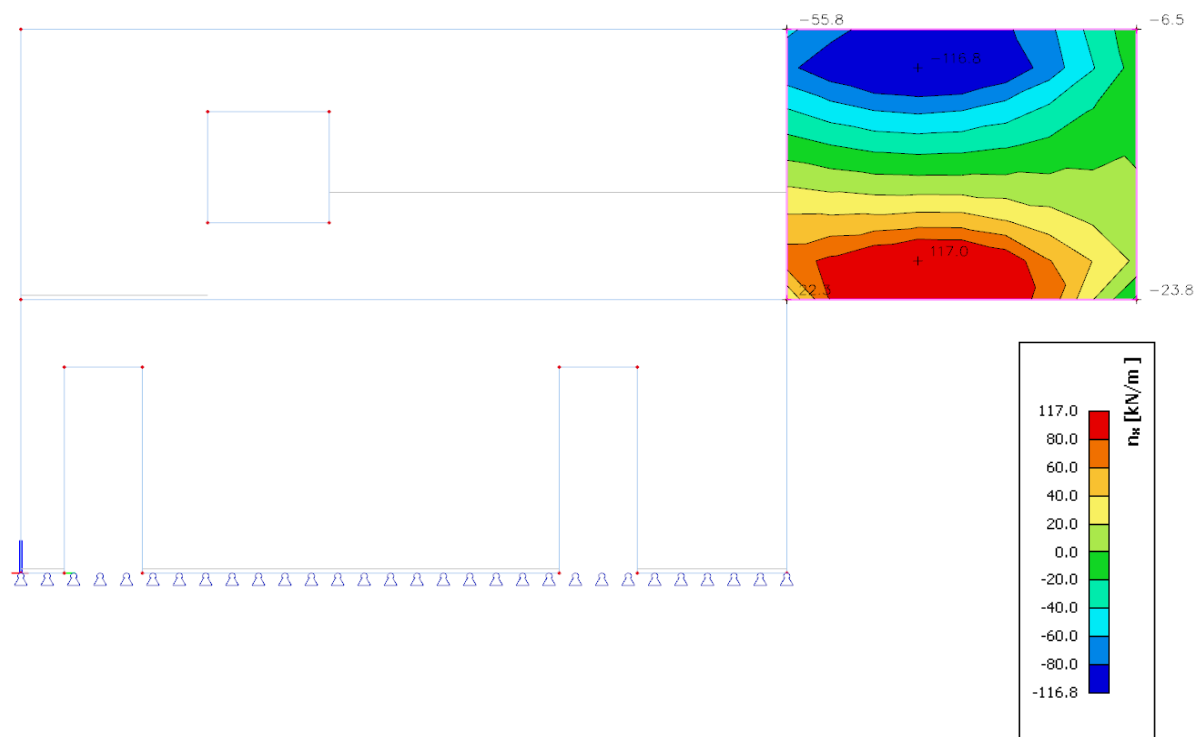
$$b_{min} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{SLS}}{100 \cdot \sigma_s \cdot h}} = 7,56 \text{ cm}$$

(zid je ukrućen pločom na donjem i gornjem rubu)
Odabrana debljina zida od 20 cm zadovoljava uvjet

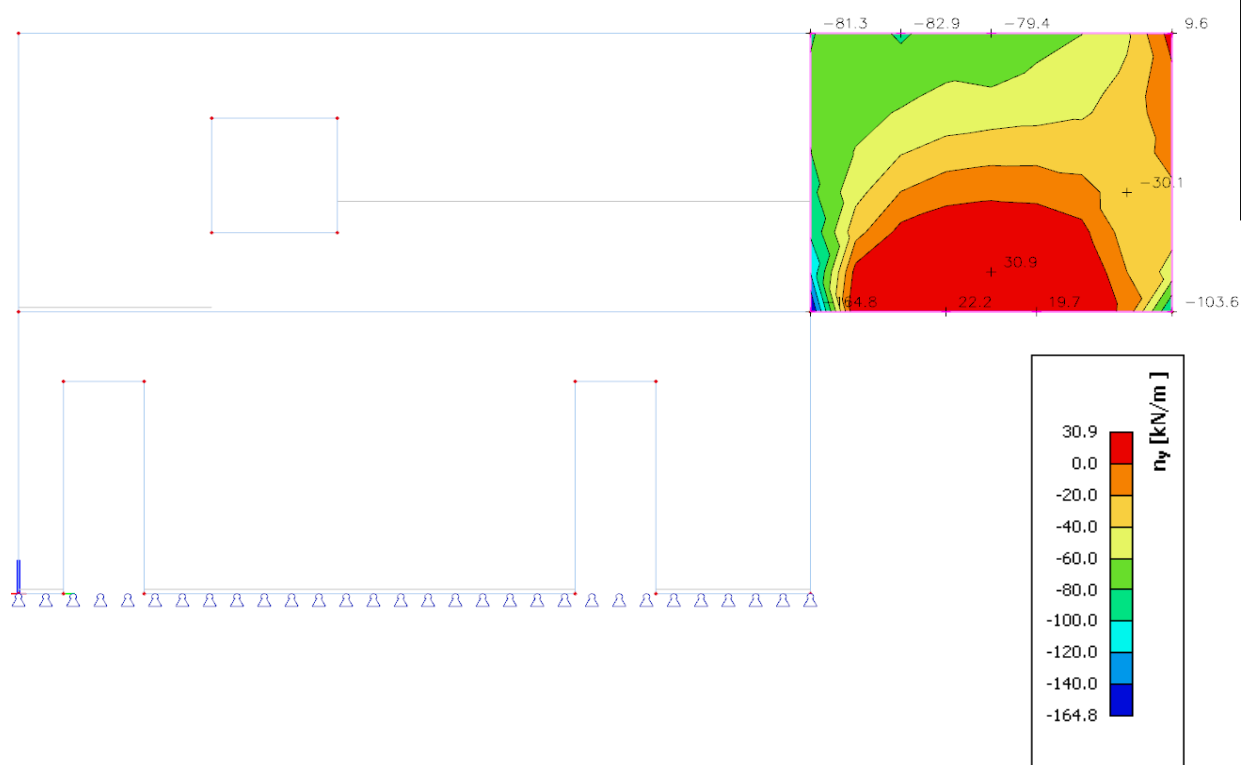
q_{SLS} =	0,44	kN/cm	
$\sigma_s = 0,25 f_{ck,cube}$ =	0,75	kN/cm ²	
$f_{ck,cube}$ =	3,0	kN/cm ²	
h_{max} =	328	cm	(maksimalna visina nosača između dviju ploča)
h_{min} =	328	cm	(minimalna visina nosača između dvije ploče)
h_{sr} =	328	cm	(srednja visina nosača)
l =	403	cm	(raspon zida)

Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača

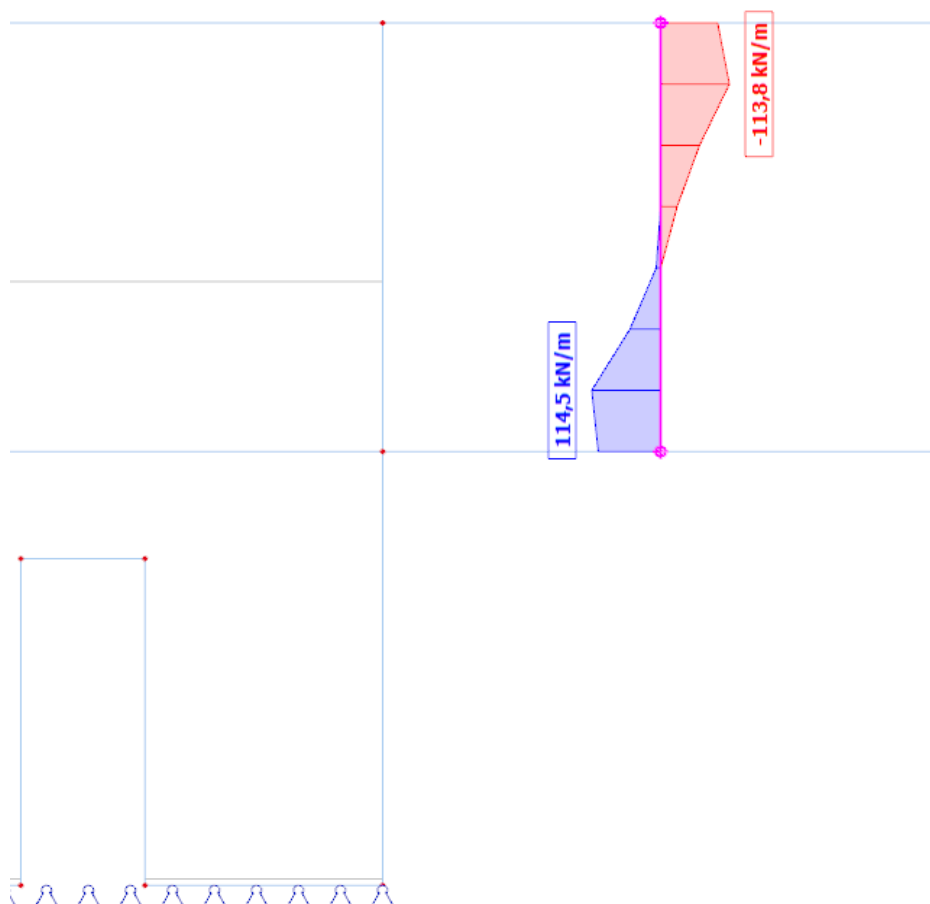
vlačna sila n_x



vlačna sila n_y



Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača



Glavna vlačna armatura na dnu zida

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 115 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 1,4 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

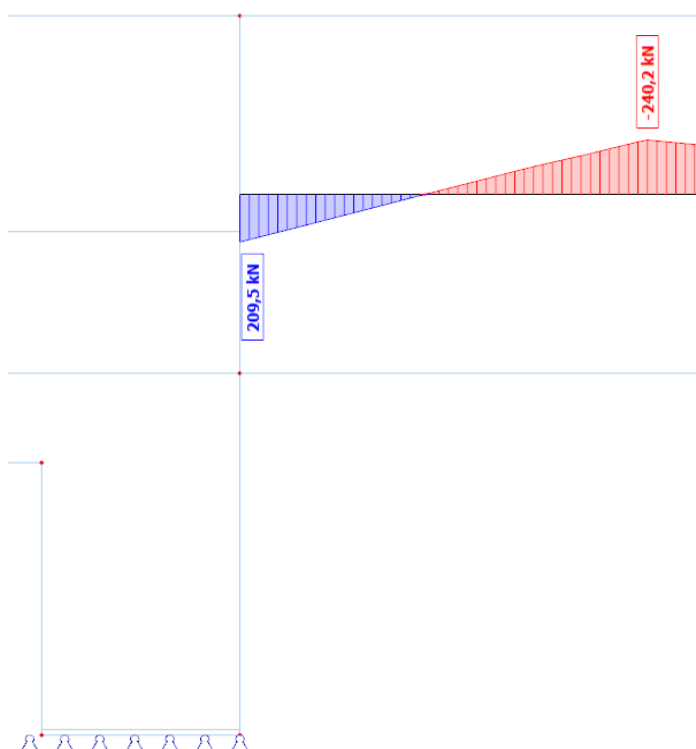
$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h = 80,5 \text{ kN}$$

potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 1,85 \text{ cm}^2$$

odabrano: **2 Φ 16 $A_{s1,prov} = 4,02 \text{ cm}^2$**

Proračun vertikalne i horizontalne armature u hrptu nosača



ukupna sila:

$$V_{Ed} = 240,2 \text{ kN}$$

maksimalna poprečna sila:

$$V_{Rd,max} = 0,1 \times b \times h \times 0,85 f_{cd} = 1115,2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 1/3 V_{Rd,max} = 371,73 \text{ kN}$$

ugraditi minimalnu armaturu hrpta

minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,25 \times b = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mreže obostrano:

odabranc **Q-335**

$$A_{s1,prov} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Proračun armature za vješanje tereta u tlačnu zonu opterećenje u dnu zida
zida

$$R_z = 27,9 \text{ kN}$$

$$l = 4,03 \text{ m}$$

$$q_{Ed} = 6,92 \text{ kN/m}'$$

potrebna armatura za 1 lice zida:

$$A_{s1,req} = q_{Ed}/f_{yd} = 0,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

U vilice

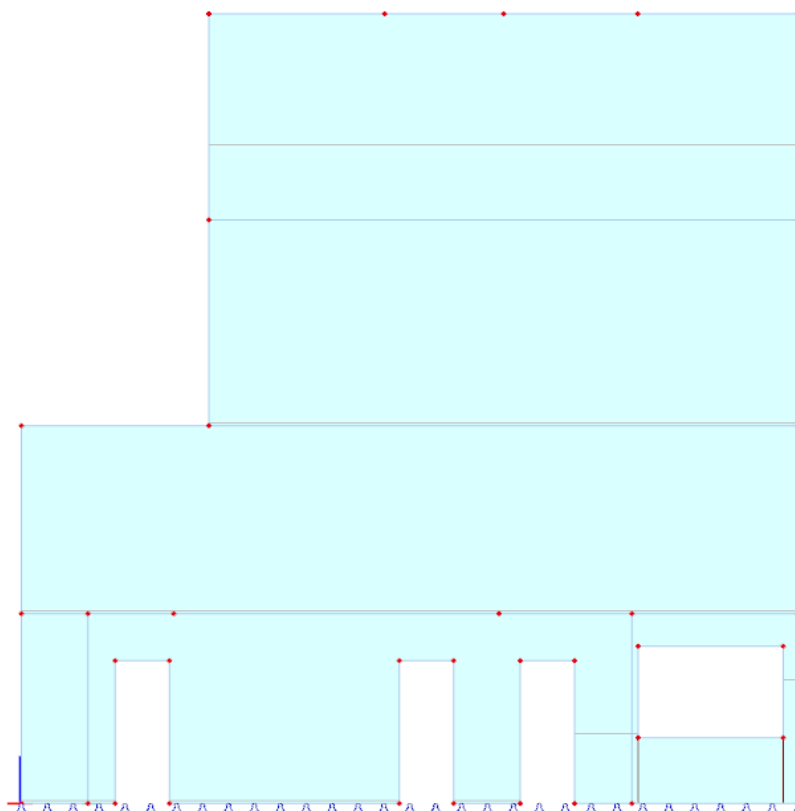
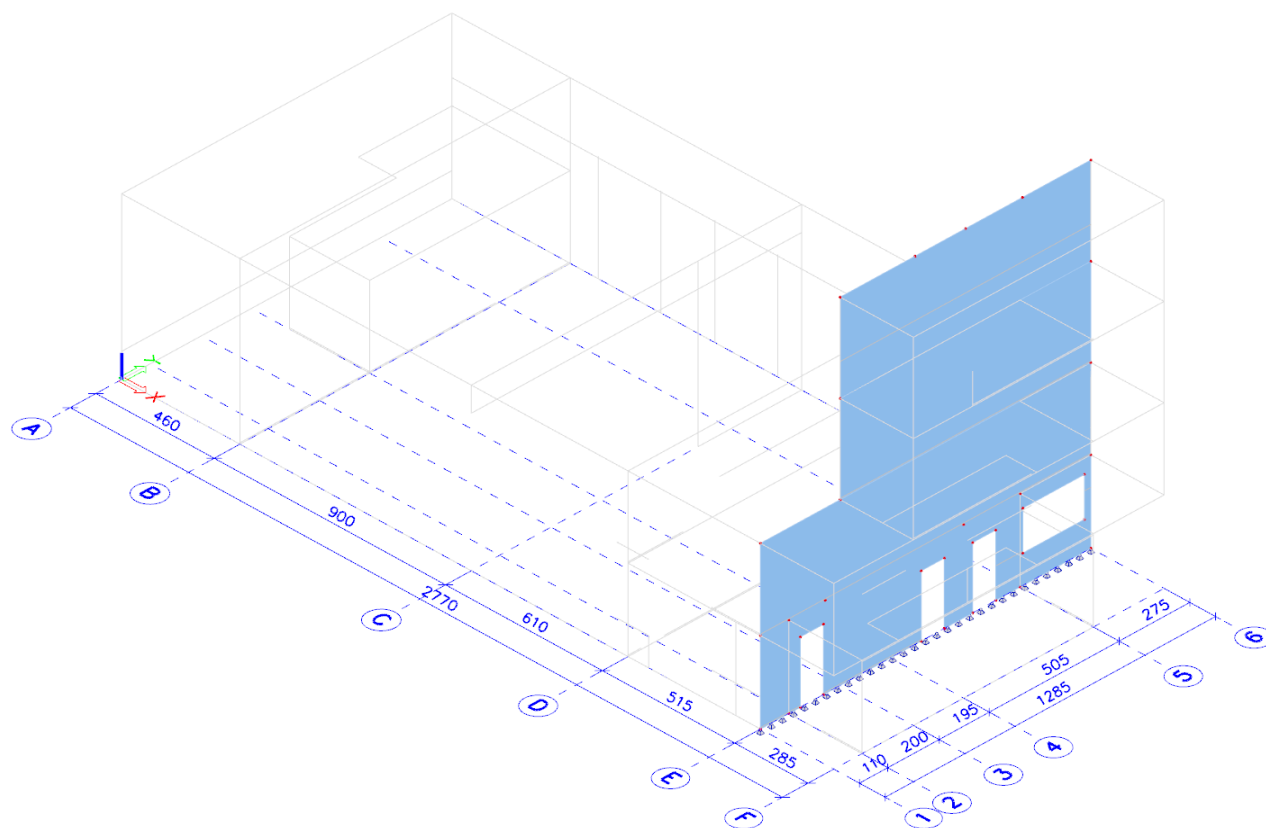
odabranc **Φ 8 / 15 cm**

$$A_{s1,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

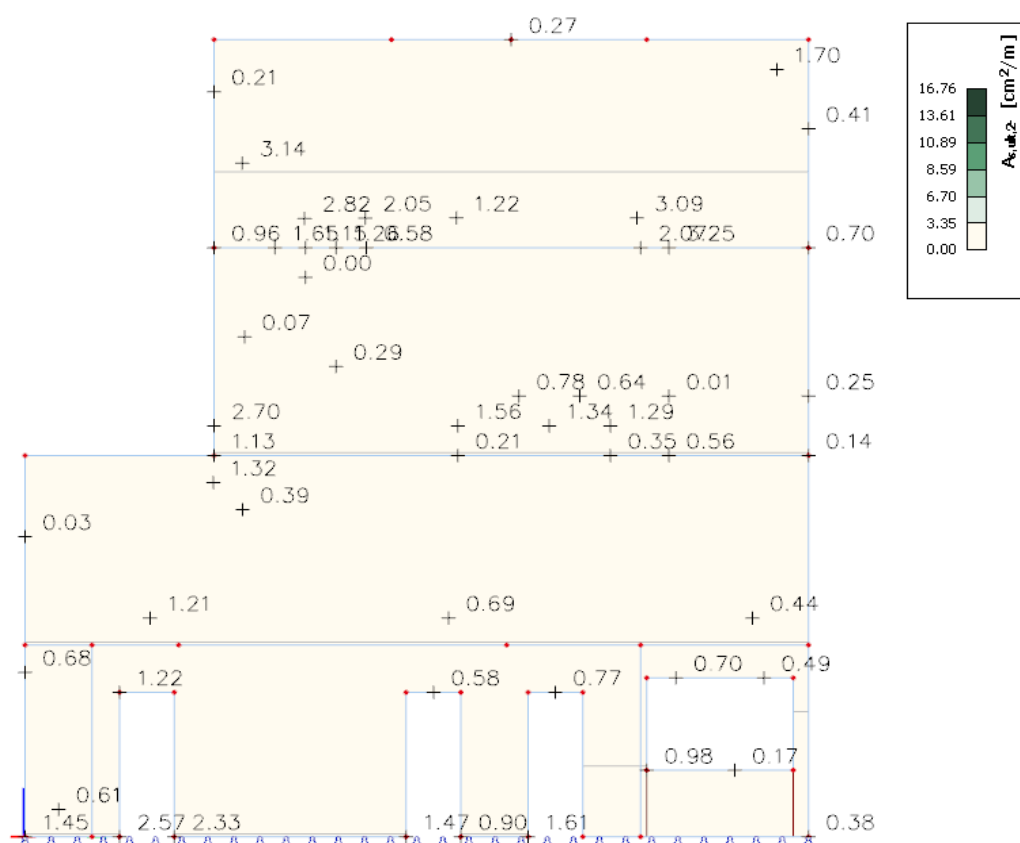
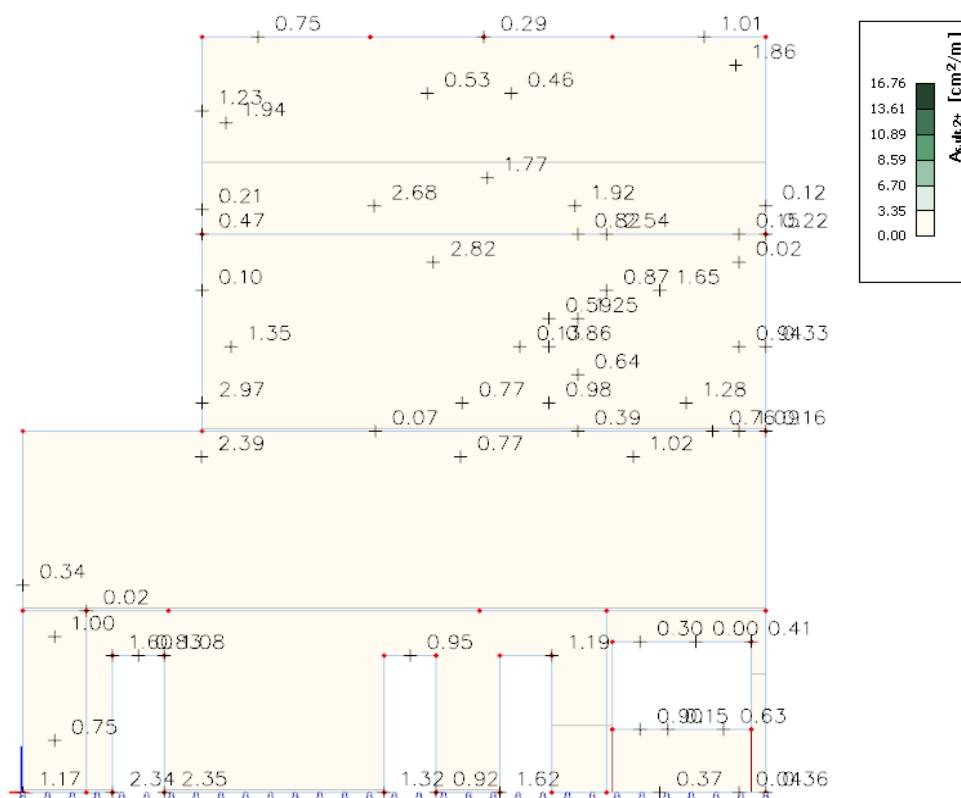
sidriti do 2/3 visine zida

Zadovoljava!

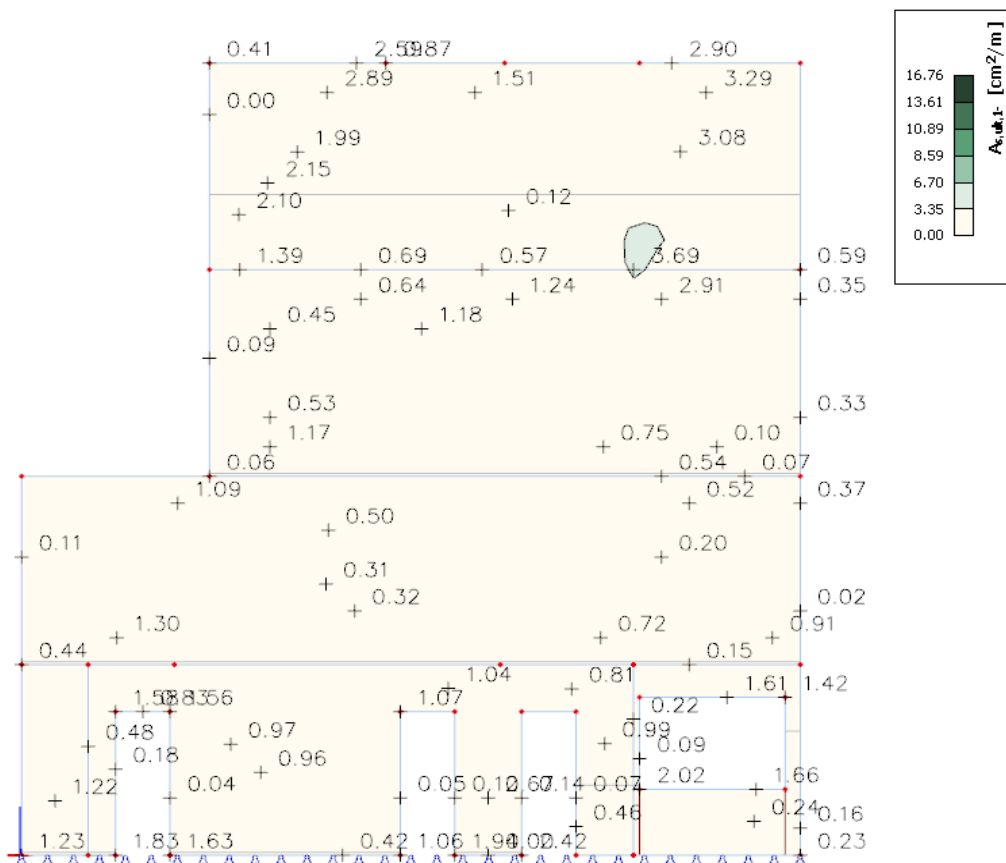
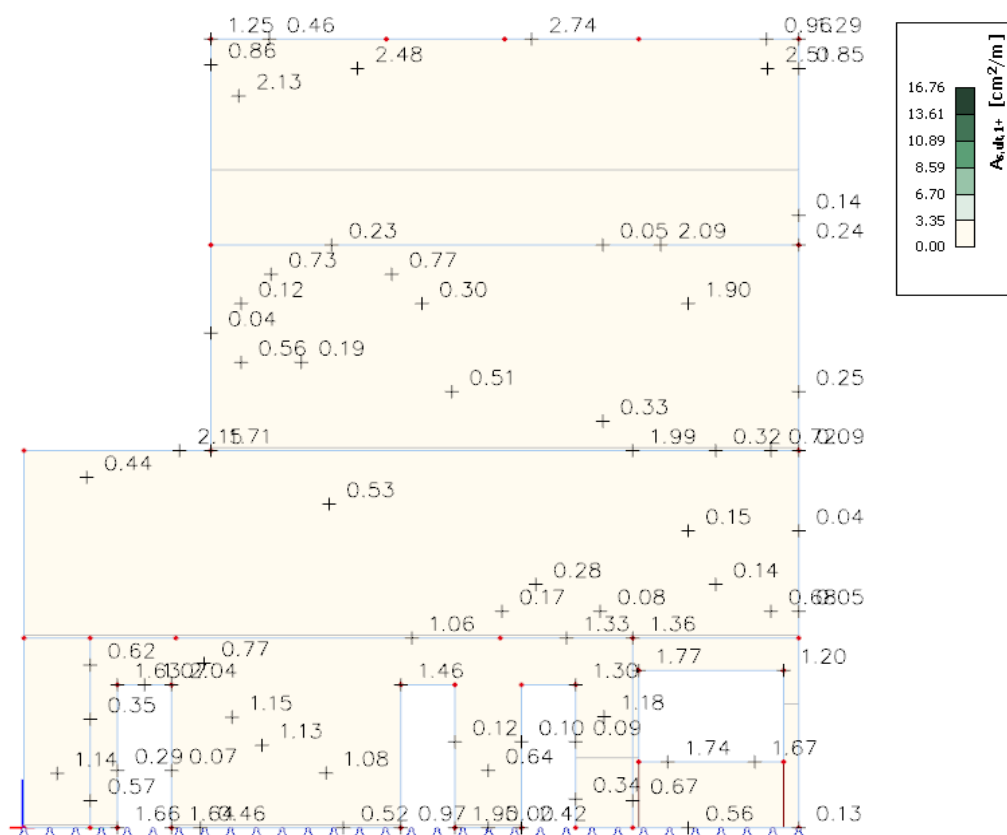
9.6. PRORAČUN ZIDA U OSI E



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm²/m')

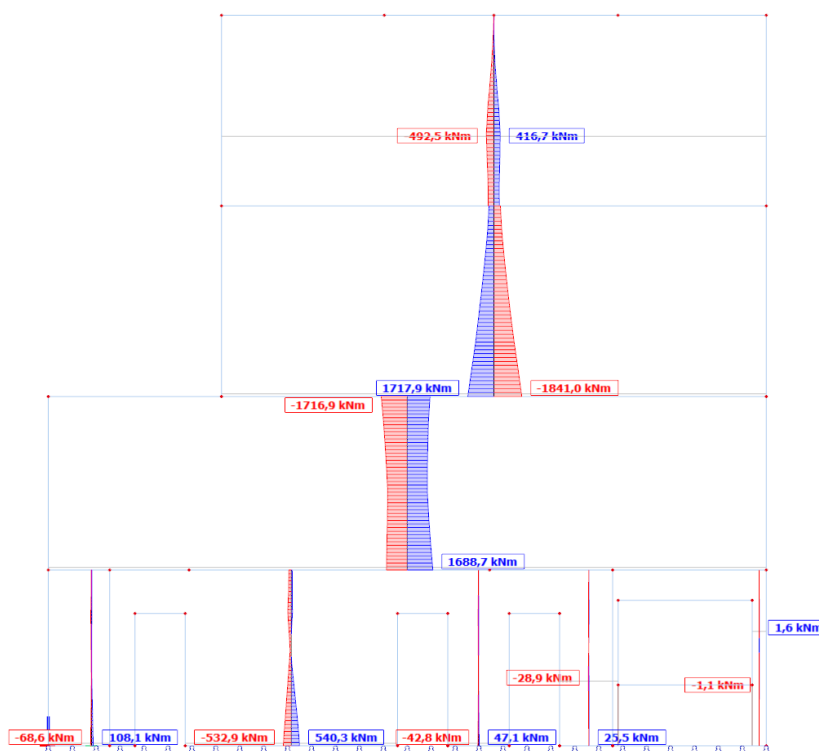


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

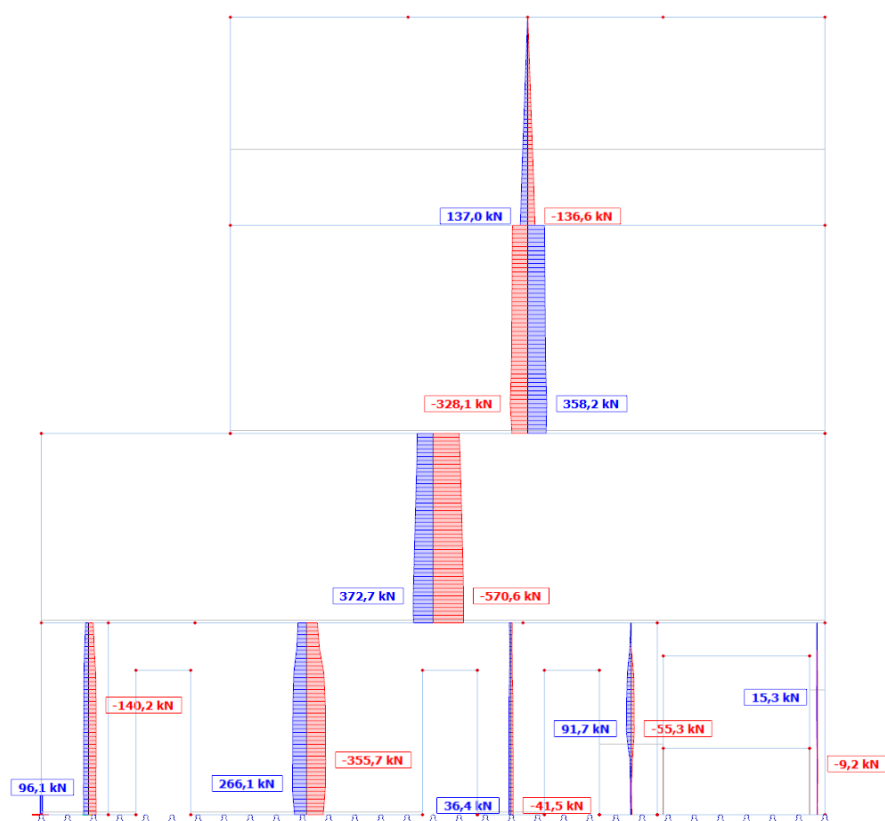


Unutarnje sile u zidu

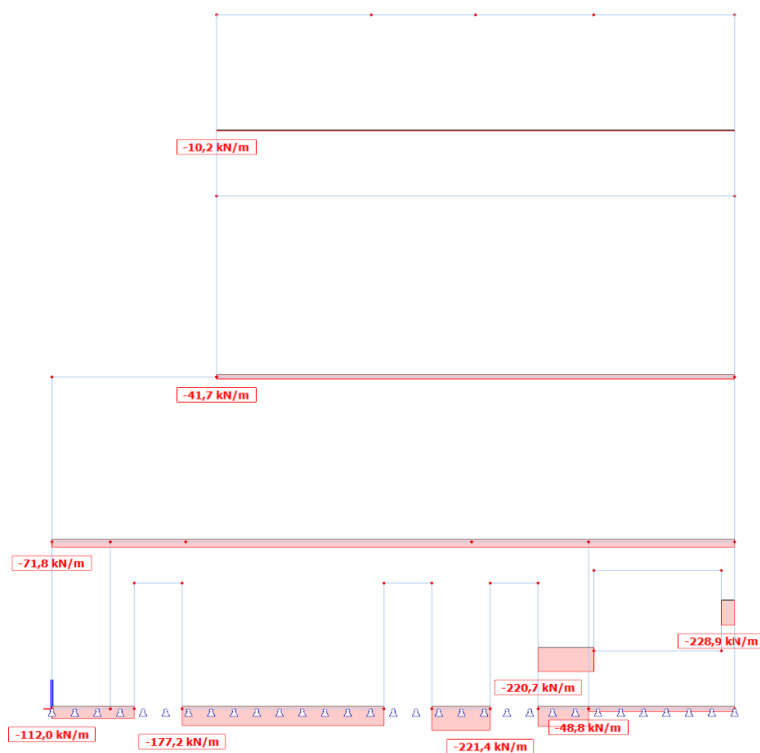
Med (kNm) - seizmika



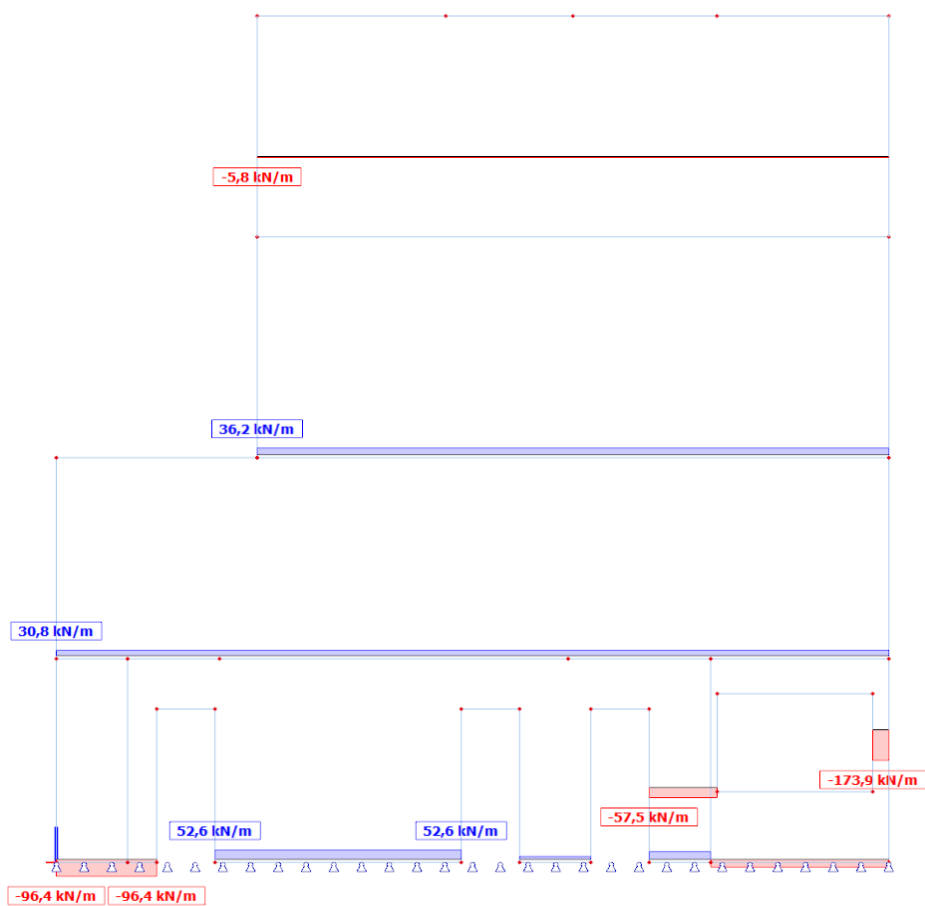
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	380,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		375,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	477,60	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-480,70	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	312,60	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-860,70	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,07 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 1418,98 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,040 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,971$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,72	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,079$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 0,82$$

odabrano:	6	Φ 16	$A_{s1} =$	12,06	cm ²
-----------	---	------	------------	-------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 468,9 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 2706,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 468,9 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 2706,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,402 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 885,6 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 468,9 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 885,6 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 2

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	328,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	328,00	cm	duljina zida	$l_w =$	1285,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	308,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,08	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		1280,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	1779,30	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-470,31	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	553,40	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-1323,55	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,03 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 4959,69 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{Sd}) = -0,90 \quad \text{nije potrebna dodatna armatura u rubovima zida}$$

odabrano:	4	Φ 16	$A_{s1} =$	8,04	cm ²
-----------	---	------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 830,1 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 9222,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 830,1 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 9222,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,250 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 2994,6 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 830,1 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 2994,6 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 3

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	360,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	360,00	cm	duljina zida	$l_w =$	975,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	340,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,40	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		970,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravnini zida	$M_{Ed,max} =$	63,90	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-90,68	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	104,80	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-704,93	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,02 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 508,61 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 5,43$$

odabrano: 4 $\Phi 16$ $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 157,2 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 6990,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 157,2 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 6990,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,063 < 2$$

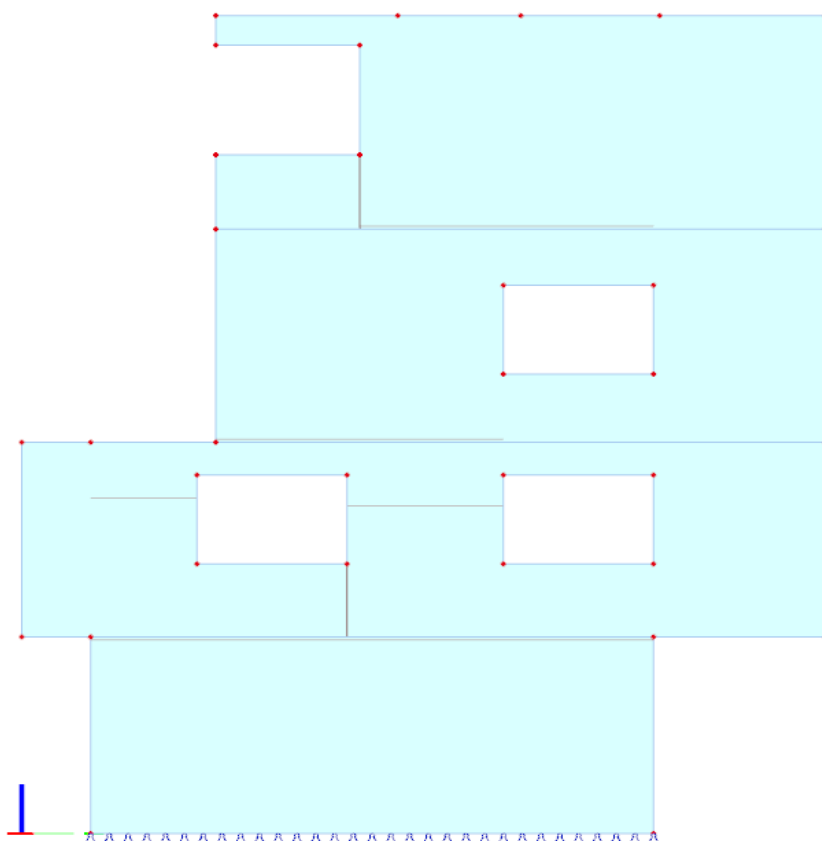
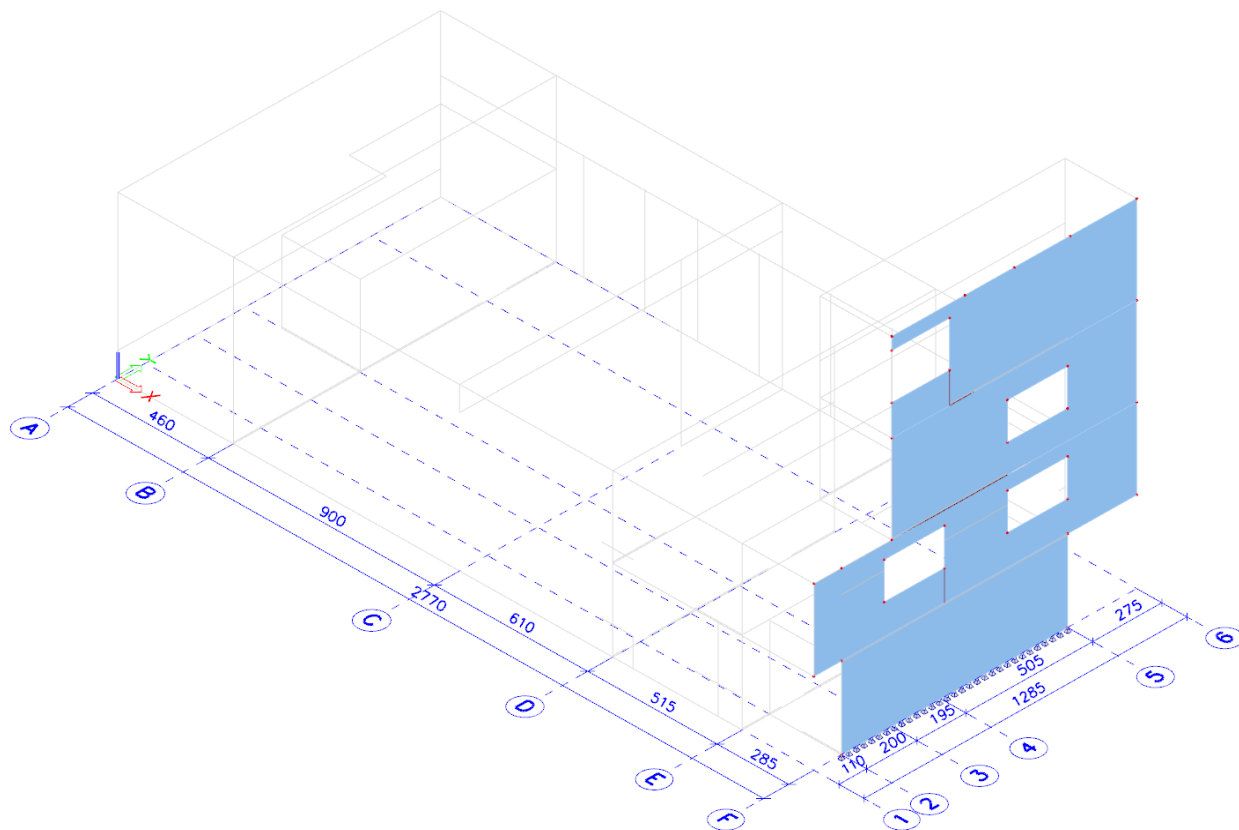
$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 2272,2 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

