

PROJEKTNI URED: UPI - 2M d.o.o.
Bleiweisova 17, 10000 Zagreb
OIB: 66037779887

INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD
Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad
OIB: 52339045122

GRAĐEVINA: REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG
VRTIĆA IVANIĆ-GRAD

LOKACIJA: 10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2
k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad

ZAJEDNIČKA

OZNAKA PROJEKTA: 016-2018-P

BROJ TEHNIČKOG

DNEVNIKA: 01/19

GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2


GLAVNI PROJEKTANT: Ana Laća, mag. ing. arch.

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.

SURADNIK: Matea Glavaš, mag.ing.aedif.

DIREKTOR: Danijel Malčić, oecc.

DATUM IZRADE PROJEKTA: Zagreb, listopad 2020.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

SADRŽAJ

OPĆI DIO

1. POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA
2. RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA
3. UPIS TVRTKE U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
4. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
5. RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA
6. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA KONSTRUKCIJE

TEHNIČKI DIO

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. Opis projektiranog dijela građevine

1.2. Uvjeti i zahtjevi koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova i koji se načini izvođenja radova moraju ispuniti za projektirani dio građevine (ugradnja i međusobno povezivanje građevnih i drugih proizvoda), a koji su bitni za ispunjavanje tehničkih svojstava projektiranog dijela građevine te temeljni zahtjevi za građevinu

1.3. Opis utjecaja namjene i načina uporabe projektiranog dijela građevine te utjecaj okoliša na svojstva ugrađenih građevnih i drugih proizvoda, tehnička svojstva projektiranog dijela građevine te građevine u cjelini

1.4. Opis ispunjena uvjeta gradnje na određenoj lokaciji za projektirani dio građevine

1.5. Opis ispunjenja temeljnih zahtjeva za projektirani dio građevine

1.6. Podatci iz elaborata o prethodnim istraživanjima i drugih elaborata, studija i podloga koji su od utjecaja na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine i građevine u cjelini


1.7. Podaci bitni za provedbu pokusnog rada s obrazloženjem potrebe za pokusnim radom i vremenom trajanja, ako u svrhu izdavanja uporabne dozvole postoji potreba ispitivanja temeljnih zahtjeva za građevinu pokusnim radom

1.8. Mogućnost i uvjete uporabe projektiranog dijela građevine prije dovršetka građenja cijele građevine, ako postoji potreba da se dio građevine počne rabiti prije dovršetka cjelokupne građevine

1.9. Projektirani vijek uporabe i uvjete za održavanje projektiranog dijela građevine

2. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

2.1. Shema pozicija

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.2. Analiza opterećenja

2.2.1. Stalno opterećenje

2.2.2. Dodatno stalno opterećenje

2.2.3. Korisno opterećenje

2.2.4. Opterećenje snijegom

2.2.5. Opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada

2.2.5'. Opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

2.2.6. Opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada

2.2.6'. Opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

2.2.7. Opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

2.2.7'. Opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

2.2.8. Opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

2.2.8'. Opterećenje vjetrom - vjetar s juga

2.2.9. Opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

2.2.9'. Opterećenje vjetrom - vjetar s juga

2.2.10. Seizmičko opterećenje

2.2.11. Kombinacije opterećenja

2.3. Dokaz o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva dogradnje 1

2.3.1. Proračun i dimenzioniranje ploče P200

2.3.2. Proračun i dimenzioniranje grede G200

2.3.3. Proračun i dimenzioniranje grede G201

2.3.4. Proračun i dimenzioniranje grede G202

2.3.5. Proračun i dimenzioniranje grede G203

2.3.6. Proračun i dimenzioniranje omeđenog ziđa

2.3.7. Proračun i dimenzioniranje temeljnih traka

2.3.8. Proračun podne ploča prizemlja

2.4. Dokaz o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva dogradnje 2

2.4.1. Proračun i dimenzioniranje ploče P200

2.4.2. Proračun i dimenzioniranje grede G200

2.4.3. Proračun i dimenzioniranje grede G201 i G202


2.4.4. Proračun i dimenzioniranje grede G203

2.4.5. Proračun i dimenzioniranje grede G204

2.4.6. Proračun i dimenzioniranje grede G205

2.4.7. Proračun i dimenzioniranje omeđenog ziđa

2.4.8. Proračun i dimenzioniranje stupa S200

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	


2.4.9. Proračun i dimenzioniranje temeljnih traka

2.4.10. Proračun podne ploča prizemlja


3. OPĆI TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA TE PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

- 3.1. Opći tehnički uvjeti izvođenja radova
- 3.2. Tehnički uvjeti za betonsku i armiranobetonsku konstrukciju
- 3.3. Tehnički uvjeti za zidanu konstrukciju
- 3.4. Prikaz mjera zaštite na radu
- 3.5. Prikaz mjera zaštite od požara

4. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRAĐENJA, POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA GOSPODARENJE OTPADOM TE POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA GOSPODARENJE OPASNIM OTPADOM

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2</p> <p>Zagreb, listopad 2020</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

OPĆI DIO


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

1. POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA


INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad OIB: 52339045122
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIĆA IVANIĆ-GRAD
LOKACIJA:	10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2 k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad
ZAJEDNIČKA	
OZNAKA PROJEKTA:	016-2018-P
VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT
DATUM:	siječanj 2019.

POPIS MAPA:

MAPA 1 -Glavni arhitektonski projekt	Transept studio d.o.o. F. Jurinca 7, 10310 Ivanić-Grad Ana Laća, mag.ing.arch.
MAPA 2 -Glavni građevinski projekt konstrukcije	UPI-2M Bleiweisova 17, 10000 Zagreb Ovlašteni inženjer građevinarstva Berislav Medić dipl.ing.građ.
MAPA 3 -Glavni elektrotehnički projekt	Ets farago Rapska 48, 10000 Zagreb Ovlašteni inženjer elektrotehnike Alen Farago, dipl.ing.el.
MAPA 4 -Glavni građevinski projekt vodovoda i odvodnje	Domitel d.o.o. Vinogradski odvojak II 16, Kloštar Ivanić ured Šiftarova ulica 1a, Ivanić-Grad Ovlašteni inženjer građevinarstva Gradimir Bedeković dipl.ing.građ.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

MAPA 5 Elaborat zaštite od požara	Domitel d.o.o. Vinogradski odvojak II 16, Kloštar Ivanić ured Šiftarova ulica 1a, Ivanić-Grad Ovlašteni inženjer građevinarstva Gradimir Bedeković dipl.ing.građ.
MAPA 6 -Glavni strojarski projekt	PODGORSKI USLUGE d.o.o. Konščani43, 10315 Novoselec Ovlašteni inženjer strojarstva Ivan Podgorski, mag.ing.mech.
ELABORATI:	
Elaborat alternativnih sustava opskrbe energijom	Transept studio d.o.o. F. Jurinca 7, 10310 Ivanić-Grad Ana Laća, mag.ing.arch.
Elaborat zaštite na radu	Transept studio d.o.o. F. Jurinca 7, 10310 Ivanić-Grad Ana Laća, mag.ing.arch.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2. RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad OIB: 52339045122
GRAĐEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIĆA IVANIĆ-GRAD
LOKACIJA:	10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2 k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad
ZAJEDNIČKA	
OZNAKA PROJEKTA:	016-2018-P
VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT
DATUM:	listopad 2020.

Temeljem članka 51.; stavak 2., Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/2017) izdaje se imenovanje:


GLAVNI PROJEKTANT

Ime i prezime projektanta: Ana Laća, mag. ing. arch.

Imenovana osoba odgovorna je za cjelovitost i međusobnu usklađenost svih projekata.

U Zagrebu, listopad 2020.

INVESTITOR:

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2</p> <p>Zagreb, listopad 2020</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

3. UPIS TVRTKE U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080329929

OIB:

66037779887

TVRTKA:

- 1 UPI-2M d.o.o. za projektiranje, trgovinu i usluge
- 1 UPI-2M d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 13 Zagreb (Grad Zagreb)
Bleiweisova 17

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 22.1 - Izdavačka djelatnost
- 1 * - Građenje, projektiranje i nadzor
- 1 * - Ugostiteljstvo: pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pića i napitaka i pružanje usluga smještaja i kampiranja
- 2 * - obavljanje stručnih poslova prostornog uređenja u svezi s izradom svih stručnih poslova prostornog uređenja
- 3 * - kupnja i prodaja robe
- 3 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 4 Danijel Malčić, OIB: 23056196973
Zagreb, Medulićeva 20
- 4 - član društva
- 12 BERISLAV MEDIĆ, OIB: 09621891213
Gornja Obreška, V VINOGRADSKI ODVOJAK 13
- 4 - član društva
- 10 Anamaria Filipović, OIB: 83993653963
Zagreb, Palmotićeve ulica 64A
- 6 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 Danijel Malčić, OIB: 23056196973
Dugo Selo, Antuna Gustava Matoša 38
- 1 - direktor
- 1 - zastupa pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

Otisnuto: 2018-05-25 09:37:51
Podaci od: 2018-05-25 02:22:01

D004
Stranica: 1 od 3

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

TEMELJNI KAPITAL:

11 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Ugovor o osnivanju usklađen sa ZTD-om 13.12.1995. i sastavljen kao Društveni ugovor.
- 2 Odlukom skupštine društva od 26.01.2005. godine Društveni ugovor izmijenjen je u čl. 8. o predmetu poslovanja. Pročišćeni tekst Društvenog ugovora od 26.01.2005. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
- 3 Odlukom članova društva od 22.05.2006. god. izmijenjen je Društveni ugovor u cijelosti a posebno odredbe čl. 1. o članovima društva, čl. 2. sjedištu i poslovnoj adresi, čl. 3. o djelatnostima, čl. 4. o temeljnom kapitalu i temeljnom ulogu, čl. 6. o poslovnim udjelima. Pročišćen tekst Društvenog ugovora dostavljen u zbirku isprava.
- 6 Skupština društva je dana 31.05.2012. godine izmijenila odredbe Društvenog ugovora u cijelosti a posebno čl. 1 o članovima društva i čl. 6 o poslovnim udjelima.
- 7 Skupština društva je dana 30.04.2013. godine izmijenila odredbe Društvenog ugovora i to čl.4. o temeljnom kapitalu i čl. 6. o poslovnim udjelima. Potpuni tekst Društvenog ugovora dostavljen sudu u zbirku isprava.
- 11 Društveni ugovor od 30.04.2013. godine izmijenjen je odlukom članova društva u čl. 4. o temeljnom kapitalu i čl. 6. o poslovnim udjelima, te je sastavljen i usvojen potpuni tekst Društvenog ugovora od 17.01.2017. godine koji je dostavljen u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 1 Odlukom osnivača od 13.12.1995. godine, povećan je temeljni kapital društva za 16.000,00 kn, tako da je time temeljni kapital uvećan na 20.000,00 kn u stvarima.
- 3 Odlukom članova društva temeljni kapital je povećan sa iznosa od 20.000,00 kuna za iznos od 400,00 kuna na iznos od 20.400,00 kuna.
- 7 Skupština društva je dana 30.06.2013. godine donijela odluku o povećanju temeljnog kapitala sa iznosa od 20.400,00 kn za iznos od 2.100.000,00 kn na iznos od 2.120.400,00 kn iz sredstava društva.
- 11 Temeljni kapital je odlukom članova društva od 17.01.2017. godine smanjen sa iznosa od 2.120.400,00 kn, za iznos od 2.100.400,00 kn, na iznos od 20.000,00 kn.

Statusne promjene: podjela subj. upisa odvj. s preuzimanjem

- 11 Odlukom skupštine društva od 17.01.2017. godine određen je postupak odvajanja s preuzimanjem, istodobnim prijenosom više dijelova imovine društva UPI-2M d.o.o. za projektiranje, trgovinu i usluge, sa sjedištem u Zagrebu, Vinogradska 49, upisano u registar Trgovačkog suda u Zagrebu pod brojem MBS: 080329929, OIB: 66037779887, na već postojeće društvo UPI-2M M PROJEKT društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, trgovinu i usluge, sa sjedištem u Zagrebu, Vinogradska cesta 49, upisano u registar Trgovačkog suda u Zagrebu pod brojem MBS:081031672, OIB: 78256778721 i na već postojeće društvo STUDIO V društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, trgovinu i usluge, sa sjedištem u Zagrebu, Vinogradska cesta 49, upisano u registar

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Statusne promjene: podjela subj. upisa odvj. s preuzimanjem
Trgovačkog suda u Zagrebu pod brojem MBS: 081031630, OIB:
62449885214.

OSTALI PODACI:

I Subjekt je bio upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu pod reg.
uloškom br. 1-68234.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.06.17	2016	01.01.16 - 31.12.16	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/34402-3	23.02.2000	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-05/846-2	11.02.2005	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-06/5902-2	14.06.2006	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-10/22227-2	30.12.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-11/21239-2	23.11.2011	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-12/10058-4	27.06.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-13/17147-2	02.08.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0008 Tt-14/1097-2	27.01.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0009 Tt-14/22247-2	14.10.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0010 Tt-15/33637-4	12.01.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0011 Tt-17/5086-2	24.02.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0012 Tt-17/18761-1	28.04.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0013 Tt-18/18353-2	11.05.2018	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	30.06.2010	elektronički upis
eu /	29.06.2011	elektronički upis
eu /	28.06.2012	elektronički upis
eu /	30.04.2013	elektronički upis
eu /	12.06.2014	elektronički upis
eu /	12.05.2015	elektronički upis
eu /	01.03.2016	elektronički upis
eu /	27.06.2017	elektronički upis


Pristojba: 10,00h

Nagrada: 15,00h + PDV.

OV-2764/18



JAVNI BILJEŽNIK
Tadić Nikola
Zagreb, Prilaz Đ.Deželića 23

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

4. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Temeljem članka 51.; stavak 2., Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/2017) izdaje se imenovanje:

mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.


projektantom **Glavnog građevinskog projekta konstrukcije** i on je odgovoran za ispravnost i potpunost navedene tehničke dokumentacije u smislu odredbi Zakona o gradnji.

Mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ., rješenjem br. UPI/I-360-01/99-01/2191 pod red. brojem 2191, upisan je u Registar ovlaštenih inženjera građevinarstva.

DIREKTOR:

Danijel Malčić, oecc.

U Zagrebu, listopad 2020.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		

5. RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA



REPUBLIKA HRVATSKA
 HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
 I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/99-01/2191
 Urbroj: 314-01-99-1
 Zagreb, 14. listopada 1999.

Na temelju članaka 24. i 50. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva, rješavajući po zahtjevu koji je podnio **MEDIĆ BERISLAV** dipl.ing.grad., ZAGREB, M. TRNINE 4, za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, donio je sljedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **MEDIĆ BERISLAV**, (JMBG 1307961330035), dipl.ing.grad., ZAGREB, pod rednim brojem 2191, s danom upisa 21.10.1999.godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, **MEDIĆ BERISLAV**, dipl.ing.grad. stječe pravo na uporabu stručnog naziva "ovlašteni inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi sa člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlaštenom inženjeru izdaje se "inženjerska iskaznica" i stječe pravo na uporabu "pečata".

Obrazloženje

MEDIĆ BERISLAV dipl.ing.grad., podnio je Zahtjev za upisu Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva proveo je postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), a u svezi sa člankom 5. stavkom 4. i člankom 20. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), riješeno kao u izreci.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani stječe pravo na izradu i uporabu pečata, sukladno članku 35. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i na izdavanje "inženjerske iskaznice".

Na temelju članka 141. stavka 1. točke I. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine, broj 53/91), predmet je riješen po skraćenom postupku.


Pouka o pravnom lijeku

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



Dostaviti:

1. MEDIĆ BERISLAV
ZAGREB, M. TRNINE 4
uz povrat potvrde o izvršenoj dostavi
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA KONSTRUKCIJE

U skladu sa Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Pravilnikom o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevine (NN 118/19) daje se

IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA SA ZAKONOM O GRADNJI, TE POSEBNIM ZAKONIMA I PROPISIMA

Ovaj projekt je usklađen sa sljedećim zakonima, tehničkim propisima i pravilnicima:

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)

Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)

Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)

Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)

Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19)

Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)

Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)

Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14, 61/17)

Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18)

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)

Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)

Zahtjev o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN 80/13, 14/14, 32/19)

Zakon o normizaciji (NN 80/13)

Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18)

Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 157/03, 100/04, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20)

Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/13, 14/14, 32/19)

Zakon o građevinskoj inspekciji (NN 153/13)


Zakon o obveznim odnosima (NN 35/05, 41/08, 78/15, 29/18)

Zakon o državnom inspektoratu (NN 115/08)

Zakon o inspektoratu rada (NN 19/14)

Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)

Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)

Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN 103/08)

Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN 113/08)

Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15)

Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14)

Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19)

Pravilnik o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14, 3/17)

Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19)

Pravilnik o hrvatskim normama (NN 22/96)

Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)

Pravilnik o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta (NN 49/86)

Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)

Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)

Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16)

Pravilnik o zaštiti na radu pri upotrebi radne opreme (NN 18/17)

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)

Tehnički propisi za staklene konstrukcije (NN 53/17)


Pravilnik o tehničkim zahtjevima za drvene ploče (NN 24/11)

Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)


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)

PROJEKTANT:

mr.sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2</p> <p>Zagreb, listopad 2020</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

TEHNIČKI DIO

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. Opis projektiranog dijela građevine

Planira se dogradnja vrtića. Katnost je prizemlje.

1.2. Uvjeti i zahtjevi koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova i koji se načini izvođenja radova moraju ispuniti za projektirani dio građevine (ugradnja i međusobno povezivanje građevnih i drugih proizvoda), a koji su bitni za ispunjavanje tehničkih svojstava projektiranog dijela građevine te temeljni zahtjevi za građevinu

DOGRADNJA 1

Krovna ploča P200 je AB ploča, debljine $t = 22$ cm te na jednom dijelu $t = 34$ cm, razred betona C30/37. Prihvaća vertikalna i horizontalna opterećenja. Oslonci ploči su omeđeno ziđe i grede.

Greda G200 je AB greda dimenzija $b/h = 25/40$ cm, razred betona C30/37. Greda se dvoosno savija, pa je provjereno savijanje u oba smjera te provjera grede kao stupa koji se dvoosno savija.

Greda G201 je AB greda dimenzija $b/h = 25/40$ cm, razred betona C30/37. Greda se dvoosno savija, pa je provjereno savijanje u oba smjera te provjera grede kao stupa koji se dvoosno savija.

Greda G202 je AB greda dimenzija $b/h = 25/65$ cm, razred betona C30/37. Greda se dvoosno savija, pa je provjereno savijanje u oba smjera te provjera grede kao stupa koji se dvoosno savija.

Greda G203 je AB greda dimenzija $b/h = 25/40$ cm, razred betona C30/37. Greda se savija oko jače osi.

Omeđeno ziđe je dokazano u poglavlju 2.3.6. Pravila i raspored serklaža te pripadna armatura, kao i armatura nadvoja je obrađena u spomenutom poglavlju. Za opeku, prikloniti se odabranom tipu ili odabrati opeku istih tehničkih karakteristika.

Zgrada se temelji na temeljim trakama i gredama. Dimenzije temelja su $b/h = 80/40$ cm, razred betona C30/37. Pregledom lokacije gradnje utvrdila se nosivost tla od 200kPa. Ukoliko pri iskopu karakteristike ne odgovaraju karakteristikama na terenu, molimo kontaktirati projektanta konstrukcije.

Podna ploča je debljine $t = 14$ cm. Dilatirana je u odnosu na nosivi sustav temelja.

DOGRADNJA 2

Krovna ploča P200 je AB ploča, debljine $t = 22$ cm, razred betona C30/37. Prihvaća vertikalna i horizontalna opterećenja. Oslonci ploči su omeđeno ziđe i grede.

Greda G200 je AB greda dimenzija $b/h = 30/85$ cm, razred betona C30/37. Greda se dvoosno savija, pa je provjereno savijanje u oba smjera te provjera grede kao stupa koji se dvoosno savija.

Greda G201 je AB greda dimenzija $b/h = 25/25$ cm, razred betona C30/37. Preuzima horizontalno opterećenje od krova.

Greda G202 je AB greda dimenzija $b/h = 25/50$ cm, razred betona C30/37. Greda se savija samo oko jače osi.

Greda G203 je AB greda dimenzija $b/h = 25/25$ cm, razred betona C30/37. Greda se savija oko slabije osi.

Greda G204 je AB greda dimenzija $b/h = 25/50$ cm, razred betona C30/37. Greda se savija oko jače osi.


Greda G205 je AB greda dimenzija $b/h = 25/50$ cm, razred betona C30/37. Greda se savija oko jače osi.

Omeđeno ziđe je dokazano u poglavlju 2.4.7. Pravila i raspored serklaža te pripadna armatura, kao i armatura nadvoja je obrađena u spomenutom poglavlju. Za opeku, prikloniti se odabranom tipu ili odabrati opeku istih tehničkih karakteristika.

Zgrada se temelji na temeljim trakama i gredama. Dimenzije temelja su $b/h = 80/40$ cm i $b/h = 40/40$ cm, razred betona C30/37. Pregledom lokacije gradnje utvrdila se nosivost tla od 200kPa. Ukoliko pri iskopu karakteristike ne odgovaraju karakteristikama na terenu, molimo kontaktirati projektanta konstrukcije.

Podna ploča je debljine $t = 14$ cm. Dilatirana je u odnosu na nosivi sustav temelja.

Svi elementi konstrukcije računaju se za odgovarajuća opterećenja dana u hrvatskim normama niza HRN EN 1991. Proračun se provodi za djelovanje slijedećih utjecaja na konstrukciju: vlastite težine, dodatnog stalnog opterećenja, djelovanja snijega, vjetra te seizmike. Svaki slučaj opterećenja je razrađen i prikazan u proračunu. Konstrukcija zadovoljava na seizmički utjecaj, provjeren je ukupni i međukatni pomak.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Proračuni i dimenzioniranja su izvedeni pomoću SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata. Za potrebe dokaza nosivosti i uporabljivosti konstrukcije te dimenzioniranje elemenata načinjeni su 2D i 3D modeli konstrukcije.

1.3. Opis utjecaja namjene i načina uporabe projektiranog dijela građevine te utjecaj okoliša na svojstva ugrađenih građevnih i drugih proizvoda, tehnička svojstva projektiranog dijela građevine te građevine u cjelini

utjecaj okoliša na svojstva ugrađenih građevnih i drugih proizvoda

Nosivi elementi konstrukcije su svrstani u razrede izloženosti i razrede konstrukcije, svaki razrađen u svom poglavlju.

Nosivi elementi konstrukcije su svrstani u razrede izloženosti i to je jedini kriterij pošto nije provedena otpornost nosivih elemenata na požarno djelovanje.

tehnička svojstva projektiranog dijela građevine te građevine u cjelini

Projektirane građevine zadovoljavaju tehnička svojstva u vidu rušenja građevine ili njezinog dijela, deformacije nedopuštenog stupnja, oštećenja građevinskog sklopa ili opreme zbog deformacije betonske konstrukcije te nerazmjerno velika oštećenja građevine ili njezinog dijela u odnosu na uzrok zbog kojeg su nastala.

1.4. Opis ispunjena uvjeta gradnje na određenoj lokaciji za projektirani dio građevine

Opis ispunjenja uvjeta i posebnih uvjeta gradnje na odabranoj lokaciji je detaljno razrađen i opisan unutar Glavnog projekta - Arhitektonski projekt, a sve u skladu s Prostornim planovima koji vrijede na području Ivanić-Grada.

1.5. Opis ispunjenja temeljnih zahtjeva za projektirani dio građevine

Građevine su projektirane tako da, uz redovnu upotrebu i održavanje, u predviđenom roku svog trajanja, udovoljavaju svim temeljnim zahtjevima za građevine.

Ovim projektom je obrađen temeljni zahtjev konstrukcije vezan za mehaničku otpornost i stabilnost te je utvrđeno da predviđena djelovanja neće prouzročiti rušenje građevine ni njezina dijela, deformacije nedopuštenog stupnja, oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacije nosive konstrukcije, nerazmjerno velika oštećenja u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

Ostali temeljni zahtjevi konstrukcije su obrađeni u drugim mapama glavnog projekta.

1.6. Podatci iz elaborata o prethodnim istraživanjima i drugih elaborata, studija i podloga koji su od utjecaja na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine i građevine u cjelini


Nisu provedeni.

1.7. Podaci bitni za provedbu pokusnog rada s obrazloženjem potrebe za pokusnim radom i vremenom trajanja, ako u svrhu izdavanja uporabne dozvole postoji potreba ispitivanja temeljnih zahtjeva za građevinu pokusnim radom

Nije proveden pokusni rad na projektiranim građevinama.

1.8. Mogućnost i uvjete uporabe projektiranog dijela građevine prije dovršetka građenja cijele građevine, ako postoji potreba da se dio građevine počne rabiti prije dovršetka cjelokupne građevine

Projektirane građevine su koncipirane kao cjenila, tako da nema potrebe uporabe dijela građevine dok se građevine u potpunosti ne dovrše.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

1.9. Projektirani vijek uporabe i uvjete za održavanje projektiranog dijela građevine

Temeljem članka 69. stavak 4. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13) daje se, procjena vijeka trajanja gradnje. Obzirom da je zgrada projektirana od čvrstih materijala kao što su beton, čelik, lim i drvo, vijek uporabivosti građevine procjenjuje se na **50 godina**.

Da bi se dostigao predviđeni vijek trajanja građevine tokom njene uporabe, potrebno je provoditi održavanje.

Održavanje odnosno zamjena pojedinih dijelova građevine predviđa se u slijedećim rokovima:


DIO GRAĐEVINE	RAD	VREMENSKI PERIOD
drveni i metalni dijelovi	čistiti i bojati	svake 3 godine
oluci i odvodi	čistiti	svake 3 godine
unutarnja obrada zidova	bojati	svake 4 godine
fasada	čistiti i bojati	svakih 3-5 godina
fasada	zamjena	svakih 20 godina

U slučaju da se otkriju određeni nedostaci na konstrukciji potrebno ih je sanirati prema provjerenim tehničkim sustavima koji su u skladu s Tehničkim projektom za betonske konstrukcije.


Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe.

PROJEKTANT:

mr.sc.Berislav Medić, dipl.ing.građ.

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad</p> <p>LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad</p> <p>INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD</p> <p>Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad</p> <p>IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE</p> <p>mapa 2</p> <p>Zagreb, listopad 2020</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

2. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

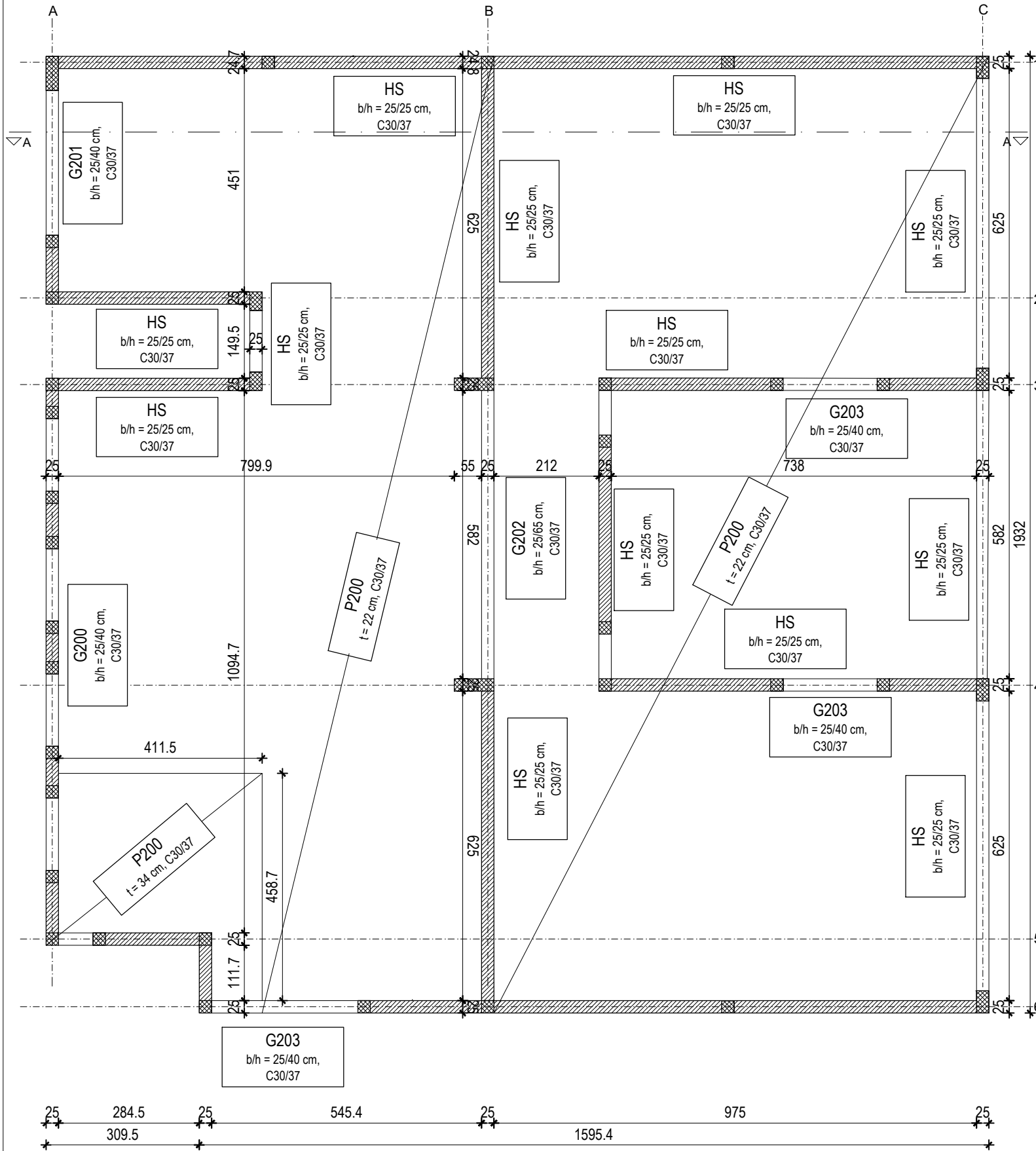
 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad</p> <p>LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad</p> <p>INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad</p> <p>IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2</p> <p>Zagreb, listopad 2020</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

2.1. SHEMA POZICIJA

DOGRADNJA 1

POZICIJA 200 - tlocrt

M1:100



RAZREDI IZLOŽENOSTI I ZAŠITNI SLOJEVI:


Element	Zona	Odabrani razred čvrstoće	Razred konstrukcije	Zaštitni sloj betona
				codabr [mm]
ploča	sve plohe	C30/37	S4	20
grede, HS i VS	sve plohe	C30/37	S4	20

MATERIJAL:

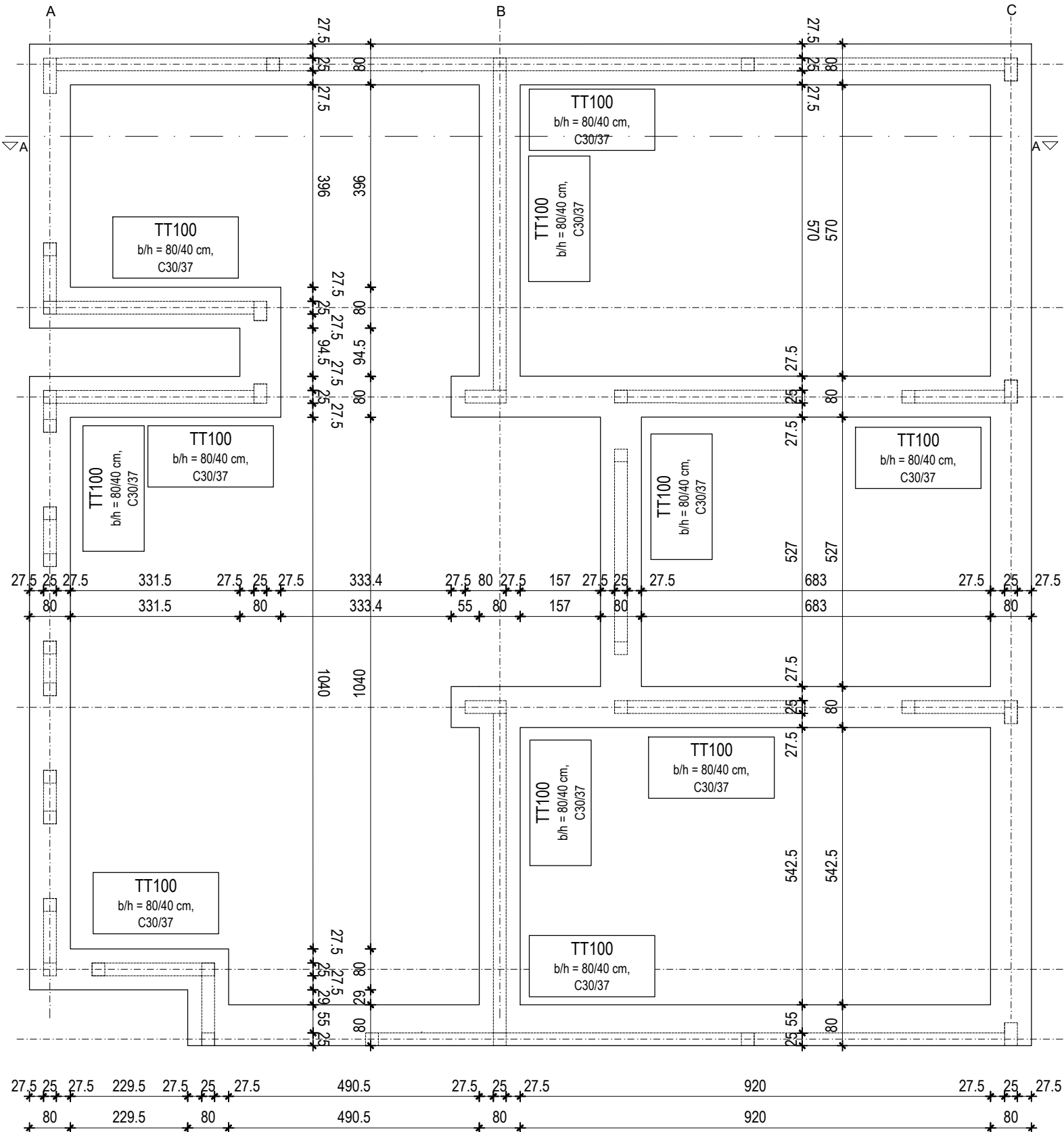
Beton: **C30/37**
 Armaturni čelik: Mreže: **B500A**
 Šipke: **B500B**
 Zide: POROTHERM 25 S P+E

NAPOMENE:

- * NADVOJE ARMIRATI PREMA NAPUCIMA IZ POGHLAVLJA 2.3.6.
- * OBAVEZNO PREUZETI RASPORED VS
- * OBAVEZNO IZVESTI HS IZNAD NOSIVIH ZIDOVA I MEĐUSOBNO IH POVEZATI
- * OBAVEZNO ZIDATI NA CIK-CAK VEZU VS I OPEKE

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel: 01/5544 592 upi-2m@upi-2m.hr	INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD, Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad, OIB: 52339045122			
	GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIĆA IVANIĆ-GRAD			
	LOKACIJA:	k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad 10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2			
FAZA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:	SHEMA POZICIJA 200 - DOGRADNJA 1		
NACRT IZRADILA:	MATEA GLAVAŠ, mag. ing. aedif.	GLAVNI PROJEKTANT:	Ana Laća, mag. ing. arch.	PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.
MAPA:	2	ZOP:	016-2018-P	MJERILO:	1:100
DATUM:	listopad 2020.	TD:	01/19	LIST:	02

POZICIJA 100 - tlocrt
M1:100



RAZREDI IZLOŽENOSTI I ZAŠITNI SLOJEVI:


Element	Zona	Odabrani razred čvrstoće	Razred konstrukcije	Zaštitni sloj betona
				codabr [mm]
temelji	sve plohe	C30/37	S4	40


MATERIJAL:

Beton **C30/37**
 Armaturni čelik: Mreže: **B500A**
 Šipke: **B500B**

NAPOMENE:

- * IZVESTI NADTEMELJNE ZIDOVE
- * PODNU PLOČU DILATIRATI U ODNOSU NA NADTEMELJNE ZIDOVE I TEMELJNE TRAKE/GREDE
- * DONJA KOTA TEMELJA MORA BITI NA ISTOJ KOTI NA KOJOJ SU I POSTOJEĆI TEMELJI POSTOJEĆE ZGRADE

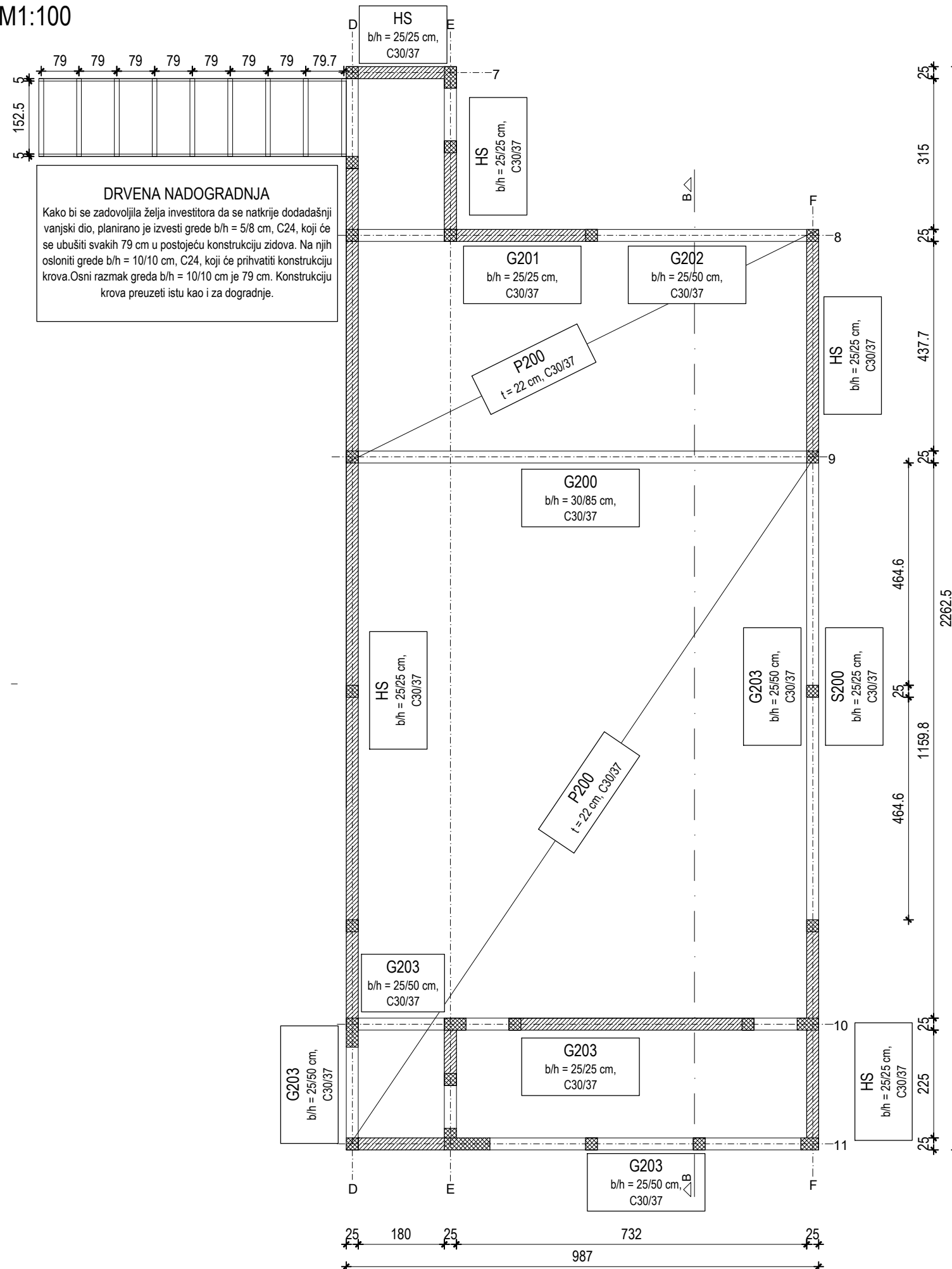
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel: 01/5544 592 upi-2m@upi-2m.hr	INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD, Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad, OIB: 52339045122			
	GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIČA IVANIĆ-GRAD			
	LOKACIJA:	k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad 10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2			
FAZA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:	HEMA POZICIJA 100 - DOGRADNJA 1		
NACRT IZRADILA:	MATEA GLAVAŠ, mag. ing. aedif.	GLAVNI PROJEKTANT:	Ana Laća, mag. ing. arch.	PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.
MAPA:	2	ZOP:	016-2018-P	MJERILO:	1:100
DATUM:	listopad 2020.	TD:	01/19	LIST:	01

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

DOGRADNJA 2

POZICIJA 200 - tlocrt

M1:100



RAZREDI IZLOŽENOSTI I ZAŠITNI SLOJEVI:

Element	Zona	Odabrani razred čvrstoće	Razred konstrukcije	Zaštitni sloj betona
				codabr [mm]
ploča	sve plohe	C30/37	S4	20
grede, HS i VS	sve plohe	C30/37	S4	20

MATERIJAL:

Beton: **C30/37**
 Armaturni čelik: Mreže: **B500A**
 Šipke: **B500B**
 Zide: POROTHERM 25 S P+E

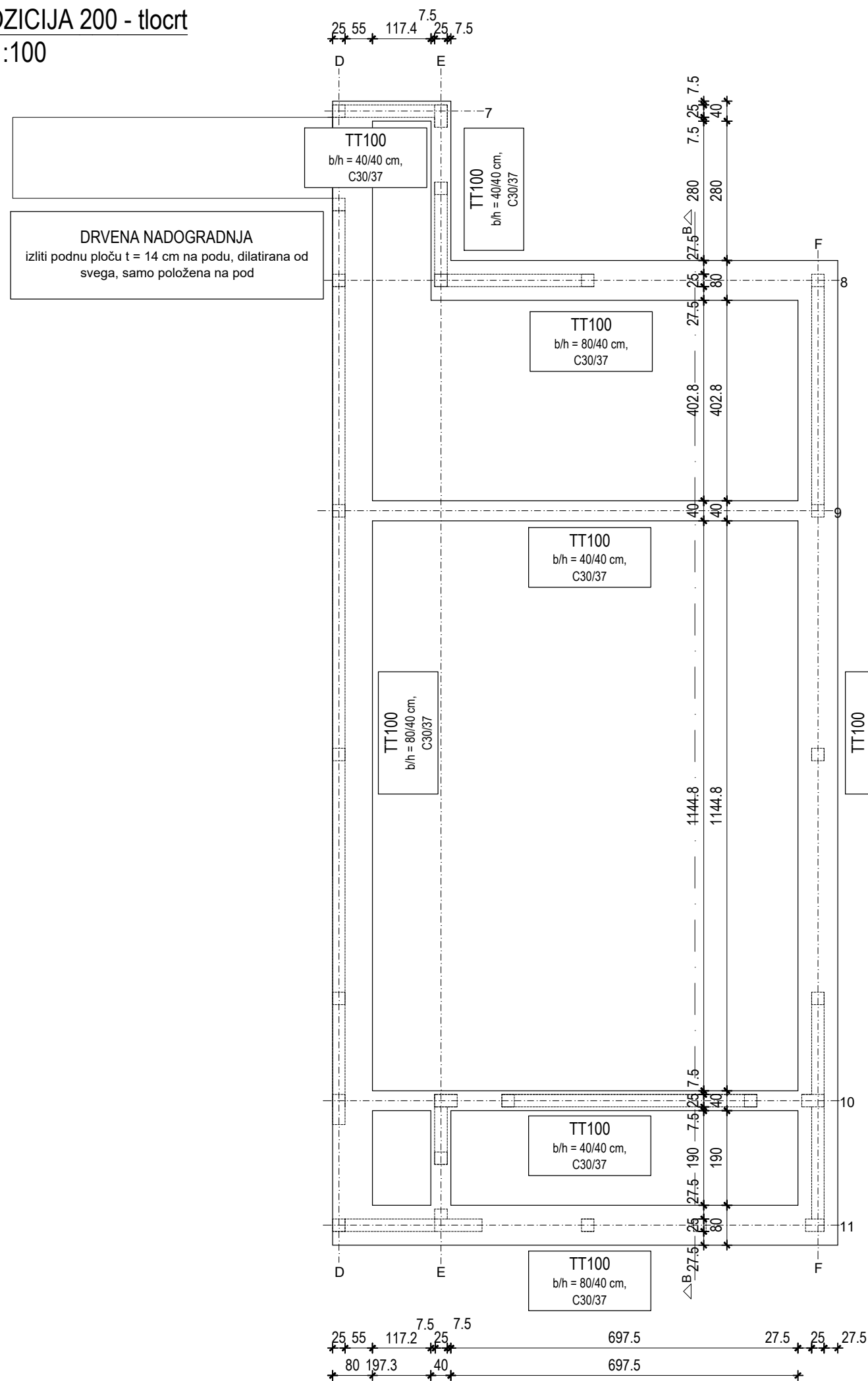
NAPOMENE:

- * NADVOJE ARMIRATI PREMA NAPUCIMA IZ POGLAVLJA 2.4.7.
- * OBAVEZNO PREUZETI RASPORED VS
- * OBAVEZNO IZVESTI HS IZNAD NOSIVIH ZIDOVA I MEĐUSOBNO IH POVEZATI
- * OBAVEZNO ZIDATI NA CIK-CAK VEZU VS I OPEKE

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel: 01/5544 592 upi-2m@upi-2m.hr		INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD, Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad, OIB: 52339045122			
		GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIĆA IVANIĆ-GRAD			
FAZA PROJEKTA:		GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:	SHEMA POZICIJA 200 - DOGRADNJA 2		
NACRT IZRADILA:		MATEA GLAVAŠ, mag. ing. aedif.	GLAVNI PROJEKTANT:			Ana Laća, mag. ing. arch.
MAPA:	2	ZOP:	016-2018-P	MJERILO:	1:100	
DATUM:	listopad 2020.	TD:	01/19	LIST:	04	

Ovaj dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana. This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in its parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.

POZICIJA 200 - tlocrt
M1:100



RAZREDI IZLOŽENOSTI I ZAŠITNI SLOJEVI:


Element	Zona	Odabrani razred čvrstoće	Razred konstrukcije	Zaštitni sloj betona
				codabr [mm]
temelji	sve plohe	C30/37	S4	40

MATERIJAL:

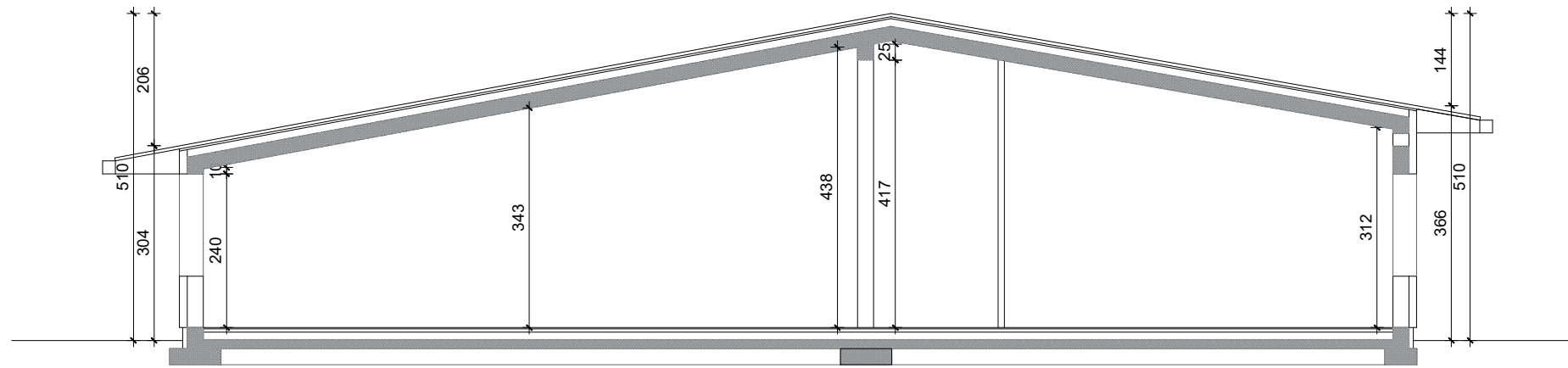
Beton **C30/37**
 Armaturni čelik: Mreže: **B500A**
 Šipke: **B500B**

NAPOMENE:

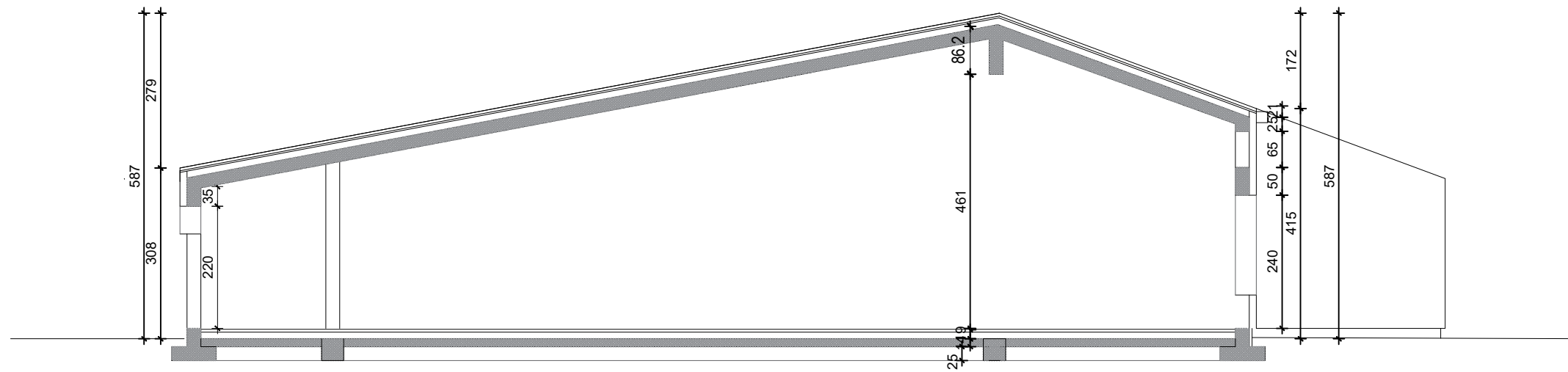
- * IZVESTI NADTEMELJNE ZIDOVE
- * PODNU PLOČU DILATIRATI U ODNOSU NA NADTEMELJNE ZIDOVE I TEMELJNE TRAKE/GREDE
- * DONJA KOTA TEMELJA MORA BITI NA ISTOJ KOTI NA KOJOJ SU I POSTOJEĆI TEMELJI POSTOJEĆE ZGRADE

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel: 01/5544 592 upi-2m@upi-2m.hr	INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD, Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad, OIB: 52339045122			
	GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIĆA IVANIĆ-GRAD			
	LOKACIJA:	k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad 10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2			
FAZA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:	HEMA POZICIJA 200 - DOGRADNJA 2		
NACRT IZRADILA:	MATEA GLAVAŠ, mag. ing. aedif.	GLAVNI PROJEKTANT:	Ana Laća, mag. ing. arch.	PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.
MAPA:	2	ZOP:	016-2018-P	MJERILO:	1:100
DATUM:	listopad 2020.	TD:	01/19	LIST:	03

presjek A-A (dogradnja1)




presjek B-B (dogradnja 2)



UPI 2M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting UPI-2M d.o.o. Bleiweisova 17 ZAGREB www.upi-2m.hr tel: 01/5544 592 upi-2m@upi-2m.hr		INVESTITOR:	GRAD IVANIĆ GRAD, Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad, OIB: 52339045122		
		GRADEVINA:	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA ZGRADE DJEČJEG VRTIČA IVANIĆ-GRAD		
		LOKACIJA:	k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad 10310 Ivanić-Grad, Ulica Milke trnine 2		
FAZA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT	SADRŽAJ:	SHEMA POZICIJA - PRESJECI		
NACRT IZRADILA:	MATEA GLAVAŠ, mag. ing. aedif.	GLAVNI PROJEKTANT:	Ana Laća, mag. ing. arch.	PROJEKTANT KONSTRUKCIJE:	mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.
MAPA:	2	ZOP:	016-2018-P	MJERILO:	1:100
DATUM:	listopad 2020.	TD:	01/19	LIST:	04

Ovaj dokument nije dozvoljeno umnožavati, distribuirati, objavljivati ili koristiti na drugi način u cijelosti ili djelomično bez pisanog odobrenja UPI-2M. Sva autorska prava pridržana. This document shall not be reproduced, transmitted, disclosed or used otherwise in whole or in its parts without the written authorization of UPI-2M. All copyrights © reserved.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2. ANALIZA OPTEREĆENJA

2.2.1. Stalno opterećenje

Programski paket Scia Engineer sama u obzir uzima vlastitu težinu elemenata.

2.2.2. Dodatno stalno opterećenje

DOGRADNJA 1

K1 (podatci iz Izvedbenog projekta arhitekture)

lim (5 cm)	= 0,02 kN/m ²
podkonstrukcija (3-5 cm)	= 0,12 kN/m ²
hidroizolacija	= 0 kN/m ²
toplinska izolacija (12 cm)	= 0,02 kN/m ²
hidroizolacija	= 0 kN/m ²
	Δg = 0,16 kN/m ²
	odabiremo = 0,3 kN/m²

DOGRADNJA 2

K1 (podatci iz Izvedbenog projekta arhitekture)

lim (5 cm)	= 0,02 kN/m ²
podkonstrukcija (3-5 cm)	= 0,12 kN/m ²
hidroizolacija	= 0 kN/m ²
toplinska izolacija (12 cm)	= 0,02 kN/m ²
hidroizolacija	= 0 kN/m ²
	Δg = 0,16 kN/m ²
	odabiremo = 0,3 kN/m²


2.2.3. Korisno opterećenje

DOGRADNJA 1

Kategorija H - uporabna opterećenja krovova	q = 0,75 kN/m ²
---------------------------------------------	----------------------------

DOGRADNJA 2

Kategorija H - uporabna opterećenja krovova	q = 0,75 kN/m ²
---------------------------------------------	----------------------------

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.4. Opterećenje snijegom

DOGRADNJA 1

Lokacija:

Čazma

Karakteristično opterećenje snijegom na tlu:

Zona:

III - Kontinentalna Hrvatska

$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$



Karakteristične vrijednosti opterećenja snijegom na tlu

Koeficijent izloženosti

$c_e = 1,00$ (normalna topografija)

Koeficijent gubitka topline kroz krov

$c_t = 1,00$ (izolirani krov)

Koeficijent oblika

$\mu_i (\alpha_1) = \mu_i (\alpha_2) = 0,80$

(za $0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$)


Opterećenje snijegom na krovu:

$s = \mu_i c_e c_t s_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$

DOGRADNJA 2

Opterećenje snijegom na krovu:

$s = \mu_i c_e c_t s_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.5. Opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada

DOGRADNJA 1

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

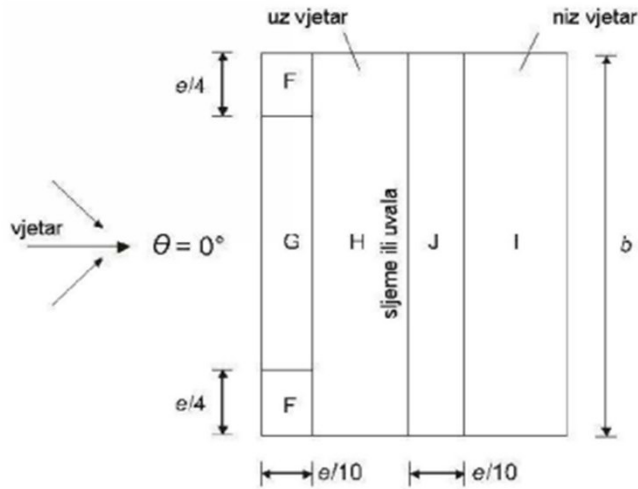
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 1,00$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,45$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,50$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,37 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,40$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.5'. Opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

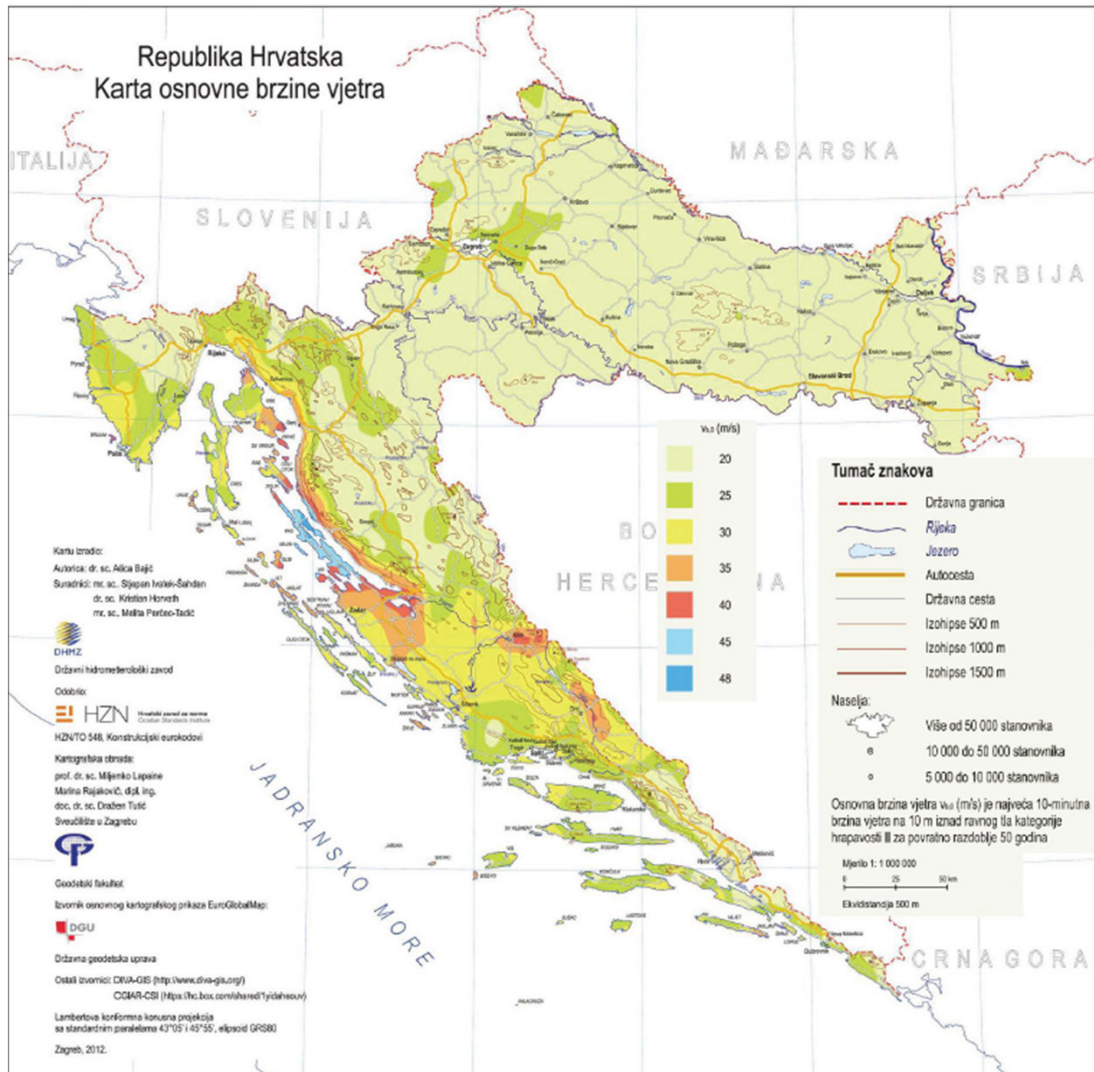
DOGRADNJA 2

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

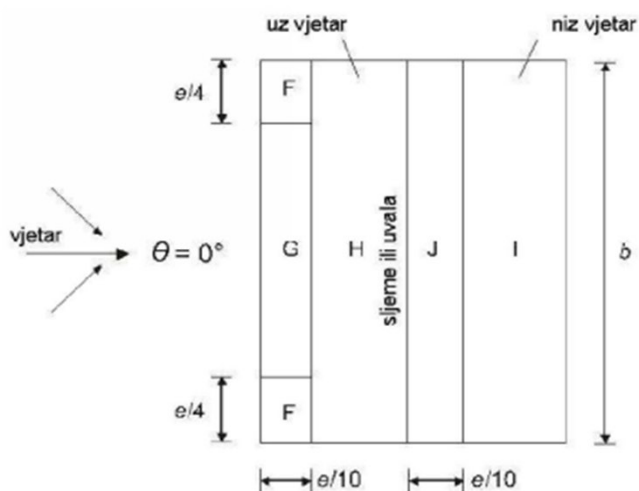
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta=0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6	-2,0	-0,6	-1,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2	-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8	-1,2	-0,6	-1,2	-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2	-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2	+0,2	-0,6	-0,6
	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6	-0,6	+0,2	-0,6
5°	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-1,0	-1,5
15°	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-0,2	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5
30°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,4	+0,4	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
45°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,6	+0,6	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
60°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
75°	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3

područje G

$$c_i = 0,65$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,25$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,40$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,75$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.6. Opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada

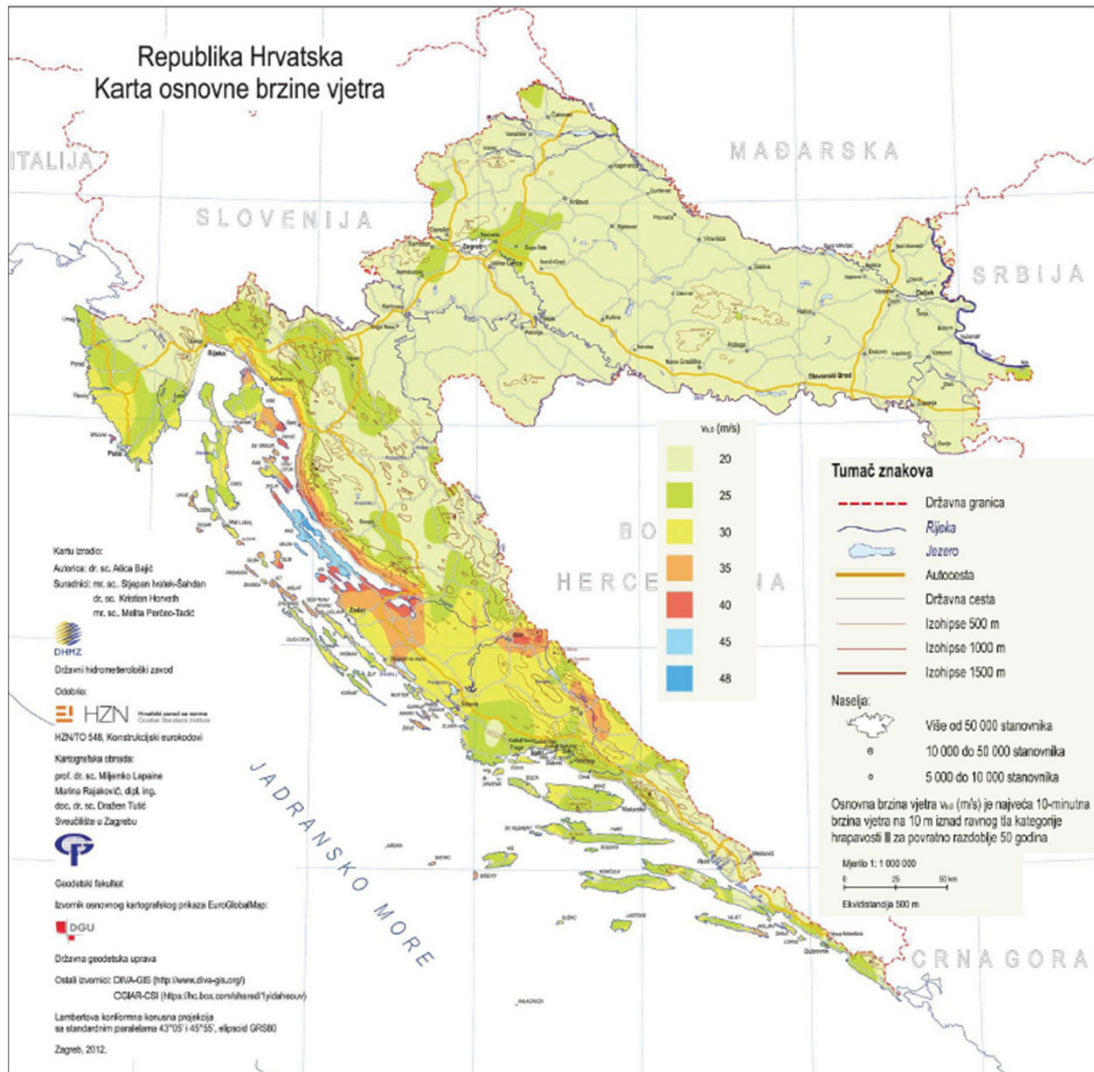
DOGRADNJA 1

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

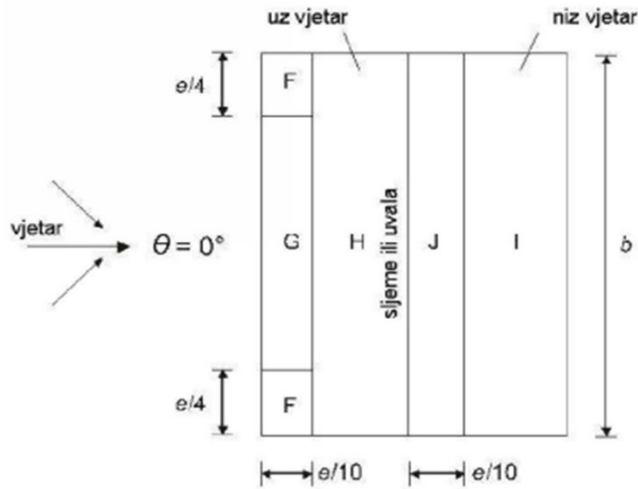
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 0,10$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,10$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		

2.2.6'. Opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

DOGRADNJA 2

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

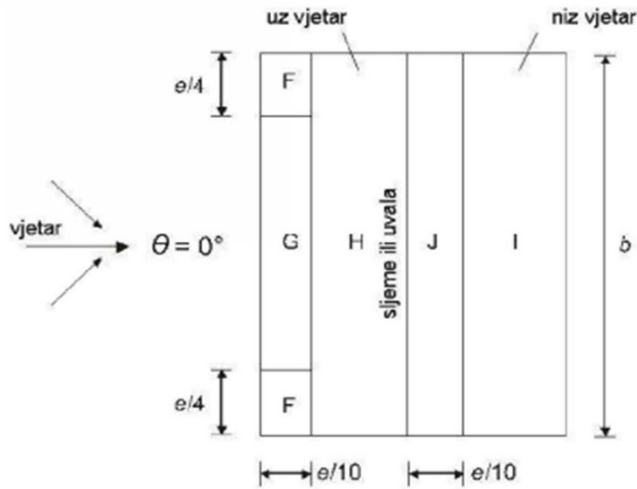
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
		+0,0	+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
		+0,2	+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
		+0,7	+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
		+0,7	+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 0,45$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,23 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,00$$

$$c_e = 0,50$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,14 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,00$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,14 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.7. Opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

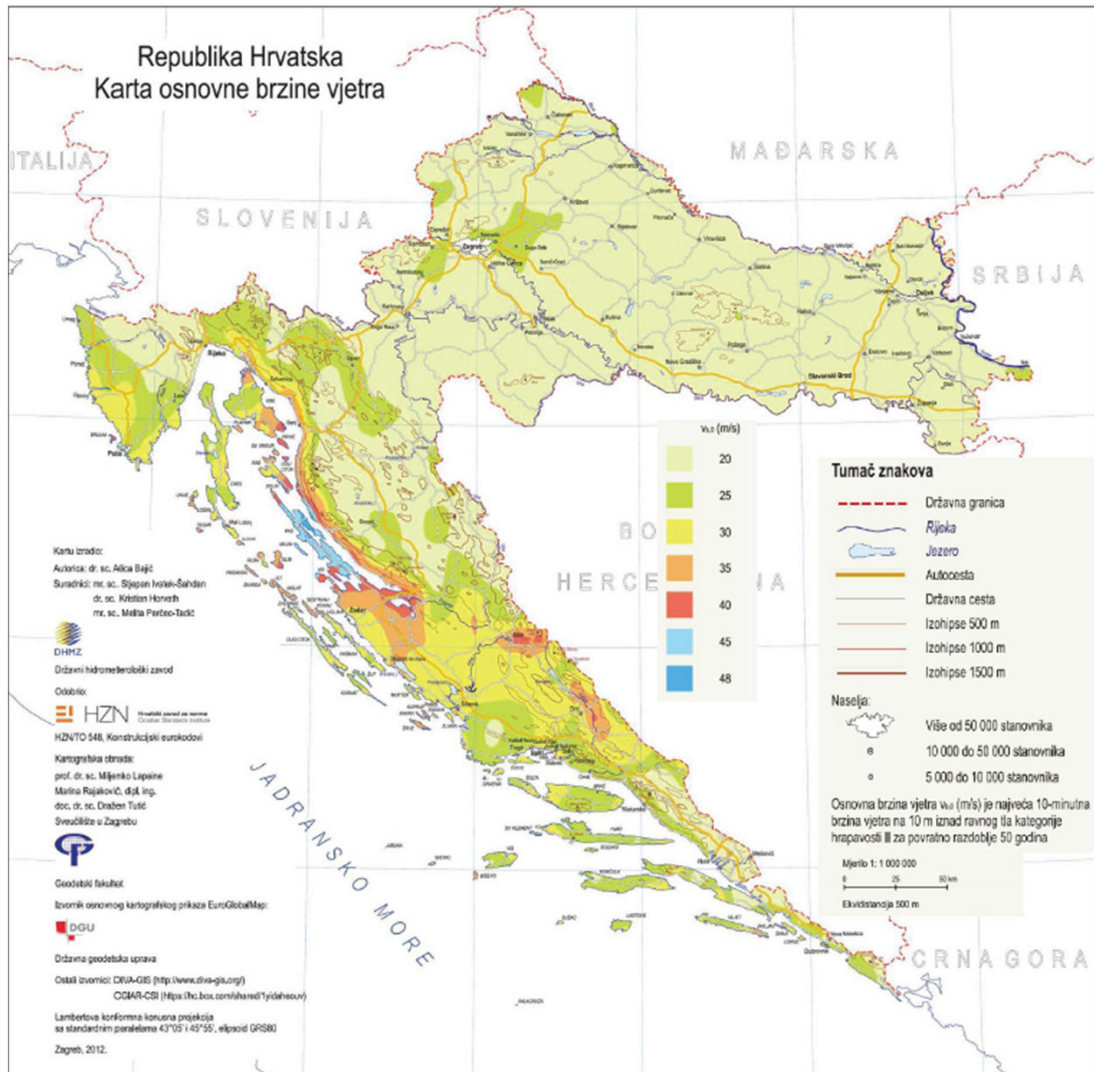
DOGRADNJA 1

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine


Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

gustoća zraka

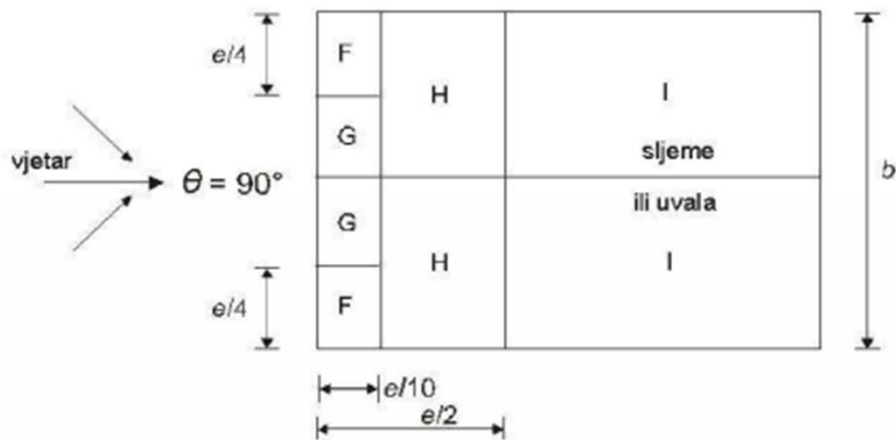
Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

koeficijent sile za dvostrešan krov



Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta=90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

područje G

$$c_i = 1,30$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,65$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,55$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.7'. Opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