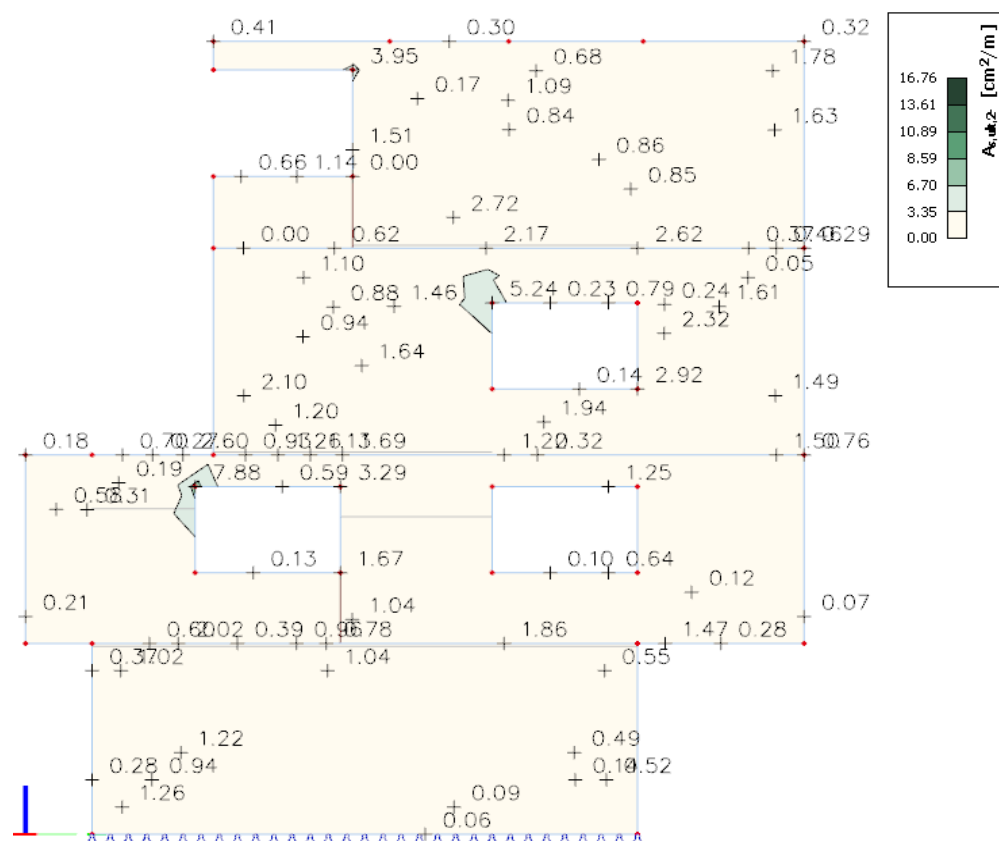
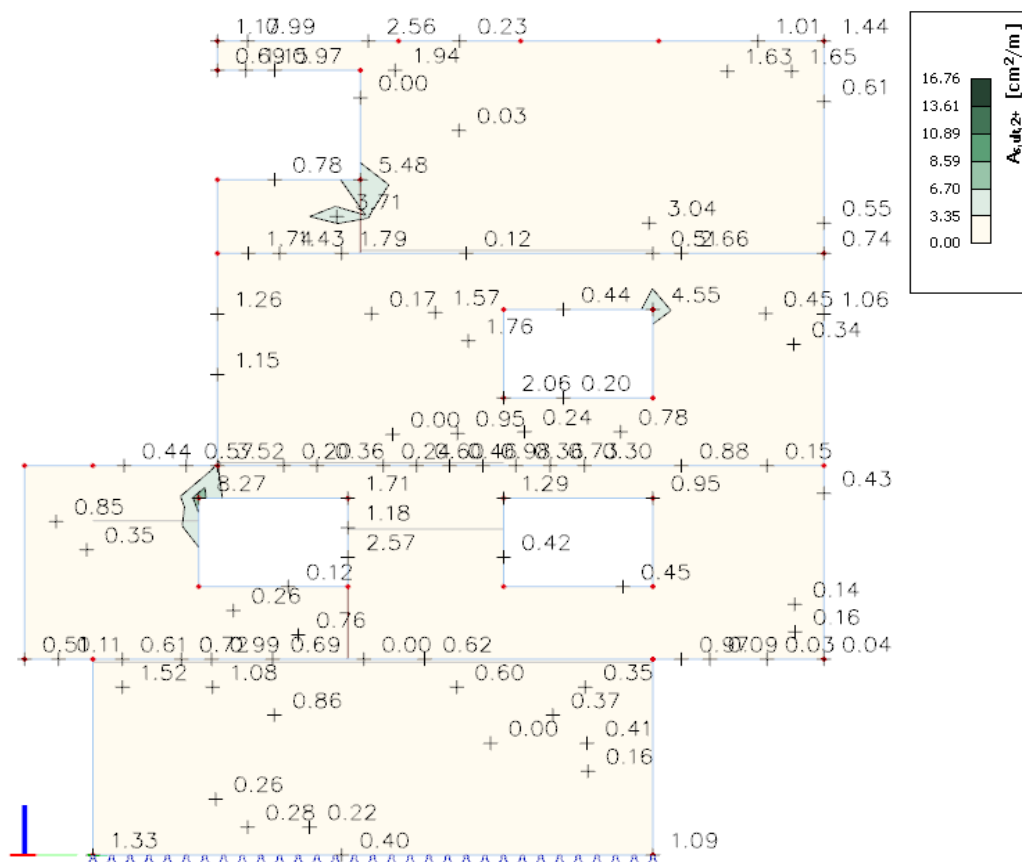
$$V_{Ed}' = 157,2 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 2272,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

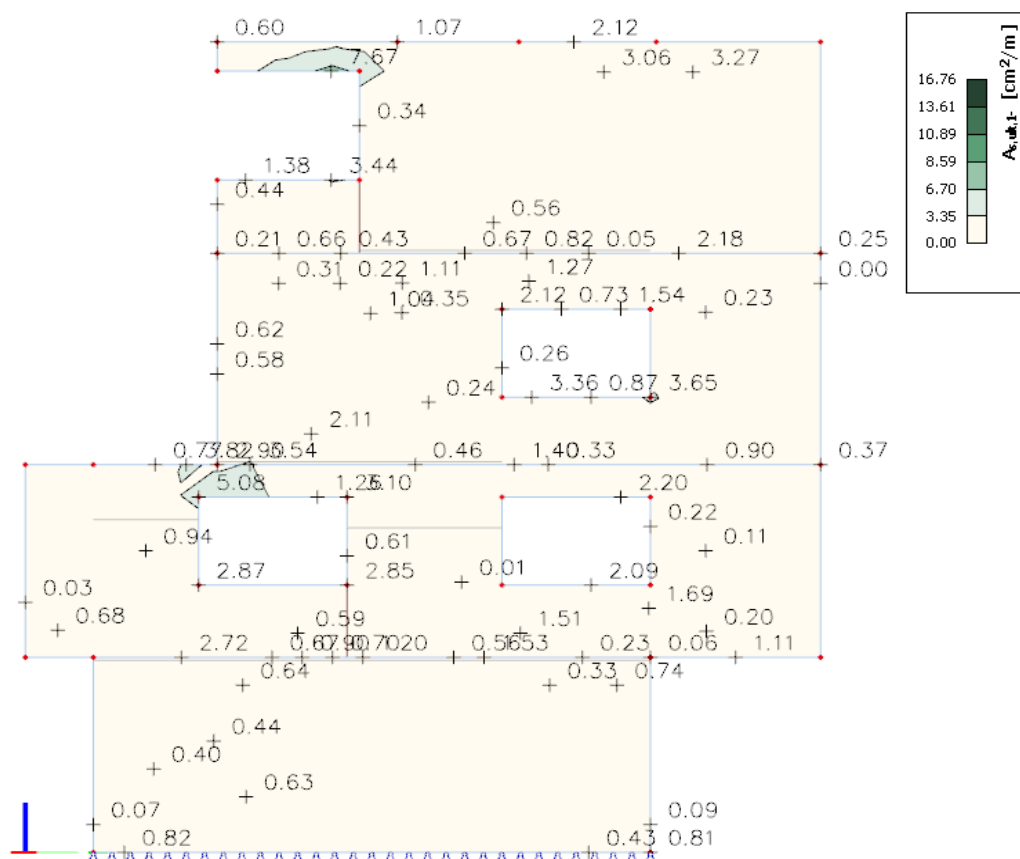
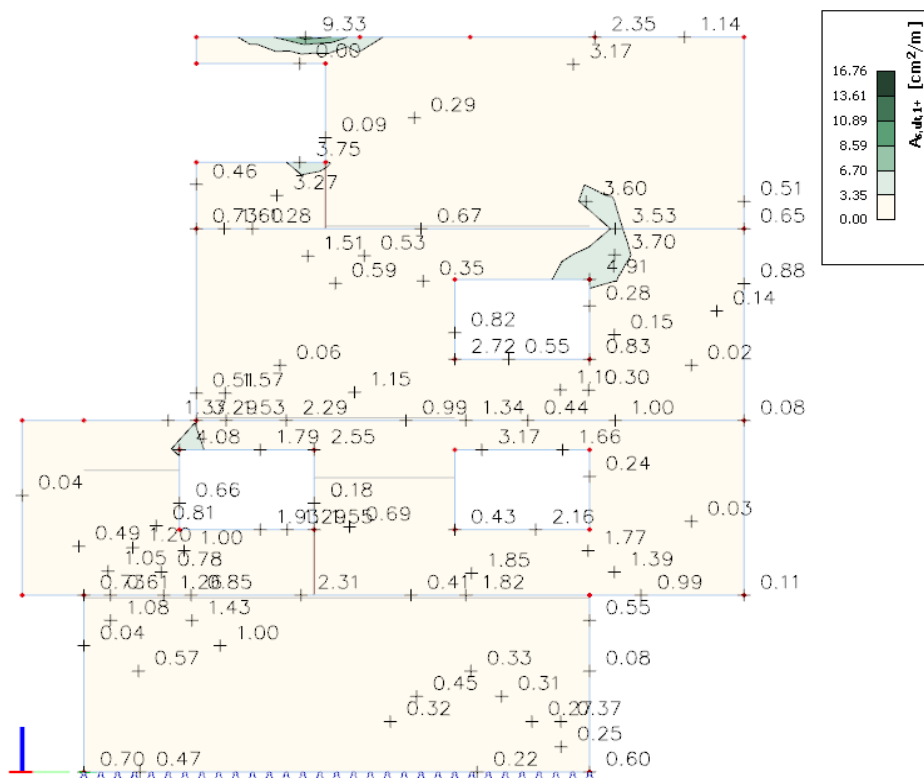
9.7. PRORAČUN ZIDA U OSI F



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm²/m')

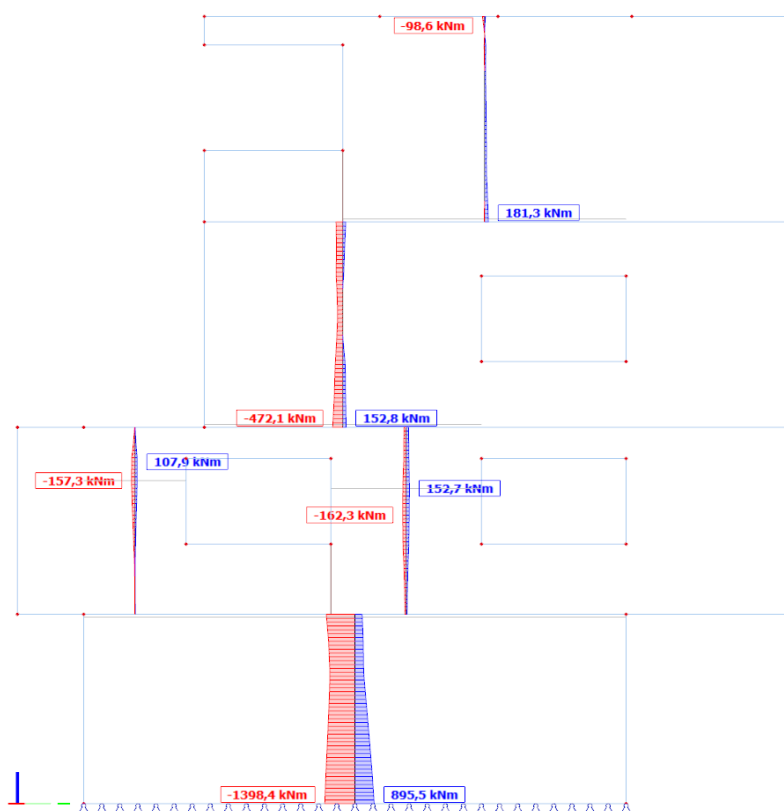


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

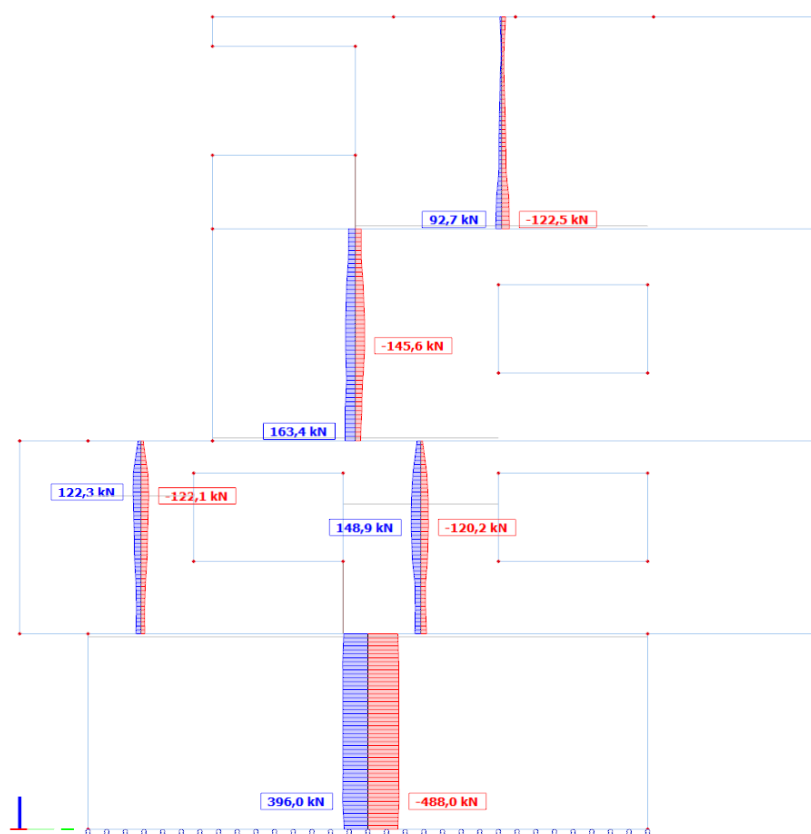


Unutarnje sile u zidu

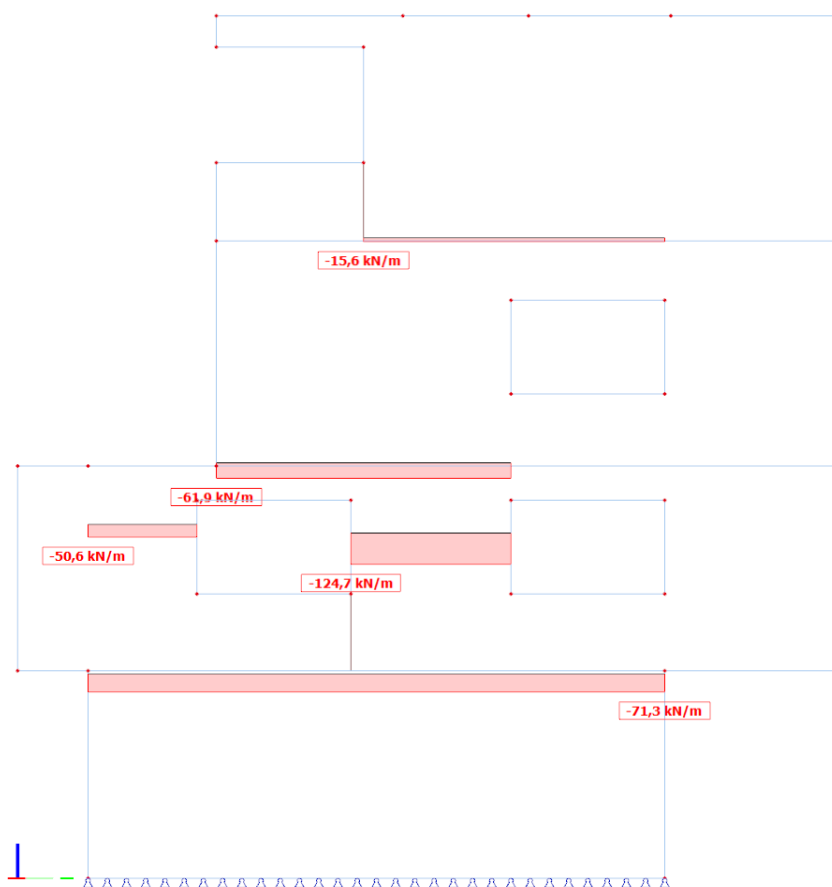
Med (kNm) - seizmika



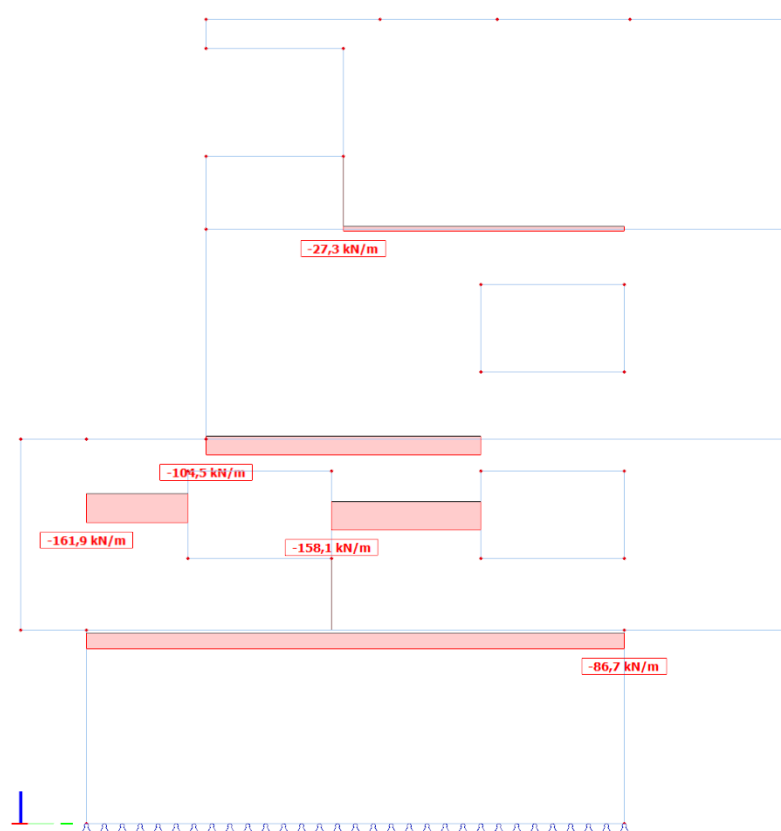
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	900,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		895,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	1254,70	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	92,70	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	505,80	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-1347,30	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,04 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 966,82 \quad \text{kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 9,07$$

odabrano:	6	Φ 16	$A_{s1} =$	12,06	cm ²
-----------	---	------	------------	-------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 758,7 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 6450,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 758,7 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 6450,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,276 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 2097,4 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 758,7 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 2097,4 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 2

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	328,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	328,00	cm	duljina zida	$l_w =$	170,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	308,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,08	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		165,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	154,00	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	186,15	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	129,90	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-358,19	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,06 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 18,80 \quad \text{kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 5,57$$

odabrano: 4 $\Phi 16$ $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 194,85 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 1194,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 194,9 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1194,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,697 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 396,2 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 194,9 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 396,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 3

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	360,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	360,00	cm	duljina zida	$l_w =$	460,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	340,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,40	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		455,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravnini zida	$M_{Ed,max} =$	454,80	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	195,96	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	158,20	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-765,44	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,05 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 57,61 \quad \text{kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 8,04$$

odabrano: 6 Φ 16 $A_{s1} = 12,06 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 237,3 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 3282,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 237,3 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 3282,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,625 < 2$$

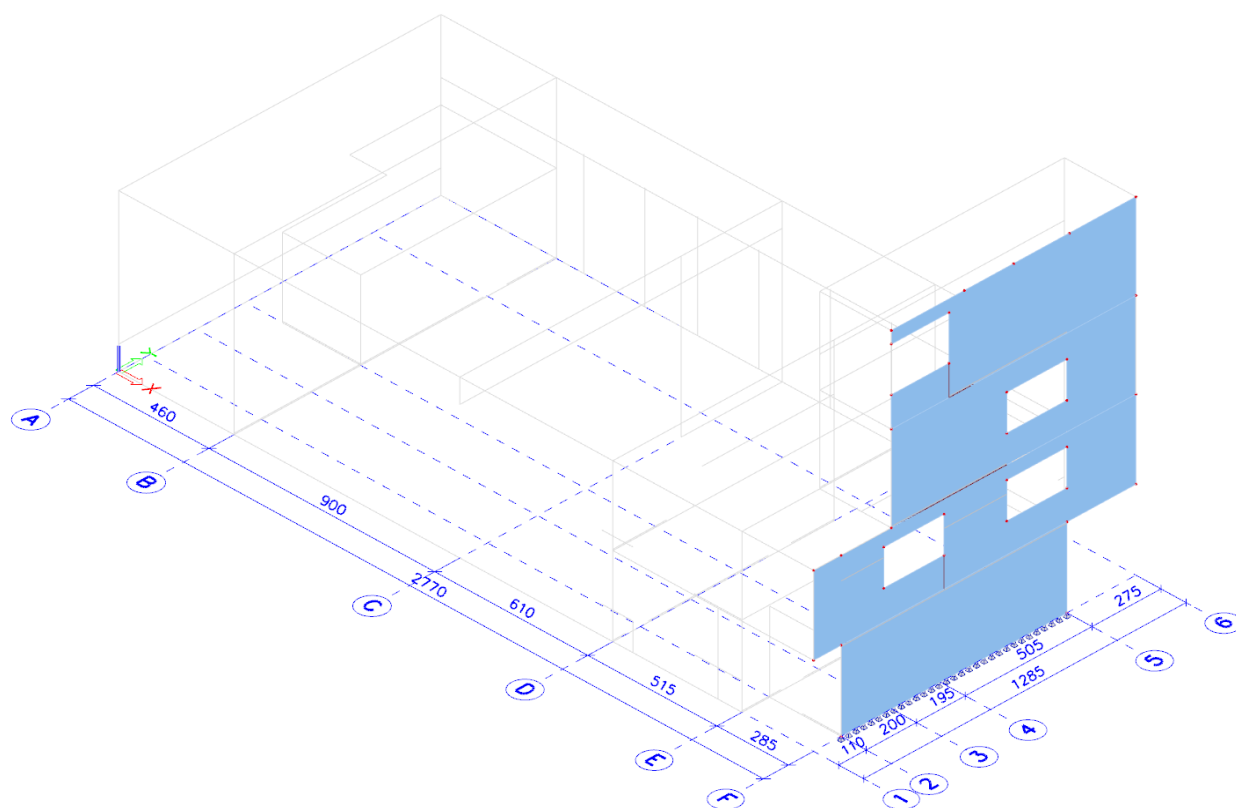
$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 1072,0 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

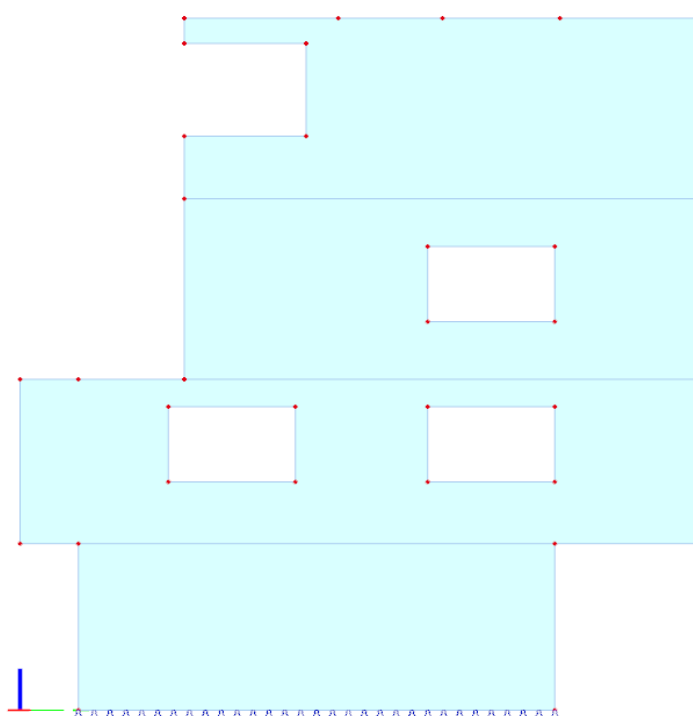
$$V_{Ed}' = 237,3 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 1072,0 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

9.8. PRORAČUN VN U OSI F

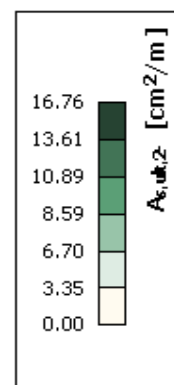
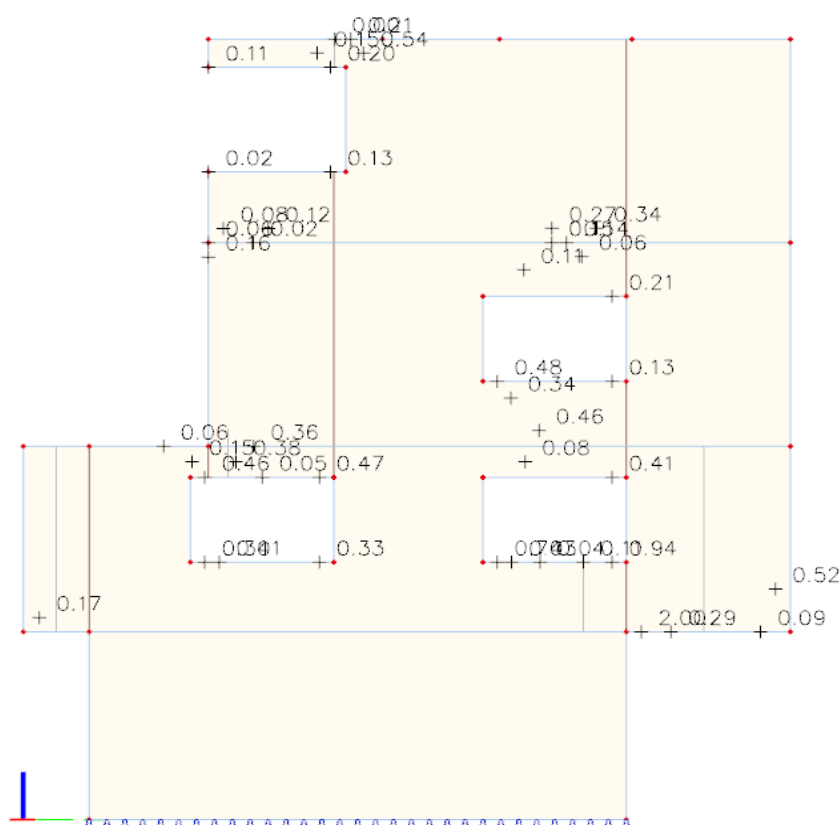
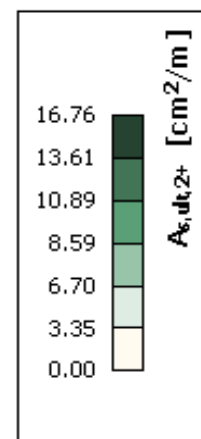
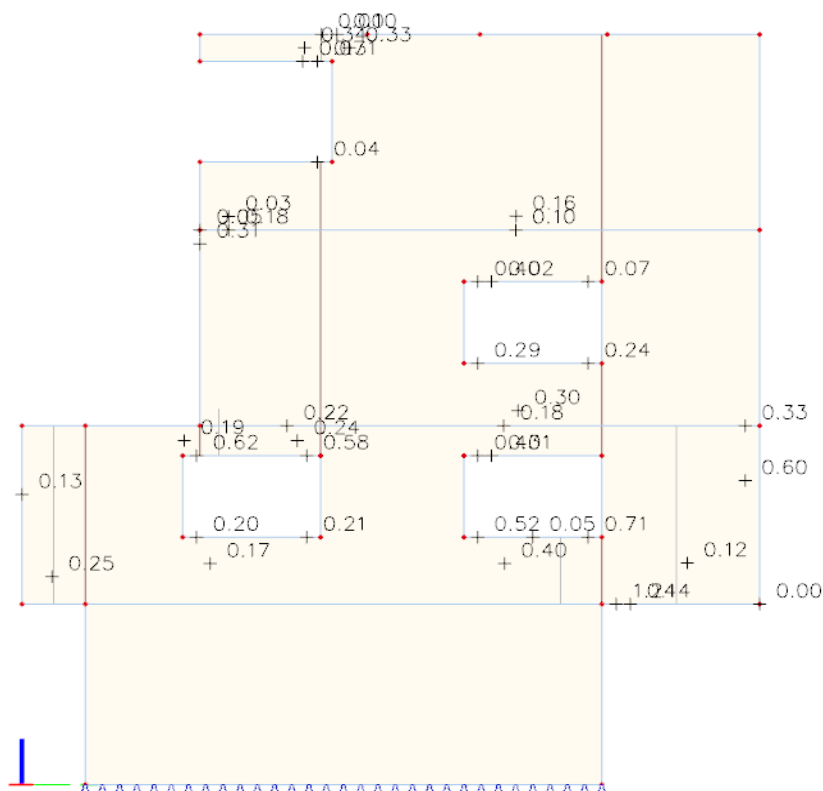


Pogled na zid u osi F

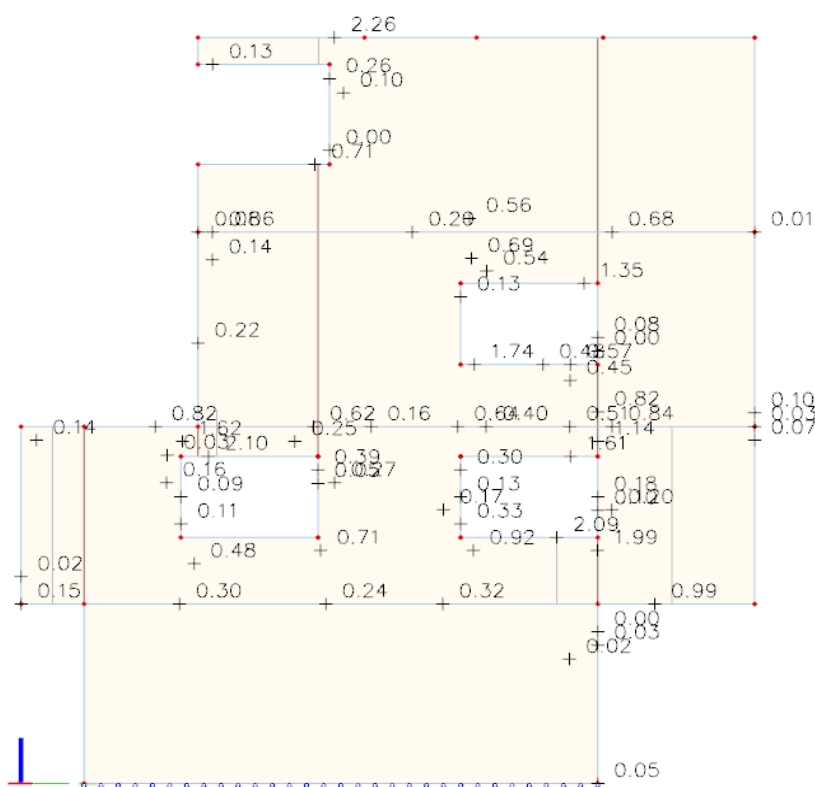
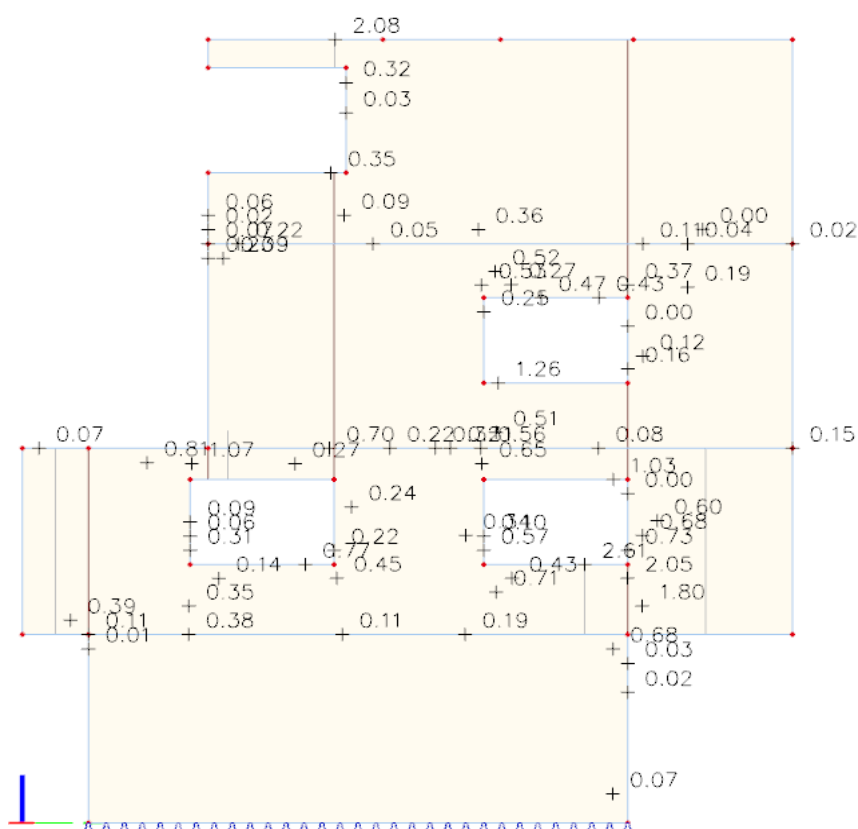


PRIKAZ DIJAGRAMA ARMATURE IZ SCIA ENGINEER

Dijagrami armature u smjeru Y (vertikalna armatura) (cm^2/m') - model omekanjene ploče



Dijagrami armature u smjeru X (horizontalna armatura) (cm^2/m) - model omekanjene ploče



PRORAČUN VISOKOSTIJENOG NOSAČA

- zbog prostornog djelovanja i međusobne interakcije s ostalim elementima visokostijeni nosač se neće promatrati kao izdvojeni 2D element, već kao element u sklopu cjelokupnog 3D modela

širina zida:	b =	20	cm
visina zida h_1 =:	h_1 =	1048	cm
visina zida h_2 =:	h_2 =	328	cm
visina zida h_3 =:	h_3 =	540	cm
raspon zida l_1 :	l_1 =	275	cm
raspon zida l_2 :	l_2 =	110	cm
raspon zida l_3 :	l_3 =	210	cm

Provjera minimalne debljine nosača iz uvjeta izbočenja tlačnog pojasa

$$b_{min} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{SLS}}{100 \cdot \sigma_s \cdot h}} = 4,67 \text{ cm}$$

(zid je ukrućen pločom na donjem i gornjem rubu)
Odabrana debljina zida od 20 cm zadovoljava uvjet

$$q_{SLS} = 1,00 \text{ kN/cm}$$

$$\sigma_s = 0,25 f_{ck,cube} = 0,75 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ck,cube} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$h_{max} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{maksimalna visina nosača između dviju ploča})$$

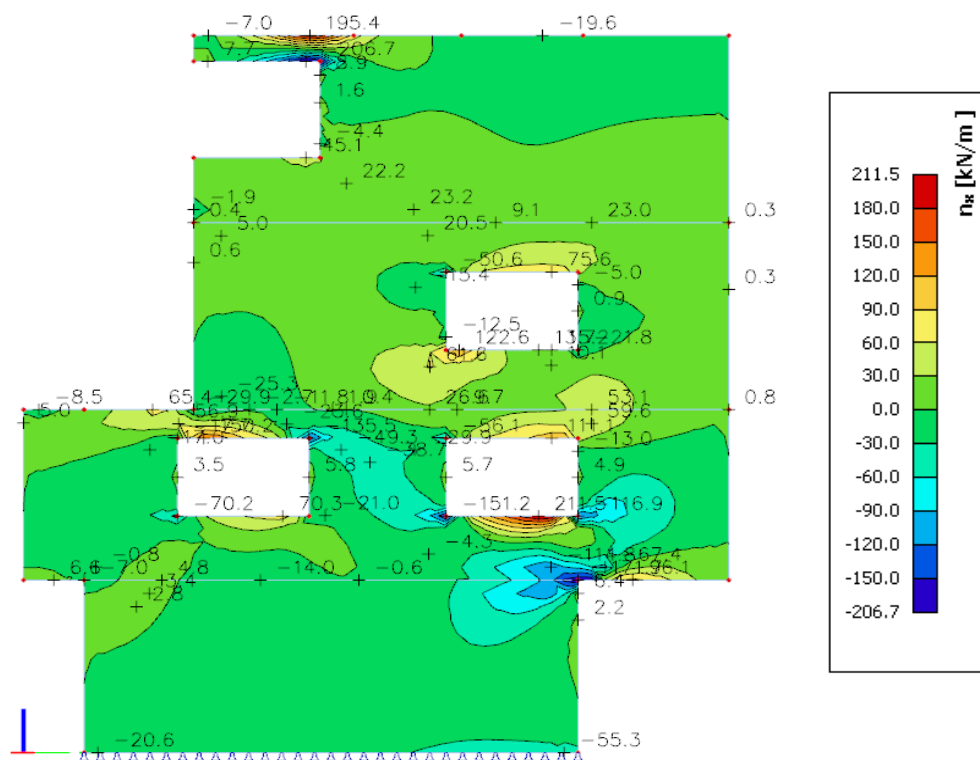
$$h_{min} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{minimalna visina nosača između dvije ploče})$$

$$h_{sr} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{srednja visina nosača})$$

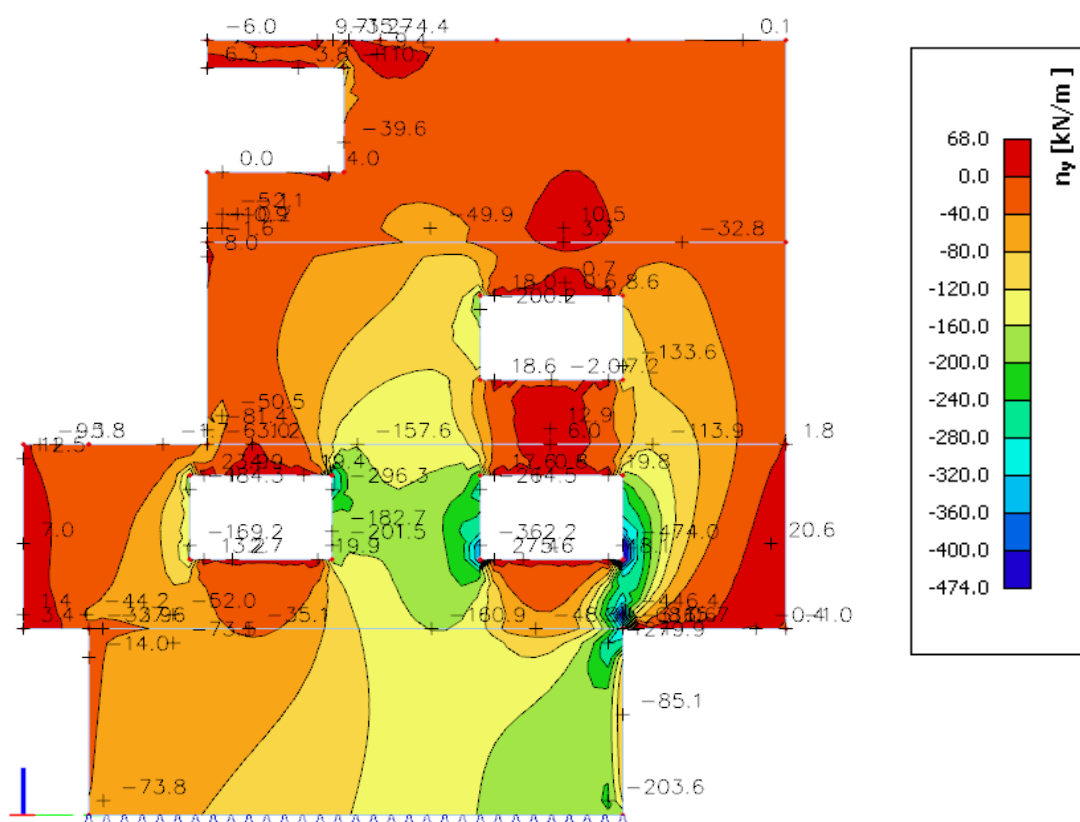
$$l = 275 \text{ cm} \quad (\text{raspon zida})$$

Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača - AO3

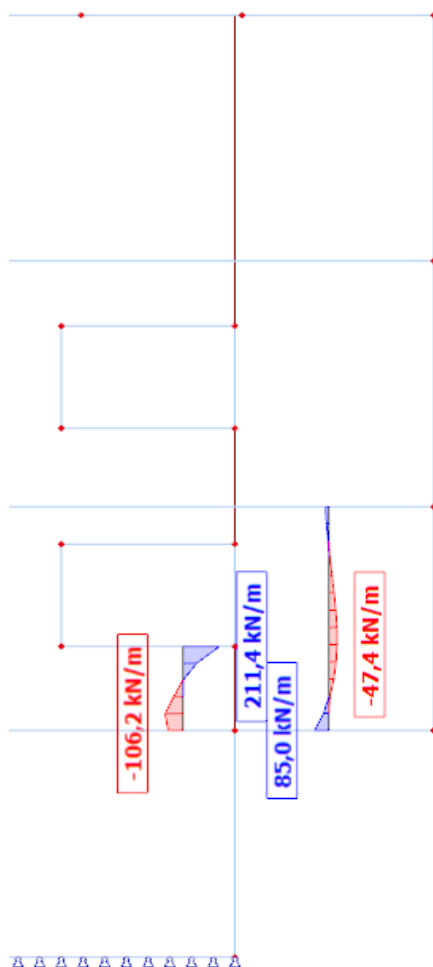
vlačna sila n_x



vlačna sila n_y



Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača



Glavna vlačna armatura

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 211,4 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 0,5 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

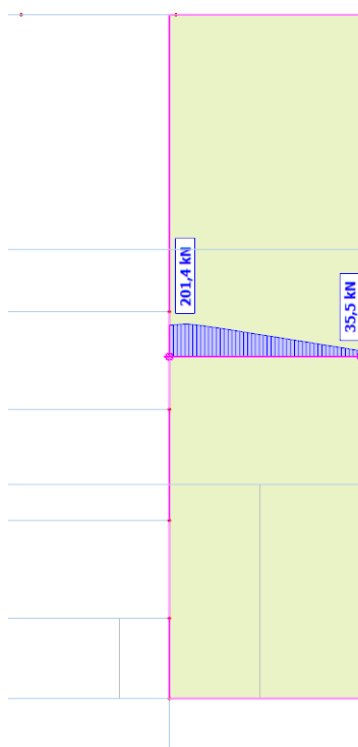
$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h/2 = 52,9 \text{ kN}$$

potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 1,22 \text{ cm}^2$$

odabrano: **2 Φ 16 $A_{s1,prov} = 4,02 \text{ cm}^2$**

Proračun vertikalne i horizontalne armature u hrptu nosača



ukupna sila:

$$V_{Ed} = 201,0 \text{ kN}$$

maksimalna poprečna sila:

$$V_{Rd,max} = 0,1 \times b \times h \times 0,85 f_{cd} = 3563,2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 1/3 V_{Rd,max} = 1187,73 \text{ kN}$$

ugraditi minimalnu armaturu hrpta

minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,25 \times b = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

mreže obostrano:

odabranc **Q-335**

$$A_{s1,prov} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

potrebna vert. armatura u širini od $2b = 40 \text{ cm}$ (unutar zida na koji se oslanja visokostijeni nosač)

$$A_{s1,req} = V_{Ed}/f_{yd} = 0,82 \text{ cm}^2$$

dvorezne ver. vilice:

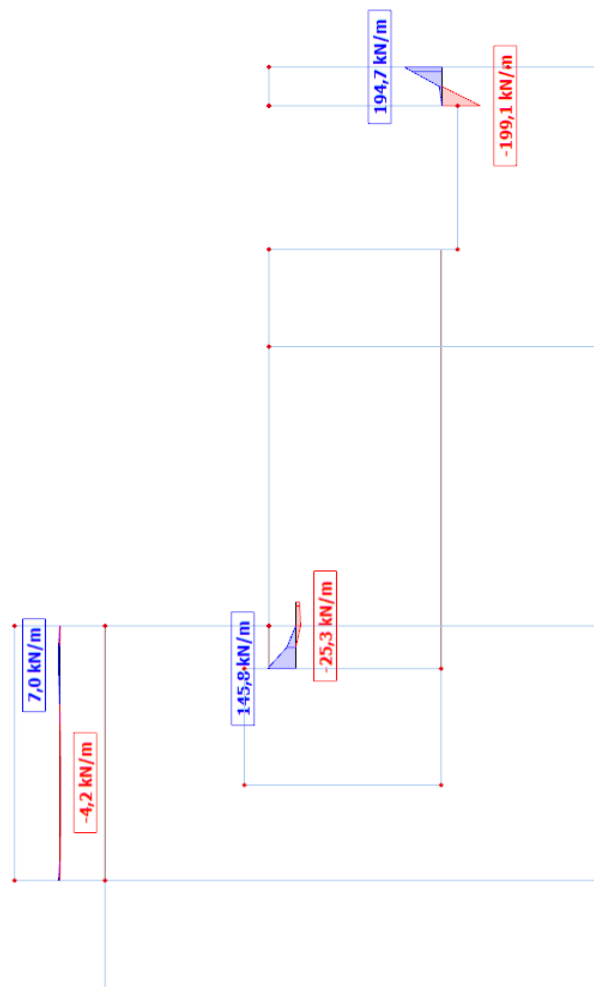
odabranc

4

Φ 14

$$A_{s1,prov} = 12,31 \text{ cm}^2$$

Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača



Glavna vlačna armatura

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 145 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 0,55 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h/2 = 39,9 \text{ kN}$$

potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 0,92 \text{ cm}^2$$

odabrano:

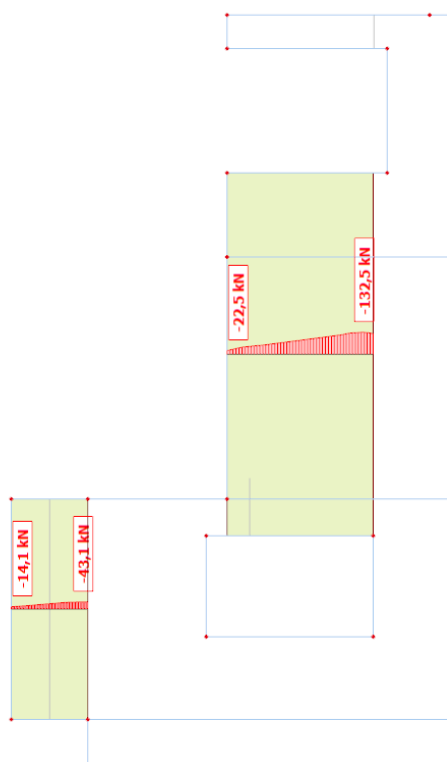
2

Φ 14

$A_{s1,prov} =$

3,08

cm²

Proračun vertikalne i horizontalne armature u hrptu nosača

ukupna sila:

$$V_{Ed} = 132,5 \text{ kN}$$

maksimalna poprečna sila:

$$V_{Rd,max} = 0,1 \times b \times h \times 0,85 f_{cd} = 1836,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 1/3 V_{Rd,max} = 612,00 \text{ kN}$$

ugraditi minimalnu armaturu hrpta

minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,25 \times b = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mreže obostrano:

odabranc Q-335

$$A_{s1,prov} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Proračun armature za vješanje tereta u tlačnu zonu opterećenje u dnu zida zida

$$R_z = 1,6 \text{ kN}$$

$$l = 1,1 \text{ m}$$

$$q_{Ed} = 1,45 \text{ kN/m}'$$

potrebna armatura za 1 lice zida:

$$A_{s1,req} = q_{Ed}/f_{yd} = 0,02 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

U vilice

odabranc $\Phi 8$ / 15 cm

$$A_{s1,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

sidriti do 2/3 visine zida

Zadovoljava!**potrebna vert. armatura u širini od $2b = 40 \text{ cm}$ (unutar zida na koji se oslanja visokostijeni nosač)**

$$A_{s1,req} = V_{Ed}/f_{yd} = 0,52 \text{ cm}^2$$

dvorezne ver. vilice:

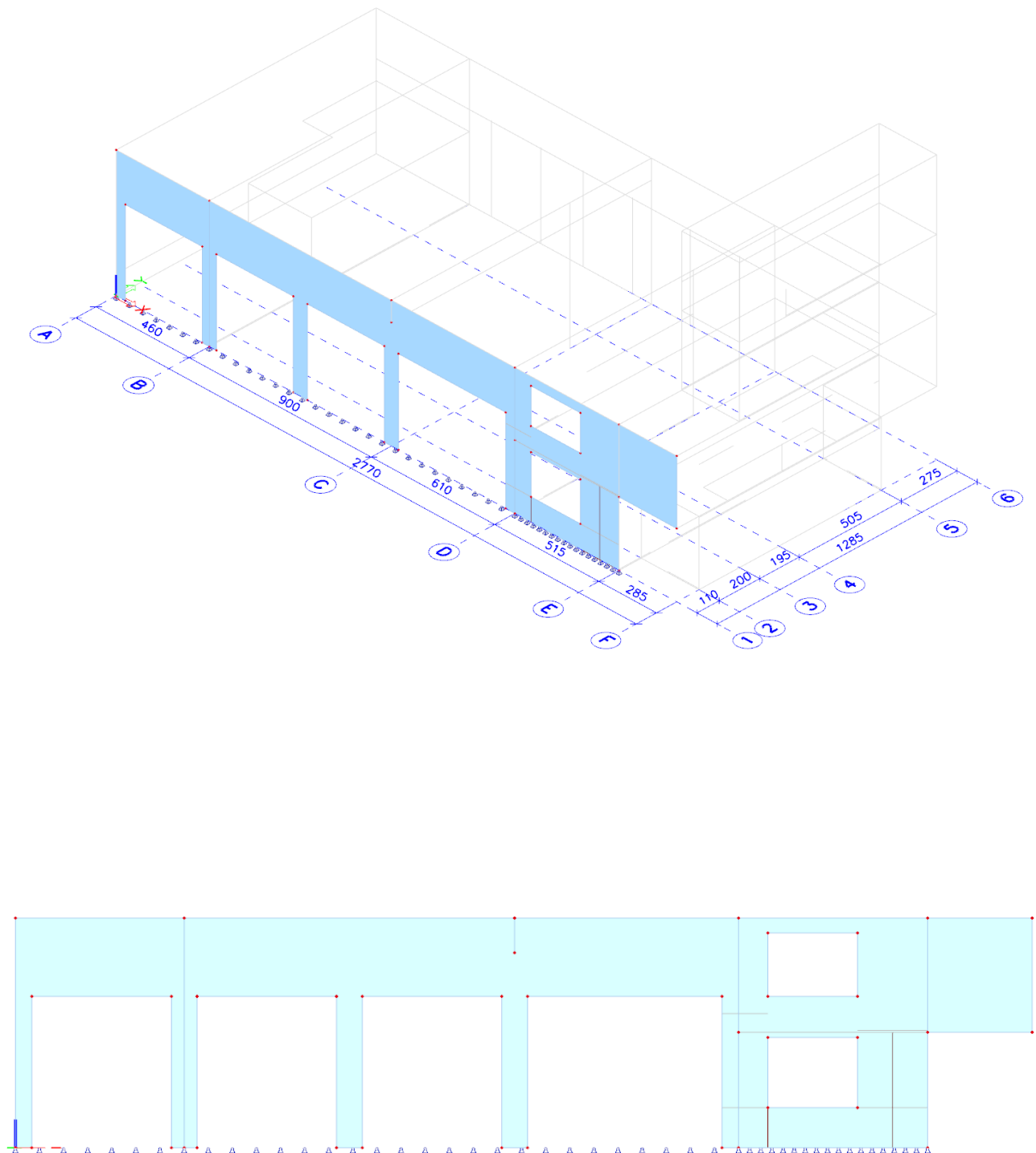
odabranc

4

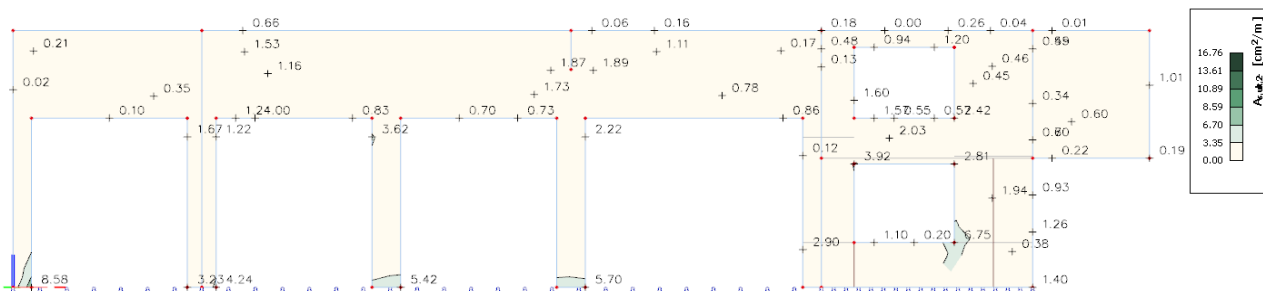
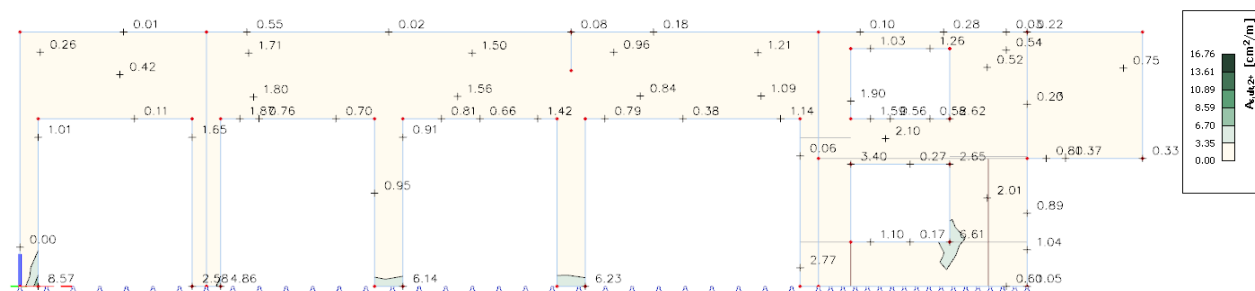
 $\Phi 14$

$$A_{s1,prov} = 12,31 \text{ cm}^2$$

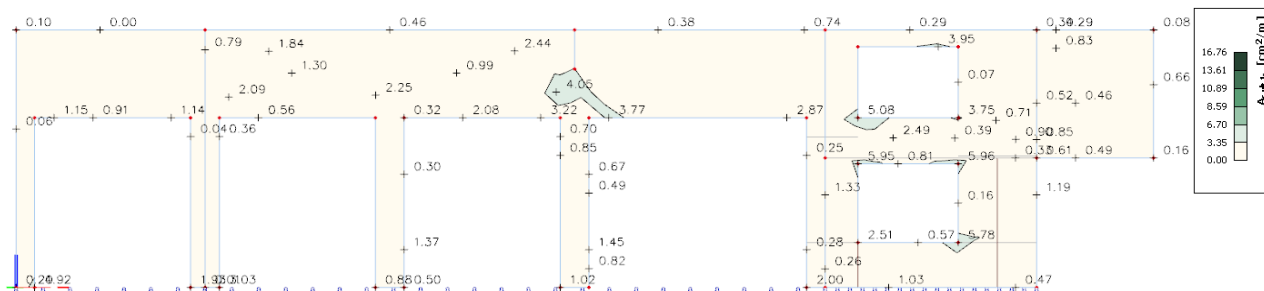
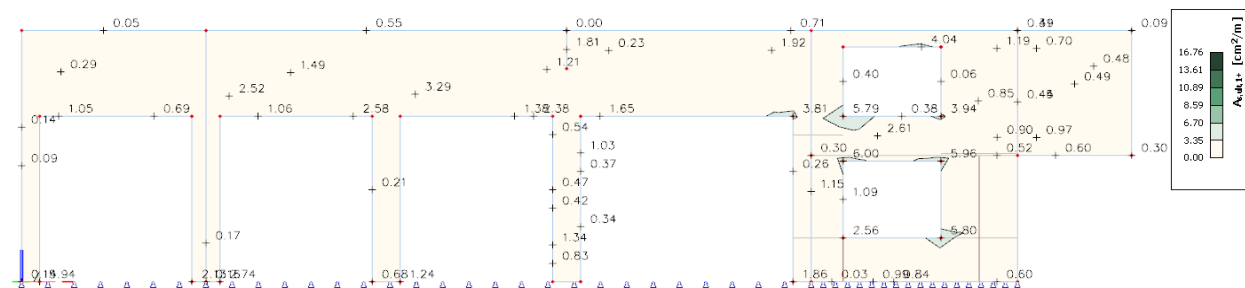
9.9. PRORAČUN ZIDA U OSI 1



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

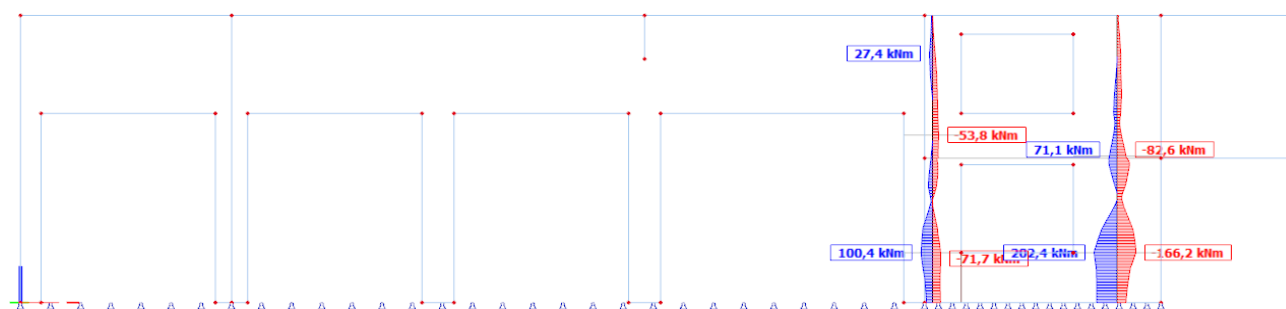


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

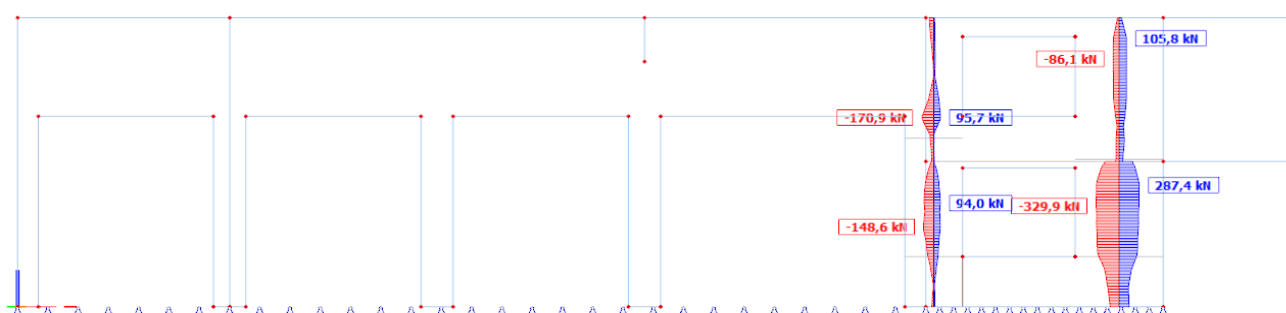


Unutarnje sile u zidu

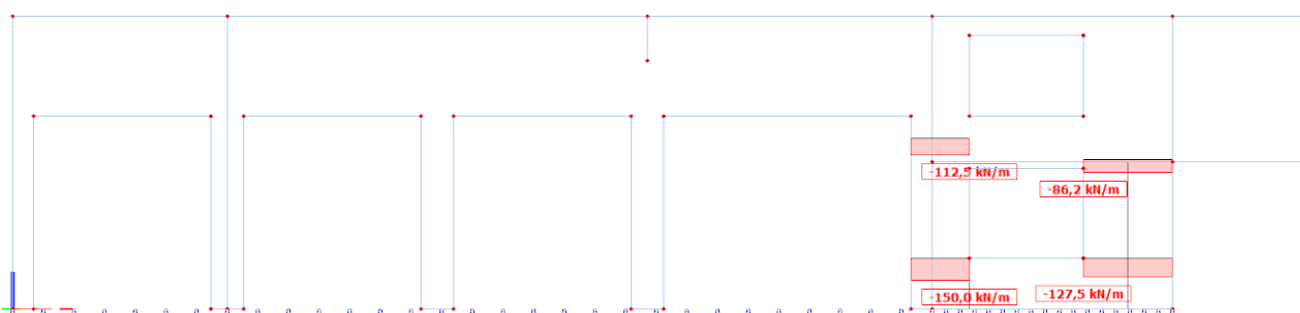
Med (kNm) - seizmika



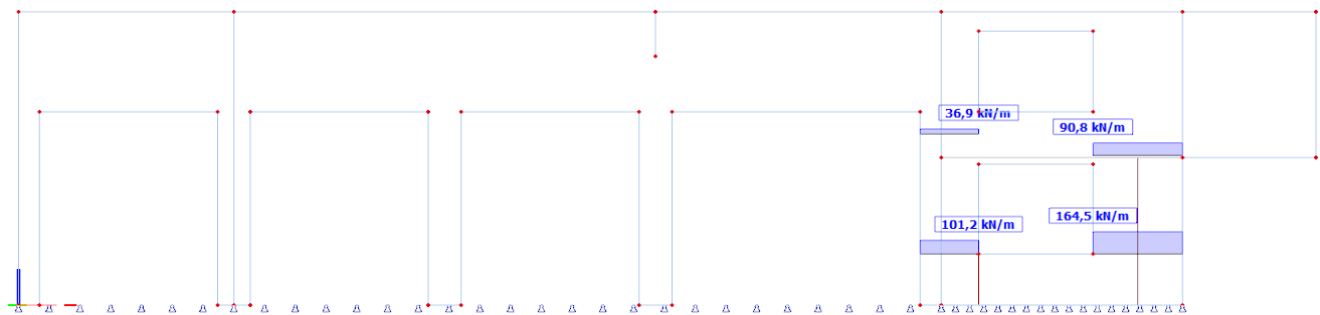
Ved (kN) -seizmika



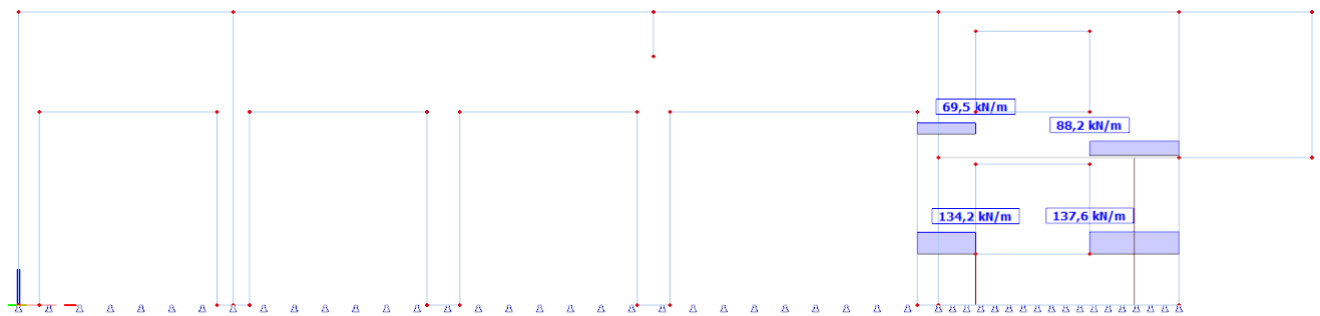
Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - $P_x+0,3P_y$



Ned (kN) - $0,3P_x+P_y$



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	30,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	191,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,00	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		187,00	cm
				$d_y = h - d_1 =$		26,00	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravnini zida	$M_{Ed,max} =$	202,40	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	70,67	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	330,00	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-557,72	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,06 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 157,98 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 3,80$$

odabrano:	4	$\Phi 14$	$A_{s1} =$	6,15	cm ²
-----------	---	-----------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 495 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 120,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 2019,6 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 495,0 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 2019,6 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,321 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 445,1 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00223$$

$$V_{Ed}' = 495,0 \text{ kN} > V_{Rd,s} = 445,1 \text{ kN}$$

Ne zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 2

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	328,00	cm	debljina zida	$b_w =$	30,00	cm
visina etaže	$h_e =$	328,00	cm	duljina zida	$l_w =$	125,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	308,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,08	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		120,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		25,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	100,40	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-19,75	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	149,00	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-355,25	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,06 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 121,97 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,020 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,981$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,12	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,053$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 2,38$$

odabrano: 4 $\Phi 16$ $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 223,5 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 120,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta) = 1305,7 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg}\Theta = \text{tg}\Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 223,5 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1305,7 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,539 < 2$$

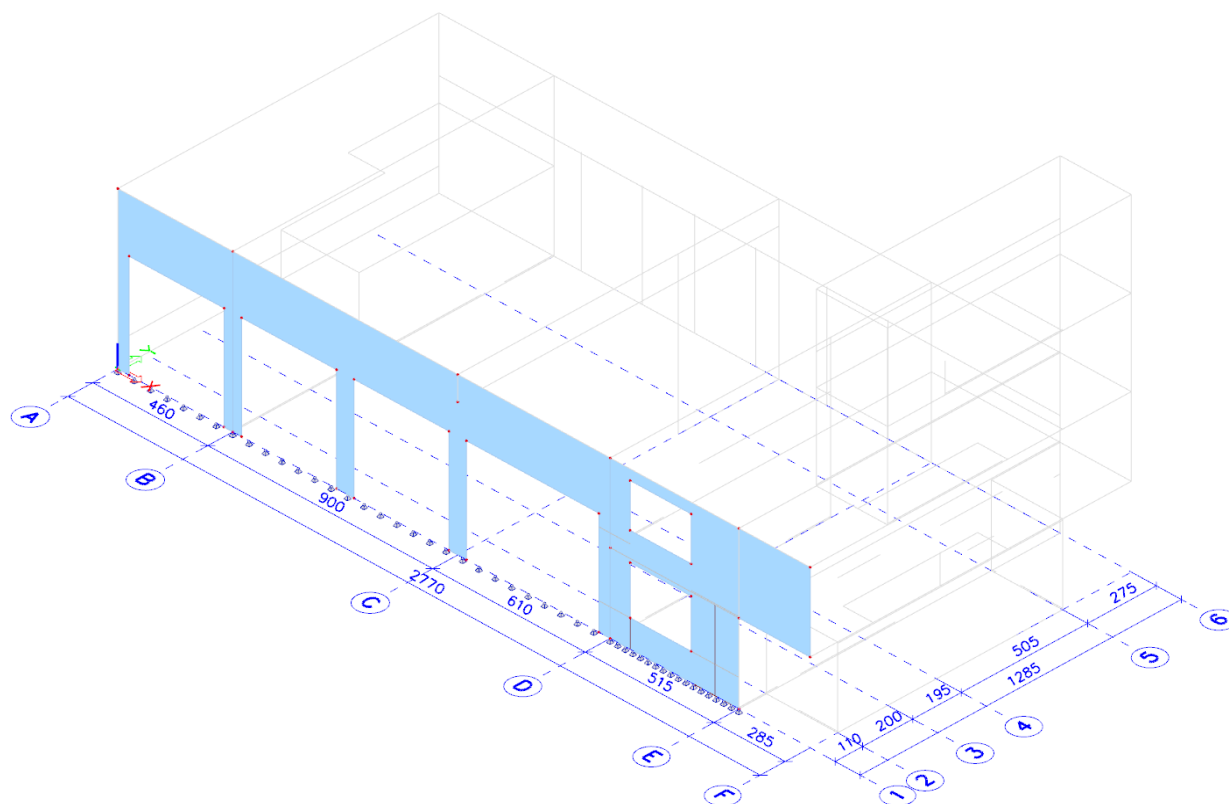
$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg}\Theta = 291,3 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00223$$

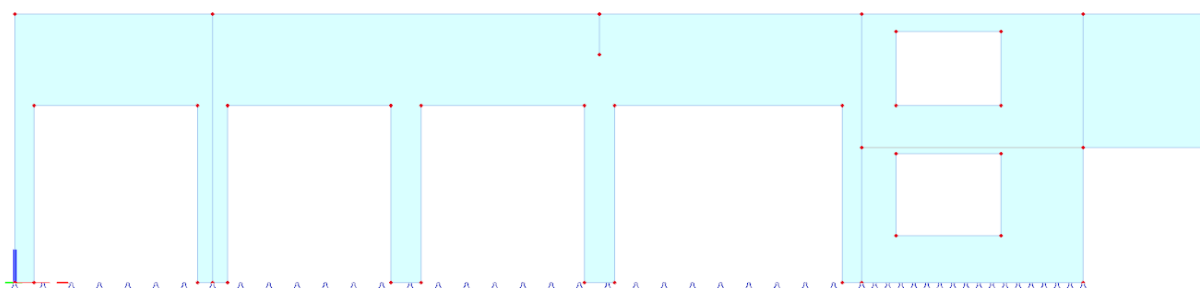
$$V_{Ed}' = 223,5 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 291,3 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

9.10. PRORAČUN VN U OSI 1

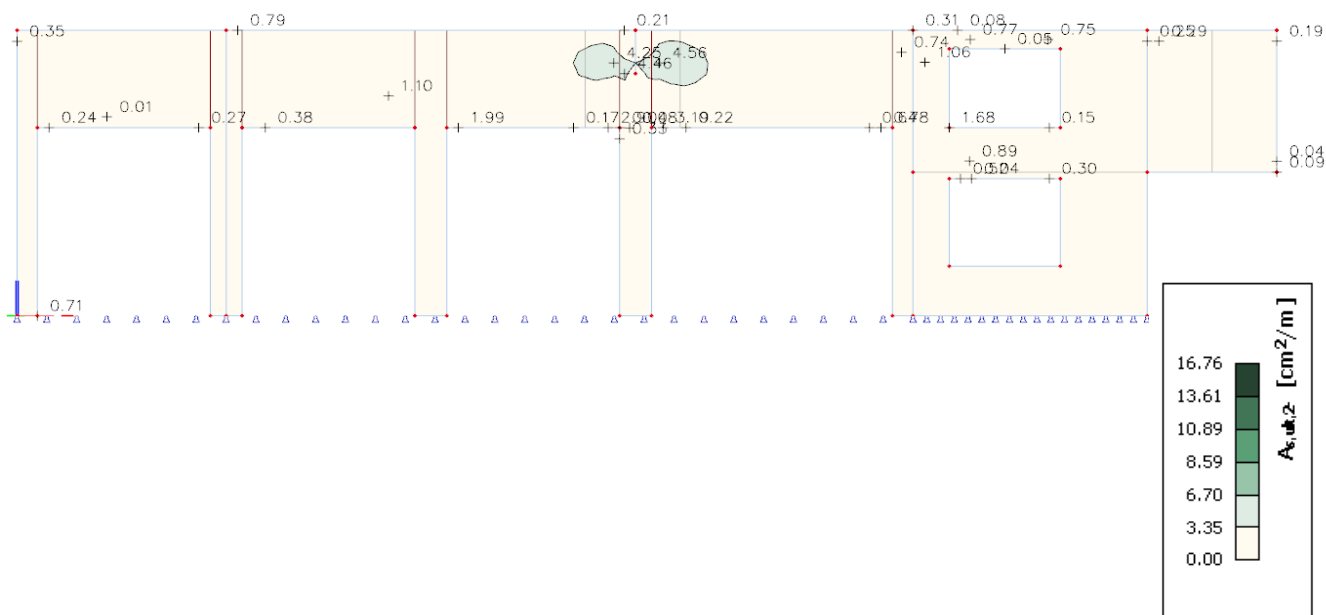
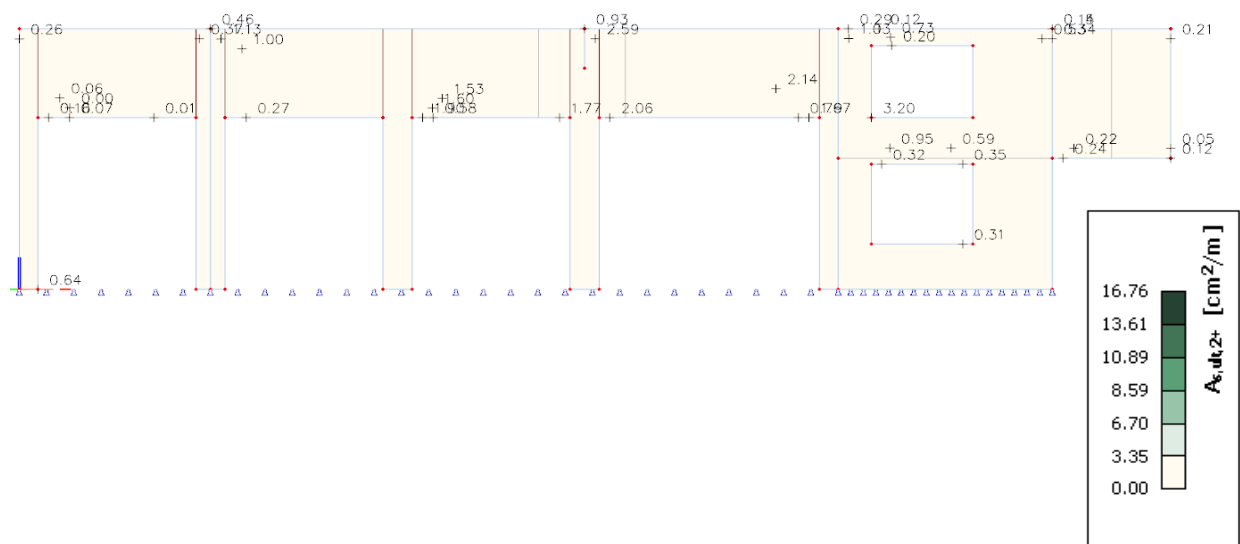


Pogled na zid u osi F

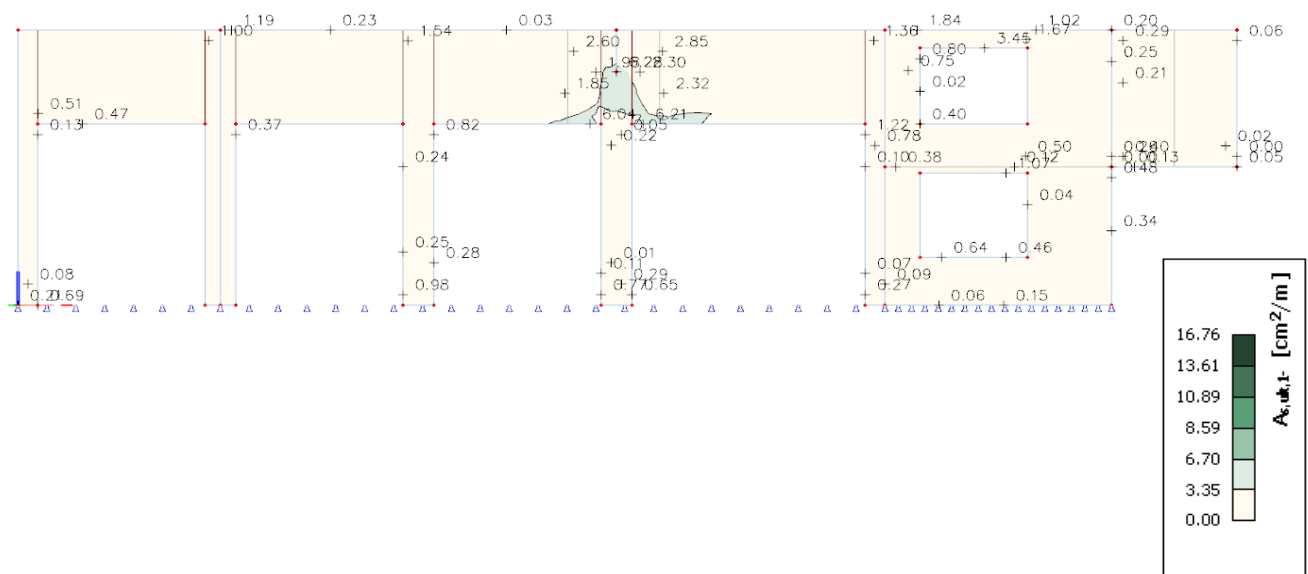
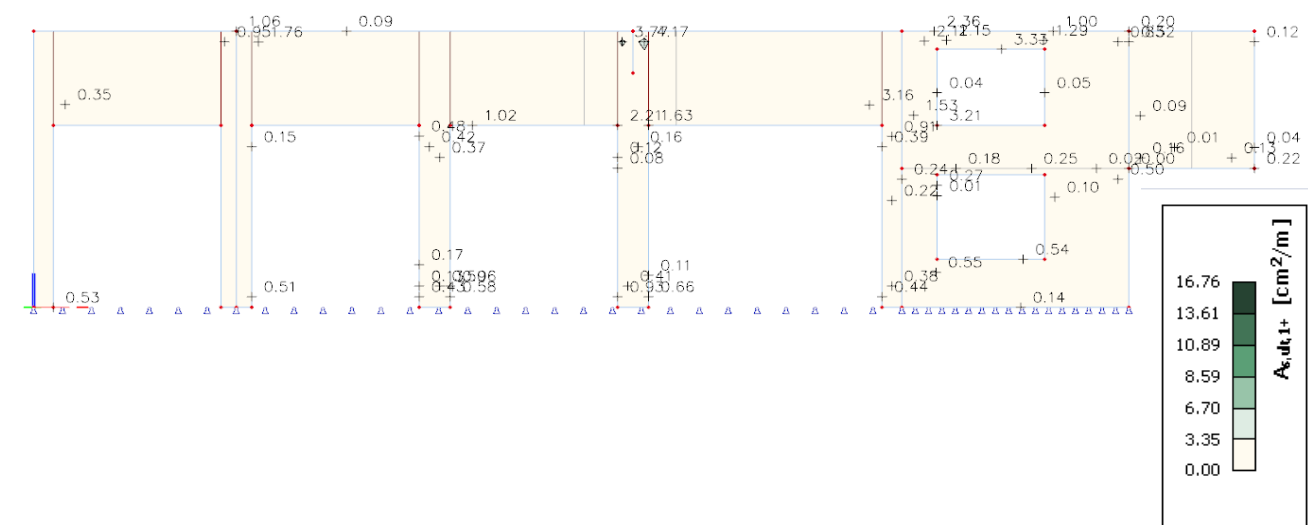


PRIKAZ DIJAGRAMA ARMATURE IZ SCIA ENGINEER

Dijagrami armature u smjeru Y (vertikalna armatura) (cm^2/m) - model omekanjene ploče



Dijagrami armature u smjeru X (horizontalna armatura) (cm^2/m') - model omekanjene ploče



PRORAČUN VISOKOSTIJENOG NOSAČA

- zbog prostornog djelovanja i međusobne interakcije s ostalim elementima visokostijeni nosač se neće promatrati kao izdvojeni 2D element, već kao element u sklopu cjelokupnog 3D modela

širina zida b_1 :	$b_1 =$	20	cm
širina zida b_2 :	$b_2 =$	30	cm
visina zida h_1 =:	$h_1 =$	225	cm
visina zida h_2 =:	$h_2 =$	328	cm
raspon zida l_1 :	$l_1 =$	380	cm
raspon zida l_2 :	$l_2 =$	530	cm
raspon zida l_3 :	$l_3 =$	285	cm

Provjera minimalne debljine nosača iz uvjeta izbočenja tlačnog pojasa

$$b_{min} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{SLS}}{100 \cdot \sigma_s \cdot h}} = 4,67 \text{ cm} \quad (\text{zid je ukrućen pločom na donjem i gornjem rubu})$$

Odabrana debljina zida od 20 cm zadovoljava uvjet

$$q_{SLS} = 1,00 \text{ kN/cm}$$

$$\sigma_s = 0,25 f_{ck,cube} = 0,75 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ck,cube} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$h_{max} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{maksimalna visina nosača između dviju ploča})$$

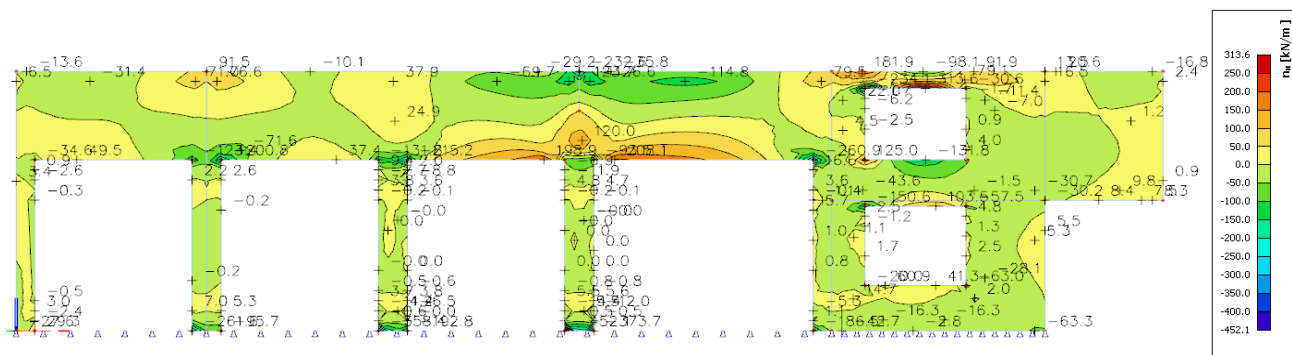
$$h_{min} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{minimalna visina nosača između dvije ploče})$$

$$h_{sr} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{srednja visina nosača})$$

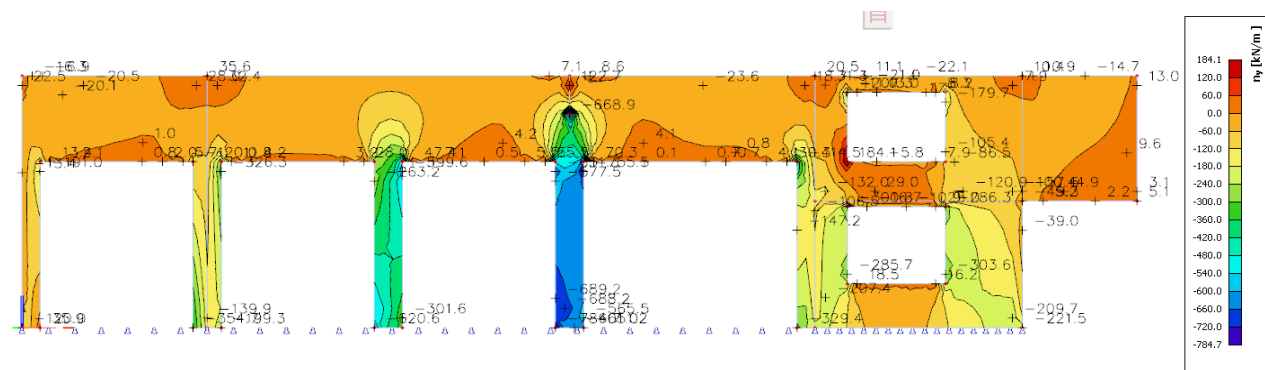
$$l = 275 \text{ cm} \quad (\text{raspon zida})$$

Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača - AO3

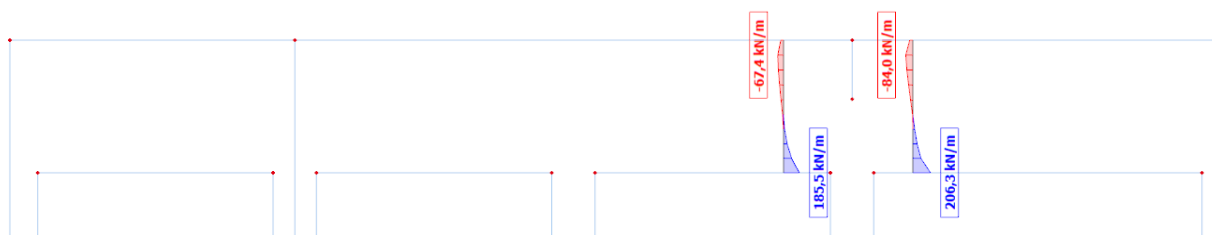
vlačna sila n_x



vlačna sila n_y



Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača



Glavna vlačna armatura

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 206 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 1,15 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

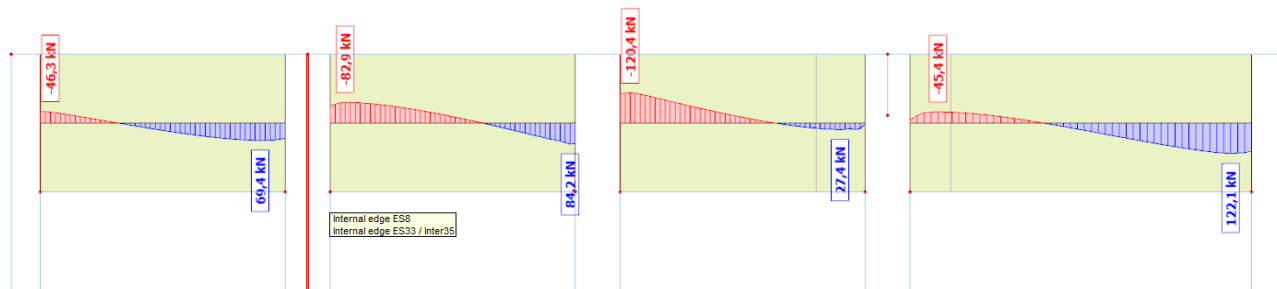
$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h/2 = 118,5 \text{ kN}$$

potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 2,72 \text{ cm}^2$$

odabrano: 2 $\Phi 16$ $A_{s1,prov} = 4,02 \text{ cm}^2$

Proračun vertikalne i horizontalne armature u hrptu nosača



ukupna sila:

$$V_{Ed} = 122,1 \text{ kN}$$

maksimalna poprečna sila:

$$V_{Rd,max} = 0,1 \times b \times h \times 0,85 f_{cd} = 1147,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 1/3 V_{Rd,max} = 382,50 \text{ kN}$$

ugraditi minimalnu armaturu hrpta

minimalna armatura:

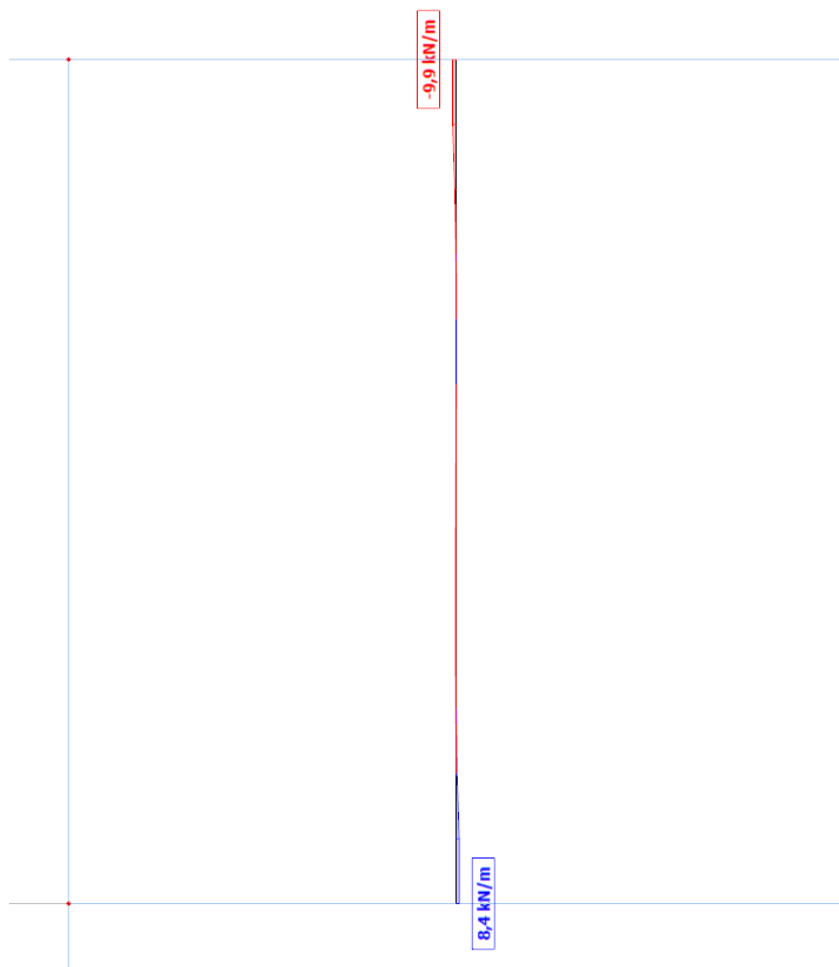
$$A_{s,min} = 0,25 \times b = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mreže obostrano:

odabrano **Q-335**

$$A_{s1,prov} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača



Glavna vlačna armatura

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 8,4 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 1 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h/2 = 4,2 \text{ kN}$$

potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 0,10 \text{ cm}^2$$

odabrano:

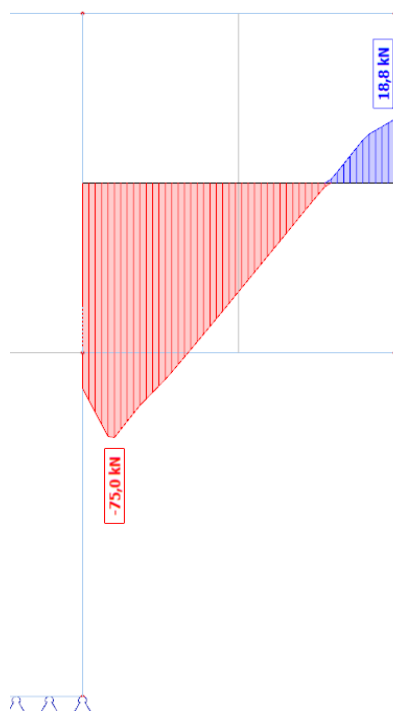
2

Φ 14

$A_{s1,prov} =$

3,08

cm²

Proračun vertikalne i horizontalne armature u hrptu nosača

ukupna sila:

$$V_{Ed} = 75,0 \text{ kN}$$

maksimalna poprečna sila:

$$V_{Rd,max} = 0,1 \times b \times h \times 0,85 f_{cd} = 1115,2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 1/3 V_{Rd,max} = 371,73 \text{ kN}$$

ugraditi minimalnu armaturu hrpta

minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,25 \times b = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mreže obostrano:

odabranc **Q-335**

$$A_{s1,prov} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Proračun armature za vješanje tereta u tlačnu zonu opterećenje u dnu zida zida

$$R_z = 2,5 \text{ kN}$$

$$l = 2,85 \text{ m}$$

$$q_{Ed} = 0,88 \text{ kN/m}'$$

potrebna armatura za 1 lice zida:

$$A_{s1,req} = q_{Ed}/f_{yd} = 0,01 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