DOGRADNJA 2

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine


Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

gustoća zraka

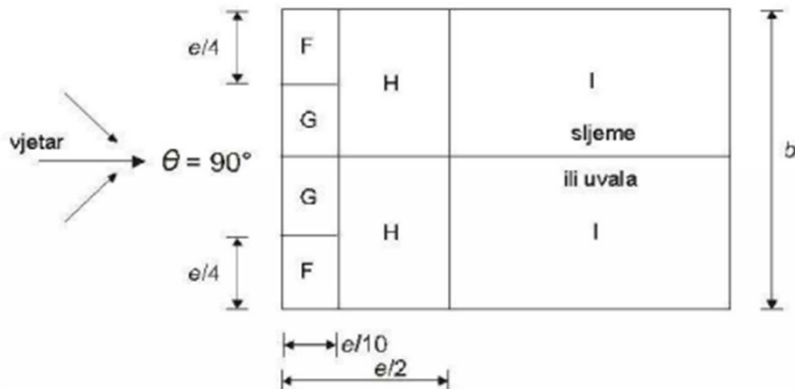
Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

koeficijent sile za dvostrešan krov



Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta=90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

kut 20°

područje G

$$c_i = 1,35$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,62 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,70$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,50$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,37 \text{ kN/m}^2$$

kut 10°

područje G

$$c_i = 1,30$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,65$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,55$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

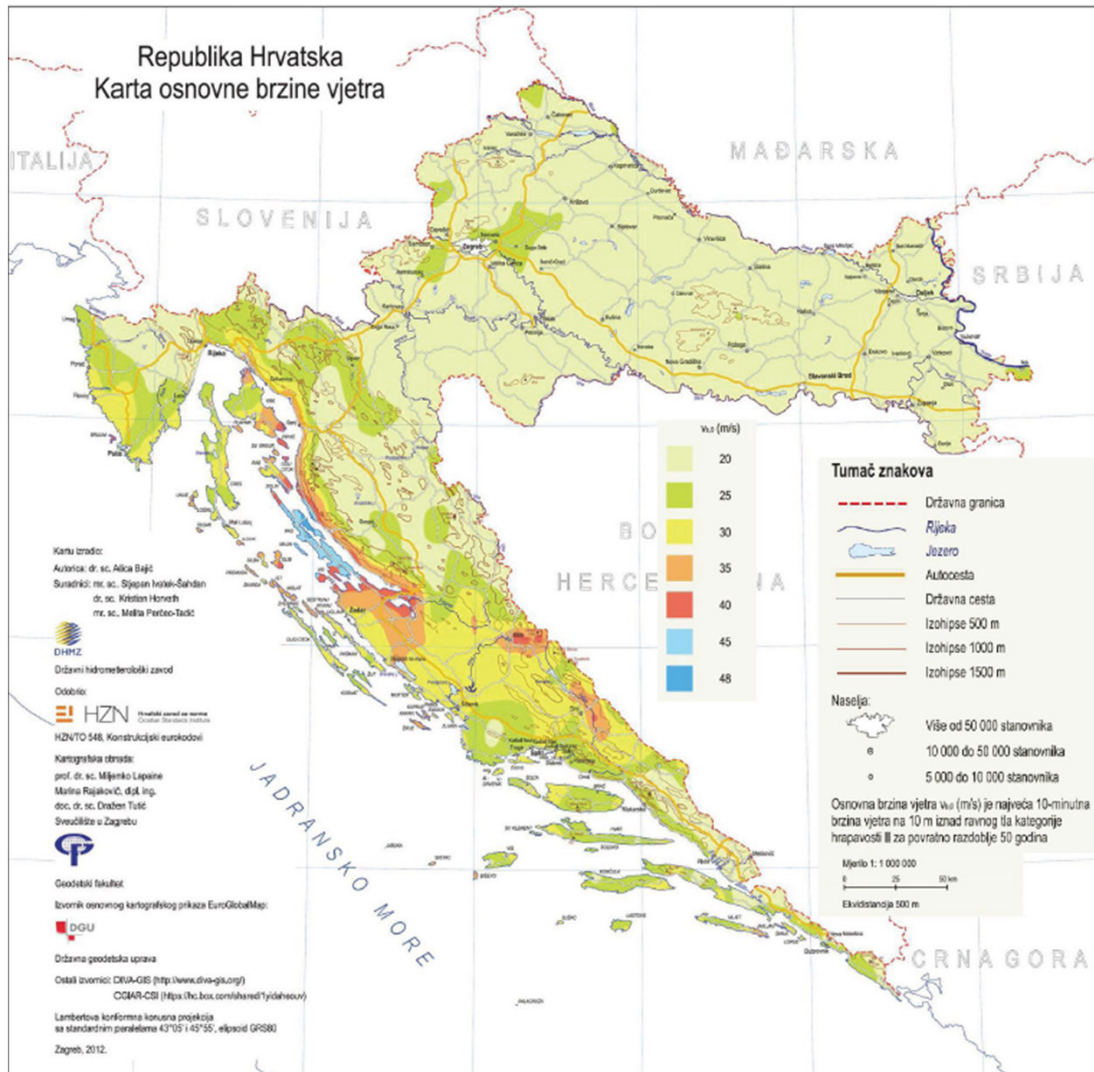
2.2.8. Opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

DOGRADNJA 1

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:
 $V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

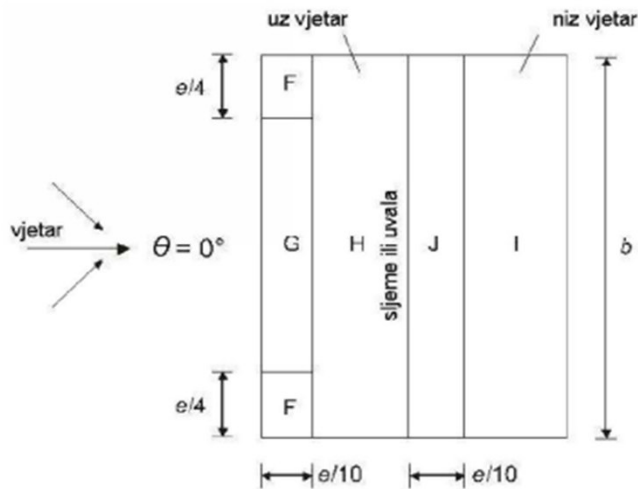
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 1,00$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,45$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,50$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,37 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,40$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.8'. Opterećenje vjetrom - vjetar s juga

DOGRADNJA 2

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²
 $\rho = 1,25$ kg/m³

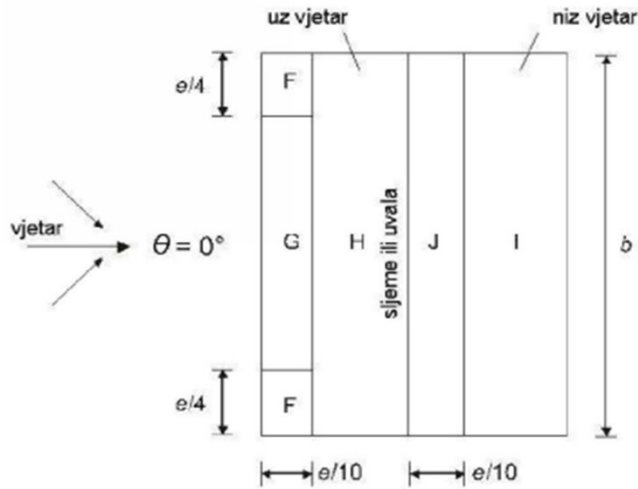
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 1,00$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,45$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,50$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,37 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,40$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.9. Opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

DOGRADNJA 1

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²

$\rho = 1,25$ kg/m³

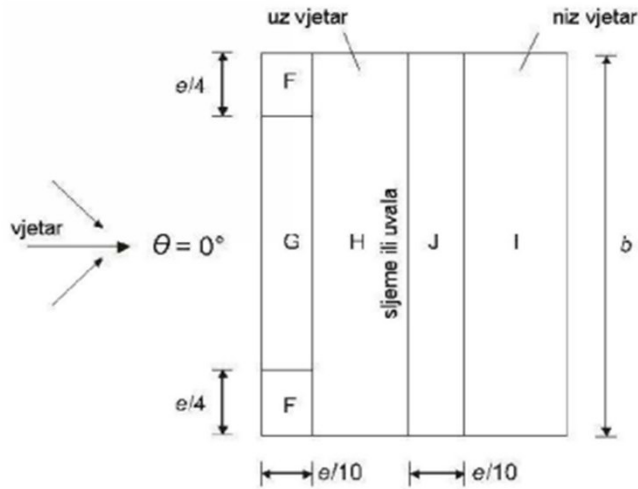
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 0,10$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,10$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		

2.2.9'. Opterećenje vjetrom - vjetar s juga

DOGRADNJA 2

Lokacija:

Ivanić-Grad

Osnovna brzina vjetra:

$V_{b,0} = 20,00$ m/s



Referentna brzina vjetra: $V_{ref} = C_{DIR} \times C_{TEM} \times C_{ALT} \times V_{b,0} = 20$ m/s

$C_{DIR} = 1,00$

$C_{TEM} = 1,00$

$C_{ALT} = 1,00$

koeficijent smjera vjetra
 koeficijent ovisan o godišnjem dobu
 koeficijent nadmorske visine

Poredbeni tlak srednje brzine vjetra $q_{ref} = \rho / 2 \times v_{ref}^2 = 0,25$ kN/m²

$\rho = 1,25$ kg/m³

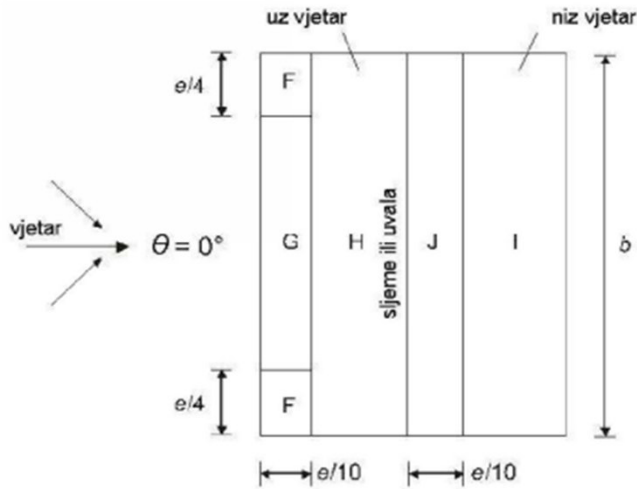
gustoća zraka

Kategorija zemljišta: **III** Površina redovito pokrivena vegetacijom, zgradama ili izoliranim preprekama sa maksimalnim razmakom od 20 visina prepreke (sela, predgrađa, stalne šume)

Visina objekta iznad terena (najviša točka): $h = 5,8$ m

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = 1,15$

koeficijent sile za dvostrešan krov



$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

b : dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

područje G

$$c_i = 0,10$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

područje H

$$c_i = 0,10$$

$$c_e = 0,50$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

područje I

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,80$$


$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

područje J

$$c_i = 0,30$$

$$c_e = 0,80$$

$$w = q_{ref} \times c_e(z) \times (c_i + c_e) = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.10. Seizmičko opterećenje

DOGRADNJA 1

Lokacija: **Ivanić-Grad**
 Klasa važnosti: **III**

Poredbeno vršno ubrzanje $a_{gR} = 0,114 \text{ g}$
 Faktor važnosti $\gamma_I = 1,2$

Proračunsko ubrzanje tla tipa A: $a_g = \gamma_I a_{gR} = 0,1368 \text{ g}$

Tip tla: **C** **Zbijeni ili srednje gusti pijesak, šljunak ili čvrsta glina debljine nekoliko desetka do nekoliko stotina metara.**

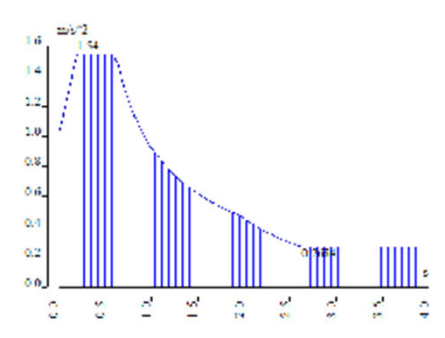
Parametri horizontalnog proračunskog spektra za dani tip tla:

$S = 1,15$ $T_B = 0,20$ $T_C = 0,60$ $T_D = 2,00$

Faktor ponašanja: $2 < q < 3$
 $q = 2,5$

za omeđeno zide

Parametri za horizontalni spektar:

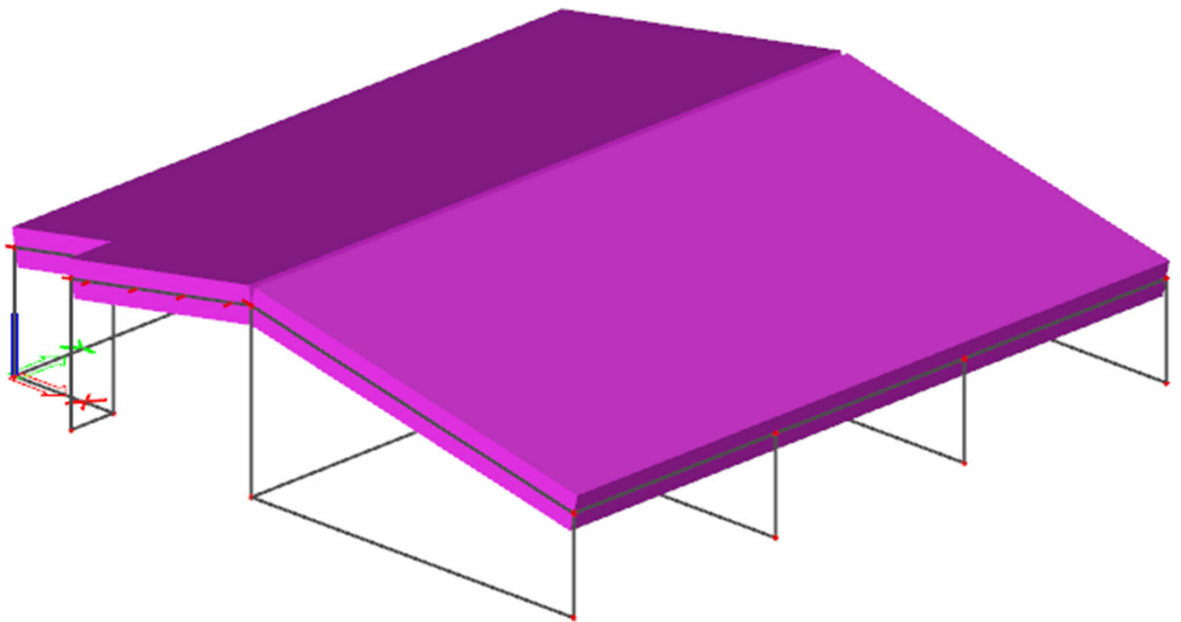
Name	Type drawing	Info	Drawing
FS1	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - C Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. $a_g - 0.1368$ a_g - design acceleration - 1.34201 beta - 0.2 q - behaviour factor - 2.5	

Modalna analiza:

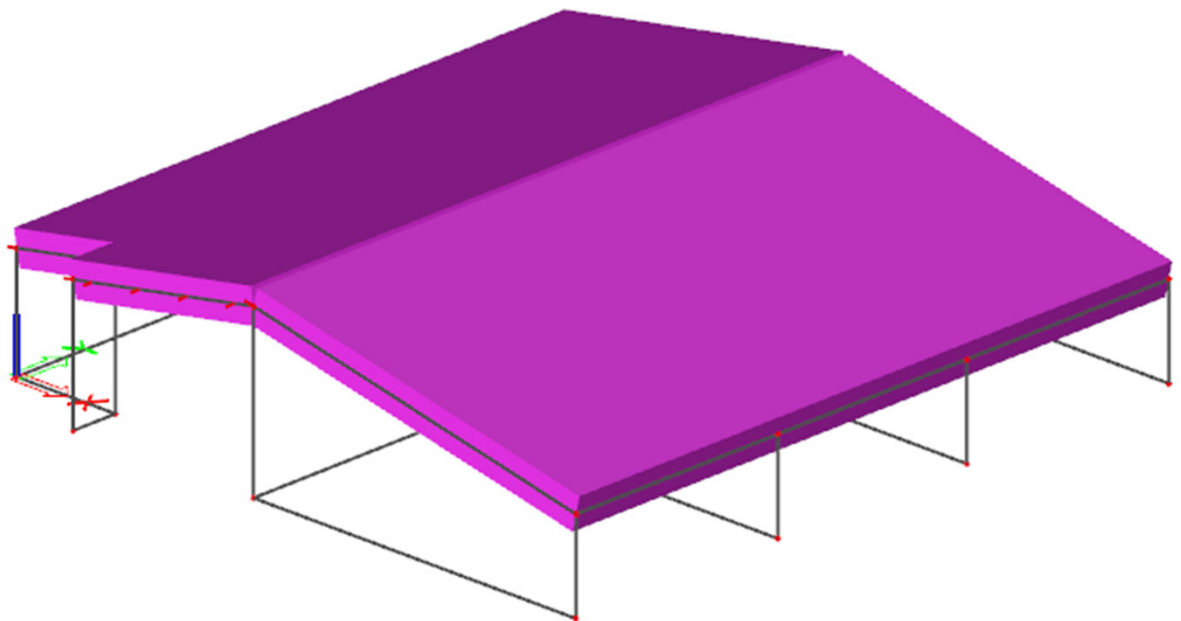
Opterećenja koja ulaze u izračun mase za modalnu analizu:

Name	Load case
MG1	LC1 - vl.tezina
MG2	LC2 - dodatno stalno
MG3	LC3 - korisno

MG2 =




MG3 =



Kombinacija modalne analize:

Name	Mass group	Coeff. []
CM1	MG1	1,00
	MG2	1,00
	MG3	0,30

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

U tablici je prikazan odgovor konstrukcije na provedenu analizu. U obzir je uzeto 100 vlastitih modova osliciranja.

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
1	50.7184	0.1239	8.0721	0.0123	0.0070	0.1508	0.0401	0.1065	0.0031
2	55.8136	0.1126	8.8830	0.0000	0.0790	0.0004	0.0001	0.0003	0.0013
3	59.2041	0.1061	9.4226	0.0051	0.0000	0.0747	0.0000	0.0823	0.0000
4	64.8831	0.0968	10.3265	0.0046	0.7348	0.0018	0.0212	0.0021	0.0939
5	67.7590	0.0927	10.7842	0.0002	0.0387	0.0001	0.2035	0.0001	0.0003
6	76.1305	0.0825	12.1165	0.0338	0.0023	0.0009	0.0023	0.0011	0.0079
7	83.8542	0.0749	13.3458	0.0414	0.0007	0.0002	0.0001	0.0004	0.0004
8	86.0543	0.0730	13.6960	0.0003	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0101
9	88.9927	0.0706	14.1636	0.0004	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000
10	89.6994	0.0700	14.2761	0.0021	0.0025	0.0000	0.0539	0.0004	0.0026
11	92.6186	0.0678	14.7407	0.1989	0.0056	0.0856	0.0004	0.0189	0.0079
12	97.1262	0.0647	15.4581	0.0575	0.0113	0.0125	0.0401	0.0049	0.0155
13	98.2700	0.0639	15.6402	0.2524	0.0021	0.0421	0.0001	0.0203	0.0127
14	100.2999	0.0626	15.9632	0.0008	0.0002	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002
15	102.4394	0.0613	16.3037	0.0357	0.0011	0.0774	0.0001	0.1449	0.0004
16	102.7334	0.0612	16.3505	0.1221	0.0013	0.0013	0.0016	0.0663	0.0004
17	103.6785	0.0606	16.5009	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.0007	0.0000
18	104.1263	0.0603	16.5722	0.0003	0.0002	0.0000	0.0018	0.0000	0.0083
19	107.9657	0.0582	17.1833	0.0836	0.0114	0.0528	0.0595	0.0354	0.0537
20	114.6186	0.0548	18.2421	0.0162	0.0011	0.0003	0.0013	0.0098	0.0020
21	116.5323	0.0539	18.5467	0.0005	0.0004	0.0135	0.0157	0.0051	0.0020
22	119.8253	0.0524	19.0708	0.0030	0.0036	0.0001	0.0000	0.0003	0.0525
23	123.9366	0.0507	19.7251	0.0025	0.0000	0.0031	0.0138	0.0270	0.0002
24	127.1571	0.0494	20.2377	0.0391	0.0271	0.0011	0.0000	0.0048	0.3942
25	129.5788	0.0485	20.6231	0.0056	0.0044	0.0001	0.0001	0.0005	0.0483
26	131.7089	0.0477	20.9621	0.0173	0.0185	0.0004	0.0001	0.0016	0.1837
27	137.1022	0.0458	21.8205	0.0009	0.0000	0.0002	0.0011	0.0000	0.0101
28	142.2647	0.0442	22.6421	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	142.5432	0.0441	22.6865	0.0005	0.0012	0.0000	0.0003	0.0000	0.0048
30	145.7386	0.0431	23.1950	0.0000	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
...									
90	308.0280	0.0204	49.0242	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
91	308.1050	0.0204	49.0364	0.0000	0.0003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002
92	308.6537	0.0204	49.1238	0.0000	0.0007	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
93	315.4359	0.0199	50.2032	0.0000	0.0000	0.0023	0.0014	0.0025	0.0000
94	318.4265	0.0197	50.6792	0.0003	0.0000	0.0006	0.0012	0.0014	0.0003
95	322.2451	0.0195	51.2869	0.0000	0.0000	0.0033	0.0001	0.0008	0.0002
96	323.1187	0.0194	51.4259	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
97	329.2500	0.0191	52.4018	0.0012	0.0000	0.0005	0.0021	0.0000	0.0000
98	332.8413	0.0189	52.9733	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0002	0.0001
99	334.4597	0.0188	53.2309	0.0001	0.0000	0.0023	0.0203	0.0003	0.0002
100	336.6138	0.0187	53.5738	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0000	0.0000
				0.9530	0.9635	0.7482	0.6434	0.6747	0.9359

Number of 2D elements	17744
Number of 1D elements	141
Number of mesh nodes	18076
Mass in analysis	Participation mass only
Signed results	No
Loadcase	LC10
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	27.03.2019 12:54
End of calculation	27.03.2019 12:54

Number of 2D elements	17744
Number of 1D elements	141
Number of mesh nodes	18076
Mass in analysis	Participation mass only
Signed results	No
Loadcase	LC11
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	27.03.2019 12:54
End of calculation	27.03.2019 12:54

Seizmička sila iz seizmičke analize:

smjer X (LC10):

Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp [coel]	Sax [m/s ²]	Say [m/s ²]	Saz [m/s ²]	G(j)	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	8.0721	0.0500	1.0000	1.3475	0.0000	0.0000	-0.0301	4.4622	3.3776	-3.5400	-5.5600
2	8.8830	0.0500	1.0000	1.3183	0.0000	0.0000	-0.0013	0.0126	0.5941	-0.2701	-0.0154
3	9.4226	0.0500	1.0000	1.3025	0.0000	0.0000	-0.0138	1.8032	0.1282	-0.1503	-1.5957
4	10.3265	0.0500	1.0000	1.2787	0.0000	0.0000	0.0107	1.5758	19.9928	-22.6426	-1.9550
5	10.7842	0.0500	1.0000	1.2676	0.0000	0.0000	0.0018	0.0554	0.8564	-0.9550	-0.0705
6	12.1165	0.0500	1.0000	1.2411	0.0000	0.0000	-0.0205	11.3311	2.9692	-3.3358	-4.1450
7	13.3458	0.0500	1.0000	1.2216	0.0000	0.0000	-0.0184	13.6532	-1.8260	2.0493	-6.3685
8	13.6960	0.0500	1.0000	1.2163	0.0000	0.0000	-0.0016	0.1134	-0.2413	0.1929	-0.1493
9	14.1636	0.0500	1.0000	1.2109	0.0000	0.0000	-0.0016	0.1399	0.0125	-1.1921	-0.1057
10	14.2761	0.0500	1.0000	1.2096	0.0000	0.0000	-0.0036	0.6754	0.7364	-1.3806	-1.4100
11	14.7407	0.0500	1.0000	1.2042	0.0000	0.0000	0.0325	64.6550	-10.8780	14.0906	-76.8795
12	15.4581	0.0500	1.0000	1.1958	0.0000	0.0000	0.0158	18.5644	-8.2121	9.0390	-19.4915
13	15.6402	0.0500	1.0000	1.1937	0.0000	0.0000	-0.0323	81.3284	-7.4449	11.3473	-83.9903
14	15.9632	0.0500	1.0000	1.1905	0.0000	0.0000	0.0018	0.2640	0.1307	1.4725	-0.2225
15	16.3037	0.0500	1.0000	1.1875	0.0000	0.0000	-0.0111	11.4579	-1.9797	2.3934	-20.4957

...

90	49.0242	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0001	-0.0001	-0.0002	-0.0002
91	49.0364	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0019	-0.0055	-0.0000
92	49.1238	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0007	0.0000
93	50.2032	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0012	-0.0020	-0.0002	-0.0049
94	50.6792	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0794	0.0149	-0.2232	0.2352
95	51.2869	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0103	-0.0067	0.0714	0.0352
96	51.4259	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	-0.0009	-0.0002
97	52.4018	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0002	0.3545	0.0193	0.3726	-0.0338
98	52.9733	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0119	0.0015	-0.0365	0.0409
99	53.2309	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0303	-0.0045	0.2196	0.0656
100	53.5738	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	-0.0007	0.0006	0.0011
Level=	0.00							118.59	30.38	39.92	132.79

smjer Y (LC11):

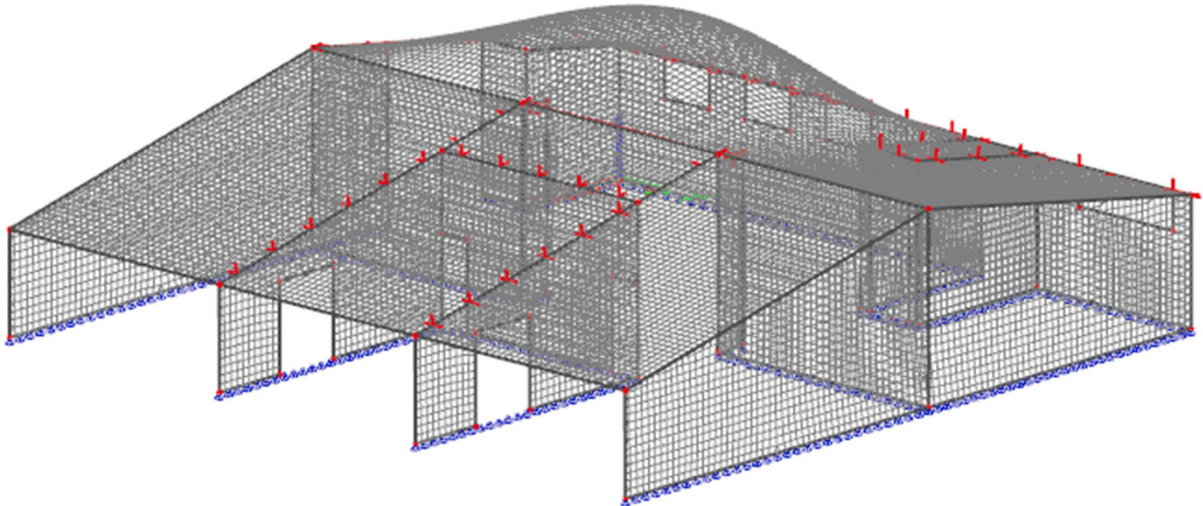
Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp [coel]	Sax [m/s ²]	Say [m/s ²]	Saz [m/s ²]	G(j)	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	8.0721	0.0500	1.0000	0.0000	1.3475	0.0000	-0.0228	3.3776	2.5566	-2.6796	-4.2085
2	8.8830	0.0500	1.0000	0.0000	1.3183	0.0000	-0.0618	0.5941	28.0956	-12.7752	-0.7280
3	9.4226	0.0500	1.0000	0.0000	1.3025	0.0000	-0.0010	0.1282	0.0091	-0.0107	-0.1134
4	10.3265	0.0500	1.0000	0.0000	1.2787	0.0000	0.1353	19.9928	253.6491	-287.2672	-24.8031
5	10.7842	0.0500	1.0000	0.0000	1.2676	0.0000	0.0282	0.8564	13.2333	-14.7579	-1.0900
6	12.1165	0.0500	1.0000	0.0000	1.2411	0.0000	-0.0054	2.9692	0.7780	-0.8741	-1.0862
7	13.3458	0.0500	1.0000	0.0000	1.2216	0.0000	0.0025	-1.8260	0.2442	-0.2741	0.8517
8	13.6960	0.0500	1.0000	0.0000	1.2163	0.0000	0.0034	-0.2413	0.5136	-0.4106	0.3177
9	14.1636	0.0500	1.0000	0.0000	1.2109	0.0000	-0.0001	0.0125	0.0011	-0.1069	-0.0095
10	14.2761	0.0500	1.0000	0.0000	1.2096	0.0000	-0.0039	0.7364	0.8028	-1.5051	-1.5372
11	14.7407	0.0500	1.0000	0.0000	1.2042	0.0000	-0.0055	-10.8780	1.8302	-2.3707	12.9348
12	15.4581	0.0500	1.0000	0.0000	1.1958	0.0000	-0.0070	-8.2121	3.6327	-3.9985	8.6222
13	15.6402	0.0500	1.0000	0.0000	1.1937	0.0000	0.0030	-7.4449	0.6815	-1.0388	7.6886
14	15.9632	0.0500	1.0000	0.0000	1.1905	0.0000	0.0009	0.1307	0.0647	0.7288	-0.1101
15	16.3037	0.0500	1.0000	0.0000	1.1875	0.0000	0.0019	-1.9797	0.3420	-0.4135	3.5412

...

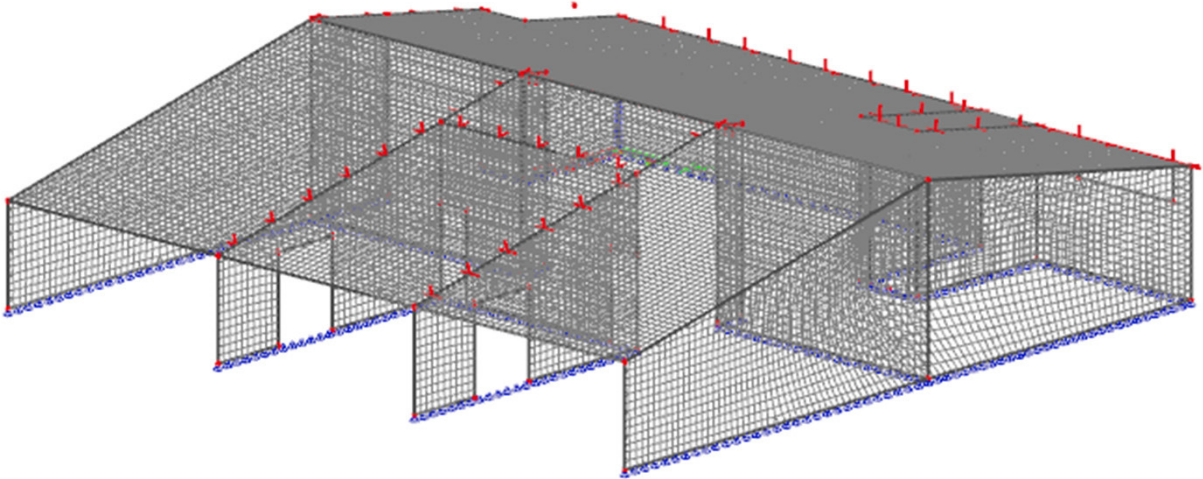
90	49.0242	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0001	0.0001	0.0003	0.0003
91	49.0364	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0001	-0.0019	0.0806	0.2395	0.0001
92	49.1238	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0002	0.0003	0.2122	0.5190	0.0004
93	50.2032	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0020	0.0036	0.0003	0.0087
94	50.6792	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	0.0149	0.0028	-0.0418	0.0440
95	51.2869	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0067	0.0044	-0.0465	-0.0229
96	51.4259	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	-0.0020	-0.0004
97	52.4018	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0193	0.0011	0.0203	-0.0018
98	52.9733	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0015	0.0002	-0.0045	0.0050
99	53.2309	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0045	0.0007	-0.0325	-0.0097
100	53.5738	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	-0.0007	0.0062	-0.0053	-0.0094
Level=	0.00							30.38	255.83	288.53	36.42

Prikaz modova osciliranja:

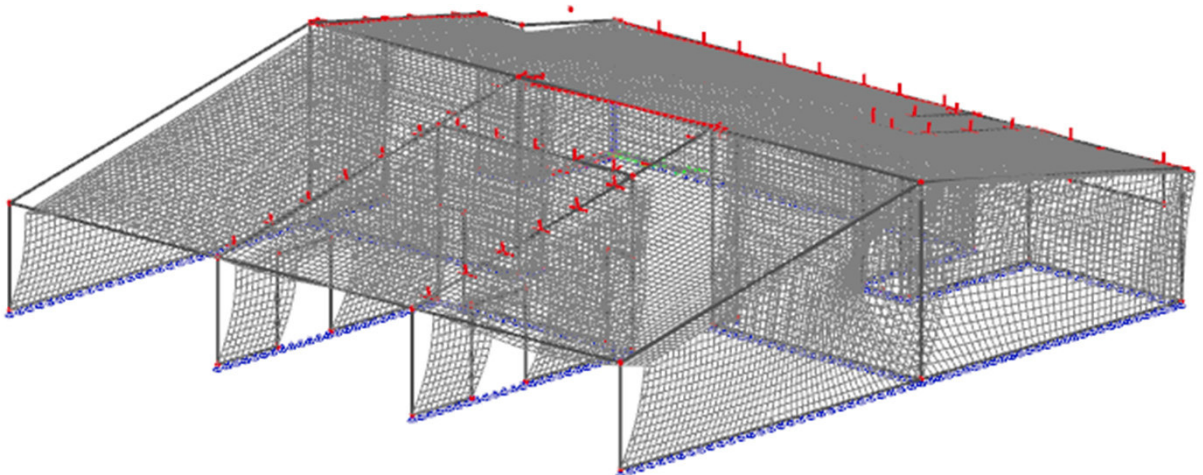
1. mod



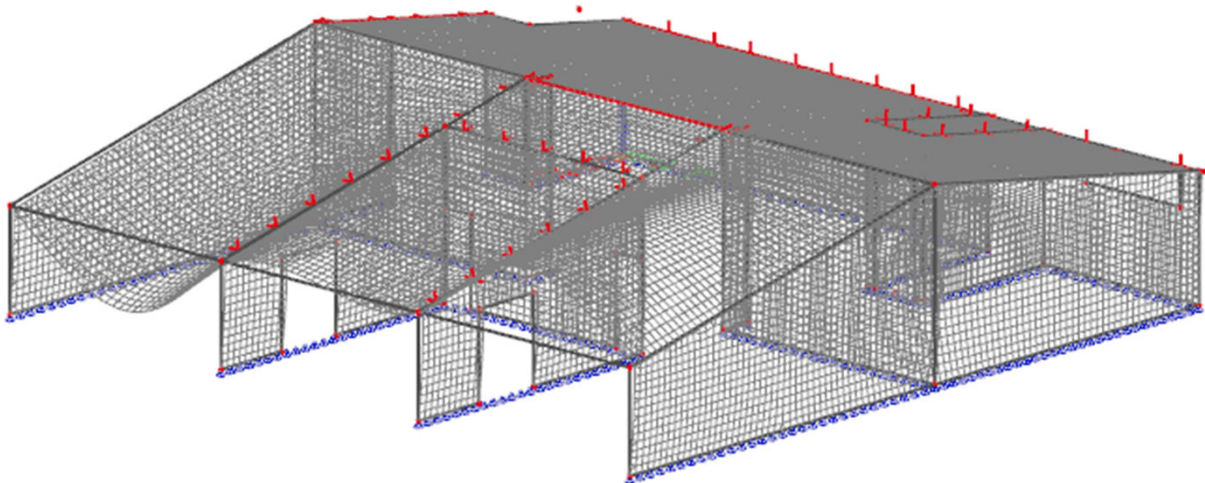
2. mod



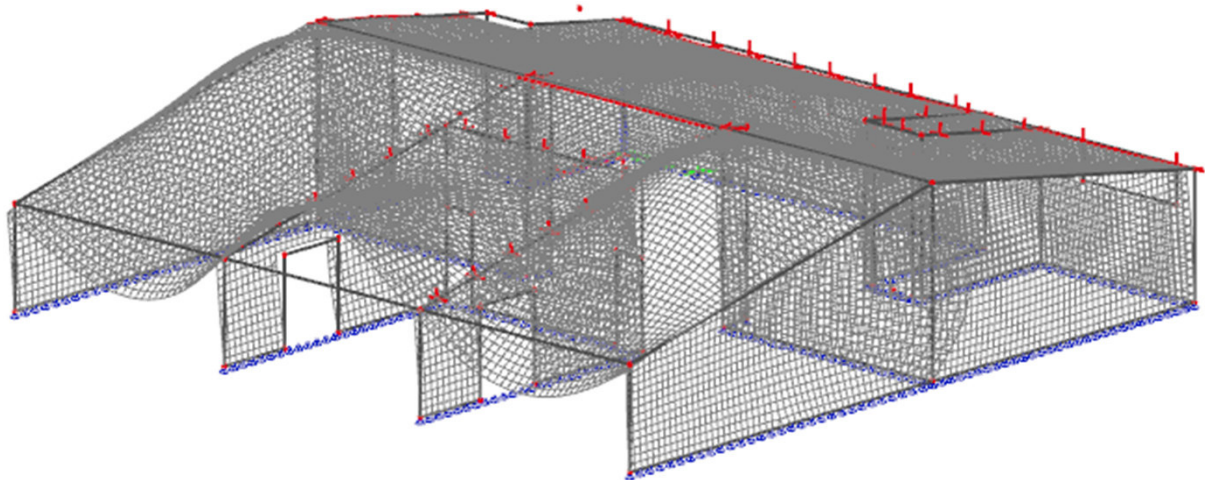
4. mod



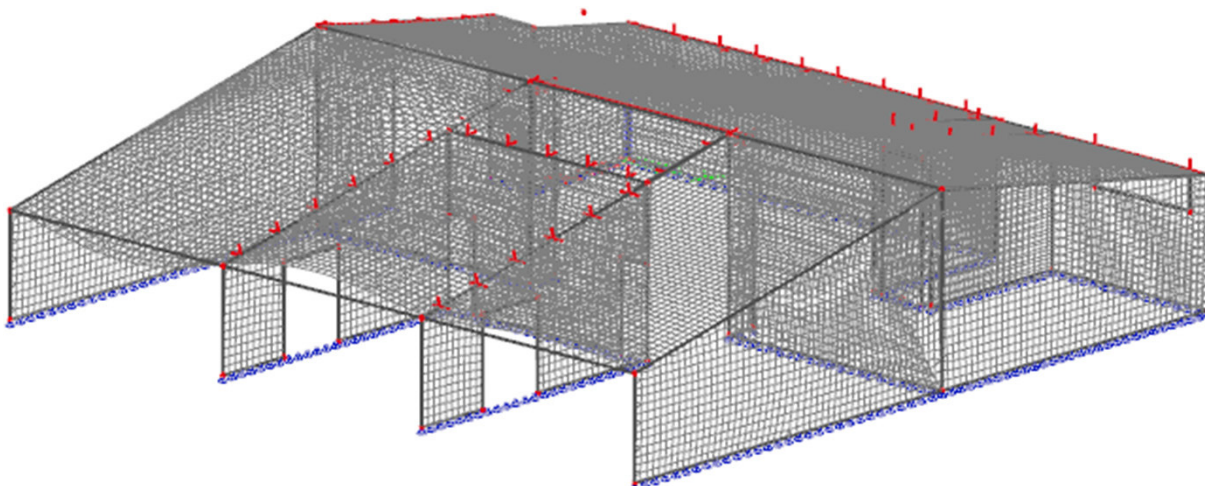
5. mod



11. mod

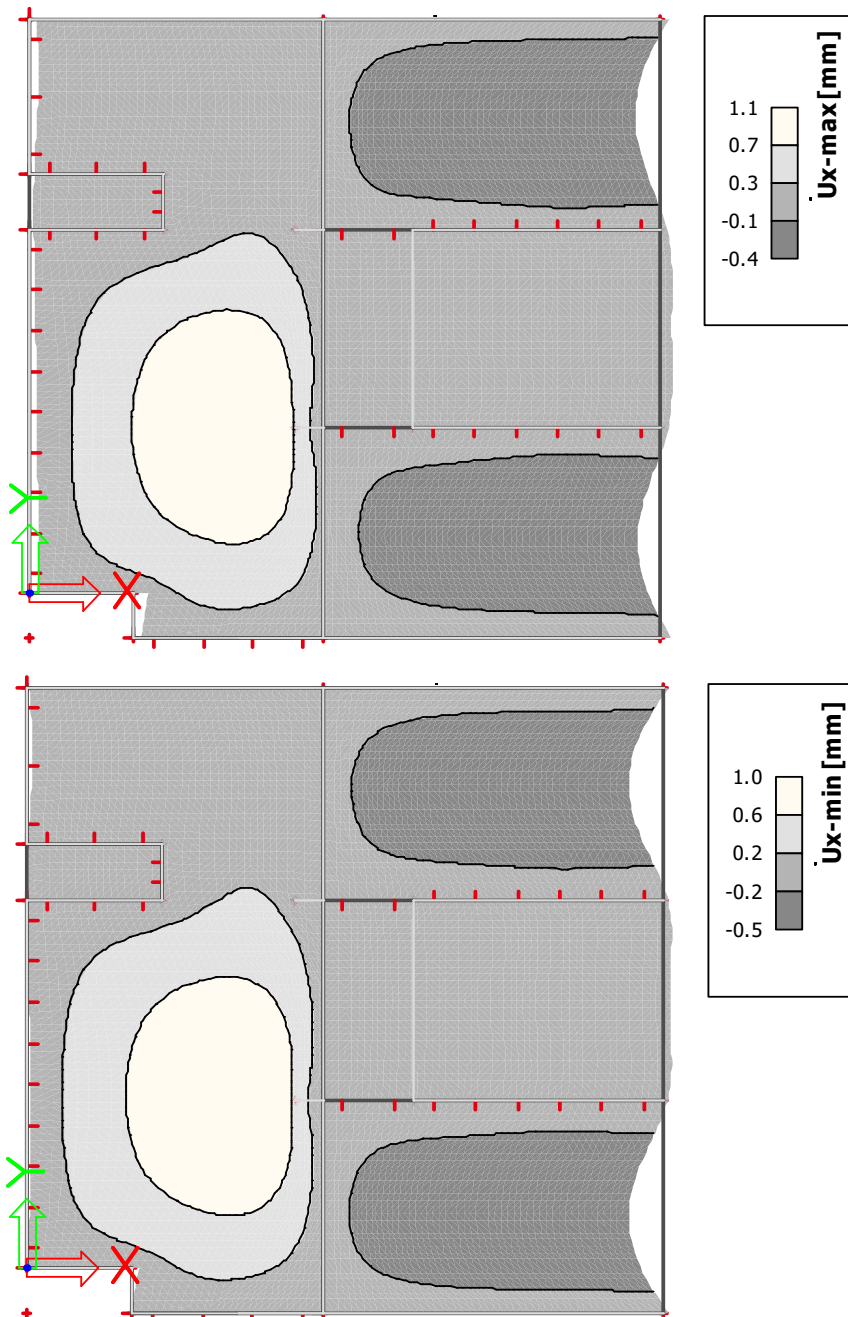


13. mod



Prikaz ukupnog pomaka

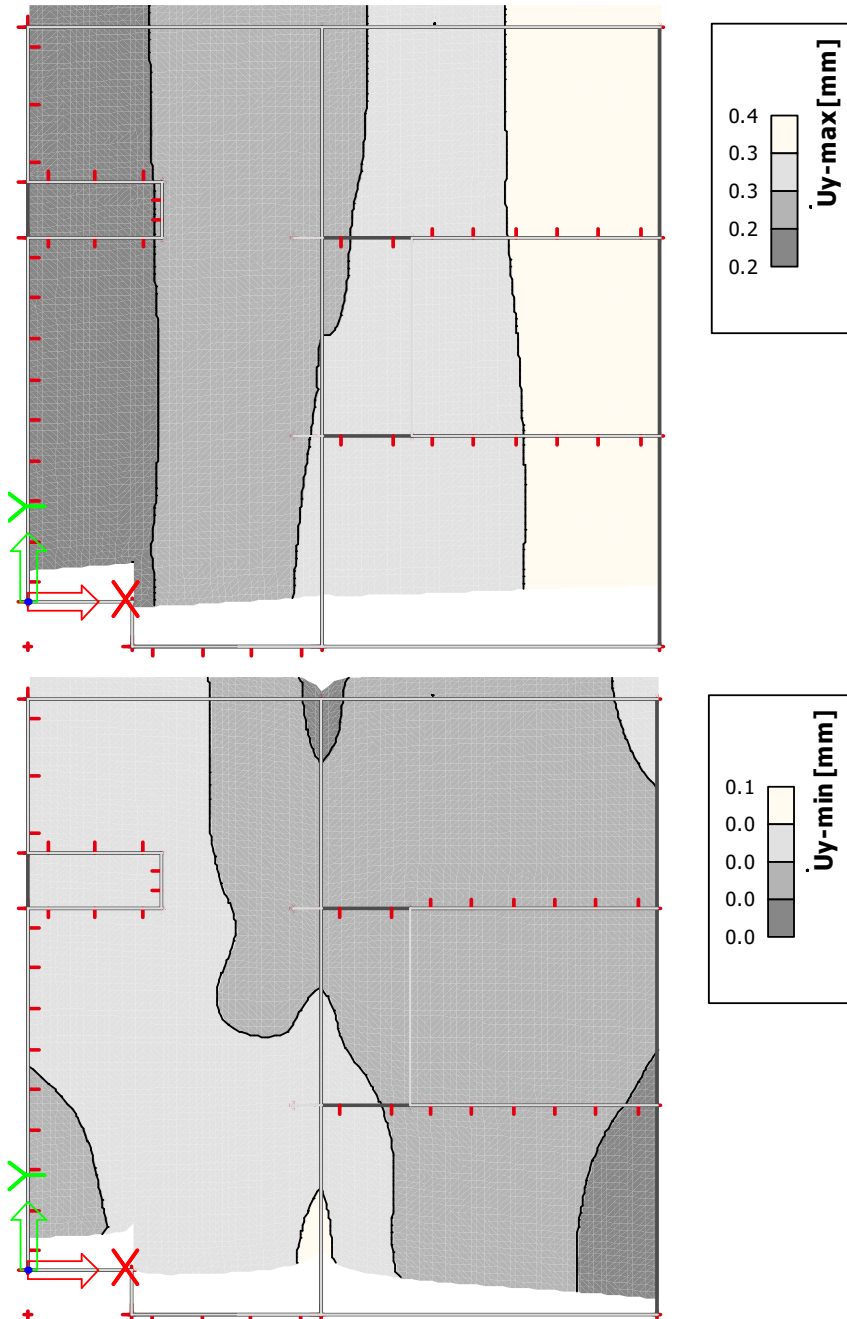
x smjer:



$$u = 1,1 \text{ mm} \times q \times 0,5 = 1,38 \text{ mm} \leq u_{max} = 5800 / 500 = 11,6 \text{ mm}$$


Zadovoljava!

y smjer:



$$u = 0,4\text{mm} \times q \times 0,5 = 0,5 \text{ mm} \leq u_{\text{max}} = 5800 / 500 = 11,6 \text{ mm}$$

Zadovoljava!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

DOGRADNJA 2

Lokacija: **Ivanić-Grad**
 Klasa važnosti: **III**

Poredbeno vršno ubrzanje $a_{gR} = 0,114 \text{ g}$
 Faktor važnosti $\gamma_I = 1,2$

Proračunsko ubrzanje tla tipa A: $a_g = \gamma_I a_{gR} = 0,1368 \text{ g}$

Tip tla: **C** **Zbijeni ili srednje gusti pijesak, šljunak ili čvrsta glina debljine nekoliko desetka do nekoliko stotina metara.**

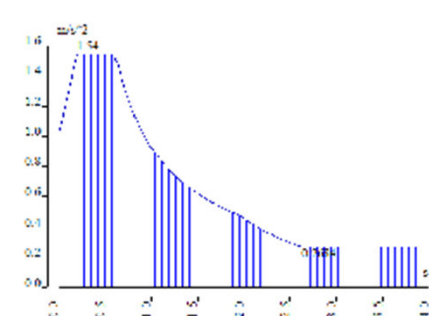
Parametri horizontalnog proračunskog spektra za dani tip tla:

$S = 1,15$ $T_B = 0,20$ $T_C = 0,60$ $T_D = 2,00$

Faktor ponašanja: $2 < q < 3$
 $q = 2,5$

za omeđeno zide

Parametri za horizontalni spektar:

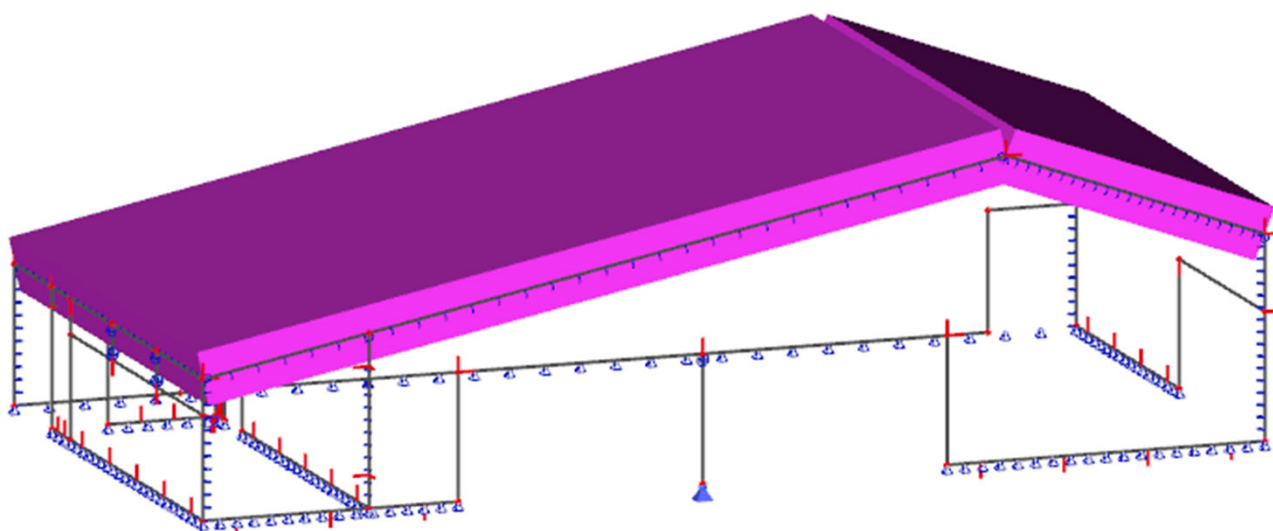
Name	Type drawing	Info	Drawing
FS1	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - C Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. $a_g - 0.1368$ a_g - design acceleration - 1.34201 beta - 0.2 q - behaviour factor - 2.5	

Modalna analiza:

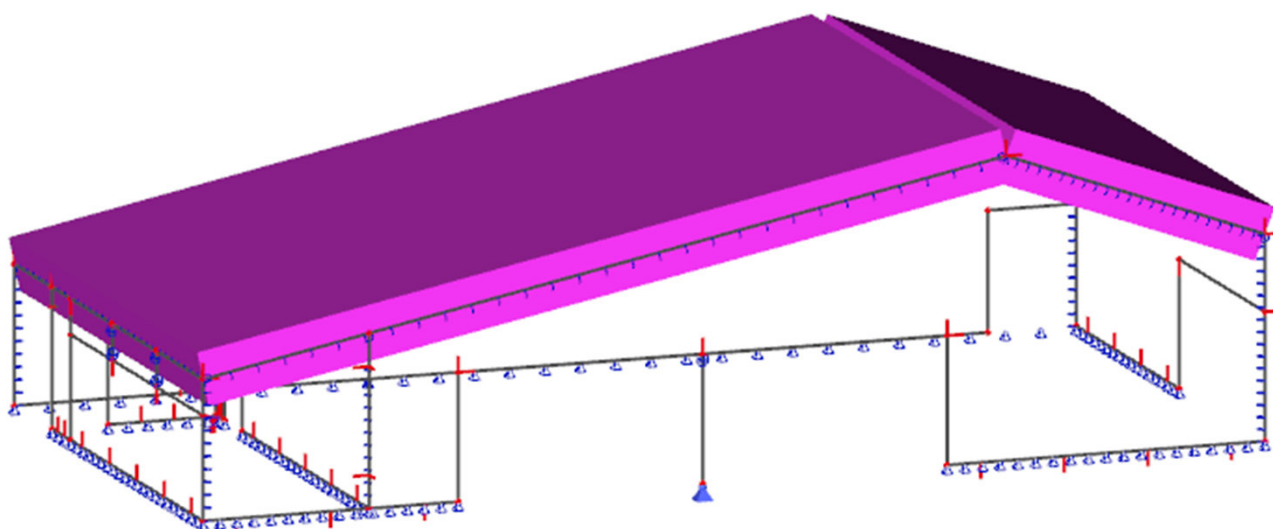
Opterećenja koja ulaze u izračun mase za modalnu analizu:

Name	Load case
MG1	LC1 - vl.tezina
MG2	LC2 - dodatno stalno
MG3	LC3 - korisno

MG2 =




MG3 =



Kombinacija modalne analize:

Name	Mass group	Coeff. [γ]
CM1	MG1	1,00
	MG2	1,00
	MG3	0,30

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

U tablici je prikazan odgovor konstrukcije na provedenu analizu. U obzir je uzeto 100 vlastitih modova osliciranja.

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
1	23.6482	0.2657	3.7637	0.0436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.0014
2	41.4041	0.1518	6.5897	0.0004	0.0196	0.3094	0.0002	0.0001	0.0000
3	46.5030	0.1351	7.4012	0.0603	0.0002	0.0001	0.0000	0.0025	0.0151
4	50.4762	0.1245	8.0335	0.0028	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0192
5	55.0177	0.1142	8.7563	0.0002	0.0131	0.0000	0.0013	0.0000	0.0007
6	59.2856	0.1060	9.4356	0.0019	0.0394	0.0000	0.0005	0.0002	0.0019
7	67.4528	0.0931	10.7354	0.1012	0.0027	0.0005	0.0007	0.0010	0.0001
8	68.8262	0.0913	10.9540	0.5784	0.0407	0.0068	0.0081	0.0349	0.0751
9	80.4156	0.0781	12.7985	0.0595	0.0682	0.1093	0.1960	0.0008	0.0005
10	86.1196	0.0730	13.7064	0.0034	0.0017	0.0005	0.0014	0.0054	0.0001
11	88.5226	0.0710	14.0888	0.0074	0.0782	0.0019	0.0496	0.0000	0.0098
12	90.2761	0.0696	14.3679	0.0003	0.0077	0.0010	0.0002	0.0049	0.0043
13	93.3515	0.0673	14.8574	0.0527	0.5454	0.0066	0.0274	0.0002	0.0688
14	105.9657	0.0593	16.8650	0.0001	0.0090	0.0000	0.0001	0.1794	0.0172
15	111.0473	0.0566	17.6737	0.0024	0.0040	0.0002	0.0002	0.0053	0.0435
16	115.8046	0.0543	18.4309	0.0027	0.0180	0.0002	0.0008	0.0045	0.0787
17	117.3867	0.0535	18.6827	0.0005	0.0028	0.0001	0.0001	0.0023	0.0164
18	124.2253	0.0506	19.7711	0.0273	0.0600	0.0069	0.0043	0.0434	0.4130
19	126.6412	0.0496	20.1556	0.0032	0.0073	0.0023	0.0014	0.0063	0.0471
20	135.4798	0.0464	21.5623	0.0042	0.0204	0.0638	0.0079	0.0198	0.0190

...

86	426.6233	0.0147	67.8992	0.0001	0.0000	0.0000	0.0036	0.0048	0.0001
87	430.1215	0.0146	68.4560	0.0001	0.0000	0.0000	0.0030	0.0002	0.0000
88	430.5697	0.0146	68.5273	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
89	436.3979	0.0144	69.4549	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000
90	437.1672	0.0144	69.5773	0.0000	0.0004	0.0022	0.0016	0.0000	0.0001
91	443.7695	0.0142	70.6281	0.0000	0.0001	0.0039	0.0025	0.0208	0.0006
92	452.1993	0.0139	71.9697	0.0000	0.0001	0.0014	0.0021	0.0002	0.0001
93	456.5995	0.0138	72.6701	0.0001	0.0000	0.0024	0.0049	0.0001	0.0000
94	460.2416	0.0137	73.2497	0.0003	0.0004	0.0001	0.0001	0.0022	0.0000
95	460.9717	0.0136	73.3659	0.0000	0.0009	0.0001	0.0008	0.0009	0.0003
96	463.6504	0.0136	73.7922	0.0001	0.0000	0.0021	0.0012	0.0019	0.0004
97	468.2511	0.0134	74.5245	0.0000	0.0000	0.0016	0.0059	0.0130	0.0006
98	471.7430	0.0133	75.0802	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
99	483.2757	0.0130	76.9157	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0002	0.0001
100	485.5928	0.0129	77.2845	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000
				0.9728	0.9667	0.8974	0.8542	0.7926	0.9430

Number of 2D elements	9843
Number of 1D elements	232
Number of mesh nodes	10068
Mass in analysis	Participation mass only
Signed results	No
Loadcase	LC10
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	28.03.2019 10:57
End of calculation	28.03.2019 10:57

Number of 2D elements	9843
Number of 1D elements	232
Number of mesh nodes	10068
Mass in analysis	Participation mass only
Signed results	No
Loadcase	LC11
Combination of mass groups	CM1
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard
Start of calculation	28.03.2019 10:57
End of calculation	28.03.2019 10:57

Seizmička sila iz seizmičke analize:

smjer X (LC10):

Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp coel	Sax [m/s ²]	Say [m/s ²]	Saz [m/s ²]	G(j)	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	3.7637	0.0500	1.0000	1.5430	0.0000	0.0000	0.2178	9.6109	-0.0747	0.2941	-24.9739
2	6.5897	0.0500	1.0000	1.4193	0.0000	0.0000	-0.0062	0.0794	-0.5618	2.4244	-0.3159
3	7.4012	0.0500	1.0000	1.3769	0.0000	0.0000	0.0591	11.8689	-0.5949	2.2436	-36.0886
4	8.0335	0.0500	1.0000	1.3492	0.0000	0.0000	0.0106	0.5412	-0.1361	0.5148	-2.1931
5	8.7563	0.0500	1.0000	1.3225	0.0000	0.0000	0.0021	0.0314	-0.2784	0.5753	-0.1476
6	9.4356	0.0500	1.0000	1.3021	0.0000	0.0000	-0.0061	0.3571	-1.6181	4.5922	-1.6187
7	10.7354	0.0500	1.0000	1.2686	0.0000	0.0000	0.0335	18.3300	-2.9804	12.2445	-71.4969
8	10.9540	0.0500	1.0000	1.2641	0.0000	0.0000	-0.0767	104.4458	-27.7143	113.3539	-453.5216
9	12.7985	0.0500	1.0000	1.2303	0.0000	0.0000	-0.0175	10.4568	11.1920	-45.5035	-41.5383
10	13.7064	0.0500	1.0000	1.2162	0.0000	0.0000	0.0036	0.5901	-0.4155	1.6577	-4.2275
11	14.0888	0.0500	1.0000	1.2117	0.0000	0.0000	0.0050	1.2830	4.1660	-18.1667	-4.0713
12	14.3679	0.0500	1.0000	1.2085	0.0000	0.0000	-0.0010	0.0590	0.2802	-1.0574	0.4553
13	14.8574	0.0500	1.0000	1.2028	0.0000	0.0000	-0.0120	9.0457	29.1126	-115.1738	-32.4621

...

90	69.5773	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	-0.0089	0.0036	0.0112
91	70.6281	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0014	-0.0049	-0.0055	0.0204
92	71.9697	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	-0.0018	0.0259	-0.0063
93	72.6701	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0095	0.0061	-0.0207	-0.0288
94	73.2497	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0478	-0.0536	0.0834	-0.0094
95	73.3659	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056	0.0280	-0.0408	0.0067
96	73.7922	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0094	0.0085	-0.0145	-0.0202
97	74.5245	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0019	0.0024	0.0091	0.0133
98	75.0802	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	-0.0002	0.0015	-0.0012
99	76.9157	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	-0.0011	-0.0011	-0.0046
100	77.2845	0.0500	1.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0513	0.0009	-0.0154	0.0130
Level=	0.00							108.14	42.67	171.96	464.32

smjer Y (LC11):

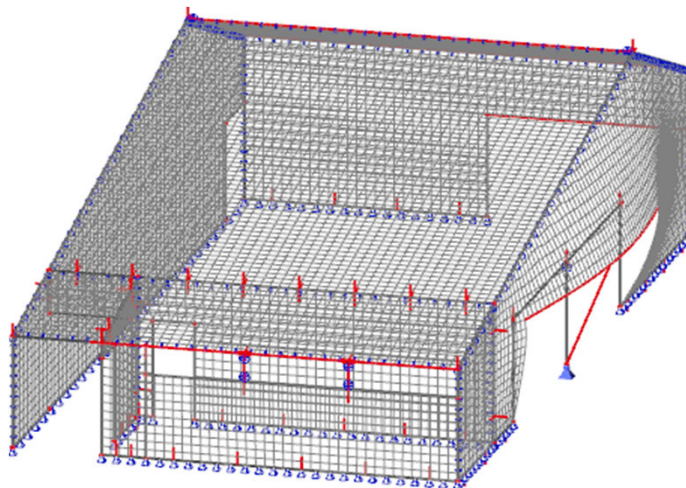
Mode	Freq. [Hz]	Damp ratio	Damp coel	Sax [m/s ²]	Say [m/s ²]	Saz [m/s ²]	G(j)	Fx [kN]	Fy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
1	3.7637	0.0500	1.0000	0.0000	1.5430	0.0000	-0.0017	-0.0747	0.0006	-0.0023	0.1942
2	6.5897	0.0500	1.0000	0.0000	1.4193	0.0000	0.0438	-0.5618	3.9732	-17.1467	2.2343
3	7.4012	0.0500	1.0000	0.0000	1.3769	0.0000	-0.0030	-0.5949	0.0298	-0.1124	1.8087
4	8.0335	0.0500	1.0000	0.0000	1.3492	0.0000	-0.0027	-0.1361	0.0342	-0.1295	0.5517
5	8.7563	0.0500	1.0000	0.0000	1.3225	0.0000	-0.0189	-0.2784	2.4688	-5.1009	1.3087
6	9.4356	0.0500	1.0000	0.0000	1.3021	0.0000	0.0278	-1.6181	7.3322	-20.8085	7.3345
7	10.7354	0.0500	1.0000	0.0000	1.2686	0.0000	-0.0054	-2.9804	4.8446	-1.9909	11.6253
8	10.9540	0.0500	1.0000	0.0000	1.2641	0.0000	0.0204	-27.7143	7.3539	-30.0781	120.3404
9	12.7985	0.0500	1.0000	0.0000	1.2303	0.0000	-0.0188	11.1920	11.9788	-48.7024	-44.4585
10	13.7064	0.0500	1.0000	0.0000	1.2162	0.0000	-0.0025	-0.4155	0.2925	-1.1671	2.9764
11	14.0888	0.0500	1.0000	0.0000	1.2117	0.0000	0.0163	4.1660	13.5277	-58.9904	-13.2201
12	14.3679	0.0500	1.0000	0.0000	1.2085	0.0000	-0.0049	0.2802	1.3308	-5.0234	2.1627
13	14.8574	0.0500	1.0000	0.0000	1.2028	0.0000	-0.0385	29.1126	93.6963	-370.6760	-104.4764
14	16.8650	0.0500	1.0000	0.0000	1.1826	0.0000	-0.0038	0.1751	1.5262	-5.9930	-1.3674
15	17.6737	0.0500	1.0000	0.0000	1.1755	0.0000	0.0023	-0.5216	0.6781	-1.5862	1.1927

...

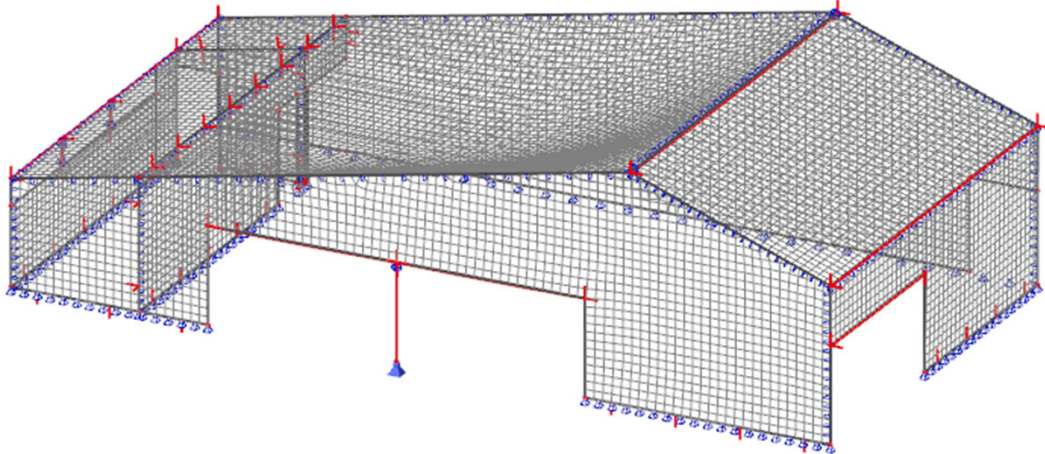
90	69.5773	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	-0.0089	0.0672	-0.0271	-0.0846
91	70.6281	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0049	0.0169	0.0192	-0.0707
92	71.9697	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	-0.0018	0.0170	-0.2480	0.0598
93	72.6701	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	0.0061	0.0040	-0.0134	-0.0187
94	73.2497	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	-0.0536	0.0600	-0.0934	0.0105
95	73.3659	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0001	0.0280	0.1411	-0.2058	0.0340
96	73.7922	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	0.0000	0.0085	0.0077	-0.0131	-0.0183
97	74.5245	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	0.0024	0.0031	0.0116	0.0170
98	75.0802	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	-0.0002	0.0001	-0.0010	0.0008
99	76.9157	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	-0.0011	0.0017	0.0016	0.0068
100	77.2845	0.0500	1.0000	0.0000	1.1150	0.0000	-0.0000	0.0009	0.0000	-0.0003	0.0002
Level=	0.00							42.67	96.78	383.55	167.02

Prikaz modova osciliranja:

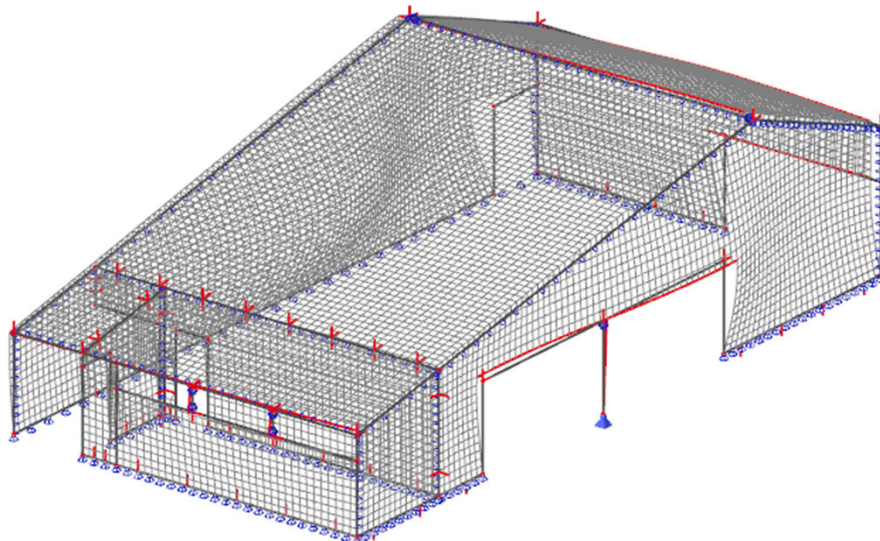
1. mod



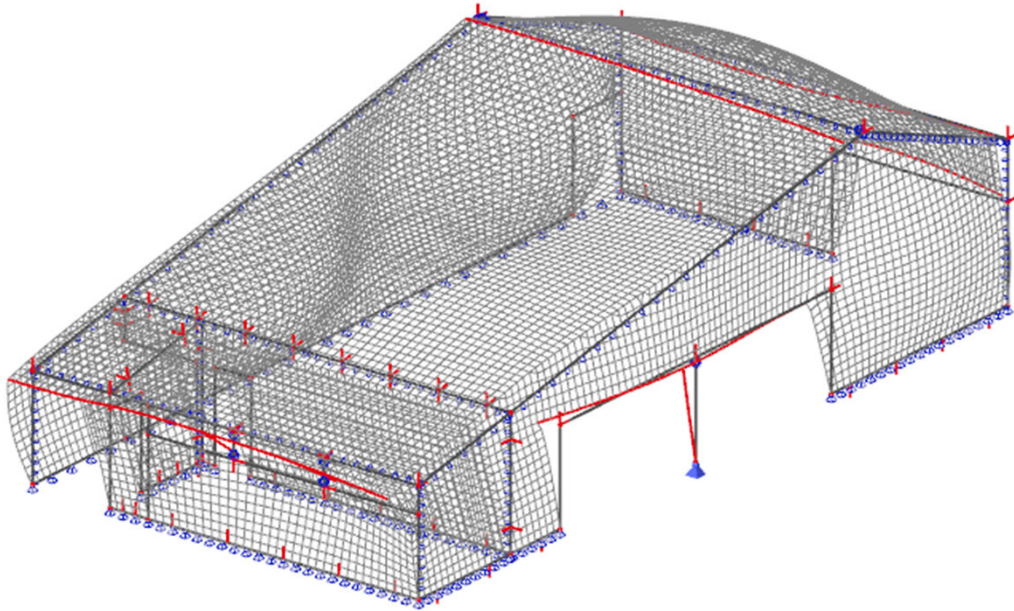
2. mod



8. mod

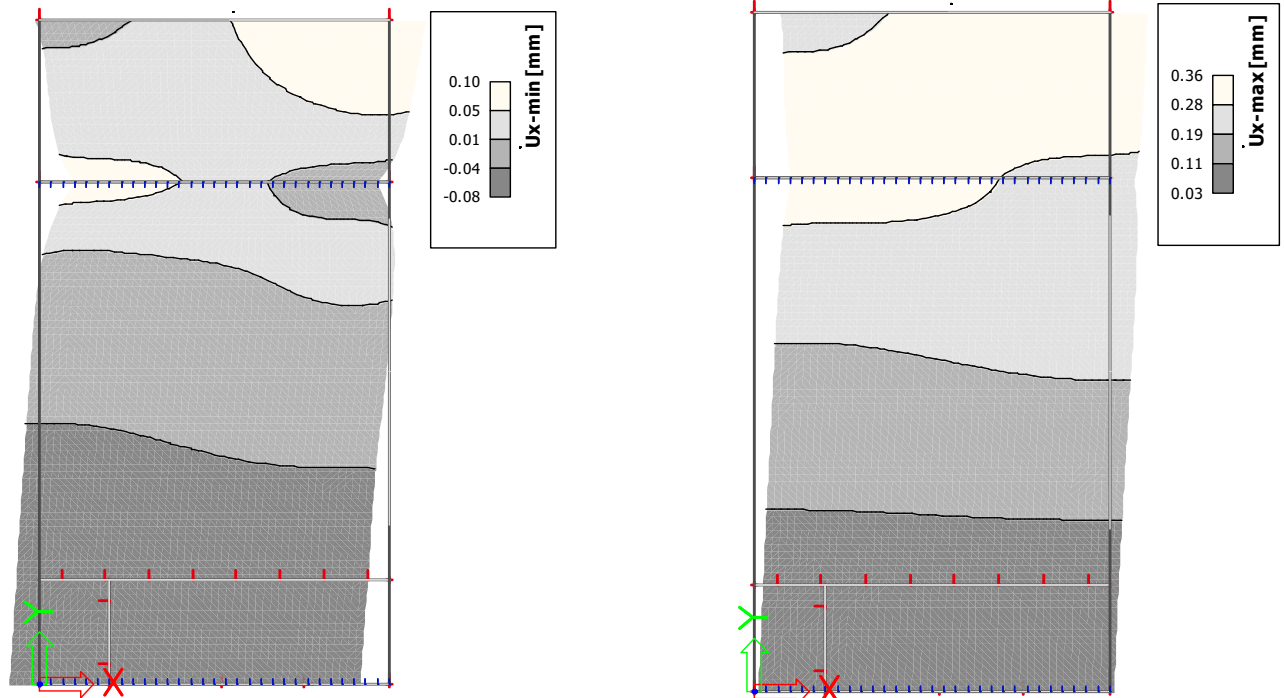


13. mod



Prikaz ukupnog pomaka

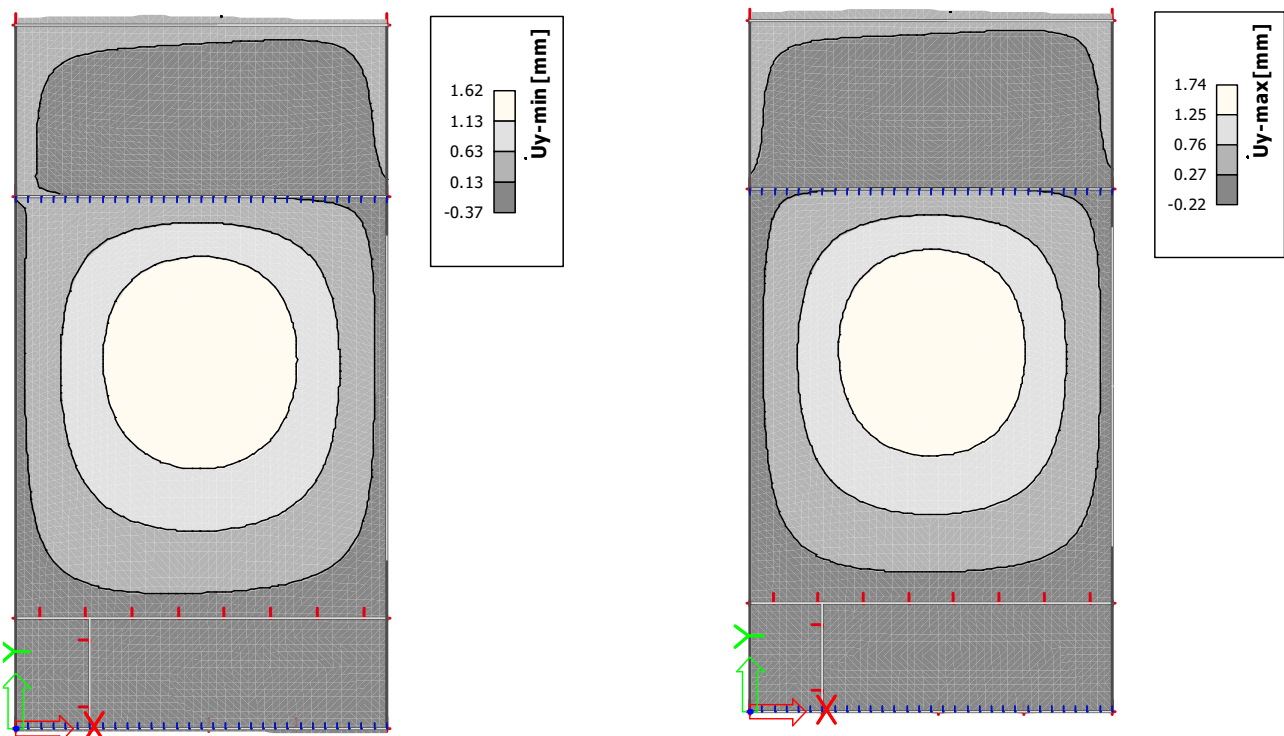
x smjer:



$$u = 0,36 \text{ mm} \times q \times 0,5 = 0,45 \text{ mm} \leq u_{\max} = 5800 / 500 = 11,6 \text{ mm}$$


Zadovoljava!

y smjer:



$$u = 1,74 \text{ mm} \times q \times 0,5 = 2,18 \text{ mm} \leq u_{\max} = 5800 / 500 = 11,6 \text{ mm}$$

Zadovoljava!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.2.11. Kombinacije opterećenja

Elementi će biti proračunati prema EC2 propisima uz odgovarajuće parcijalne koeficijente sigurnosti za materijal i opterećenja.