U vilice

odabranc **Φ 8 / 15 cm**

$$A_{s1,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

sidriti do 2/3 visine zida

Zadovoljava!**potrebna vert. armatura u širini od $2b = 40 \text{ cm}$ (unutar zida na koji se oslanja visokostijeni nosač)**

$$A_{s1,req} = V_{Ed}/f_{yd} = 0,43 \text{ cm}^2$$

dvorezne ver. vilice:

odabranc

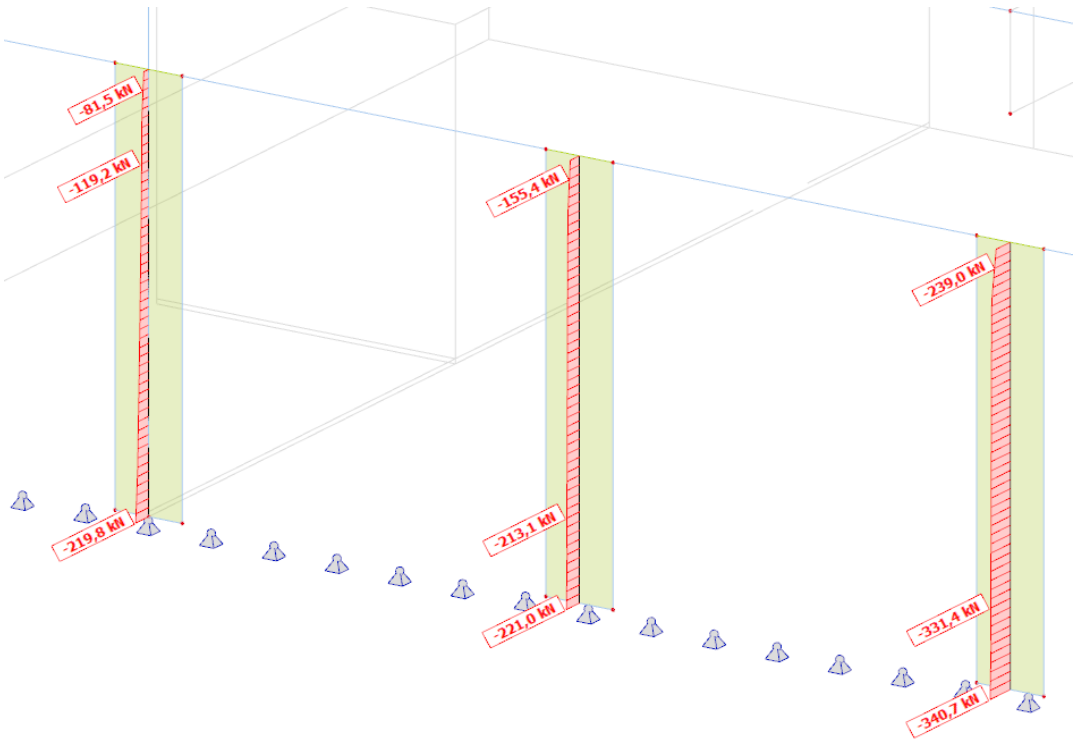
4**Φ 14**

$$A_{s1,prov} = 12,31 \text{ cm}^2$$

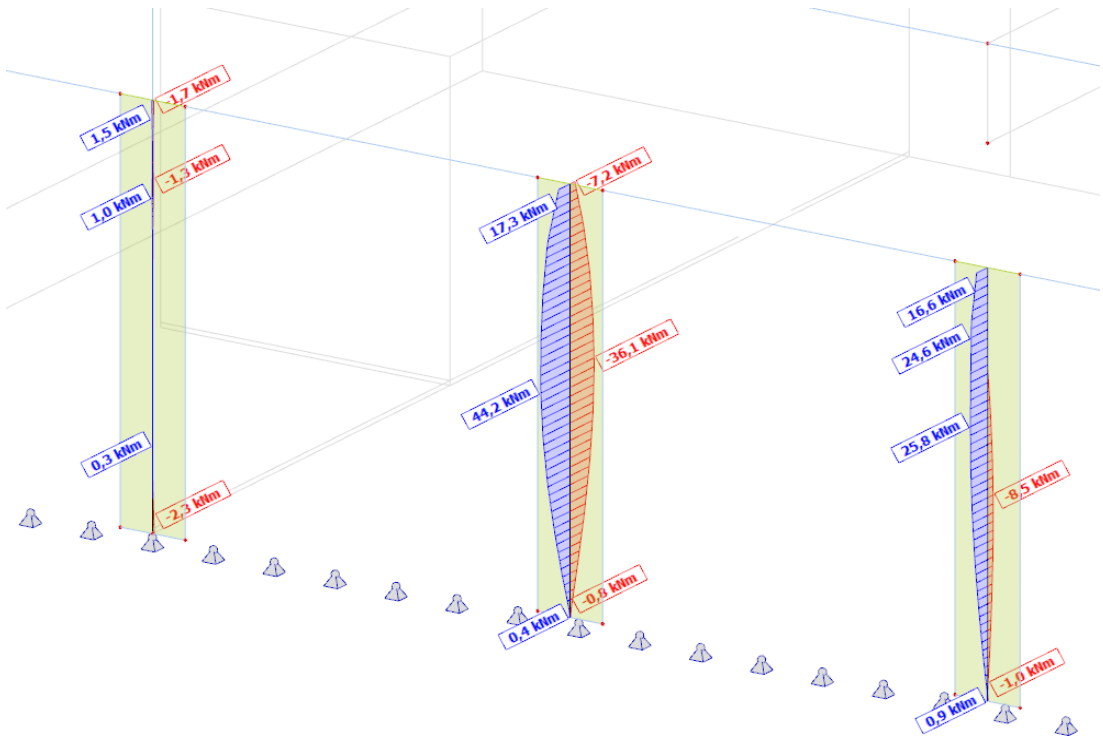
9.11. PRORAČUN AB STUPOVA U OSI 1

Dijagram reznih sila - Seizmika 475

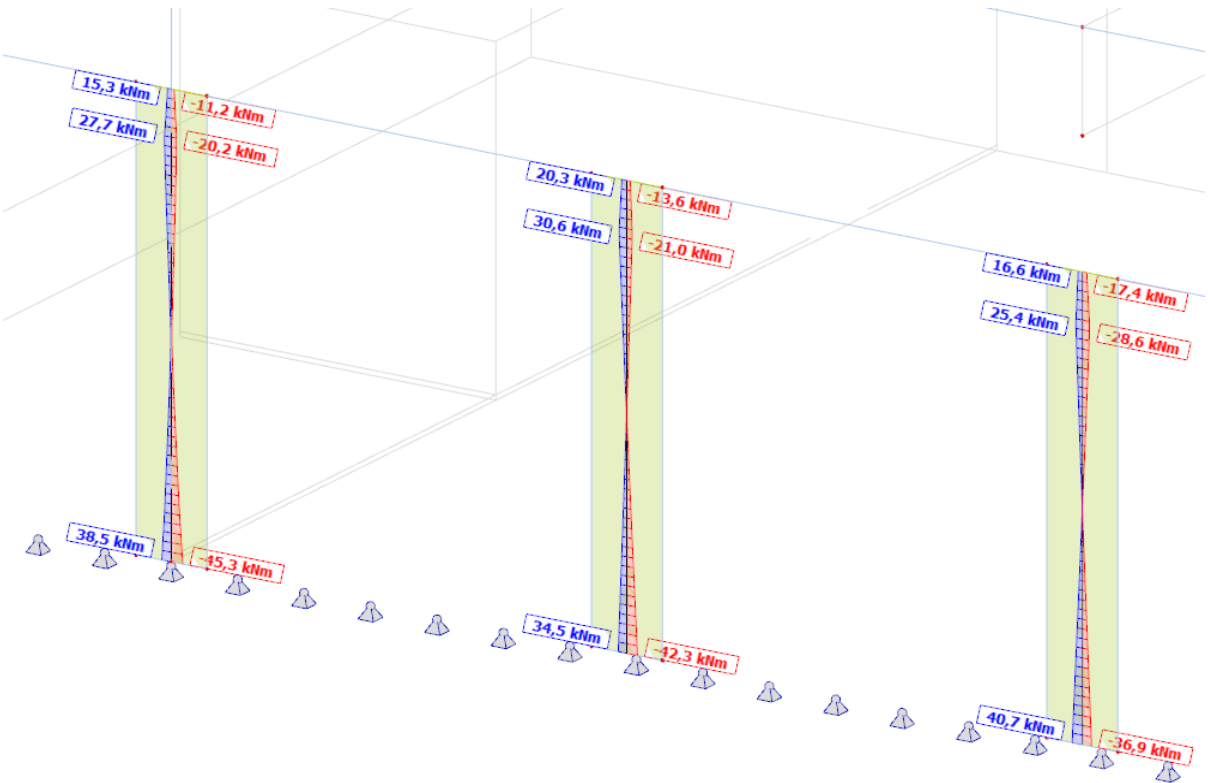
- uzdužna sila N_{Ed} (kN)



- moment savijanja $M_{y,Ed}$ (kNm)

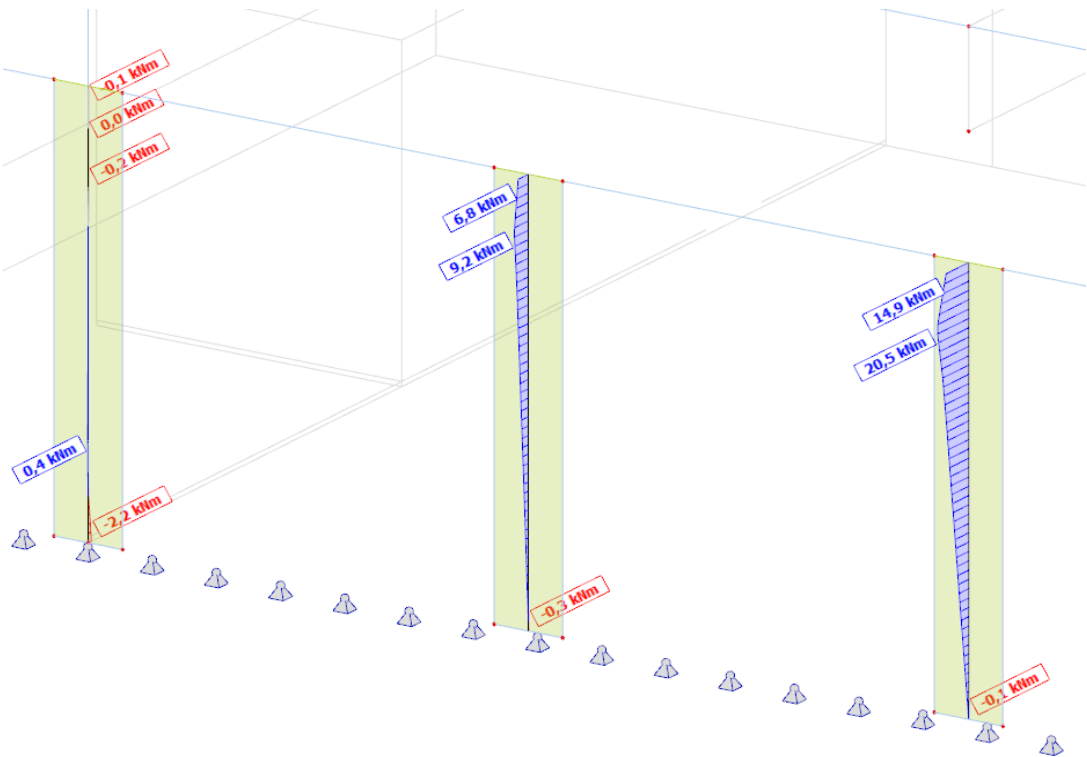


- moment savijanja $M_{z,Ed}$ (kNm)



Dijagram reznih sila - vlastita težina

- moment savijanja M_{Ed} (kNm)



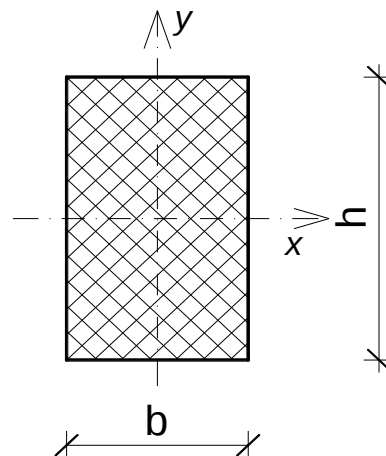
PRORAČUN AB STUPA

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

visina	$h =$	70	cm
širina	$b =$	25	cm
duljina stupa	$l_{st} =$	4,35	m
duljina izvijanja	$l_{0x} =$	4,35	m
duljina izvijanja	$l_{0y} =$	4,35	m
zaštitni sloj betona	$c =$	2,5	cm
vilice	$\phi_v =$	8	mm
uzdužna armatura	$\phi =$	20	mm
ukupna visina građevine	$h_{tot} =$	6,6	m

$$\text{statička visina presjeka } d_x = b - c - \phi_v - \phi / 2 = 20,7 \text{ cm}$$

$$\text{statička visina presjeka } d_y = h - c - \phi_v - \phi / 2 = 65,7 \text{ cm}$$



Slika 1. poprečni presjek

2. REZNE SILE DOBIVENE TEORIJOM I REDA

momenti savijanja:	$M_{Sdx,gore} =$	30,60	kNm
	$M_{Sdx,dolje} =$	0,00	kNm
	$M_{Sdy,gore} =$	44,20	kNm
	$M_{Sdy,dolje} =$	0,00	kNm

momenti savijanja od vlastite težine:

$M_{IGx} =$	10,00	kNm
$M_{IGy} =$	0,00	kNm

uzdužna sila: $N_{Sd} = -400,00 \text{ kN}$

3. KAKVOĆA MATERIJALA

C25/30 (MB 30)

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 16,7 \text{ N/mm}^2$$

S-500 (MAR 500/560)

$$f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

$$E_s = 20500 \text{ kN/cm}^2$$

4. DIMENZIONIRANJE STUPA PO TEORIJI DRUGOG REDA

OKO OSI X

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i} = \frac{\beta_x l_{st}}{0,289h} = 21,50 > \lambda_{lim} = 25$$

$$\nu_{ux} = N_{Sd} / A_c f_{cd} = 0,137$$

$$\lambda_{critx} = \max \left\{ \frac{25(2 - e_{01x} / e_{02x})}{15 / \sqrt{\nu}} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \nu_{critx} = 50,00 \\ \nu_{critx} = 40,50 \end{array} \right.$$

$$\lambda_{x1} = 21,50 > 50 = \lambda_{critx} \text{ mora se provesti}$$

$$\lambda_{x2} = 21,50 < 140 \text{ proračun po teoriji II reda}$$

$$e_{02x} = M_{Sdx,dolje} / N_{Sd,dolje} = 0,00$$

$$e_{0x} = 0,6e_{02x} + 0,4e_{01x} = 0,05 \text{ m}$$

$$e_{01x} = M_{Sdx,gore} / N_{Sd,gore} = -0,08$$

$$e_{0x} = 0,4e_{02x} = 0,03 \text{ m}$$

$$\nu_{1x} = 1 / (100h_{tot}^{1/2}) = 0,0050 \text{ m}$$

$$1/r_x = 2 K_2 f_{yd} / E_s 0,9d_y = 0,007 \text{ m}$$

$$K_1 = 1,0$$

$$e_{ax} = \nu_{1x} l_{0x} / 2 = \text{####}$$

$$e_{2x} = 0,1 K_1 l_{0x}^2 1/r_x = 0,014 \text{ m}$$

$$K_2 = 1,0$$

$$e_{totx} = e_{0x} + e_{ax} + e_{2x} = 0,070 \text{ m}$$

Moment savijanje od vlastite težine dobiven po teoriji I reda $M_{IGx} = 10,00 \text{ kNm}$ $\gamma_F = 1,20$ Dodatni moment savijanja uslijed puzanja betona : $\Delta M_{lpx} = 0,1 \gamma_F M_{IGx} = 1,20 \text{ kNm}$

OKO OSI Y

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i} = \frac{\beta_y l}{0,289b} = 60,21 > \lambda_{lim} = 25$$

$$v_{ux} = N_{Sd} / A_c f_{cd} = 0,137$$

$$\lambda_{crity} = \max \left\{ \frac{25(2 - e_{01y}/e_{02y})}{15/\sqrt{v}} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \lambda_{crity} = 50,00 \\ \lambda_{crity} = 40,50 \end{array} \right.$$

$$\lambda_y = 60,21 > 50 = \lambda_{crity} \quad \text{mora se provesti}$$

$$\lambda_y = 60,21 < 140 \quad \text{proračun po teoriji II reda}$$

$$e_{02y} = M_{Sdy, dolje} / N_{Sd, dolje} = 0,00$$

$$e_{01y} = M_{Sdy, gore} / N_{Sd, gore} = -0,11$$

$$e_{0y} = 0,6e_{02y} + 0,4e_{01y} = 0,07 \text{ m}$$

$$e_{0y} = 0,4e_{02y} = 0,04 \text{ m}$$

$$v_{1y} = 1/(100h_{tot}^{1/2}) = 0,0050 \text{ m}$$

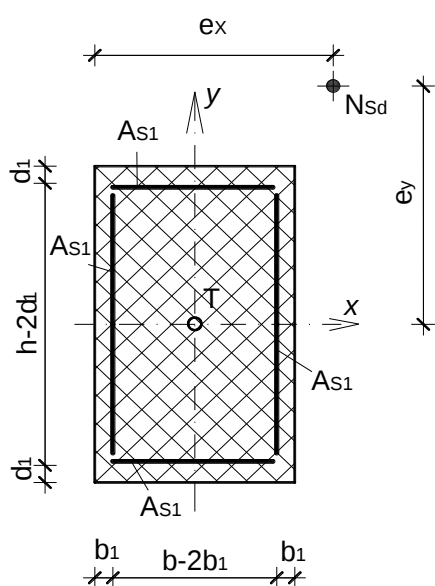
$$1/r_y = 2 K_2 f_{yd} / E_s 0,9 d_x = 0,023 \text{ m} \quad K_1 = 1,0$$

$$e_{ay} = v_{1y} l_{0y} / 2 = #####$$

$$e_{2y} = 0,1 K_1 l_{0y}^2 / r_y = 0,043 \text{ m} \quad K_2 = 1,0$$

$$e_{toty} = e_{0y} + e_{ay} + e_{2y} = 0,120 \text{ m}$$

Moment savijanja od vlastite težine dobiven po teoriji I reda $M_{IGy} = 0,00 \text{ kNm}$ $\gamma_F = 1,20$
Dodatni moment savijanja uslijed puzanja betona : $\Delta M_{lpy} = 0,1 \gamma_F M_{IGy} = 0,00 \text{ kNm}$



$$M''_{Sdx} = N_{Sd} e_{totx} + \Delta M_{lpx} \quad M''_{Sdx} = 29,34 \text{ kNm}$$

$$M''_{Sdy} = N_{Sd} e_{toty} + \Delta M_{lpy} \quad M''_{Sdy} = 48,10 \text{ kNm}$$

$$N''_{Sd} = N_{Sd} = -400,00 \text{ kN}$$

Geometrijski odnosi: $d_1/h = 0,061429 \approx 0,1$
 $b_1/b = 0,172 \approx 0,1$

$$\mu_{Sdx} = M''_{Sdx} / (b * h^2 * f_{cd}) = 0,014$$

$$\mu_{Sdy} = M''_{Sdy} / (h * b^2 * f_{cd}) = 0,066$$

$$v_{Sd} = N_{Sd} / (b * h * f_{cd}) = -0,137$$

Slika 2. poprečni presjek

za $\mu_1 = 0,066$
 $\mu_2 = 0,014$

$v = -0,2$ očitano: $\omega_{tot} = 0,10$
 $v = -0,4$ očitano: $\omega_{tot} = 0,05$

interpolirana vrijednost ω_k za v_1 i v_2 : $\omega_{tot} = 0,12$

Ukupna površina potrebne armature: $A_{s,tot} = \omega_{tot} b h f_{cd} / f_{yd} = 7,76 \text{ cm}^2$

$A_{s,min} = 0,01 A_c = 17,5 \text{ cm}^2$

$A_{s,max} = 0,08 A_c = 140,0 \text{ cm}^2$

odabrano: **6 Φ 20 $A_s = 18,84 \text{ cm}^2$**

(armatura potrebna duž cijelog stupa)

5. DIMENZIONIRANJE STUPA PO TEORIJI PRVOG REDA

DOLJE (peta stupa)

momenti savijanja po teoriji I reda:

$$\begin{aligned} M_{Sdx,dolje} &= 0,00 \text{ kNm} & \mu_{Sdx} &= M_{Sdx}/(b \cdot h^2 \cdot f_{cd}) = 0,00 \\ M_{Sdy,dolje} &= 0,00 \text{ kNm} & \mu_{Sdy} &= M_{Sdy}/(h \cdot b^2 \cdot f_{cd}) = 0,00 \\ \text{uzdužna sila: } N_{Sd} &= -400,00 \text{ kN} & \nu_{Sd} &= N_{Sd}/(b \cdot h \cdot f_{cd}) = -0,137 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{za } \mu_1 &= 0,00 & \nu &= -0,2 & \text{očitano: } \omega_{tot} &= 0,05 \\ \mu_2 &= 0,00 & \nu &= -0,4 & \text{očitano: } \omega_{tot} &= 0,04 \end{aligned}$$

interpolirana vrijednost ω_k za ν_1 i ν_2 : $\omega_{tot} = 0,05$

Ukupna površina potrebne armature: $A_{s,tot} = \omega_{tot} b h f_{cd} / f_{yd} = 3,57 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 0,01 A_c = 17,5 \text{ cm}^2 & \text{odabrano: } & 6 \text{ } \Phi 20 & A_s &= 18,84 \text{ cm}^2 \\ A_{s,max} &= 0,08 A_c = 140,0 \text{ cm}^2 & & & & \text{(u peti stupa)} \end{aligned}$$

GORE (vrh stupa)

momenti savijanja po teoriji I reda:

$$\begin{aligned} M_{Sdx,gore} &= 30,60 \text{ kNm} & \mu_{Sdx} &= M_{Sdx}/(b \cdot h^2 \cdot f_{cd}) = 0,01 \\ M_{Sdy,gore} &= 44,20 \text{ kNm} & \mu_{Sdy} &= M_{Sdy}/(h \cdot b^2 \cdot f_{cd}) = 0,06 \\ \text{uzdužna sila: } N_{Sd} &= -400,00 \text{ kN} & \nu_{Sd} &= N_{Sd}/(b \cdot h \cdot f_{cd}) = -0,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{za } \mu_1 &= 0,06 & \nu &= 0 & \text{očitano: } \omega_{tot} &= 0,15 \\ \mu_2 &= 0,01 & \nu &= -0,2 & \text{očitano: } \omega_{tot} &= 0,00 \end{aligned}$$

interpolirana vrijednost ω_k za ν_1 i ν_2 : $\omega_{tot} = 0,05$

Ukupna površina potrebne armature: $A_{s,tot} = \omega_{tot} b h f_{cd} / f_{yd} = 3,16 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= 0,01 A_c = 17,5 \text{ cm}^2 & \text{odabrano: } & 6 \text{ } \Phi 20 & A_s &= 18,84 \text{ cm}^2 \\ A_{s,max} &= 0,08 A_c = 140,0 \text{ cm}^2 & & & & \text{(u vrhu stupa)} \end{aligned}$$

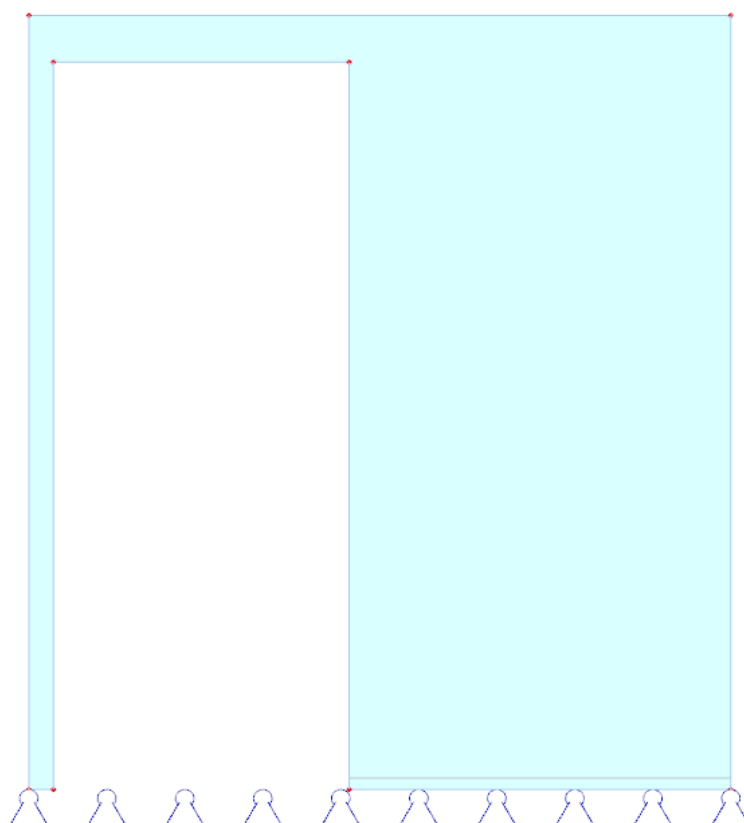
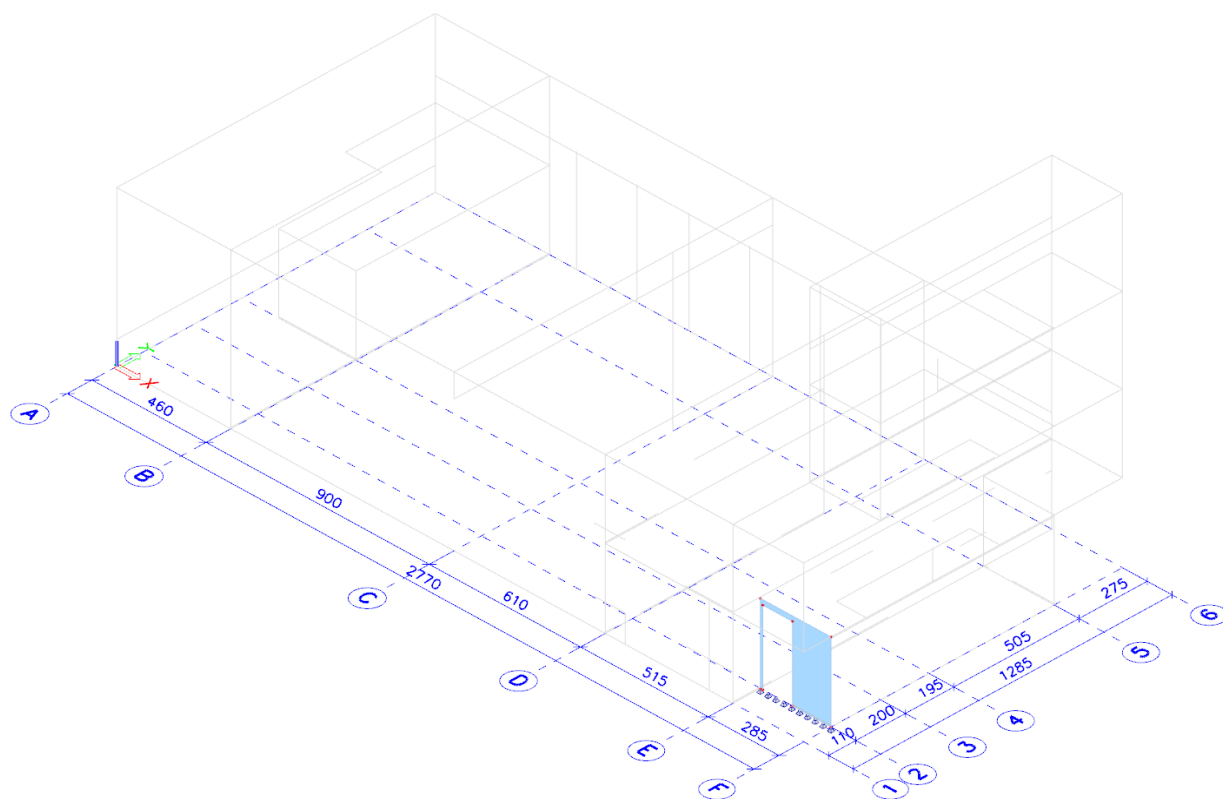
VILICE

razmak $s = 15 \text{ cm}$, $s=b$, ili $s=12\phi$ uzdužno

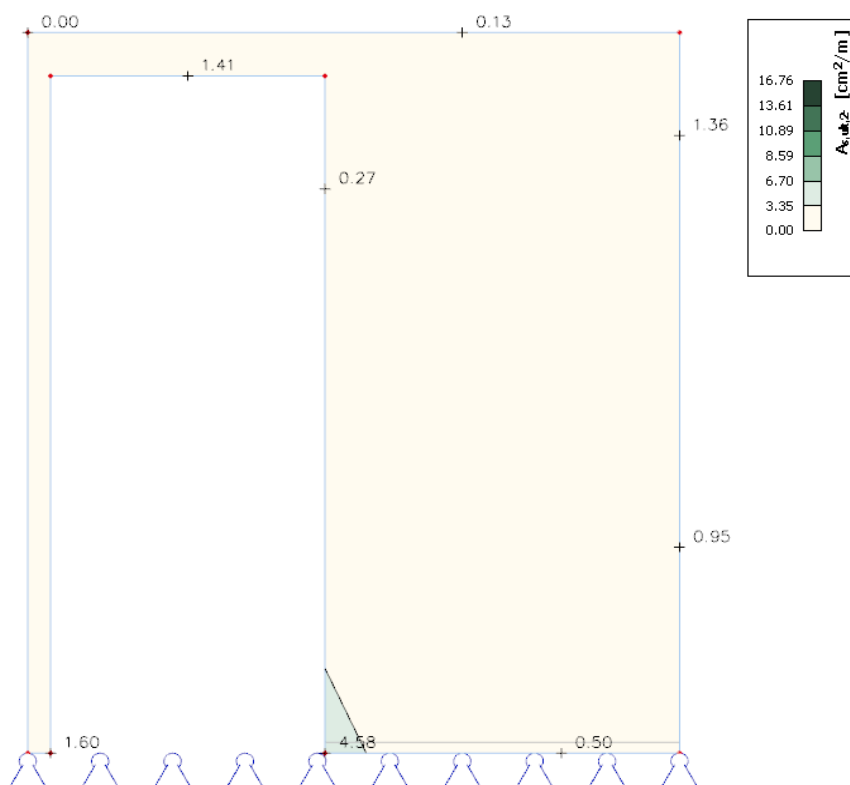
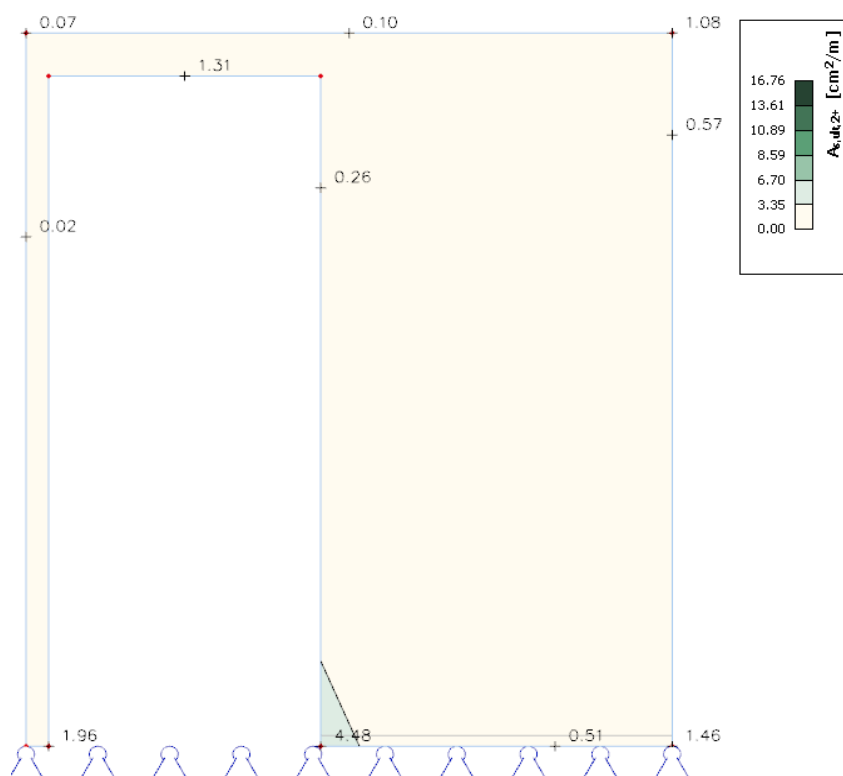
odabran $\Phi 8/15 \text{ cm}$

vilice progustiti na duplo manji razmak u blizini ležaja u dužini od $(1,5b, 1/6L \text{ ili } 50\text{cm})$: **60 cm**

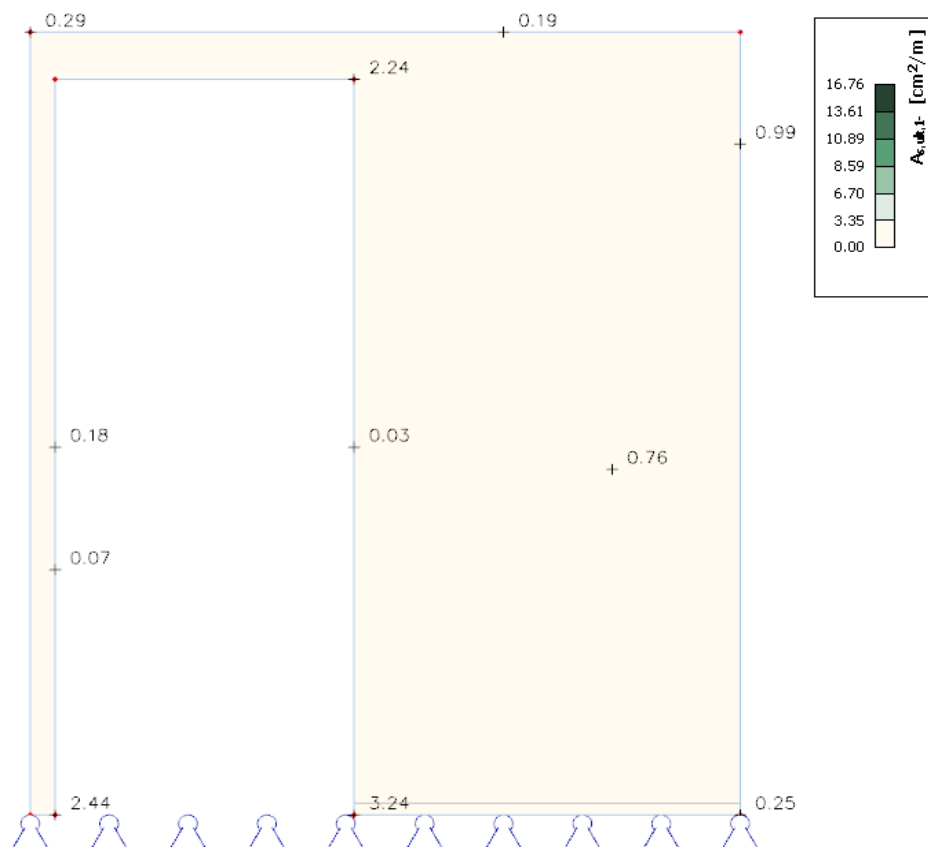
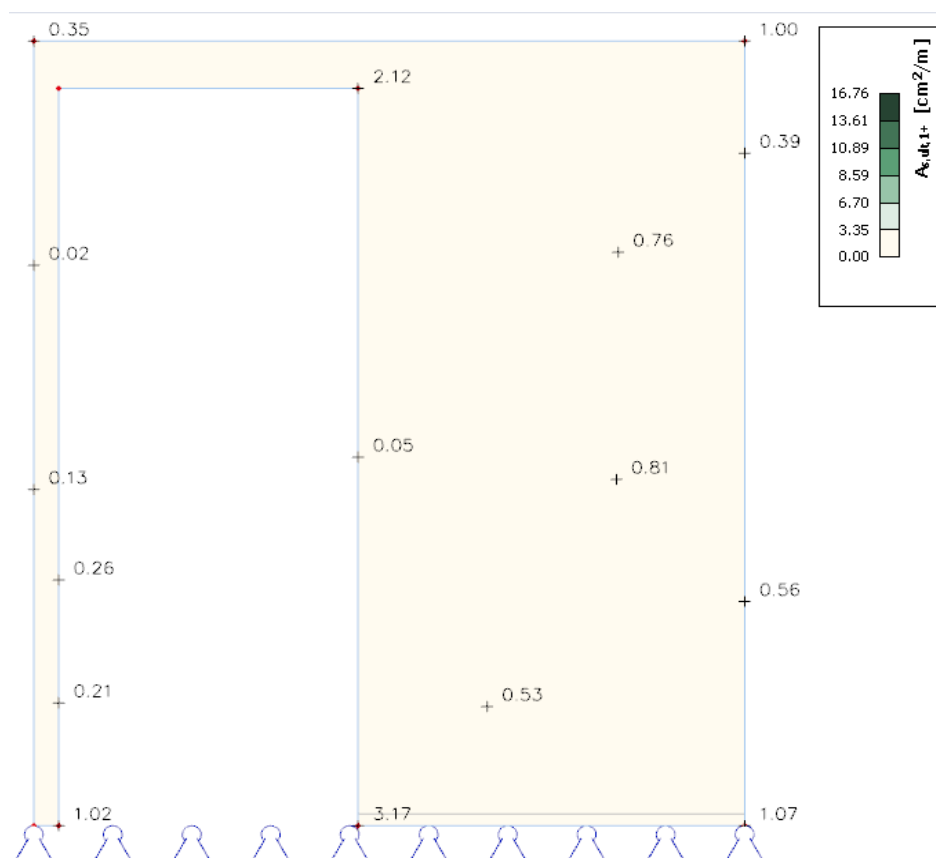
9.12. PRORAČUN ZIDA U OSI 2



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

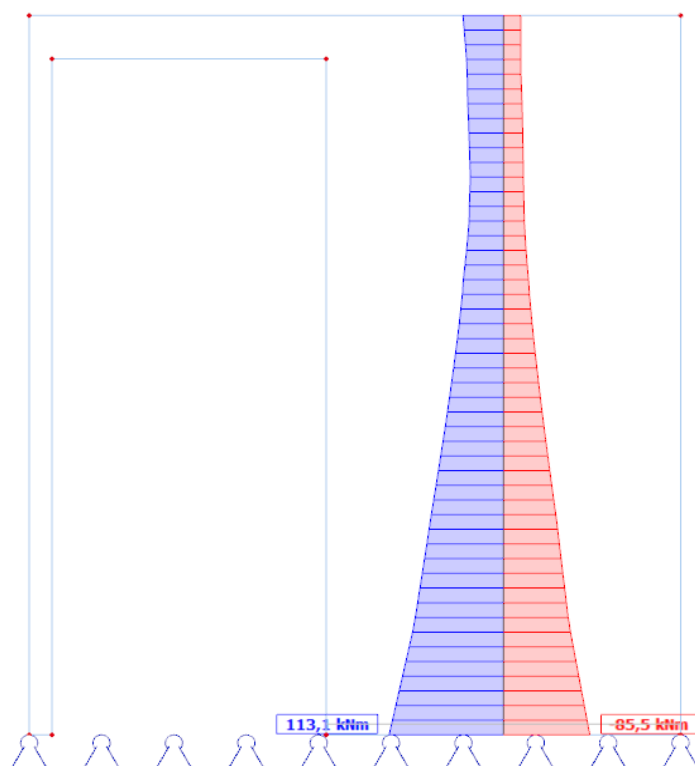


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

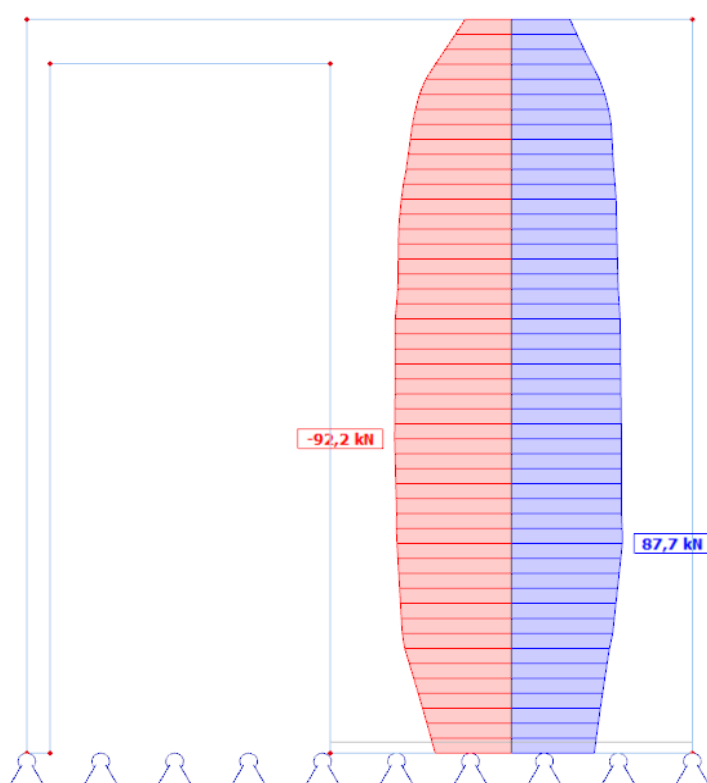


Unutarnje sile u zidu

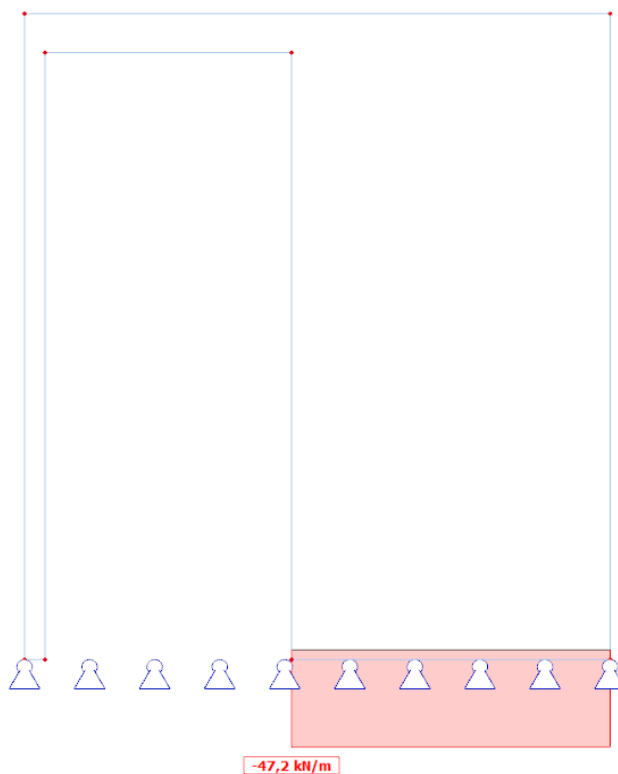
Med (kNm) - seizmika



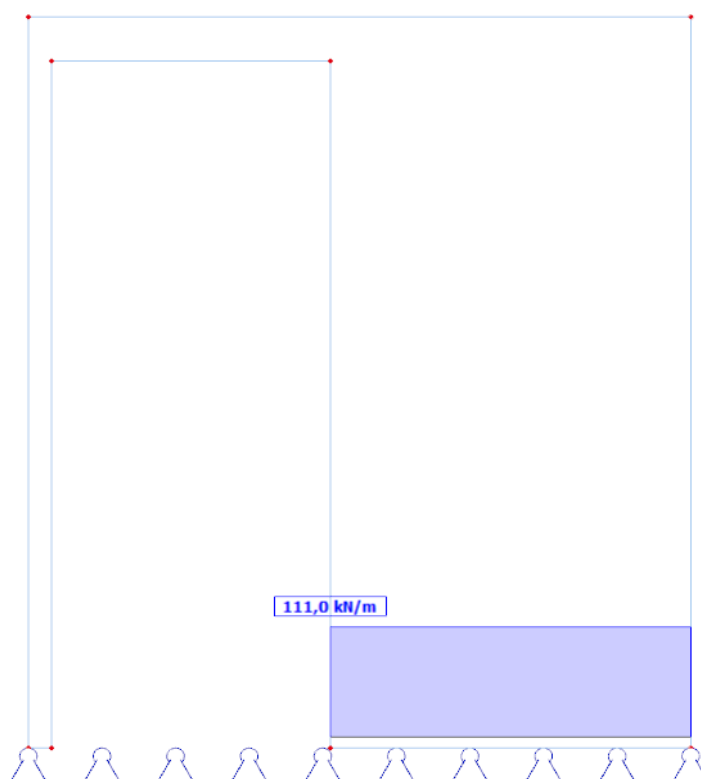
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	155,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		150,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	113,10	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	98,89	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	92,20	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-245,21	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,05 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 51,82 \quad \text{kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 3,44$$

odabrano:	4	Φ 16	$A_{s1} =$	8,04	cm ²
-----------	---	------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 138,3 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 1086,5 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 138,3 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1086,5 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,791 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 361,2 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 138,3 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 361,2 \text{ kN}$$