DOGRADNJA 1

opterećenja:


- LC1 vlastita težina
- LC2 dodatno stalno opterećenje
- LC3 korisno opterećenje
- LC4 opterećenje snijegom
- LC5 opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada
- LC6 opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada
- LC7 opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera
- LC8 opterećenje vjetrom - vjetar s istoka
- LC9 opterećenje vjetrom - vjetar s istoka
- LC10 potres u smjeru x
- LC11 potres u smjeru y

Name	Description	Action type	Load group	Load type	Spec	Direction	Duration	Master load case
LC1	vl.tezina	Permanent	stalno	Self weight		-Z		
LC2	dodatno stalno	Permanent	stalno	Standard				
LC3	korisno	Variable	korisno	Static	Standard		Short	None
LC4	snijeg	Variable	snijeg	Static	Standard		Short	None
LC5	vjetar sa zapada - odizanje	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC6	vjetar sa zapada - pritisak	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC7	vjetar sa sjevera	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC8	vjetar sa istoka - odizanje	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC9	vjetar sa istoka - pritisak	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC10	potres x	Variable	potres	Dynamic	Seismicity			None
LC11	potres y	Variable	potres	Dynamic	Seismicity			None

Programski paket Scia Engineer sam radi kombinacije za zadana opterećenja, za oba granična stanja.

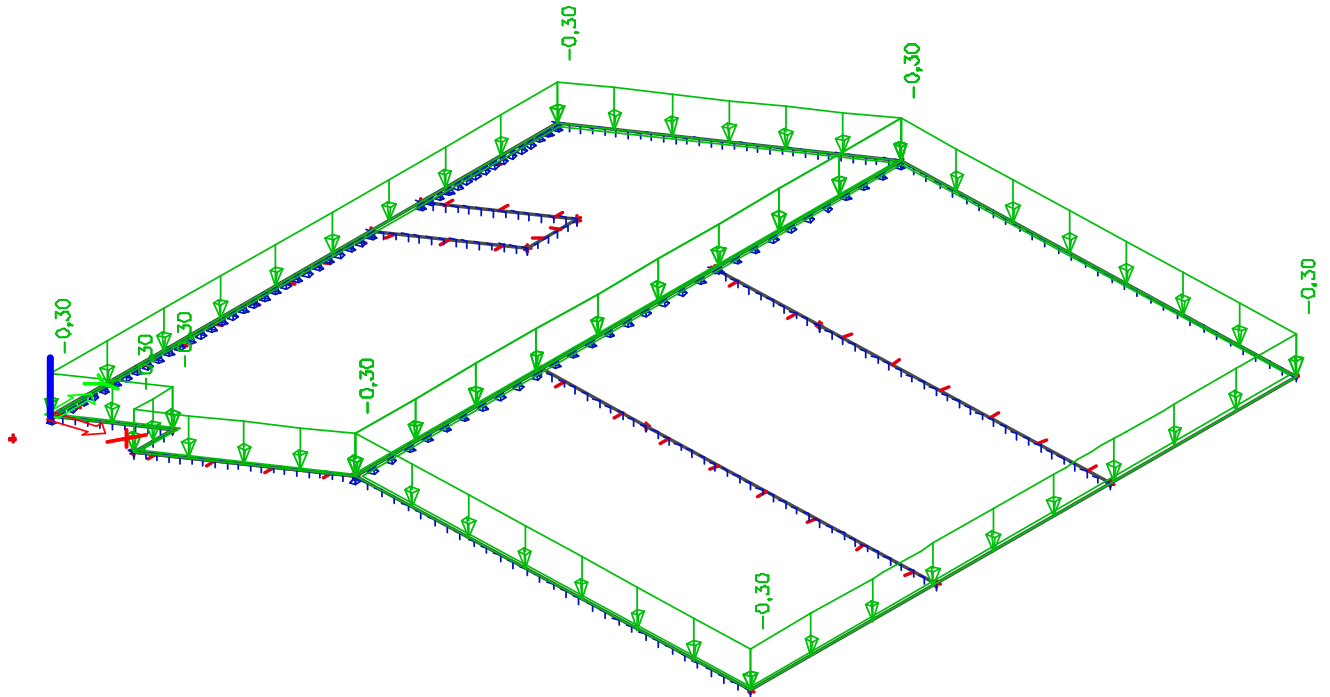
kombinacije:

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [γ]
CO1	GSN	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - vl.tezina	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			LC5 - vjetar sa zapada - odizanje	1,00
			LC6 - vjetar sa zapada - pritisak	1,00
			LC7 - vjetar sa sjevera	1,00
			LC8 - vjetar sa istoka - odizanje	1,00
			LC9 - vjetar sa istoka - pritisak	1,00
CO2	GSU	EN-SLS Characteristic	LC1 - vl.tezina	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			LC5 - vjetar sa zapada - odizanje	1,00
			LC6 - vjetar sa zapada - pritisak	1,00
			LC7 - vjetar sa sjevera	1,00
			LC8 - vjetar sa istoka - odizanje	1,00
			LC9 - vjetar sa istoka - pritisak	1,00
CO4	g+dg	Linear - serviceability	LC1 - vl.tezina	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
CO3	potres	EN-Seismic	LC1 - vl.tezina	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC10 - potres x	1,00
			LC11 - potres y	1,00

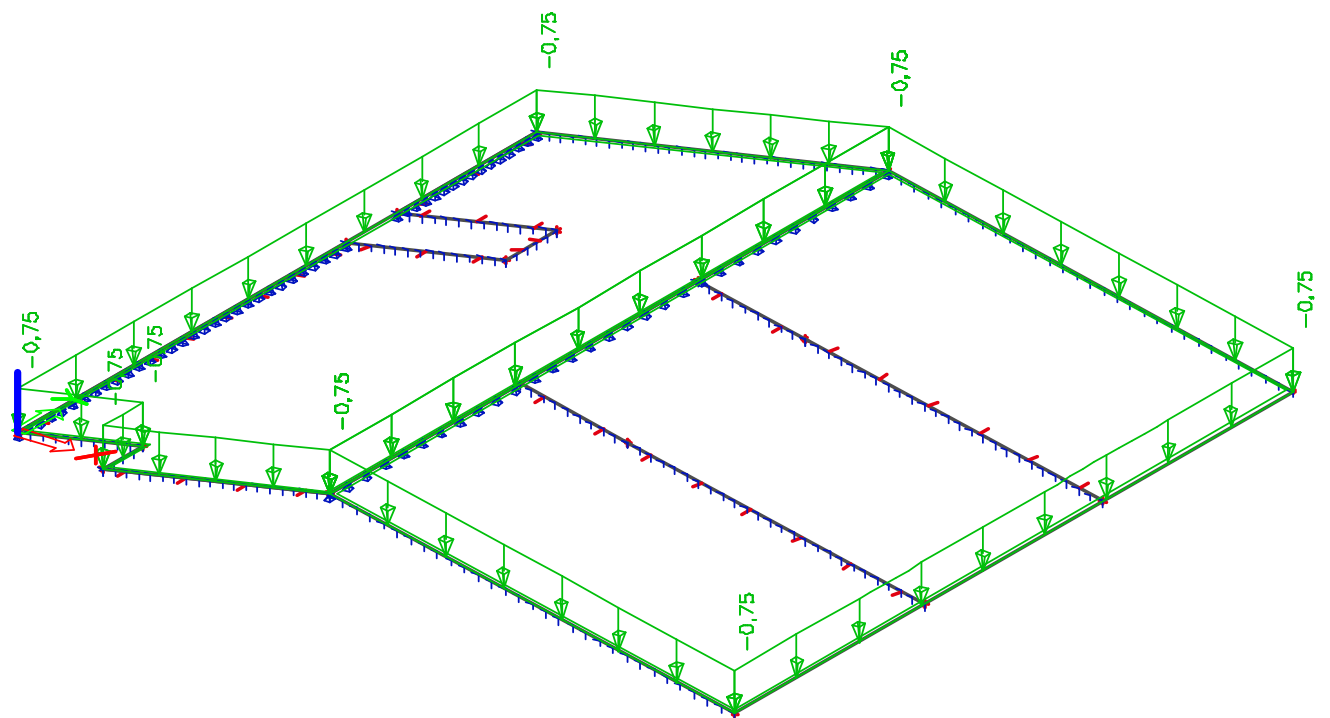
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

prikaz opterećenja:

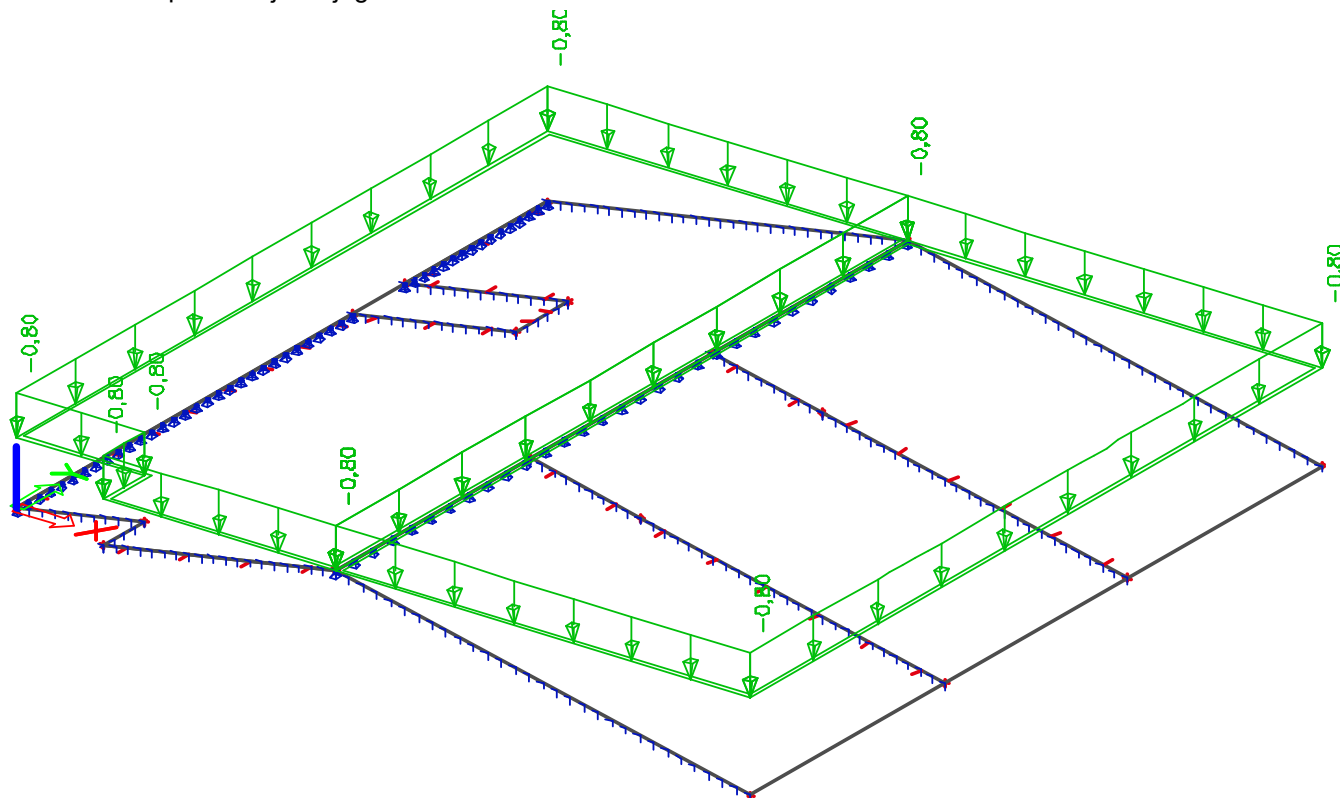
LC2 dodatno stalno opterećenje



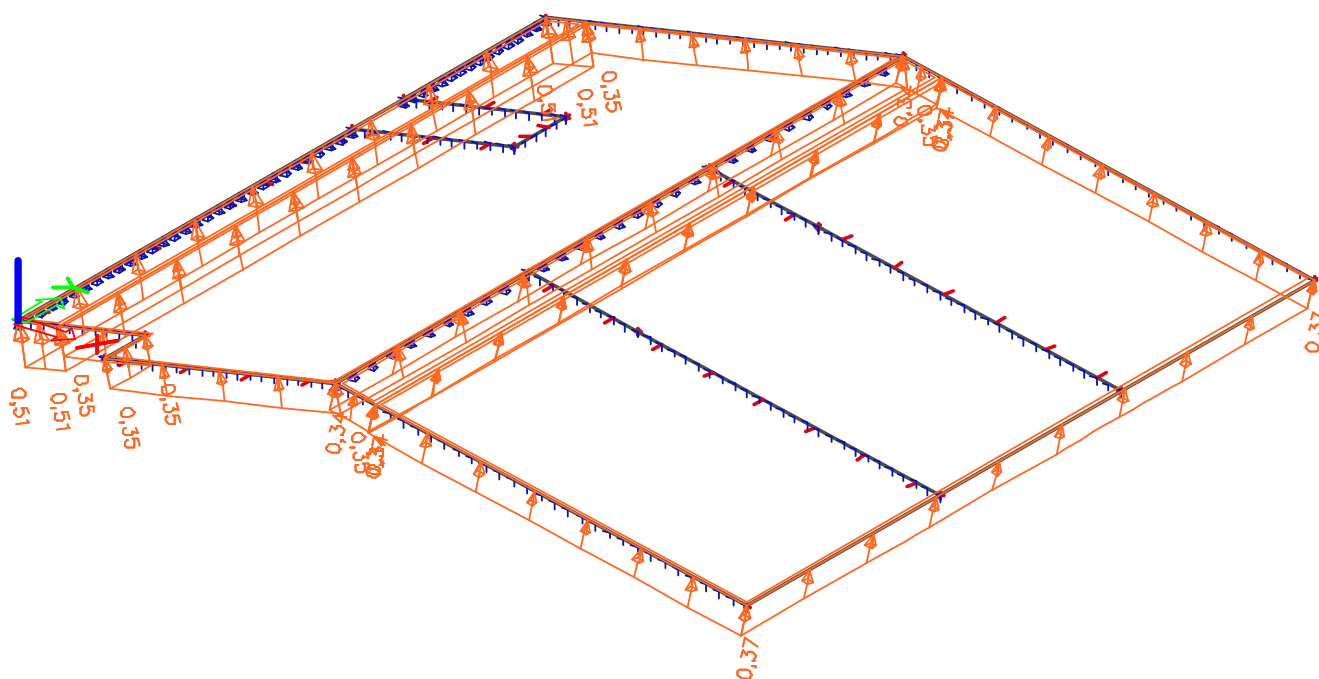
LC3 korisno opterećenje



LC4 opterećenje snijegom

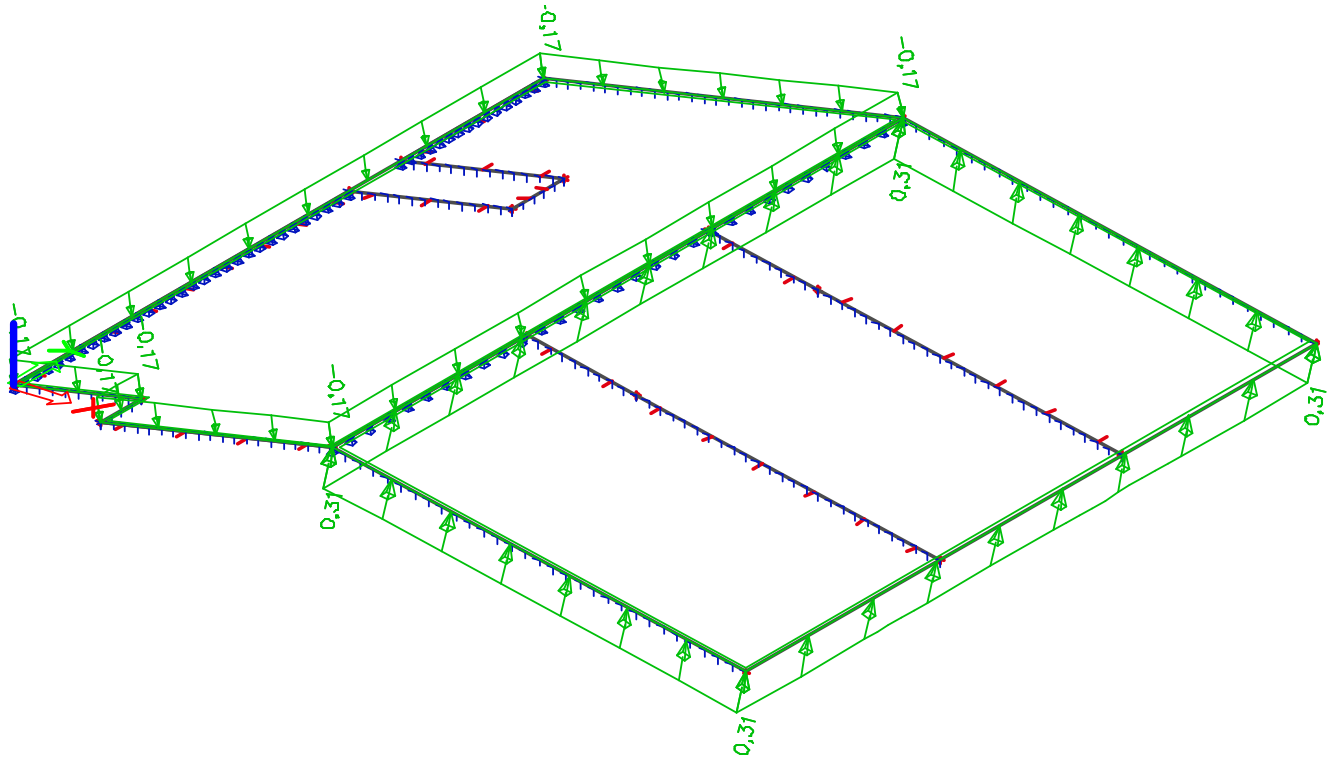


LC5 opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada

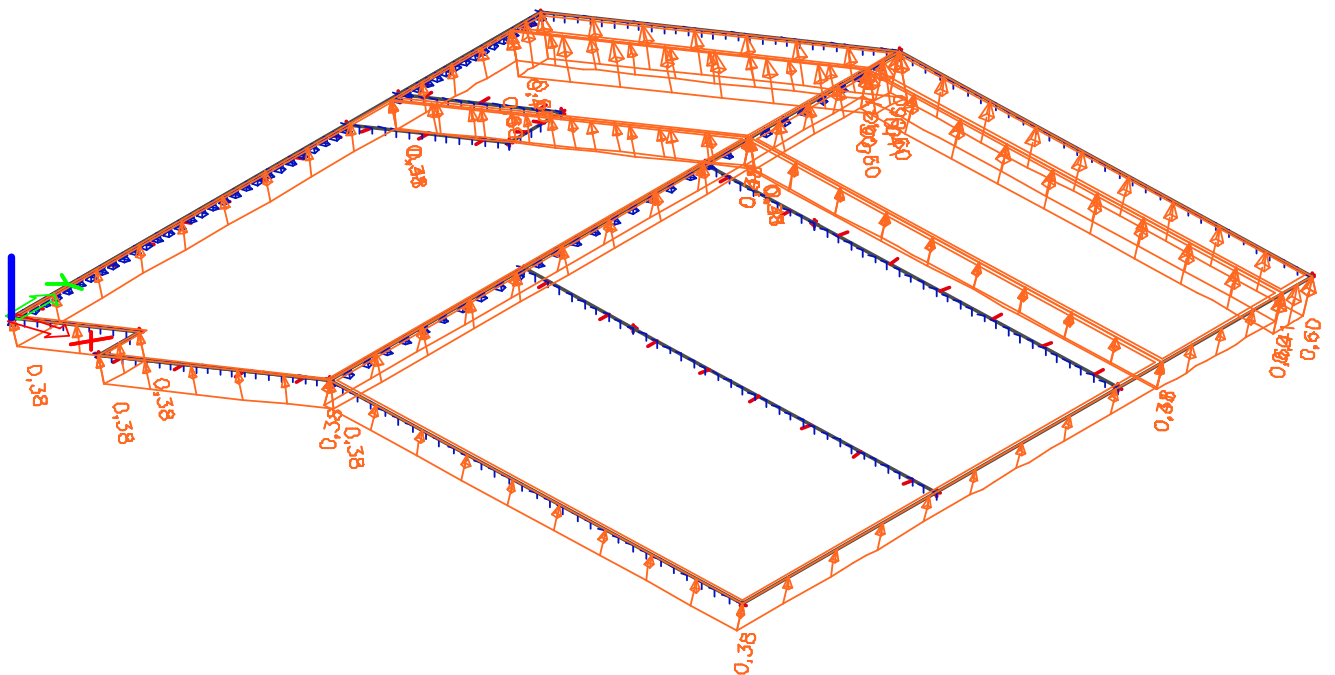



UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

LC6 opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada

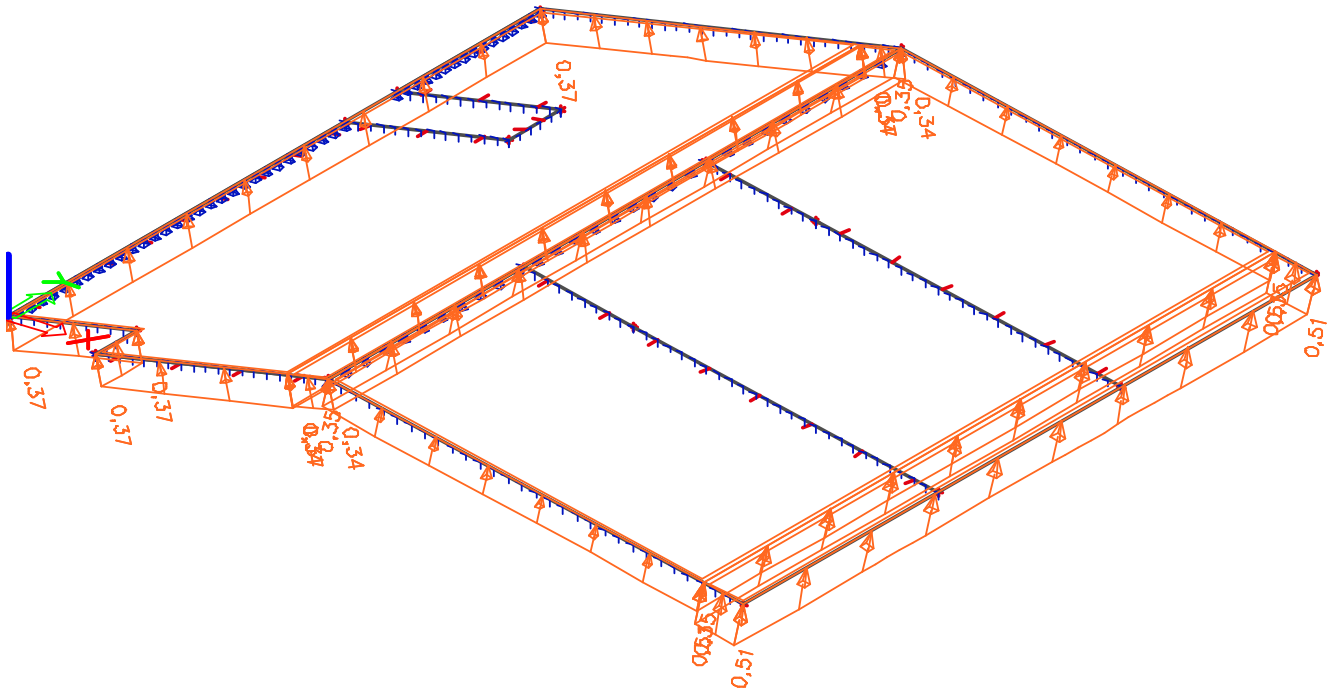


LC7 opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

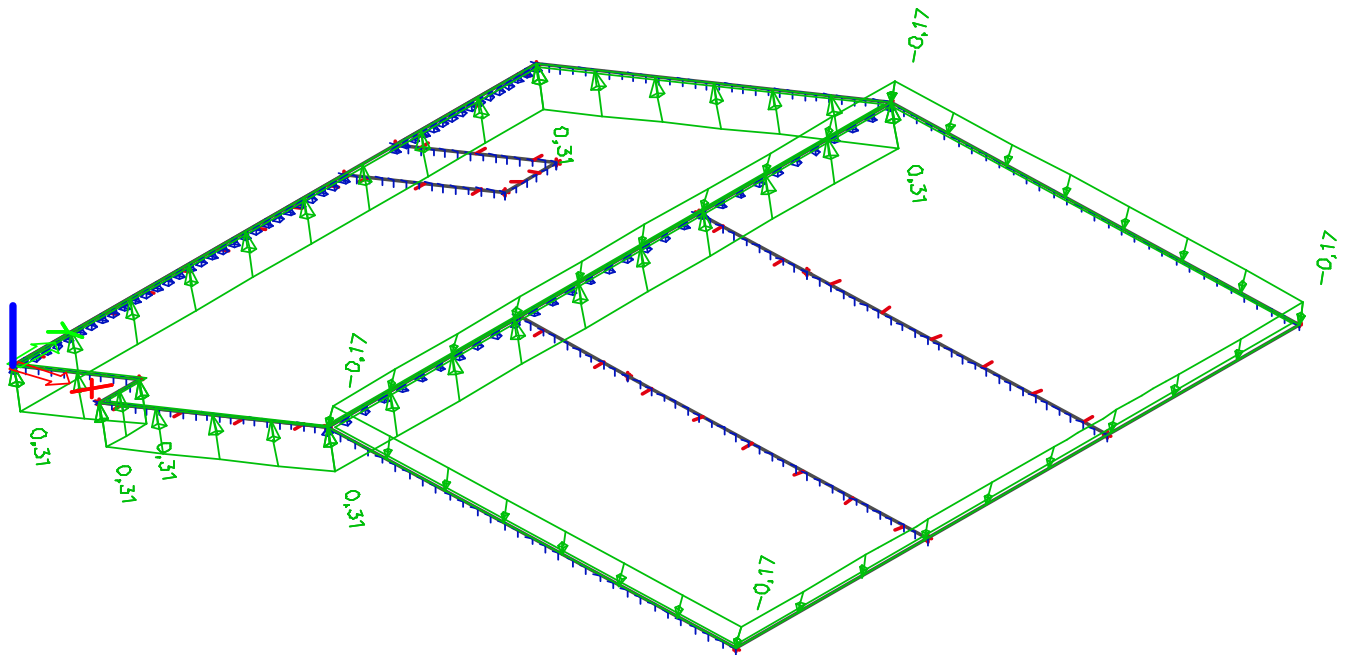



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC8 opterećenje vjetrom - vjetar s istoka



LC9 opterećenje vjetrom - vjetar s istoka



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Elementi će biti proračunati prema EC2 propisima uz odgovarajuće parcijalne koeficijente sigurnosti za materijal i opterećenja.

DOGRADNJA 2

opterećenja:


- LC1 vlastita težina
- LC2 dodatno stalno opterećenje
- LC3 korisno opterećenje
- LC4 opterećenje snijegom
- LC5' opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera
- LC6' opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera
- LC7' opterećenje vjetrom - vjetar s istoka
- LC8' opterećenje vjetrom - vjetar s juga
- LC9' opterećenje vjetrom - vjetar s juga
- LC10' potres u smjeru x
- LC11' potres u smjeru y

Name	Description	Action type	Load group	Load type	Spec	Direction	Duration	Master load case
LC1	vl.tezina	Permanent	stalno	Self weight		-Z		
LC2	dodatno stalno	Permanent	stalno	Standard				
LC3	korisno	Variable	korisno	Static	Standard		Short	None
LC4	snijeg	Variable	snijeg	Static	Standard		Short	None
LC5'	opterećenje vjetrom-vjetar sa sjevera	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC6'	opterećenje vjetrom-vjetar sa sjevera	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC7'	opterećenje vjetrom-vjetar s istoka	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC8'	opterećenje vjetrom-vjetar s juga	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC9'	opterećenje vjetrom-vjetar s juga	Variable	vjetar	Static	Standard		Short	None
LC10'	potres x	Variable	potres	Dynamic	Seismicity			None
LC11'	potres y	Variable	potres	Dynamic	Seismicity			None

Programski paket Scia Engineer sam radi kombinacije za zadana opterećenja, za oba granična stanja.

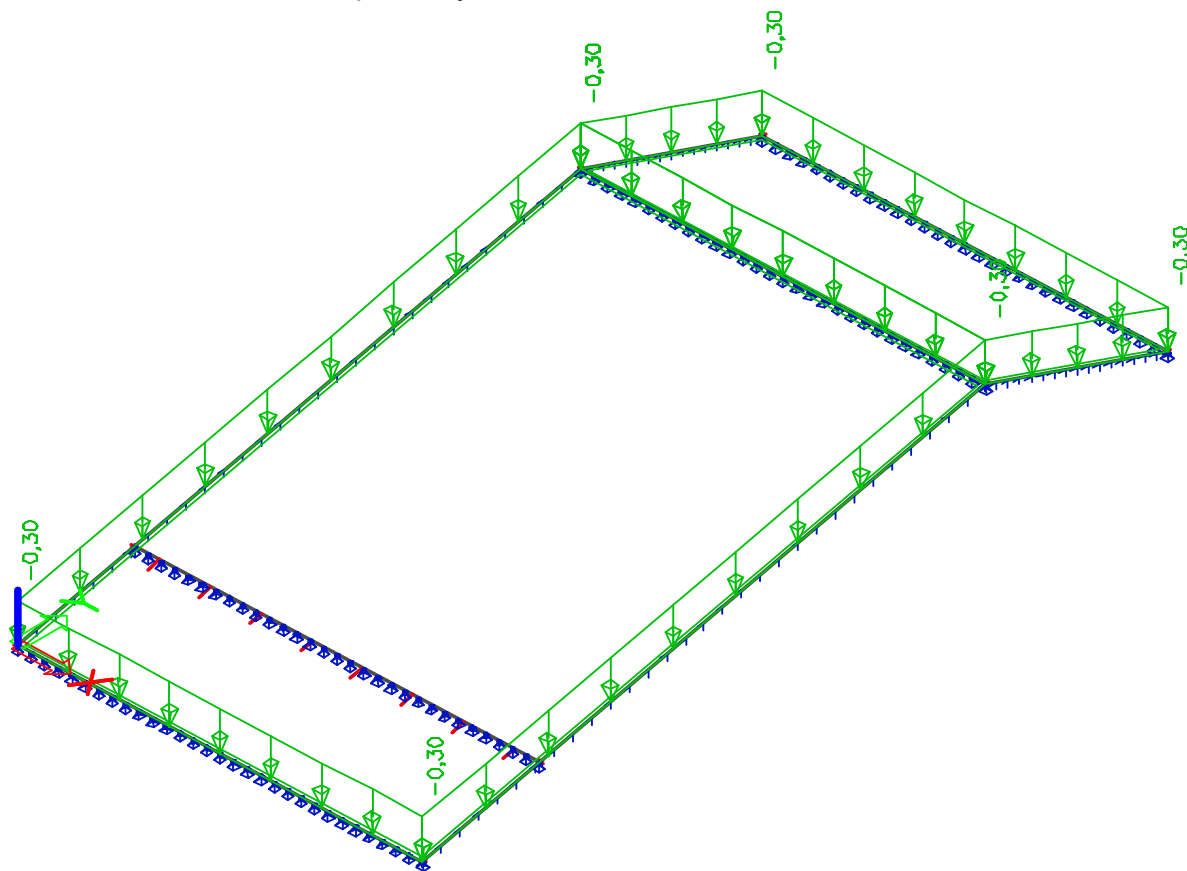
kombinacije:

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [γ]
CO1	GSN	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - vl.tezina	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			LC5' - opterećenje vjetrom-vjetar sa sjevera	1,00
			LC6' - opterećenje vjetrom-vjetar sa sjevera	1,00
			LC7' - opterećenje vjetrom-vjetar s istoka	1,00
			LC8' - opterećenje vjetrom-vjetar s juga	1,00
			LC9' - opterećenje vjetrom-vjetar s juga	1,00
			CO2	GSU
LC2 - dodatno stalno	1,00			
LC3 - korisno	1,00			
LC4 - snijeg	1,00			
LC5' - opterećenje vjetrom-vjetar sa sjevera	1,00			
LC6' - opterećenje vjetrom-vjetar sa sjevera	1,00			
LC7' - opterećenje vjetrom-vjetar s istoka	1,00			
LC8' - opterećenje vjetrom-vjetar s juga	1,00			
LC9' - opterećenje vjetrom-vjetar s juga	1,00			
CO4	d+dg	Linear - serviceability		
			LC2 - dodatno stalno	1,00
CO3	potres	EN-Seismic	LC1 - vl.tezina	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC10' - potres x	1,00
			LC11' - potres y	1,00

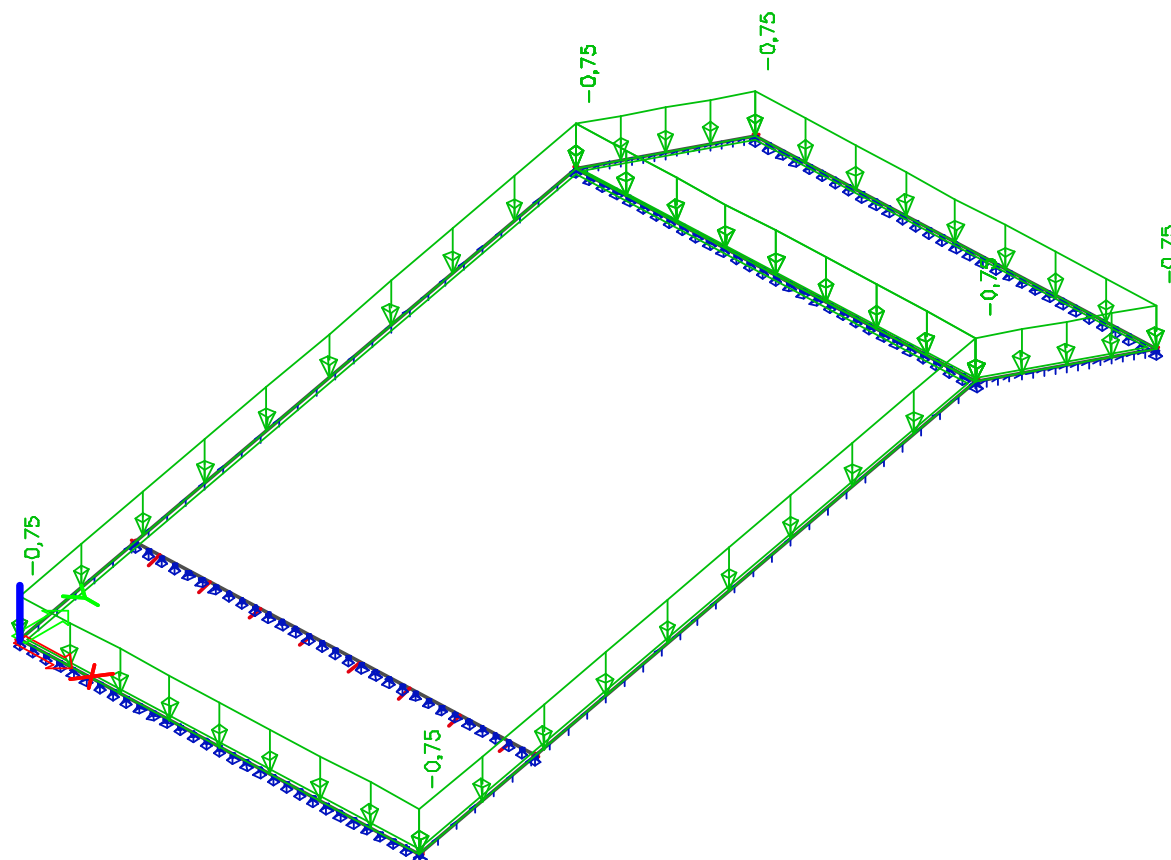
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

prikaz opterećenja:

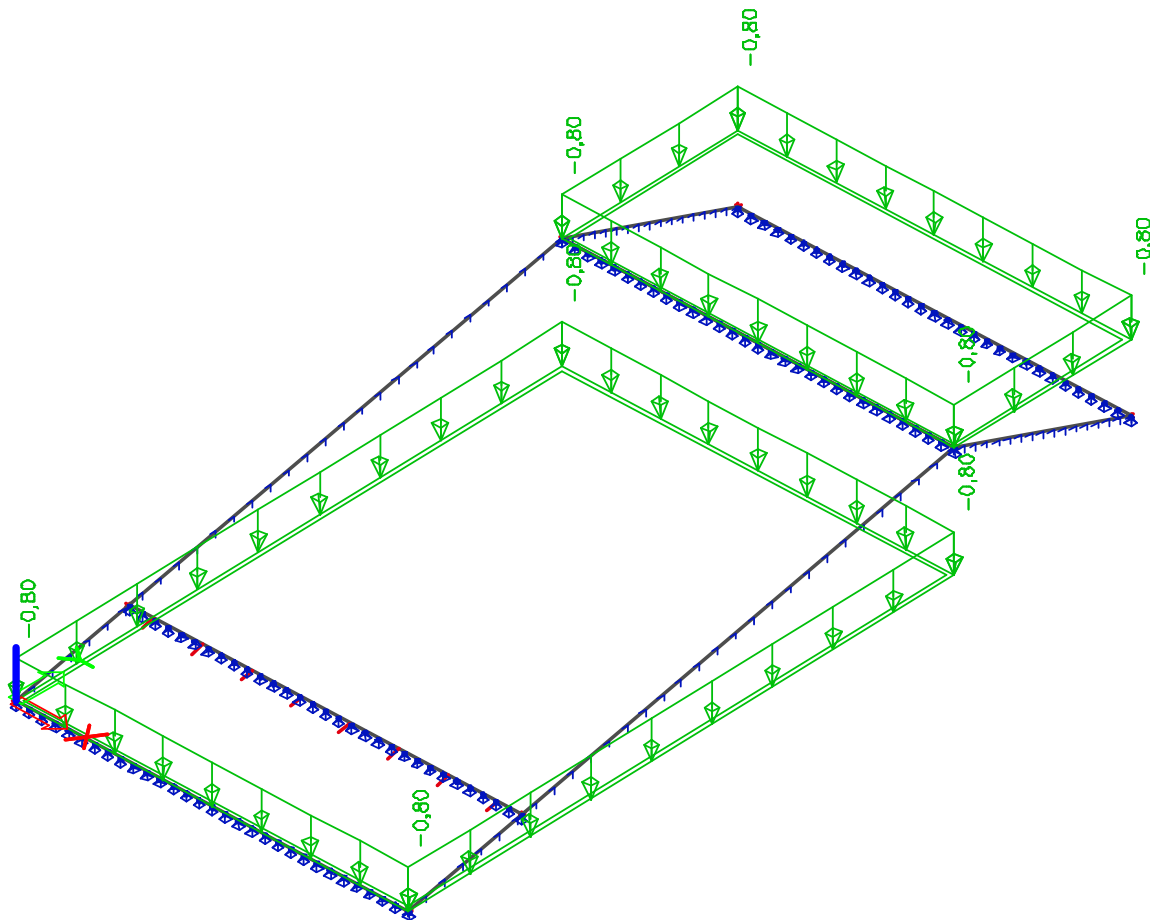
LC2 dodatno stalno opterećenje



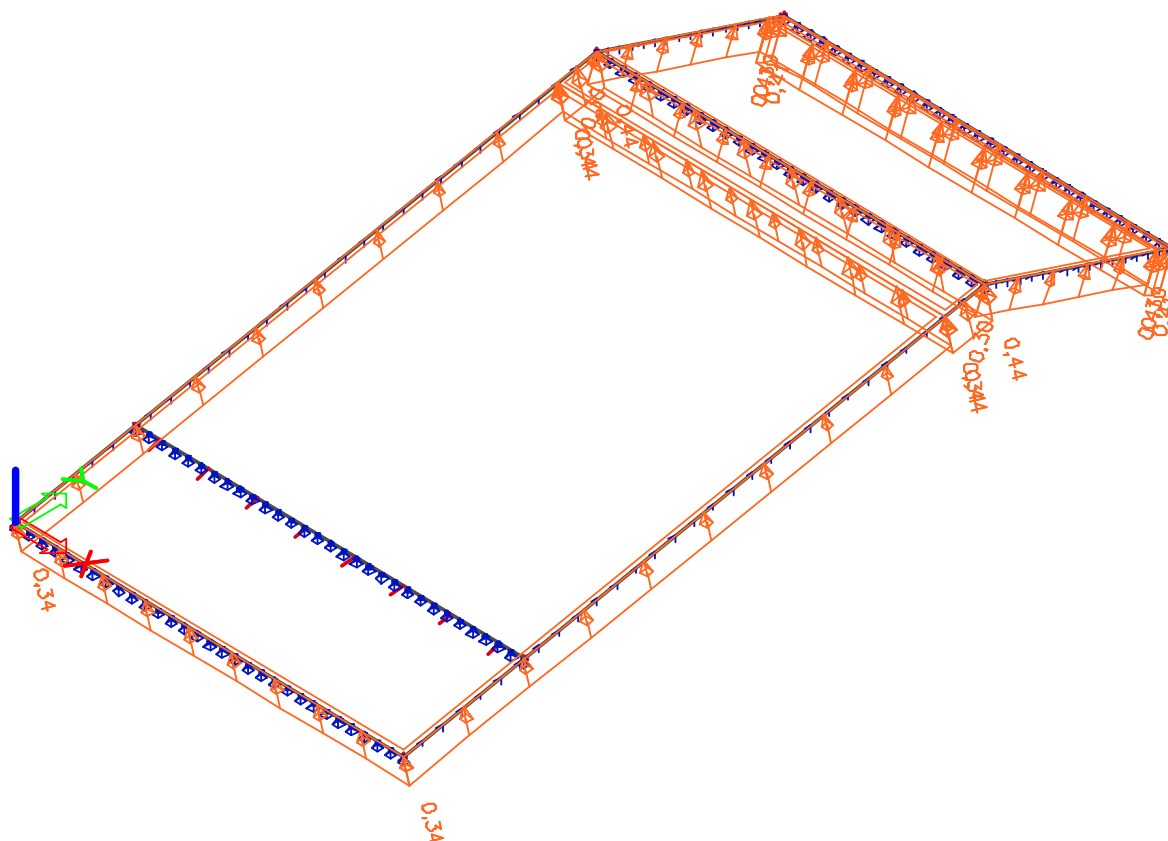
LC3 korisno opterećenje




LC4 opterećenje snijegom

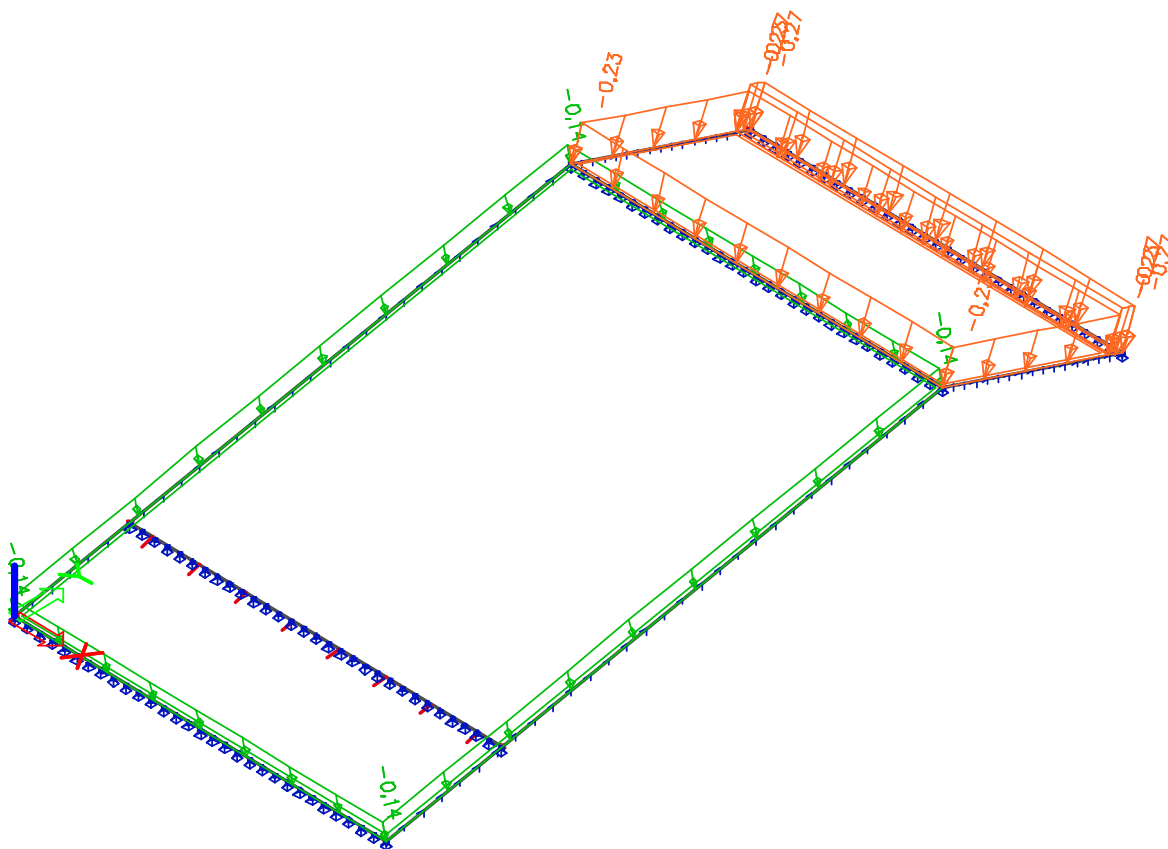


LC5' opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

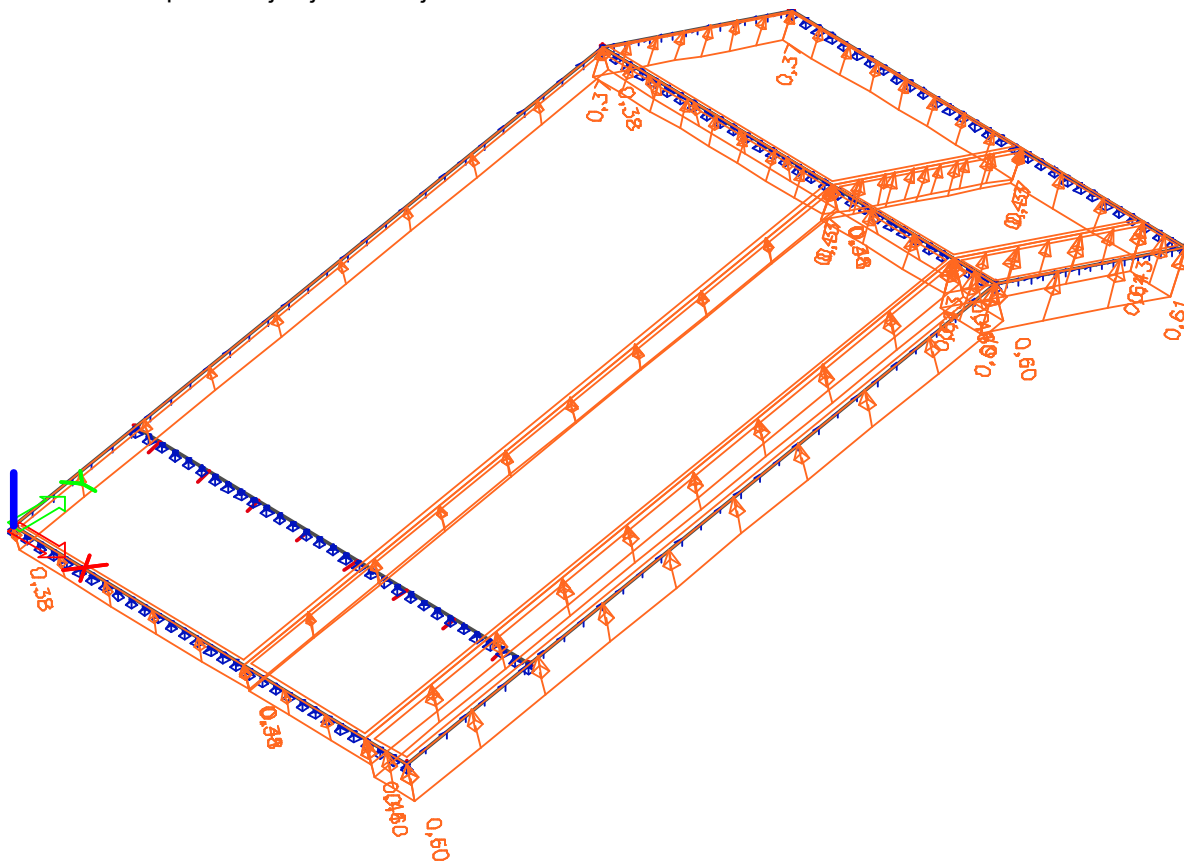


 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	<p>GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad</p>	<p>GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2</p> <p>Zagreb, listopad 2020</p>
	<p>LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad</p> <p>INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD</p> <p>Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad</p> <p>IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.</p>	

LC6' opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera

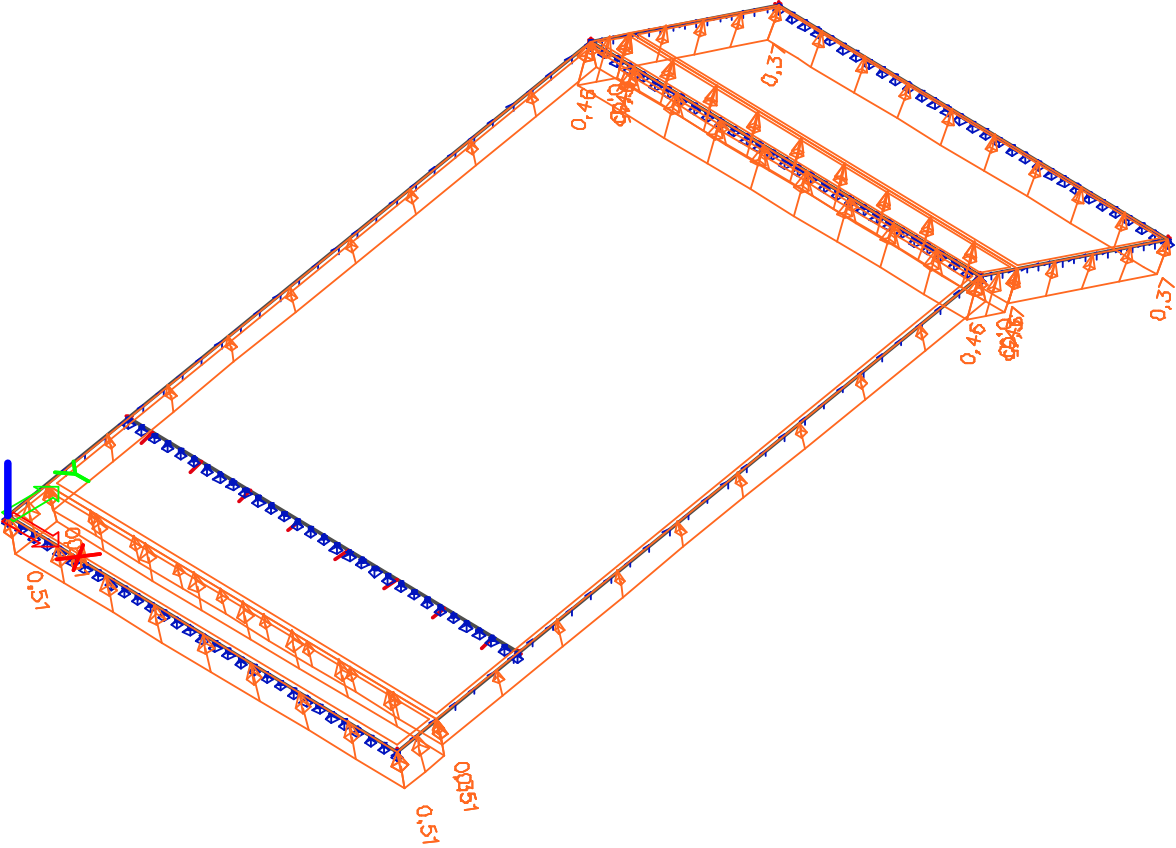


LC7' opterećenje vjetrom - vjetar s istoka

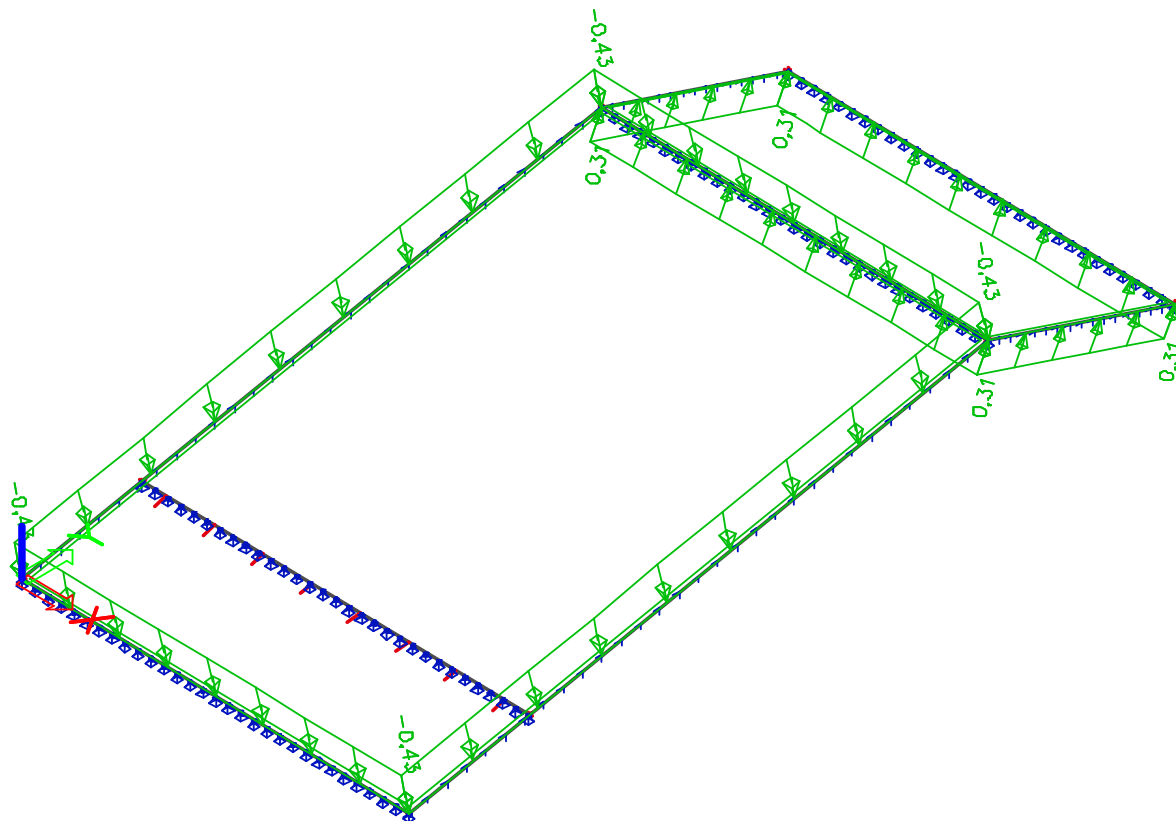



UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC8' opterećenje vjetrom - vjetar s juga



LC9' opterećenje vjetrom - vjetar s juga



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.3. DOKAZ O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA DOGRADNJE 1

2.3.1. Proračun i dimenzioniranje ploče P200

UVOD

Proračun ploče izvršen je pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- AB monolitna ploča debljine **t = 22 cm (na jednom dijelu t = 34 cm)**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne mreže **B500 A** i armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje ploče provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca
- Prilog 3. Prikaz anvelope momenata savijanja m_x (kNm/m')
- Prilog 4. Prikaz anvelope momenata savijanja m_y (kNm/m')
- Prilog 5. Prikaz progiba
- Prilog 6. Određivanje minimalne i maksimalne armature ploče
- Prilog 7. Dijagram armature donje zone smjer X (cm²/m')
- Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm²/m')
- Prilog 9. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm²/m')
- Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm²/m')
- Prilog 11. Prikaz reakcija
- Prilog 12. Provjera proboja


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

P200		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

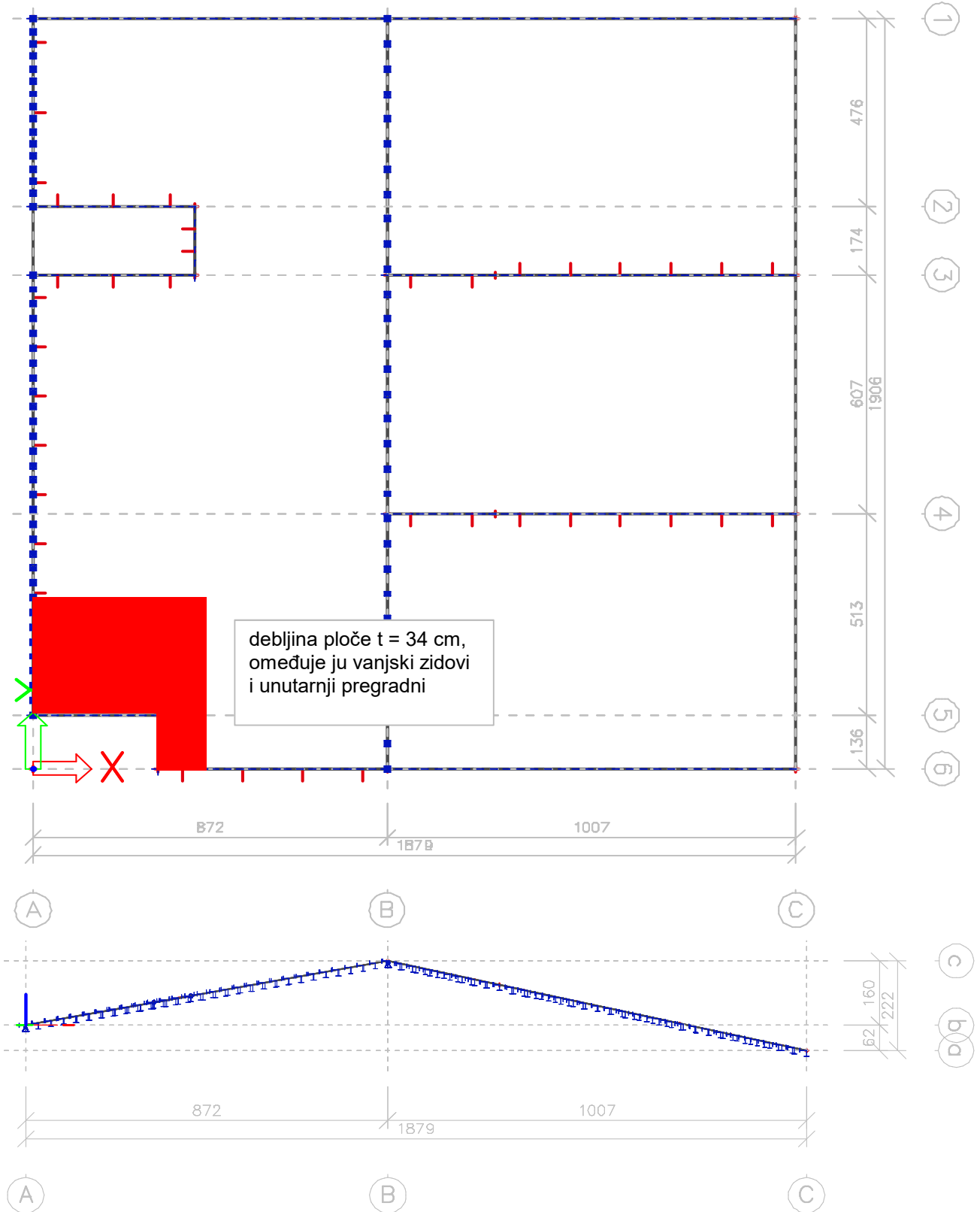
Uporabni zahtjevani vijek - 50 godina

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v. 100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-1	-1
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S2	S4
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

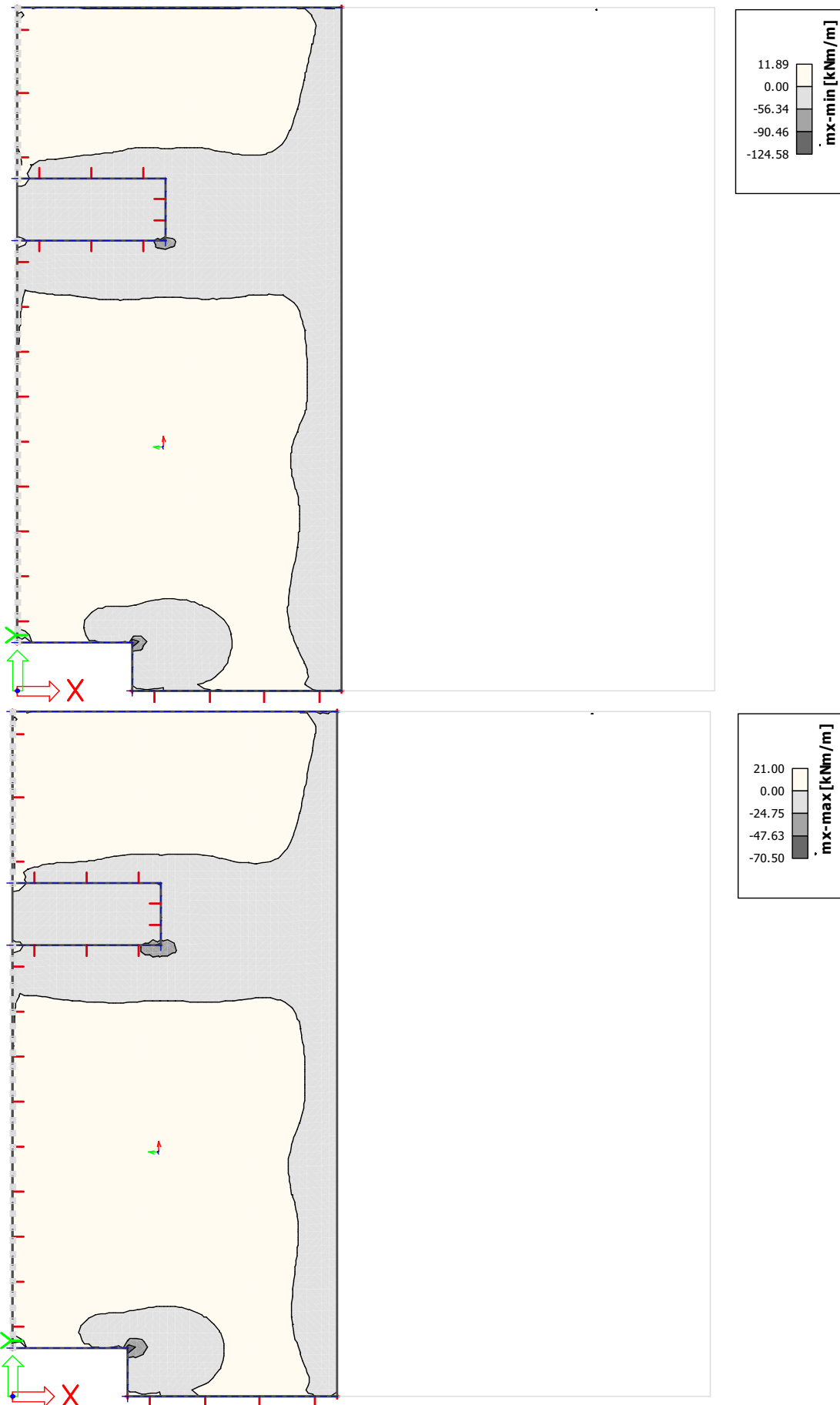
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

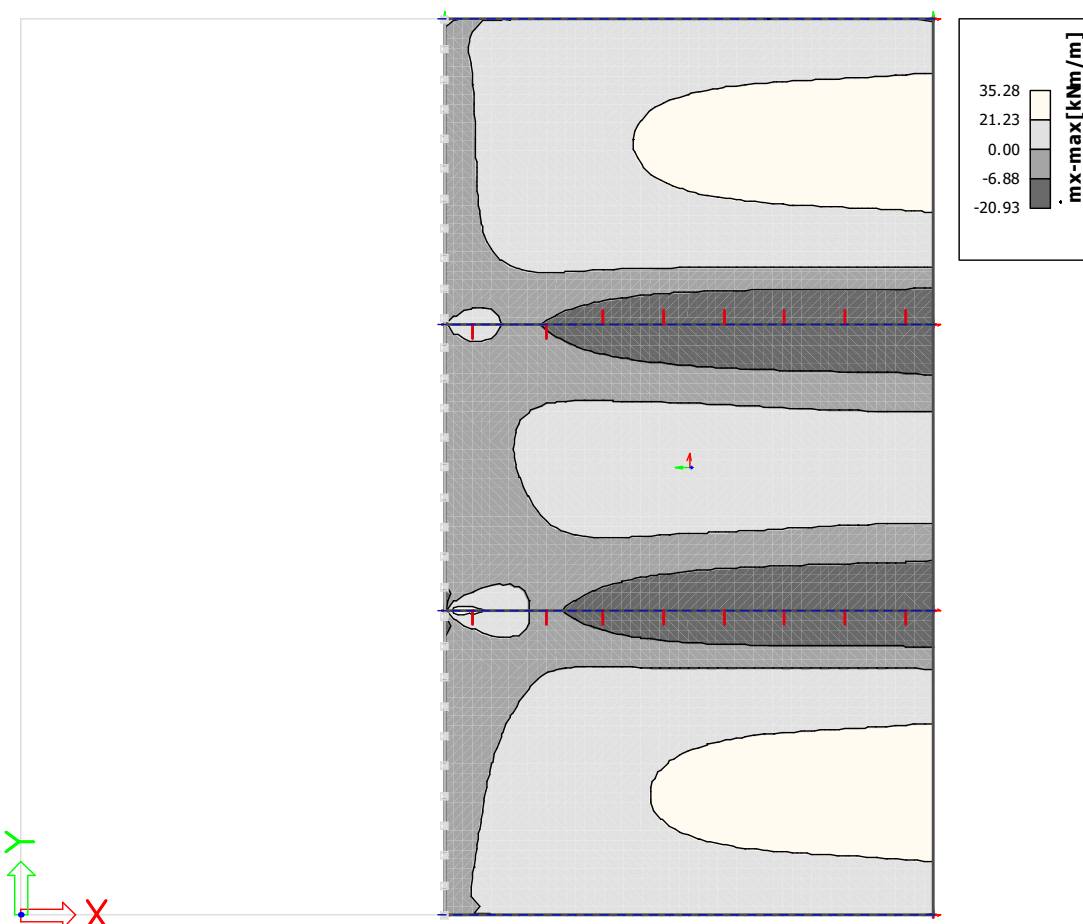
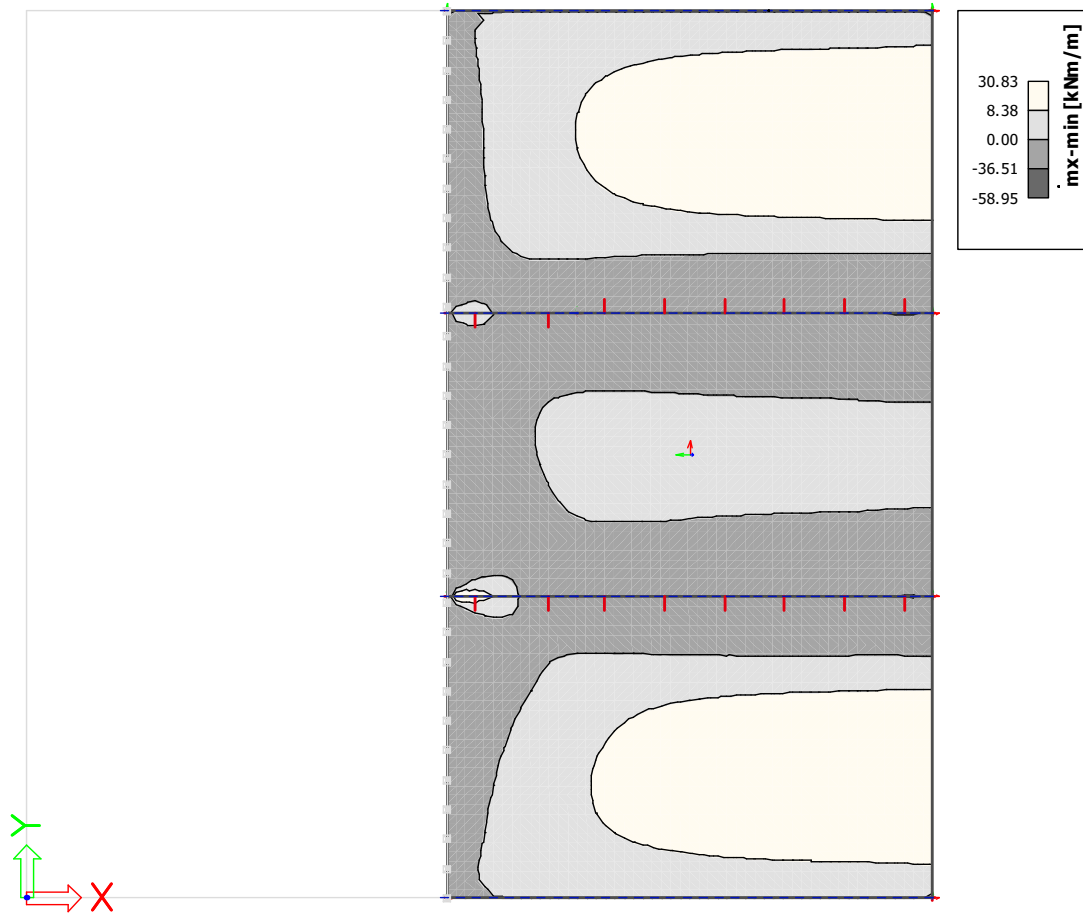
Prilog 2. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca



Prilog 3. Prikaz anvelope momenata savijanja m_x (kNm/m')

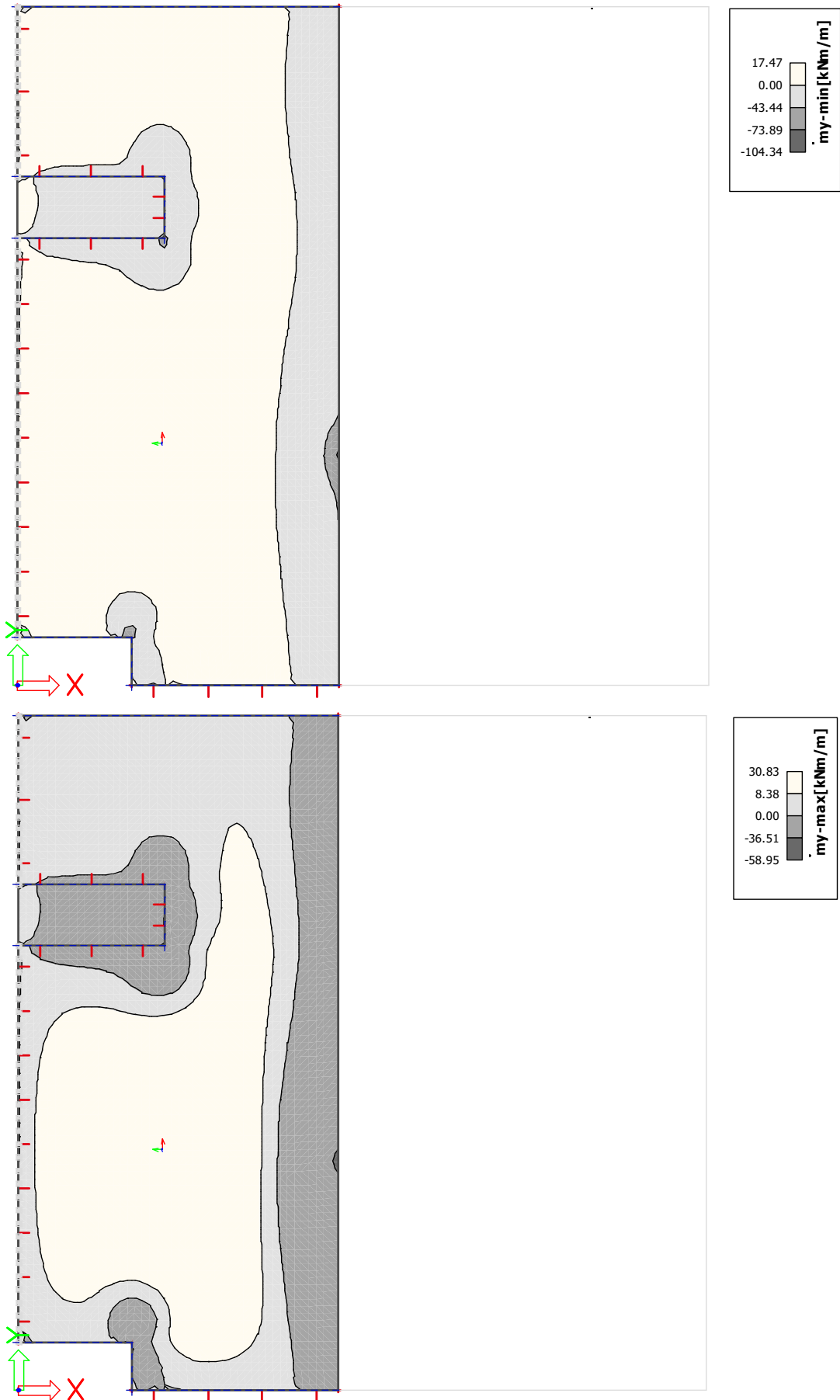
* Mjerodavan smjer je smjer lokalnih osi

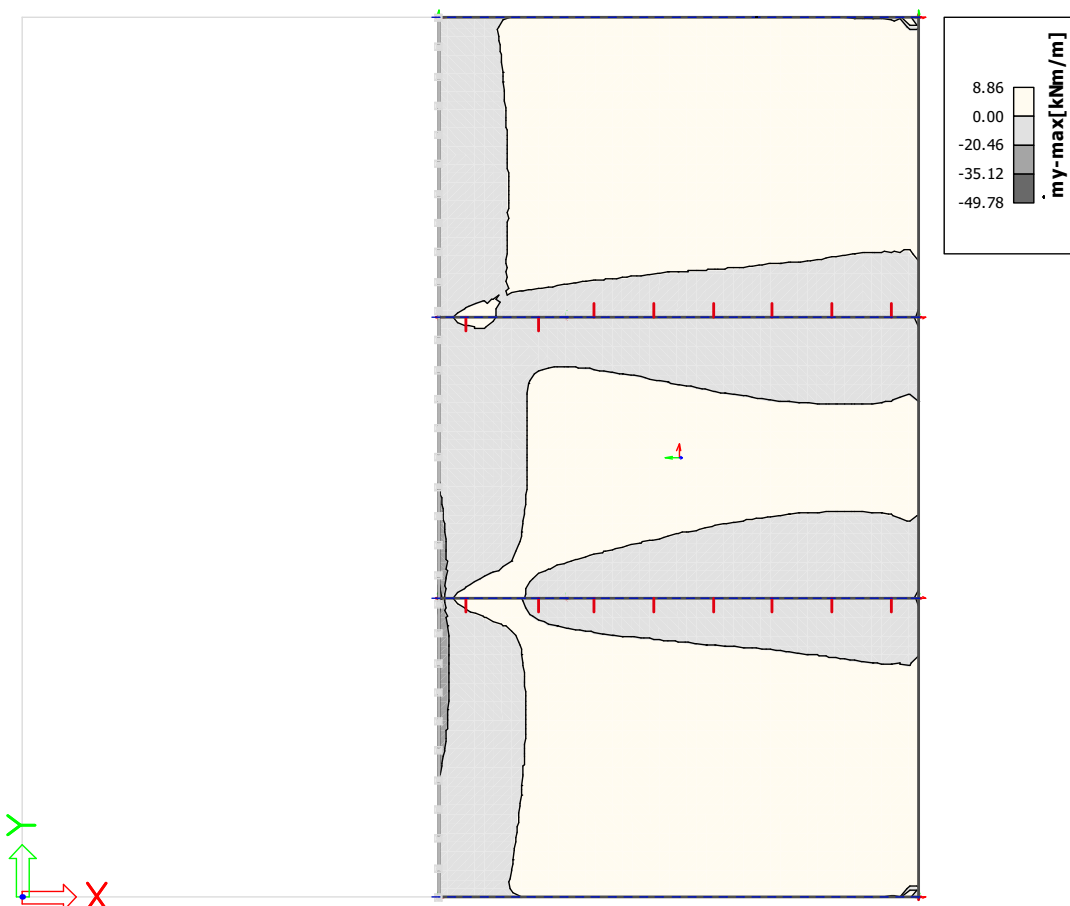
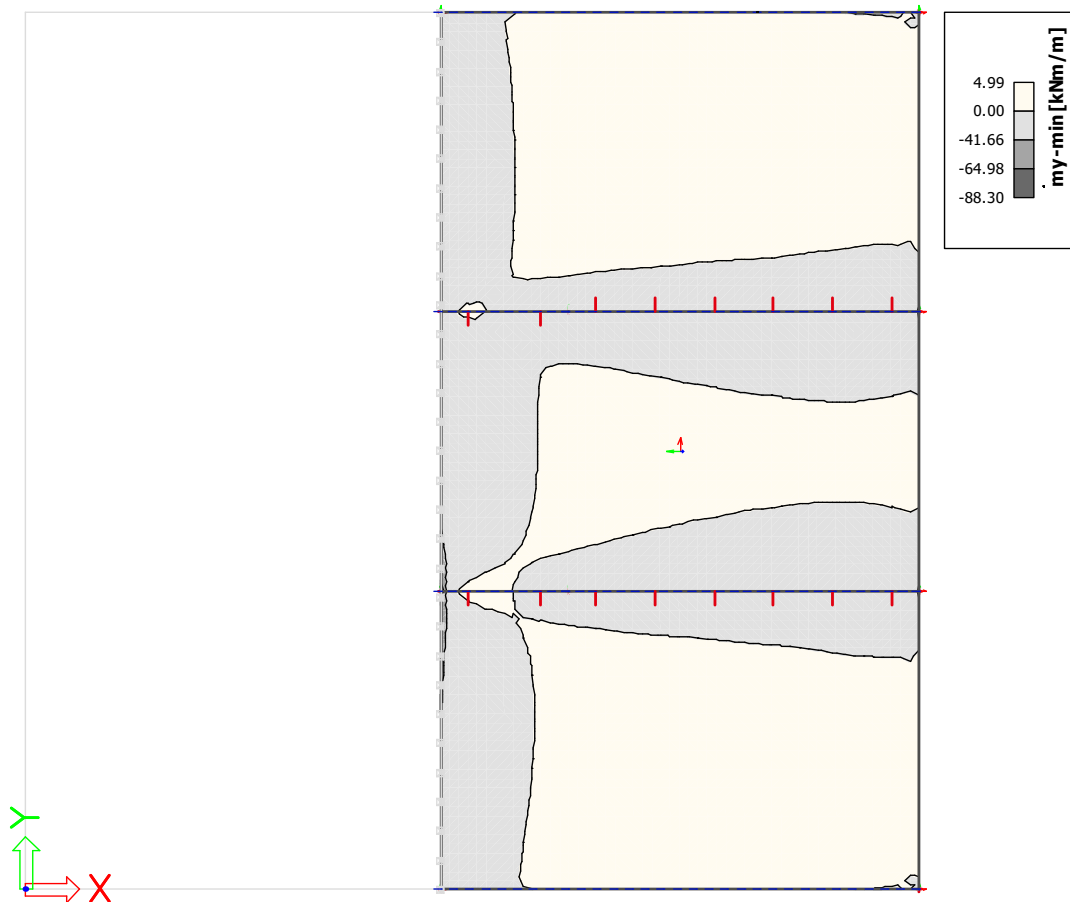




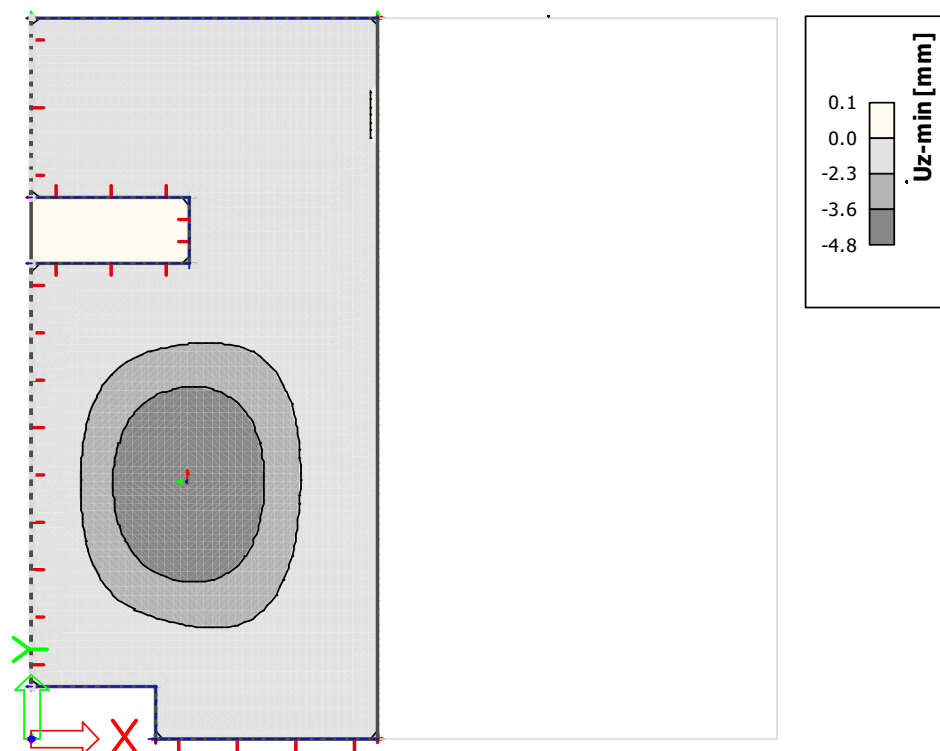
Prilog 4. Prikaz anvelope momenata savijanja m_y (kNm/m')

* Mjerodavan smjer je smjer lokalnih osi





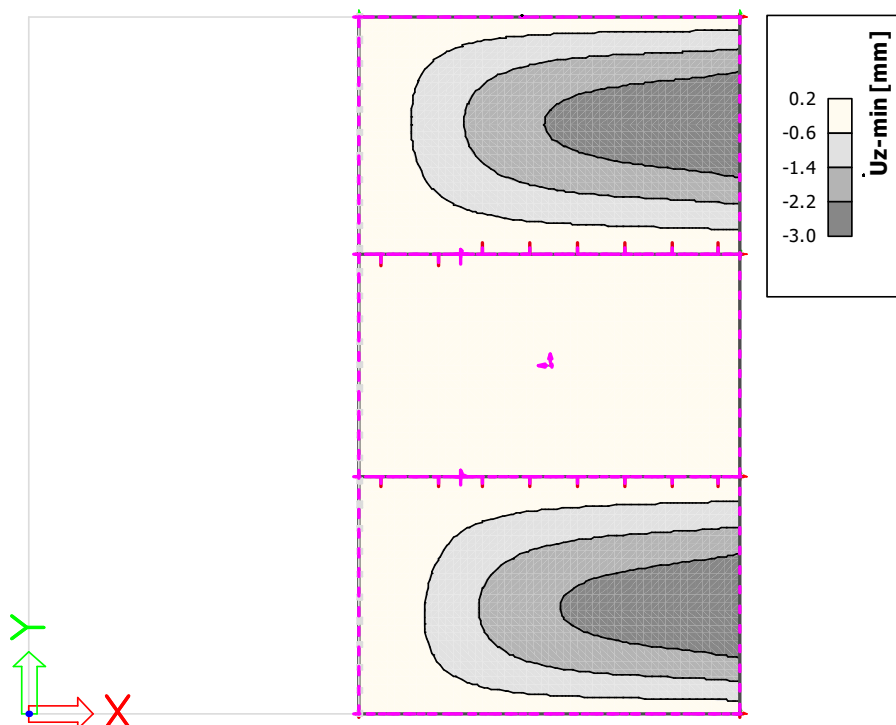
Prilog 5. Prikaz progiba
 Kratkotrajni (elastici) progib



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 872/250 = 3,49$ cm > $u_{el} = 0,48$ cm Uvjet je zadovoljen!

Dugotrajni progib


Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 872/250 = 3,49$ cm < $u = 4 \times u_{el} = 1,92$ mm Uvjet je zadovoljen!



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 649/250 = 2,6$ cm > $u_{el} = 0,3$ cm Uvjet je zadovoljen!

Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 649/250 = 2,6$ cm < $u = 4 \times u_{el} = 1,2$ mm Uvjet je zadovoljen!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 6. Određivanje minimalne i maksimalne armature ploče

Minimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 100 \times 19 = 2,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,26 \times b \times d (f_{ctm}/f_{yk}) = 0,26 \times 100 \times 19 \times (2,9/500) = 2,9 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$

Maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times 100 \times 22 = 88,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,022 \times A_c = 0,022 \times 100 \times 22 = 48,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \omega_{lim} \times b \times d (f_{cd}/f_{yk}) = 0,365 \times 100 \times 19 \times (20/434,78) = 31,9 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$

ODABRANA OSNOVNA ARMATURA DONJE ZONE

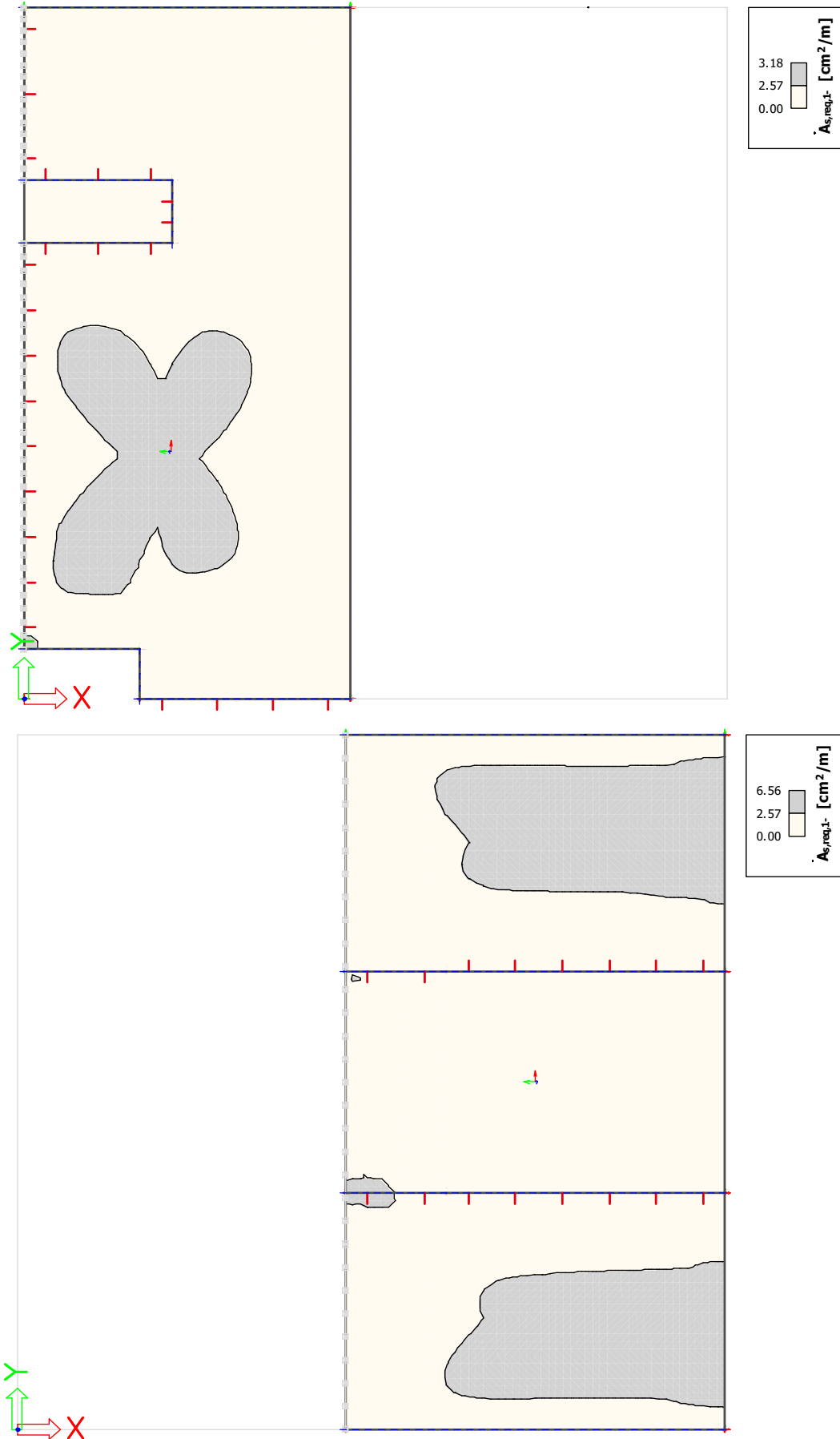
ODABRANA OSNOVNA ARMATURA GORNJE ZONE

Q257

Q131

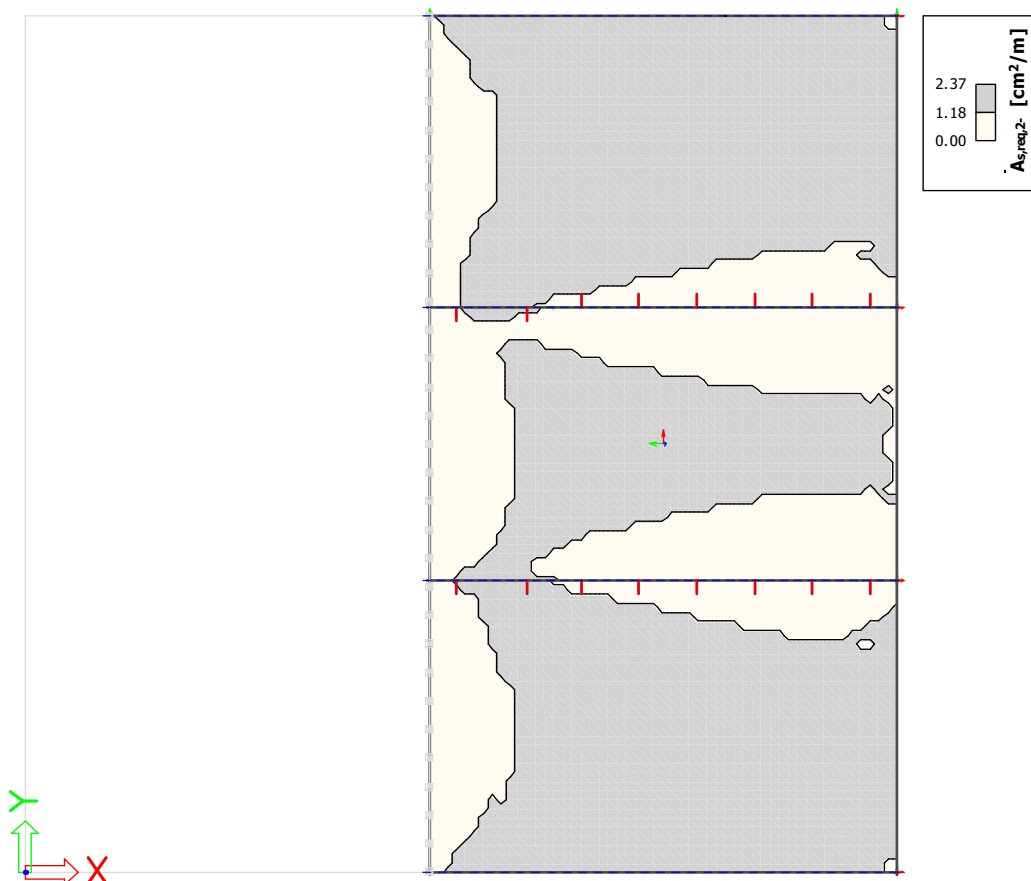
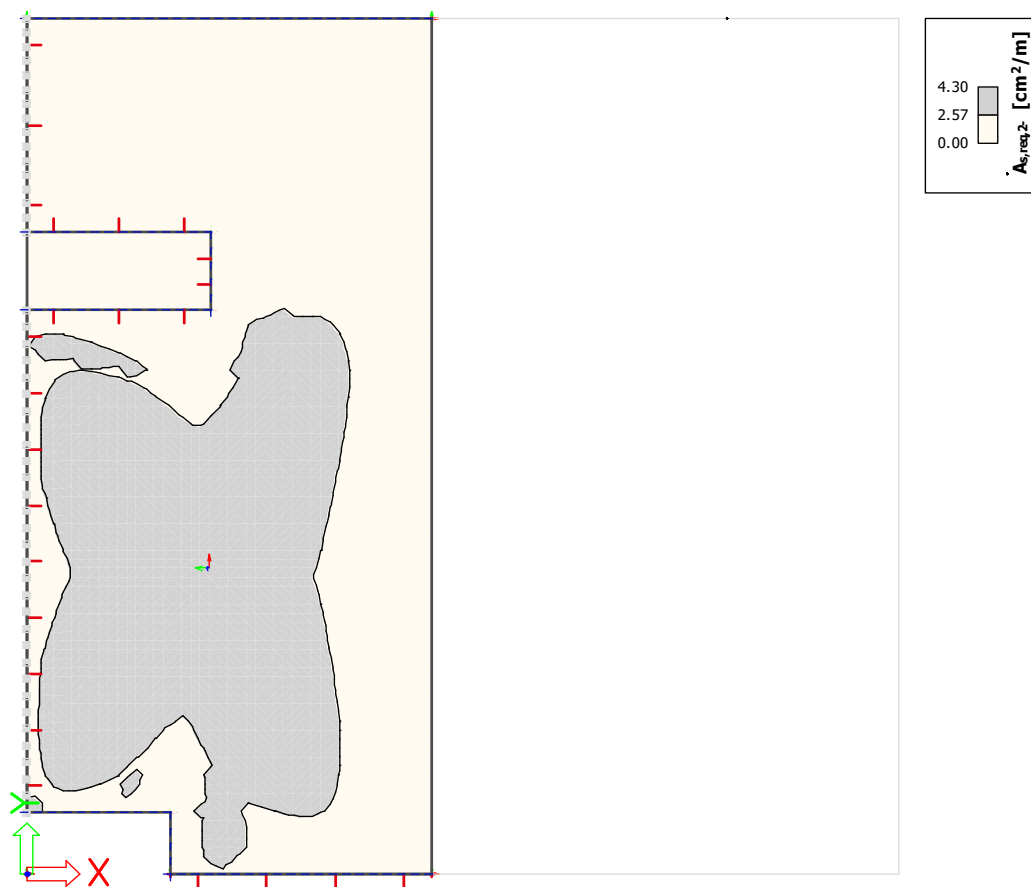
Prilog 7. Dijagram armature donje zone smjer X (cm^2/m^2)

* Mjerodavan smjer je smjer lokalnih osi



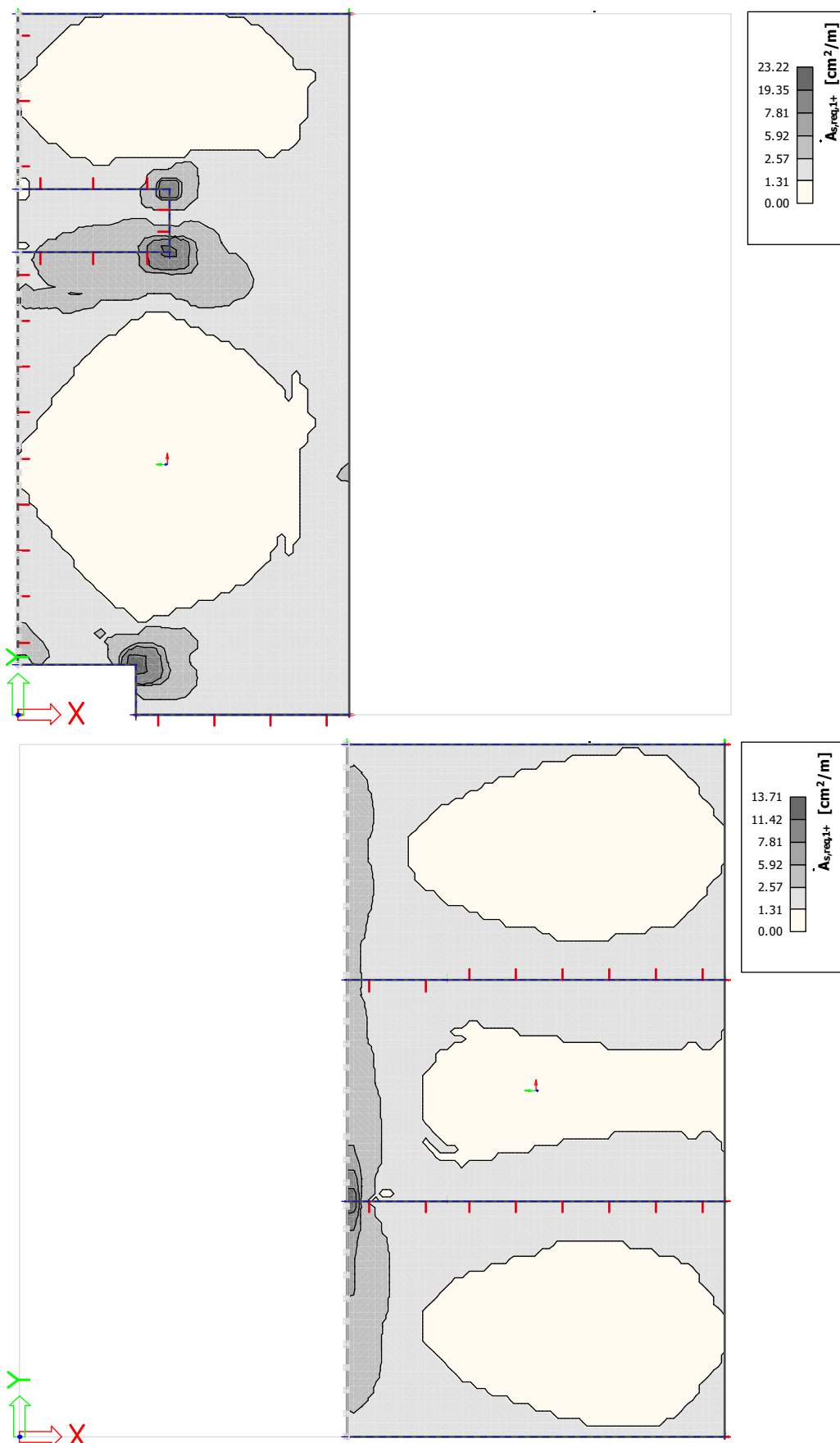
Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm^2/m')

** Mjerodavan smjer je smjer lokalnih osi*



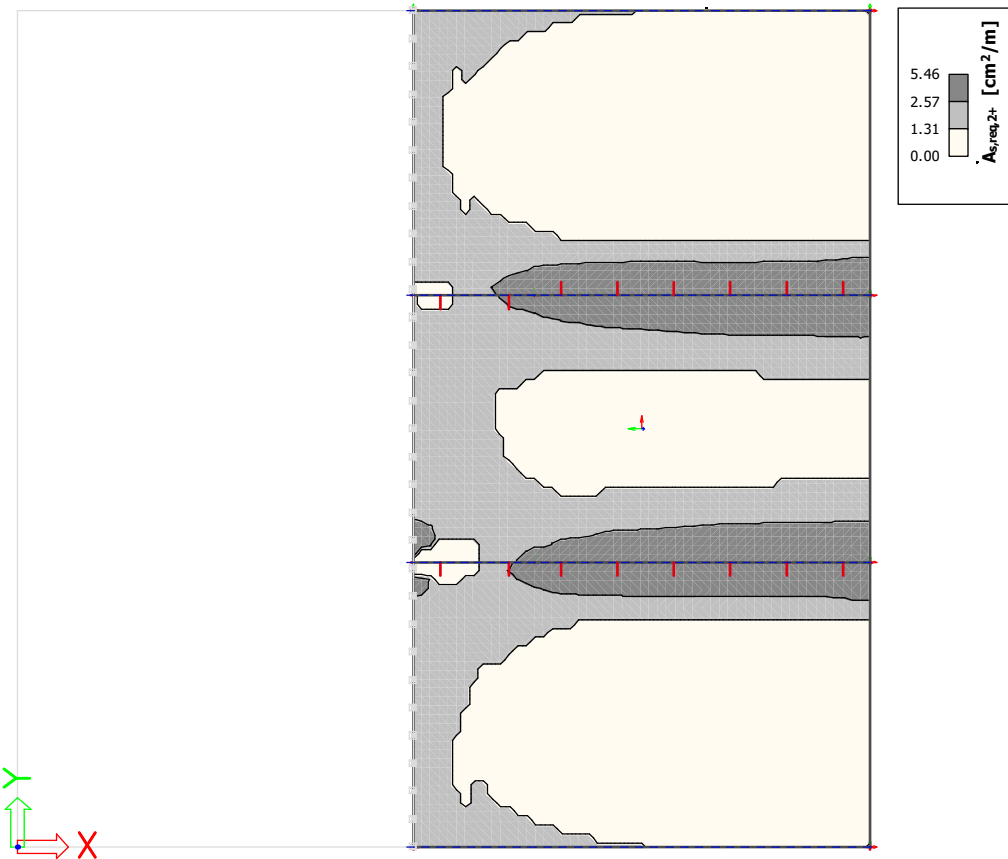
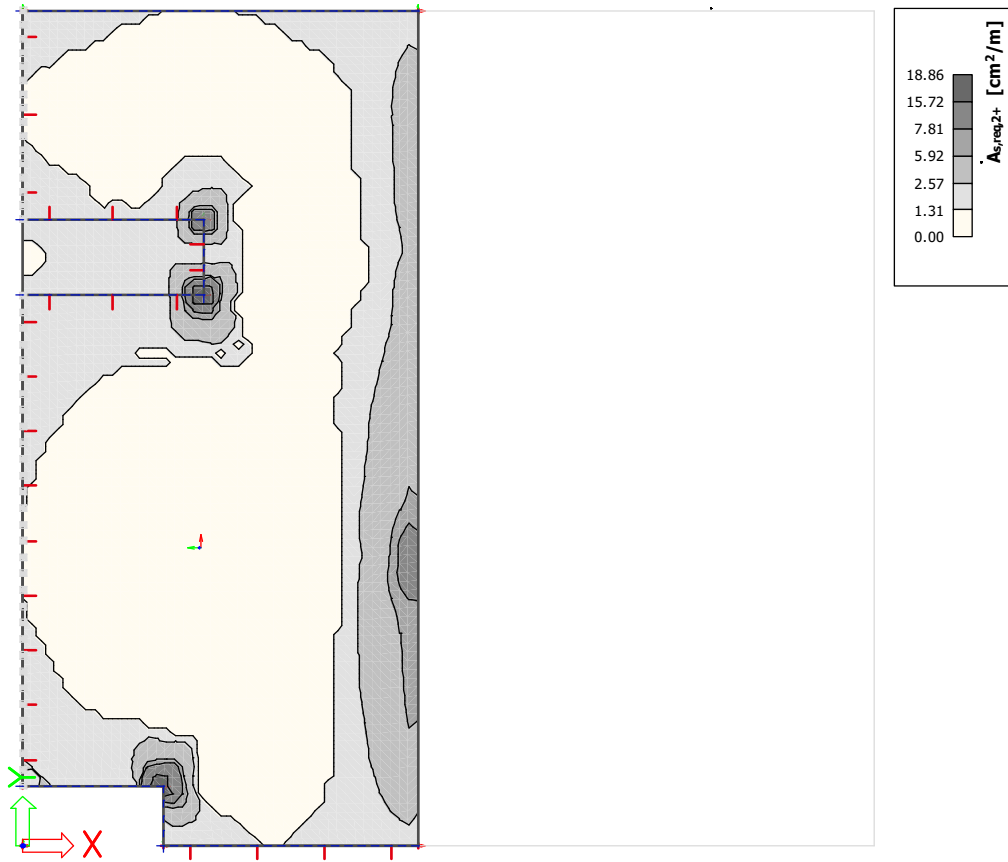
Prilog 9. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm^2/m')

* Mjerodavan smjer je smjer lokalnih osi



Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm^2/m')

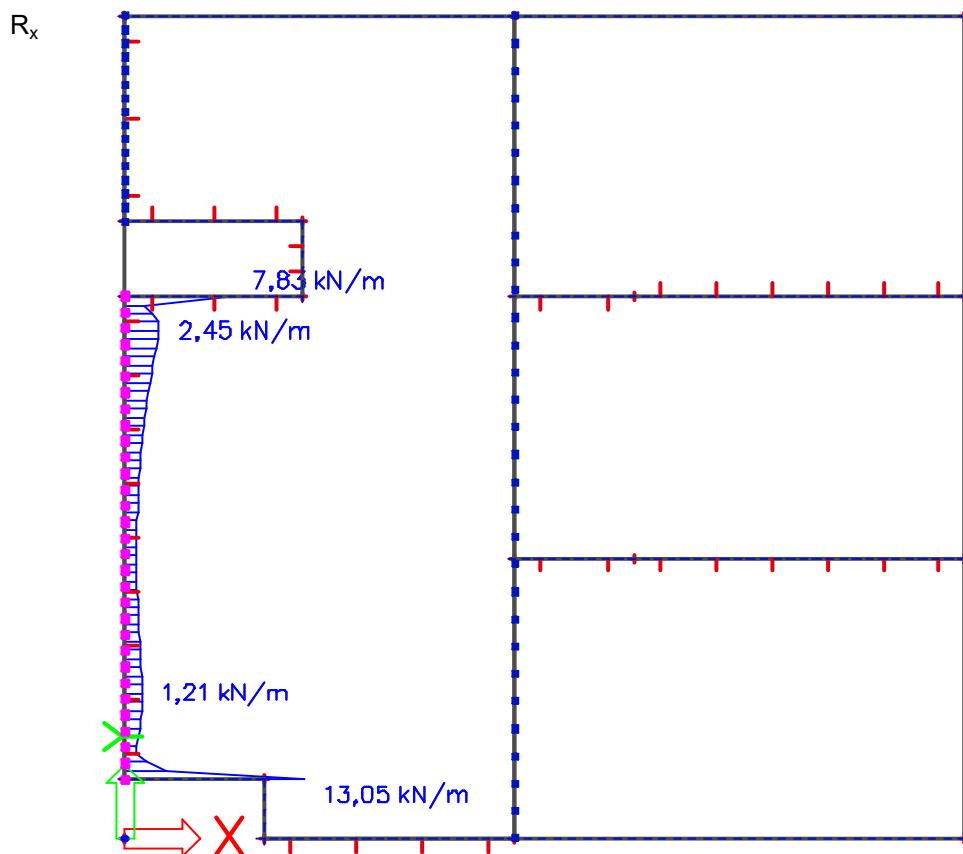
* Mjerodavan smjer je smjer lokalnih osi



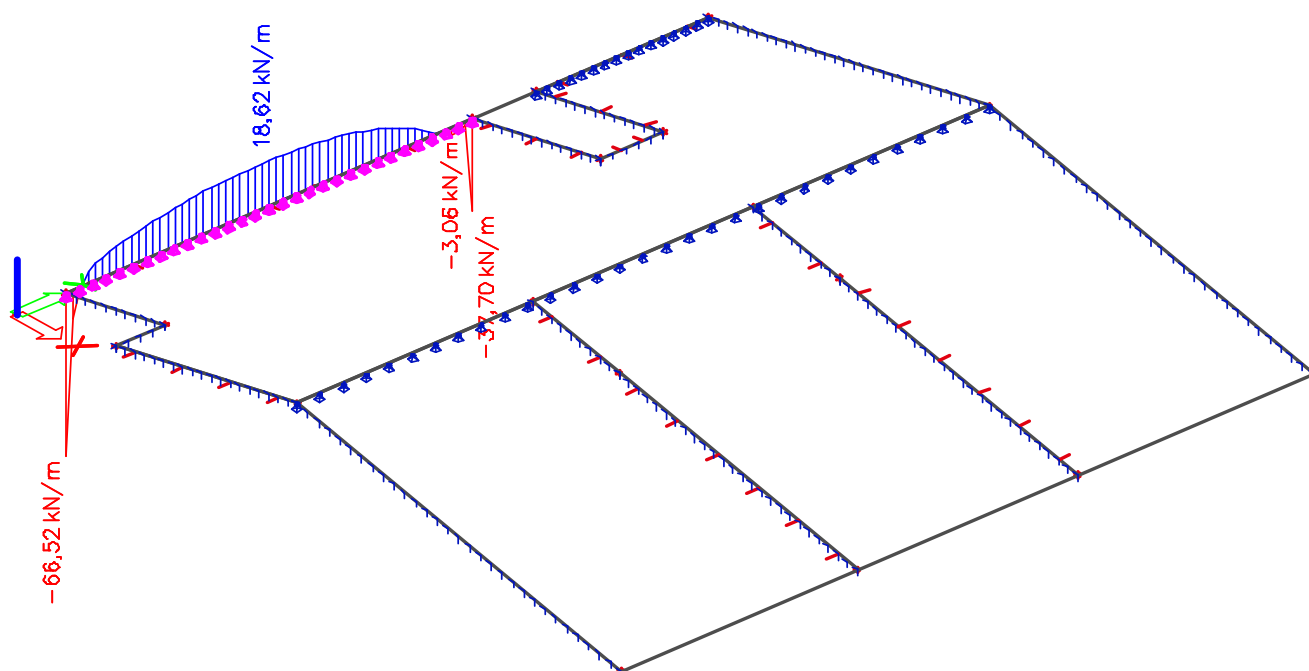
Prilog 11. Prikaz reakcija

Prikazat ćemo vertikalnu i horizontalnu reakciju za G200, G201, G202 i G203 (1), mjesto maksimalne reakcije (2) i mjesto kontrole proboja ploče P200 (3).

LC1 vlastita težina
(1) G200

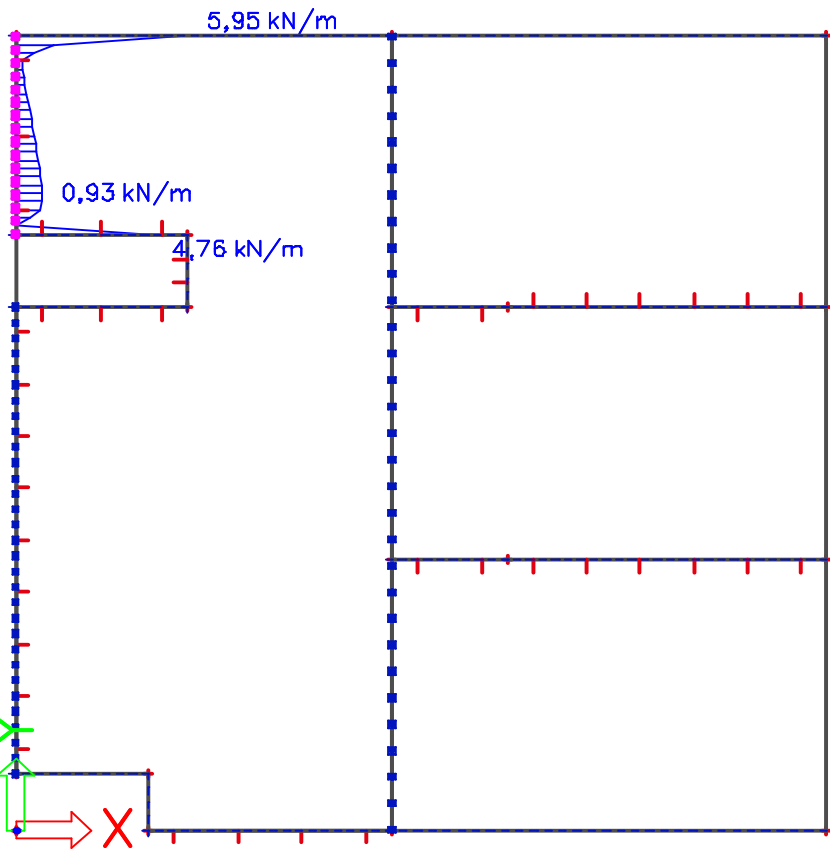


R_z

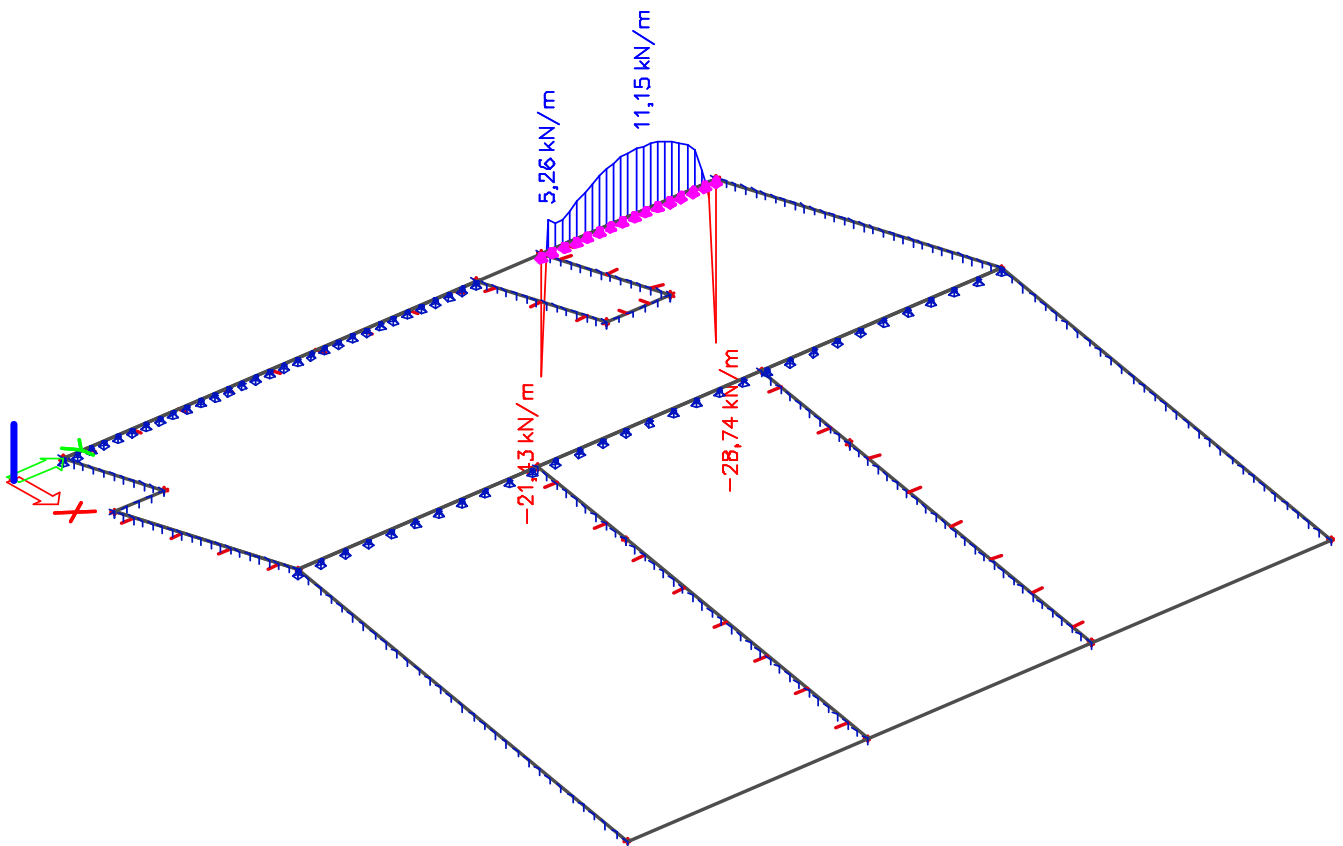


(1) G201

R_x

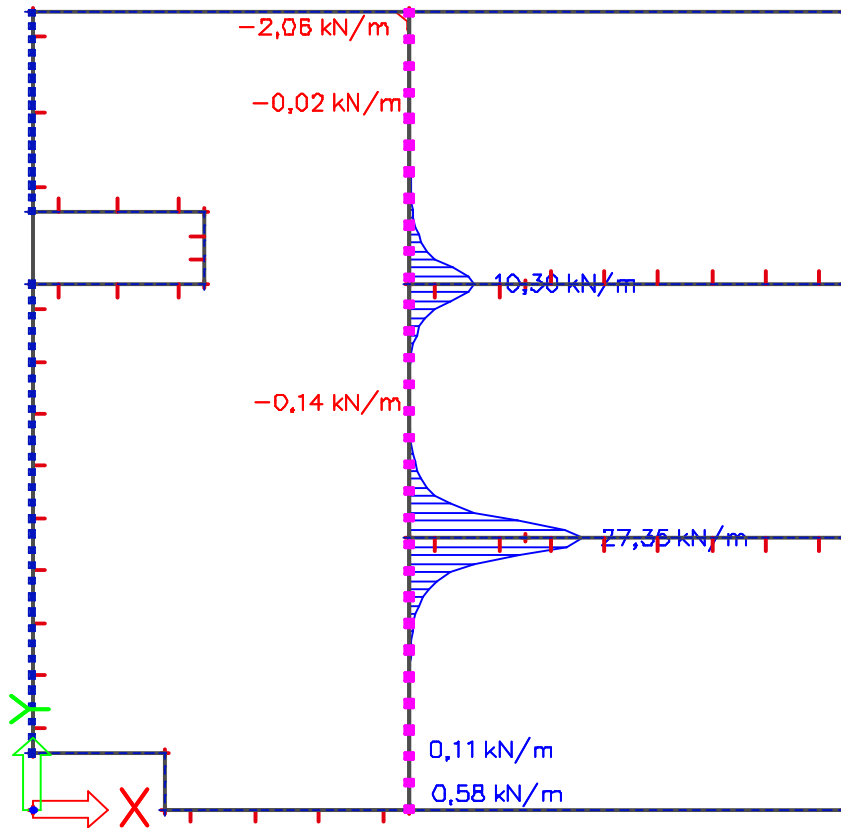


R_z

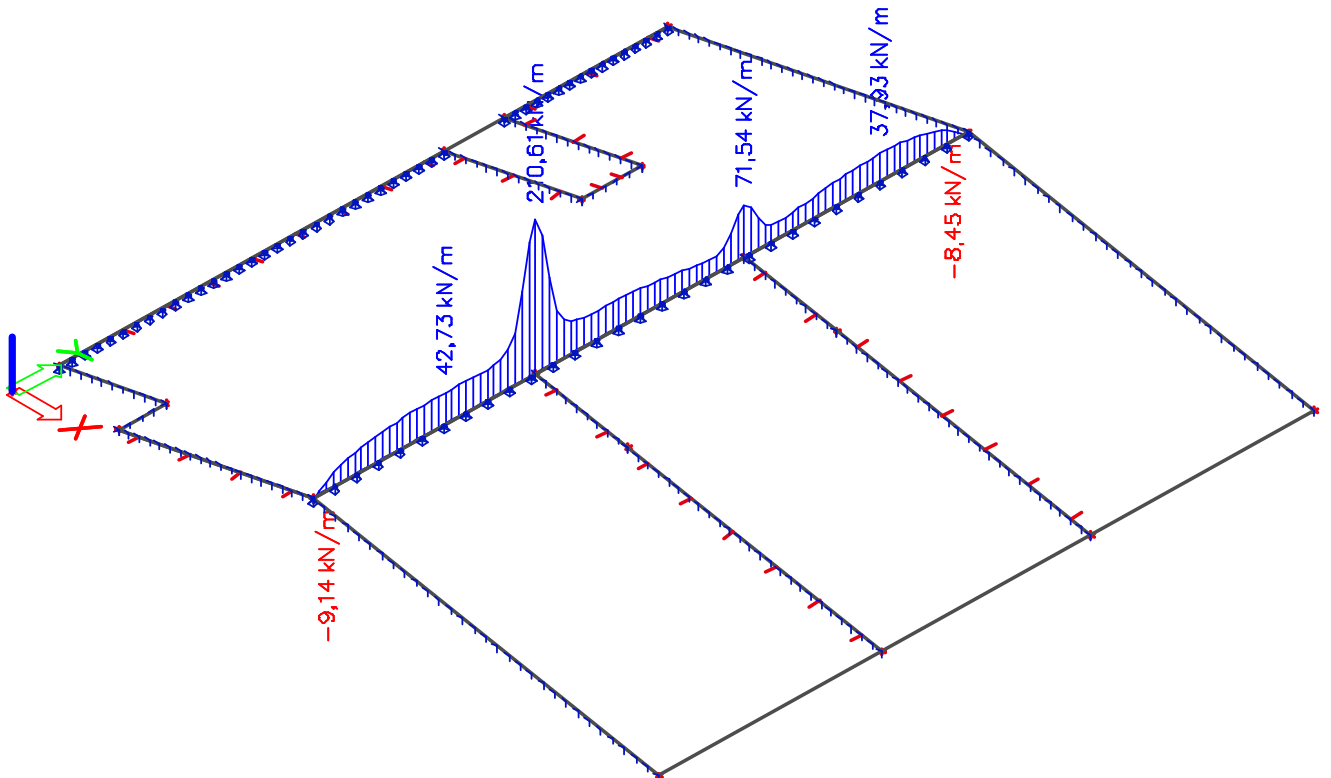



(1) G202

R_x



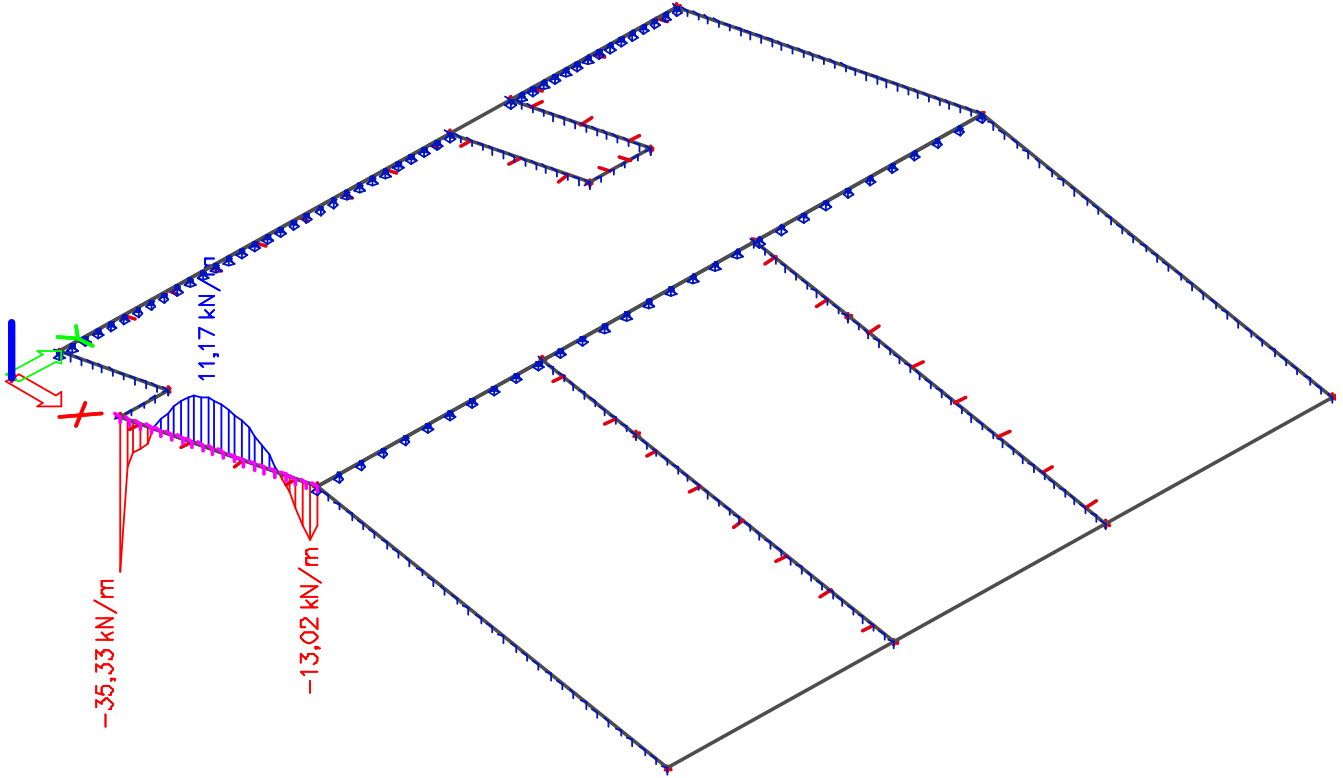
R_z



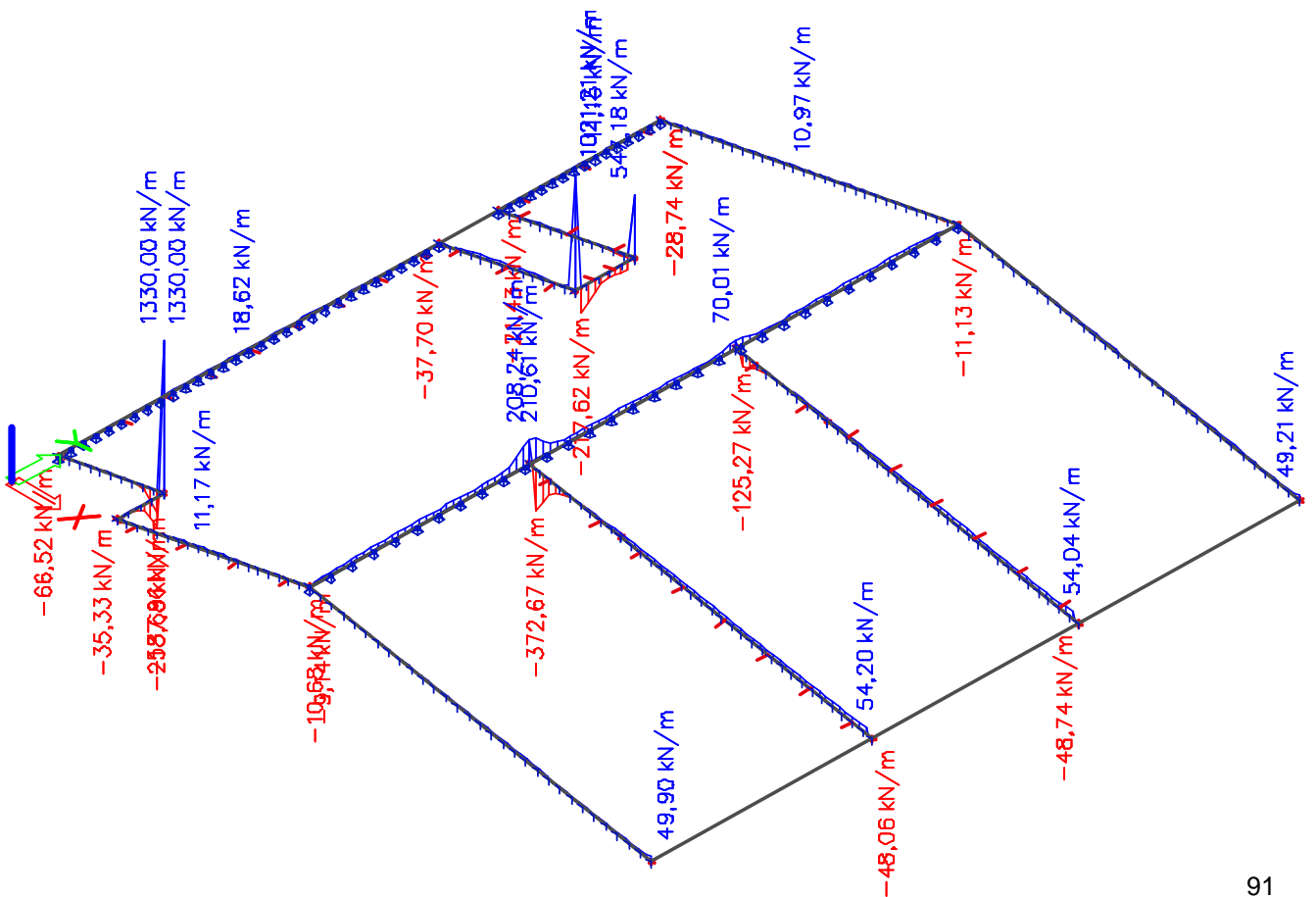
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G203

R_z

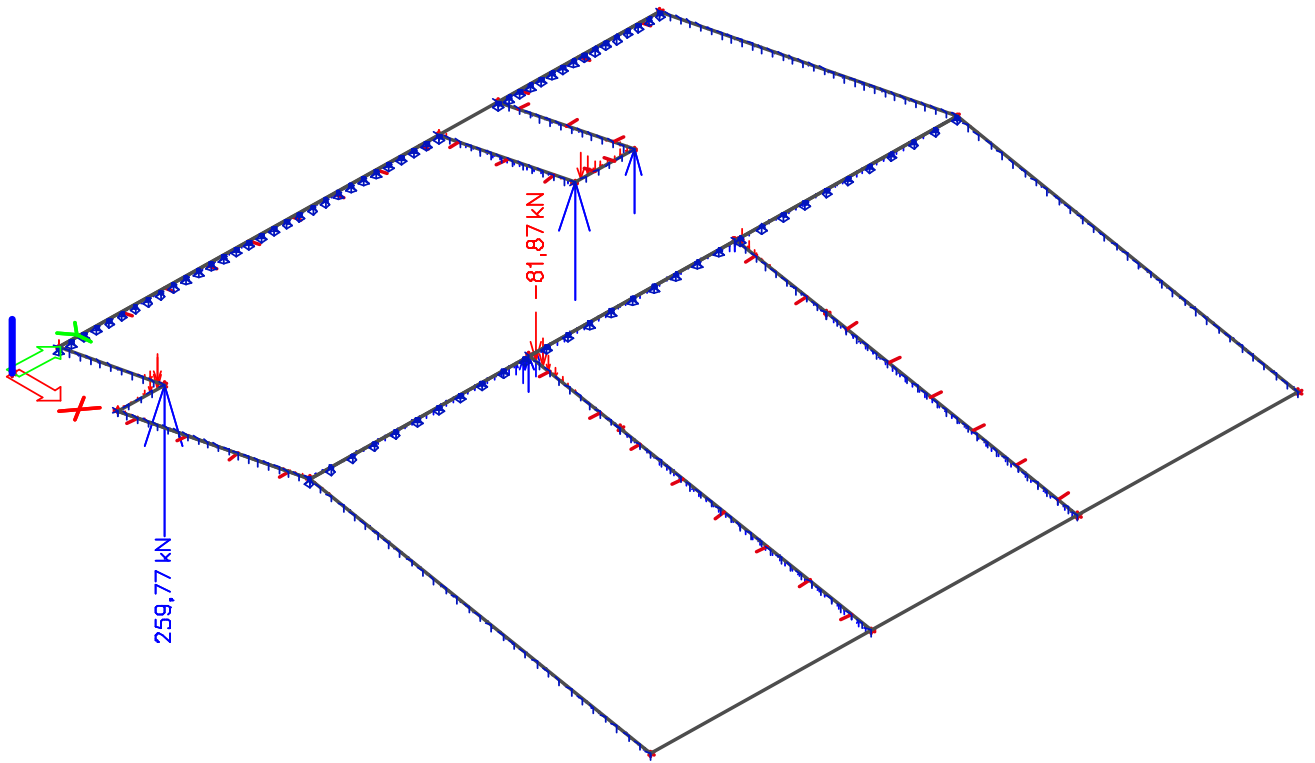


(2) maksimalna vertikalna reakcija

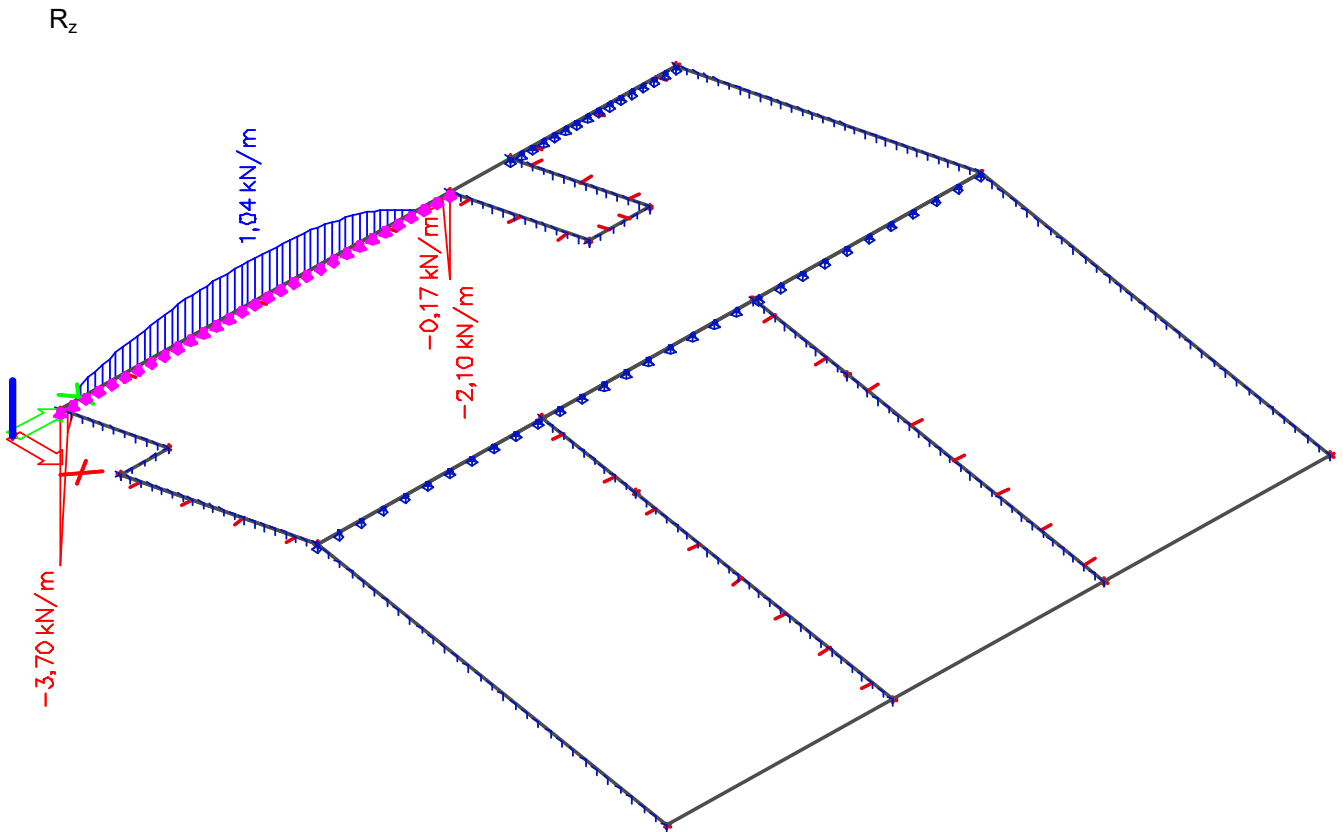
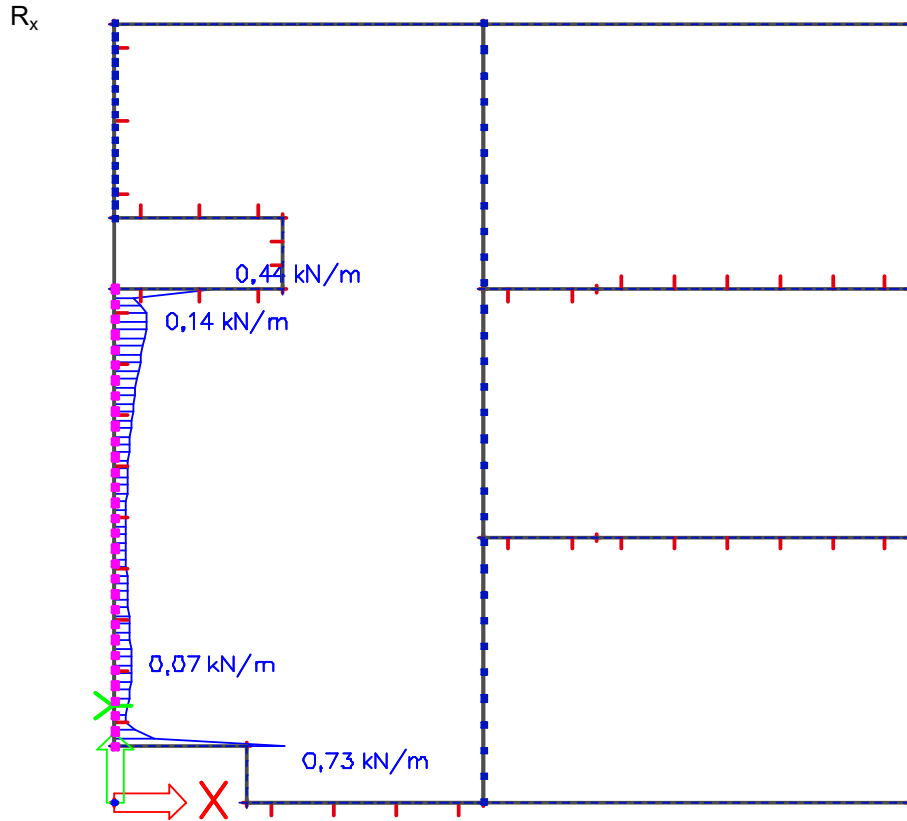


UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(3) mjesto kontrole proboja ploče P200