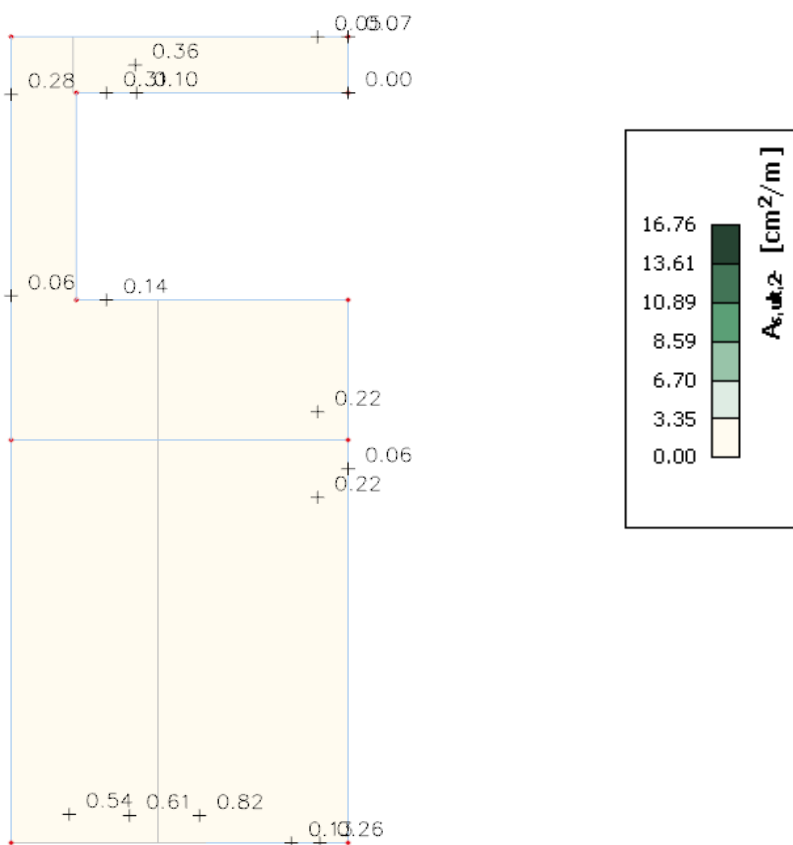
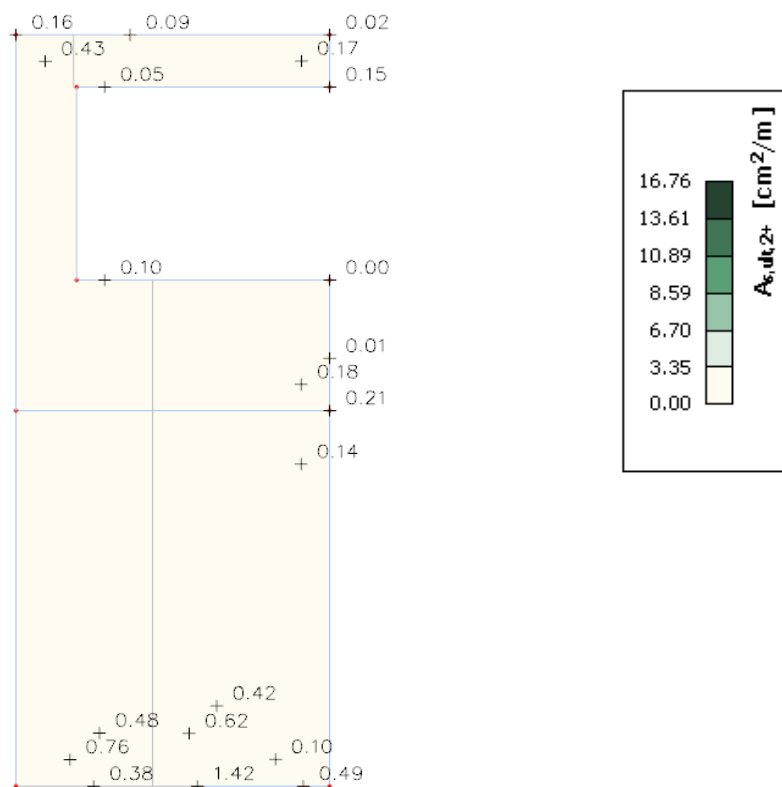
Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

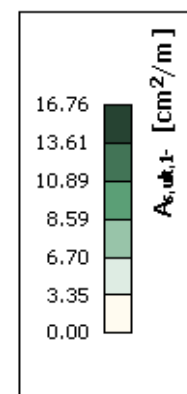
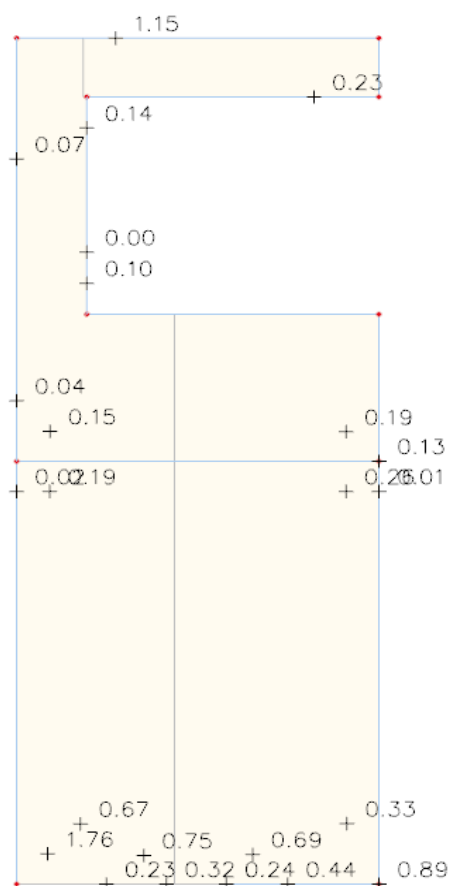
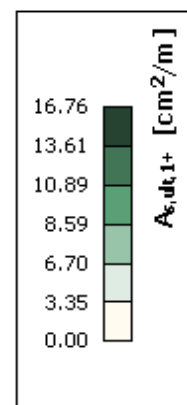
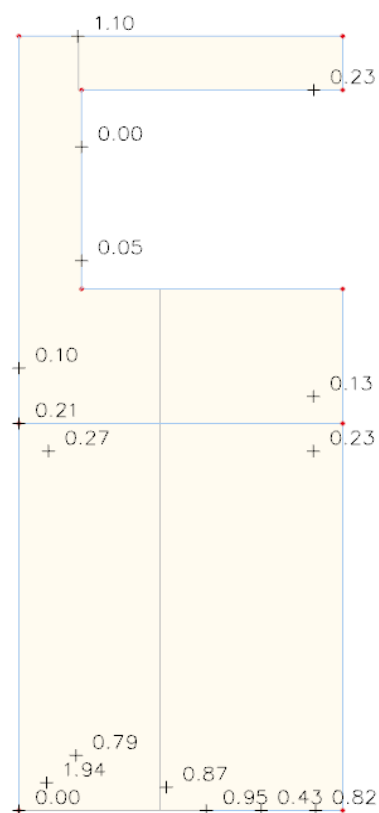
A 3D isometric view of a building structure. A blue door is shown in an open position. Dimensions are provided for the building's footprint and the door's position. The building's overall width is 460 units. The distance from the left wall to the door is 900 units. The distance from the door to the right wall is 2770 units. The building's depth is 610 units. The door's width is 515 units. The door's height is 285 units. The door's position is defined by a grid of points 1 through 6 and A through F. The door is located at point 1, 2, 3, 4, 5, 6 and A, B, C, D, E, F.

PRIKAZ DIJAGRAMA ARMATURE IZ SCIA ENGINEER

Dijagrami armature u smjeru Y (vertikalna armatura) (cm^2/m') - model omekanjene ploče



Dijagrami armature u smjeru X (horizontalna armatura) (cm^2/m') - model omekanjene ploče



PRORAČUN VISOKOSTIJENOG NOSAČA

- zbog prostornog djelovanja i međusobne interakcije s ostalim elementima visokostijeni nosač se neće promatrati kao izdvojeni 2D element, već kao element u sklopu cjelokupnog 3D modela

širina zida b_1 : $b_1 = 20$ cm
visina zida h_1 : $h_1 = 485$ cm
raspon zida l_1 : $l_1 = 285$ cm

Provjera minimalne debljine nosača iz uvjeta izbočenja tlačnog pojasa

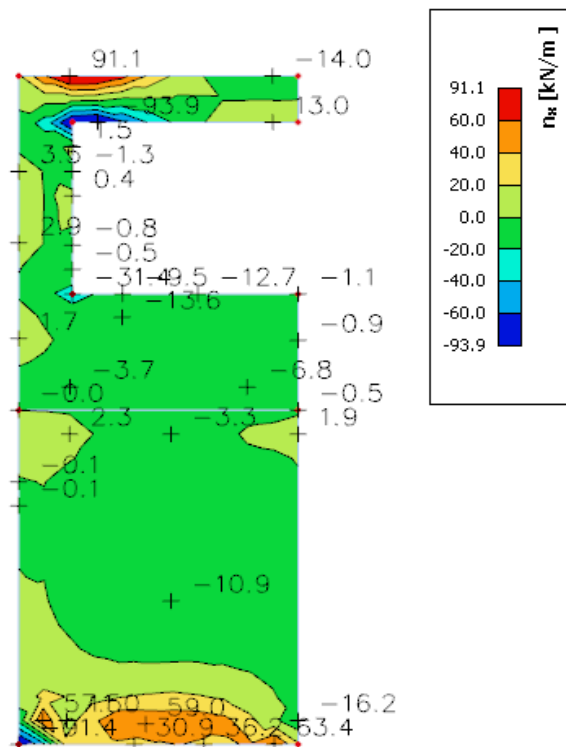
$$b_{min} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{SLS}}{100 \cdot \sigma_s \cdot h}} = 4,67 \text{ cm} \quad (\text{zid je ukrućen pločom na donjem i gornjem rubu})$$

Odabrana debljina zida od 20 cm zadovoljava uvjet

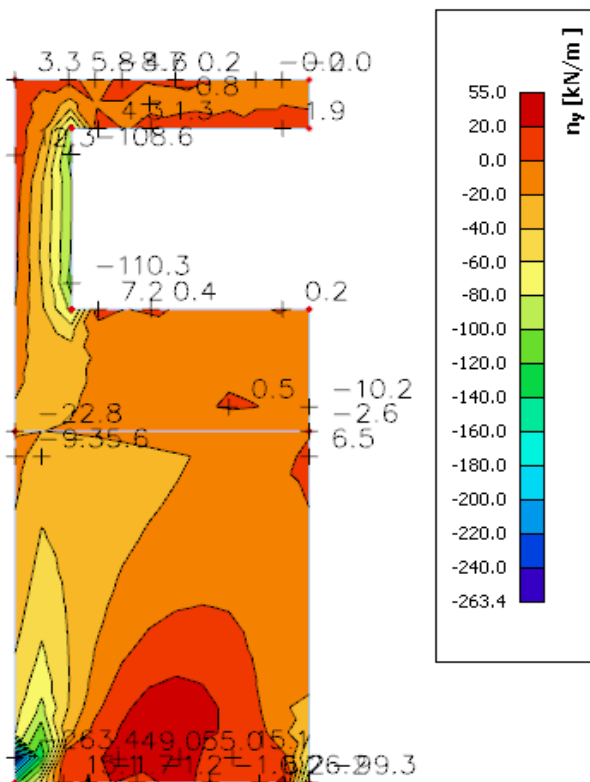
$q_{SLS} = 1,00$ kN/cm
 $\sigma_s = 0,25 f_{ck,cube} = 0,75$ kN/cm²
 $f_{ck,cube} = 3,0$ kN/cm²
 $h_{max} = 1048$ cm (maksimalna visina nosača između dviju ploča)
 $h_{min} = 1048$ cm (minimalna visina nosača između dvije ploče)
 $h_{sr} = 1048$ cm (srednja visina nosača)
 $l = 275$ cm (raspon zida)

Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača - AO3

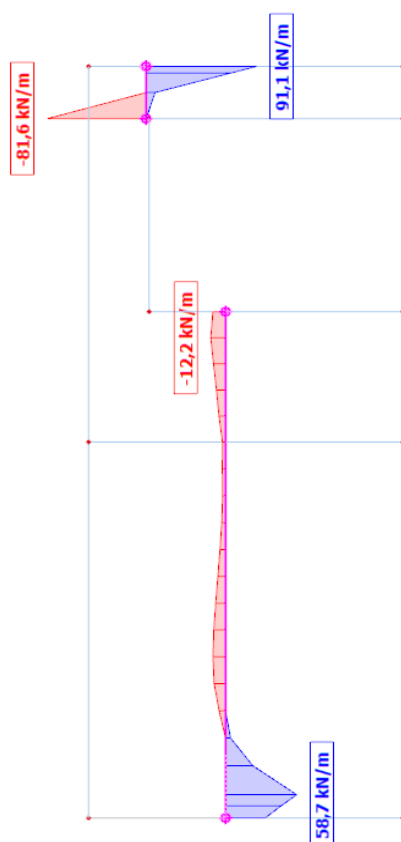
vlačna sila n_x



vlačna sila n_y



Proračun glavne vlačne armature visokostijenog nosača



Glavna vlačna armatura

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 60 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 1 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h/2 = 30,0 \text{ kN}$$

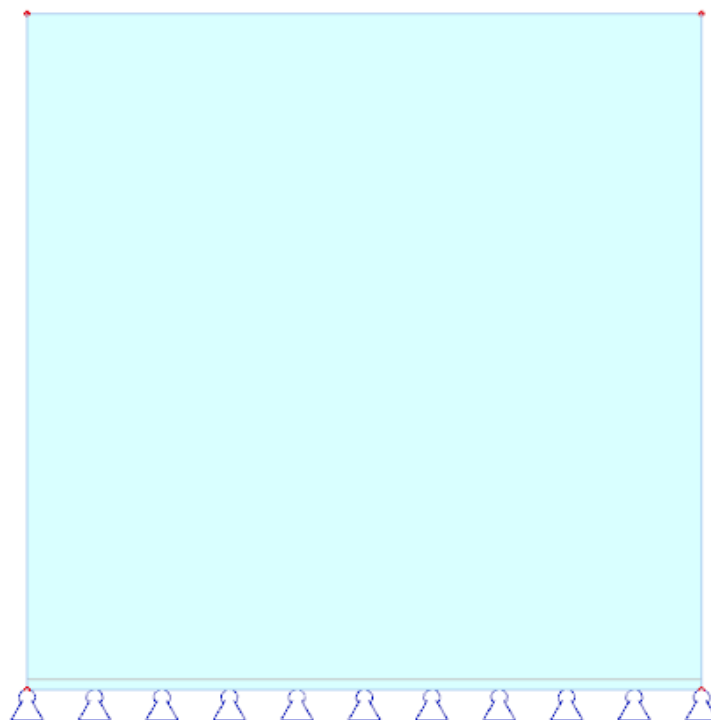
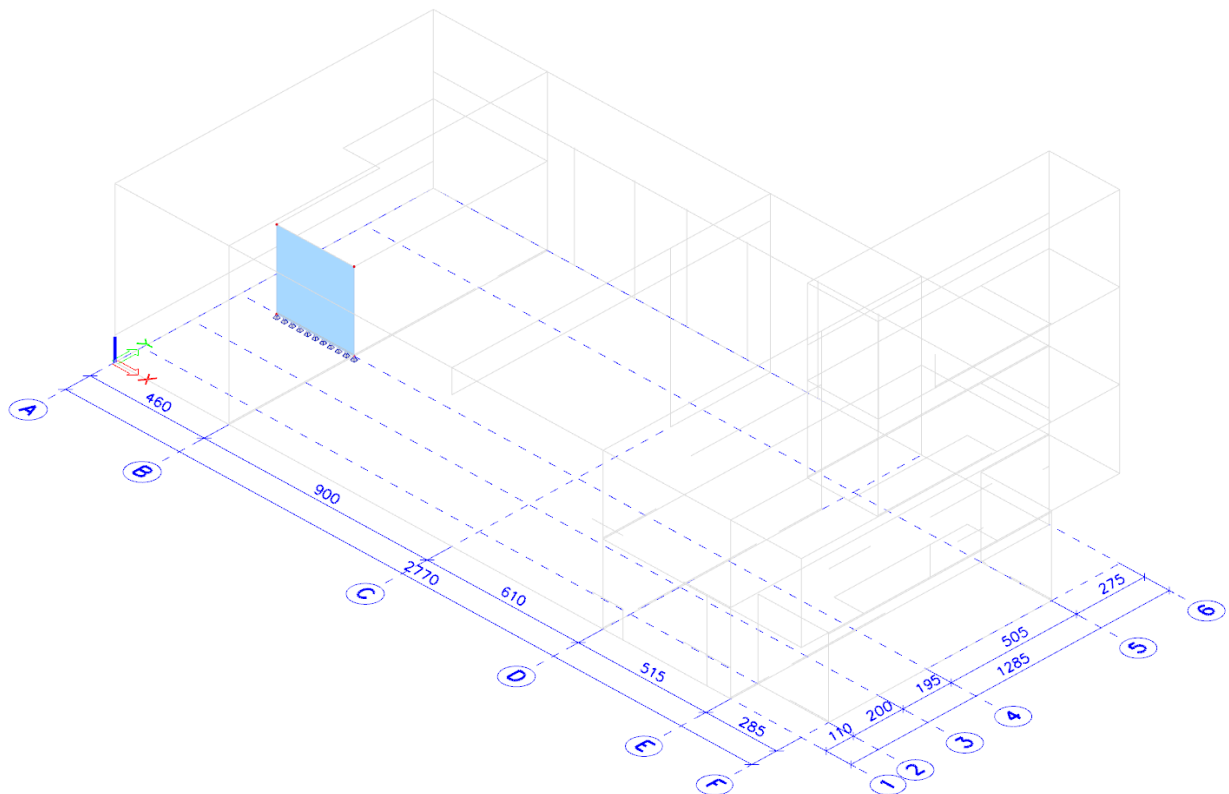
potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 0,69 \text{ cm}^2$$

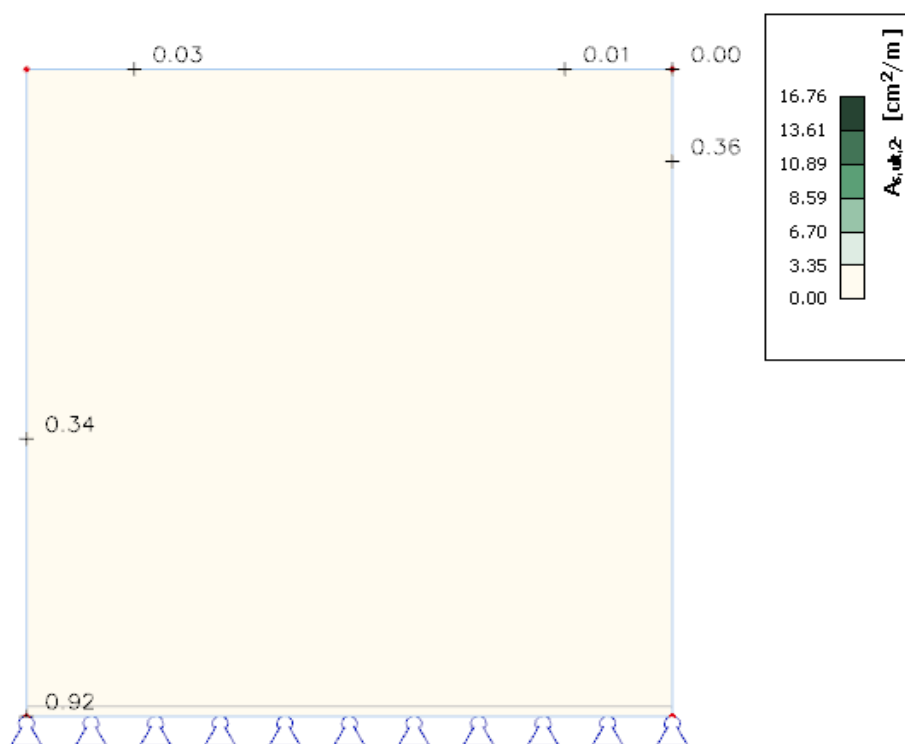
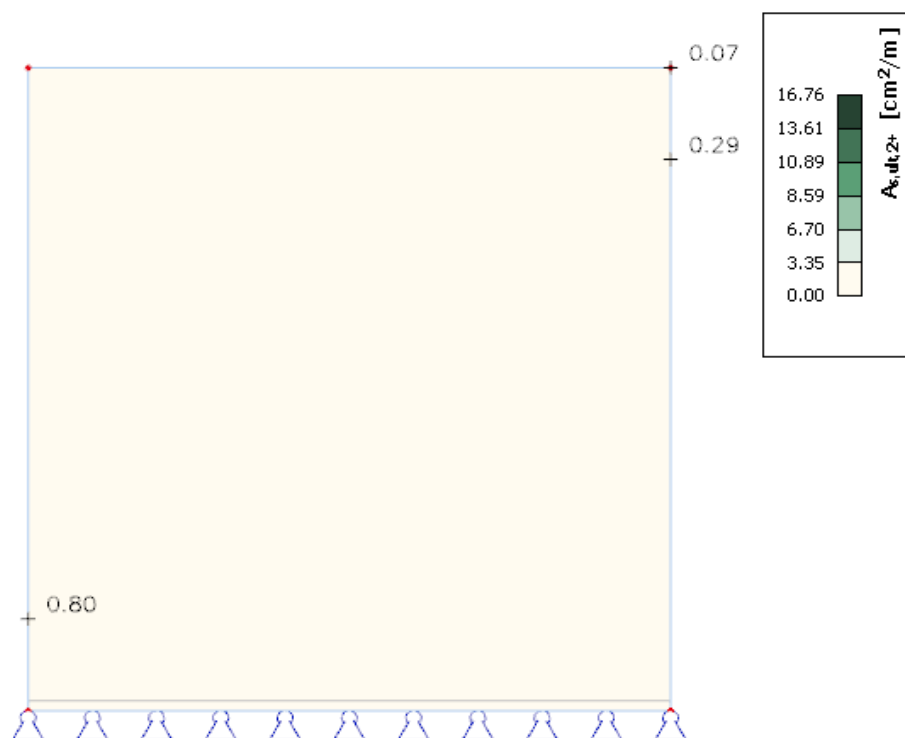
odabrano:	2	Φ 14	$A_{s1,prov} = 3,08 \text{ cm}^2$
-----------	---	------	-----------------------------------

Zadovoljava!

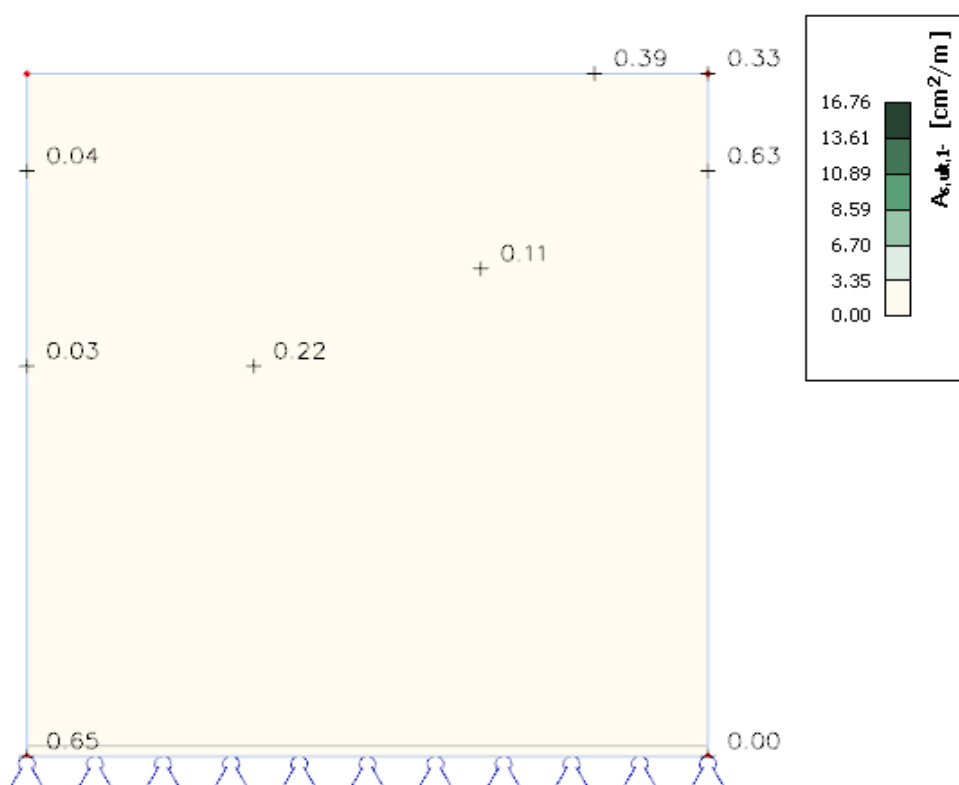
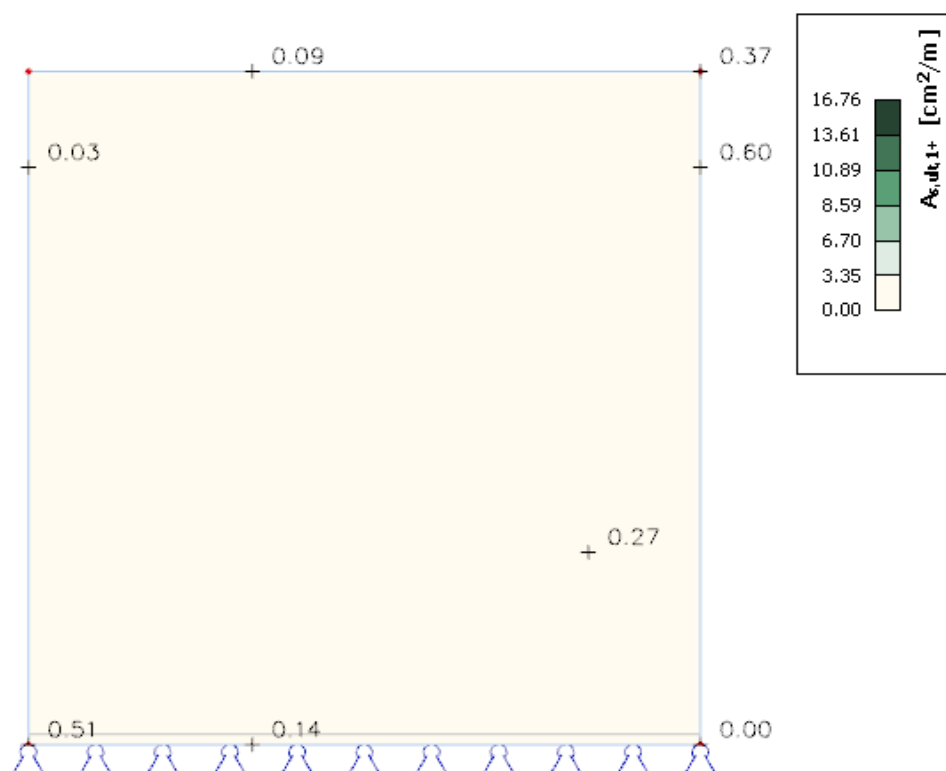
9.14. PRORAČUN ZIDA U OSI 4



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

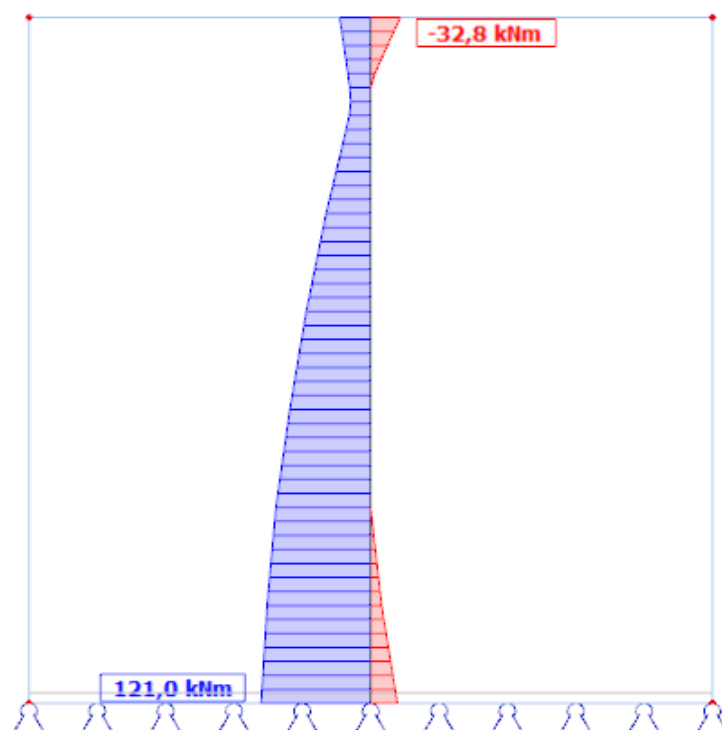


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

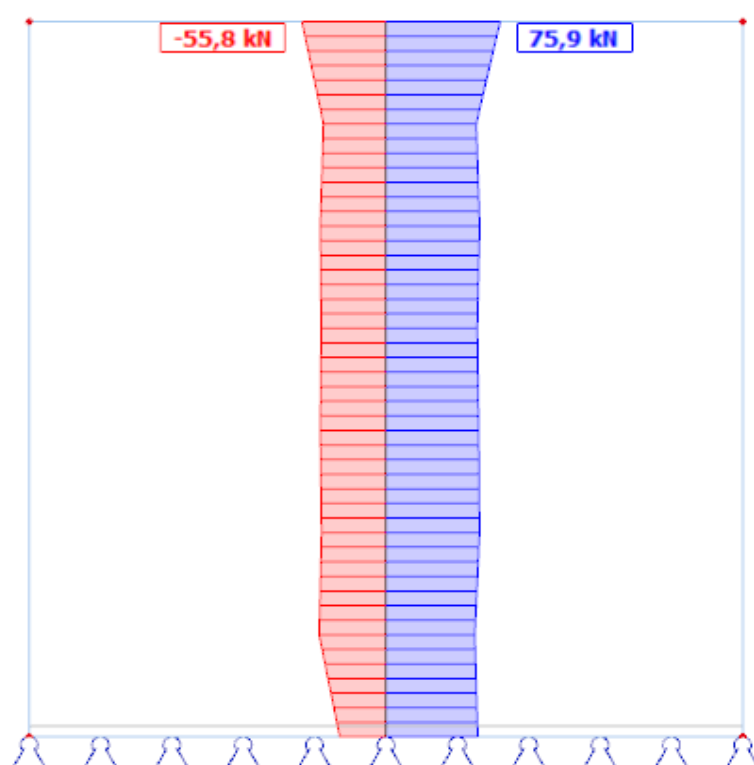


Unutarnje sile u zidu

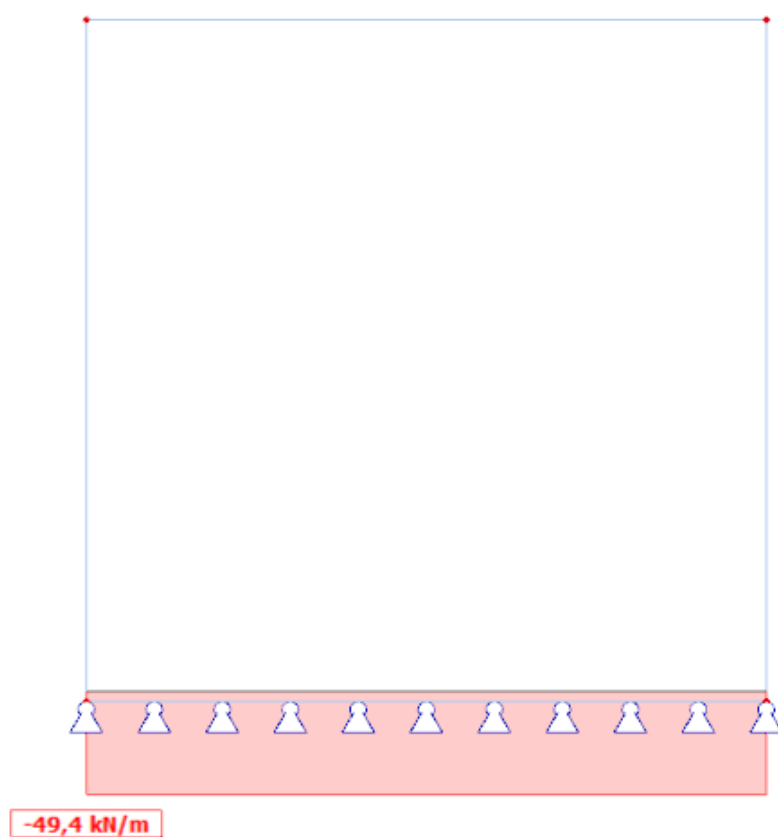
Med (kNm) - seizmika



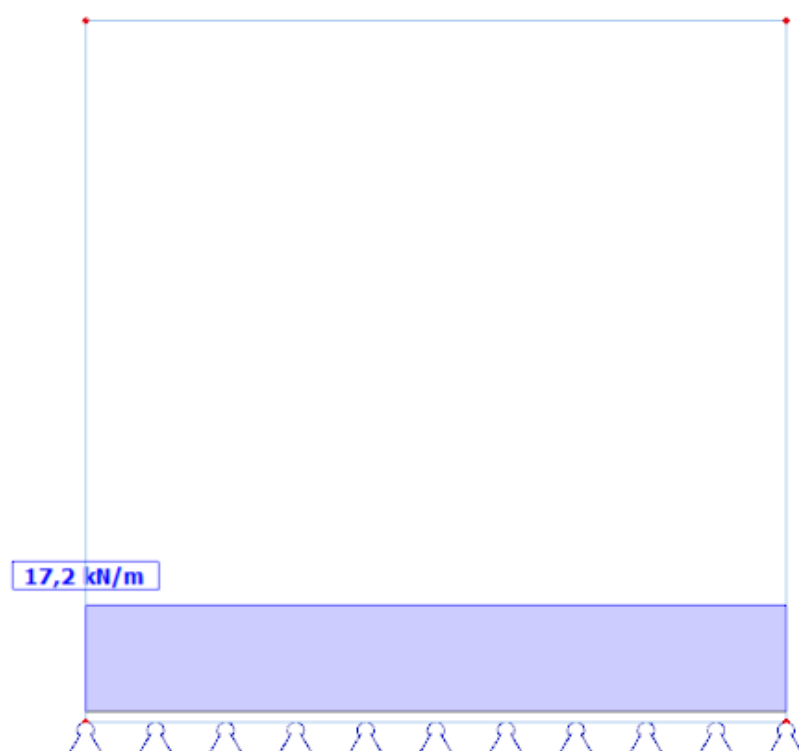
Ved (kN) -seizmika



Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	312,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		307,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	112,20	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-94,85	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	72,40	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-205,92	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,02 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 267,49 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 0,20$$

odabrano:	4	Φ 16	$A_{s1} =$	8,04	cm ²
-----------	---	------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 108,6 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\cot \Theta + \tan \Theta) = 2216,9 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\cot \Theta = \tan \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 108,6 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 2216,9 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,497 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \cot \Theta = 727,1 \text{ kN}$$

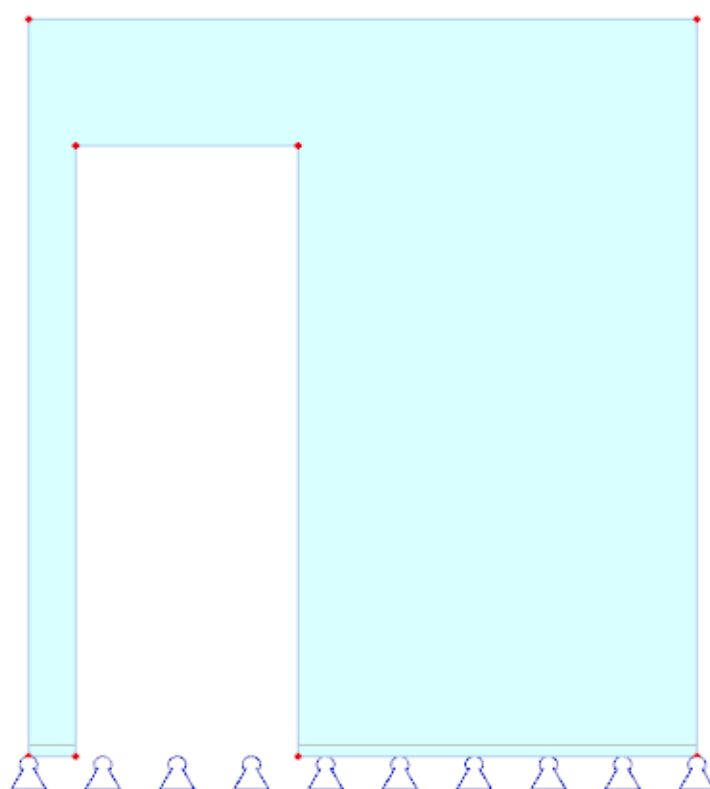
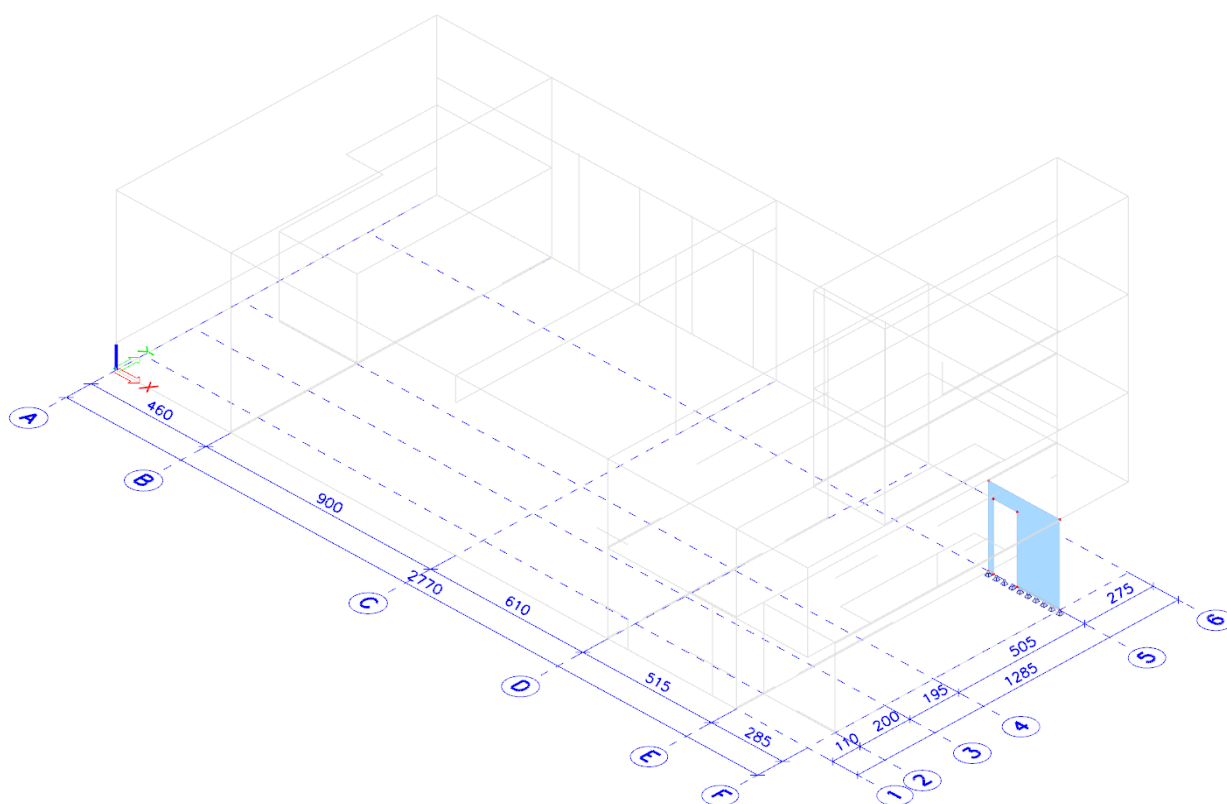
$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 108,6 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 727,1 \text{ kN}$$

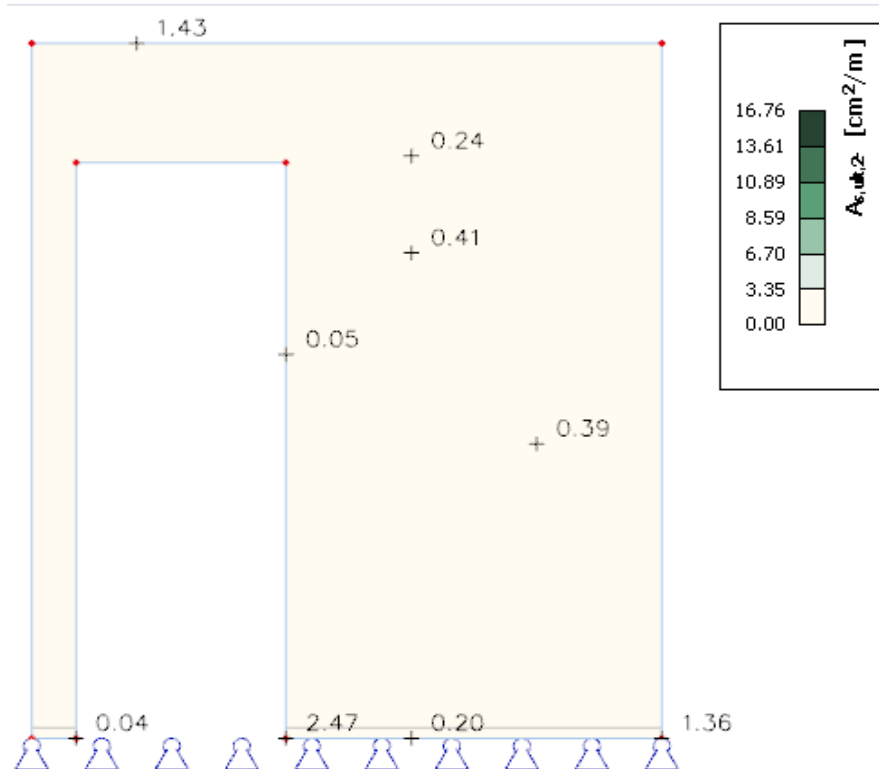
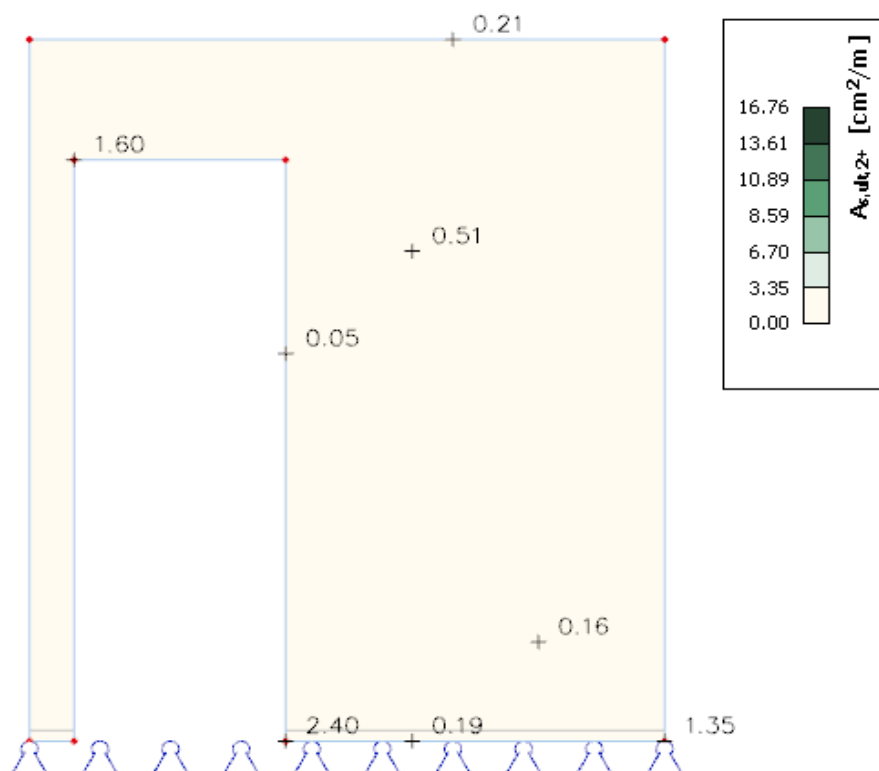
Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

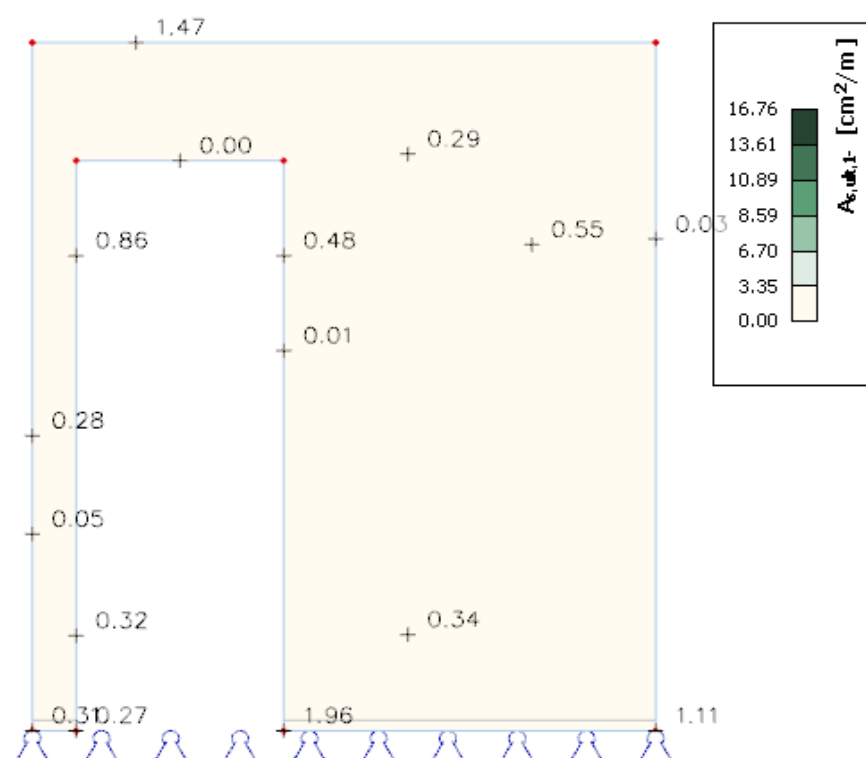
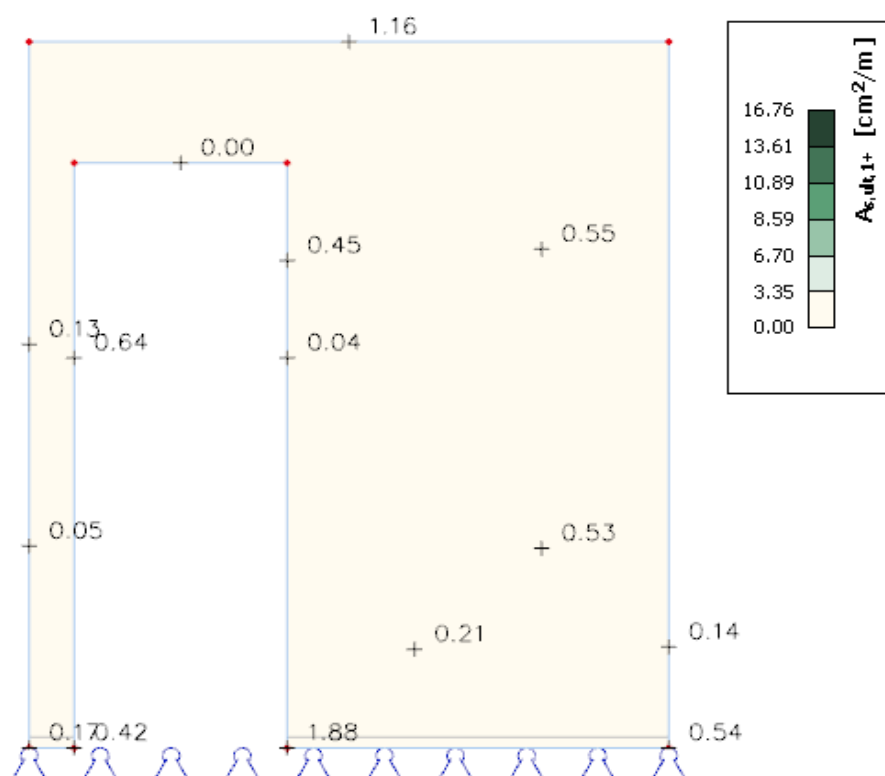
9.15. PRORAČUN ZIDA U OSI 5



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

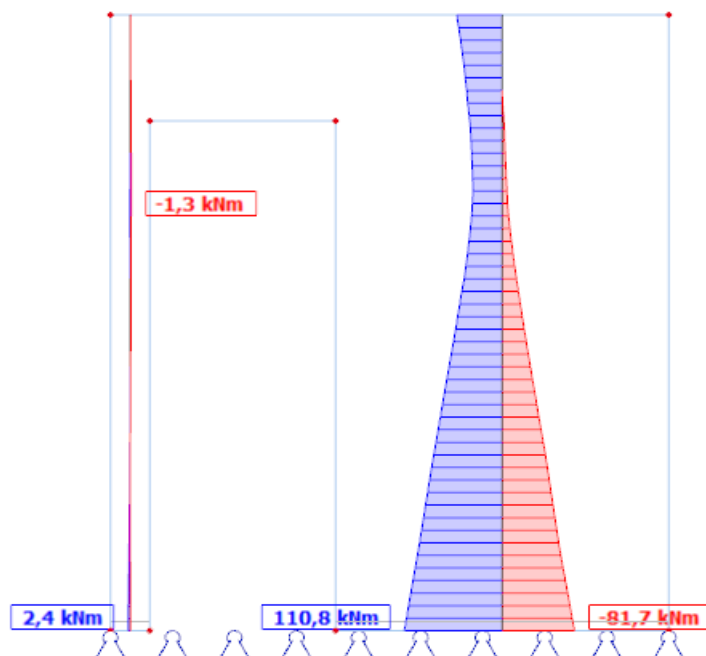


Dijagrami armature u smjeru X od AO1 (horizontalna armatura) (cm^2/m)

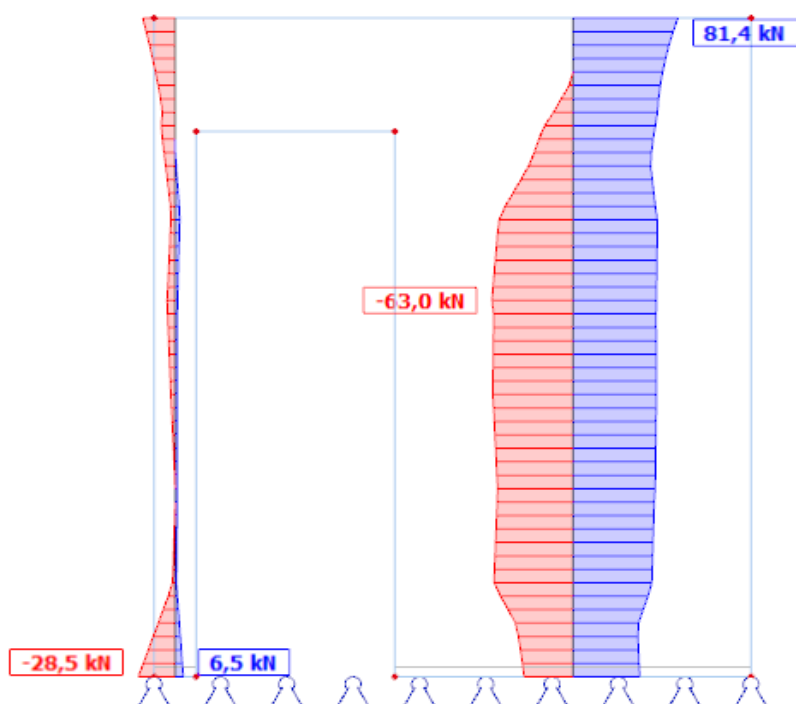


Unutarnje sile u zidu

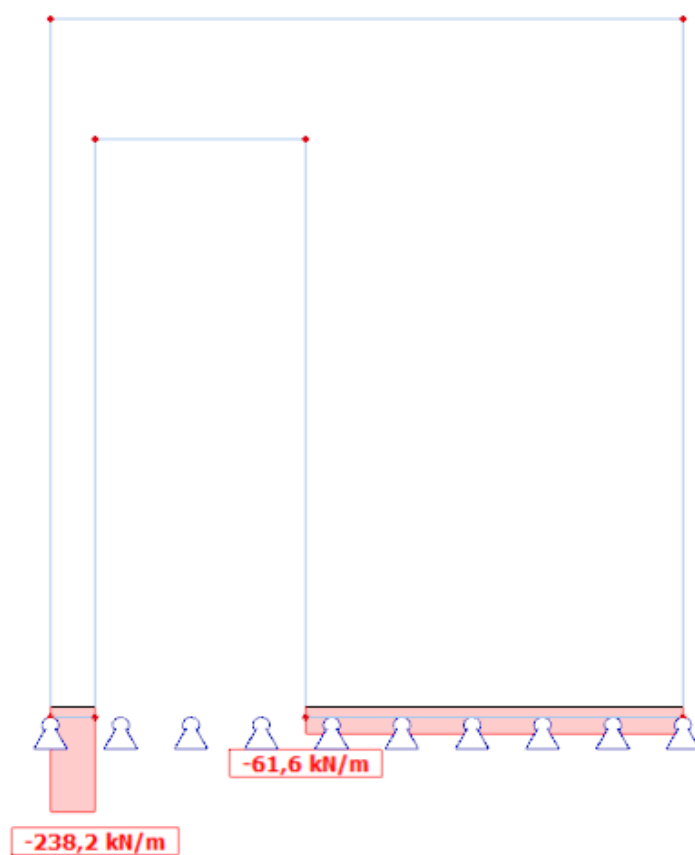
Med (kNm) - seizmika



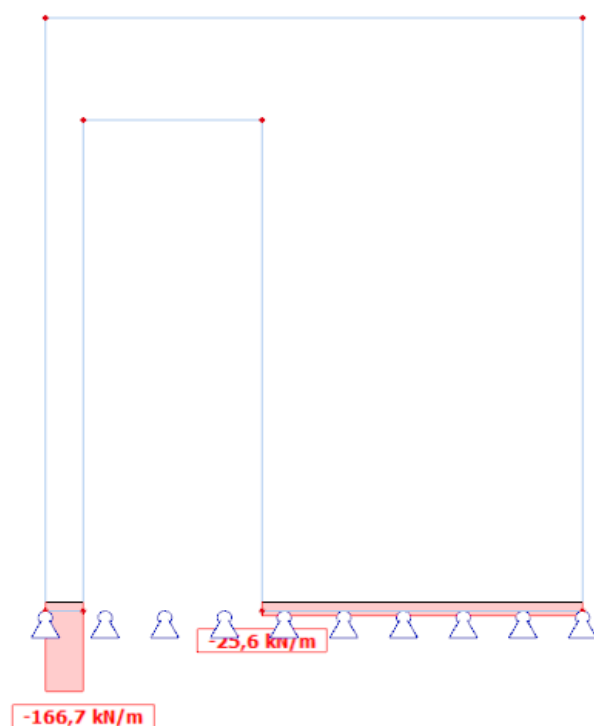
Ved (kN) -seizmika



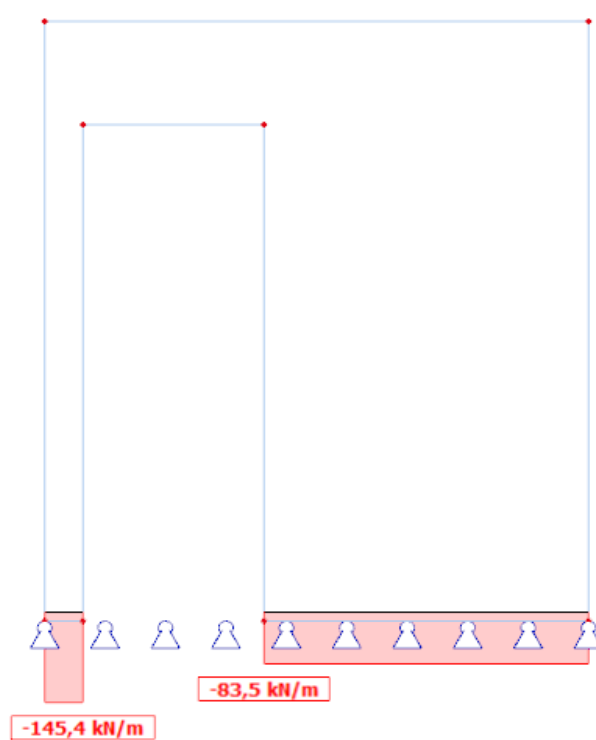
Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



Ned (kN) - 0,3Px+Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	170,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,00	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		166,00	cm
				$d_y = h - d_1 =$		16,00	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	110,80	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	37,23	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	81,40	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-246,67	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,04 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 91,72 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 2,14$$

odabrano:	4	$\Phi 14$	$A_{s1} =$	6,15	cm ²
-----------	---	-----------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 122,1 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg}\Theta + \text{tg}\Theta) = 1195,2 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg}\Theta = \text{tg}\Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 122,1 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1195,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,801 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg}\Theta = 396,2 \text{ kN}$$

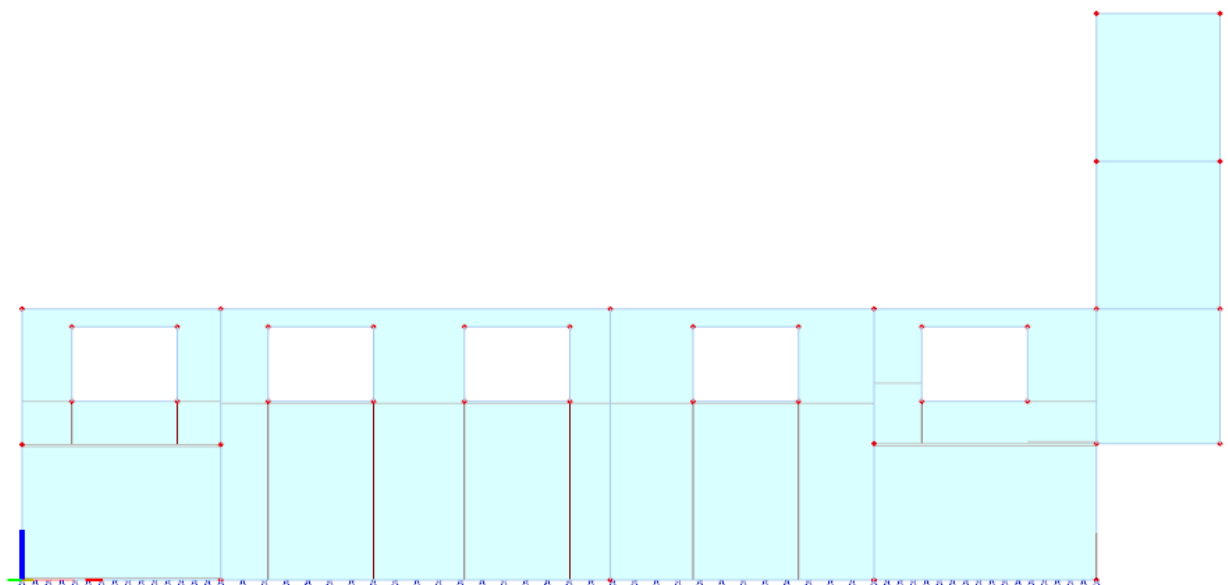
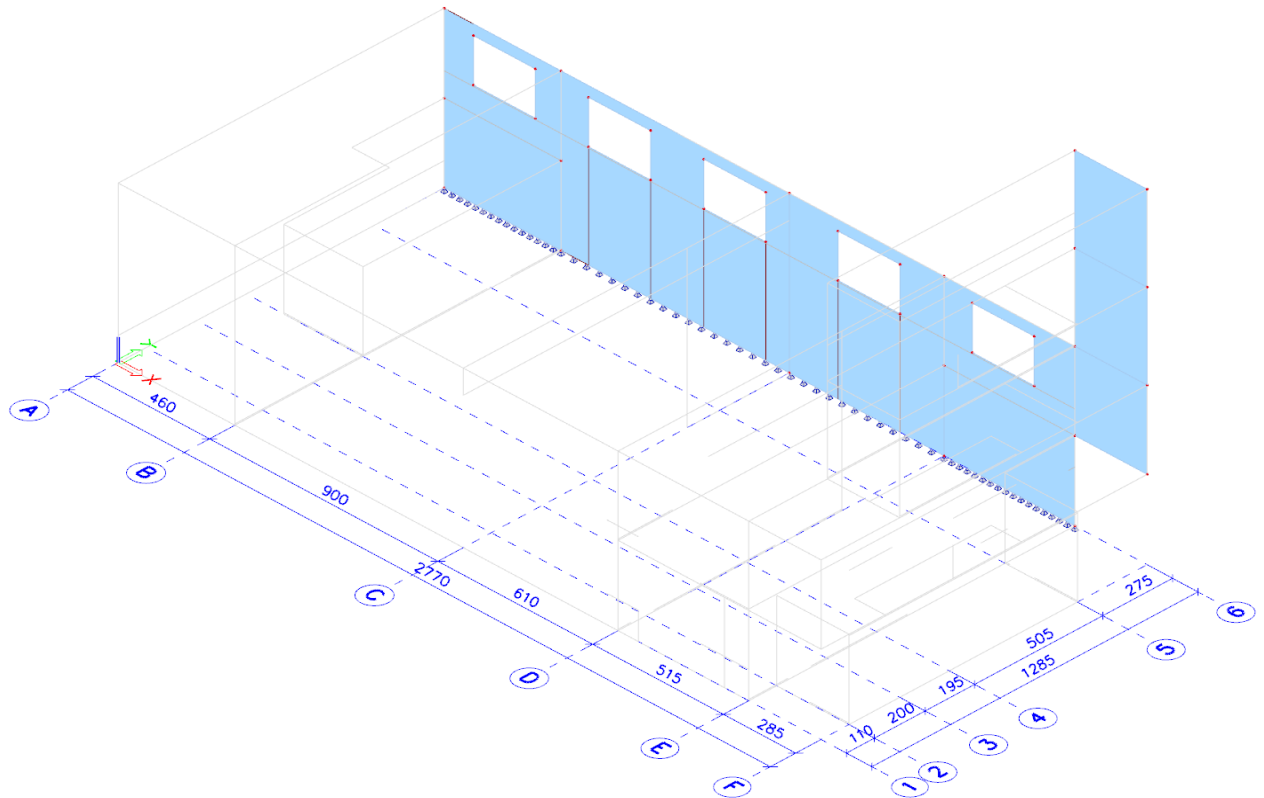
$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 122,1 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 396,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

9.16. PRORAČUN ZIDA U OSI 6



Dijagrami armature u smjeru Y od AO1 (vertikalna armatura) (cm^2/m)

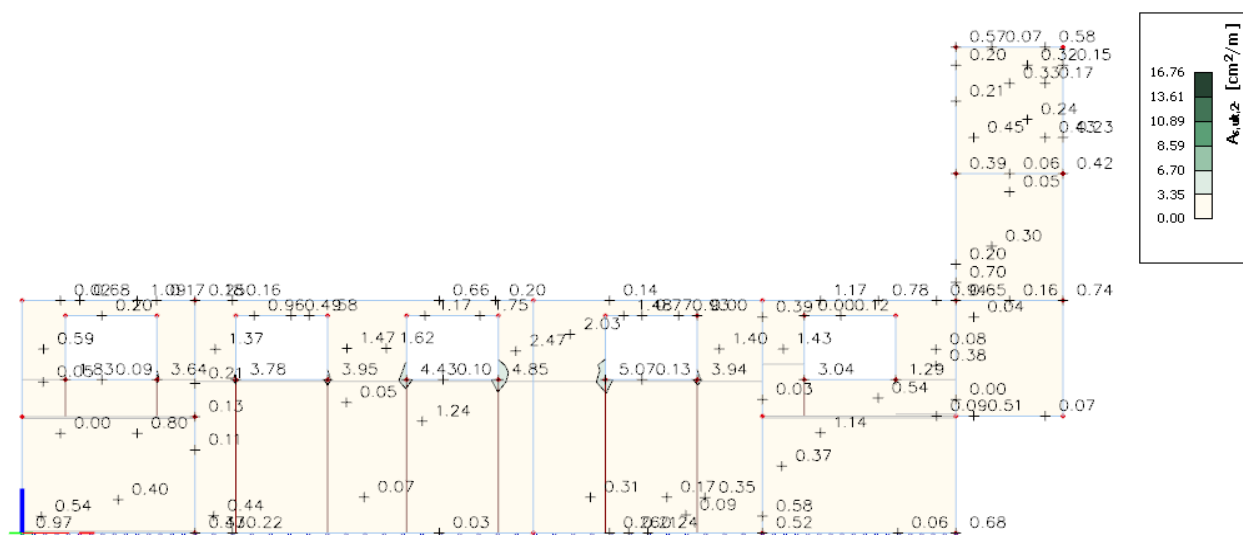
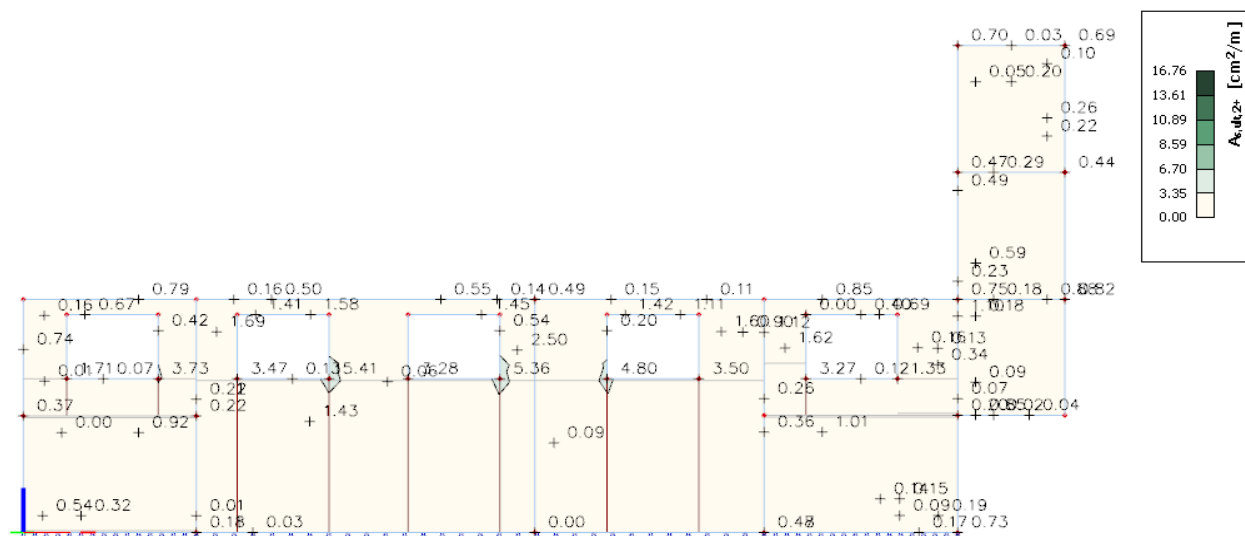
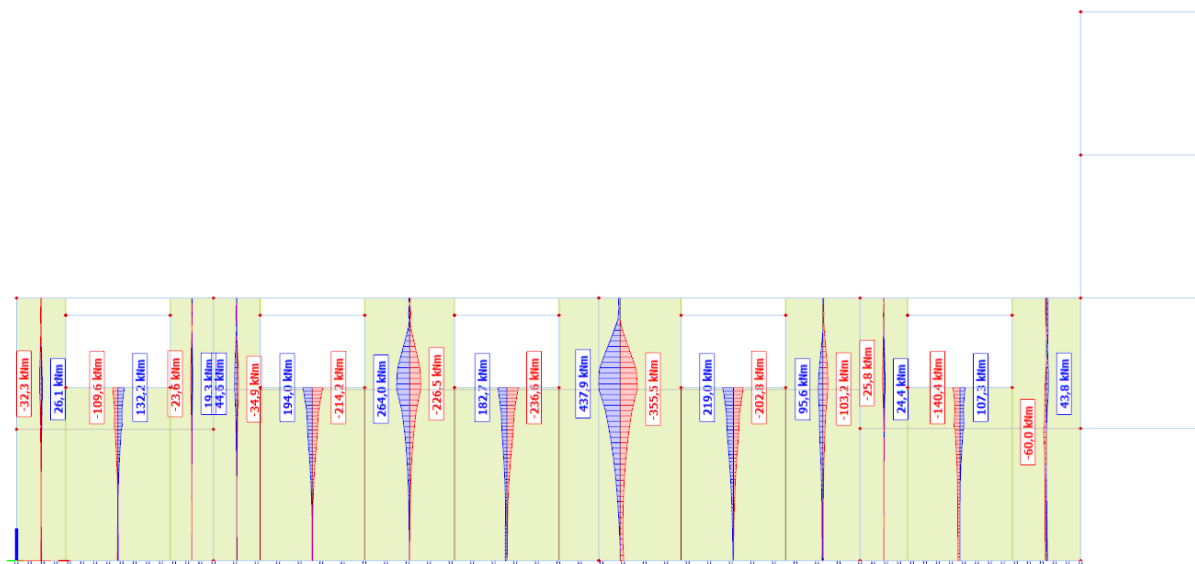


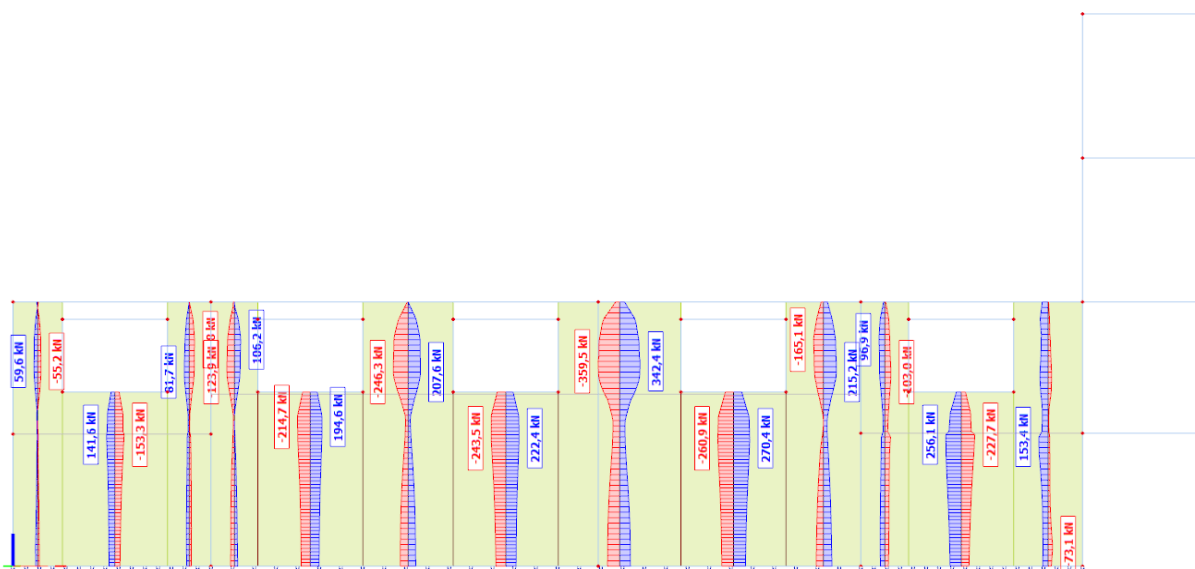
Figure 10 consists of two diagrams, (a) and (b), showing the distribution of the average shear stress ratio $A_{v,dt,t}$ [cm²/m] for the reference and experimental beams, respectively. The diagrams are color-coded according to the stress ratio, with a legend on the right indicating values from 0.00 to 16.76 cm²/m. The reference beam (a) shows a higher stress ratio, particularly in the central region, reaching up to 16.76 cm²/m. The experimental beam (b) shows a lower stress ratio, with values generally below 10.00 cm²/m.

Unutarnje sile u zidu

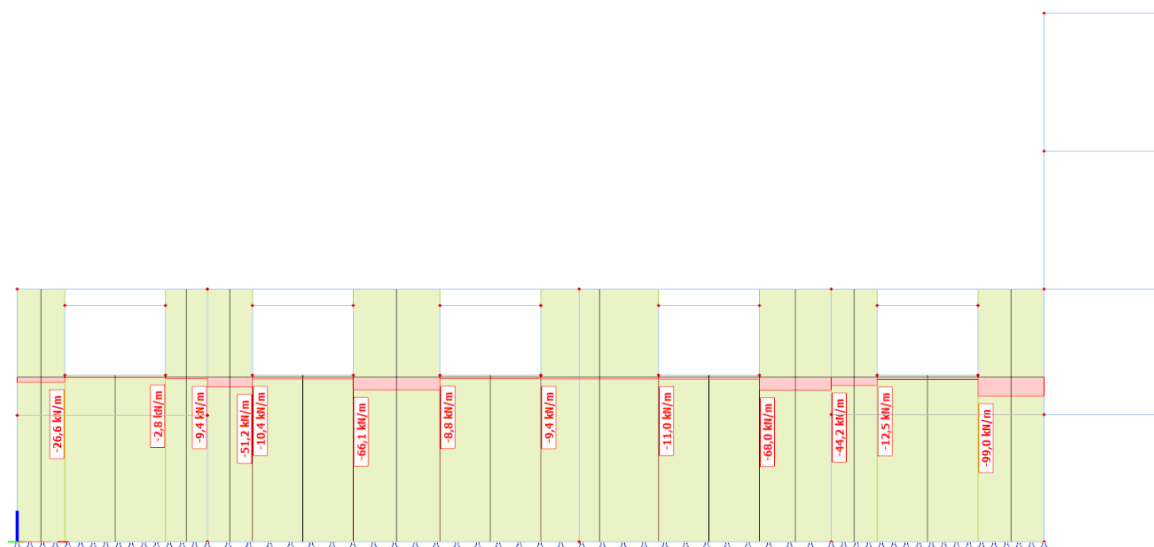
Med (kNm) - seizmika



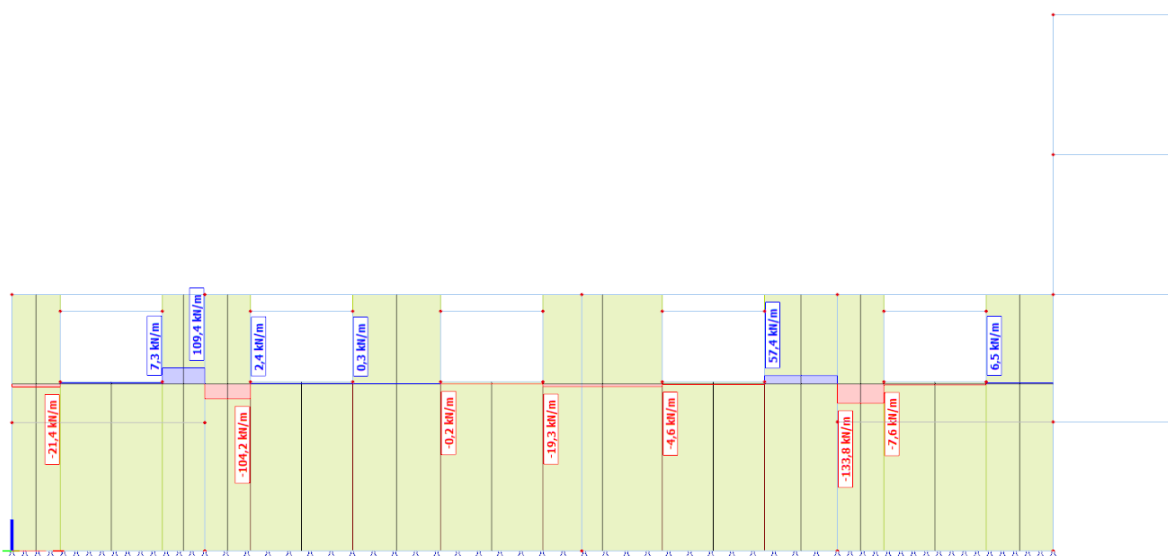
Ved (kN) -seizmika



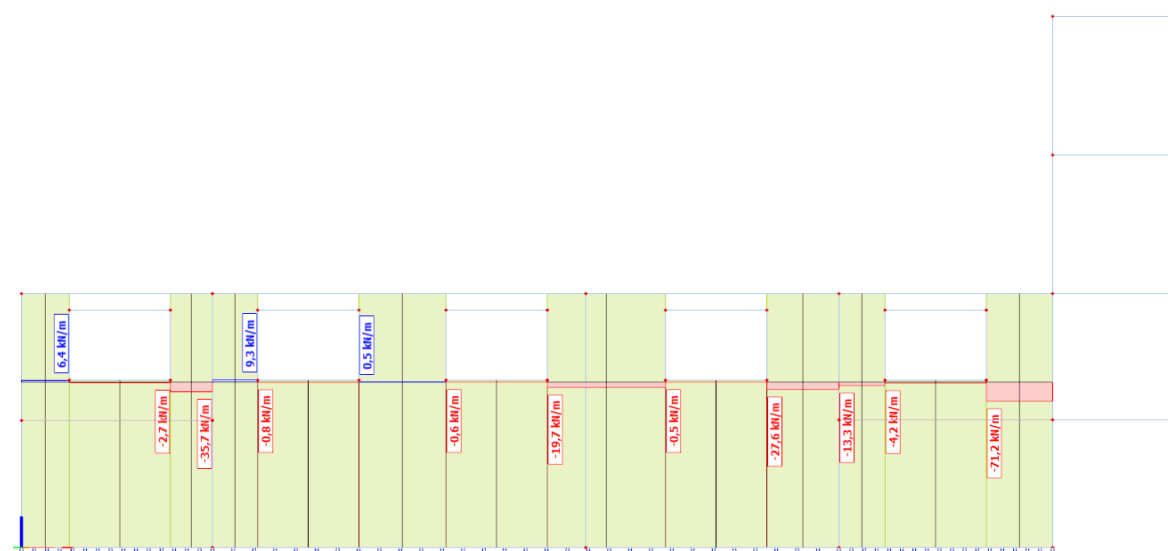
Ned (kN) - G+0,6Q



Ned (kN) - Px+0,3Py



Ned (kN) - 0,3Px+Py



PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	460,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,00	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		456,00	cm
				$d_y = h - d_1 =$		16,00	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravnini zida	$M_{Ed,max} =$	148,10	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-17,48	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	184,00	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-219,88	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,01 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 202,41 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,987$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-0,75	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,036$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 3,13$$

odabrano:	4	$\Phi 14$	$A_{s1} =$	6,15	cm ²
-----------	---	-----------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 276 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 3283,2 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 276,0 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 3283,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,175 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 1072,0 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 276,0 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 1072,0 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

- minimalna armatura za zid = 25,0 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 2,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 2

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	328,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	328,00	cm	duljina zida	$l_w =$	101,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	308,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,08	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		96,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		15,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	23,90	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	103,53	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	89,80	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-121,30	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,04 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} z_{s1} = -21,75 \quad \text{kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = -0,010 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

$$\text{ekscentricitet } e = M_{Ed} / N_{Ed} = 23,09 \quad \text{cm}$$
$$A_{s1} = \frac{N_{Sd}}{f_{yd}} \cdot \frac{e_1}{e_1 + e_2} = 0,62 \quad \text{cm}^2$$
$$A_{s2} = \frac{N_{Sd}}{f_{yd}} \cdot \frac{e_2}{e_1 + e_2} = 1,76 \quad \text{cm}^2$$

$e_1 = 25,4 \quad \text{cm}$
 $e_2 = 71,5 \quad \text{cm}$

odabrano $A_{s1}:$	2	$\Phi 14$	$A_{s1} =$	3,08	cm ²
odabrano $A_{s2}:$	2	$\Phi 14$	$A_{s1} =$	3,08	cm ²

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 134,7 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 697,7 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 134,7 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 697,7 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,264 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 235,4 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

$$V_{Ed}' = 134,7 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 235,4 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 3 debljina 30 cm

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

ukupna visina zida	$h_w =$	660,00	cm	debljina zida	$b_w =$	30,00	cm
visina etaže	$h_e =$	660,00	cm	duljina zida	$l_w =$	285,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	630,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	6,30	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,10	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		280,90	cm
				$d_y = h - d_1 =$		25,90	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJA

od seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravlini zida	$M_{Ed,max} =$	437,90	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	29,93	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	360,00	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-80,66	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,01 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 440,27 \text{ kNm}$$
$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,020 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,981$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,12	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,053$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 7,28$$

odabrano: 4 Φ 16 $A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2$

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 540 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 120,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 3033,7 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 540,0 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 3033,7 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,427 < 2$$

$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 664,2 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00223$$

$$V_{Ed}' = 540,0 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 664,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

PRORAČUN ZIDA (SEIZMIKA) - SEGMENT 4 debljina 20**1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA**

ukupna visina zida	$h_w =$	332,00	cm	debljina zida	$b_w =$	20,00	cm
visina etaže	$h_e =$	332,00	cm	duljina zida	$l_w =$	515,00	cm
svijetla visina zida	$h_s =$	312,00	cm				
duljina izvijanja	$l_i =$	3,12	m	zaštitni sloj	$c =$	2,5	cm
statička visina presjeka				$d_1 = \phi_1 + \phi_2/2 + c =$		4,00	cm
				$d_x = h - \phi_1 - \phi_2/2 - c =$		511,00	cm
				$d_y = h - d_1 =$		16,00	cm

2. MATERIJALI

C25/30	$f_{ck} =$	2,5	kN/cm ²		$f_{cd} = f_{ck}/1,5 =$	1,67	kN/cm ²
B500 A	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	mreže	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
B500 B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	šipke	$: f_{yk}/1,15 =$	43,48	kN/cm ²
	$E_s =$	20500	kN/cm ²				

3. OPTEREĆENJAod seizmičkog opterećenja

moment savijanja u ravni zida	$M_{Ed,max} =$	615,70	kNm
pripadajuća uzdužna sila	$N_{Ed,min} =$	-184,89	kN
horizontalna sila paralelna sa zidom	$V_{Ed,max} =$	436,30	kN
vertikalna uzdužna sila (najveći tlak)	$N_{Ed,max} =$	-641,18	kN

4. NORMALIZIRANO OSNO OPTEREĆENJE

$$n_d = N_{Ed,max} / (b_w l_w f_{cd}) = 0,04 < 0,4 \quad \text{Zadovoljava!}$$

5. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA SAVIJANJE

$$M_{Eds} = M_{Ed} - N_{Ed,min} Z_{s1} = 1145,95 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed} = M_{Eds} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,020 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	$\zeta = 0,981$	eformacija betona $\varepsilon_{c2} =$	-1,12	‰
koeficijent položaja neutralne osi	$\xi = 0,053$	leformacija čelika $\varepsilon_{s1} =$	20,00	‰

$$A_s = \frac{1}{f_{yd}} (\omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} + N_{sd}) = 3,74$$

odabrano:	4	Φ 14	$A_{s1} =$	6,15	cm ²
-----------	---	------	------------	------	-----------------

6. DIMENZIONIRANJE ZIDA NA POPREČNU SILU

Prema točki 5.4.2.4. (6) i (7), norme HRN EN 1998-1, mora se uzeti u obzir povećanje poprečnih sila nakon popuštanja u podnožju primarnog potresnog zida. Zahtjev se smije smatrati ispunjenim ako se u dimenzioniranju na poprečne sile uzme da su one 50% veće od poprečnih sila dobivenih proračunom.

$$V_{Ed}' = 1,5 V_{Ed,max} = 654,45 \text{ kN}$$

minimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,min} = 0,002 b_w l = 4,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

maksimalna poprečna armatura hrpta $A_{sh,max} = 0,04 b_w l = 80,00 \text{ cm}^2/\text{m}$

odabrana armatura hrpta: mreže **Q-335** obostrano $A_{sh,prov} = 3,35 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zadovoljava!

dijagonalni tlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cw} b_w v_1 z f_{cd}) / (\text{ctg} \Theta + \text{tg} \Theta) = 3679,2 \text{ kN}$$

$$\alpha_{cw} = 1$$

$$v_1 = 0,6 (1 - f_{ck}/250) = 0,54$$

$$\text{ctg} \Theta = \text{tg} \Theta = 1$$

$$V_{Ed}' = 654,5 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 3679,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

dijagonalni vlačni slom hrpta

uvjet

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

$$a_s = M_{Ed} / (V_{Ed} l_w) = 0,274 < 2$$

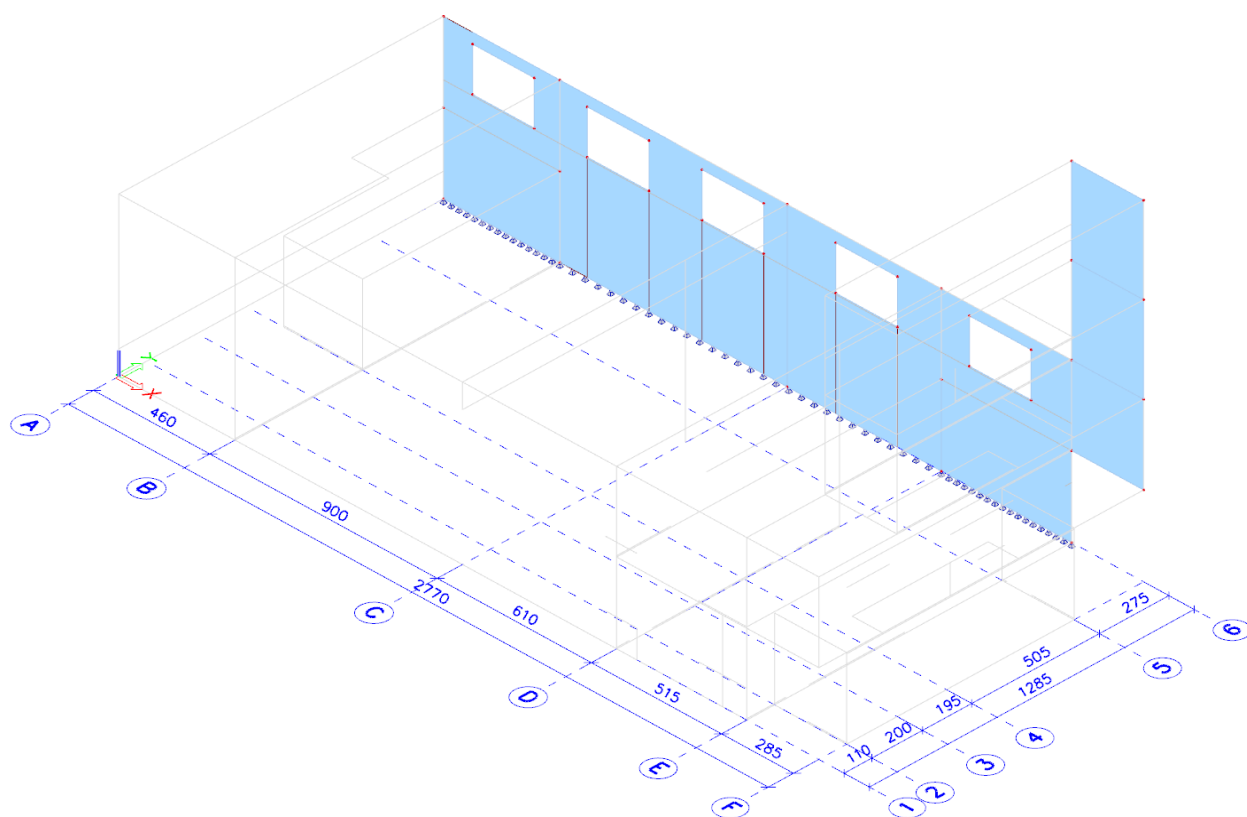
$$V_{Rd,s} = b_w (0,8 l_w) \rho_h f_{ywd} \text{ctg} \Theta = 1200,2 \text{ kN}$$

$$r_h = \rho_v = 0,00335$$

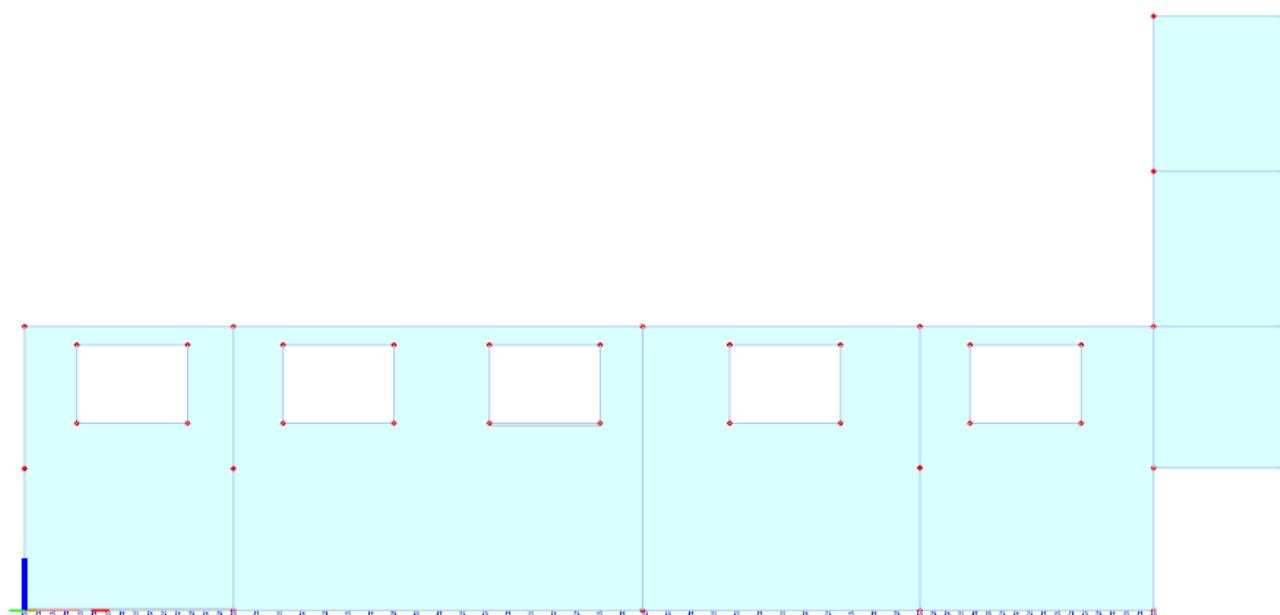
$$V_{Ed}' = 654,5 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 1200,2 \text{ kN}$$

Zadovoljava!