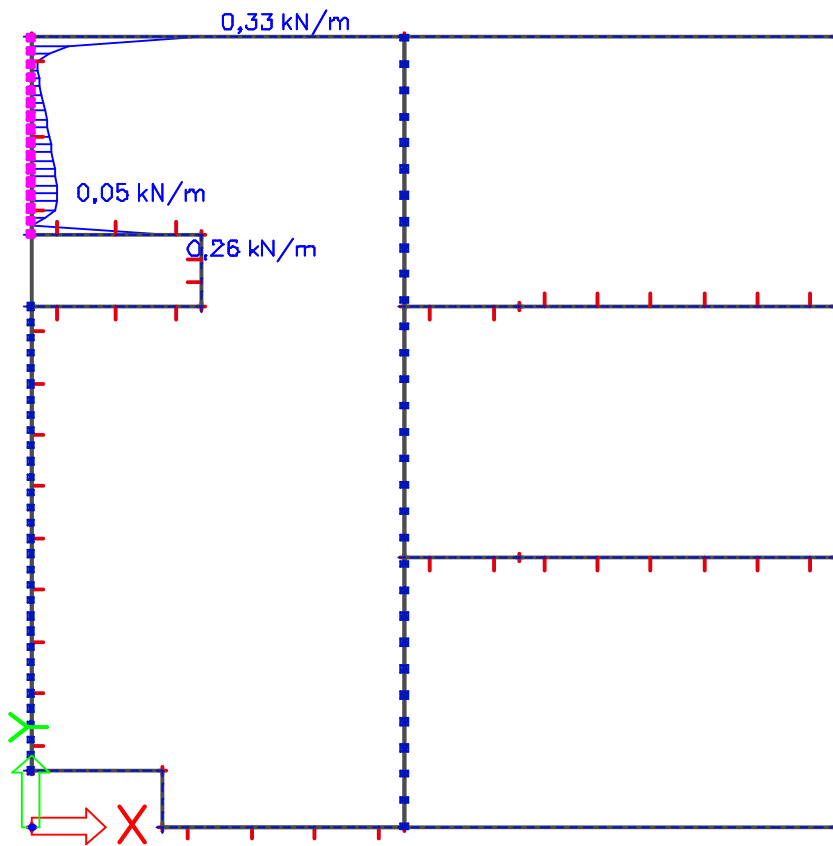


LC2 dodatno stalno opterećenje
 (1) G200

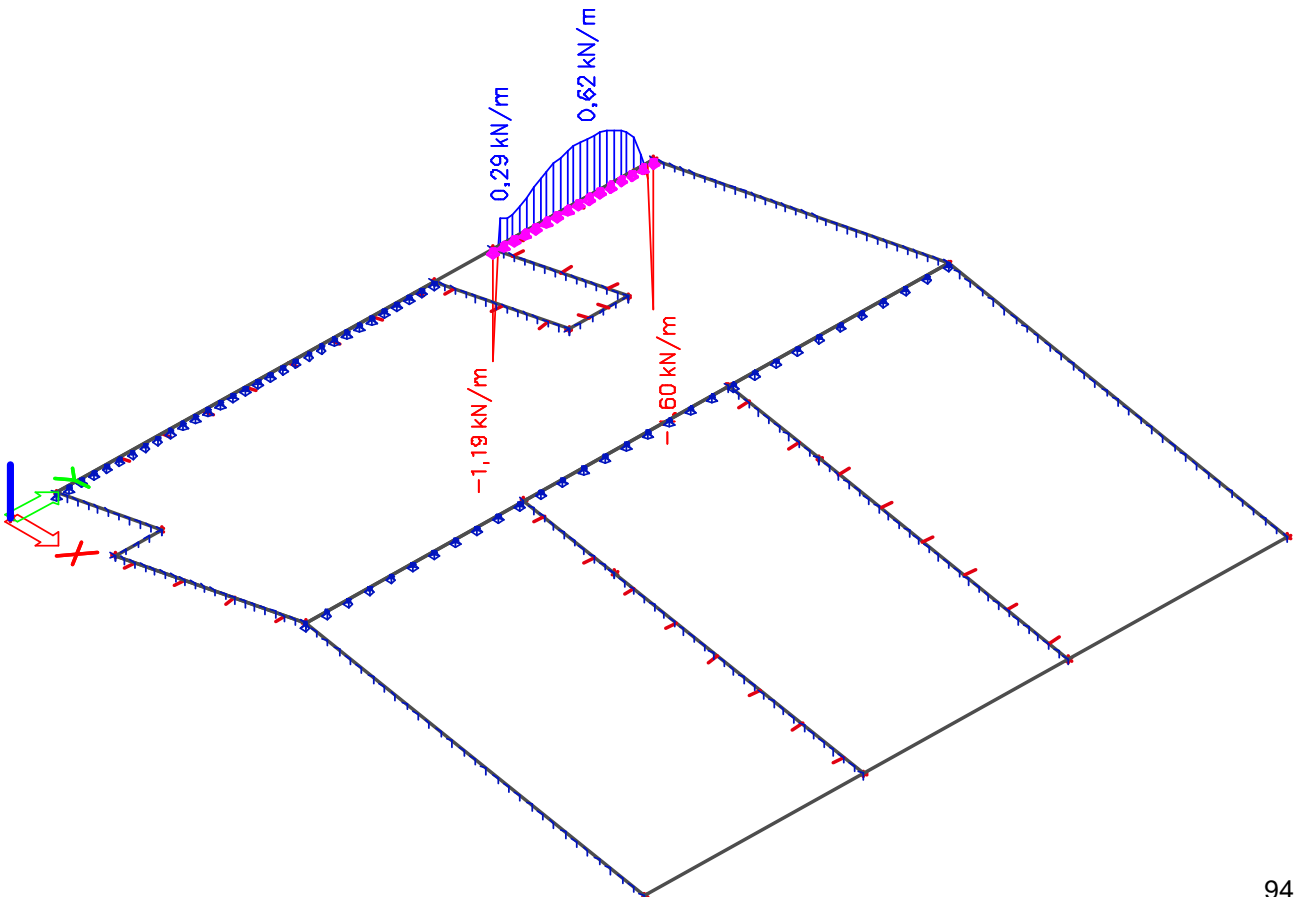


(1) G201

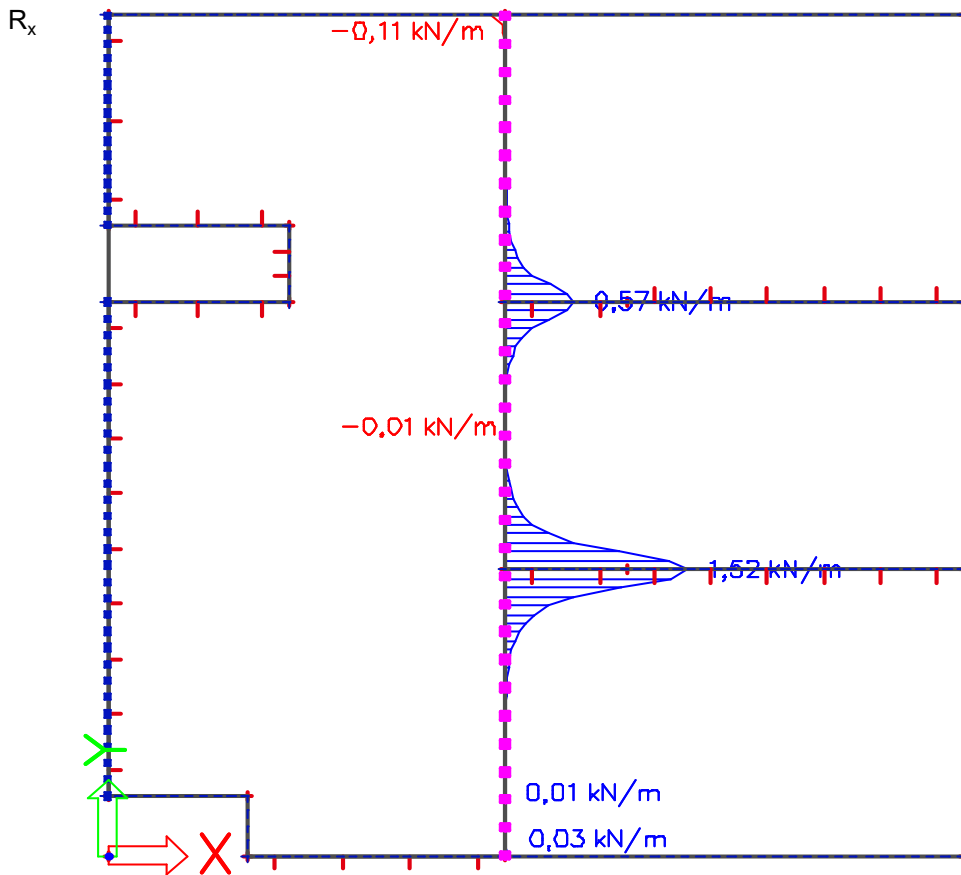
R_x



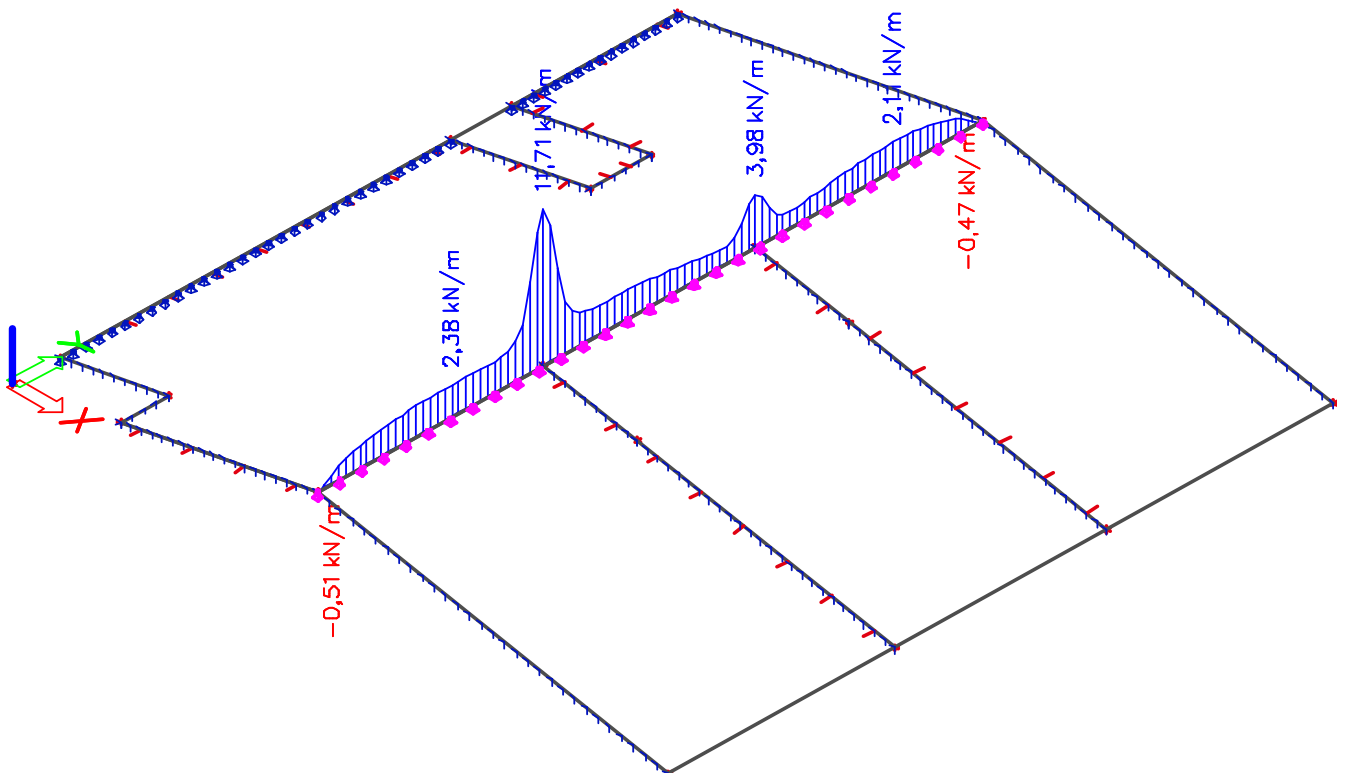
R_z




(1) G202



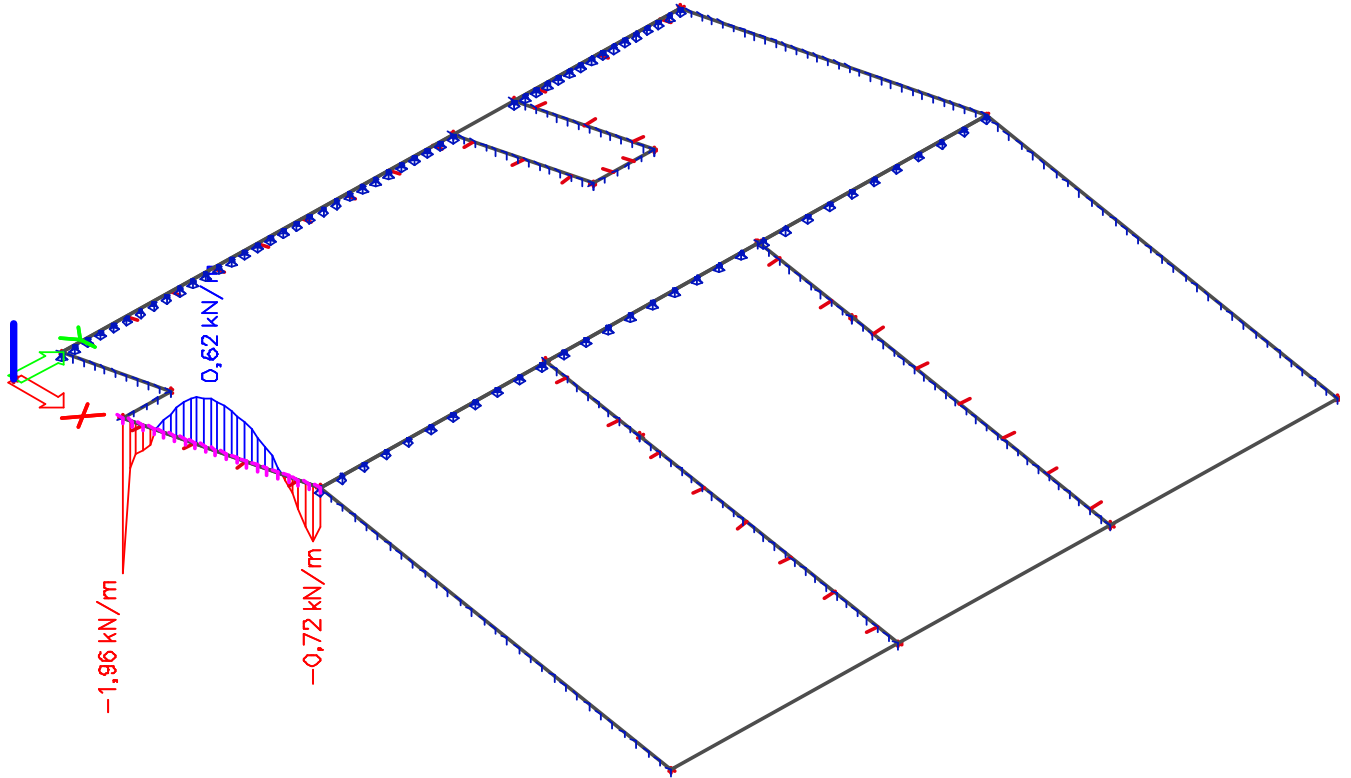
R_z



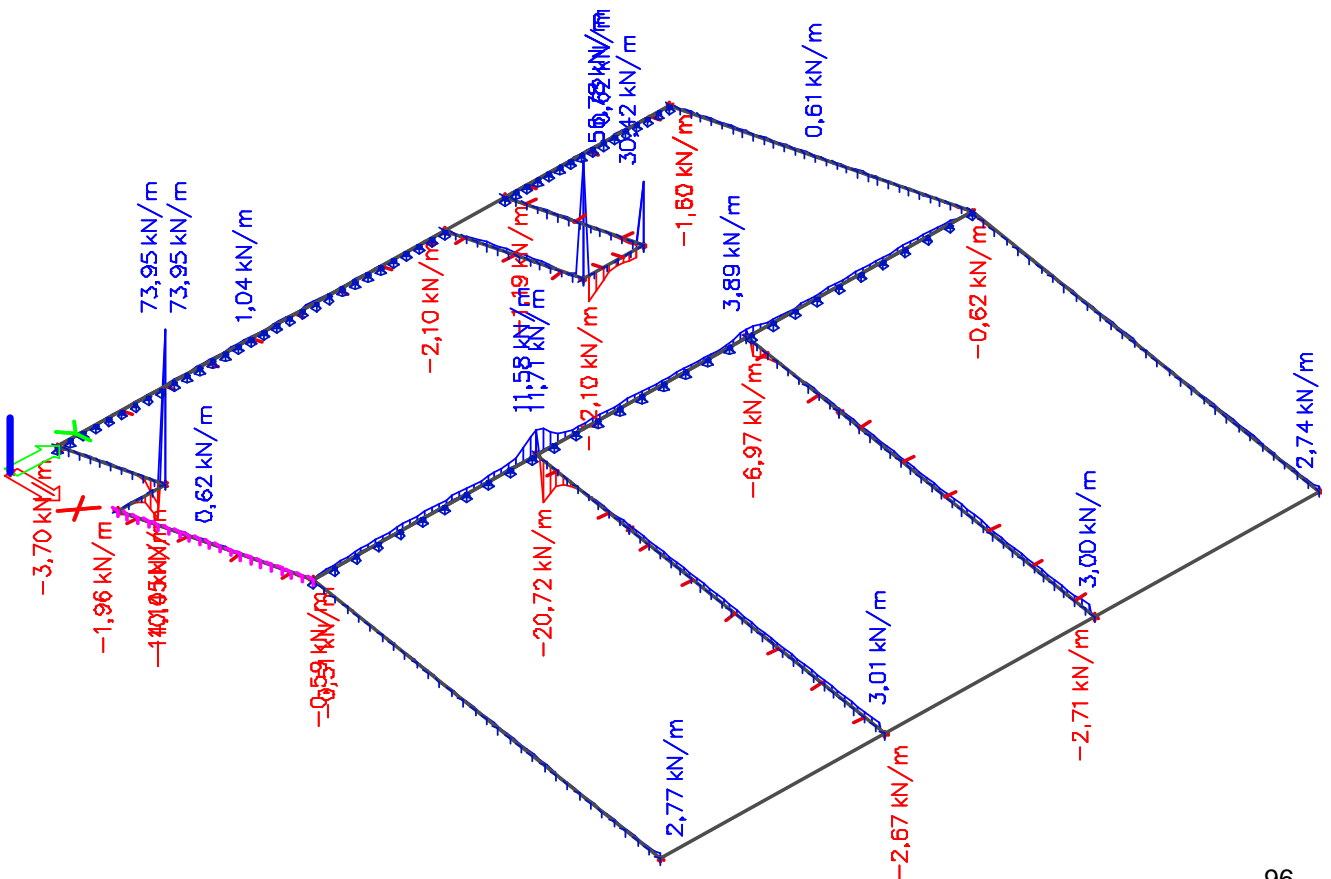
 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G203

R_z

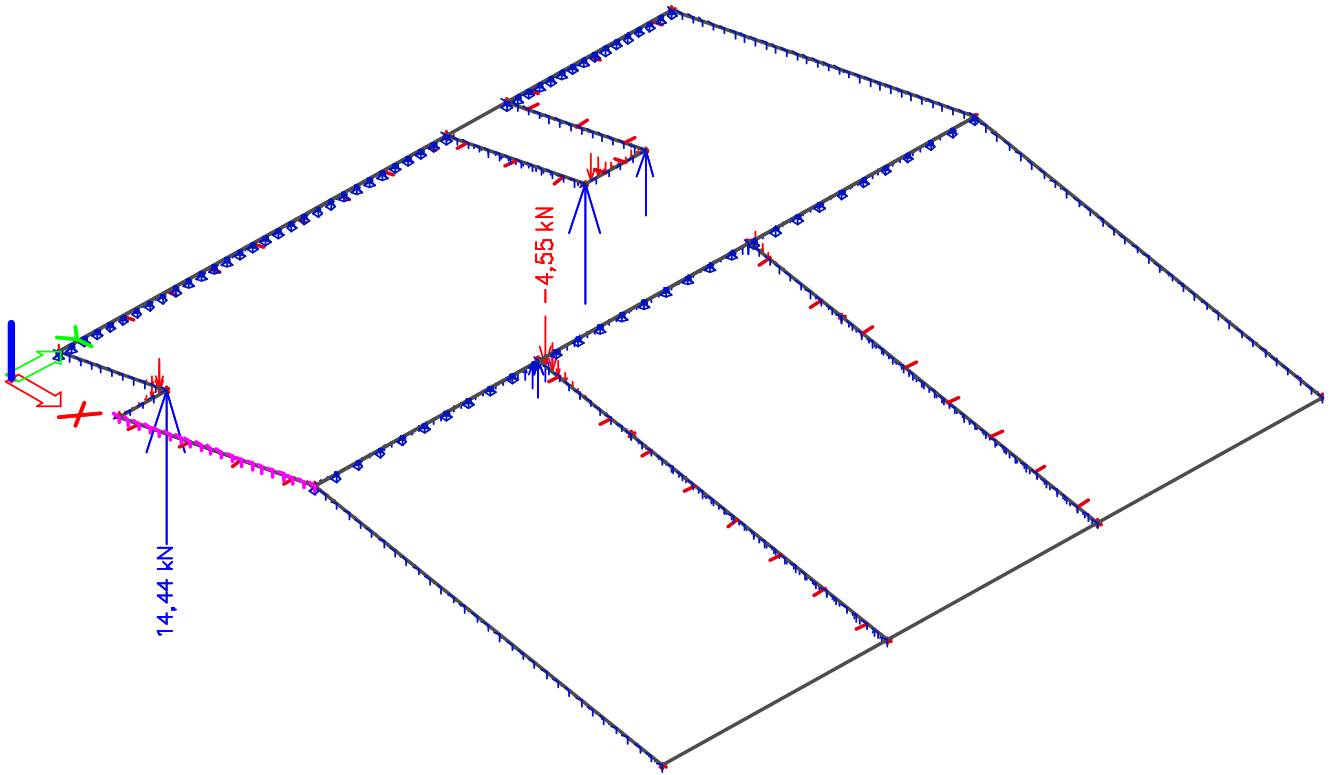


(2) maksimalna vertikalna reakcija

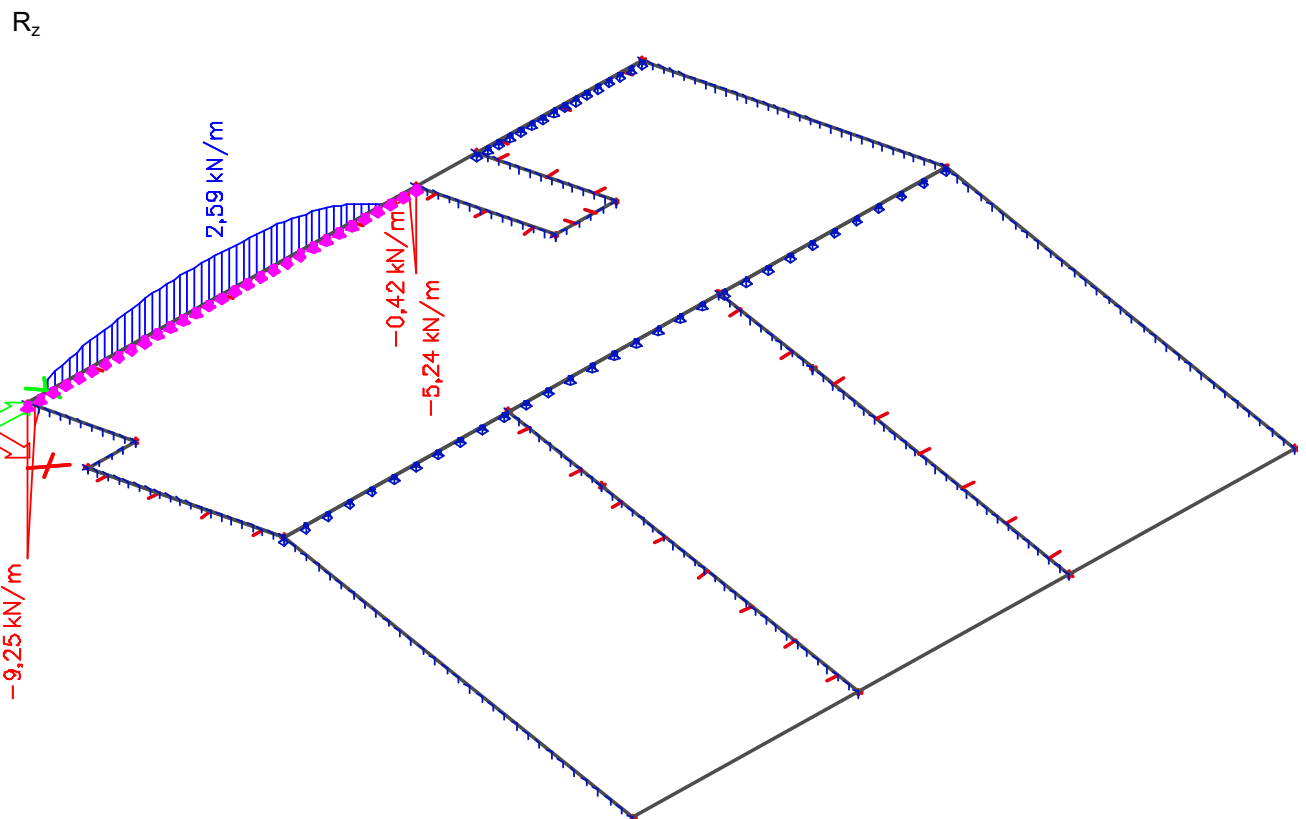
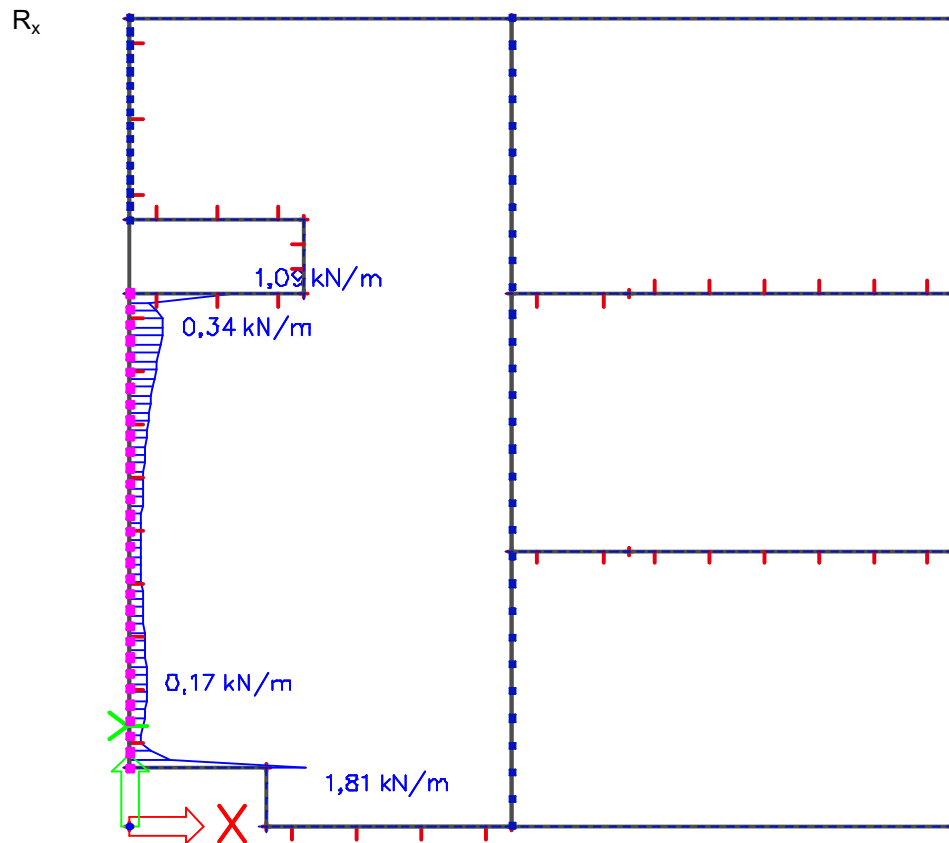


UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(3) mjesto kontrole proboja ploče P200

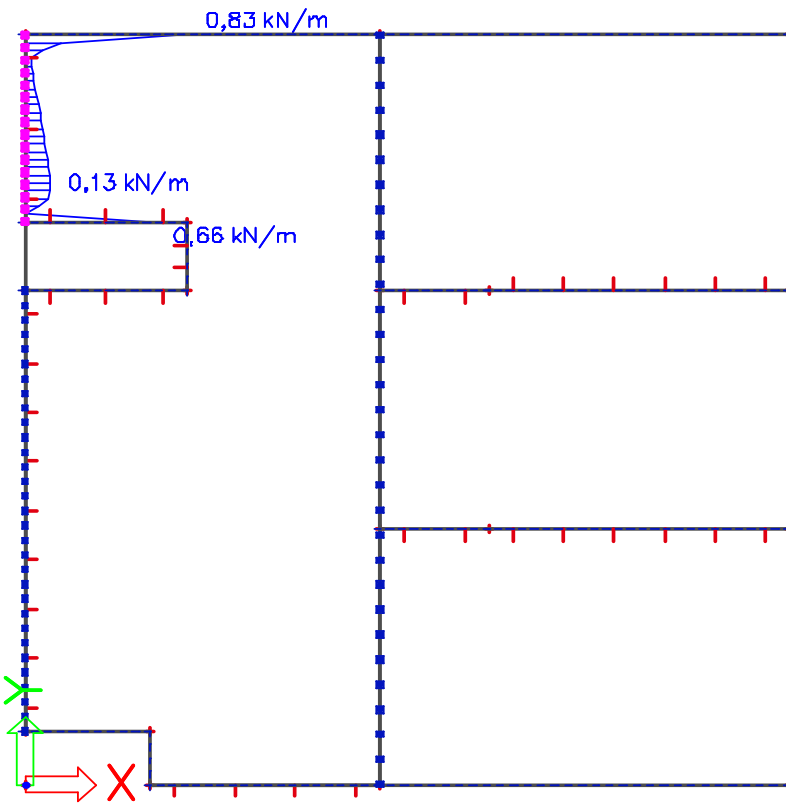


LC3 korisno opterećenje
 (1) G200

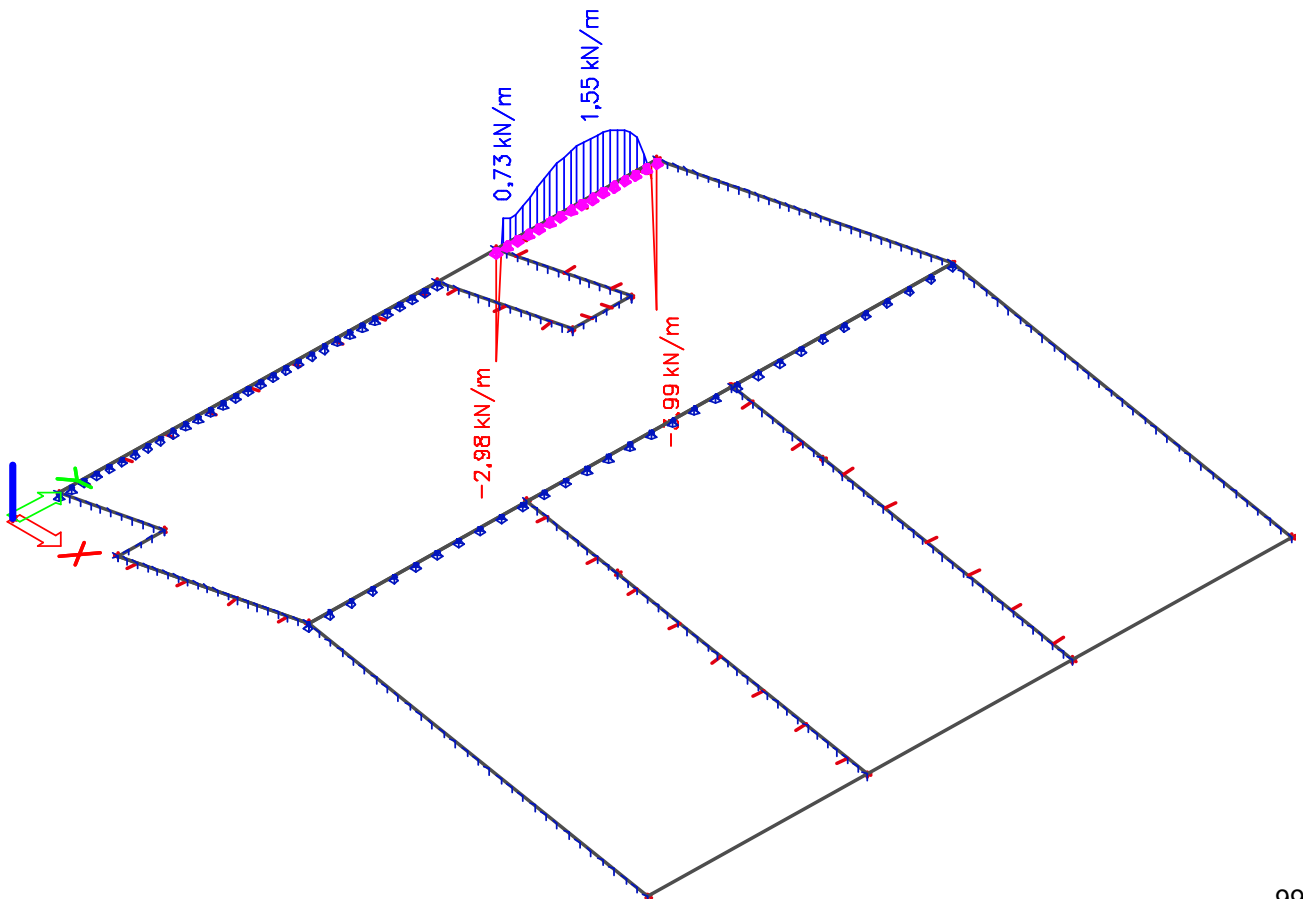


(1) G201

R_x

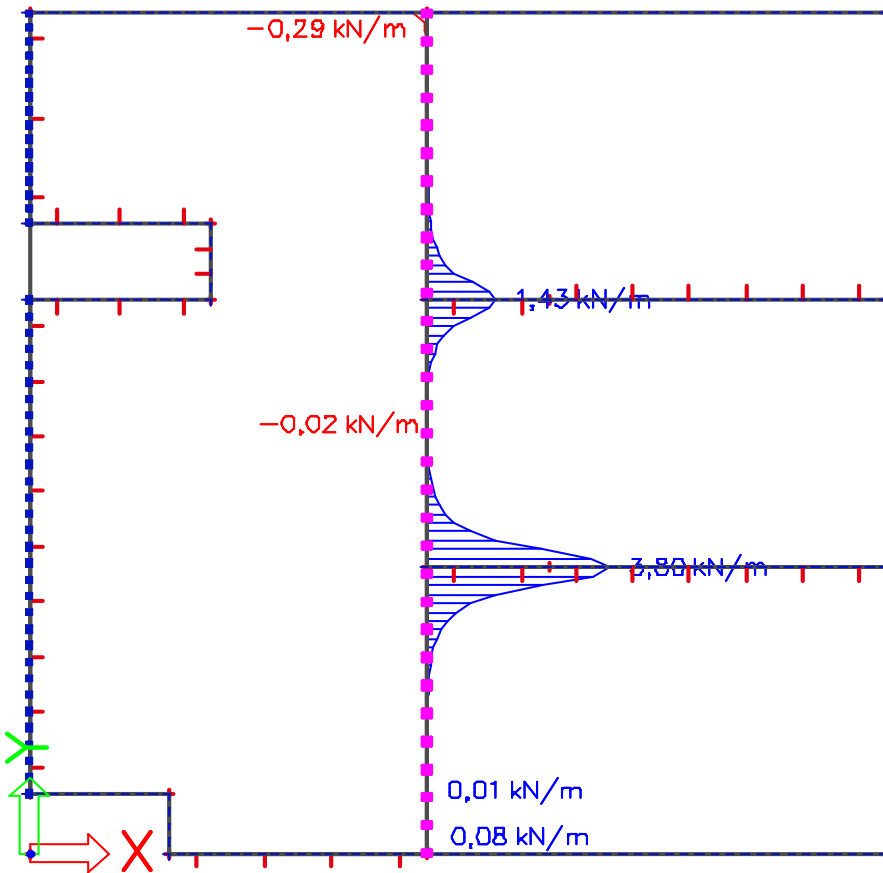


R_z

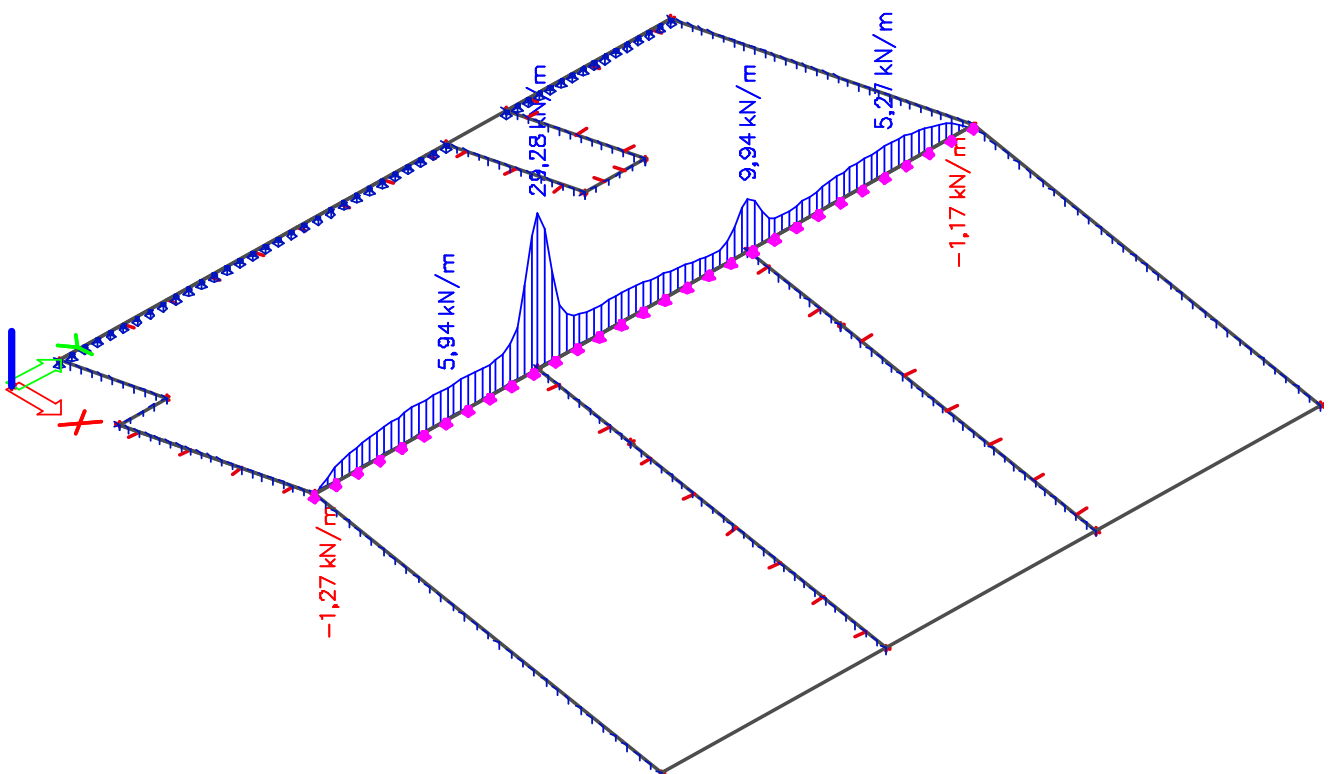


(1) G202

R_x

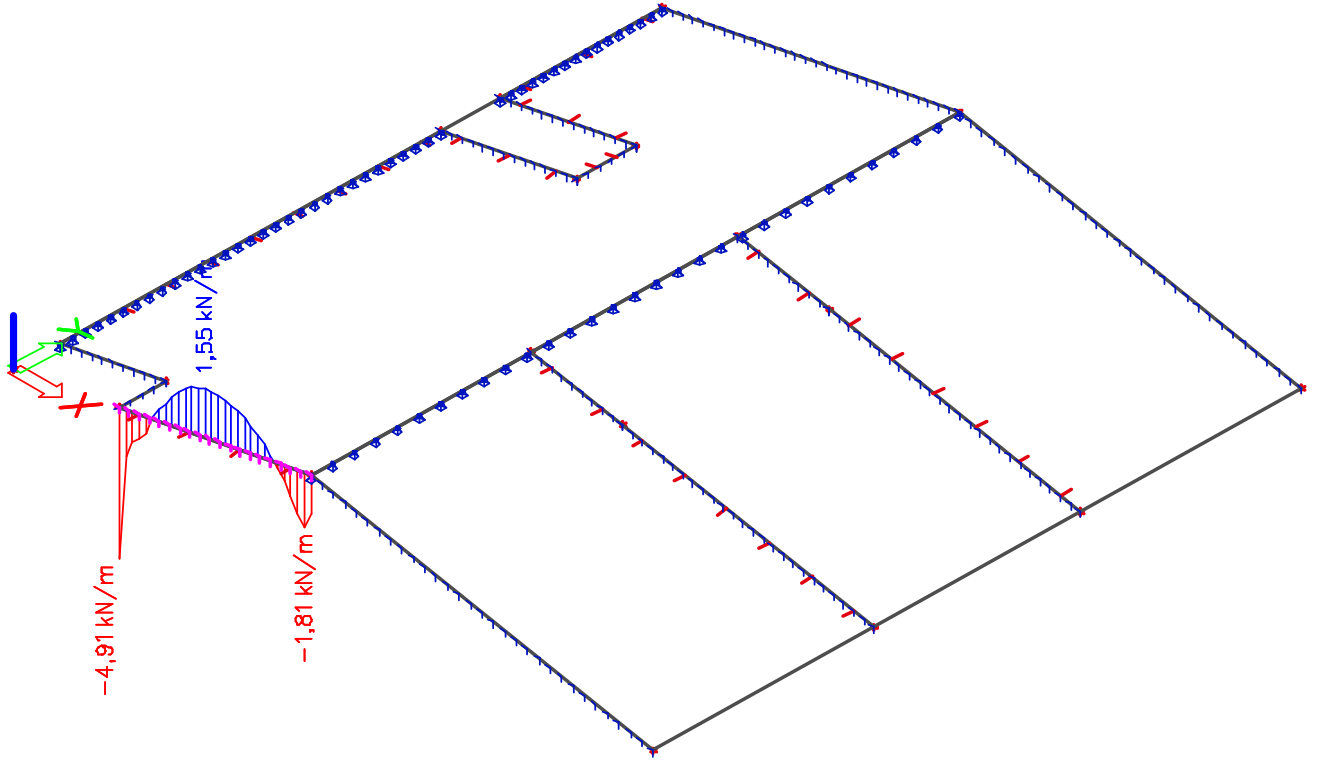


R_z

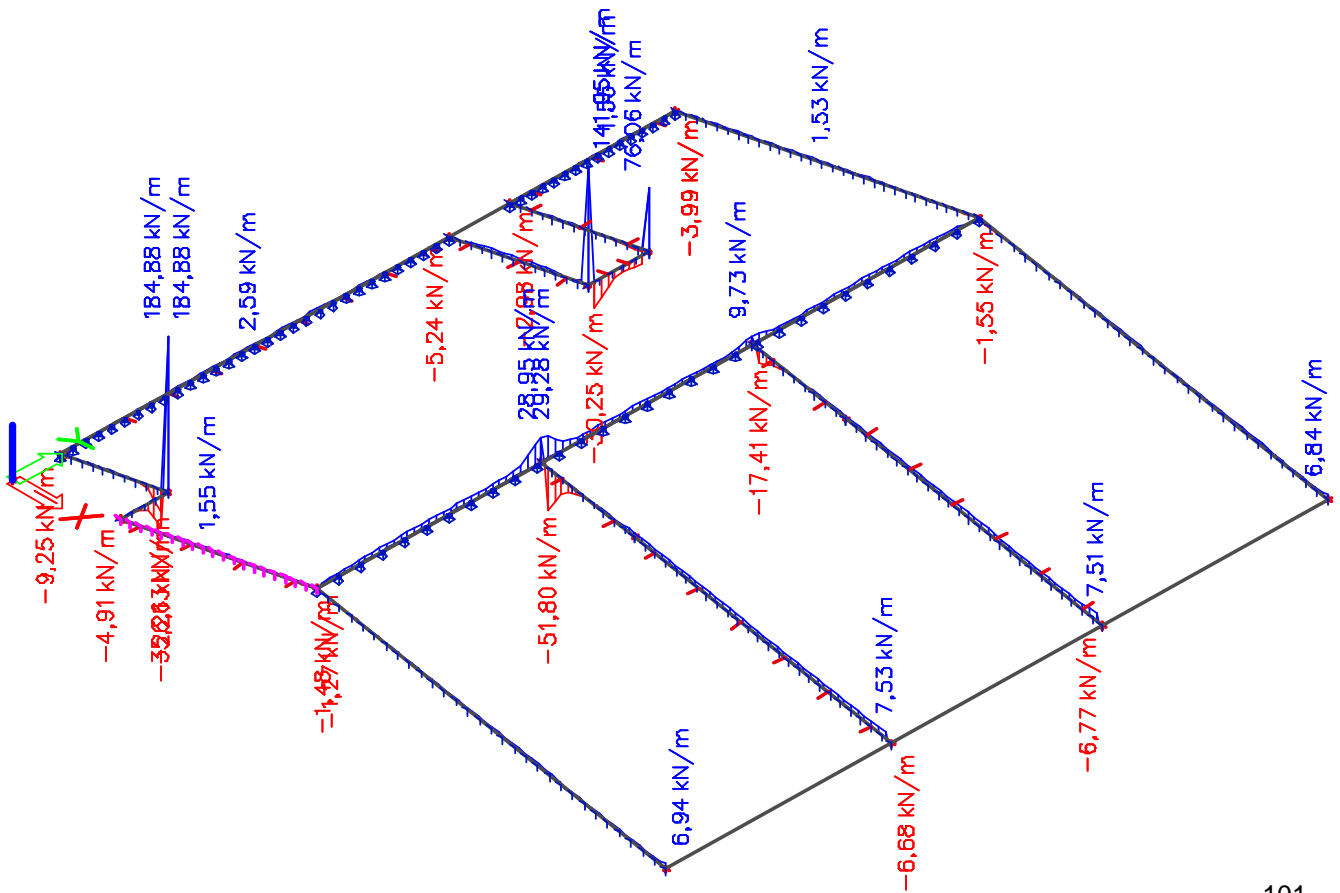



(1) G203

R_z

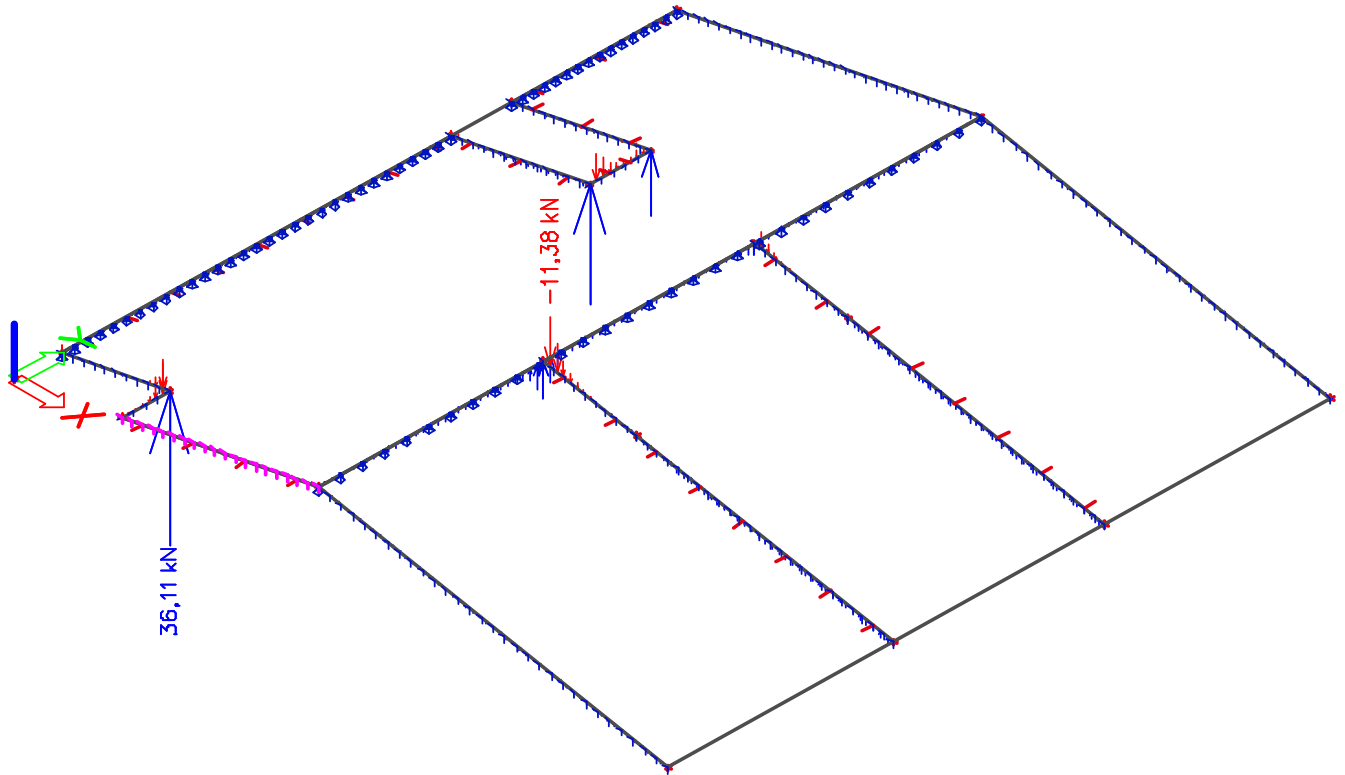



(2) maksimalna vertikalna reakcija



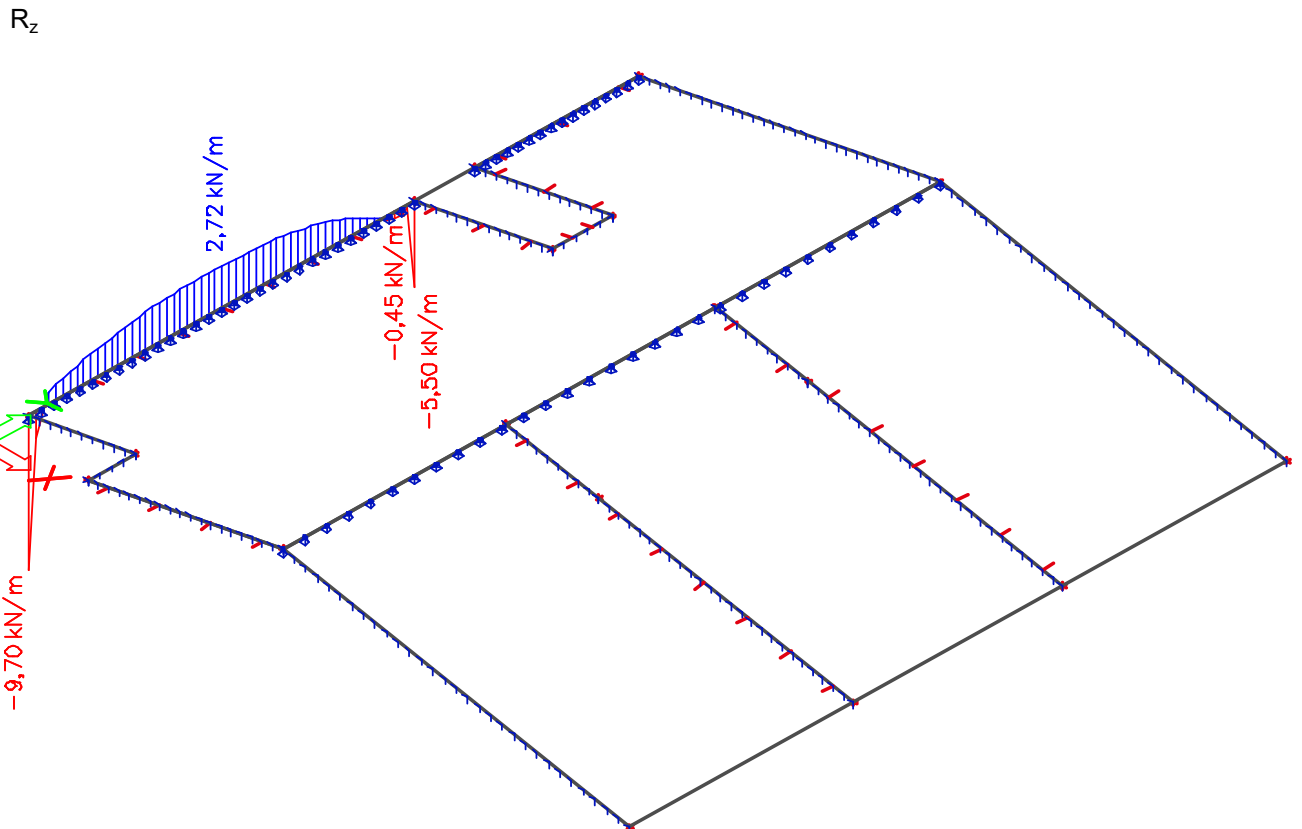
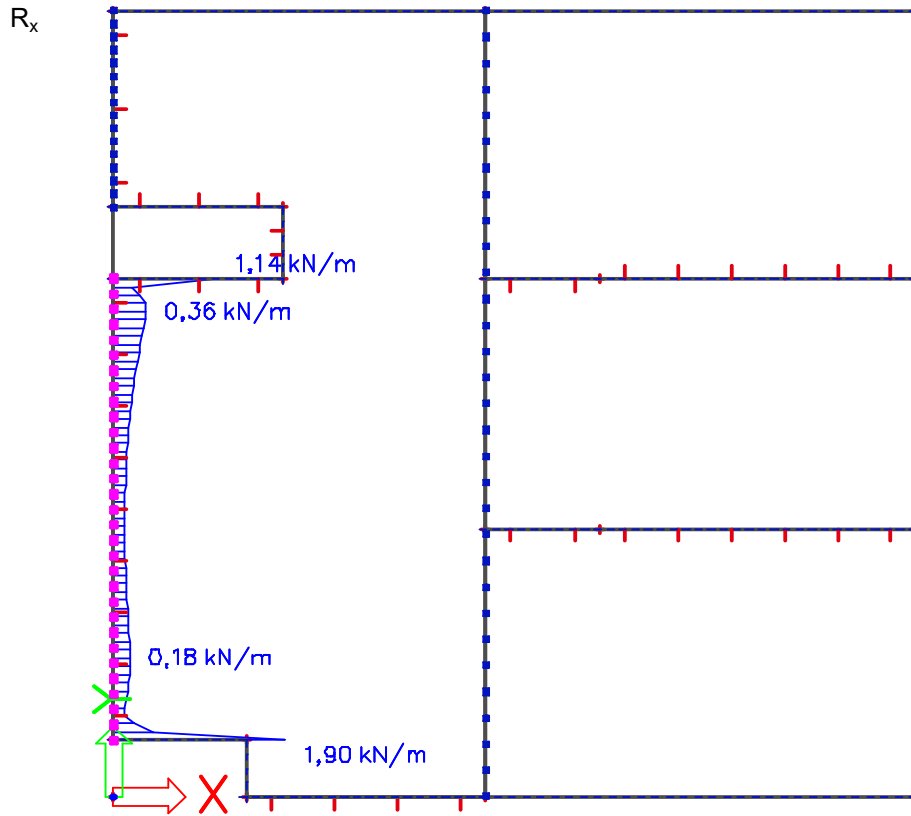
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(3) mjesto kontrole proboja ploče P200

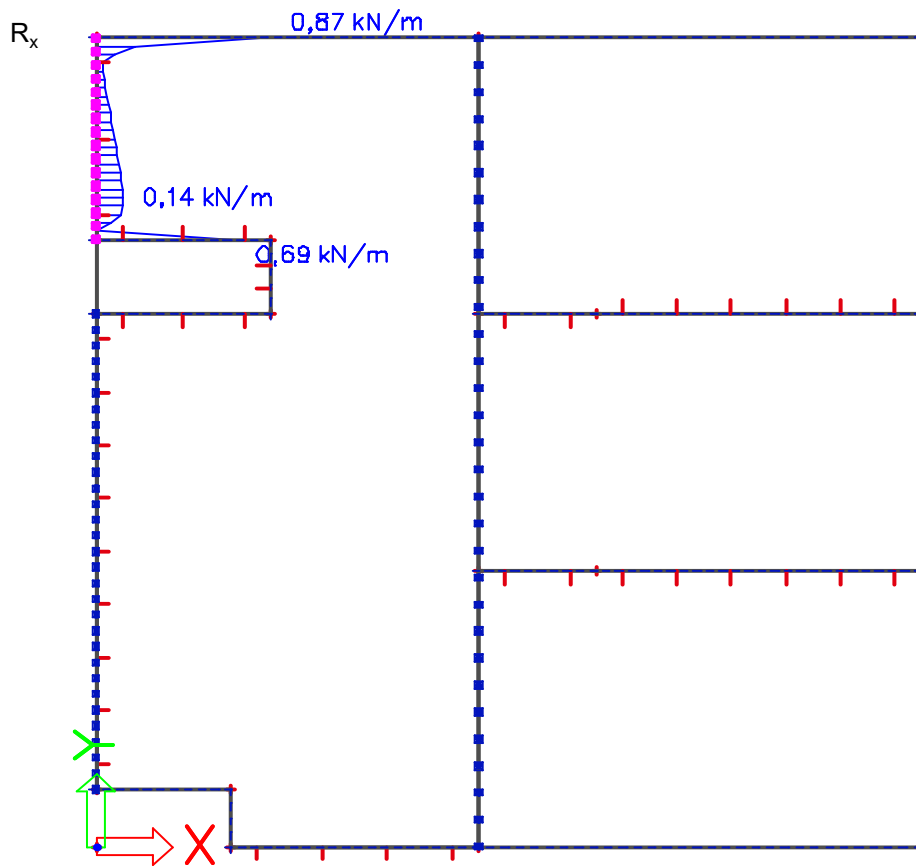


 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

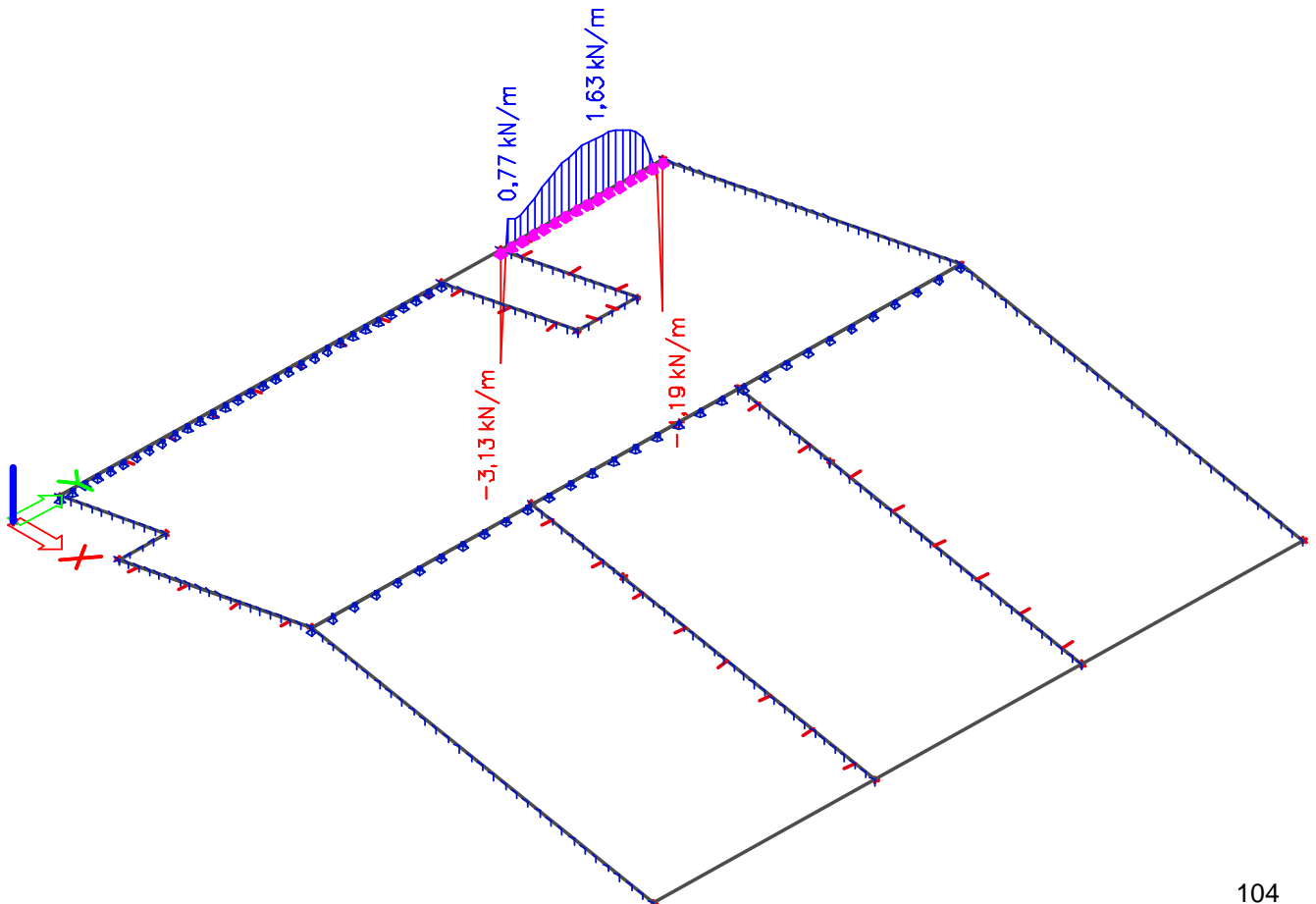
LC4 opterećenje snijegom
(1) G200



(1) G201

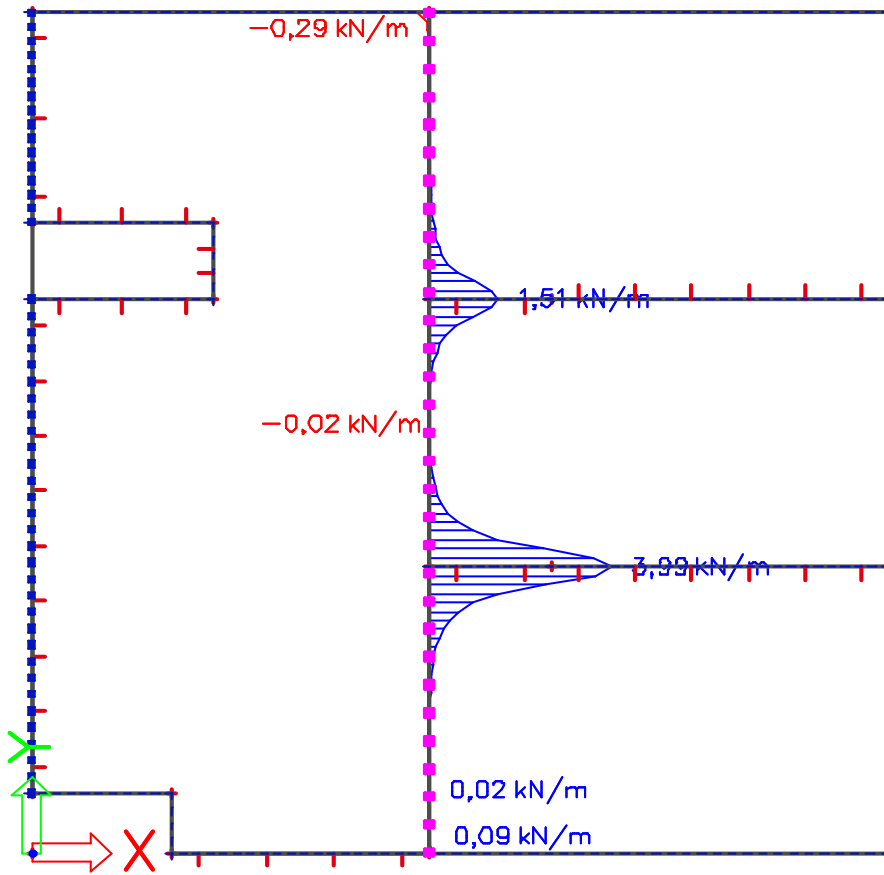


R_z

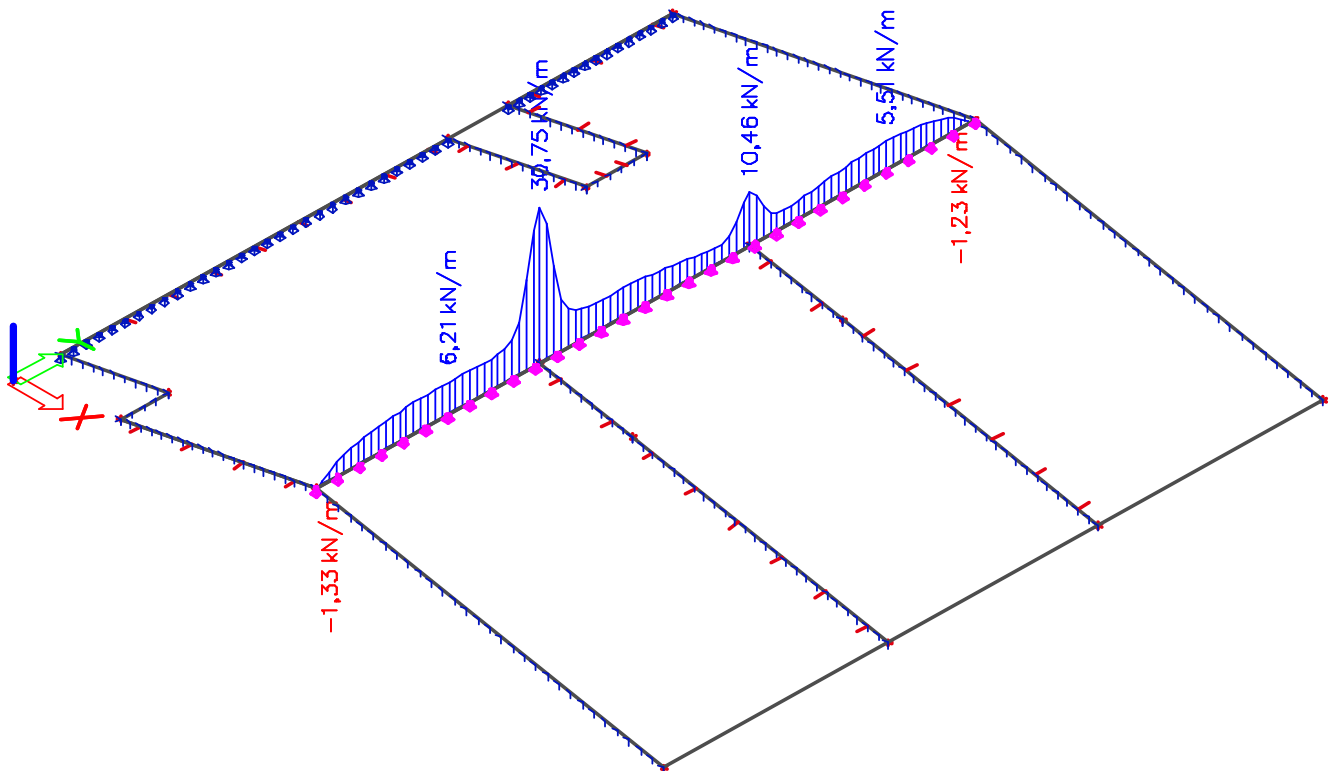


(1) G202

R_x

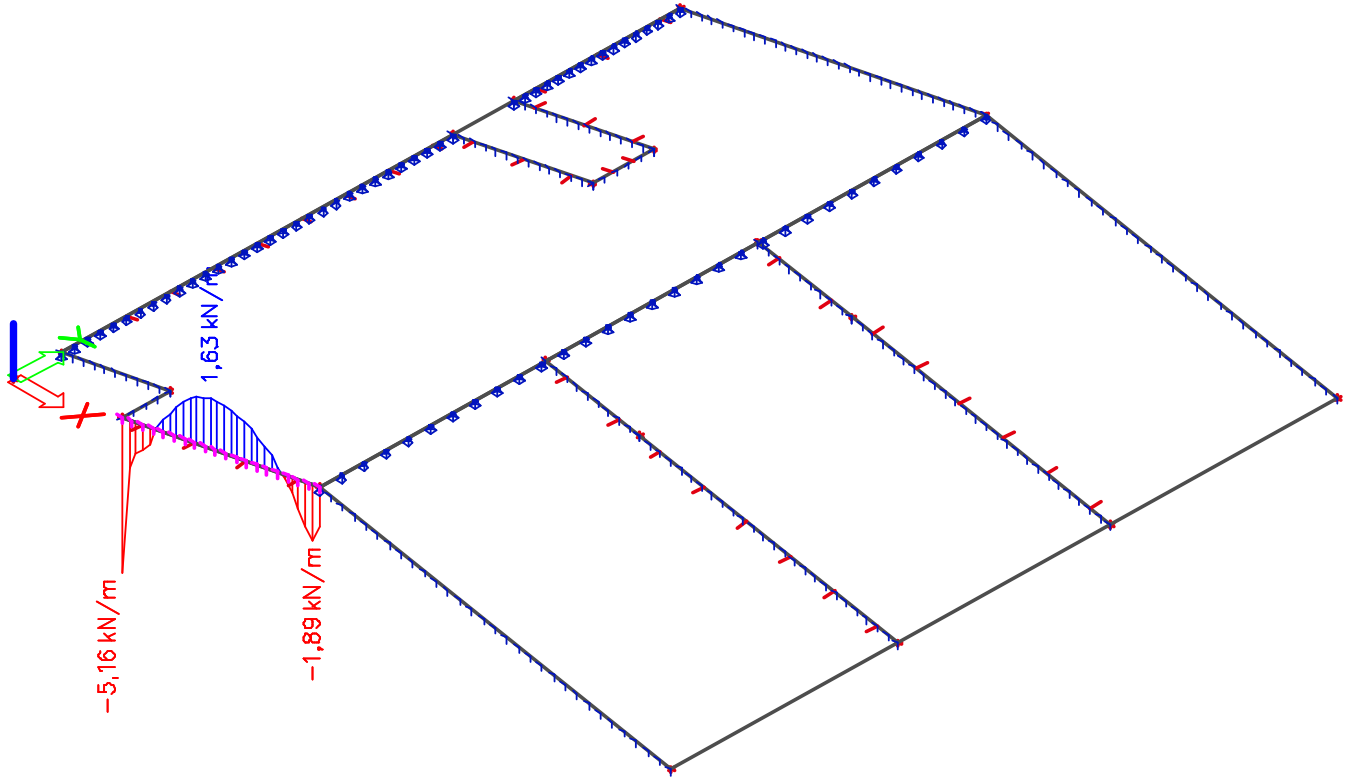


R_z

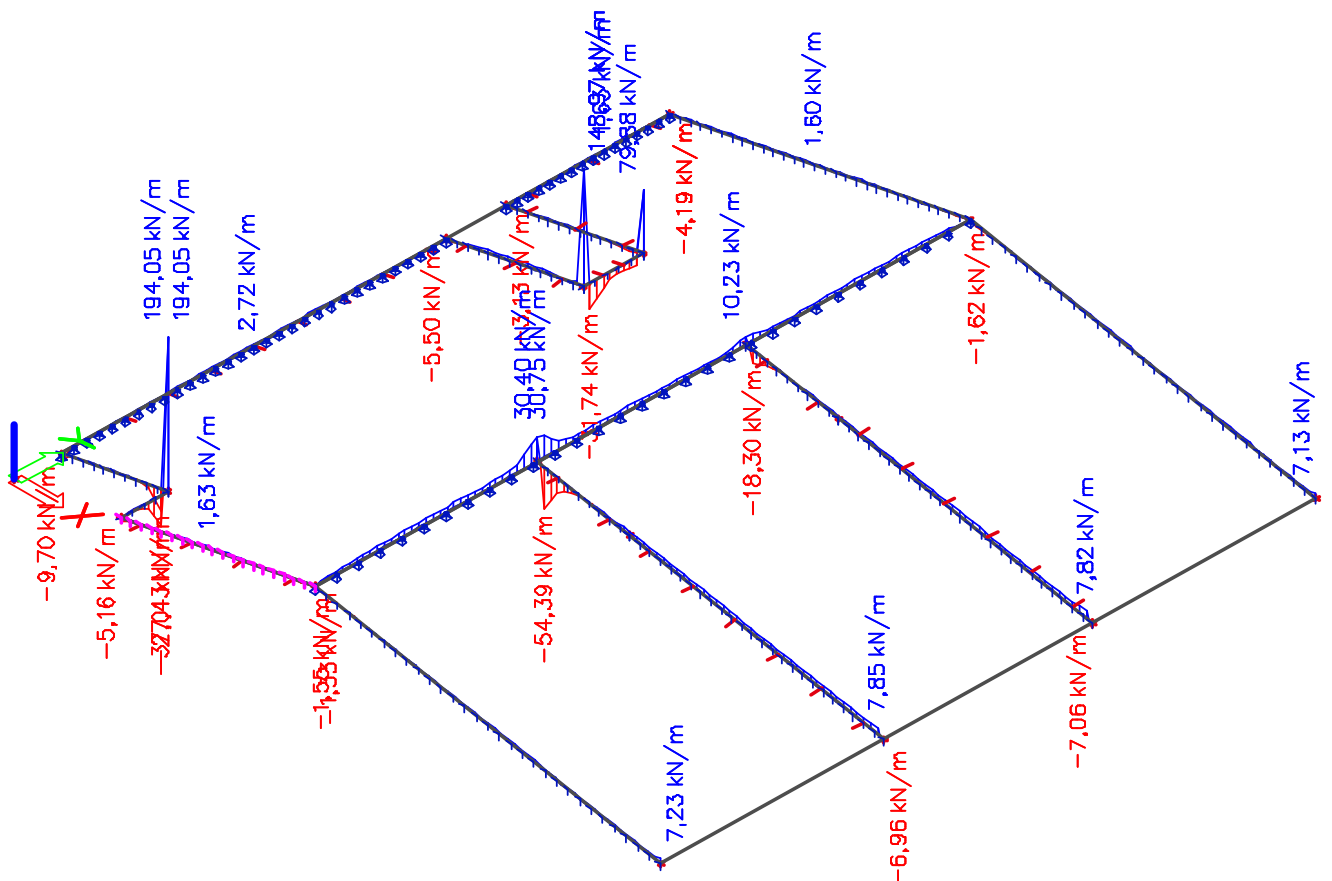


(1) G203

R_z

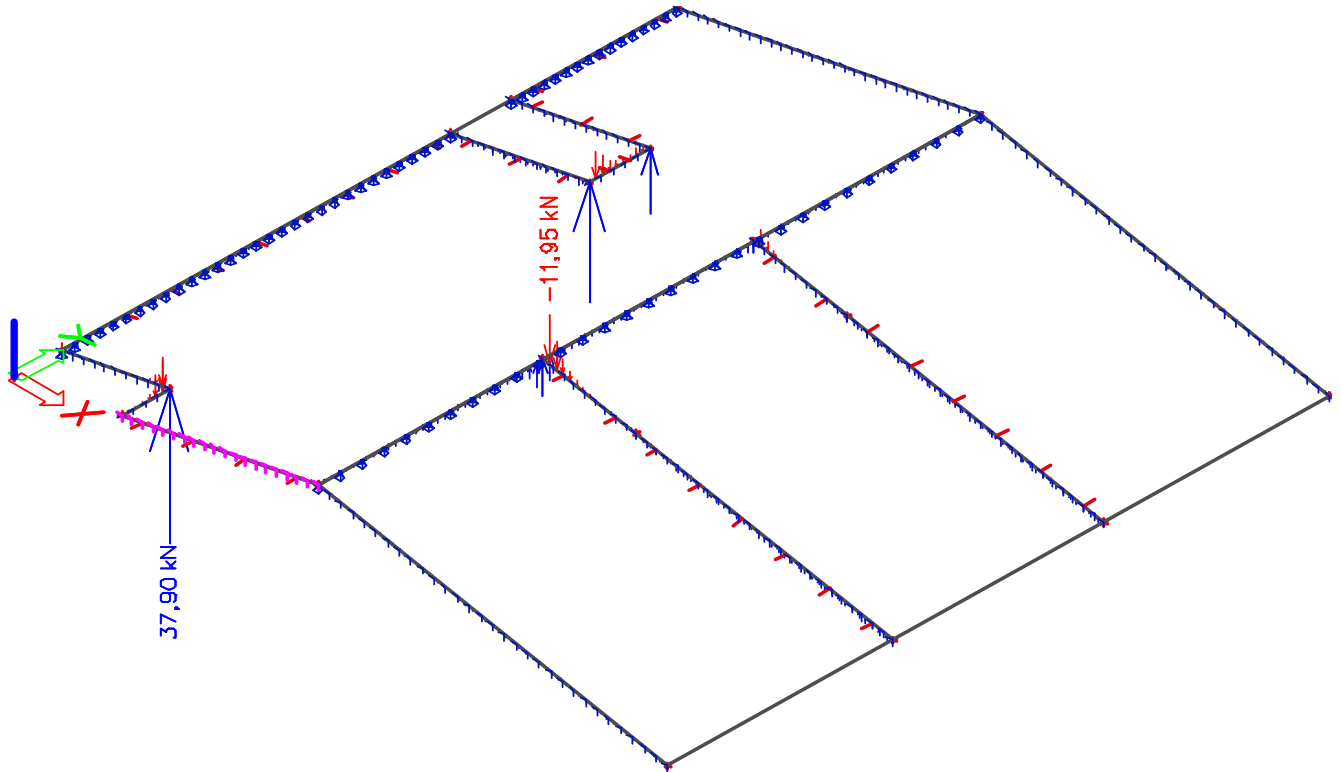



(2) maksimalna vertikalna reakcija



UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

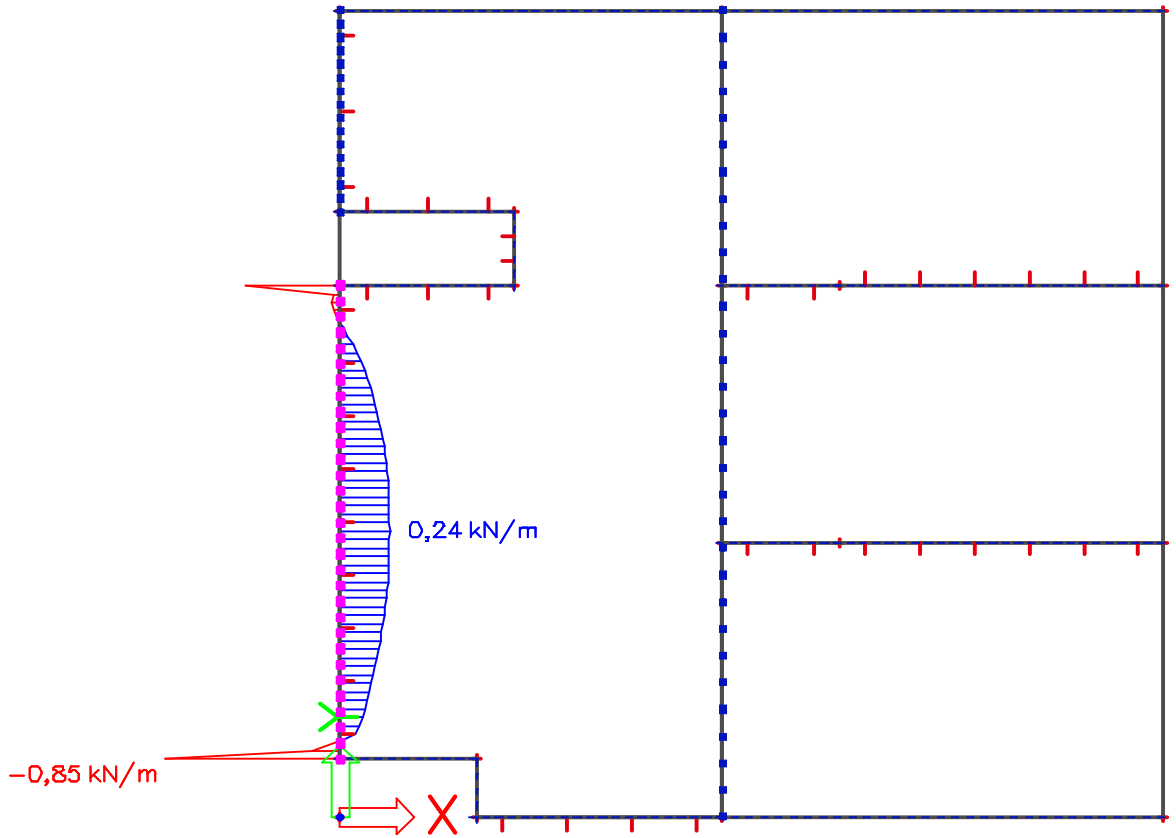
(3) mjesto kontrole proboja ploče P200



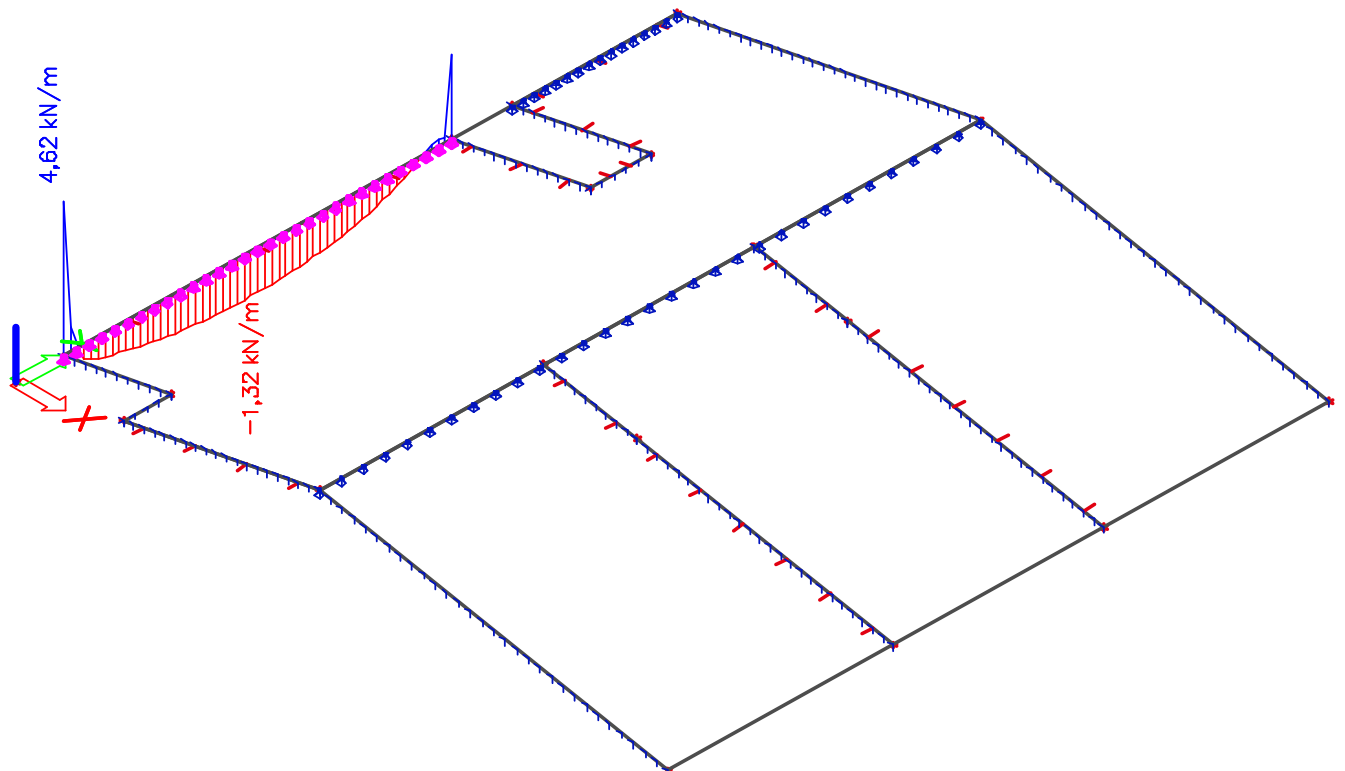
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC5 opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada
 (1) G200