9.17. PRORAČUN VN U OSI 6

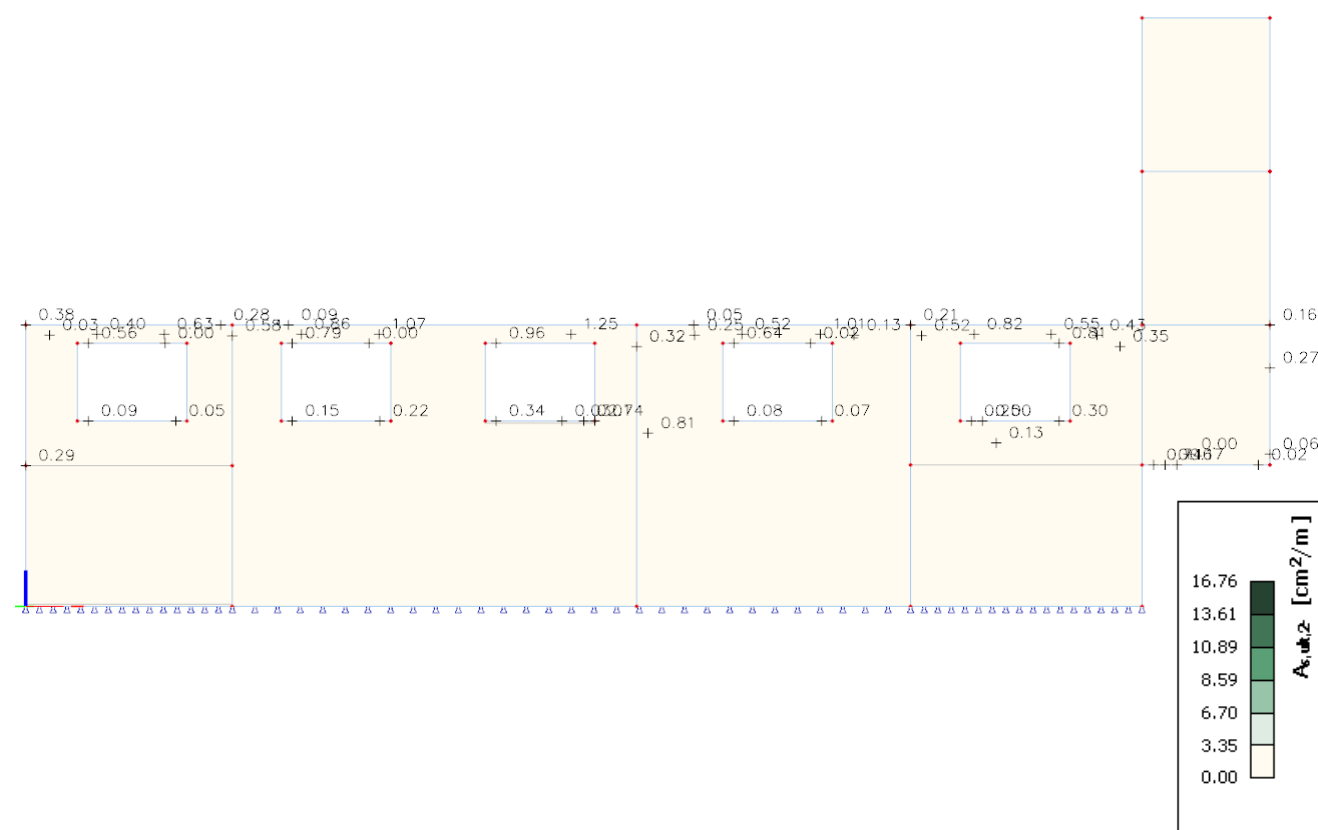
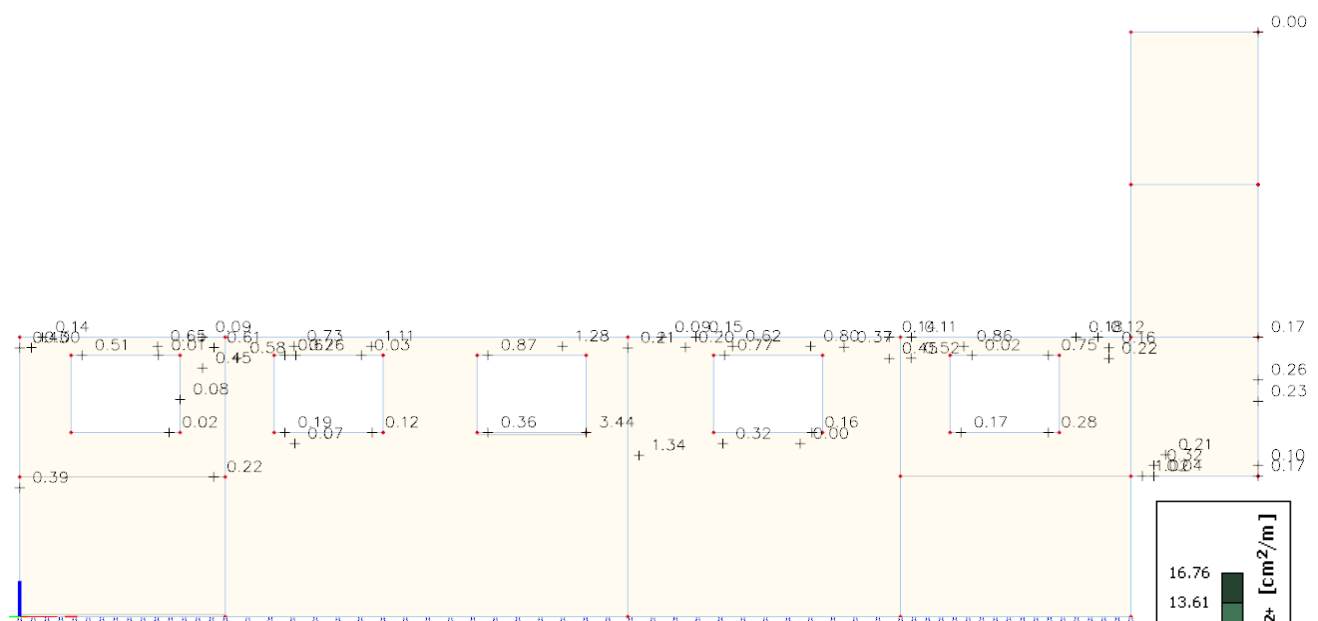


Pogled na zid u osi 6

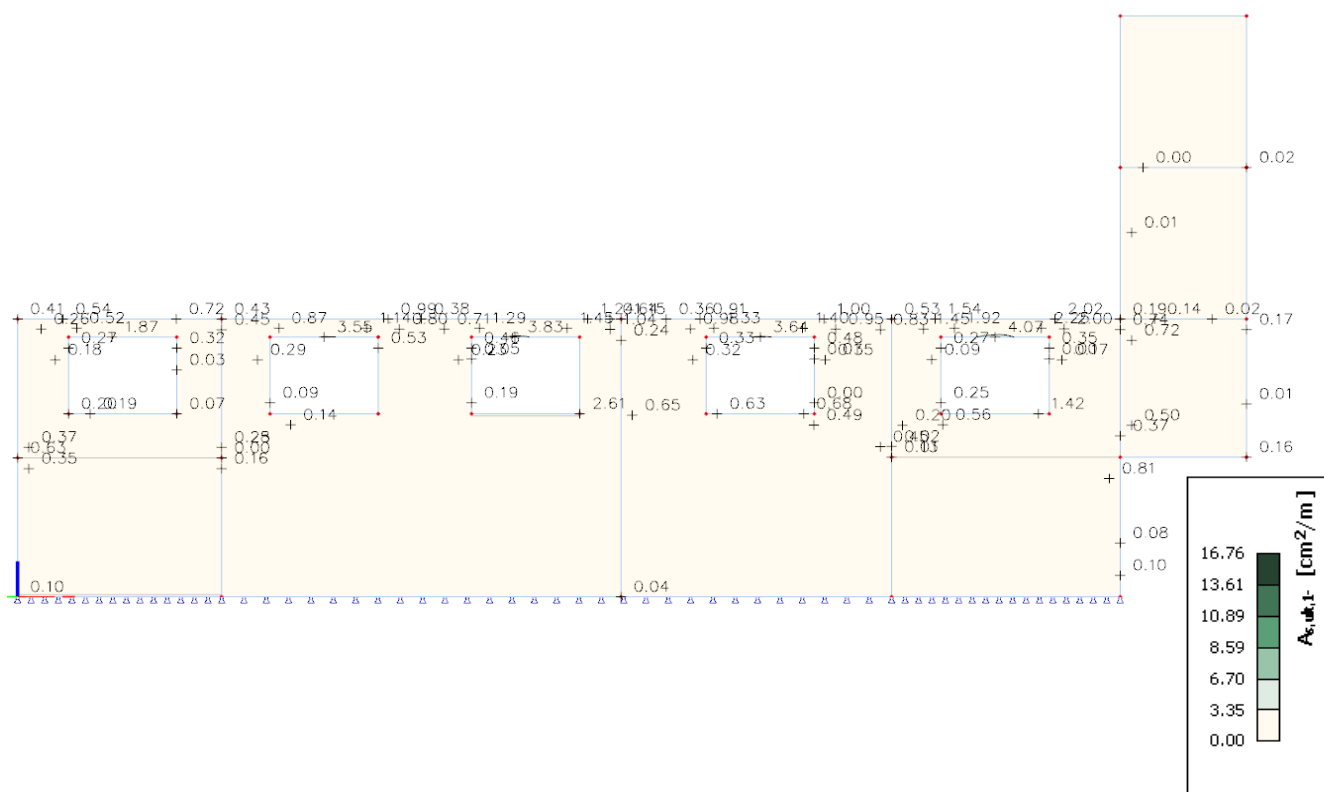
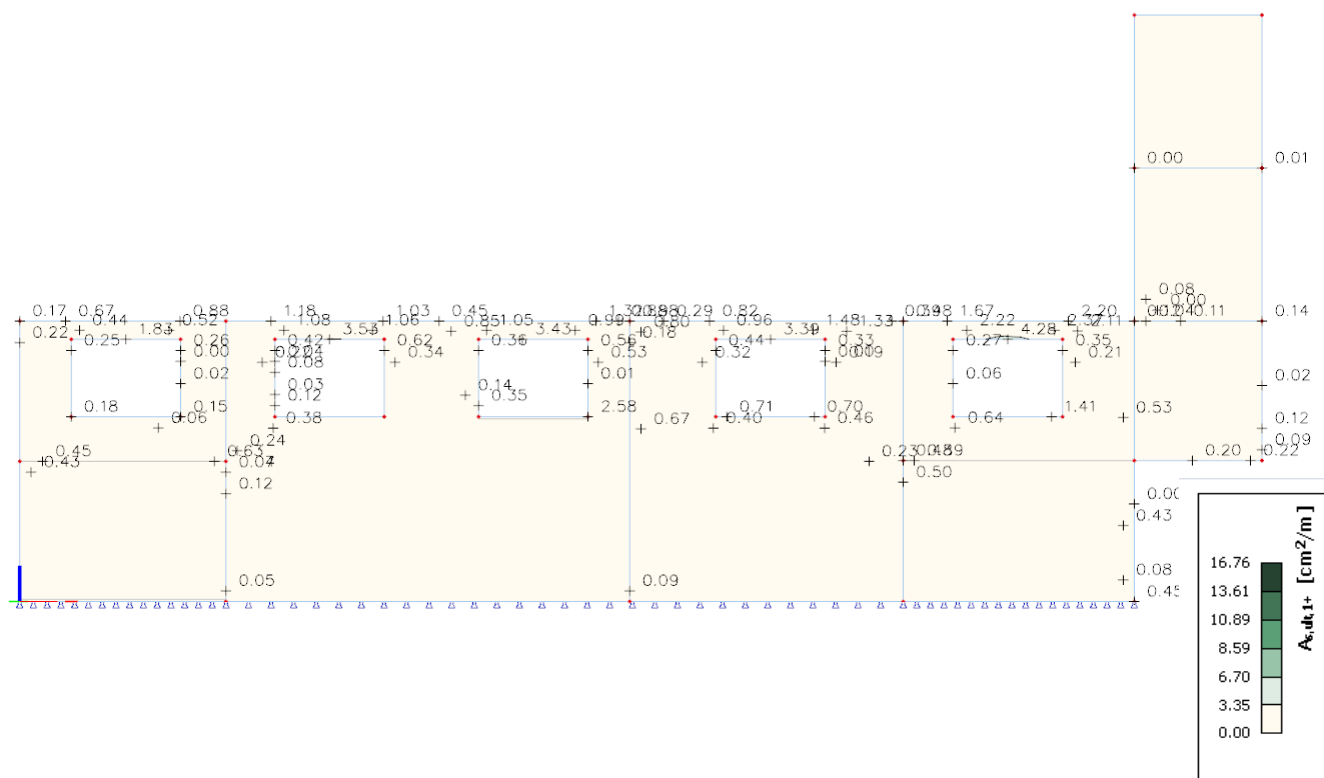


PRIKAZ DIJAGRAMA ARMATURE IZ SCIA ENGINEER

Dijagrami armature u smjeru Y (vertikalna armatura) (cm^2/m') - model omekanjene ploče



Dijagrami armature u smjeru X (horizontalna armatura) (cm^2/m) - model omekanjene ploče



PRORAČUN VISOKOSTIJENOG NOSAČA

- zbog prostornog djelovanja i međusobne interakcije s ostalim elementima visokostijeni nosač se neće promatrati kao izdvojeni 2D element, već kao element u sklopu cjelokupnog 3D modela

širina zida b_1 : $b_1 = 20$ cm

visina zida h_1 : $h_1 = 1048$ cm

raspon zida l_1 : $l_1 = 285$ cm

Provjera minimalne debljine nosača iz uvjeta izbočenja tlačnog pojasa

$$b_{min} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{q_{SLS}}{100 \cdot \sigma_s \cdot h}} = 4,67 \text{ cm}$$

(zid je ukrućen pločom na donjem i gornjem rubu)
Odabrana debljina zida od 20 cm zadovoljava uvjet

$$q_{SLS} = 1,00 \text{ kN/cm}$$

$$\sigma_s = 0,25 f_{ck,cube} = 0,75 \text{ kN/cm}^2$$

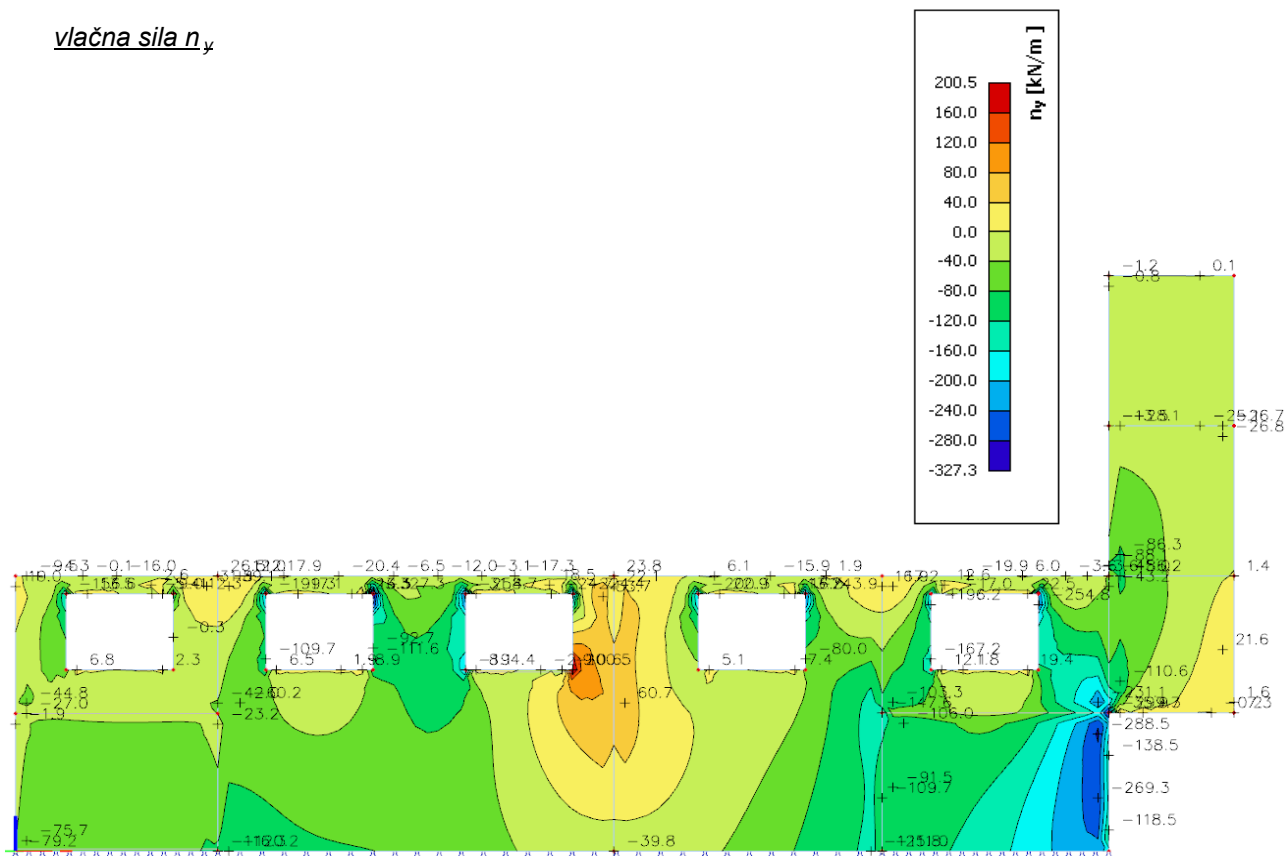
$$f_{ck,cube} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$h_{max} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{maksimalna visina nosača između dviju ploča})$$

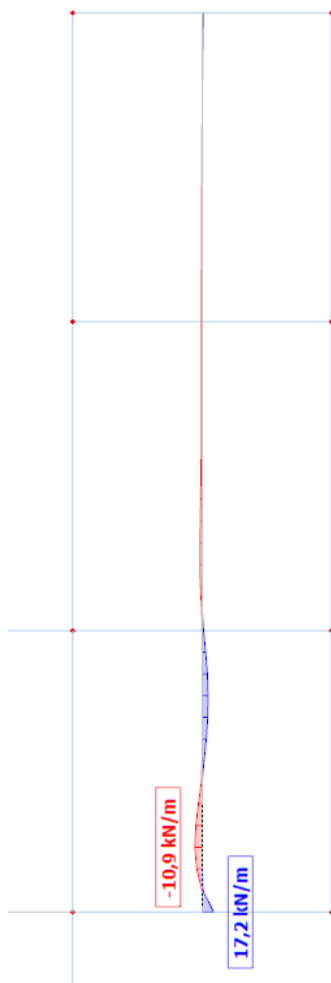
$$h_{min} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{minimalna visina nosača između dvije ploče})$$

$$h_{sr} = 1048 \text{ cm} \quad (\text{srednja visina nosača})$$

$$l = 275 \text{ cm} \quad (\text{raspon zida})$$



Proračun glavne vlačne armature visokostijenoq nosača



Glavna vlačna armatura

vlačna sila po m':

$$n_{Ed} = 17,2 \text{ kN/m'}$$

visina vlačnog područja:

$$h = 0,5 \text{ m}$$

ukupna vlačna sila:

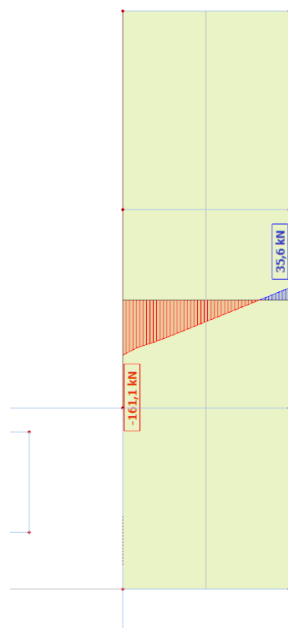
$$N_{Ed} = n_{Ed} \cdot h/2 = 4,3 \text{ kN}$$

potrebna glavna vlačna armatura

$$A_{s1,req} = N_{Ed}/f_{yd} = 0,10 \text{ cm}^2$$

odabrano: 2 $\Phi 14$ $A_{s1,prov} = 3,08 \text{ cm}^2$

Proračun vertikalne i horizontalne armature u hrptu nosača



ukupna sila:

$$V_{Ed} = 161,1 \text{ kN}$$

maksimalna poprečna sila:

$$V_{Rd,max} = 0,1 \times b \times h \times 0,85 f_{cd} = 3563,2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < 1/3 V_{Rd,max} = 1187,73 \text{ kN}$$

ugraditi minimalnu armaturu hrpta

minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0,25 \times b = 5,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

mreže obostrano:

odabranc **Q-335**

$$A_{s1,prov} = 6,70 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

potrebna vert. armatura u širini od $2b = 40 \text{ cm}$ (unutar zida na koji se oslanja visokostijeni nosač)

$$A_{s1,req} = V_{Ed}/f_{yd} = 0,82 \text{ cm}^2$$

dvorezne ver. vilice:

odabranc

4

Φ 14

$$A_{s1,prov} = 12,31 \text{ cm}^2$$

10. PRORAČUN TEMELJNE KONSTRUKCIJE

10.1. PRORAČUN TEMELJNE PLOČE POZ 000

1. UVOD

Proračun temeljne ploče bit će izveden pomoću programa Scia Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- temeljnu konstrukciju čini temeljna ploča debljine 40 cm
- kvaliteta betona C25/30
- debljina zaštitnog sloja dolje je 4,0 cm (XC2), gore 2,5 cm (XC1)
- zglobna veza između temeljne ploče i zidova prizemlja

Temeljna konstrukcija proračunata je na elastičnim osloncima s koeficijentom krutosti posteljice $k_s=20\,000\text{ kN/m}^2/\text{m}$.

Dimenzioniranje elemenata će biti izvedeno prema EC2 i EC7 propisima uz pripadajuće parcijalne koeficijente sigurnosti. Program sam uzima u obzir opterećenje vlastitom težinom.

2. OPTEREĆENJA

opterećenja:

SO1	vlastita težina
SO2	dodatno stalno opterećenje
SO3	uporabno (kat A2)
SO4	snijeg

kombinacije opterećenja:

KO1	$1,00 \times \text{SO1} + 1,00 \times \text{SO2} + 1,00 \times \text{SO3} + 1,00 \times \text{SO4}$	GSU
KO2	$1,35 \times \text{SO1} + 1,35 \times \text{SO2} + 1,50 \times \text{SO3} + 1,00 \times \text{SO4}$	GSN - nepovoljno
KO3	$1,35 \times \text{SO1} + 1,35 \times \text{SO2} + 1,50 \times \text{SO3} + 1,00 \times \text{SO4}$	GSN - povoljno

3. PRILOZI

Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

Prilog 2. Opterećenja (kN , kN/m^2)

Prilog 3. Dijagrami momenata savijanja u temeljnoj ploči od **KO2** (kNm/m)

Prilog 4. Dijagrami slijeganja temeljne ploče od **KO1** (cm)

Prilog 5. Dijagrami kontaktnih naprezanja od **KO1** (KN/m^2)

Prilog 6. Dijagrami armature u smjeru X u donjoj zoni od **KO2** (cm^2/m)

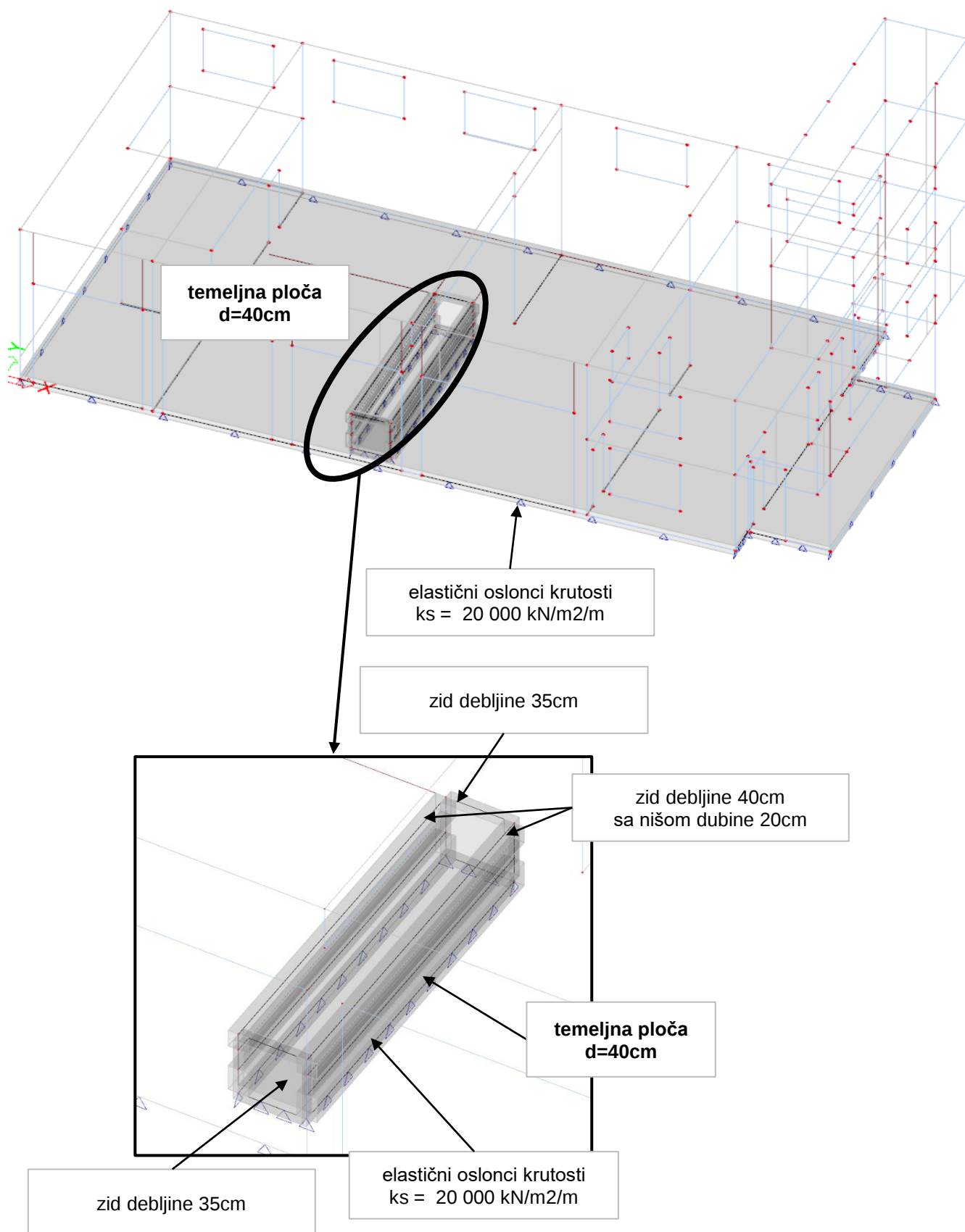
Prilog 7. Dijagrami armature u smjeru Y u donjoj zoni od **KO2** (cm^2/m)

Prilog 8. Dijagrami armature u smjeru X u gornjoj zoni od **KO2** (cm^2/m)

Prilog 9. Dijagrami armature u smjeru Y u gornjoj zoni od **KO2** (cm^2/m)

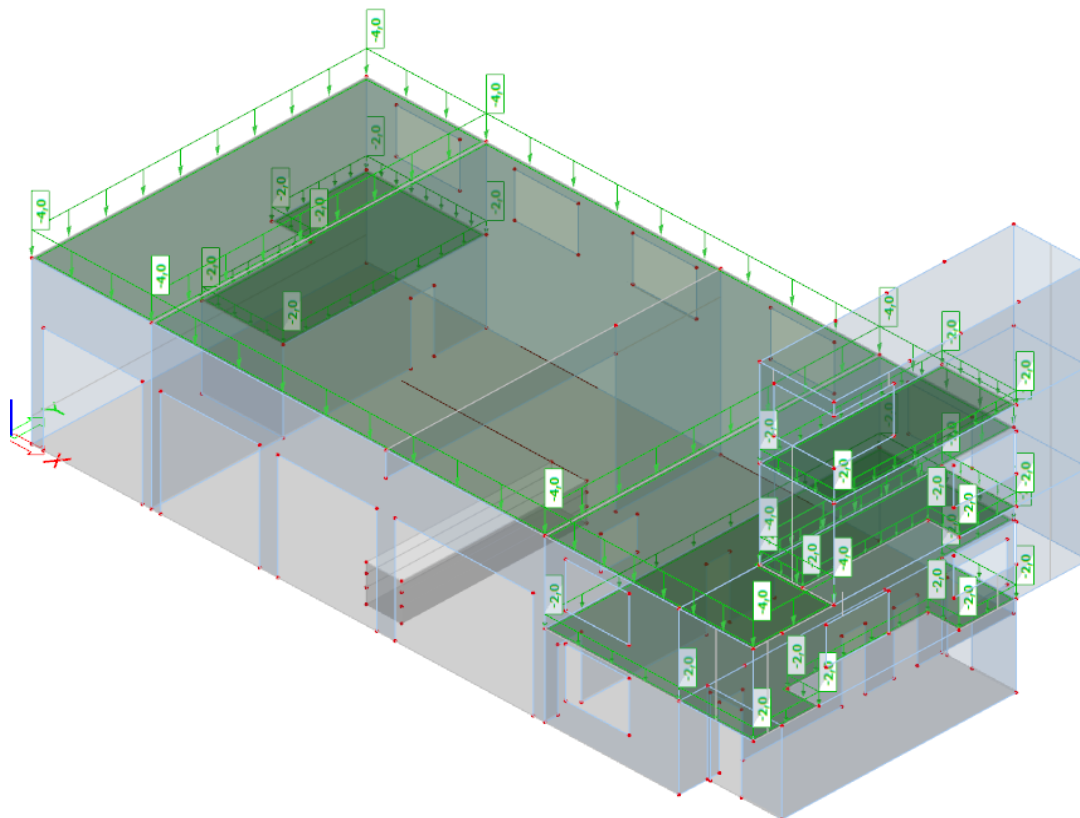
Prilog 1. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca

3D prikaz modela

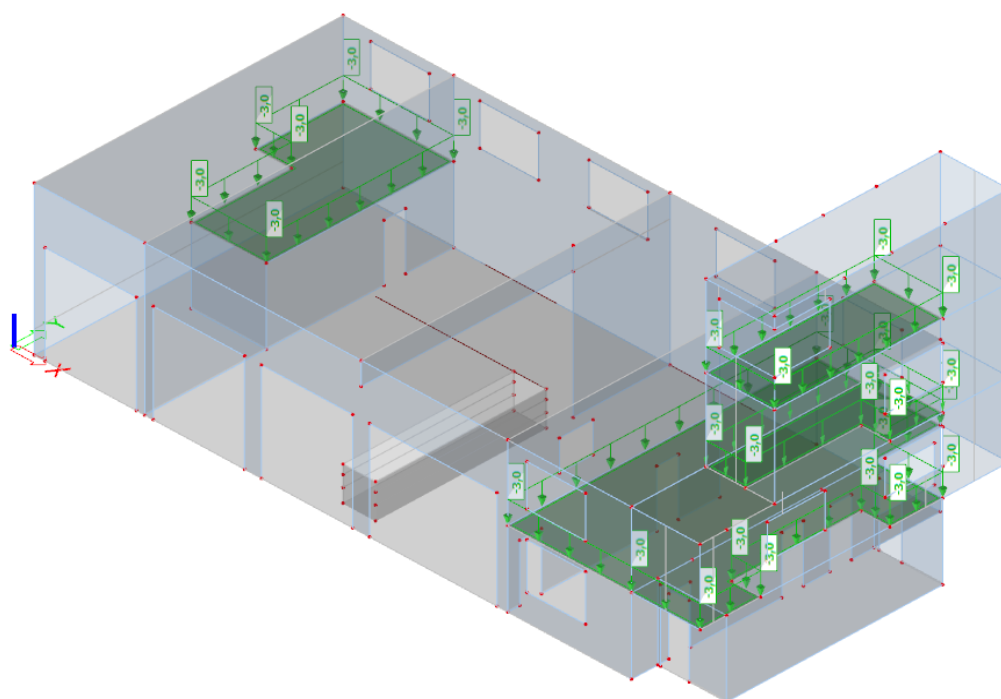


Prilog 2. Opterećenja (kN , kN/m^2)

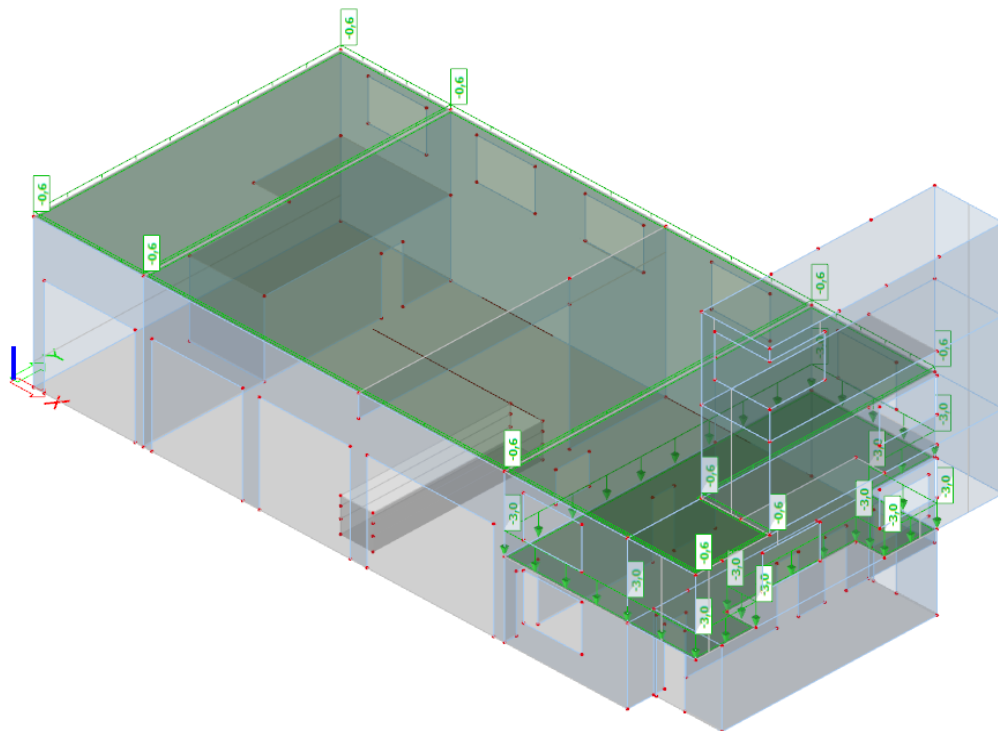
SO2 - dodatno stalno opterećenje



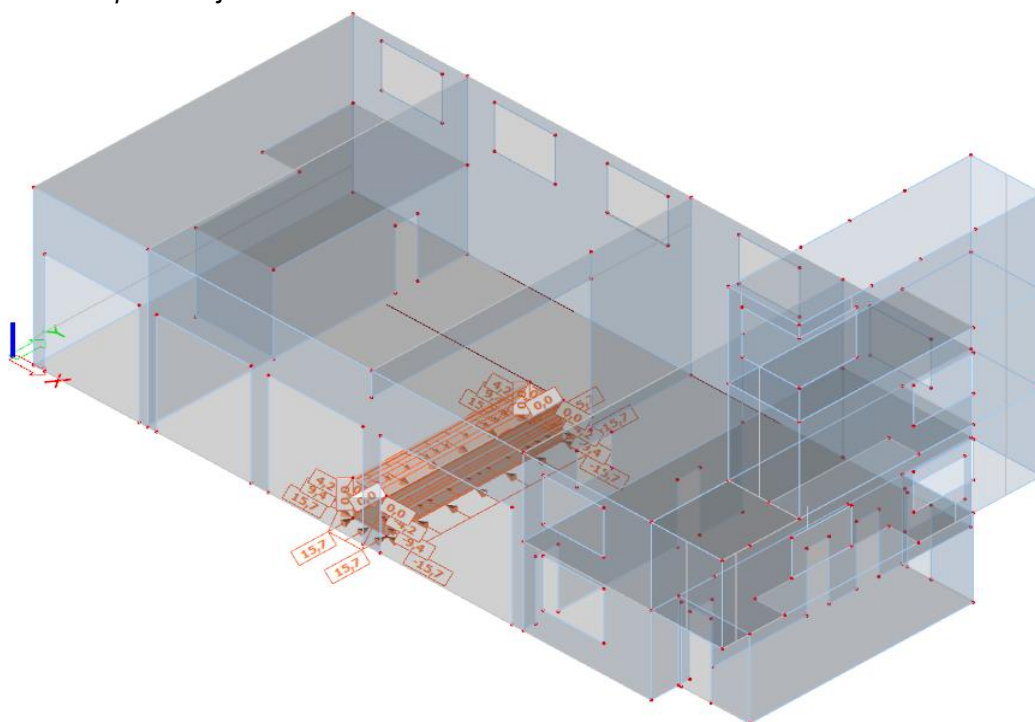
SO3 - uporabno opterećenje kategorije A



SO4 - uporabno kategorije H

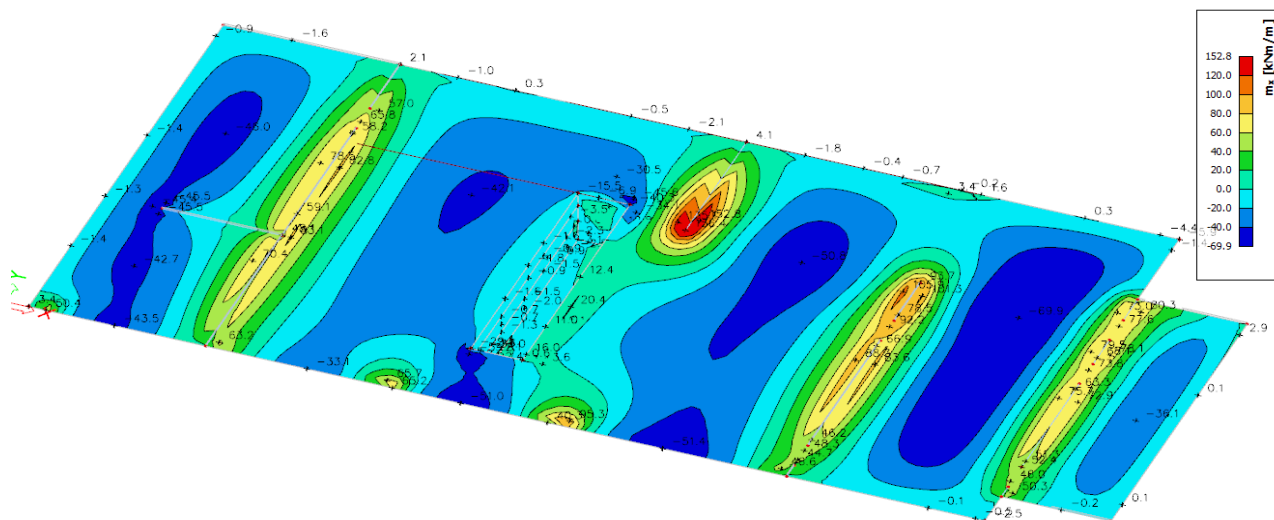


SO5 - opterećenje tla

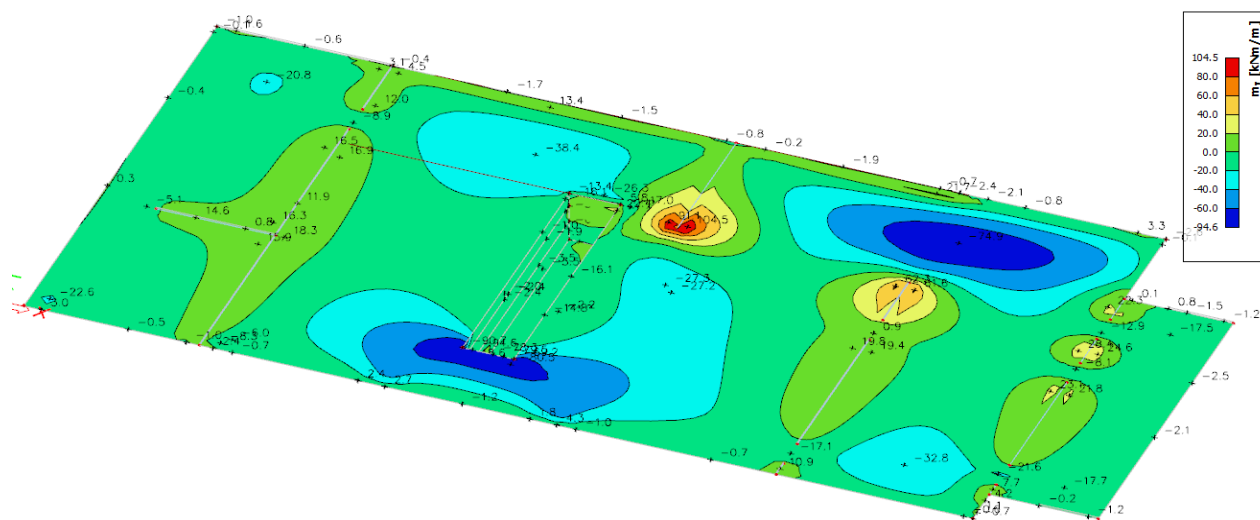


Prilog 3. Dijagrami momenata savijanja u temeljnoj ploči od KO2 (kNm/m')

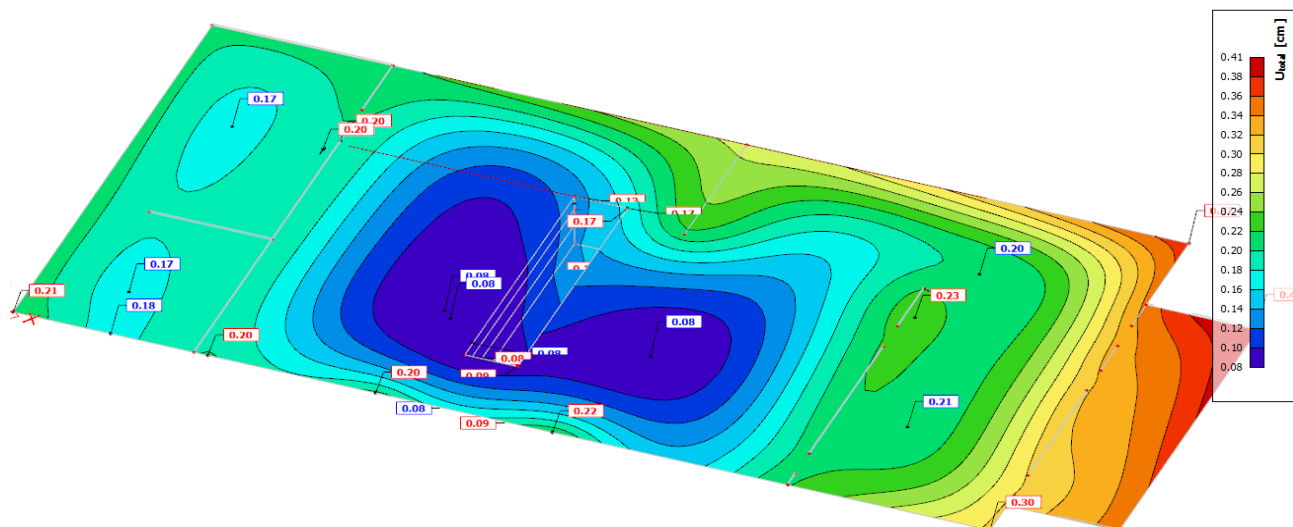
u X smjeru - m_x



u Y smjeru - m_y



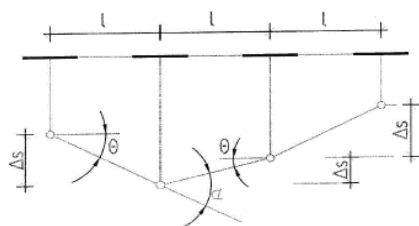
Prilog 4. Dijagrami slijezanja temeljne konstrukcije od KO1 (cm)