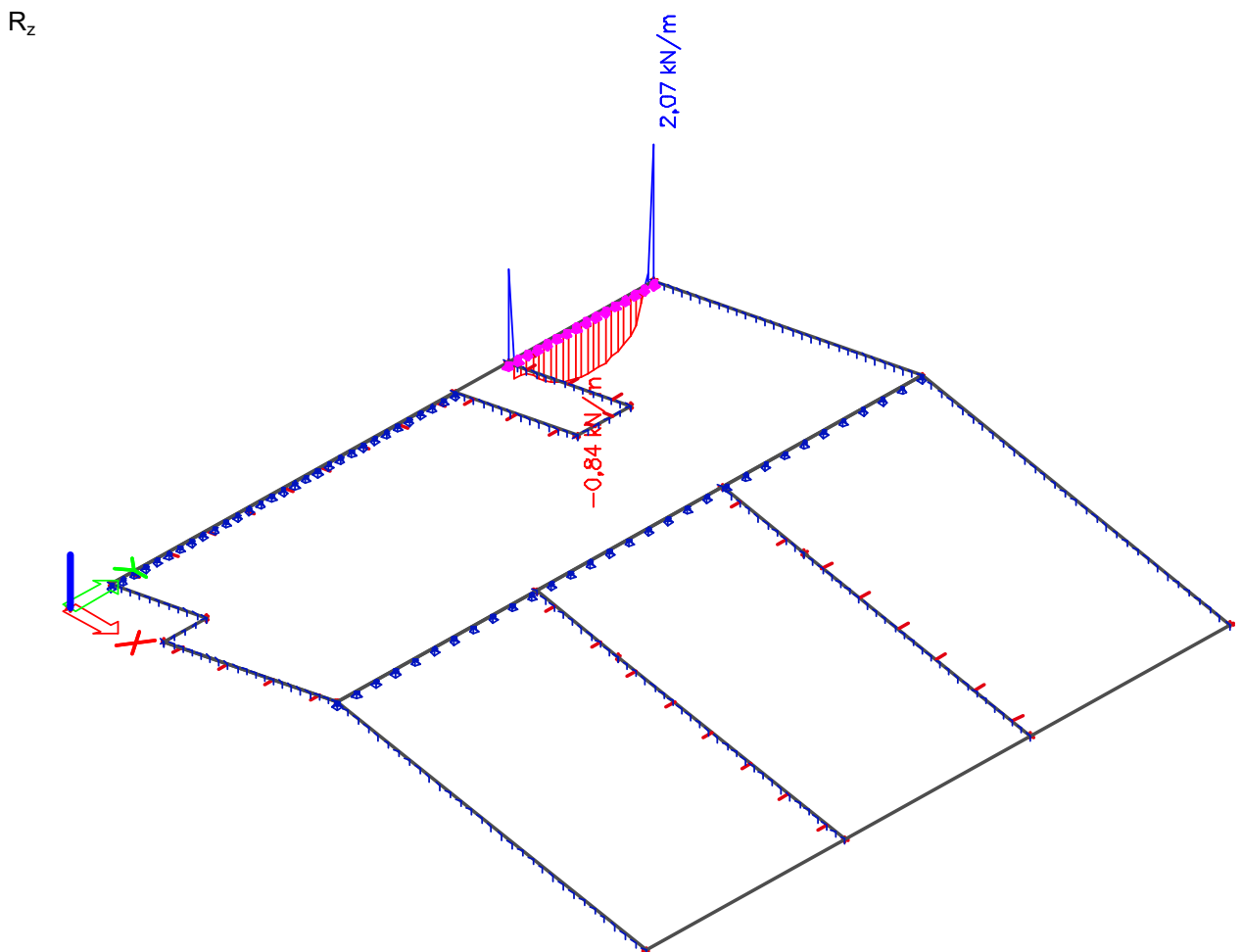
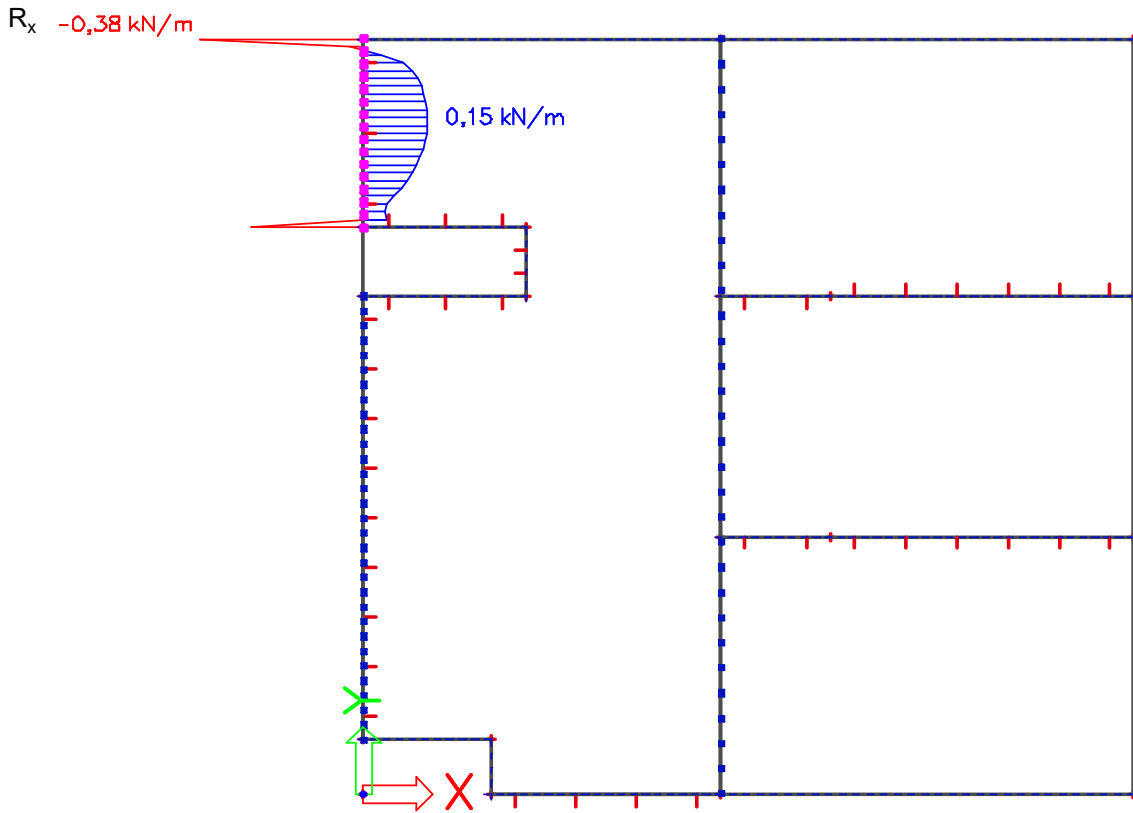
R_x



R_z

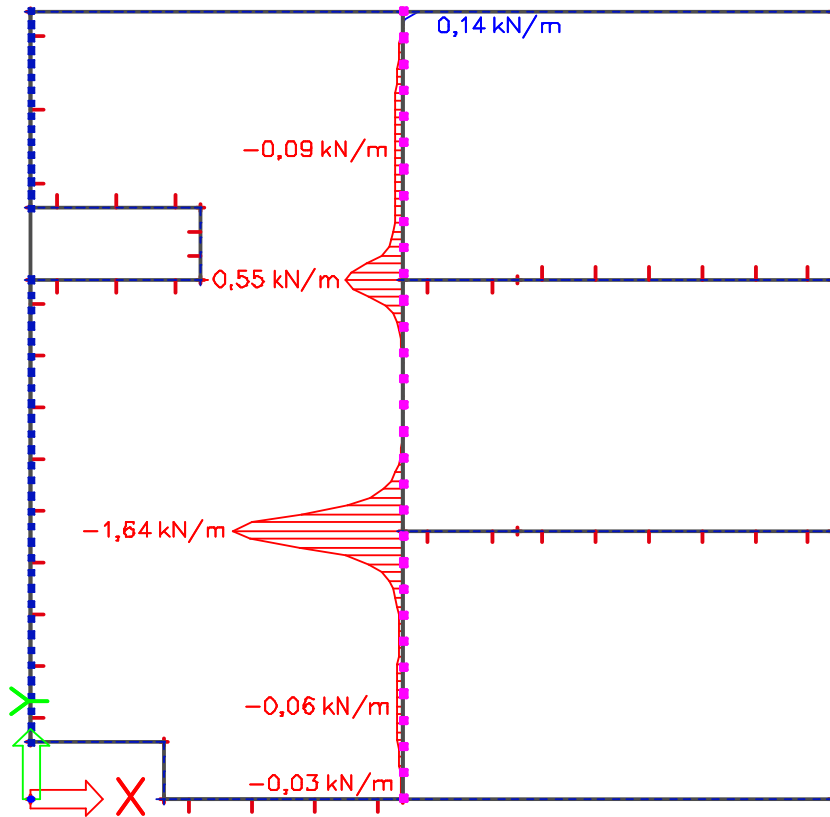


(1) G201

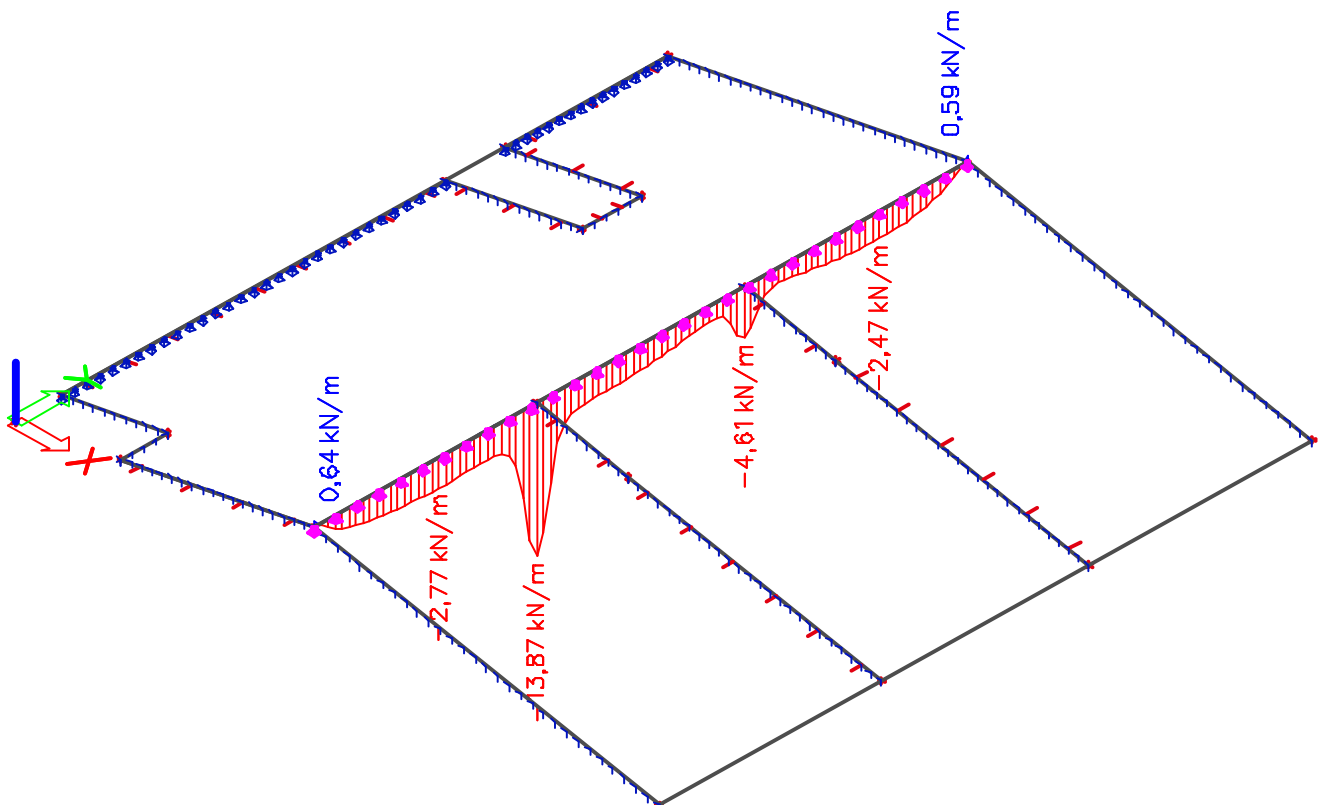



(1) G202

R_x



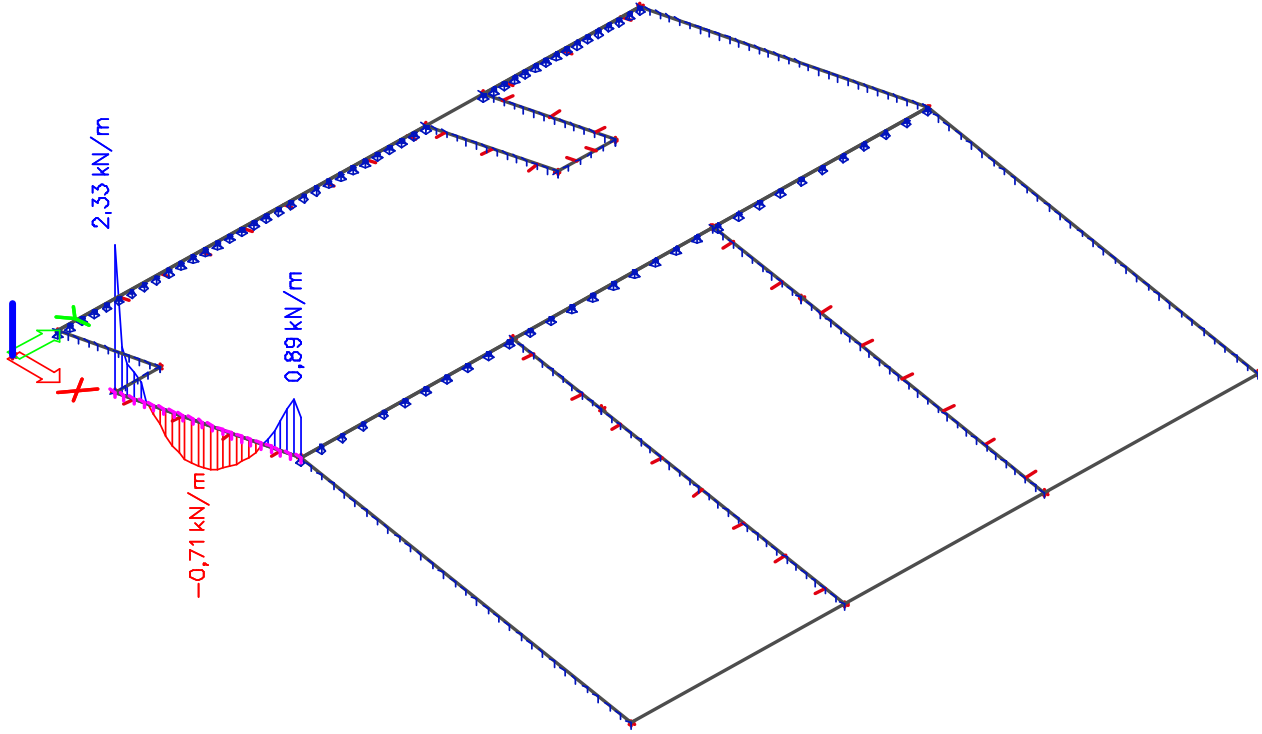
R_z



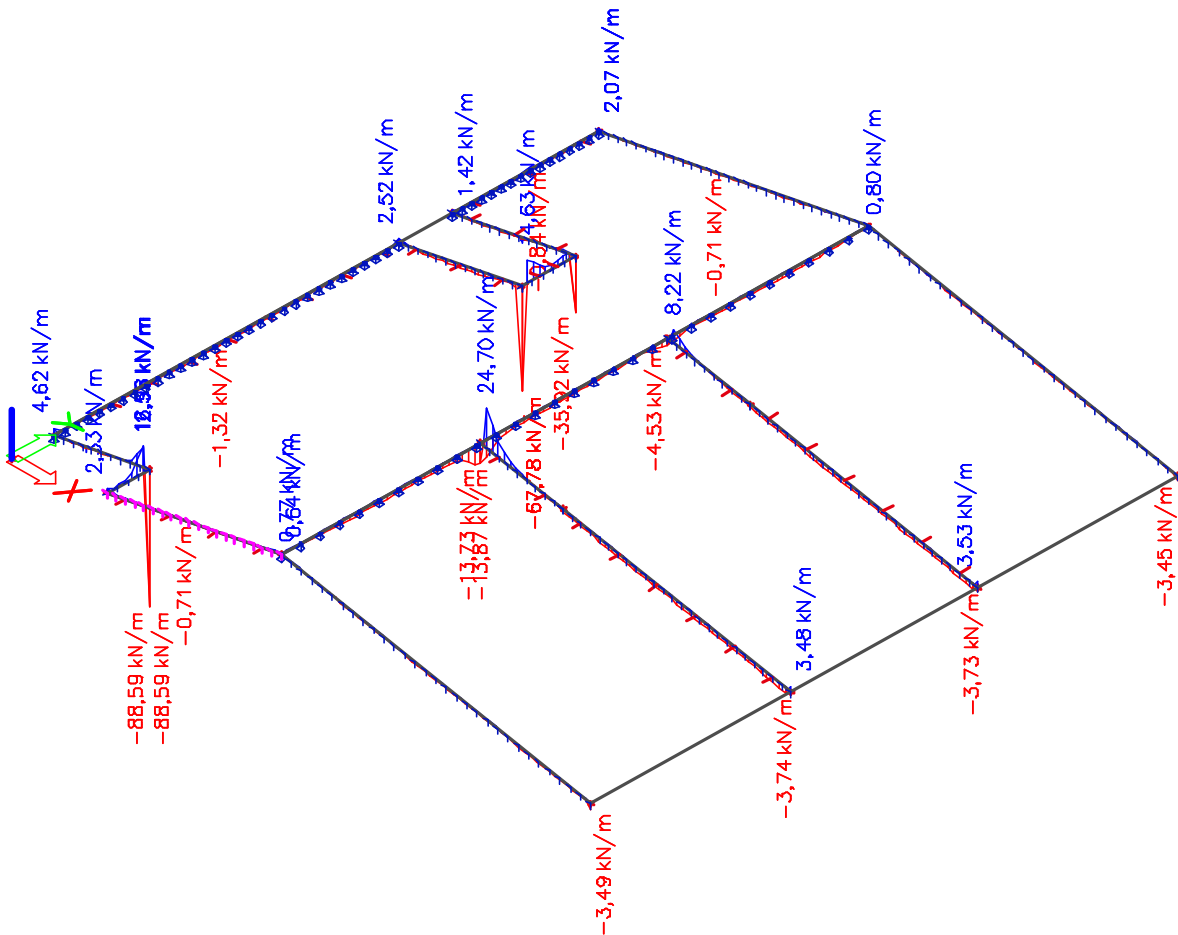
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G203

R_z

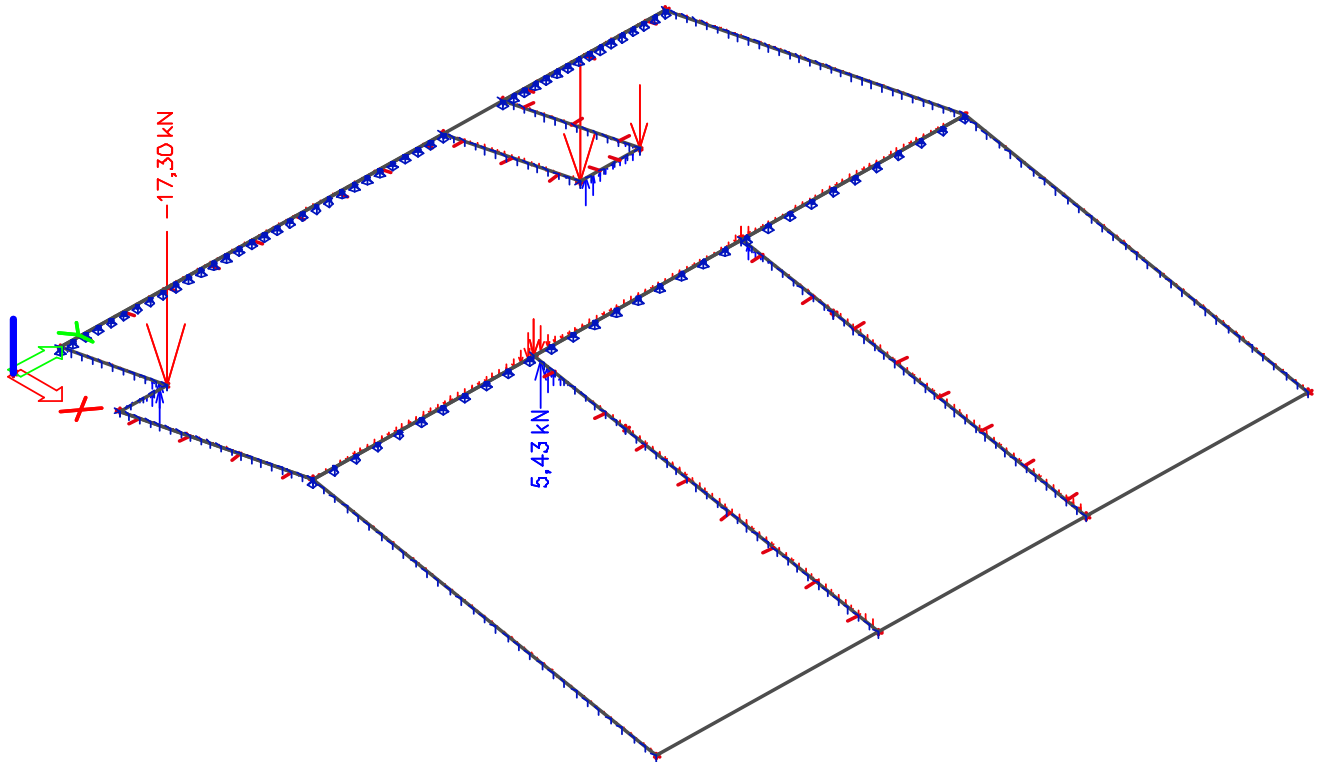



(2) maksimalna vertikalna reakcija



UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

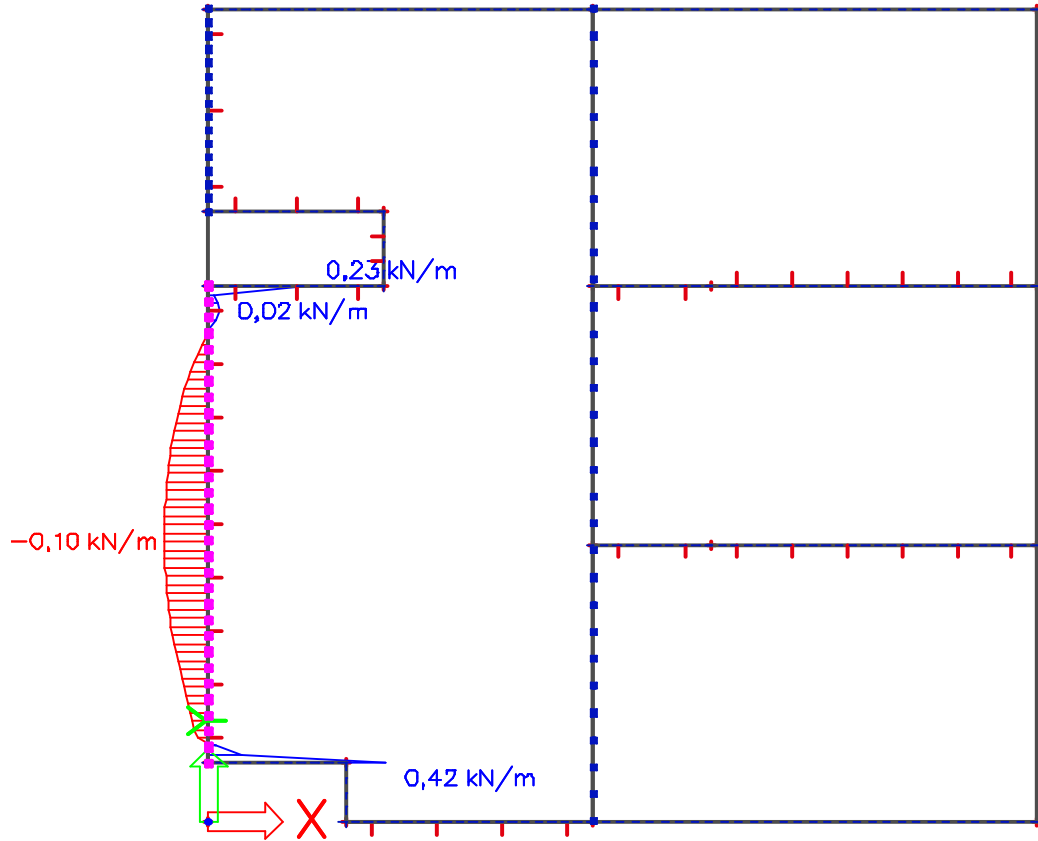
(3) mjesto kontrole proboja ploče P200



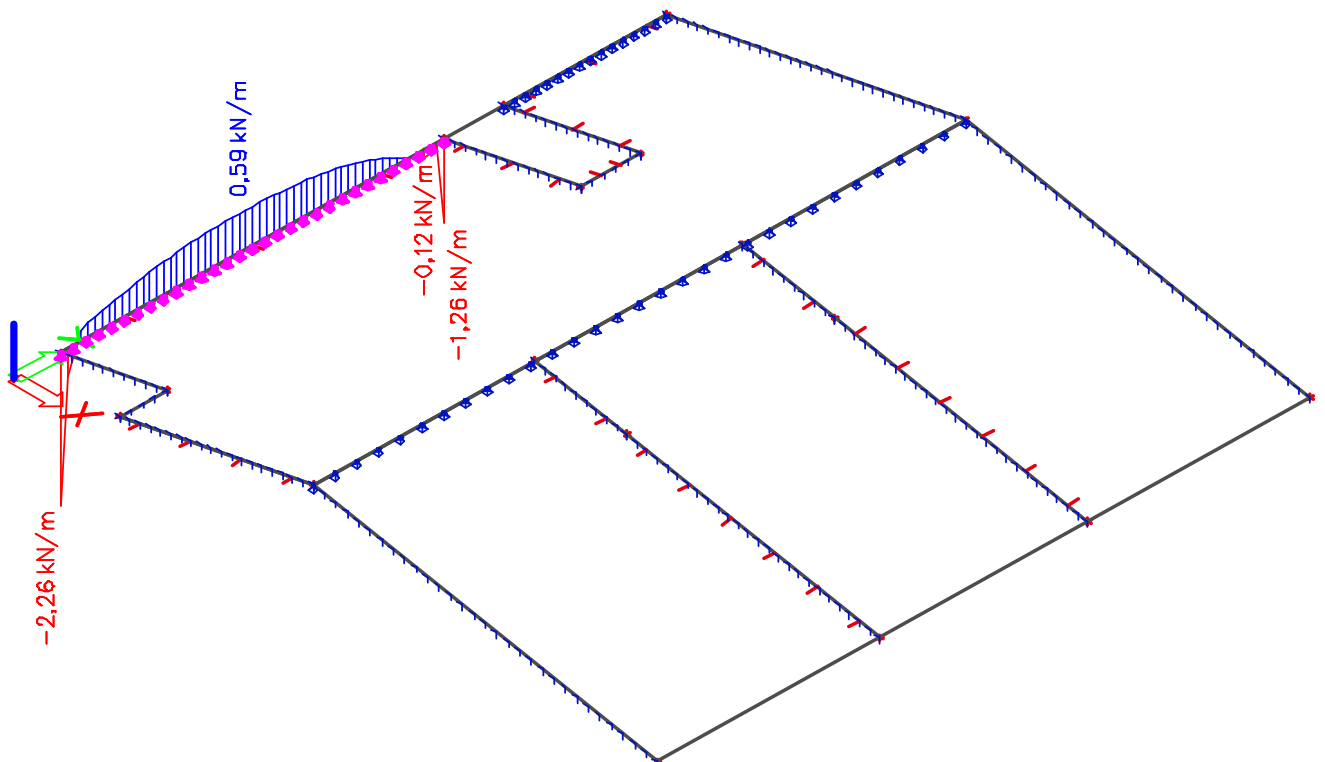
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC6 opterećenje vjetrom - vjetar sa zapada
 (1) G200

R_x

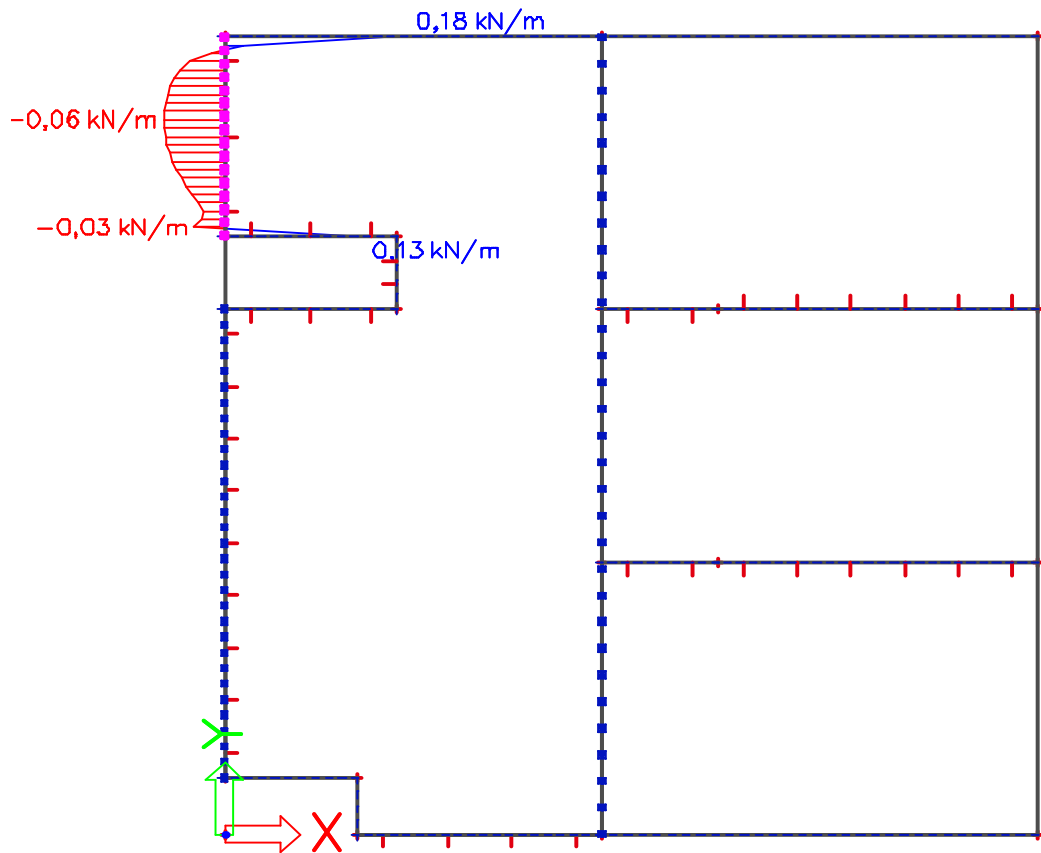


R_z

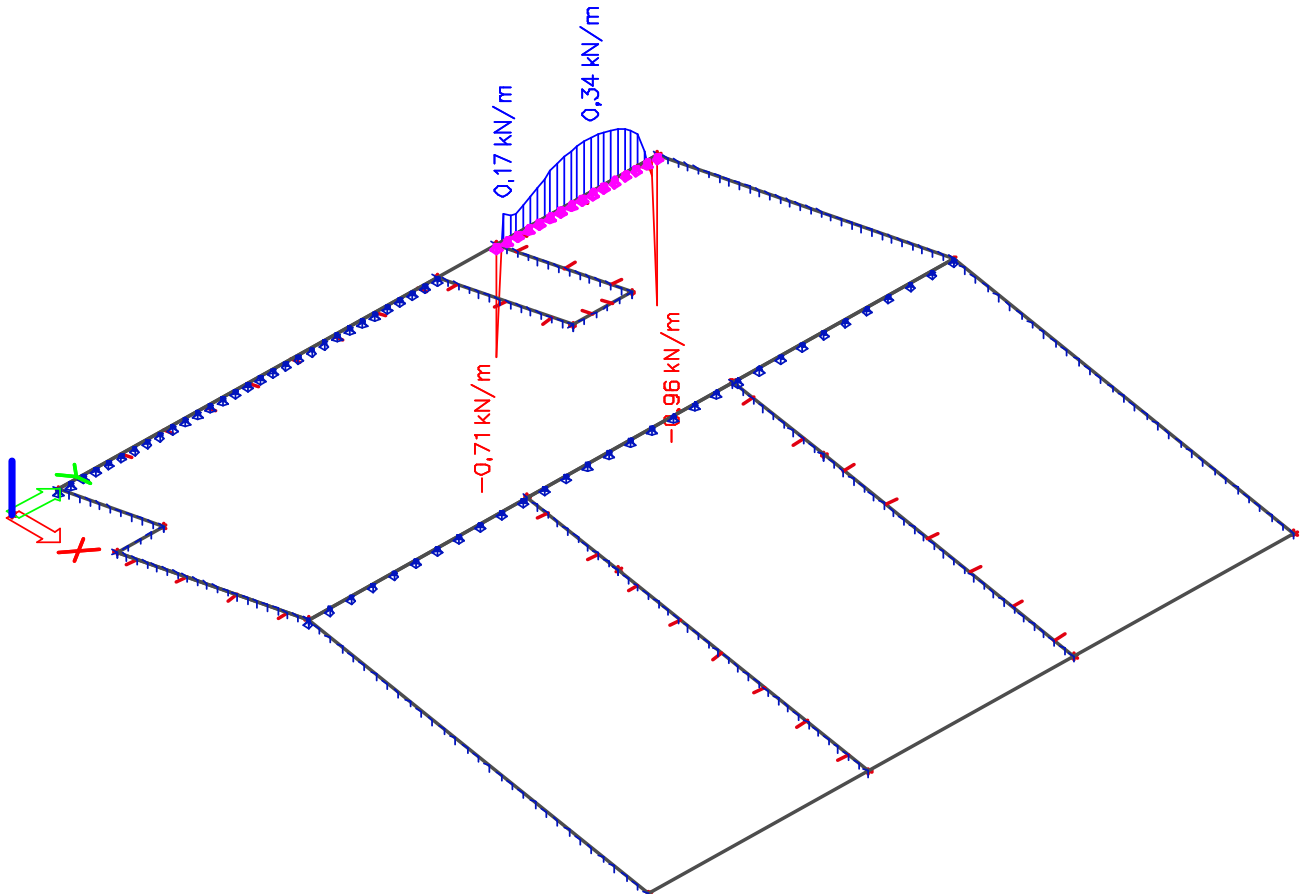


(1) G201

R_x

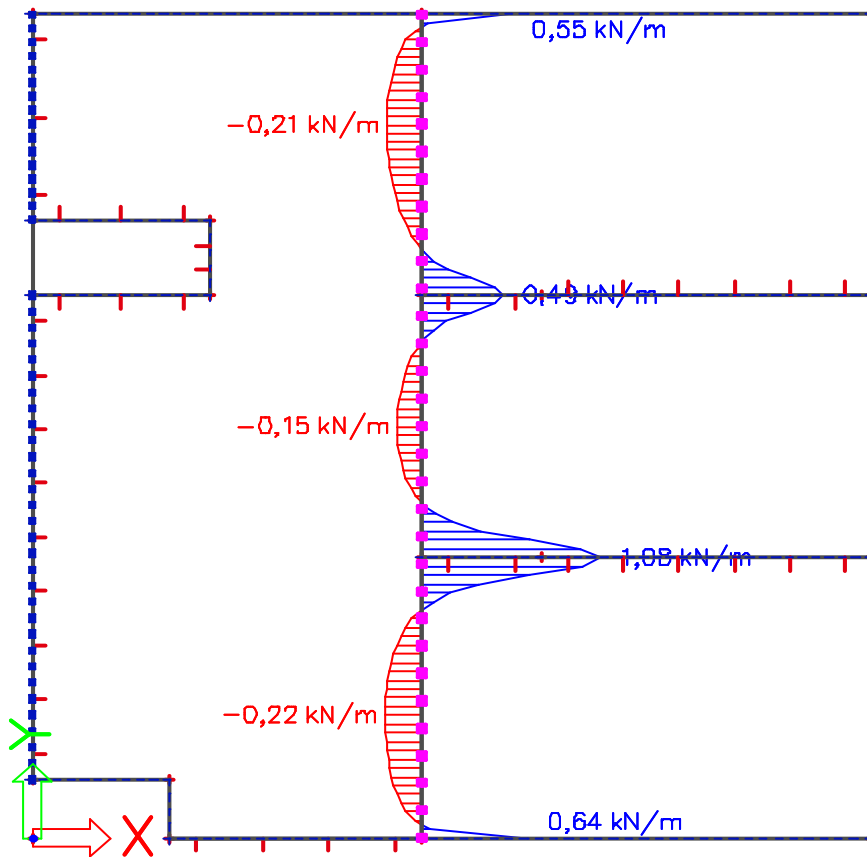


R_z

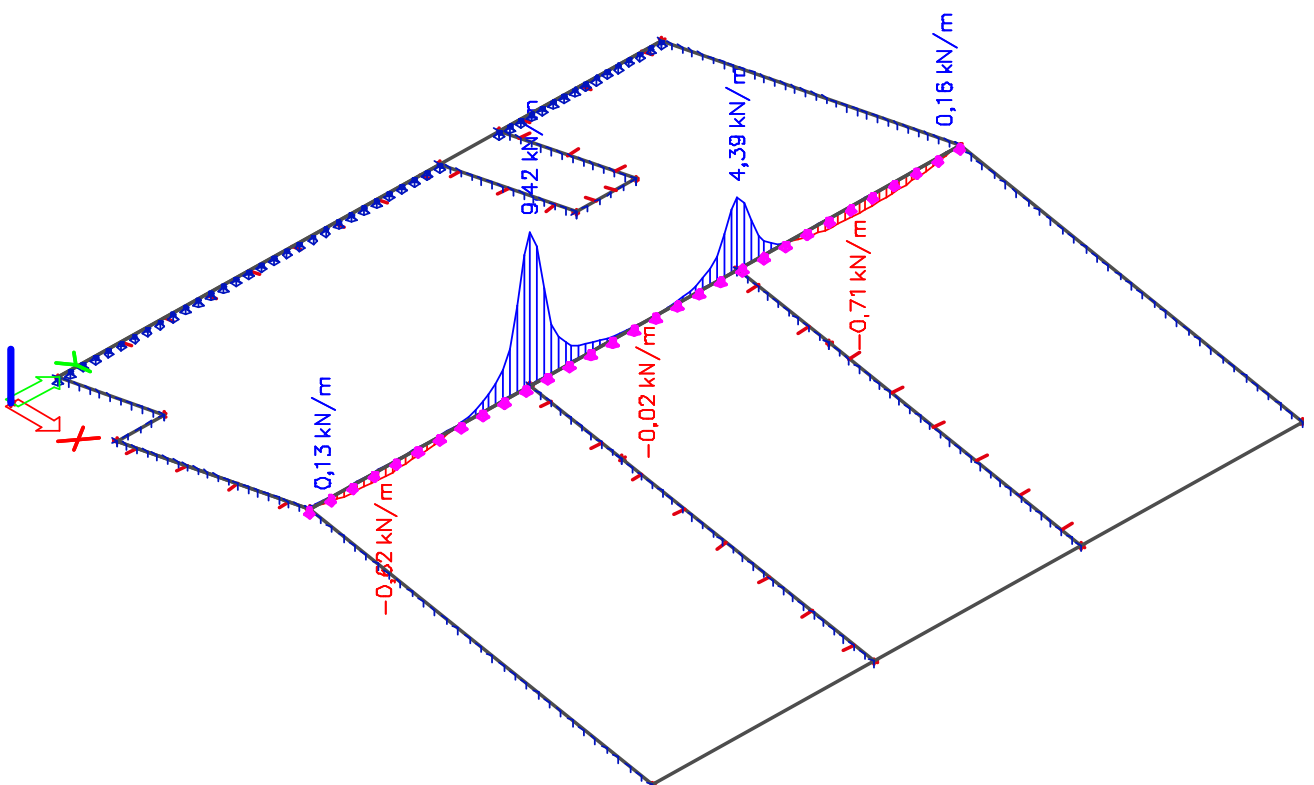


(1) G202

R_x

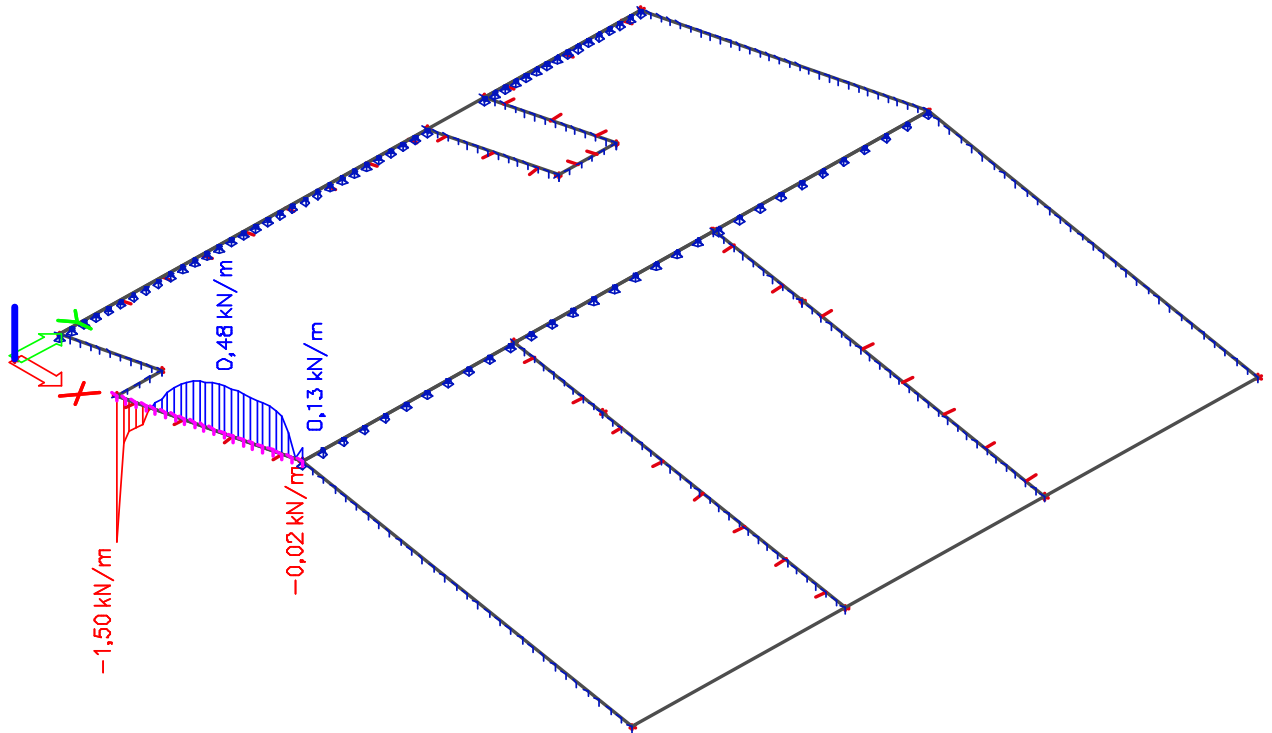


R_z

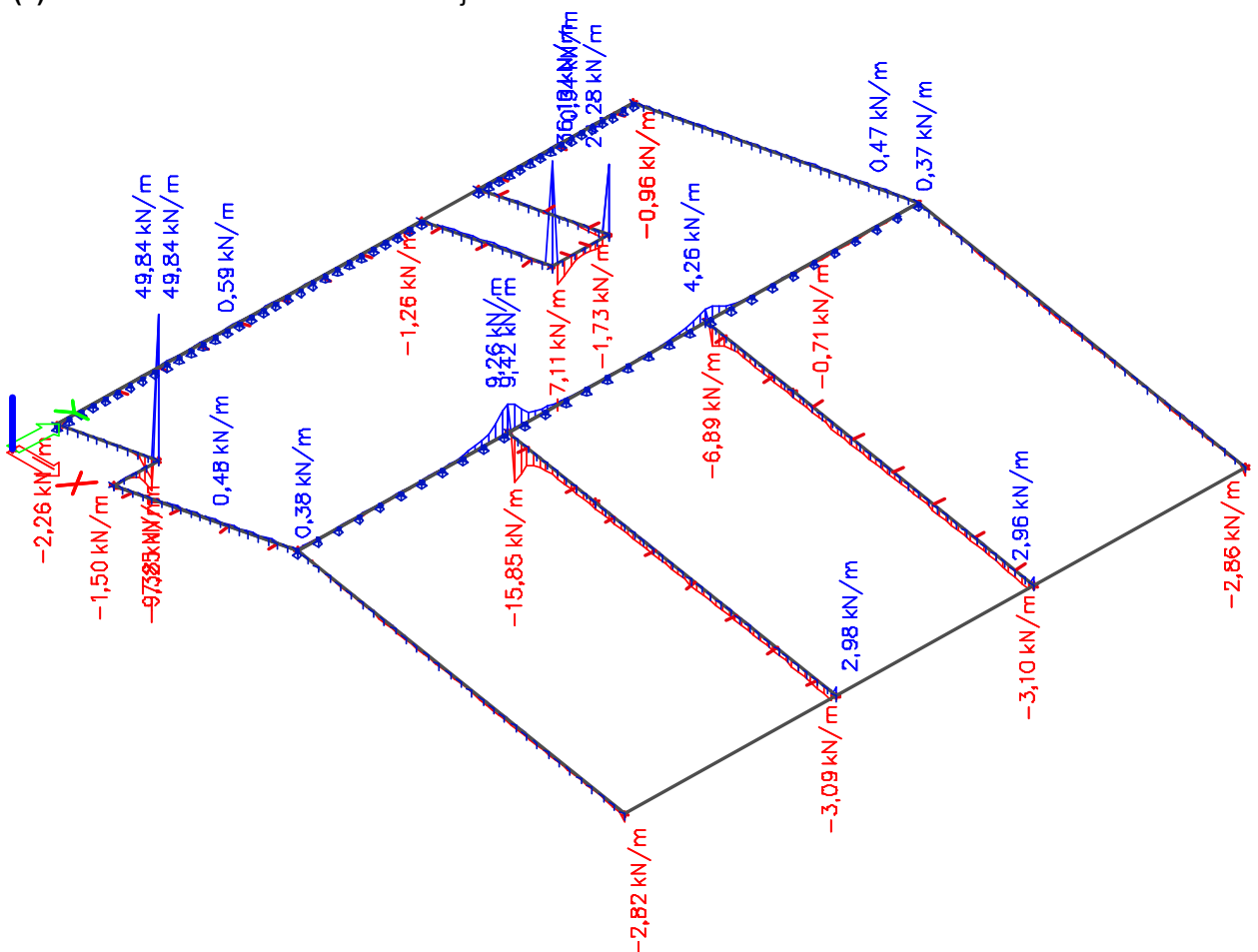


(1) G203

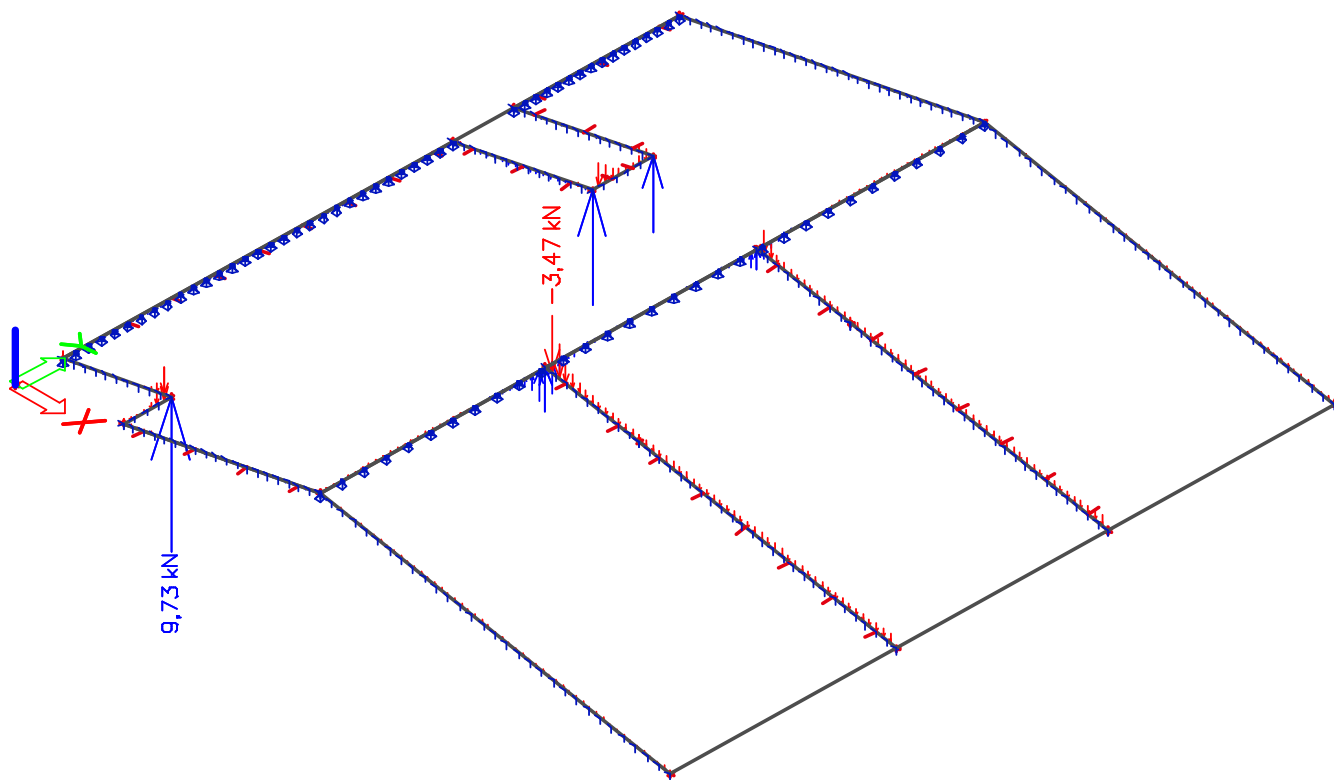
R_z




(2) maksimalna vertikalna reakcija



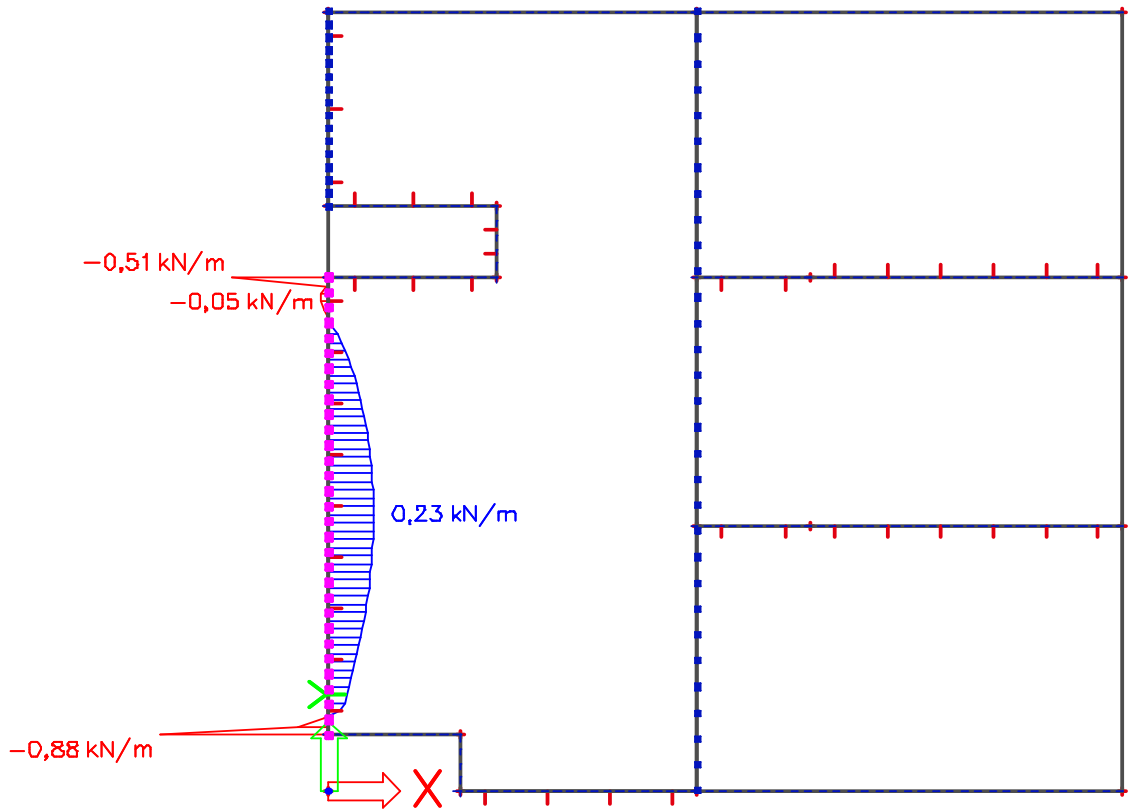
(3) mjesto kontrole proboja ploče P200



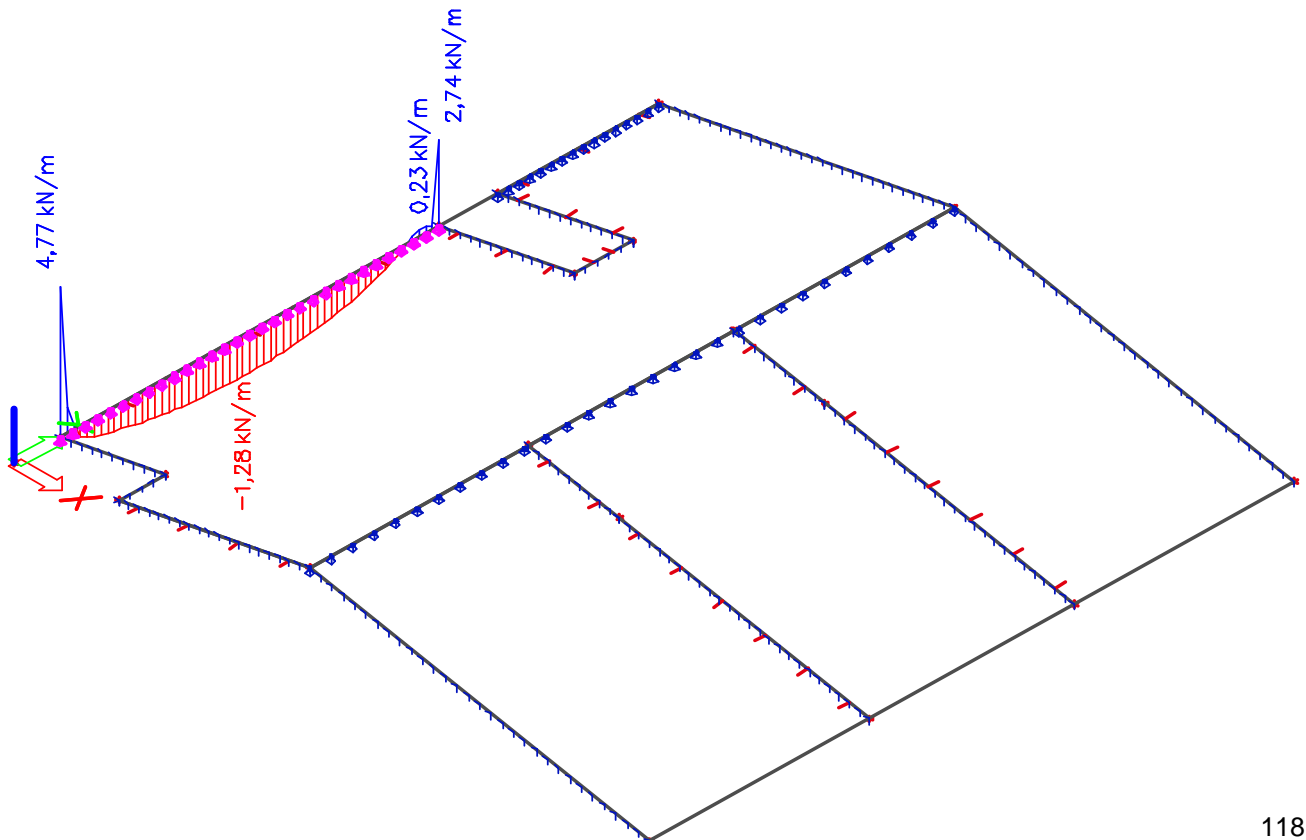
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