Provjera relativnih diferencijalnih slijezanja prema HRN EN 1997-1:2012/NA:2012

oblik deformiranja konstrukcije:

relativno diferencijalno slijezanje:

 Δs [mm]
7B [m]
12 $\frac{\Delta s}{B}$
0,00058

<

0,001

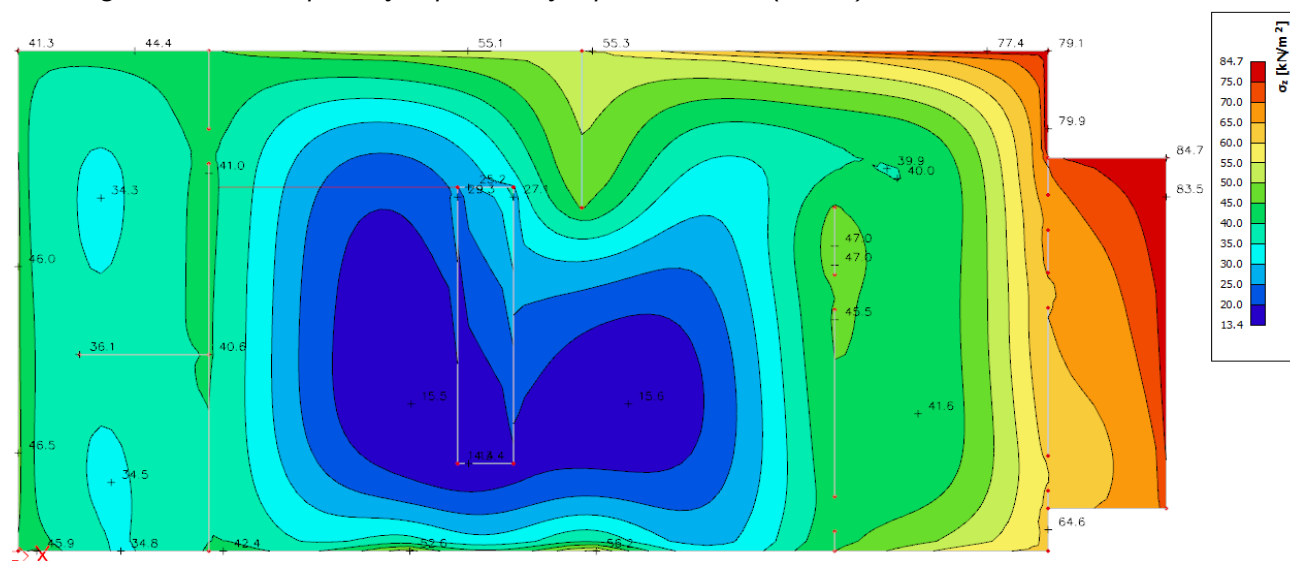
☑

Tablica H.1(HR) – Granične vrijednosti slijezanja

Vrsta građevine	Maksimalno ukupno konačno slijezanje $s_{m, \text{lim}}$		Relativno diferencijalno slijezanje		
	Vrijednost [mm]		Definicija	Vrijednost	Oznaka odgovarajućeg kuta
	Meka glina	Pijesak, tvrda glina			
1 Zgrade i konstrukcije kod kojih diferencijalno slijezanje ne prouzročuje dodatna naprezanja i probleme s uporabom konstrukcije i susjednih konstrukcija	120		$\frac{\Delta s}{L}$	0,003 0,006	– θ
2 Konstrukcije					
2.1 statički određena konstrukcija	100	100	$\frac{\Delta s}{l}$	0,005	θ
2.2 statički neodređena armiranobetonska konstrukcija	50	60		0,001	θ
2.3 statički neodređena čelična konstrukcija	60	80		0,002	θ
3 Višekatne okvirne građevine					
3.1 armiranobetonski okviri s ispunom od zidnih elemenata	80	60	$\frac{\Delta s_{\text{maks}}}{L}$	0,0015	–
3.2 čelični okviri s ispunom od zidnih elemenata	90	70		0,0025	θ
4 Višekatne građevine s nosivim zidovima					
4.1 od omeđenog zida	100	60	$\frac{\Delta s_{\text{maks}}}{L}$	0,0015	–
4.2 od predgotovljenih panela velikih dimenzija ili izrađenih od monolitnog betona	80	50		0,0015	θ
5 Armiranobetonske konstrukcije					
5.1 krute armiranobetonske konstrukcije (vodotornjevi, silosi, visoke peći i sl.)	200		$\frac{\Delta s}{B}$	0,003	ω
5.2 dimnjaci do 100 m visine	200			0,005	ω
5.3 dimnjaci viši od 100 m	100			0,002	ω
6 Kranske staze	50		$\frac{\Delta s}{l}$	0,0015 0,0025	θ α

Legenda:
s – slijezanje, Δs – diferencijalno slijezanje, θ – kut zaokreta, ω – naginjanje, α – kutna deformacija

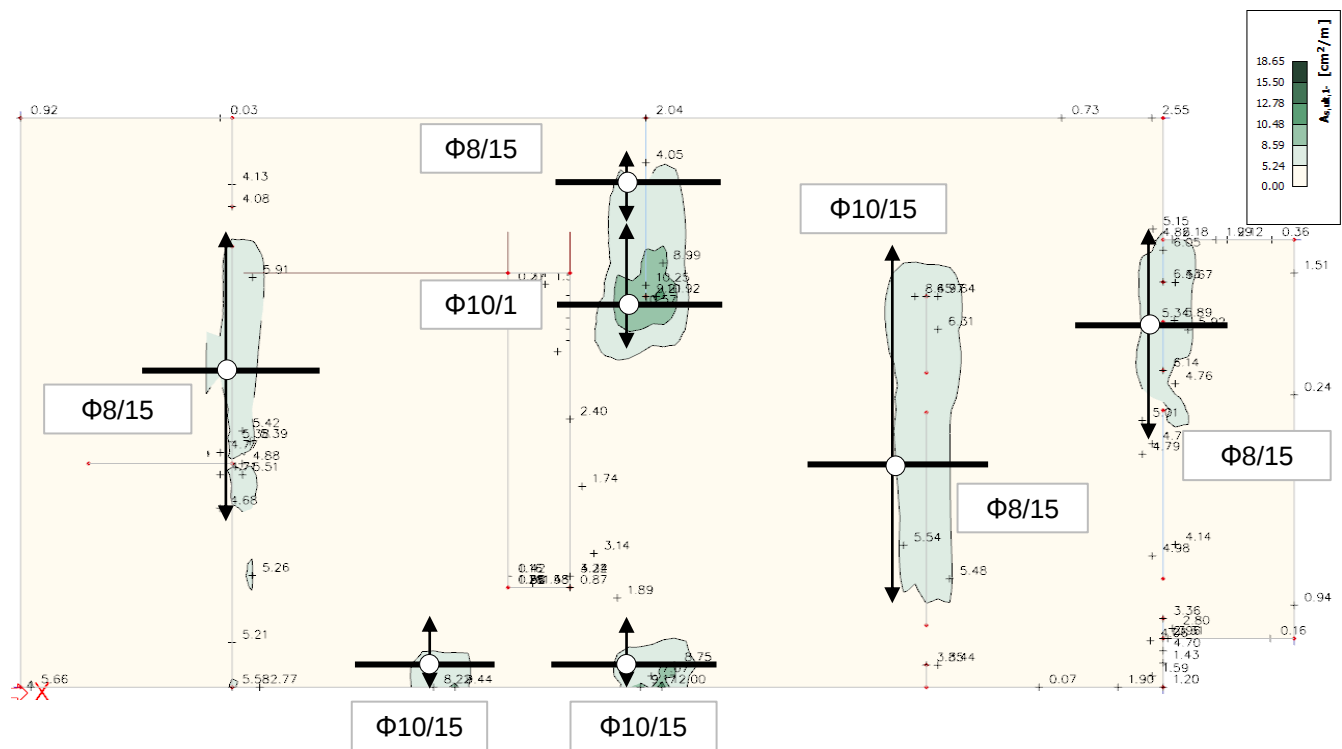
Prilog 5. Kontaktna naprežanja ispod temeljne ploče za KO1 (kN/m²)



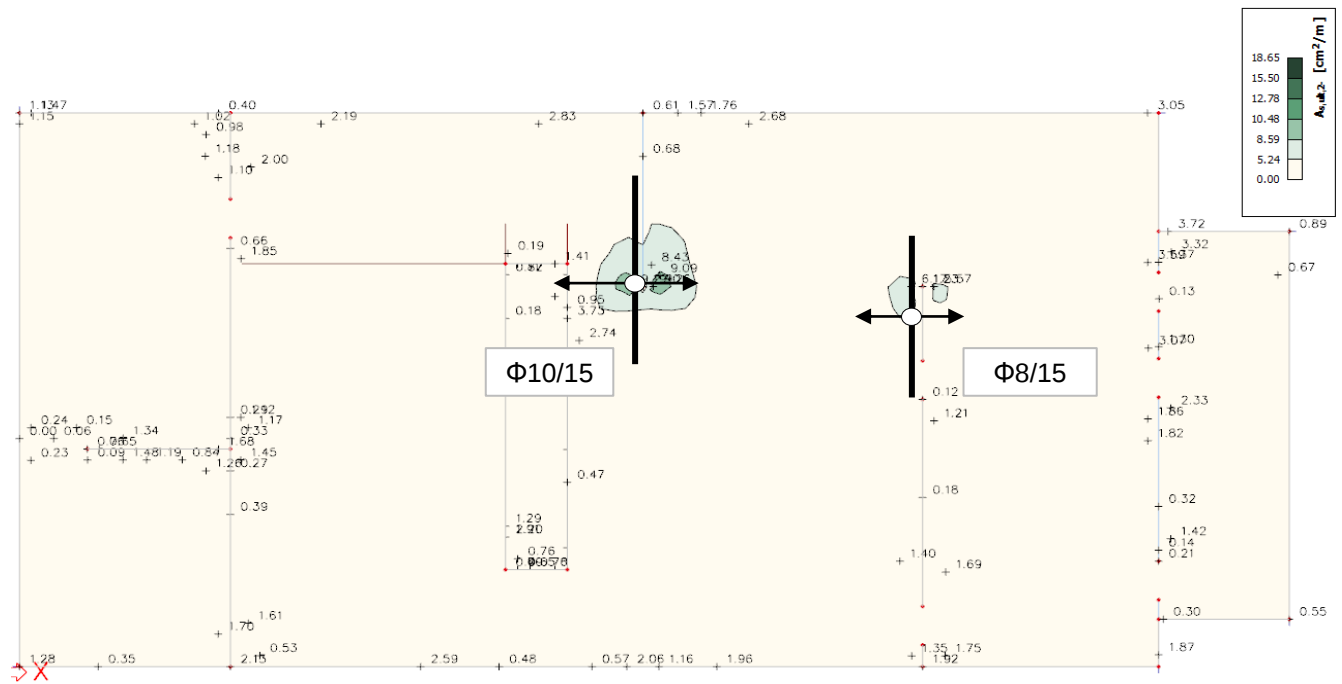
$$\sigma_z = 84,70 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{dop}} = 360,00 \text{ kN/m}^2$$

☒ ZADOVOLJAVA

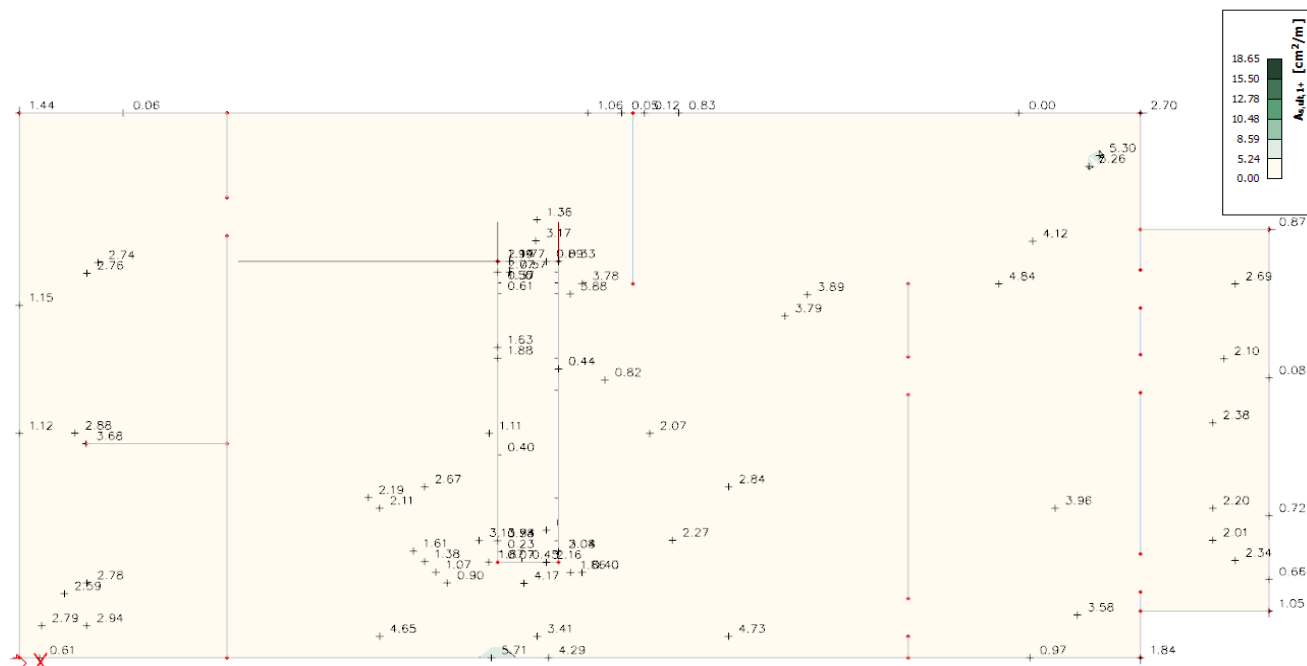
Prilog 6. Dijagram armature u smjeru X u donjoj zoni od KO2 (cm²/m')



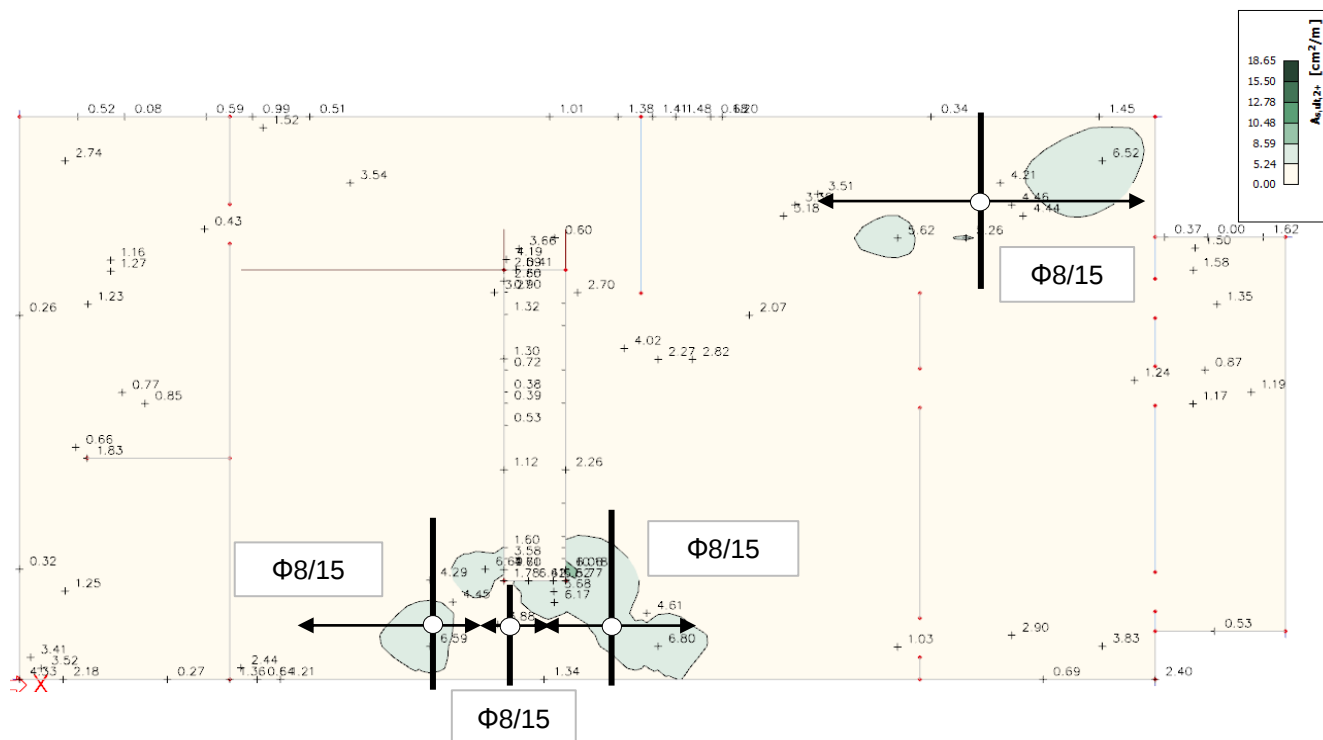
Prilog 7. Dijagram armature u smjeru Y u donjoj zoni od KO2 (cm²/m')



Prilog 8. Dijagram armature u smjeru X u gornjoj zoni od KO2 (cm²/m')



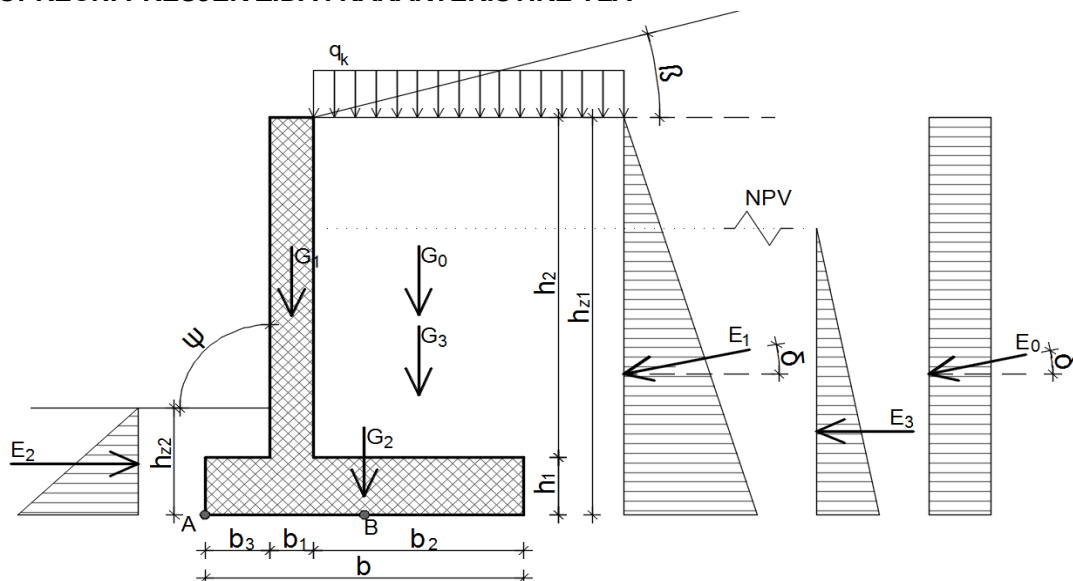
Prilog 9. Dijagram armature u smjeru Y u gornjoj zoni od KO2 (cm²/m')



- minimalna armatura za ploču debljine 40 cm $A_{s,min} = 0,26 \times f_{ctm}/f_{yk} \times b \times d = 4,66 \text{ cm}^2/\text{m}'$
- gornju i donju zonu ploče armirati mrežama Q-524 (B 500A)
- rubove ploče ojačati uzdužnim šipkama 4Φ16 i vilicama Φ8/15 cm
- u poljima postaviti dodatnu armaturu kako je prikazano na gornjim dijagramima

11. PRORAČUN POTPORNOG ZIDA

1. POPREČNI PRESJEK ZIDA I KARAKTERISTIKE TLA



širine zida	$b_1 =$	0,20	m
širina temeljne stope	$b_2 =$	1,80	m
širina zuba temeljne stope	$b_3 =$	0,00	m
ukupna širina stope	$b = b_1 + b_2 + b_3 =$	2,00	m
debljina stope	$h_1 =$	0,40	m
visina zida	$h_2 =$	3,40	m
visina zemlje desno	$h_{z1} =$	3,90	m
visina zemlje desno u fazi izgradnje	$h_{z2} =$	0,00	m
visina zemlje desno u fazi uporabe	$h_{z2}' =$	3,90	m
nivo podzemne vode	$h_w =$	0,00	m
nagib prednjeg lica zida prema vertikali	$\psi =$	90°	
nagib stražnjeg lica zida prema vertikali	$\alpha =$	0°	
nagib padine iza zida	$\beta =$	0°	
kut reakcije tla prema okomici na zid	$\delta = 2/3 \Phi =$	18,67°	
volumna težina tla	$\gamma =$	19,00	kN/m ³
volumna težina vode	$\gamma_w =$	10,00	kN/m ³
kut unutarnjeg trenja tla	$\phi =$	28°	
kohezija	$c =$	0,00	kN/m ²
uporabno opterećenje iza zida	$q_k =$	2,00	kN/m ²

2. PRORAČUNSKI PRISTUP 3

kombinacija

(A1 ili A2) + M2 + R3

A - opterećenja ili utjecaji opterećenja

M - parametri tla

R - otpornost

parcijalni faktori za djelovanja γ_F (STR i GEO)

Djelovanje		Simbol	Skupina	
			A1	A2
Stalno	nepovoljno	$\gamma_{G;sup}$	1,35	1
	povoljno	$\gamma_{G;inf}$	1	1
Promjenjivo	nepovoljno	γ_Q	1,5	1,3
	povoljno	γ_Q	0	0

parcijalni faktori za djelovanja γ_F (EQU)

Djelovanje		Simbol	Vrijednost
Stalno	nepovoljno	$\gamma_{G;dst}$	1,1
	povoljno	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Promjenjivo	nepovoljno	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
	povoljno	$\gamma_{Q;stb}$	0

parcijalni faktori za parametre tla γ_M (STR i GEO)

Parametri tla	Simbol	Skupina	
		M1	M2
Kut unutarnjeg trenja ^a	$\gamma_{\phi'}$	1	1,25
Efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1	1,25
Nedrenirana posmična čvrstoća	γ_{cu}	1	1,4
Jednoosna tlačna čvrstoća	γ_{qu}	1	1,4
Gustoća težine	γ_γ	1	1

^a S ovim se parcijalnim koeficijentom dijeli $\tan\phi'$.

parcijalni faktori za parametre tla γ_M (EQU)

Parametri tla	Simbol	Skupina	
		M1	M2
Kut unutarnjeg trenja ^a	$\gamma_{\phi'}$	1	1,25
Efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1	1,25
Nedrenirana posmična čvrstoća	γ_{cu}	1	1,4
Jednoosna tlačna čvrstoća	γ_{qu}	1	1,4
Gustoća težine	γ_γ	1	1

^a S ovim se parcijalnim koeficijentom dijeli $\tan\phi'$.

parcijalni faktori za potporne konstrukcije γ_R

Otpornost	Simbol	Skupina		
		R1	R2	R3
Nosivost	$\gamma_{R,v}$	a	a	a
Otpornost na klizanje	$\gamma_{R,h}$	a	a	a
Otpornost tla	$\gamma_{R,e}$	a	a	a

^a R1, R2 i R3 nisu primjenjivi u Republici Hrvatskoj jer se primjenjuje izraz 2.7a iz norme HRN EN 1997-1:
Karakteristične vrijednosti parametara tla

kut unutarnjeg trenja nasipa:

$$\Phi_k = 28,00^\circ$$

kut reakcije tla prema okomici na zid:

$$\delta_k = 18,67^\circ$$

koeficijent aktivnog tlaka:

$$K_{Ah} = \frac{\cos(\phi - \alpha)^2}{\cos \alpha^2 \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha + \delta)}} \right)^2} = 0,311$$

koeficijent pasivnog tlaka:

$$K_p = (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi) = 2,770$$

Računske vrijednosti parametara tla za GEO/M2 i EQU

proračunski kut unutarnjeg trenja nasipa:

$$\Phi_d = \arctan(\tan \phi / \gamma_\phi) = 23,04^\circ$$

proračunski kut reakcije tla prema okomici na zid:

$$\delta_d = \delta / \gamma_\phi = 14,93^\circ$$

koeficijent aktivnog tlaka:

$$K_{Ah} = \frac{\cos(\phi - \alpha)^2}{\cos \alpha^2 \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha + \delta)}} \right)^2} = 0,381$$

koeficijent pasivnog tlaka:

$$K_p = (1 + \sin \phi) / (1 - \sin \phi) = 2,286$$

Karakteristične vrijednosti opterećenje ili utjecaja opterećenja

vertikalna djelovanja vlastitih težina

težina uporabnog opterećenja

$$G_0 = 4,00 \text{ kN}$$

težina zida

$$G_1 = 17,00 \text{ kN}$$

težina temeljne stope

$$G_2 = 20,00 \text{ kN}$$

težina tla iznad temeljne stope

$$G_3 = 116,28 \text{ kN}$$

$$\Sigma G = 157,28 \text{ kN}$$

opterećenje od tla iza zida

$$E_{1,ah} = (1/2 \cdot K_{Ah} \cdot \gamma \cdot h_{z1}^2) = 44,88 \text{ kN/m'}$$

normalna
komponenta

$$E_{1,av} = E_{1,ah} \cdot \tan(|\alpha| + \delta) = 15,16 \text{ kN/m'}$$

posmična
komponenta

opterećenje od tla ispred zida

$$E_{2,ph} = (1/2 \cdot K_p \cdot \gamma \cdot h_{z2}^2) = 0,00 \text{ kN/m'}$$

normalna
komponenta

$$E_{2,pv} = E_{2,ph} \cdot \tan(|\alpha| + \delta) = 0,00 \text{ kN/m'}$$

posmična
komponenta

opterećenje od vode iza zida

$$E_3 = 0,5 \gamma_w (h_w)^2 = 0,00 \text{ kN/m'}$$

uporabno opterećenje na nasip iza zida	$E_{0,h} = K_{Ah} \cdot q \cdot h = 2,36 \text{ kN/m'}$	normalna komponenta
	$E_{0,v} = E_{0,h} \operatorname{tg} (\alpha + \delta) = 0,80 \text{ kN/m'}$	posmična komponenta

Proračunske vrijednosti opterećenje ili utjecaja opterećenja za granično stanje EQU

vertikalna djelovanja vlastitih težina

težina uporabnog opterećenja	$\gamma_{Q, \text{stb}} G_0 = 0,00 \text{ kN}$
težina zida	$\gamma_{G, \text{stb}} G_1 = 15,30 \text{ kN}$
težina temeljne stope	$\gamma_{G, \text{stb}} G_2 = 18,00 \text{ kN}$
težina tla iznad temeljne stope	$\gamma_{G, \text{stb}} G_3 = 104,65 \text{ kN}$
	$\Sigma G = 137,95 \text{ kN}$

opterećenje od tla iza zida	$E_{1,ah} = \gamma_{G, \text{dst}} (1/2 \cdot K_{Ah} \cdot \gamma \cdot h_{z1}^2) = 60,56 \text{ kN/m'}$	normalna komponenta
	$E_{1,av} = \gamma_{G, \text{stb}} E_{1,ah} \operatorname{tg} (\alpha + \delta) = 13,22 \text{ kN/m'}$	posmična komponenta

opterećenje od tla ispred zida	$E_2 = \gamma_{G, \text{stb}} (1/2 \cdot K_P \cdot \gamma \cdot h_{z2}^2) = 0,00 \text{ kN/m'}$
--------------------------------	---

opterećenje od vode iza zida	$E_3 = \gamma_{Q, \text{dst}} 0,5 \gamma_w (h_w)^2 = 0,00 \text{ kN/m'}$
------------------------------	--

uporabno opterećenje na nasip iza zida	$E_{0,h} = \gamma_{Q, \text{dst}} \cdot K_{Ah} \cdot q \cdot h = 4,34 \text{ kN/m'}$	normalna komponenta
	$E_{0,v} = \gamma_{Q, \text{stb}} E_{0,h} \operatorname{tg} (\alpha + \delta) = 0,00 \text{ kN/m'}$	posmična komponenta

Proračunske vrijednosti opterećenje ili utjecaja opterećenja za granično stanje GEO

vertikalna djelovanja vlastitih težina

težina uporabnog opterećenja	$\gamma_Q G_0 = 0,00 \text{ kN}$
težina zida	$\gamma_{G, \text{inf}} G_1 = 17,00 \text{ kN}$
težina temeljne stope	$\gamma_{G, \text{inf}} G_2 = 20,00 \text{ kN}$
težina tla iznad temeljne stope	$\gamma_{G, \text{inf}} G_3 = 116,28 \text{ kN}$
	$\Sigma G = 153,28 \text{ kN}$

opterećenje od tla iza zida	$E_{1,ah} = \gamma_{G, \text{sup}} (1/2 \cdot K_{Ah} \cdot \gamma \cdot h_{z1}^2) = 55,06 \text{ kN/m'}$	normalna komponenta
	$E_{1,av} = \gamma_{G, \text{inf}} E_{1,ah} \operatorname{tg} (\alpha + \delta) = 14,68 \text{ kN/m'}$	posmična komponenta

opterećenje od tla ispred zida	$E_2 = \gamma_{G, \text{inf}} (1/2 \cdot K_P \cdot \gamma \cdot h_{z2}^2) = 330,37 \text{ kN/m'}$
--------------------------------	---

opterećenje od vode iza zida	$E_3 = \gamma_Q 0,5 \gamma_w (h_w)^2 = 0,00 \text{ kN/m'}$
------------------------------	--

uporabno opterećenje na nasip iza zida	$E_{0,h} = \gamma_Q \cdot K_{Ah} \cdot q \cdot h =$	3,76	kN/m'	normalna komponenta
	$E_{0,v} = \gamma_Q E_{0,h} \operatorname{tg}(\alpha + \delta) =$	0,00	kN/m'	posmična komponenta

a) PROVJERA STABILNOSTI NA PREVRTANJE ZA GRANIČNO STANJE EQU

Moment prevrtanja M_D :

normalna komponenta djelovanja tla iza zida:	$M_{E1,ah} = \gamma_{G,dst} E_{1,ah} h_{z1}/3 =$	78,73	kNm
normalna komponenta uporabnog opterećenja:	$M_{0,h} = \gamma_{Q,dst} E_{0,h} h_{z1}/2 =$	8,47	kNm
djelovanje vode:	$M_{E3} = \gamma_{Q,dst} E_3 h_w/3 =$	0,00	kNm
		$M_{A,H} = M_D =$	87,20 kNm

Moment otpora M_R :

vlastita težina zida:	$M_{G1} = \gamma_{G,stab} G_1 (b_3 + b_1/2) =$	1,53	kNm
vlastita težina temeljne stope:	$M_{G2} = \gamma_{G,stab} G_2 b/2 =$	18,00	kNm
vlastita težina tla iznad temeljne stope:	$M_{G3} = \gamma_{G,stab} G_3 (b_1 + b_2/2 + b_3) =$	115,12	kNm
posmična komponenta djelovanja tla iza zida:	$M_{E1,av} = \gamma_{G,stab} E_{1,av} b =$	23,79	kNm
horizontalno djelovanje tla ispred zida:	$M_{E2,h} = \gamma_{G,stab} E_2 h_{z2}/3 =$	0,00	kNm
		$M_{A,V} = M_R =$	158,43 kNm

$$M_D / M_R < 1 \quad 0,55 < 1,00 \quad \text{ZADOVOLJAVA ISKORISTIVOST 55,04\%}$$

b) PROVJERA STABILNOSTI NA KLIZANJE ZA GRANIČNO STANJE GEO

Horizontalna sila H_D :

normalna komponenta djelovanja tla iza zida:	$\gamma_{G,sup} E_{1,ah} =$	55,06	kN
normalna komponenta uporabnog opterećenja:	$\gamma_{G,sup} E_{0,h} =$	3,76	kN
		$H_D = \Sigma H =$	58,82 kN

$$\text{koeficijent trenja:} \quad \operatorname{tg} \phi_{d'} = 0,43$$

Sila otpora H_R :

vlastita težina zida:	$\gamma_{G,inf} G_1 =$	17,00	kN
vlastita težina temeljne stope:	$\gamma_{G,inf} G_2 =$	20,00	kN
vlastita težina tla iznad temeljne stope:	$\gamma_{G,inf} G_3 =$	116,28	kN
posmična komponenta djelovanja tla iza zida:	$\gamma_{G,inf} E_{1,av} =$	14,68	kN
		$\Sigma V =$	167,96 kN
		$H_R = \Sigma V \operatorname{tg} \phi_{d'} + E_2 =$	401,82 kN

$$H_D / H_R < 1 \quad 0,15 < 1,00 \quad \text{ZADOVOLJAVA ISKORISTIVOST 14,64\%}$$

c) GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI - PROVJERA EKSCENTRICITETA OPTEREĆENJA

Moment na središte temeljne stope M_B :

normalna komponenta djelovanja tla iza zida:	$M_{E1,ah} = E_{1,ah} h_{z1}/3 =$	58,34	kNm
posmična komponenta djelovanja tla iza zida:	$M_{E1,av} = E_{1,av} b_2/2 =$	-13,64	kNm
normalna komponenta uporabnog opterećenja:	$M_{0,h} = E_{0,h} h_{z1}/2 =$	4,60	kNm
vlastita težina zida:	$M_{G1} = G_1 (b/2 - b_3 - b_1/2) =$	15,30	kNm
vlastita težina temeljne stope:	$M_{G2} =$	0,00	kNm
vlastita težina tla iznad temeljne stope:	$M_{G3} = G_3 (b/2 - b_2/2) =$	-11,63	kNm
		$M_B =$	52,97 kNm

Vertikalna sila V :

posmična komponenta djelovanja tla iza zida:	$E_{1,av} =$	15,16	kN
vlastita težina zida:	$G_1 =$	17,00	kN
vlastita težina temeljne stope:	$G_2 =$	20,00	kN
vlastita težina tla iznad temeljne stope:	$G_3 =$	116,28	kN
		$\Sigma V =$	168,44 kN

Ekscentricitet sile $e_0 = M_B/\Sigma V = 0,31$ m < $b/6 = 0,33$ **SILA U
JEZGRI**

d) PROVJERA KONTAKTNIH NAPREZANJA U TEMELJNOM TLU ZA GRANIČNO STANJE GEO

Moment na središte temeljne stope M_B :

normalna komponenta djelovanja tla iza zida:	$M_{E1,ah} = \gamma_{G,sup} E_{1,ah} h_{z1}/3 =$	71,57	kNm
posmična komponenta djelovanja tla iza zida:	$M_{E1,av} = \gamma_{G,sup} E_{1,av} b/2 =$	-14,68	kNm
normalna komponenta uporabnog opterećenja:	$M_{0,h} = \gamma_Q E_{0,h} h_{z1}/2 =$	7,34	kNm
vlastita težina zida:	$M_{G1} = \gamma_{G,sup} G_1 (b/2 - b_3 - b_1/2) =$	15,30	kNm
vlastita težina temeljne stope:	$M_{G2} =$	0,00	kNm
vlastita težina tla iznad temeljne stope:	$M_{G3} = \gamma_{G,sup} G_3 (b/2 - b_2/2) =$	-11,63	kNm
		$M_B =$	67,90 kNm

Vertikalna sila V :

vertikalna komponenta djelovanja tla iza zida:	$\gamma_{G,sup} E_{1,av} =$	14,68	kN
vlastita težina zida:	$\gamma_{G,sup} G_1 =$	17,00	kN
vlastita težina temeljne stope:	$\gamma_{G,sup} G_2 =$	20,00	kN
vlastita težina tla iznad temeljne stope:	$\gamma_{G,sup} G_3 =$	116,28	kN
		$\Sigma V =$	167,96 kN

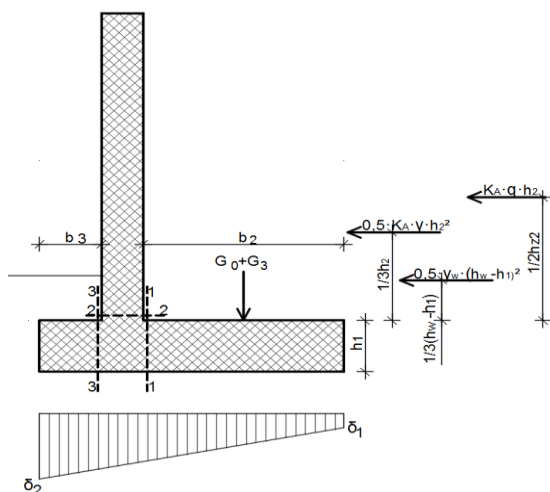
Ekscentricitet sile $e_0 = M_B/\Sigma V = 0,40$ mefektivna širina $b' = b (1 - 2e_0/b) = 119,15$ cmefektivna površina $A'_{temelja} = a' \cdot b' = 1,19$ m²

$$\sigma_1 = \Sigma V / (b a) (1 - 6e/b) = -17,87 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = \Sigma V / (b a) (1 + 6e/b) = 185,83 \text{ kN/m}^2$$

naprezanje na temeljno tlo $\sigma_0 = \Sigma V / A' = 140,97$ kN/m² < $\sigma_d = 200,00$

4. DIMENZIONIRANJE



presjek 1-1 - temeljna stopa

$$M_{y,Ed,1-1} = 183,71 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b * d^2 * f_{cd}) = 0,090 < \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta = 0,942$

deformacija betona $\epsilon_{c2} = -3,28 \text{ ‰}$

koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,141$

deformacija čelika $\epsilon_{s1} = 20,00 \text{ ‰}$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta * d * f_{yd}) = 12,46 \text{ cm}^2$$

odabrano:	$\Phi 14$	/10cm	$A_{s1} = 15,39 \text{ cm}^2$
-----------	-----------	-------	-------------------------------

$$A_{s,min} = 0,26 * f_{ctm} * b_t * d / f_{yk} = 4,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c = 160 \text{ cm}^2$$

presjek 2-2 - dno zida

$$M_{y,Ed,2-2} = 70,63 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b * d^2 * f_{cd}) = 0,170 < \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta = 0,884$

deformacija betona $\epsilon_{c2} = -3,50 \text{ ‰}$

koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,280$

deformacija čelika $\epsilon_{s1} = 9,02 \text{ ‰}$

$$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta * d * f_{yd}) = 11,48 \text{ cm}^2$$

odabrano:	$\Phi 14$	/10cm	$A_{s1} = 15,39 \text{ cm}^2$
-----------	-----------	-------	-------------------------------

$$A_{s,min} = 0,26 * f_{ctm} * b_t * d / f_{yk} = 2,16 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c = 80 \text{ cm}^2$$

C25/30	$f_{ck} = 25$	N/mm ²
B500	$f_{yk} = 50$	kN/cm ²
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 16,67$	N/mm ²
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm ²

zaštitni sloj:

$$c = 4,00 \text{ cm}$$

12. ZAŠTITA OD POŽARA

12.1. PRORAČUN AB KONSTRUKCIJE NA POŽAR

Prema zahtjevnosti zaštite od požara, zgrada se svrstava u podskupinu 3 (ZPS 3).
Prema *Prilogu 1. Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara NN 87/15*, zahtijevaju se sljedeće požarne otpornosti nosivih dijelova konstrukcije:

1. Nosivi dijelovi (osim stropova i zidova na granici požarnog odjeljka)
 - 1.1. Zadnji kat ili potkrovlje R 30
 - 1.2. Suteran, prizemlje, katovi R 60
2. Pregradni zidovi
 - 2.1. Zadnji kat ili potkrovlje EI 30
 - 2.2. Suteran, prizemlje, katovi EI 60
3. Stropovi
 - 3.1. Stropovi iznad zadnjeg kata R30
 - 3.2. Međustropovi REI 60
4. Zidovi na granici požarnog sektora REI 90 - EI 90

1. Otpornost AB zidova na djelovanje požara

Prema tablici 5.4. norme HRN EN 1992-1-2 zahtjevana debljina nosivih betonskih zidova za R 90 je 120 mm, a zahtjevani osni razmak do uzdužnih čeličnih šipki je 20 mm.

Tablica 5.4 – Najmanje dimenzije i osni razmaci za nosive betonske zidove

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm] Debljina zida / osni razmak			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	zid izložen s jedne strane	zid izložen s obje strane	zid izložen s jedne strane	zid izložen s obje strane
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.
NAPOMENA: Za definiciju μ_{fi} , vidjeti točku 5.3.2(3)

Predmetna građevina zadovoljava sve prethodno navedene uvjete:

1. debljina armiranobetonskih zidova je minimalno 200 mm
2. debljine zaštitnih slojeva su 25 mm

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]							
	Moguće kombinacije a i b_{min} , gdje je a prosječni osni razmak, a b_{min} širina grede				Debljina hrpta b_w			
					Razred WA ^{NB 4)}	Razred WB	Razred WC	
1	2	3	4	5	6	7	8	
R 30	$b_{min} = 80$ $a = 25$	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80	
R 60	$b_{min} = 120$ $a = 40$	160 35	200 30	300 25	100	80	100	
R 90	$b_{min} = 150$ $a = 55$	200 45	300 40	400 35	110	100	100	
R 120	$b_{min} = 200$ $a = 65$	240 60	300 55	500 50	130	120	120	
R 180	$b_{min} = 240$ $a = 80$	300 70	400 65	600 60	150	150	140	
R 240	$b_{min} = 280$ $a = 90$	350 80	500 75	700 70	170	170	160	
$a_{ul} = a + 10$ mm (vidjeti napomenu)								

Za prednapete grede, treba u obzir uzeti povećanje osnog razmaka u skladu s točkom 5.2(5).

a_{ul} je osni razmak do bočnih strana grede za kutne šipke (ili natege ili žice) grede sa samo jednim slojem armature. Ako su vrijednosti b_{min} veće od onih danih u stupcu 4, ne zahtijeva se povećanje a_{ul} .

* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.

3. Otpornost AB stupa na djelovanje požara

Tablica 5.2b – Najmanje dimenzije stupa i osni razmaci armiranobetonskih stupova pravokutnog ili kružnog presjeka

Normirana požarna otpornost	Mehanički koeficijent armiranja ω	Najmanje dimenzije [mm] Širina stupa b_{min} / osni razmak a			
		$n = 0,15$	$n = 0,3$	$n = 0,5$	$n = 0,7$
1	2	3	4	5	6
R 30	0,100	150/25*	150/25*	200/30:250/25*	300/30:350/25*
	0,500	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:250/25*
	1,000	150/25*	150/25*	150/25*	200/30:300/25*
R 60	0,100	150/30:200/25*	200/40:300/25*	300/40:500/25*	500/25*
	0,500	150/25*	150/35:200/25*	250/35:350/25*	350/40:550/25*
	1,000	150/25*	150/35:200/25*	200/40:400/25*	300/50:600/30
R 90	0,100	200/40:250/25*	300/40:400/25*	500/50:550/25*	550/40:600/25*
	0,500	150/35:200/25*	200/45:300/25*	300/45:550/25*	500/50:600/40
	1,000	200/25*	200/40:300/25*	250/40:550/25*	500/50:600/45
R 120	0,100	250/50:350/25*	400/50:550/25*	550/25*	550/60:600/45
	0,500	200/45:300/25*	300/45:550/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50
	1,000	200/40:250/25*	250/50:400/25*	450/45:600/30	600/60
R 180	0,100	400/50:500/25*	500/60:550/25*	550/60:600/30	(1)
	0,500	300/45:450/25*	450/50:600/25*	500/60:600/50	600/75
	1,000	300/35:400/25*	450/50:550/25*	500/60:600/45	(1)
R 240	0,100	500/60:250/25*	550/40:600/25*	600/75	(1)
	0,500	450/45:500/25*	550/55:600/25*	600/70	(1)
	1,000	400/45:500/25*	500/40:600/30	600/60	(1)

* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan normom EN 1992-1-1.
(1) Zahtijeva se širina veća od 600 mm. Zahtijeva se posebna ocjena izvijanja.