LC7 opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera
 (1) G200

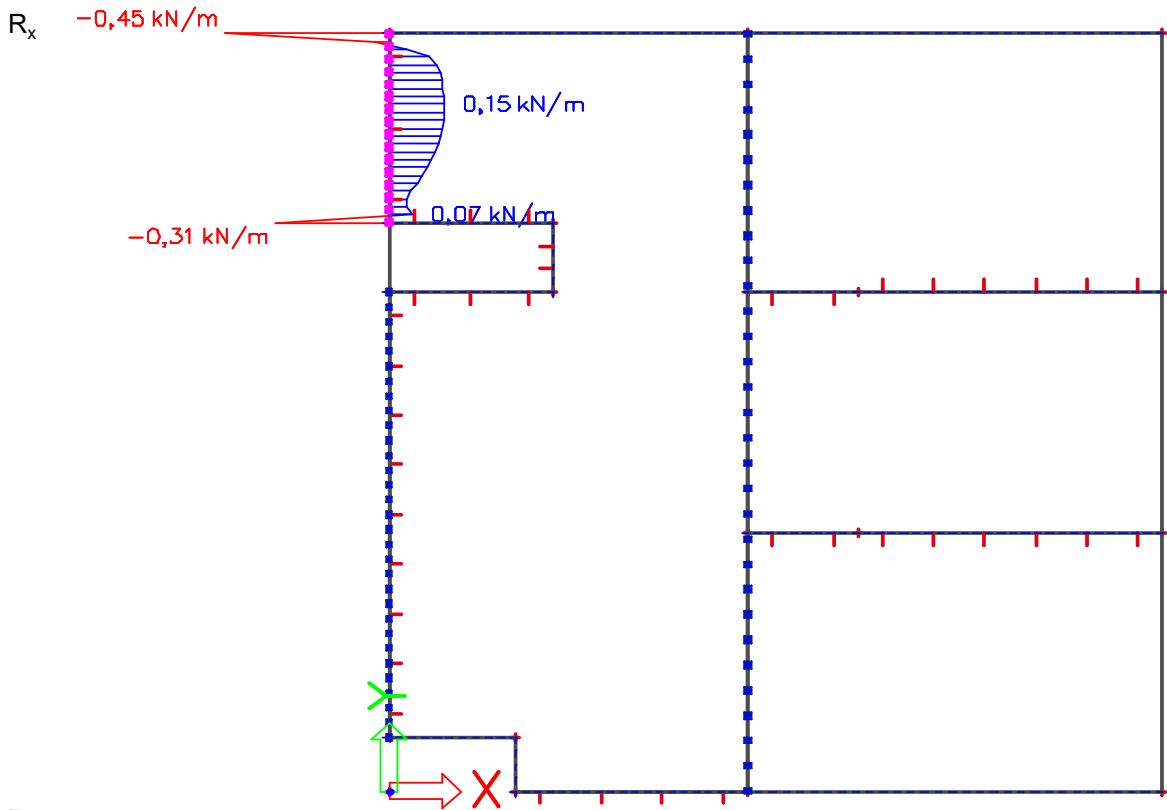
R_x



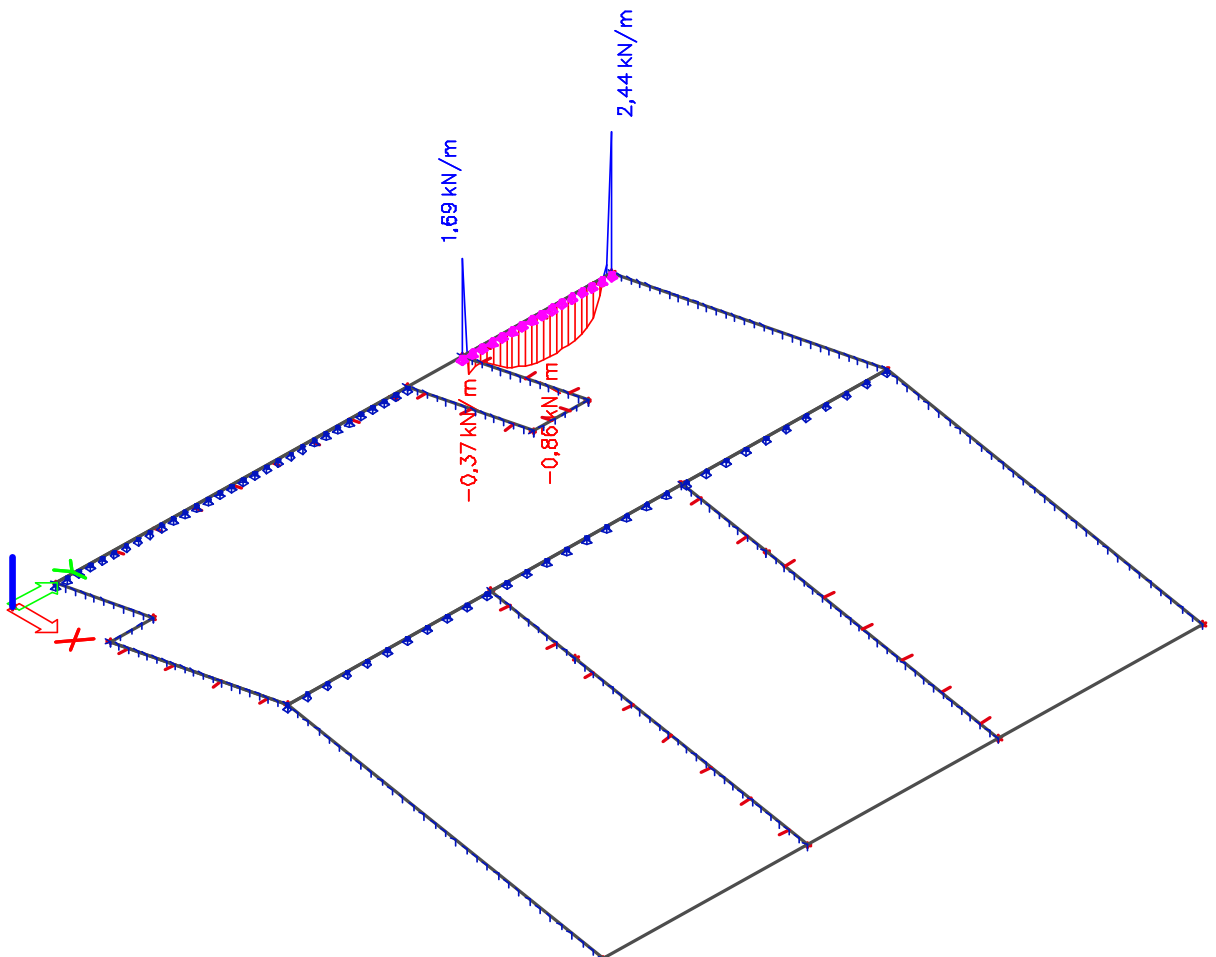
R_z



(1) G201

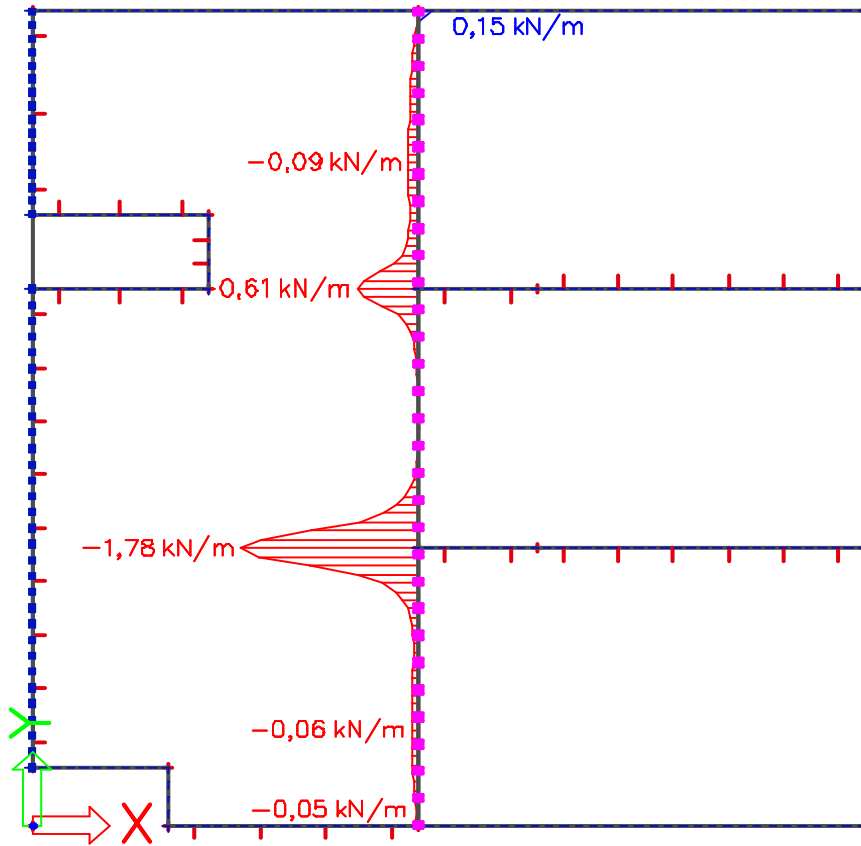


R_z

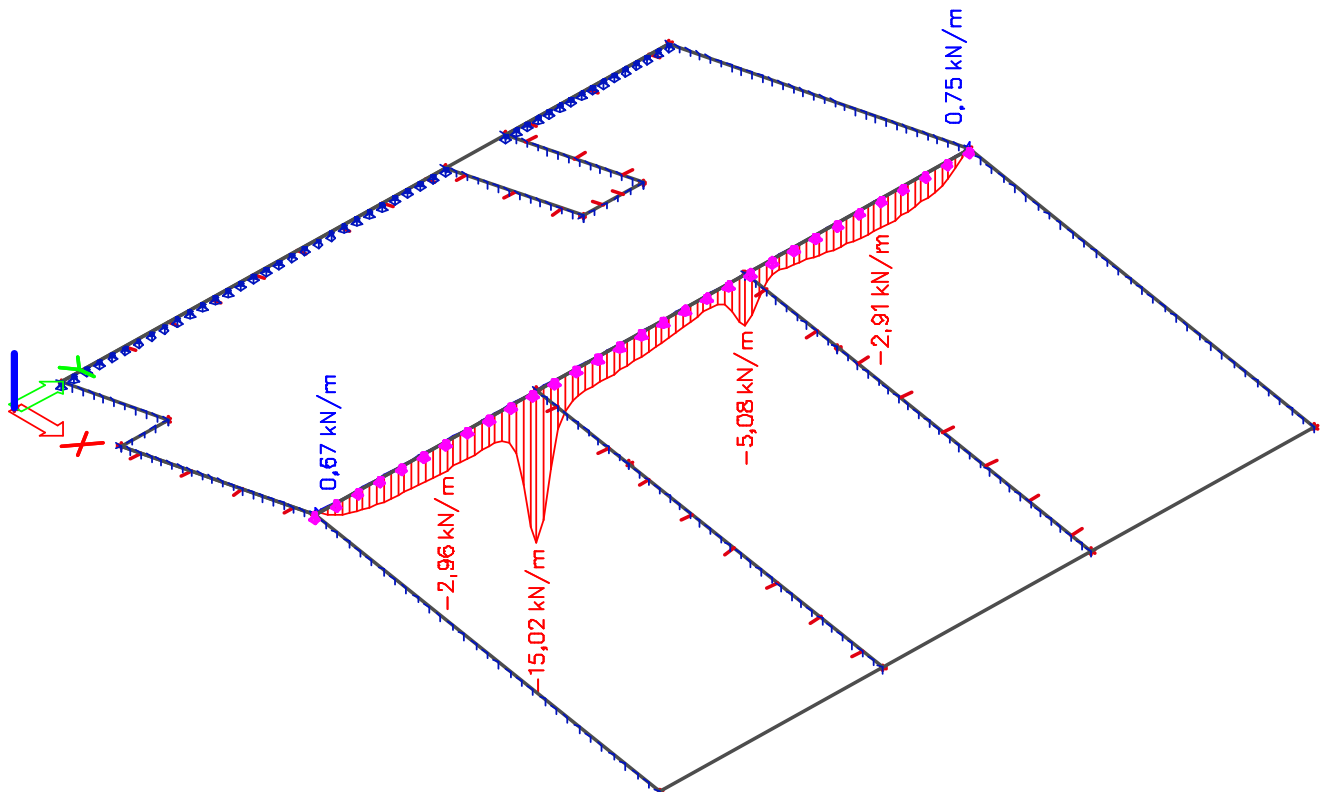


(1) G202

R_x

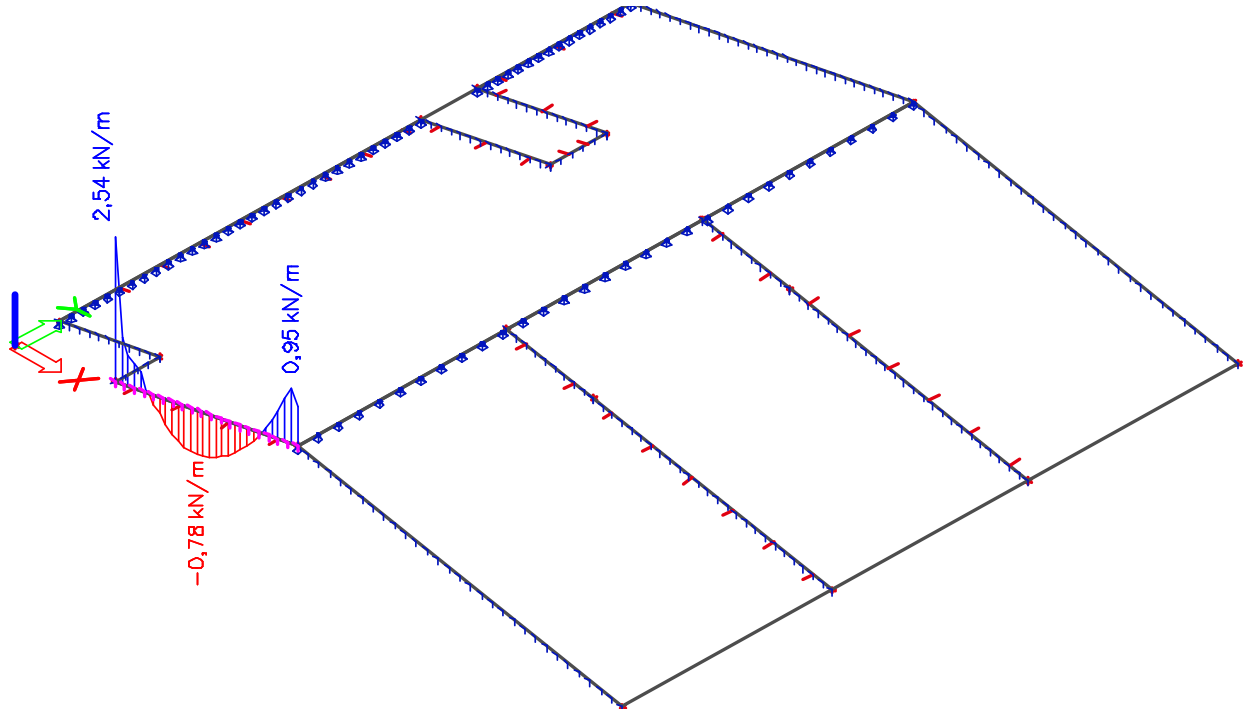


R_z

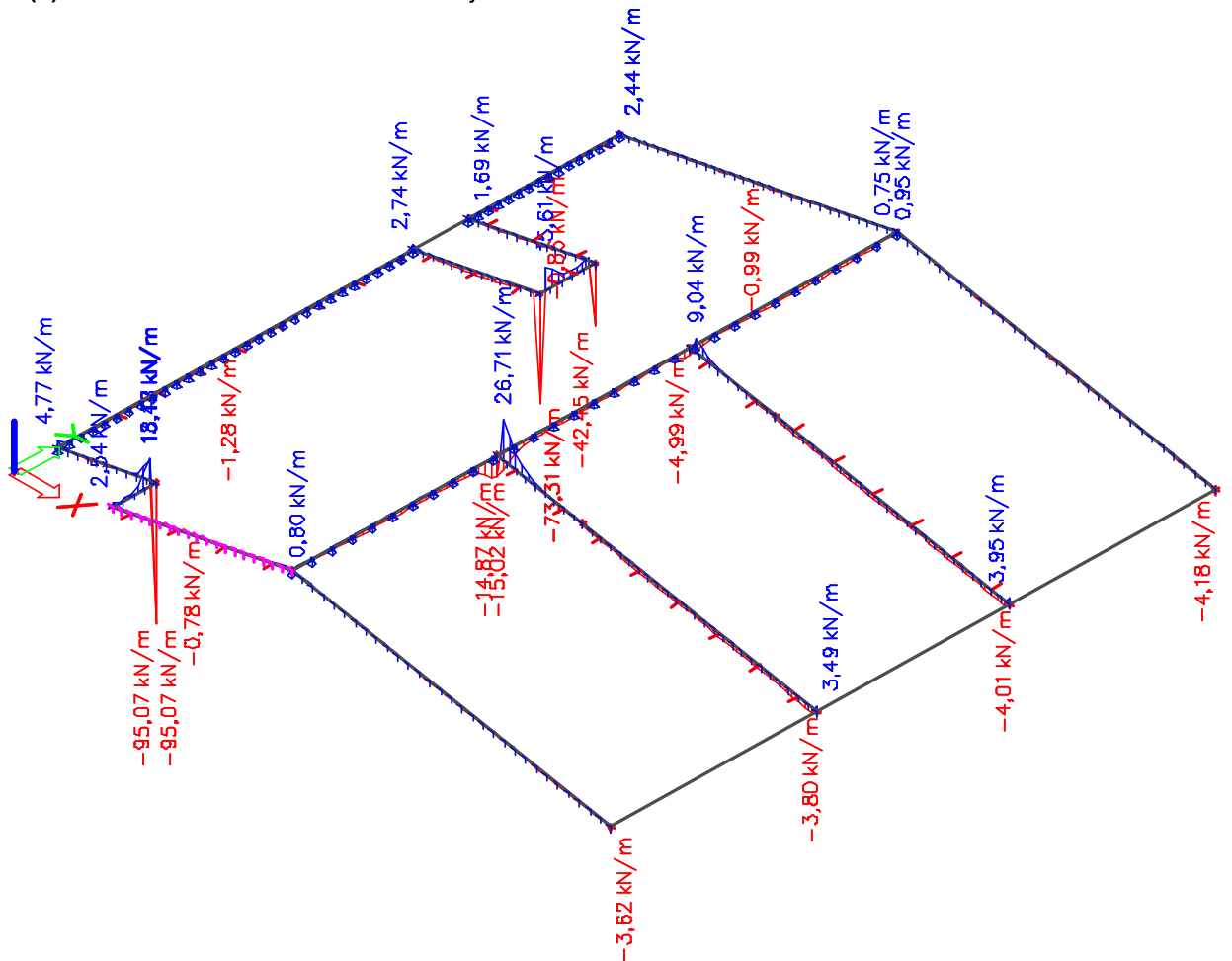


(1) G203

R_z

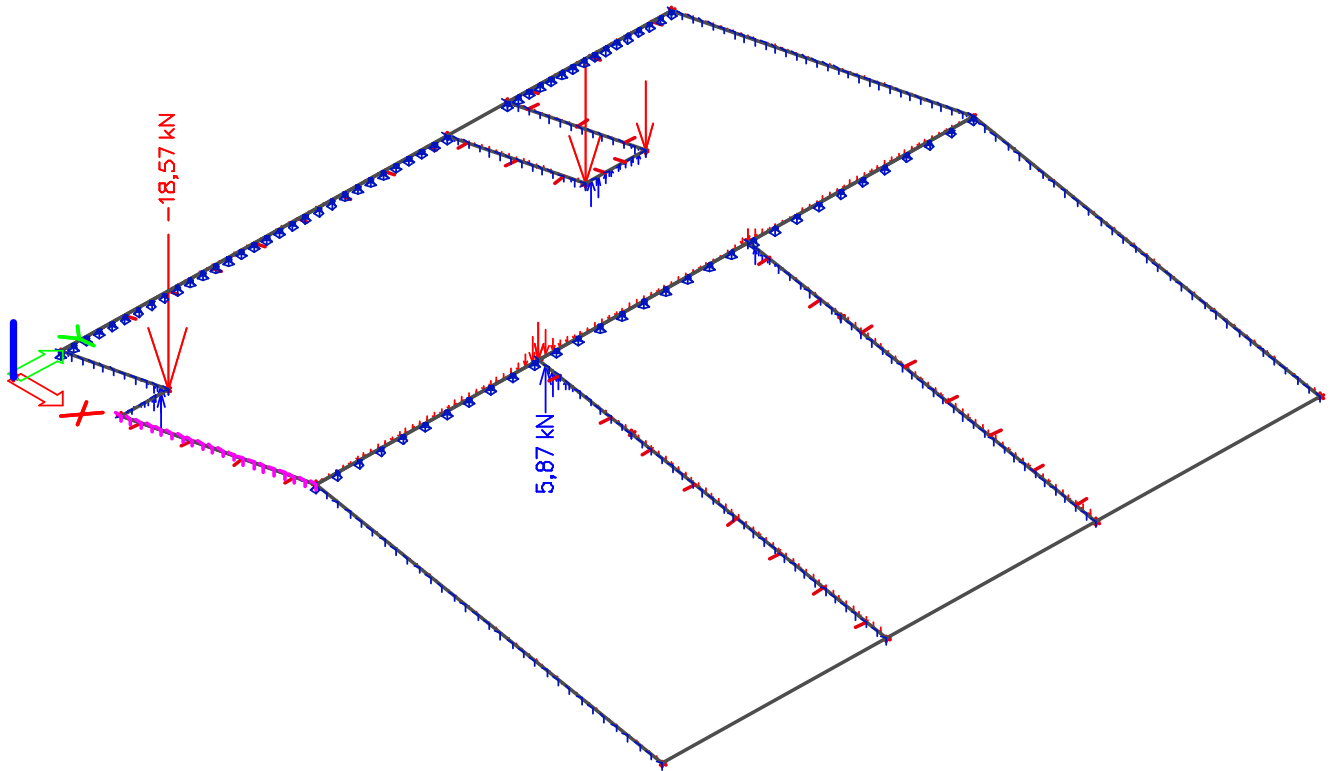



(2) maksimalna vertikalna reakcija



UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

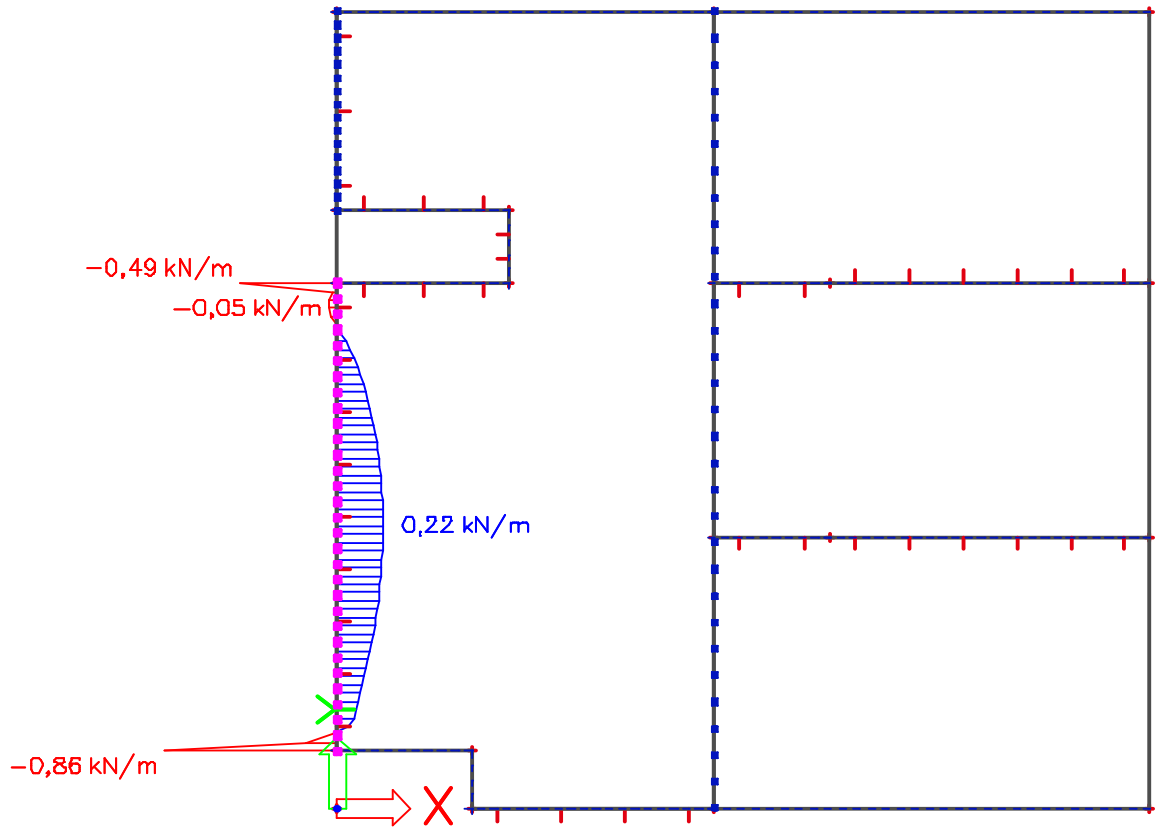
(3) mjesto kontrole proboja ploče P200



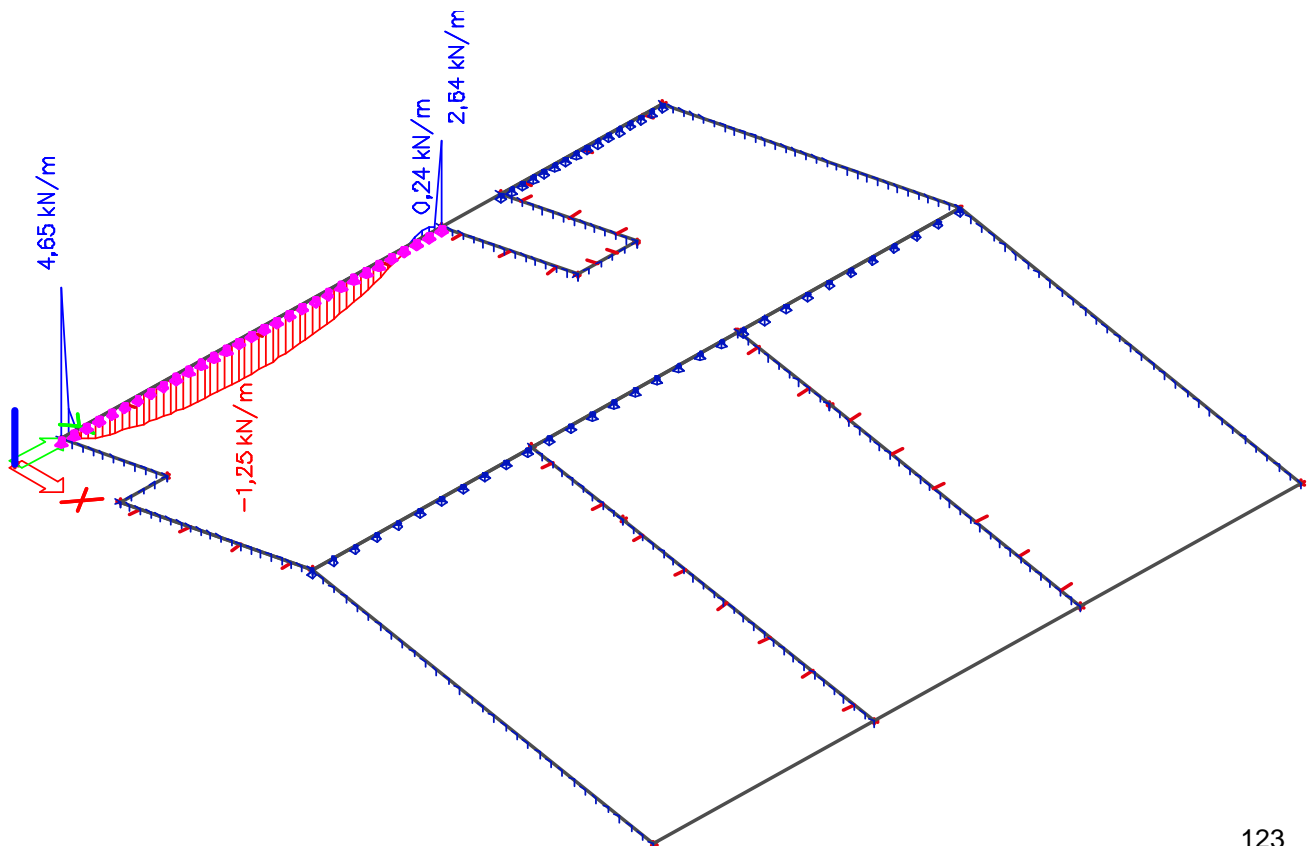
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC8 opterećenje vjetrom - vjetar s istoka
 (1) G200

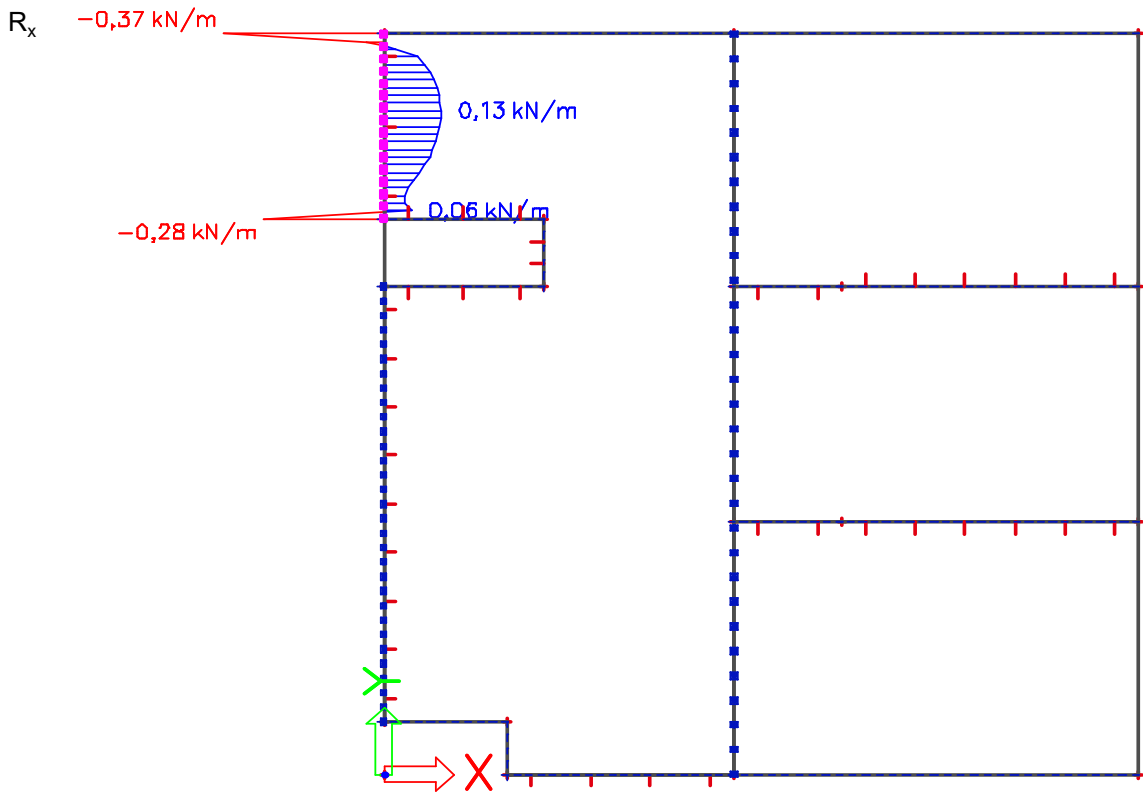
R_x



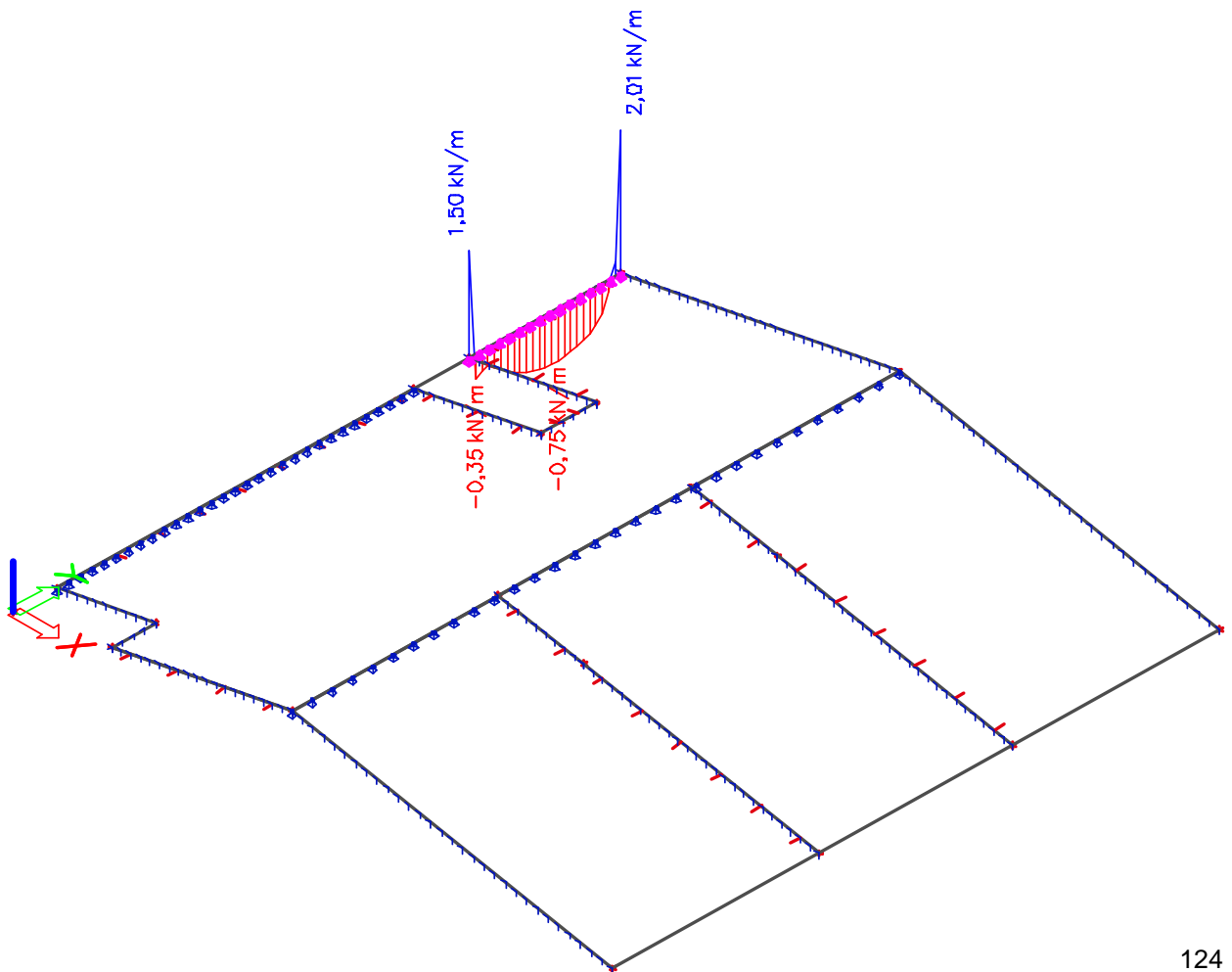
R_z



(1) G201

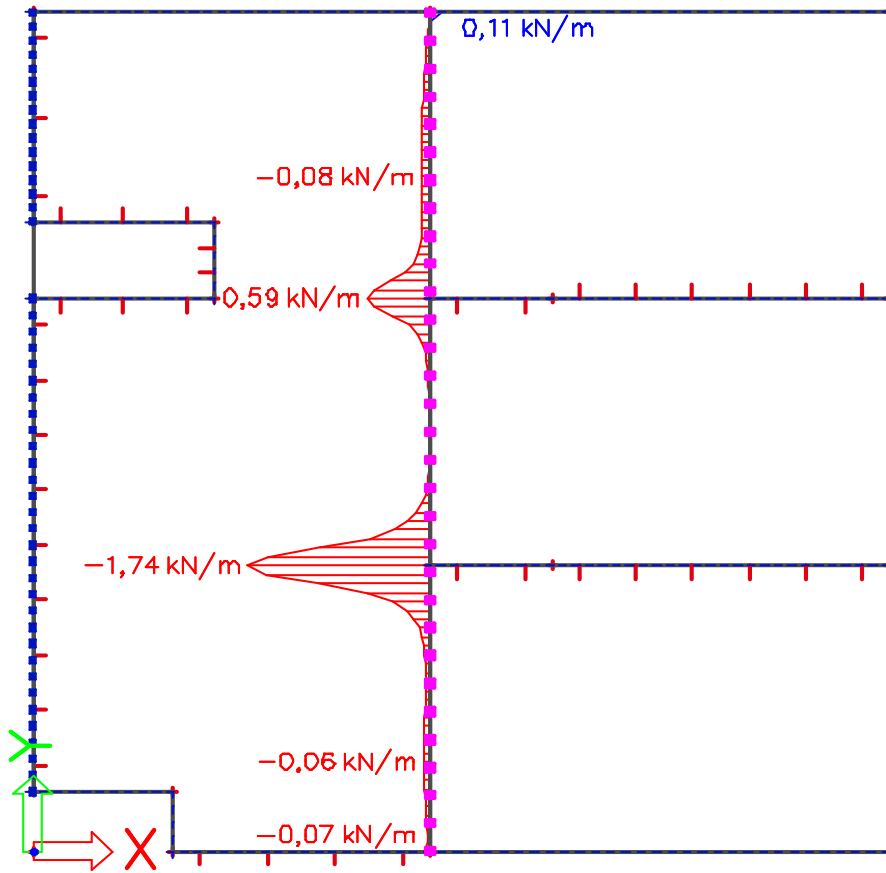


R_z

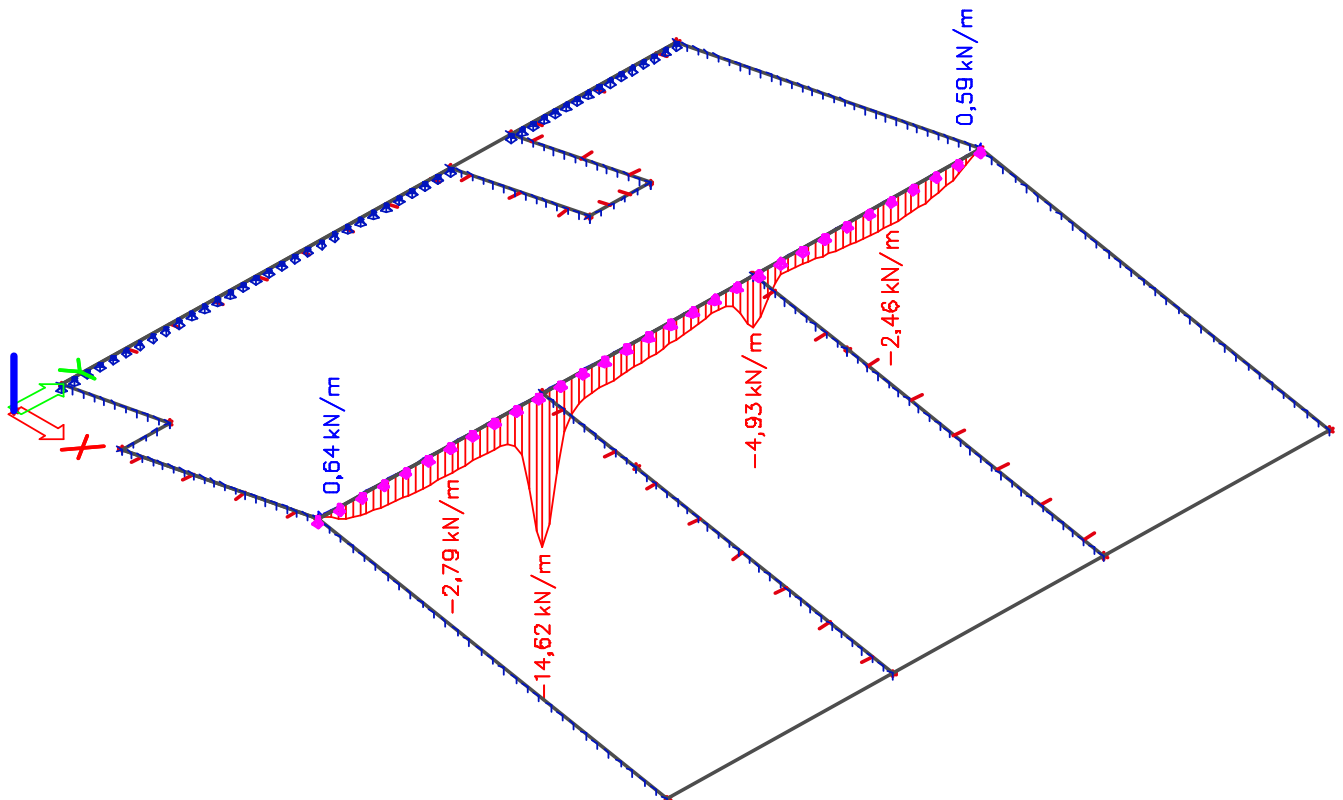


(1) G202

R_x

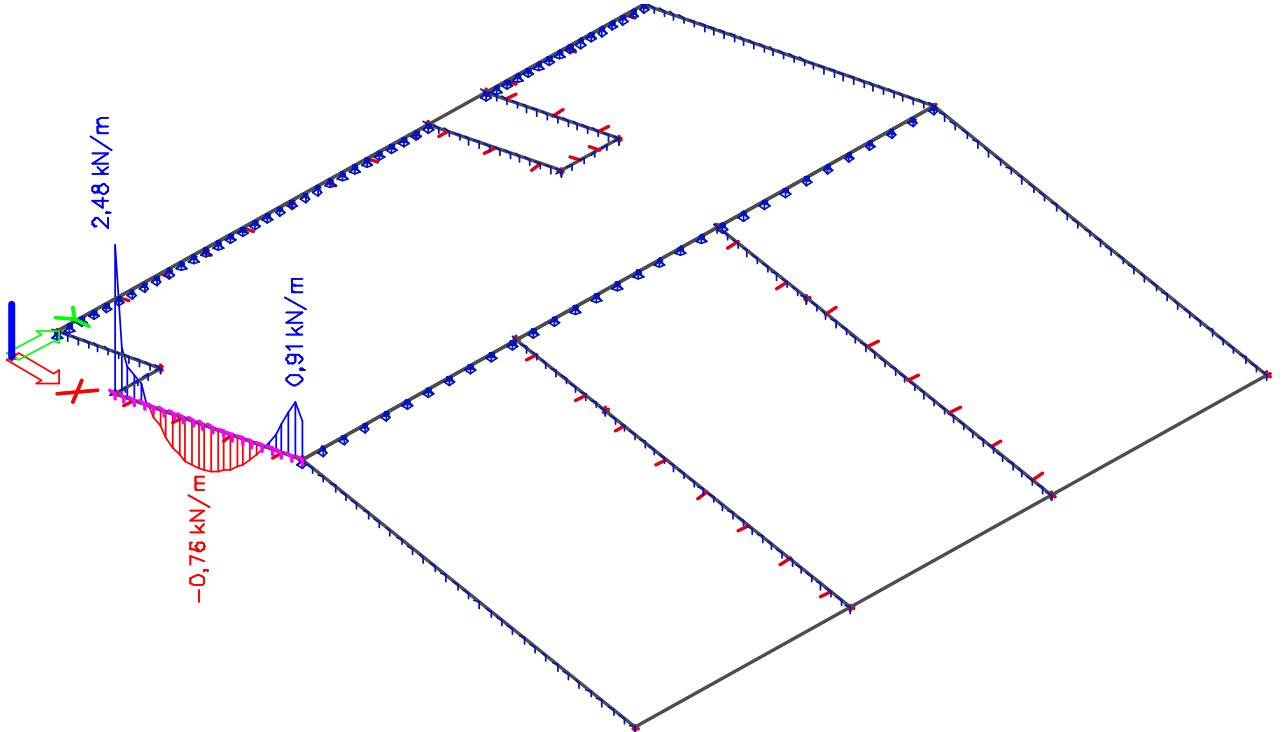


R_z

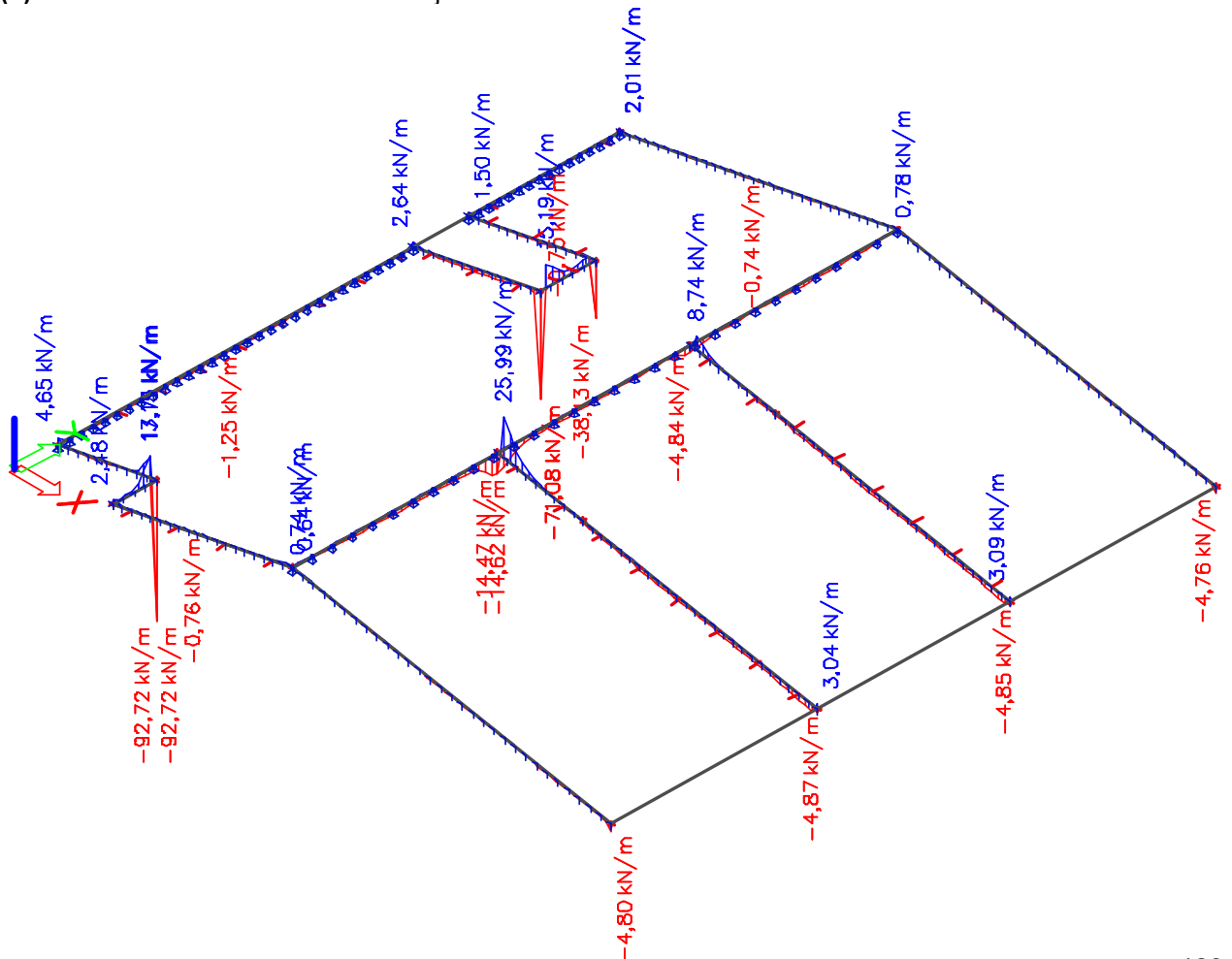


(1) G203

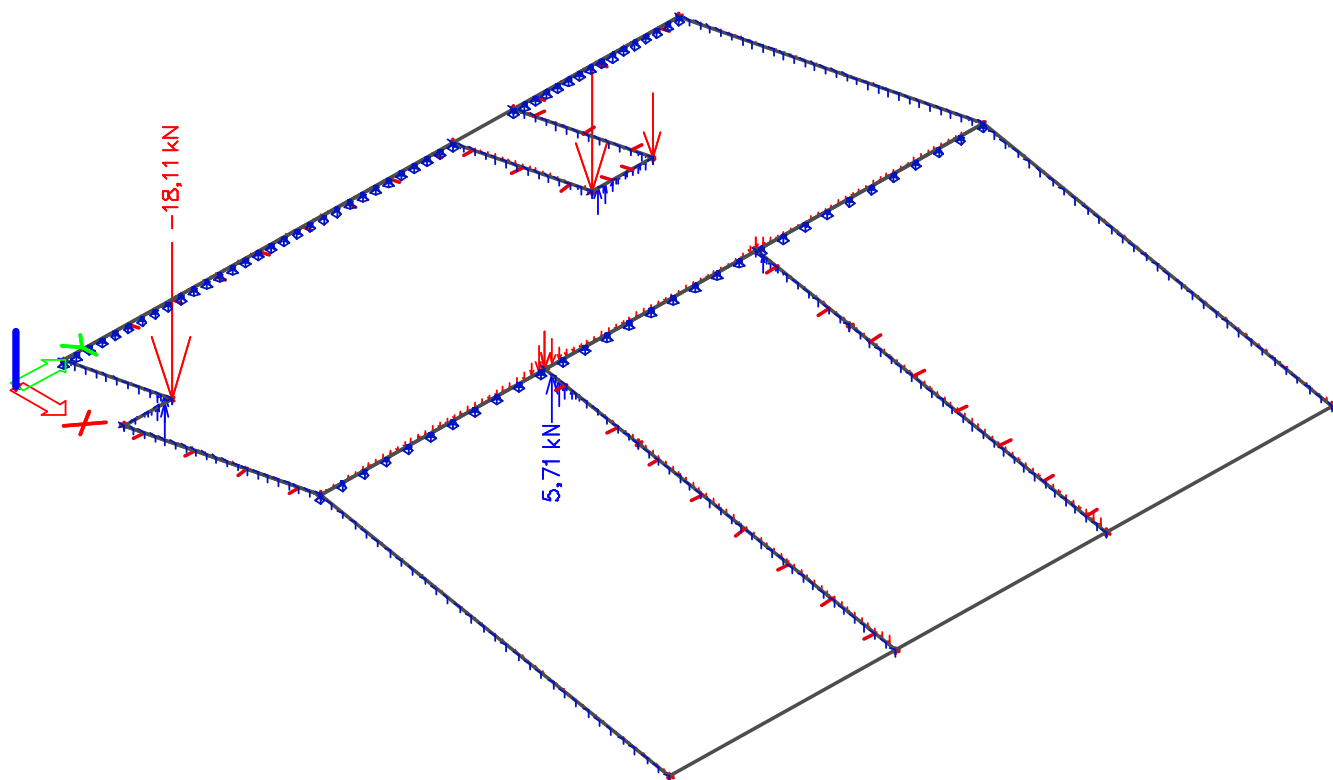
R_z



(2) maksimalna vertikalna reakcija

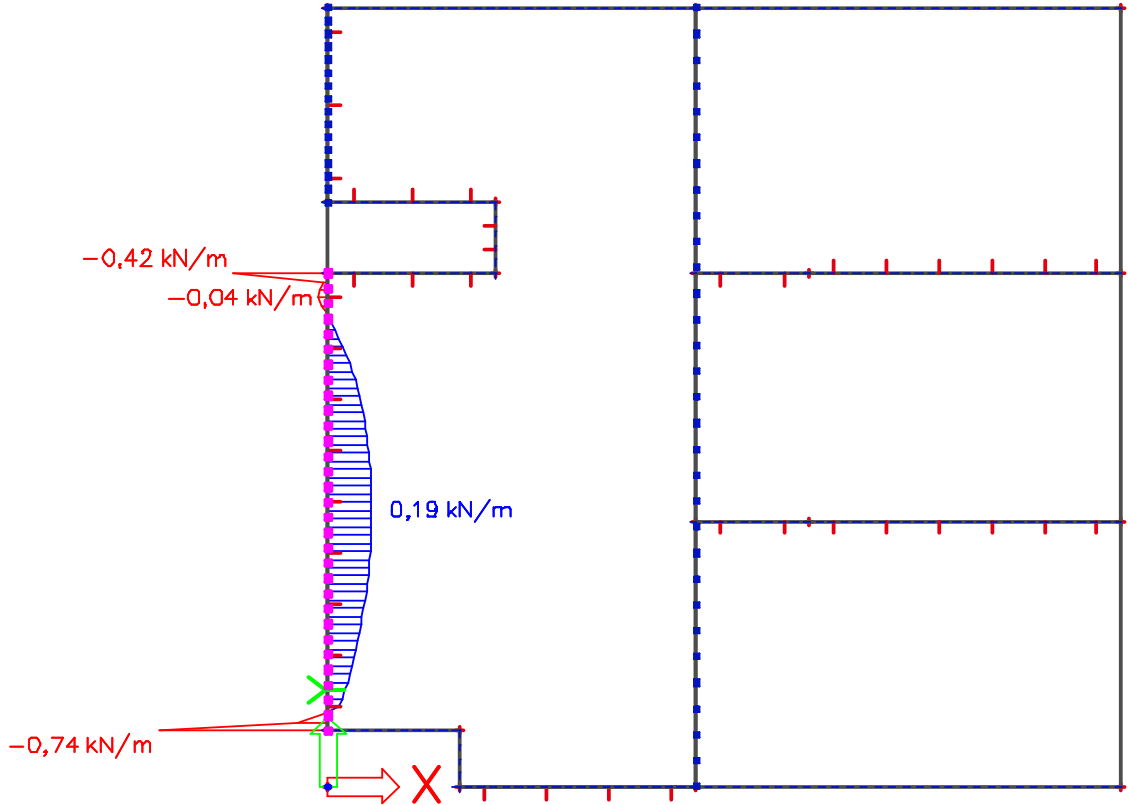


(3) mjesto kontrole proboja ploče P200

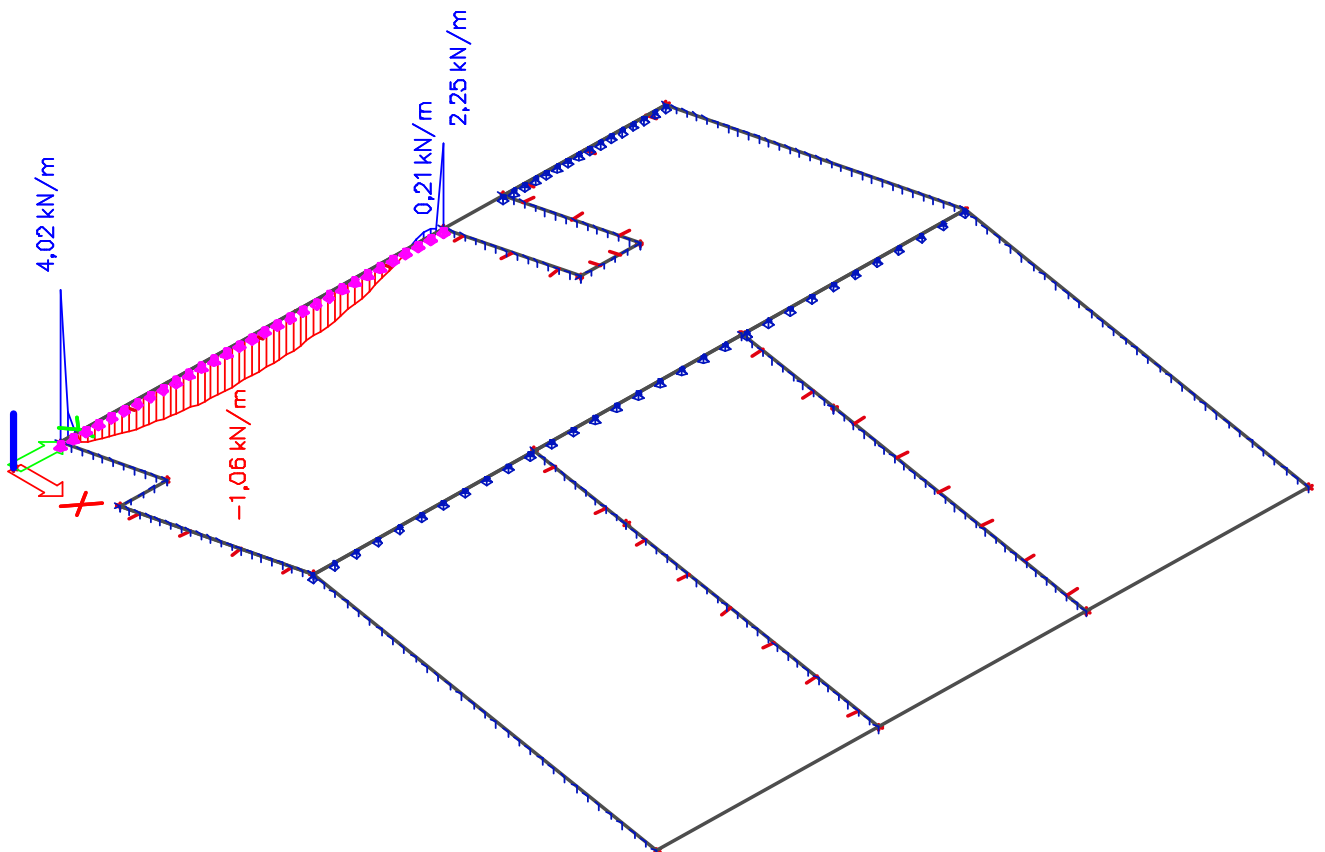


LC9 opterećenje vjetrom - vjetar s istoka
 (1) G200

R_x

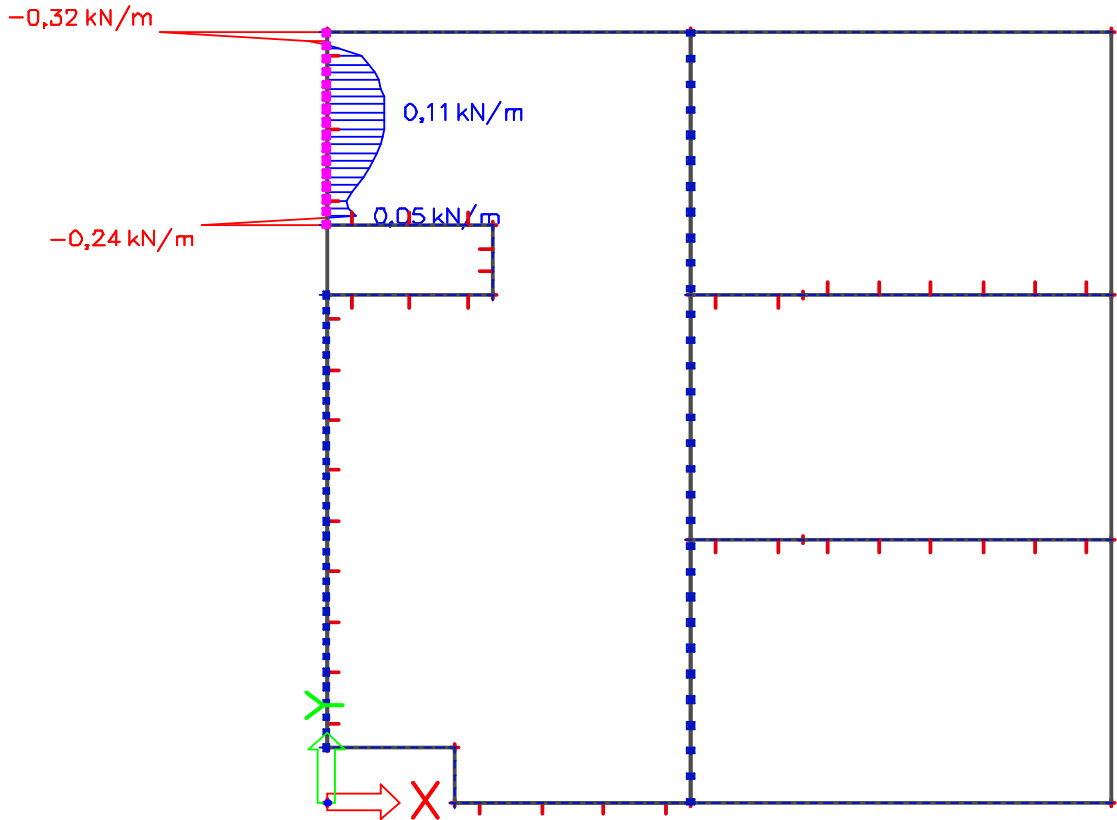


R_z

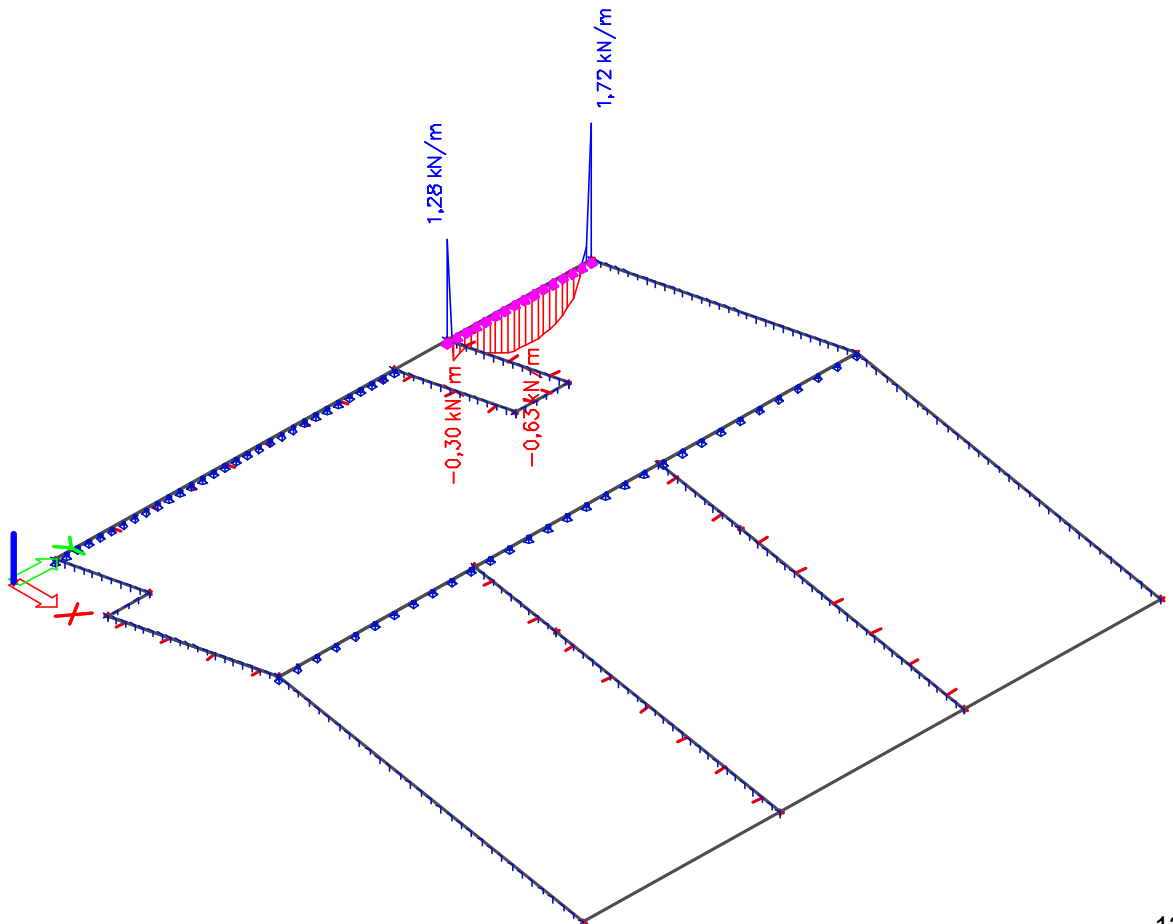


(1) G201

R_x

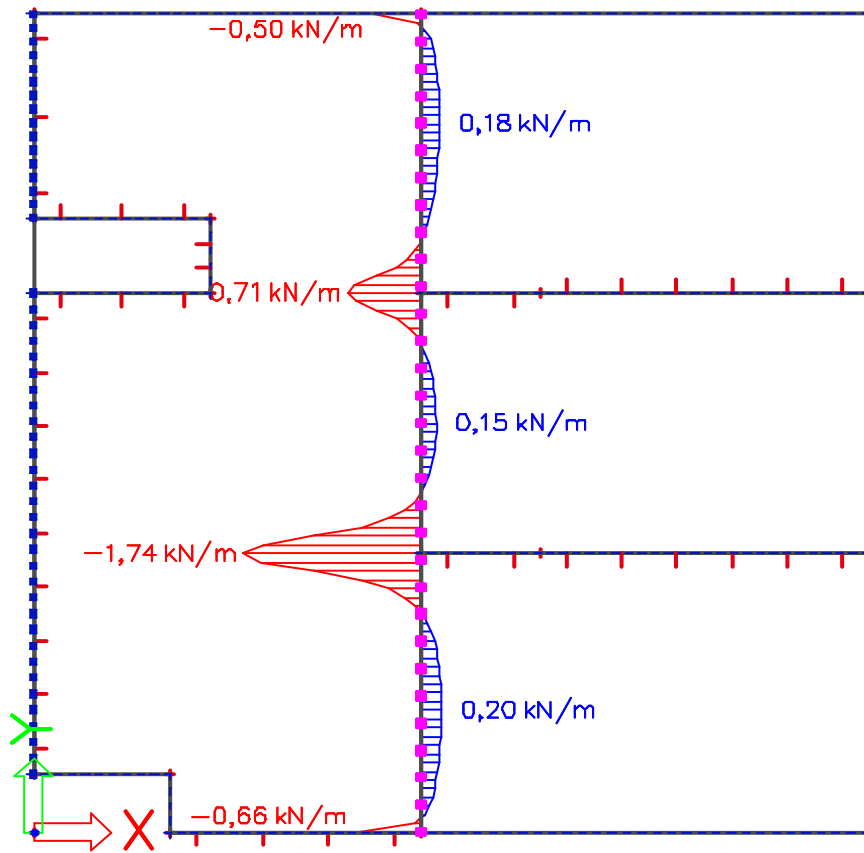


R_z

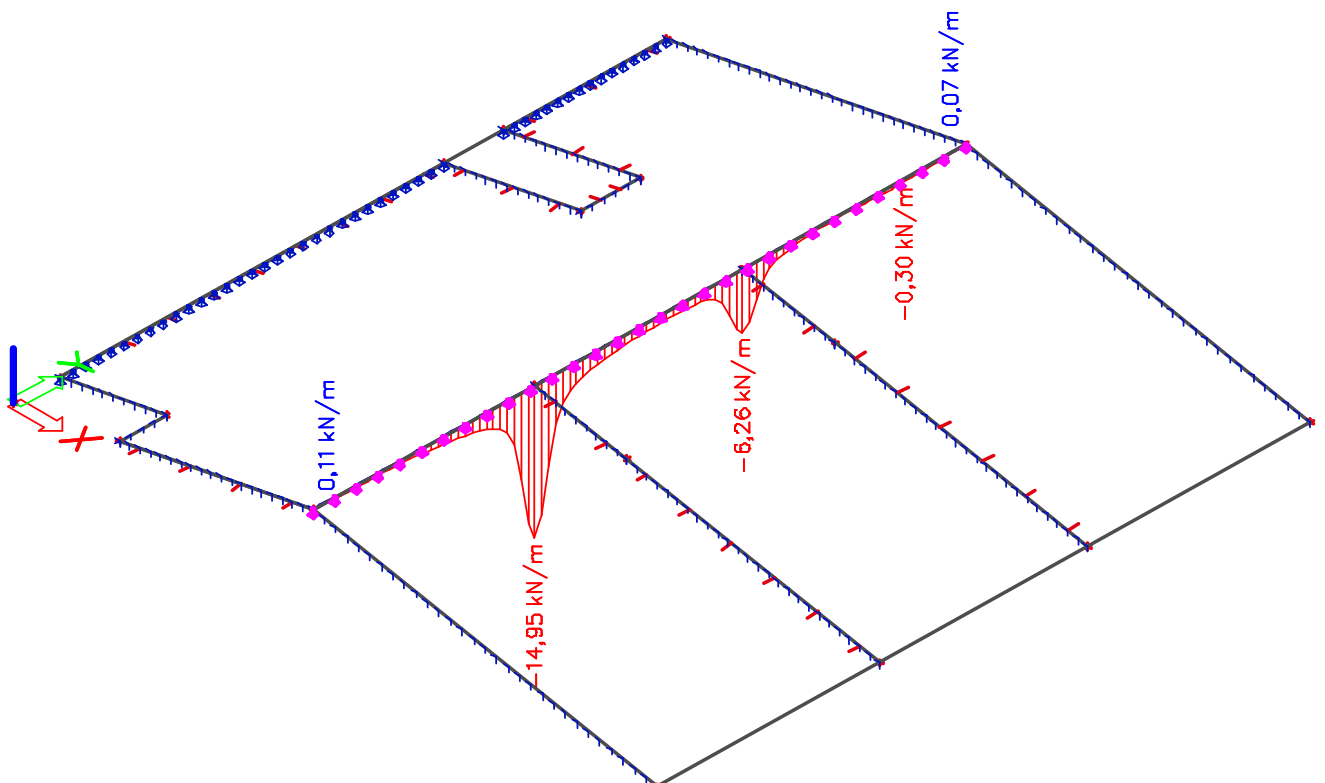


(1) G202

R_x

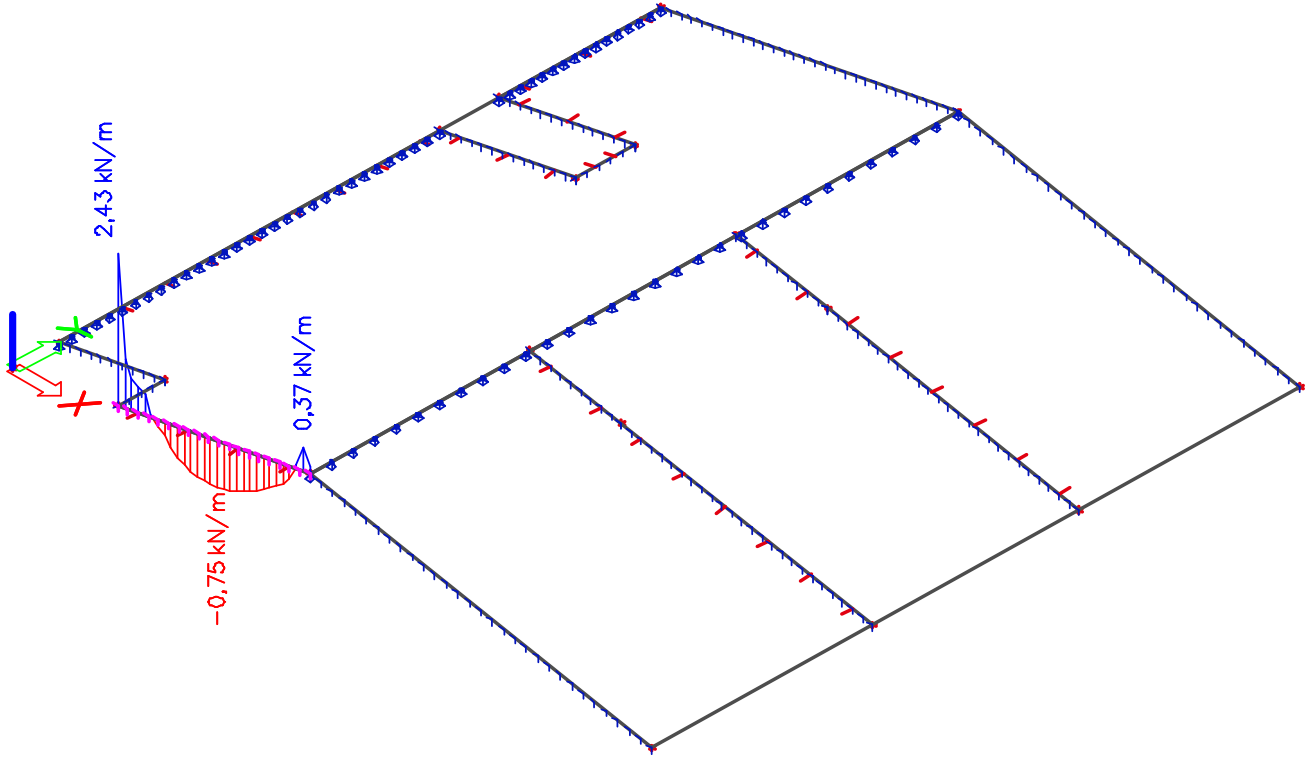


R_z

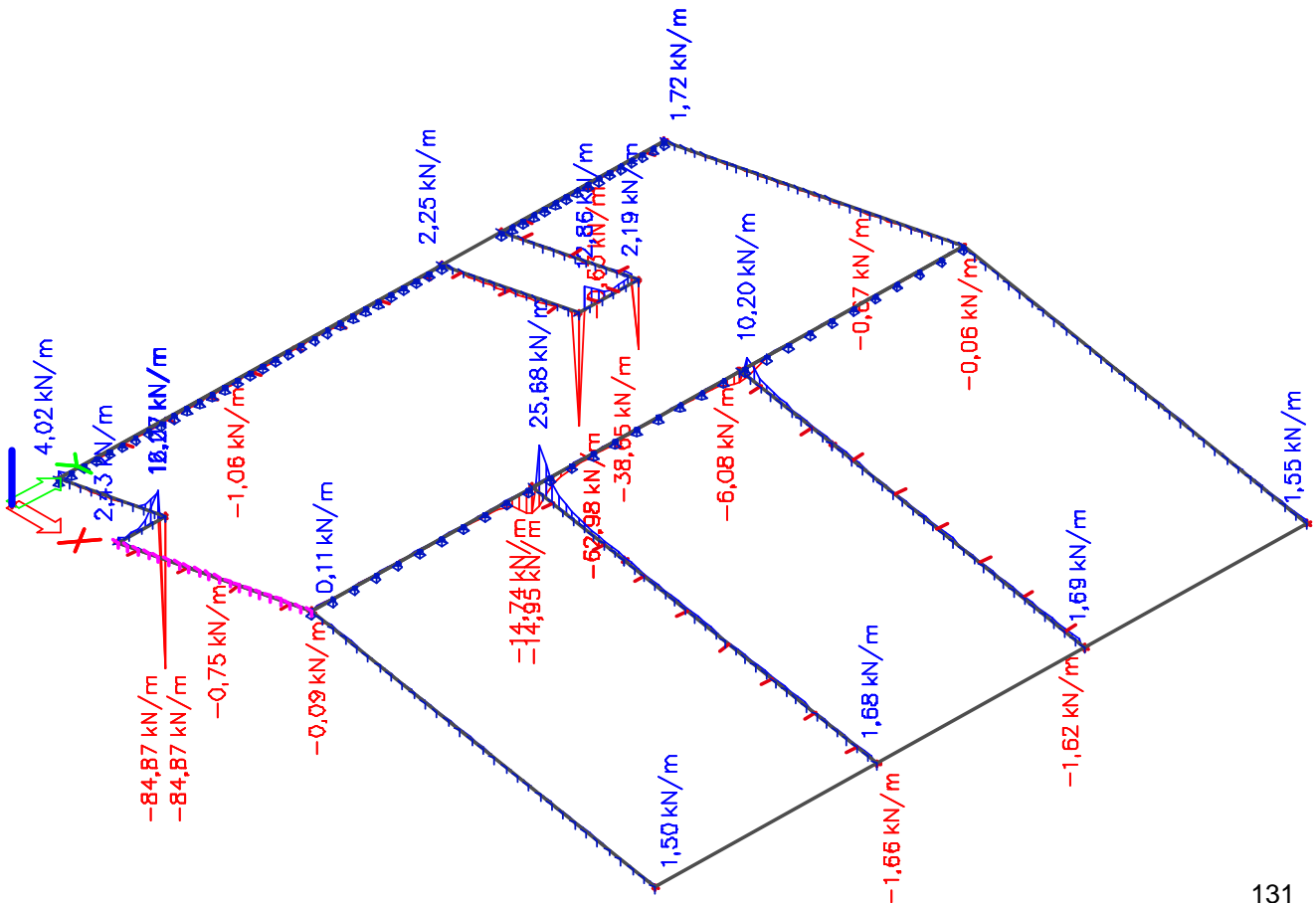



(1) G203

R_z

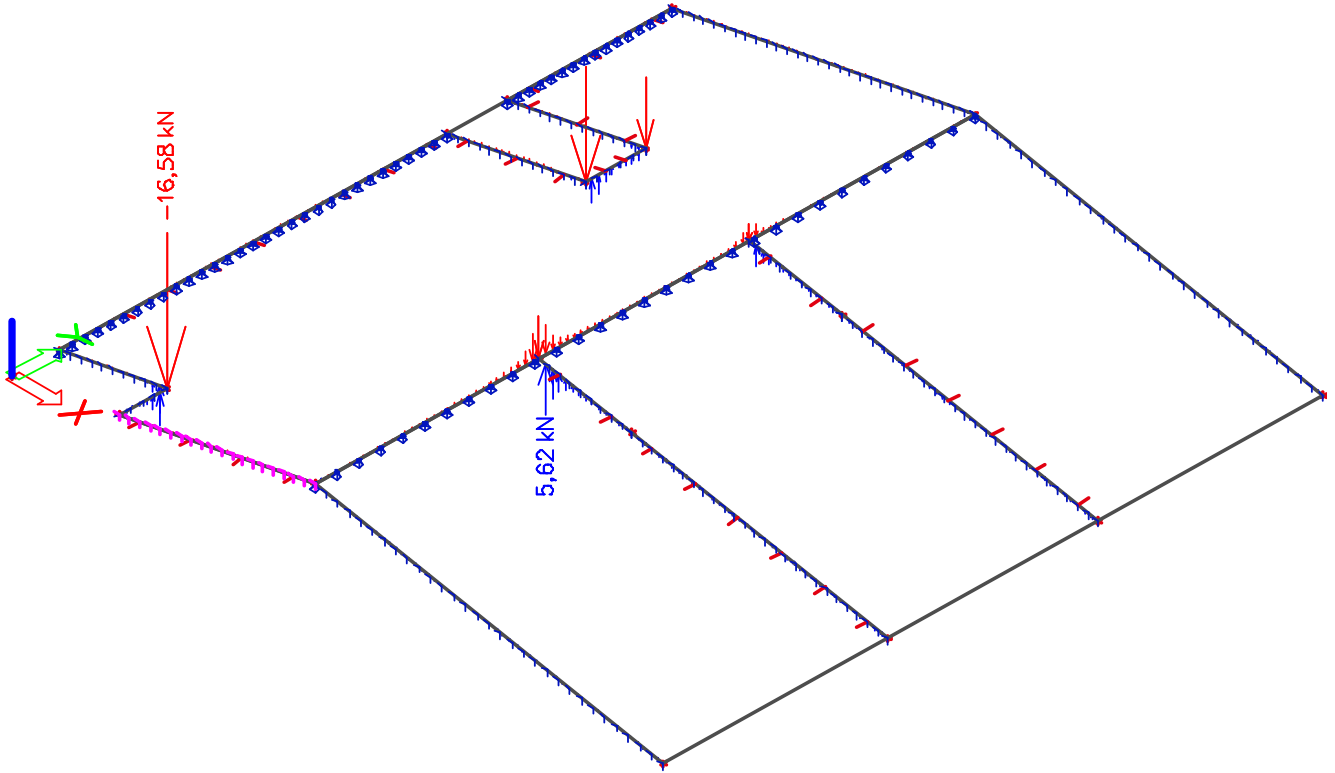



(2) maksimalna vertikalna reakcija



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(3) mjesto kontrole proboja ploče P200



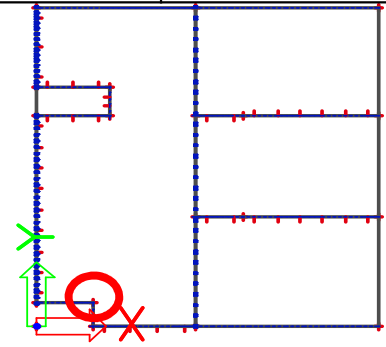
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 12. Provjera proboja

1. ULAZNI PODACI

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE

debljina ploče	$h =$	34	cm
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm
poprečni presjek stupa	$a =$	25	cm
	$b =$	25	cm
armatura ploče u x smjeru	$\phi_x =$	0,80	cm
armatura ploče u y smjeru	$\phi_y =$	0,80	cm



MATERIJAL

BETON	C30/37	ČELIK	B500B
$f_{ck} =$	30	$f_{yk} =$	500,00
$f_{cd} =$	20,00	$f_{yd} =$	434,78
$f_{ctm} =$	2,9	$E_s =$	200000
$E_{cm} =$	33000		

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

REZNE SILE

Sila proboja: $V_{Ed} = 435,00$ kN

2. PROVJERA POTREBE DODATNE ARMATURE ZA PROBOJ

Statičke visine ploče u oba smjera:

$$d_y = h - c - \phi_y / 2 = 31,6 \text{ cm}$$

$$d_x = d_y - \phi_y / 2 - \phi_x / 2 = 30,8 \text{ cm}$$

Srednja statička visina: $d_m = (d_x + d_y) / 2 = 31,2 \text{ cm}$

Opseg na licu stupa:

$$u_0 = a + b = 50 \text{ cm}$$

Kontrolni opseg na udaljenosti $2d$ od lica stupa:

$$u_1 = a + b + (2d_m)\pi / 2 = 147,97 \text{ cm}$$

Koeficijent koji uzima u obzir ekscentričnost oslonačke reakcije u odnosu na kontrolni opseg:

$$\beta = 1,50 \text{ za kutni stup}$$

1. PROVJERA

naprezanje na opsegu u_0

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_0 d_m) = 0,4183 \text{ kN/cm}^2 = 4,18 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,max} = 0,4 v f_{cd} = 0,4 (0,6 (1 - f_{ck} / 250)) f_{cd} = 4,22 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,max} \quad 4,18 < 4,22$$


Uvjet je zadovoljen!

2. PROVJERA

naprezanje na kontrolnom opsegu u_1

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_1 d_m) = 0,1413 \text{ kN/cm}^2 = 1,41 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

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

$$k = 1 + (200/d_m)^{1/2} \leq 2,0 = 1,80 \leq 2 \longrightarrow k = 1,80$$

$$\rho_1 = (\rho_{1y} \rho_{1x})^{1/2} \leq 0,02 = 0,00801 \leq 0,02$$

Armatura ploče iznad stupa u x smjeru: $A_{1x} = 25,00 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Armatura ploče iznad stupa u y smjeru: $A_{1y} = 25,00 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Omjer A_{1x} i betona = $A_{1x} / (d_x \cdot 100) \quad \rho_{1x} = 0,00812$

Omjer A_{1y} i betona = $A_{1y} / (d_y \cdot 100) \quad \rho_{1y} = 0,00791$

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} = 0,62 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti: $V_{Ed} \leq V_{Rd,c} \quad 1,41 \text{ N/mm}^2 > 0,62 \text{ N/mm}^2$

Uvjet nije zadovoljen!

Potrebna je dodatna posmična armatura!

3. PRORAČUN POSMIČNE ARMATURE PROTIV PROBOJA

Površina jedne spona protiv proboja mora biti veća od minimalne površine spona $A_{sw,min}$

$$A_{sw,min} \geq (0,08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk}) (s_r s_t) / (1,5 \sin\alpha + \cos\alpha) = 0,51 \text{ cm}^2$$

$\alpha = 90,0^\circ \longrightarrow \sin\alpha = 1 \quad \cos\alpha = 0 \quad (\text{vertikalne spona})$

$s_r = 0,75 d_m = 23,40 \text{ cm} \quad 22 \text{ cm} \quad - \text{radijalna udaljenost 2 opsega spona}$

$s_{t,max} = 1,5 d_m = 46,80 \text{ cm} \quad 40 \text{ cm} \quad - \text{najveća tangencijalna udaljenost između 2 spona}$

Odabrana spona:

$$A_{sw} = \phi \cdot 20 = 3,14 \text{ cm}^2 \geq A_{sw,min} = 0,51 \text{ cm}^2$$

Kontrolni opseg za koji se posmična armatura više ne zahtjeva:

$$u_{out} = \beta V_{Ed} / (V_{Rd,c} d_m) = 335,35 \text{ cm}$$

Opseg u_{out} je udaljen od ruba stupa:

$$u_{out} = u_0 + l_{out} \pi / 2 \longrightarrow l_{out} = 2(u_{out} - u_0) / \pi = 181,8 \text{ cm} > 2d_m = 62,4 \text{ cm}$$

Prvi opseg se postavlja na udaljenosti većoj od $0,3 d$ ali najviše jednakoj $0,5 d$ od lica stupa!

$$\left. \begin{array}{l} 0,3 d_m = 9,36 \text{ cm} \\ 0,5 d_m = 15,60 \text{ cm} \end{array} \right\} \text{ Odabrano: } l_{k1} = 13,5 \text{ cm}$$

Potreban broj opsega n :

$$l_{k1} + (n-1) s_r + 1,5 d_m \geq l_{out} \longrightarrow n \geq 6,52$$


$$n = 7$$

Usvojena su **7** opsega po kojima se postavlja armatura protiv proboja.

Prvi opseg u_{k1}

nalazi se na udaljenosti $l_{k1} = 13,5 \text{ cm}$ cm od lica stupa

prvi opseg iznosi $u_{k1} = u_0 + l_{k1} \pi / 2 = 71,195 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		

Posmično naprezanje u ploči od proboja na prvom opsegu u_{k1} :

$$v_{Ed,k1} = \beta V_{Ed}/(d_m u_{k1}) = 0,294 \text{ kN/cm}^2 = 2,94 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25 d_m = 328 \text{ N/mm}^2 = 32,8 \text{ kN/cm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,1}$ protiv proboja na prvom opsegu u_{k1} :

$$A_{swk,1} = (v_{Ed,k1} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1.5 (d_m/s_r) f_{ywd,ef} [1/(u_1 d_m)]) \sin \alpha = 16,34 \text{ cm}^2$$

Drugi opseg u_{k2}

nalazi se na udaljenosti $l_{k2} = l_{k1} + s_r = 35,50 \text{ cm}$ od lica stupa
 drugi opseg iznosi $u_{k2} = u_0 + l_{k2} \pi / 2 = 105,735 \text{ cm}$

Posmično naprezanje u ploči od proboja na drugom opsegu u_{k2} :

$$v_{Ed,k2} = \beta V_{Ed}/(d_m u_{k2}) = 0,198 \text{ kN/cm}^2 = 1,98 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,2}$ protiv proboja na drugom opsegu u_{k2} :

$$A_{swk,2} = (v_{Ed,k2} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1.5 (d_m/s_r) f_{ywd,ef} [1/(u_1 d_m)]) \sin \alpha = 9,99 \text{ cm}^2$$

Treći opseg u_{k3}

nalazi se na udaljenosti $l_{k3} = l_{k2} + s_r = 57,50 \text{ cm}$ od lica stupa
 treći opseg iznosi $u_{k3} = u_0 + l_{k3} \pi / 2 = 140,275 \text{ cm}$

Posmično naprezanje u ploči od proboja na trećem opsegu u_{k3} :

$$v_{Ed,k3} = \beta V_{Ed}/(d_m u_{k3}) = 0,149 \text{ kN/cm}^2 = 1,49 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,3}$ protiv proboja na trećem opsegu u_{k3} :

$$A_{swk,3} = (v_{Ed,k3} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1.5 (d_m/s_r) f_{ywd,ef} [1/(u_1 d_m)]) \sin \alpha = 6,42 \text{ cm}^2$$

Četvrti opseg u_{k4}

nalazi se na udaljenosti $l_{k4} = l_{k3} + s_r = 79,50 \text{ cm}$ od lica stupa
 četvrti opseg iznosi $u_{k4} = u_0 + l_{k4} \pi / 2 = 174,815 \text{ cm}$

Posmično naprezanje u ploči od proboja na četvrtom opsegu u_{k4} :

$$v_{Ed,k4} = \beta V_{Ed}/(d_m u_{k4}) = 0,120 \text{ kN/cm}^2 = 1,20 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,4}$ protiv proboja na četvrtom opsegu u_{k4} :

$$A_{swk,4} = (v_{Ed,k4} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1.5 (d_m/s_r) f_{ywd,ef} [1/(u_1 d_m)]) \sin \alpha = 5,70 \text{ cm}^2$$

Peti opseg u_{k5}


nalazi se na udaljenosti $l_{k5} = l_{k4} + s_r = 101,50 \text{ cm}$ od lica stupa
 peti opseg iznosi $u_5 = u_0 + l_{k4} \pi / 2 = 209,355 \text{ cm}$

Posmično naprezanje u ploči od proboja na petom opsegu u_{k5} :

$$v_{Ed,k5} = \beta V_{Ed}/(d_m u_{k5}) = 0,100 \text{ kN/cm}^2 = 1,00 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,5}$ protiv proboja na petom opsegu u_{k5} :

$$A_{swk,5} = (v_{Ed,k5} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1.5 (d_m/s_r) f_{ywd,ef} [1/(u_1 d_m)]) \sin \alpha = 4,15 \text{ cm}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Šesti opseg u_{k6}

nalazi se na udaljenosti $l_6 = l_{k5} + s_r = 123,50$ cm od lica stupa
 šesti opseg iznosi $u_6 = u_0 + l_{k5} \pi / 2 = 243,895$ cm

Posmično naprezanje u ploči od proboja na šestom opsegu u_{k6} :

$$v_{Ed,k6} = \beta V_{Ed} / (d_m u_{k6}) = 0,086 \text{ kN/cm}^2 = 0,86 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,6}$ protiv proboja na šestom opsegu u_{k6} :

$$A_{swk,6} = (v_{Ed,k6} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1,5 (d_m / s_r) f_{ywd,ef} [1 / (u_1 d_m)]) \sin \alpha = 3,05 \text{ cm}^2$$

Sedmi opseg u_{k7}

nalazi se na udaljenosti $l_7 = l_{k6} + s_r = 145,50$ cm od lica stupa
 sedmi opseg iznosi $u_7 = u_0 + l_{k6} \pi / 2 = 278,435$ cm

Posmično naprezanje u ploči od proboja na sedmom opsegu u_{k7} :

$$v_{Ed,k7} = \beta V_{Ed} / (d_m u_{k7}) = 0,075 \text{ kN/cm}^2 = 0,75 \text{ N/mm}^2$$

Potrebna armatura $A_{swk,7}$ protiv proboja na sedmom opsegu u_{k7} :

$$A_{swk,7} = (v_{Ed,k7} - 0,75 v_{Rd,c}) / (1,5 (d_m / s_r) f_{ywd,ef} [1 / (u_1 d_m)]) \sin \alpha = 2,22 \text{ cm}^2$$

4. ODABIR ARMATURE PROTIV PROBOJA

Maksimalni tangencijalni razmak šipki po opsegu: $s_{t,max} = 40,00$ cm

EN ne daje upute za maksimalni promjer spona protiv proboja.

Minimalna površina jedne grane spona protiv proboja iznosi:

$$A_{sw,min} \geq (0,08 f_{ck} 1/2 / f_{yk}) (s_r s_t) / (1,5 \sin \alpha + \cos \alpha) = 0,51 \text{ cm}^2$$

Na prvom opsegu u_{k1} na udaljenosti $l_{k1} = 13,50$ cm od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ 16


$$n_1 = u_{k1} / s_{t,max} = 1,8 \text{ komada}$$

Odabrano je	$n_1 = 9$ komada spona
$A_{swk,1,od} = 18,09 \text{ cm}^2$	$\geq A_{swk,1} = 16,34 \text{ cm}^2$
Tangencijalni razmak spona:	
$s_{t,1} = u_{k1} / n_1 = 7,9 \text{ cm}$	$\leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$

Na drugom opsegu u_{k2} na udaljenosti $l_{k2} = 35,50$ cm od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ 16

$$n_2 = u_{k2} / s_{t,max} = 2,6 \text{ komada}$$

Odabrano je	$n_2 = 9$ komada spona
$A_{swk,2,od} = 18,09 \text{ cm}^2$	$\geq A_{swk,2} = 9,99 \text{ cm}^2$
Tangencijalni razmak spona:	
$s_{t,2} = u_{k2} / n_2 = 11,7 \text{ cm}$	$\leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Na trećem opsegu u_{k3} na udaljenosti $l_{k3} = 57,50 \text{ cm}$ od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ **16**

$$n_3 = u_{k3}/s_{t,max} = 3,5 \text{ komada}$$

$$\text{Odabrano je } n_3 = 9 \text{ komada spona}$$

$$A_{swk,3,od} = 18,09 \text{ cm}^2 \geq A_{swk,3} = 6,42 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tangencijalni razmak spona:}$$

$$s_{t,3} = u_{k3}/n_3 = 15,6 \text{ cm} \leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$$

Na četvrtom opsegu u_{k4} na udaljenosti $l_{k4} = 79,50 \text{ cm}$ od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ **16**

$$n_4 = u_{k4}/s_{t,max} = 4,4 \text{ komada}$$

$$\text{Odabrano je } n_4 = 9 \text{ komada spona}$$

$$A_{swk,4,od} = 18,09 \text{ cm}^2 \geq A_{swk,4} = 5,70 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tangencijalni razmak spona:}$$

$$s_{t,4} = u_{k4}/n_4 = 19,4 \text{ cm} \leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$$

Na petom opsegu u_{k5} na udaljenosti $l_{k5} = 101,50 \text{ cm}$ od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ **16**

$$n_5 = u_{k5}/s_{t,max} = 5,2 \text{ komada}$$

$$\text{Odabrano je } n_5 = 9 \text{ komada spona}$$

$$A_{swk,5,od} = 18,09 \text{ cm}^2 \geq A_{swk,5} = 4,15 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tangencijalni razmak spona:}$$

$$s_{t,5} = u_{k5}/n_5 = 23,3 \text{ cm} \leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$$

Na šestom opsegu u_{k6} na udaljenosti $l_{k6} = 123,50 \text{ cm}$ od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ **16**

$$n_6 = u_{k6}/s_{t,max} = 6,1 \text{ komada}$$

$$\text{Odabrano je } n_6 = 9 \text{ komada spona}$$

$$A_{swk,6,od} = 18,09 \text{ cm}^2 \geq A_{swk,6} = 3,05 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tangencijalni razmak spona:}$$

$$s_{t,6} = u_{k6}/n_6 = 27,1 \text{ cm} \leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$$

Na sedmom opsegu u_{k7} na udaljenosti $l_{k7} = 145,50 \text{ cm}$ od lica stupa odabran je profil armature za nosivost na proboj ϕ **16**

$$n_7 = u_{k7}/s_{t,max} = 7,0 \text{ komada}$$

$$\text{Odabrano je } n_7 = 9 \text{ komada spona}$$

$$A_{swk,7,od} = 18,09 \text{ cm}^2 \geq A_{swk,7} = 2,22 \text{ cm}^2$$

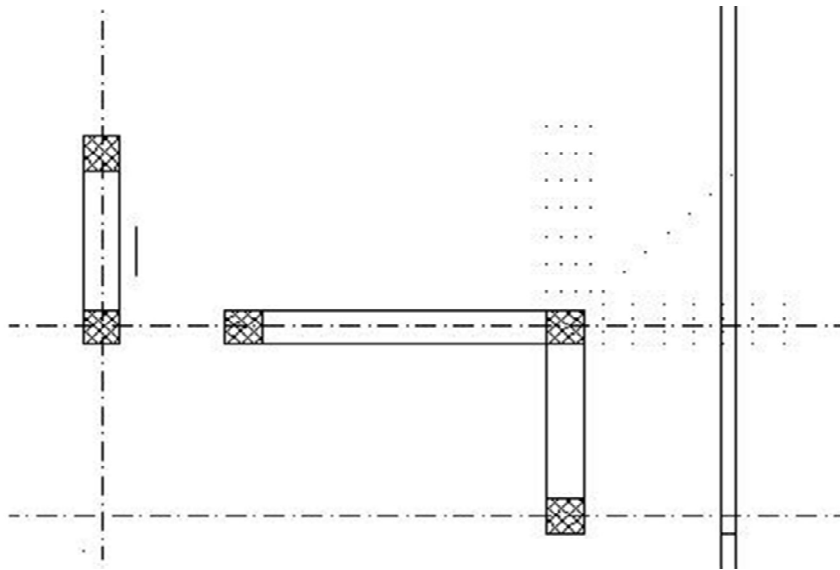
$$\text{Tangencijalni razmak spona:}$$


$$s_{t,7} = u_{k7}/n_7 = 30,9 \text{ cm} \leq s_{t,max} = 40,00 \text{ cm}$$

Odabrana armatura protiv probijanja je s 7 opsega.

Prvi opseg :	9	ϕ	16
Drugi opseg:	9	ϕ	16
Treći opseg :	9	ϕ	16
Četvrti opseg:	9	ϕ	16
Peti opseg:	9	ϕ	16
Šesti opseg:	9	ϕ	16
Sedmi opseg:	9	ϕ	16

Skica probojne armature:



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.3.2. Proračun i dimenzioniranje grede G200

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G200** dimenzija **b/h = 25/40 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G200


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G200		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

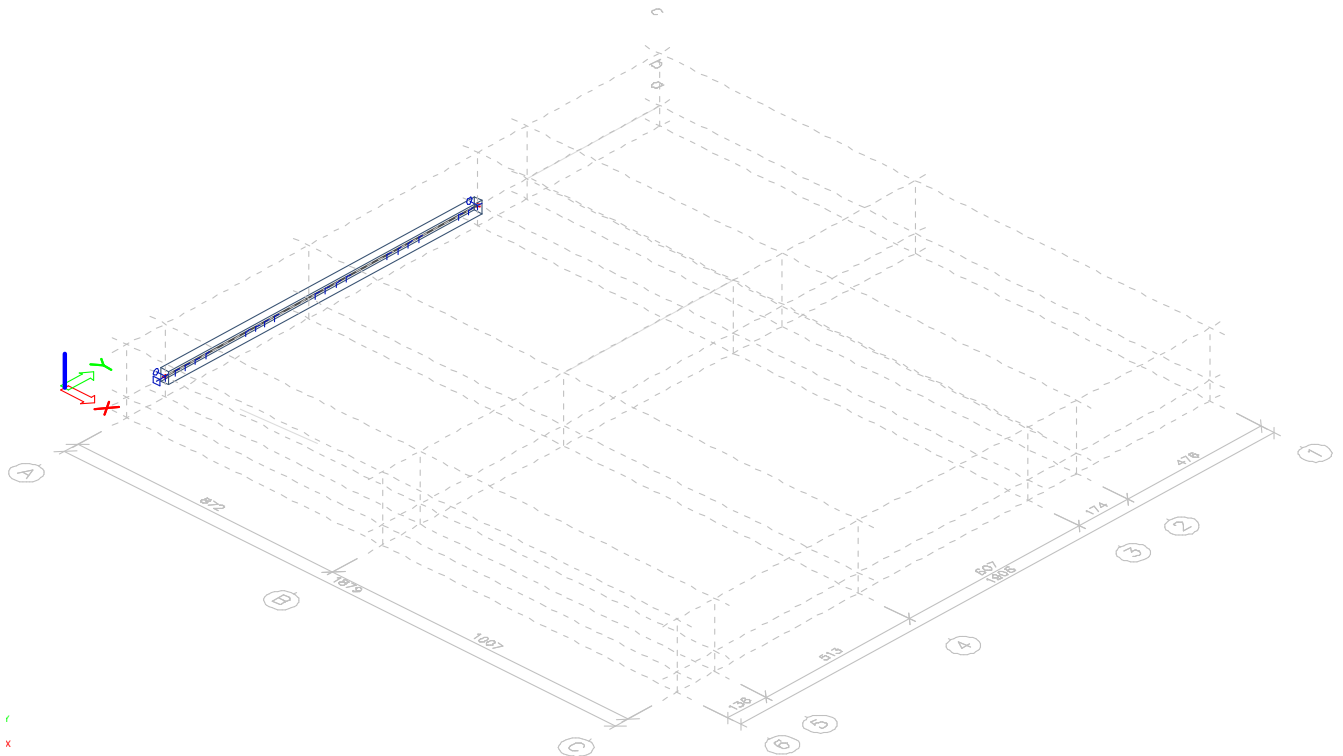
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

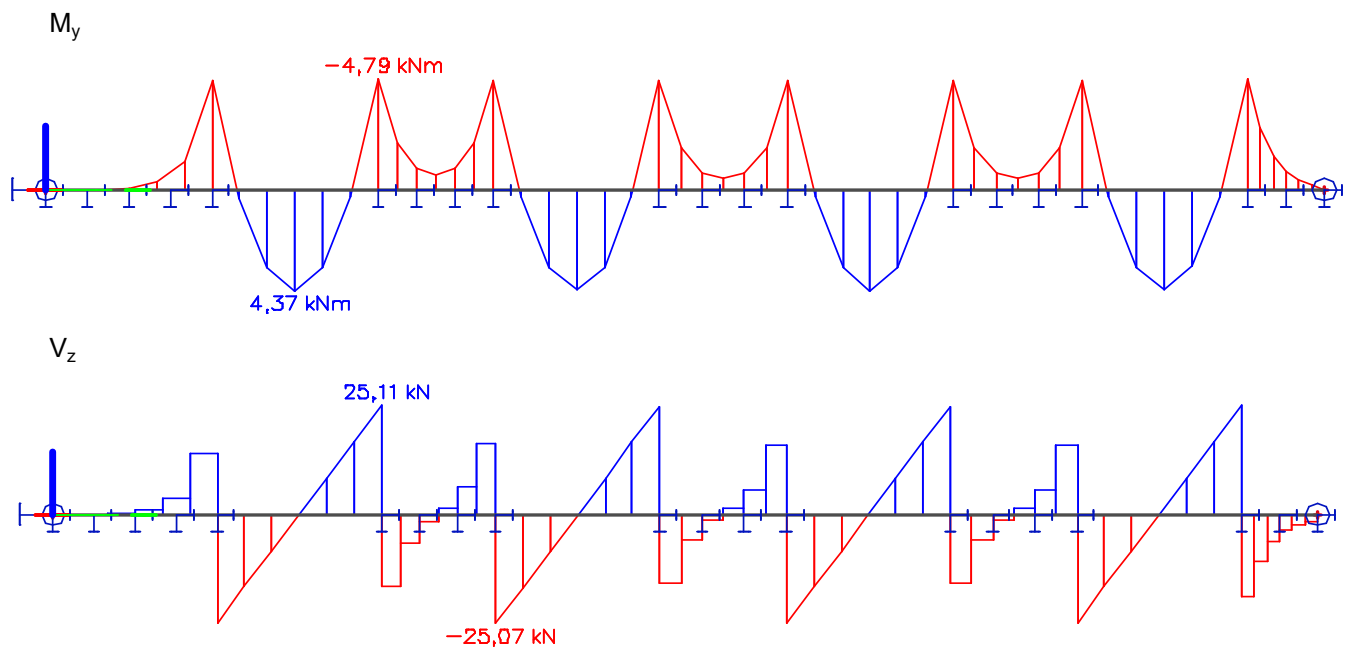
* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

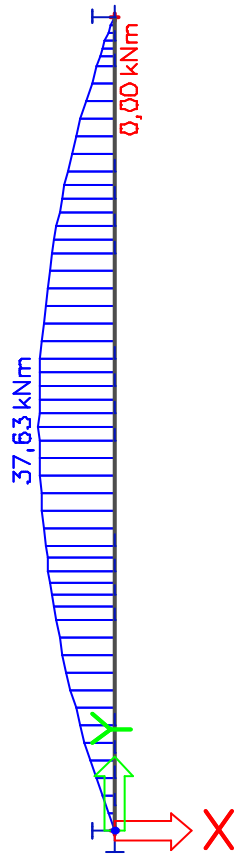
Prilog 2. Prikaz grede



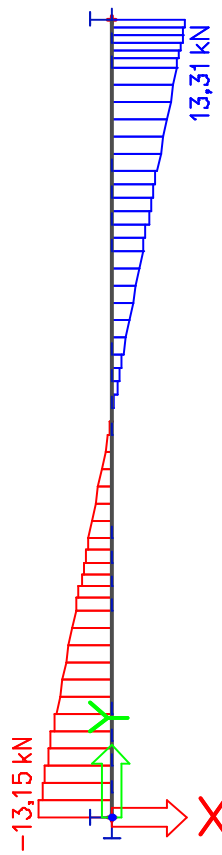
Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti




M_z



V_y



AB greda se dvoosno savija, pa ćemo provjeriti savijanje pojedinačno, za svaki smjer **(1)**, proračun grede kao proračun stupa **(2)**.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G200

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	1,5	m	
visina grede	$h =$	40	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1000	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	36,4	cm	$d_2 = 3,6$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	4,79	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	25,11
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	4,79	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	25,11

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,007 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,99	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-0,6 %
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,029	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 %

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,31$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,37	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1,18	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 2 \phi 16 = 4,02$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,007 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,99 & \text{deformacija betona } \epsilon_{c2} &= -0,6 \text{ ‰} \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,029 & \text{deformacija čelika } \epsilon_{s1} &= 20,0 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,31 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura na lež: 1.) $A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} = 1,37 \text{ cm}^2$ **/jerodavno!**
 2.) $A_{s1,min} = 0.0013b_wd = 1,18 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura na le. 1.) $A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h = 22 \text{ cm}^2$ **/jerodavno!**
 2.) $A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h = 40 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 2 \phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2$

6.1 DIMZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} &= 0.18/\gamma_c = 0,12 & k &= 1 + (200/d)^{1/2} = 1,74 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1 \phi 16 & &= 2,01 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 &= A_{sl}/(b_w d) = 0,0022 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} &= N_{Ed}/A_c = 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} &= 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,4405 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 35712 \text{ N} = 35,7 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 40083 \text{ N} = 40,08 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0 \quad z = 0.9d = 328 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 \quad \theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 425328 \text{ N} = 425,33 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 40,08 \text{ kN} > V_{Ed} = 25 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 425 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 68,4 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,05 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1.) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 25,1 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 127,6 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 27,3 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 27,3 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 27,3 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2$$

Razmak spona uz oslonac

$$s_l = 20,0 \text{ cm}$$

$$\phi 8$$

Maksimalni razmak spona:

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka

$$h_0 = 2A_c / u = 15,38 \text{ cm} = 153,8 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w h = 1000,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku

$$u = 2b_w + 2h = 130,00 \text{ cm}^2$$

Konačna vrijednost koeficijenta puzanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%):

$$\varphi(\infty, t_0) = 3$$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$$\varepsilon_{cs,\infty} = \varepsilon_{cd,\infty} + \varepsilon_{ca,\infty}$$

- zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{cd,0}$$

- gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,919$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\varepsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

$$\text{Očitano: } \varepsilon_{cd,0} = 0,000535 \quad \text{za: } C30/37$$

$$RH 50 \%$$


Slijedi:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{cd} = 4,92E-04$$

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\varepsilon_{cs,\infty} = \varepsilon_{cd,\infty} + \varepsilon_{ca,\infty} = 5,42E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm}/(1,0+\varphi(\infty,t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s/E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s/E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$$y_{0d} = h / 2 = 20,00 \text{ cm}$$

$$y_{0g} = y_{0d} = 20,00 \text{ cm}$$

$$I_0 = b_w h^3 / 12 = 133333,33 \text{ cm}^4$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka

$$I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 144274,4 \text{ cm}^4$$

$$S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00 \text{ cm}^3 \quad \text{statički moment ploštine armaure}$$

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 7,09$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 32,91$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka

$$I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 24143,72 \text{ cm}^4$$

$$S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 103,75 \text{ cm}^3 \quad \text{statički moment ploštine armaure}$$

$$z = d-y_{IIg}/3 = 34,04 \text{ cm} \quad \text{krak unutarnjih sila}$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka

$$I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 183583,6 \text{ cm}^4$$

$$S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00 \text{ cm}^3 \quad \text{statički moment ploštine armaure}$$

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$


Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 11,51$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 28,49$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka

$$I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 78914,36 \text{ cm}^4$$

$$S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 68,27 \text{ cm}^3 \quad \text{statički moment ploštine armaure}$$

$$z = d-y_{IIg}/3 = 32,56 \text{ cm} \quad \text{krak unutarnjih sila}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

Moment savijanja od stalnog djelovanja: $M_g = 3$ kNm
 Moment savijanja od promjenjivog djelovanja: $M_q = 0,5$ kNm

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3,5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}Z = 2,56 \text{ kN/cm}^2 = 25,59 \text{ N/mm}^2$$

Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku: $M_{cr} = f_{ctm}I_o/y_{0d} = 1933,33$ kNcm
 $= 19,33$ kNm

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 14,13 \text{ kN/cm}^2 = 141,33 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 3,15 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3$$

(stanovi, uredi, trgovine do 50m², predvorja, balkoni, bolnice)

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}Z = 2,41 \text{ kN/cm}^2 = 24,07 \text{ N/mm}^2$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 14,77 \text{ kN/cm}^2 = 147,71 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,16 \text{ cm}^2$$

gdje je:

$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9$ N/mm ²	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 500,00$ cm ²	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50$ kN/cm ²	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 4,02 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,16 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$


Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\phi^* = (\text{interpolacija}) = 41,59 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\phi = \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 46,21 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\text{razmak} = 51,99 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 2,6 \text{ kNm} < M_{Cr} = 19,3 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 10,97 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 20,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff}/\rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff}))/E_s \geq 0,6 \sigma_s/E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -5,184E-04 < 0,6 \sigma_s/E_s = 7,7E-05$$

gdje je:

$$k_t = 0,6 \quad \text{- za kratkotrajno opterećenje;}$$

$$A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 274,23 \text{ cm}^2 \quad \text{- sudjelujuća vlačna ploština presjeka;}$$

$$\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0147 \quad \text{- koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;}$$

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$

pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 253,58 \text{ mm}$

gdje je:

$$k_1 = 0,8 \quad \text{- za rebrastu armaturu;}$$

$$k_2 = 0,5 \quad \text{- za savijanje presjeka male debljine;}$$

$$k_3 = 3,4 \quad \text{- prema preporuci iz Eurokoda 2;}$$

$$k_4 = 0,425 \quad \text{- prema preporuci iz Eurokoda 2.}$$

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,02 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,02 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 3,15 \text{ kNm} < M_{Cr} = 19,33 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 9,50 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 20,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff}/\rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff}))/E_s \geq 0,6 \sigma_s/E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -3,629E-04 < 0,6 \sigma_s/E_s = 7,2E-05$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = b h_{c,ef} = 237,44 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0169$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 228,69 \text{ mm}$

gdje je:
 $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,02 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,02 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 4,12$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 13,15$
 $f_3 = 310/s_s = 12,88$ } $f_3 = 12,88$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,004417 = 0,44 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 30 \\ 20 \end{matrix} \right\}$ omjer $\left. \begin{matrix} 30 \end{matrix} \right\}$

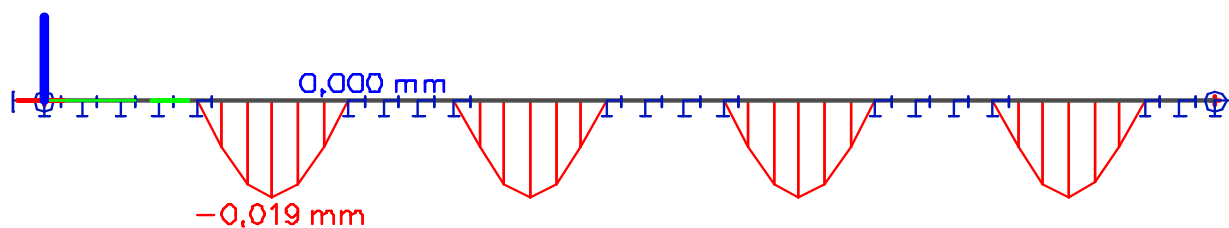
Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 386,42 > 4,12$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 150/250 = 0,60 \text{ cm}$ $>$ $u_{el} = 0,00 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 150/250 = 0,60 \text{ cm}$ $>$ $u=4u_{el} = 0,004 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Slijedi dokaz savjanja oko slabije osi.

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	11,2	m	
visina grede	$h =$	25	cm	
širina grede	$b_w =$	40	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1000	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	21,4	cm	$d_2 = 3,6$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	37,63	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	13,31
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	13,31

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,103 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,944	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-3,2 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,138	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 4,28$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,29	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1,11	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 4 \phi 16 = 8,04$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju:		$A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) =$	0,00	cm ²	
Minimalna armatura n _e	1.)	$A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} =$	1,29	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,min} = 0.0013b_wd =$	1,11	cm ²	
Maksimalna armatura	1.)	$A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za ležaj:	$A_{s,odabr} =$	4	φ	16 =	8,04 cm ²
-----------------------------	-----------------	---	---	------	----------------------

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,97 < 2,00 \\ A_{sl} &= 2 \phi & &= 4,02 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl}/(b_w d) &= 0,0047 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,5287 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 48790 \text{ N} = 48,8 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 45261 \text{ N} = 45,26 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\begin{aligned} \alpha_{cw} &= 1,0 & z &= 0.9d = 193 \text{ mm} \\ v_1 &= 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 & \theta &= 39,8^\circ \end{aligned}$$

$$V_{Rd,max} = 400089 \text{ N} = 400,09 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 48,79 \text{ kN} > V_{Ed} = 13 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 400 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi & &= 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Proračun okomitih spona: } s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 75,9 \text{ cm}$$

Odabran razmak spona uz oslonac	$s_l =$	15,0 cm
---------------------------------	---------	---------

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 0,87 \text{ Nmm}^2 < 0,5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0,08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,00087636$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 28,7 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0,15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 28,9 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 13,3 \text{ kN} < 0,3 V_{Rd,max} = 120,0 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0,75d = 16,1 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 16,1 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2$$

Razmak spona uz oslonac

$$s_l = 15,0 \text{ cm}$$

$$\phi 8$$

Maksimalni razmak spona:

$$s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$$

Odabiremo razmak vilica od 15 cm jer je mjerodavna manja vrijednosti!

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka

$$h_0 = 2A_c / u = 15,38 \text{ cm} = 153,8 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w h = 1000,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku

$$u = 2b_w + 2h = 130,00 \text{ cm}^2$$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%):

$$\varphi(\infty, t_0) = 3$$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$$

- zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$$

- gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,919$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

$$\text{Očitano: } \epsilon_{cd,0} = 0,000535 \quad \text{za: } C30/37$$


$$RH \ 50 \ \%$$

$$\text{Slijedi: } \epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,92E-04$$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,42E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm}/(1,0+\varphi(\infty,t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s/E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s/E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 12,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 12,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 52083,33$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 58527,73$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 5,74$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 19,26$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 14655,2$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 108,69$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 19,49$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 81681,24$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 8,66$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 16,34$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 45072,34$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 61,81$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 18,51$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 20 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 7 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 27 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 17,24 \text{ kN/cm}^2 = 172,37 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 1208,33 \text{ kNm} \\ & = 12,08 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 7,71 \text{ kN/cm}^2 = 77,14 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 22,10 \text{ kNm} & \text{uz} & \psi_2 = 0,3 \\ & & & \text{(stanovi, uredi, trgovine do 50m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 14,85 \text{ kN/cm}^2 = 148,49 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 8,12 \text{ kN/cm}^2 = 81,19 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,16 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 500,00 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 8,04 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,16 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 29,15 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 20,24 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 36,44 \text{ mm} & (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 17,2 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 12,1 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 6,42 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 5,312E-04 > 0,6 \sigma_s / E_s = 5,2E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 256,81 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0313$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 154,90 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,08 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,08 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 22,10 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 12,08 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 5,45 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 4,446E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 4,5E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 217,93 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0369$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 141,74 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,06 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,06 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 52,34$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,88$
 $f_3 = 310/s_s = 2,09$ } $f_3 = 1,88$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,009391 = 0,94 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer 18

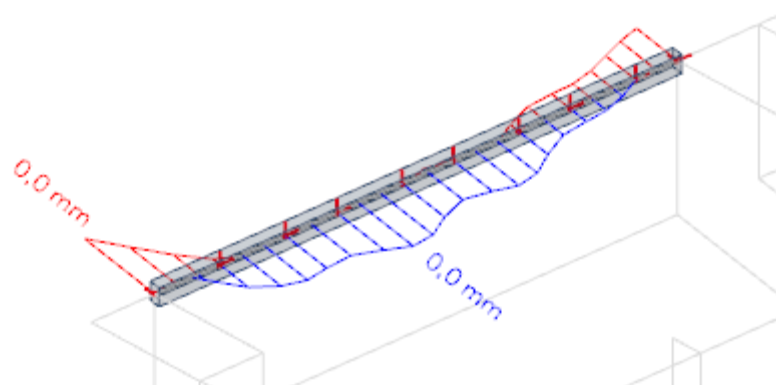
Granična vitkost (interpolacija):

$(L/d)_{lim} = 33,77 < 52,34$

Potrebno je provesti proračun progiba!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 1120/250 = 4,48 \text{ cm}$ > $u_{el} = 0,00 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 1120/250 = 4,48 \text{ cm}$ > $u = 4 * u_{el} = 0,00 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Proračun grede kao proračun stupa.

(2)

1. Unutrašnje sile

Uzdužna sila $N_{Ed} = 0,01$ kN

Momenti savijanja:
 $M_{y,Ed} = 4,79$ kNm
 $M_{z,Ed} = 37,63$ kNm

2. Ekscentricitet

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\Theta_i = \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0,0034$$

$$e_{i,z} = \Theta_i l_0/2 = 1,88 \text{ cm} \quad \Theta_0 = 1/200 = 0,005$$

$$e_{i,y} = \Theta_i l_0/2 = 1,88 \text{ cm} \quad \alpha_m = 1$$

$$e_{o,z} = M_{Ed,y} / N_{Ed} = 479,00 \text{ m} \quad \alpha_h = 2/l^{1/2} = 0,60$$

$$e_{o,y} = M_{Ed,z} / N_{Ed} = 3763,00 \text{ m} \quad 2/3 < \alpha_h \leq 1 \rightarrow \alpha_h = 0,67$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$e_2 = (1/r)^*(l_0^2/c)$$

$$c = 10 \text{ (konstantni presjek)}$$

$$1/r = K_r K_\phi (1/r_0)$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0,0021739$$

$$d_1 = c + \phi_v + \phi_u/2 = 4 \text{ cm}$$

$$d_z = h - d_1 = 36 \text{ cm}$$

$$d_y = b - d_1 = 21 \text{ cm}$$

$$1/r_{0,z} = \varepsilon_{yd}/(0.45d_z) = 1,342E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_z = 1,342E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{0,y} = \varepsilon_{yd}/(0.45d_y) = 2,300E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_y = 2,300E-04 \text{ 1/cm}$$

- koeficijent puzanja:

$$K_r = (n_u - n)/(n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1,00$$

$$K_\phi = 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1,00$$

$$K_{\phi,y} = 1,00$$

$$\lambda_y = l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 96,89$$

$$\lambda_z = l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 155,02$$

$$A_c = b h; u = 2b + 2h; RH = 50\%; t_0 > 100$$

$$h_0 = 2A_c/u = 154 \text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 3,00$$

$$\phi_{ef} = \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 3,00$$

$$\beta_z = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_y/150 = 0,146$$

$$\beta_y = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_z/150 = 0,533$$

$$K_{\phi,z} = 1 + \beta_z \phi_{ef} = 0,562$$

$$K_{\phi,y} = 1 + \beta_y \phi_{ef} = -0,600$$

$$e_{2,z} = (1/r_z)^*(l_{0,z}^2/c) = 16,83 \text{ cm}$$

$$e_{2,y} = (1/r_y)^*(l_{0,y}^2/c) = 28,86 \text{ cm}$$


2.3. Ukupni ekscentricitet

$$e_{tot,z} = e_{o,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = 47918,71 \text{ cm}$$

$$e_{tot,y} = e_{o,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = 376330,73 \text{ cm}$$

$$M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{z,tot} = 4,79 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{y,tot} = 37,63 \text{ kNm}$$

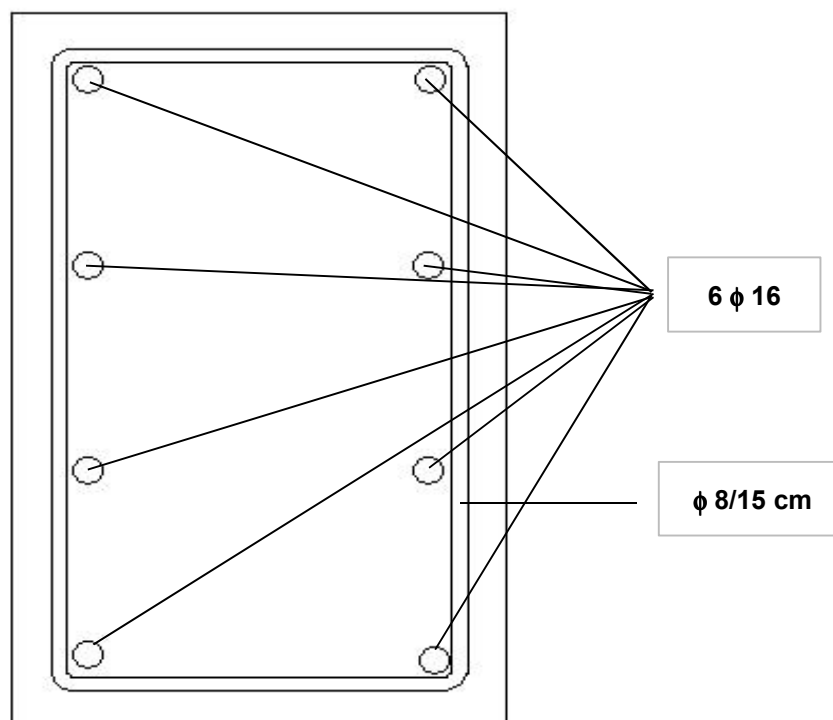
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


3. Proračun

C30/37	$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$b =$	25	cm
B500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	$h =$	40	cm
Razred izloženosti		XC1		$c_{nom} =$	2,0	cm
				$l =$	1120	cm
				Duljina izvijanja $s_k =$	1120	cm
				Kritična sila $F_{kr} =$	1392	kN
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 =$	20,00	N/mm ²	statička visina:		
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	43,48	kN/cm ²	$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c =$	36,00	cm
				$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c =$	21,00	cm
	$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (bh^2 f_{cd}) =$	0,006				
	$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (hb^2 f_{cd}) =$	0,075				
	$v_{Ed} = N_{Ed} / (bh f_{cd}) =$	0,000				
	za $\mu_1 =$	0,075	$v =$	0	$\omega_{tot} =$	0,25
	$\mu_2 =$	0,006				
	$A_{s,min} = 0,003A_c =$	3,0	cm ²			
	$A_{s,min} = 0,10 N_{Ed} / f_{yd} =$	0,0	cm ²	$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} bh =$	11,50	cm ²
	$A_{s,max} = 0,04A_c =$	40,0	cm ²			

Odabrano: **8** Φ 16 $A_s =$ **16,08** cm²

Skica armature:



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.3.3. Proračun i dimenzioniranje grede G201

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G201** dimenzija **b/h = 25/40 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G201


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G201		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

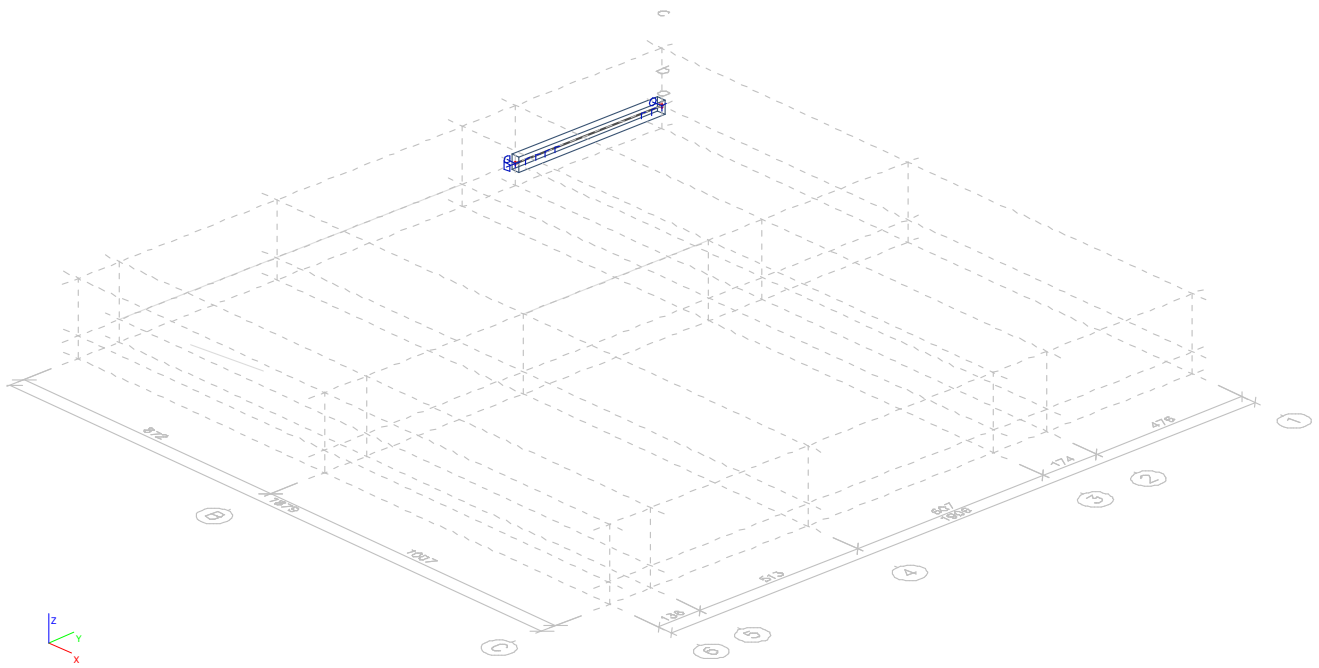
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

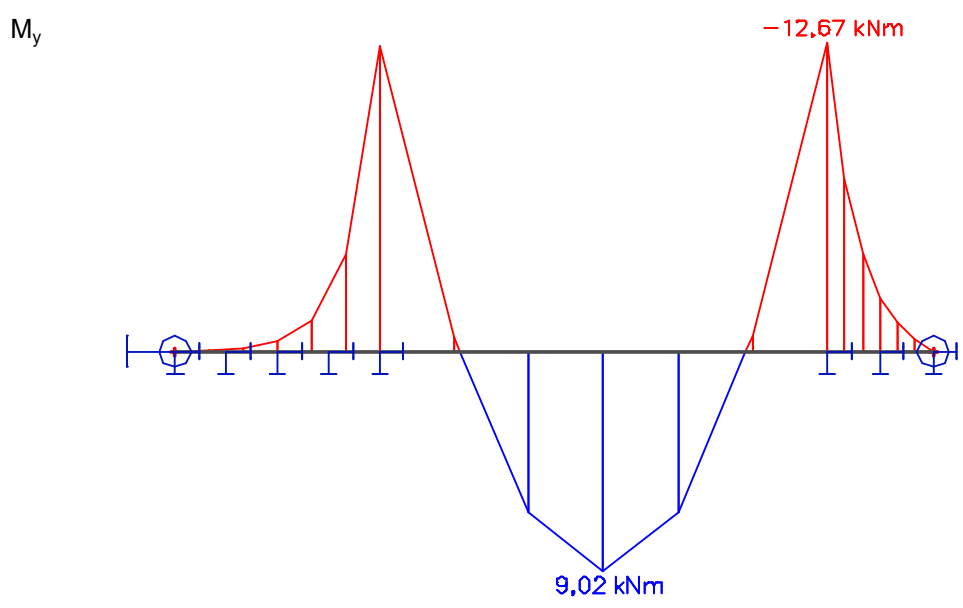
* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

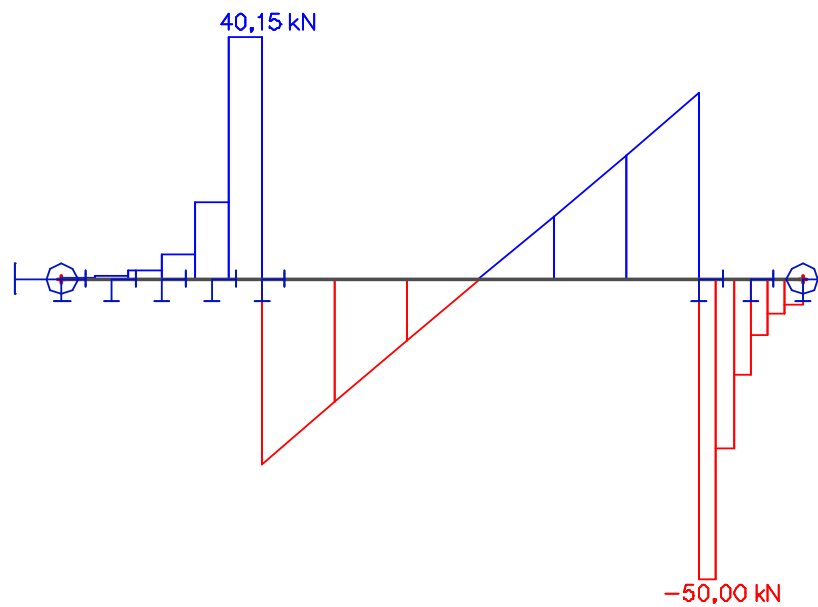
Prilog 2. Prikaz grede



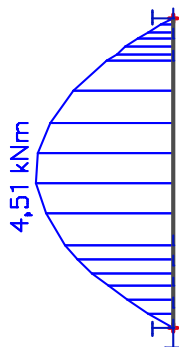
Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti



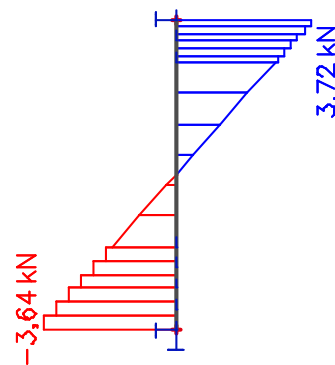
V_z




M_z



V_y



AB greda se dvoosno savija, pa ćemo provjeriti savijanje pojedinačno, za svaki smjer **(1)**, proračun grede kao proračun stupa **(2)**.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G201

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	2,9	m		
visina grede	$h =$	40	cm		
širina grede	$b_w =$	25	cm		
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1000	cm ²		
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)	
statička visina presjeka:	$d =$	36,5	cm	$d_2 =$	3,5 cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm		
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm		

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y,polje} =$	9,02	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed,ležaj 1} =$	50,00
	$M_{Ed,y,ležaj 1} =$	12,67	kNm		$V_{Ed,ležaj 2} =$	50,00
	$M_{Ed,y,ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,014 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,985	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-0,9 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,043	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,58 \text{ cm}^2$


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,38	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d =$	1,19	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s,odabr} = 2 \phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,019 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,983 & \text{deformacija betona } \epsilon_{c2} &= -1,0 \text{ ‰} \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,048 & \text{deformacija čelika } \epsilon_{s1} &= 20,0 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,81 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_a

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} = 1,38 \text{ cm}^2$	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d = 1,19 \text{ cm}^2$	

Maksimalna armatura

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h = 22 \text{ cm}^2$	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h = 40 \text{ cm}^2$	

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 2 \phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2$

6.1 DIMZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,74 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1 \phi 16 & &= 2,01 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl} / (b_w d) &= 0,0022 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,4401 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 35756 \text{ N} = 35,8 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 40158 \text{ N} = 40,16 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \\ \alpha_{cw} &= 1,0 & z &= 0.9d = 329 \text{ mm} \\ v_1 &= 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 & \theta &= 39,8^\circ \end{aligned}$$

$$V_{Rd,max} = 426496 \text{ N} = 426,50 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 40,16 \text{ kN} < V_{Ed} = 50 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 426 \text{ kN}$$

Uvjet $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ NIJE zadovoljen!

Potrebno je proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 34,5 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \theta / (b_w s) = 1,05 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 50,0 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 127,9 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 27,4 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 27,4 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 27,4 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2 \quad \text{Razmak spona uz oslonac} \quad s_l = 15,0 \text{ cm}$$

$$\phi 8 \quad \text{Maksimalni razmak spona:} \quad s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 15,38 \text{ cm} = 153,8 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1000,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 130,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 3$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} \quad - \text{zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;}$$

$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} \quad - \text{gdje je } k_h \text{ koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini } h_0.$$

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,919$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:


Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37

RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,92E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja: $\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,42E-04$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 20,00$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 20,00$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 133333,33$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 144408,2$ cm⁴
 $S_I = A_{s1}(d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 7,09$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 32,91$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1}(d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 24301,16$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1}(d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 103,75$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 34,14$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 20,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 184198,3$ cm⁴
 $S_I = A_{s1}(d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 11,51$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 28,49$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1}(d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 79549,09$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1}(d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 68,27$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 32,66$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

Moment savijanja od stalnog djelovanja: $M_g = 6$ kNm
 Moment savijanja od promjenjivog djelovanja: $M_q = 0,6$ kNm

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 6,6 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}Z = 4,81 \text{ kN/cm}^2 = 48,11 \text{ N/mm}^2$$

Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku: $M_{cr} = f_{ctm}I_0/y_{0d} = 1933,33$ kNcm
 $= 19,33$ kNm

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 14,09 \text{ kN/cm}^2 = 140,91 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 6,18 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3$$

(stanovi, uredi, trgovine do 50m², predvorja, balkoni, bolnice)

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}Z = 4,71 \text{ kN/cm}^2 = 47,07 \text{ N/mm}^2$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 14,73 \text{ kN/cm}^2 = 147,26 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,16 \text{ cm}^2$$

gdje je:

$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9$ N/mm ²	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 500,00$ cm ²	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50$ kN/cm ²	- naprezanje u čeliku.

$A_{s1,odabr} = 4,02 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,16 \text{ cm}^2$ **Zadovoljen uvjet minimalne armature.**


Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\phi^* = (\text{interpolacija}) = 39,29 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\phi = \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 44,91 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\text{razmak} = 49,12 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

Uvjet: $M_{Ed} = 4,8 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 19,3 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 10,97 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 20,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = -4,058E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 1,4E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 274,23 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0147$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 230,39 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,03 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,03 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

Uvjet:

$M_{Ed} = 6,18 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 19,33 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 9,50 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 20,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = -2,479E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 1,4E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = b h_{c,ef} = 237,44 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0169$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 208,60 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,03 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,03 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 7,95$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 6,97$
 $f_3 = 310/s_s = 6,59$ } $f_3 = 6,59$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,004405 = 0,44 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:

- slab naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$


30 } omjer 30
 20 }

Granična vitkost (interpolacija):

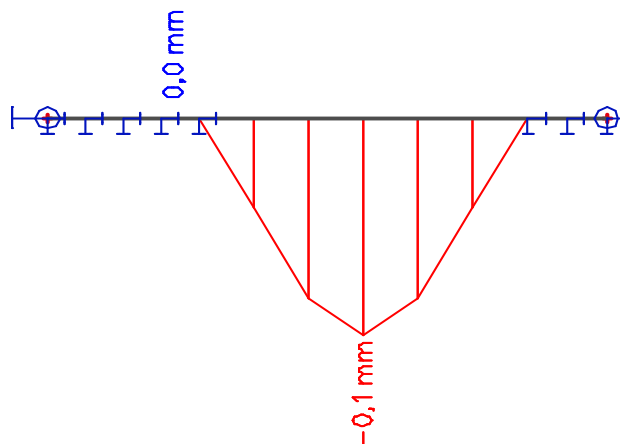
$$(L/d)_{lim} = 197,56 > 7,95$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.

Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		


6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 290/250 = 1,16 \text{ cm}$ > $u_{el} = 0,01 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 290/250 = 1,16 \text{ cm}$ > $u=4*u_{el} = 0,040 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Slijedi dokaz savjanja oko slabije osi.

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	4,76	m	
visina grede	$h =$	25	cm	
širina grede	$b_w =$	40	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1000	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	21,5	cm	$d_2 = 3,5$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	4,51	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	3,72
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	3,72
	$M_{Ed,y, ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,012 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:


koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,987	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-0,8 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,038	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,49$ cm²

Minimalna armatura:	1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,30	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1,12	cm ²	

Maksimalna armatura:	1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 3 \phi 16 = 6,03$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju:		$A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) =$	0,00	cm ²	
Minimalna armatura n _a	1.)	$A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} =$	1,30	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,min} = 0.0013b_wd =$	1,12	cm ²	
Maksimalna armatura	1.)	$A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za ležaj:	$A_{s,odabr} =$	3	φ	16 =	6,03 cm ²
-----------------------------	-----------------	---	---	------	----------------------

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,96 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1,5 \phi & &= 3,01 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl}/(b_w d) &= 0,0035 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,5278 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 44416 \text{ N} = 44,4 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 45394 \text{ N} = 45,39 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0 \quad z = 0.9d = 194 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 \quad \theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 401958 \text{ N} = 401,96 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 45,39 \text{ kN} > V_{Ed} = 4 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 402 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 & \phi &= 8 & &= 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Proračun okomitih spona: } s_1 = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 272,9 \text{ cm}$$

Odabran razmak spona uz oslonac	$s_1 =$	20,0 cm
---------------------------------	---------	---------

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 0,66 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 28,7 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 28,9 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 3,7 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 120,6 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 16,1 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 16,1 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$m = 2$ Razmak spona uz oslonac $s_l = 15,0 \text{ cm}$

$\phi 8$ Maksimalni razmak spona: $s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 15,38 \text{ cm} = 153,8 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1000,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 130,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 3$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,919$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,92E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,42E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 12,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 12,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 52083,33$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1} (d - y_{1g})^2 + A_{s2} (y_{1g} - d_2)^2) = 57025,85$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1} (d - y_{IIg}) \alpha_{e,0} - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) \alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 5,17$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 19,83$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 11671,12$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 88,34$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 19,78$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1} (d - y_{1g})^2 + A_{s2} (y_{1g} - d_2)^2) = 74783,41$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1} (d - y_{IIg}) \alpha_{e,\infty} - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) \alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 8,06$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 16,94$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 36295,32$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 53,56$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 18,81$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 3 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 0,27 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3,27 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 2,74 \text{ kN/cm}^2 = 27,43 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 1208,33 \text{ kNcm} \\ & = 12,08 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 10,14 \text{ kN/cm}^2 = 101,35 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 3,08 \text{ kNm} & \text{uz} & \psi_2 = 0,3 \\ & & & \text{(stanovi, uredi, trgovine do } 50\text{m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 2,72 \text{ kN/cm}^2 = 27,16 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 10,65 \text{ kN/cm}^2 = 106,53 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,16 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 500,00 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 6,03 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,16 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 41,28 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 29,49 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 51,60 \text{ mm} & (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 2,7 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 12,1 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 6,61 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -2,971E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 8,2E-05$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 264,35 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0228$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 172,36 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,01 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,01 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 3,08 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 12,08 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 5,65 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -2,221E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 8,1E-05$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 225,90 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0267$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 157,18 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,01 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,01 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 22,14$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 12,33$
 $f_3 = 310/s_s = 11,41$ } $f_3 = 11,41$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,00701 = 0,70 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slab naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer 20

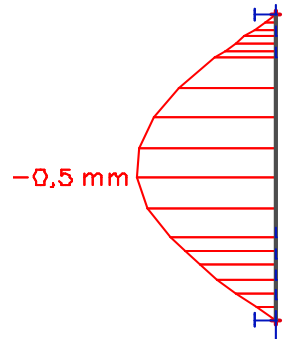
Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 228,25 > 22,14$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	


6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{\text{dop}} = L/250 = 476/250 = 1,90 \text{ cm}$ $>$ $u_{\text{el}} = 0,05 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{\text{dop}} = L/250 = 476/250 = 1,90 \text{ cm}$ $>$ $u = 4 \cdot u_{\text{el}} = 0,200 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Proračun grede kao proračun stupa.

(2)

1. Unutrašnje sile

Uzdužna sila $N_{Ed} = 0,01$ kN

Momenti savijanja:
 $M_{y,Ed} = 12,67$ kNm
 $M_{z,Ed} = 4,51$ kNm

2. Ekscentricitet

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\Theta_i = \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0,0046$$

$$e_{i,z} = \Theta_i l_0/2 = 1,09 \text{ cm} \quad \Theta_0 = 1/200 = 0,005$$

$$e_{i,y} = \Theta_i l_0/2 = 1,09 \text{ cm} \quad \alpha_m = 1$$

$$e_{o,z} = M_{Ed,y} / N_{Ed} = 1267,00 \text{ m} \quad \alpha_h = 2/l^{1/2} = 0,92$$

$$e_{o,y} = M_{Ed,z} / N_{Ed} = 451,00 \text{ m} \quad 2/3 < \alpha_h \leq 1 \rightarrow \alpha_h = 0,92$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$e_2 = (1/r)^*(l_0^2/c)$$

$$c = 10 \text{ (konstantni presjek)}$$

$$1/r = K_r K_\phi (1/r_0)$$

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0,0021739$$

$$d_1 = c + \phi_v + \phi_u/2 = 4 \text{ cm}$$

$$d_z = h - d_1 = 36 \text{ cm}$$

$$d_y = b - d_1 = 21 \text{ cm}$$

$$1/r_{0,z} = \varepsilon_{yd}/(0.45d_z) = 1,342E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_z = 2,250E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{0,y} = \varepsilon_{yd}/(0.45d_y) = 2,300E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_y = 2,720E-04 \text{ 1/cm}$$

- koeficijent puzanja:

$$K_r = (n_u - n)/(n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1,00$$

$$K_\phi = 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1,68$$

$$K_{\phi,y} = 1,18$$

$$\lambda_y = l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 41,18$$

$$\lambda_z = l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 65,88$$

$$A_c = b h; u = 2b + 2h; RH = 50\%; t_0 > 100$$

$$h_0 = 2A_c/u = 154 \text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 3,00$$

$$\phi_{ef} = \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 3,00$$

$$\beta_z = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_y/150 = 0,225$$

$$\beta_y = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_z/150 = 0,061$$

$$K_{\phi,z} = 1 + \beta_z \phi_{ef} = 1,676$$

$$K_{\phi,y} = 1 + \beta_y \phi_{ef} = 1,182$$

$$e_{2,z} = (1/r_z)^*(l_{0,z}^2/c) = 5,10 \text{ cm}$$

$$e_{2,y} = (1/r_y)^*(l_{0,y}^2/c) = 6,16 \text{ cm}$$


2.3. Ukupni ekscentricitet

$$e_{tot,z} = e_{o,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = 126706,19 \text{ cm}$$

$$e_{tot,y} = e_{o,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = 45107,25 \text{ cm}$$

$$M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{z,tot} = 12,67 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{y,tot} = 4,51 \text{ kNm}$$

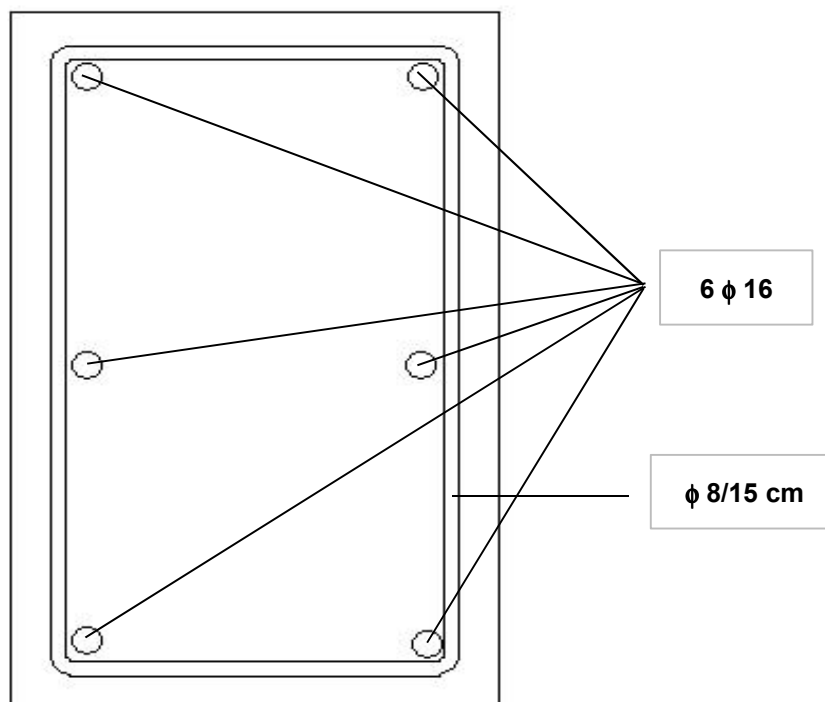
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


3. Proračun

C30/37	$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$b =$	25	cm
B500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	$h =$	40	cm
Razred izloženosti		XC1		$c_{nom} =$	2,0	cm
				$l =$	476	cm
				Duljina izvijanja $s_k =$	476	cm
				Kritična sila $F_{kr} =$	7706	kN
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 =$	20,00	N/mm ²	statička visina:		
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	43,48	kN/cm ²	$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c =$	36,00	cm
				$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c =$	21,00	cm
	$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (bh^2 f_{cd}) =$	0,016				
	$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (hb^2 f_{cd}) =$	0,009				
	$v_{Ed} = N_{Ed} / (bh f_{cd}) =$	0,000				
	za $\mu_1 =$	0,016	$v =$	0	$\omega_{tot} =$	0,10
	$\mu_2 =$	0,009				
	$A_{s,min} = 0,003A_c =$	3,0	cm ²			
	$A_{s,min} = 0,10 N_{Ed} / f_{yd} =$	0,0	cm ²	$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} bh =$	4,60	cm ²
	$A_{s,max} = 0,04A_c =$	40,0	cm ²			

Odabrano: **6** **Φ 16** **A_s = 12,06** cm²

Skica armature:



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.3.4. Proračun i dimenzioniranje grede G202

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G202** dimenzija **b/h = 25/65 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G202


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G202		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

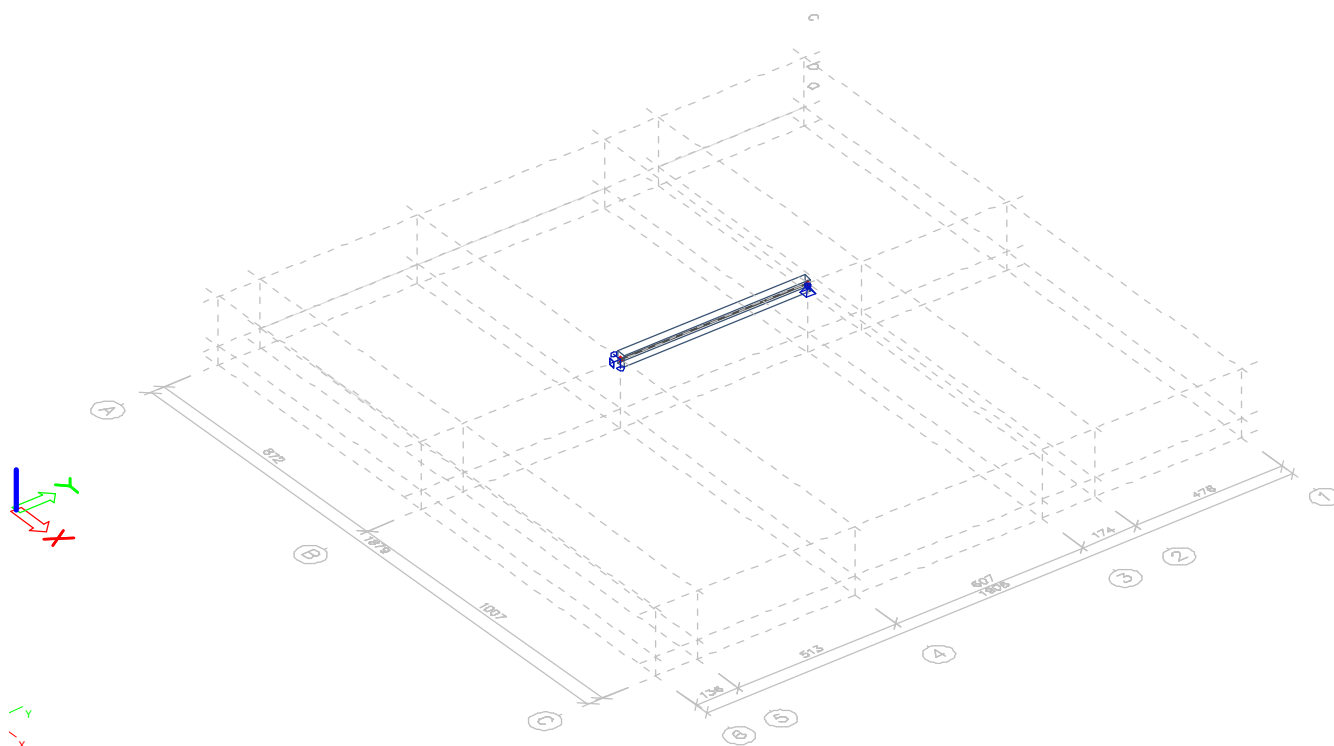
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

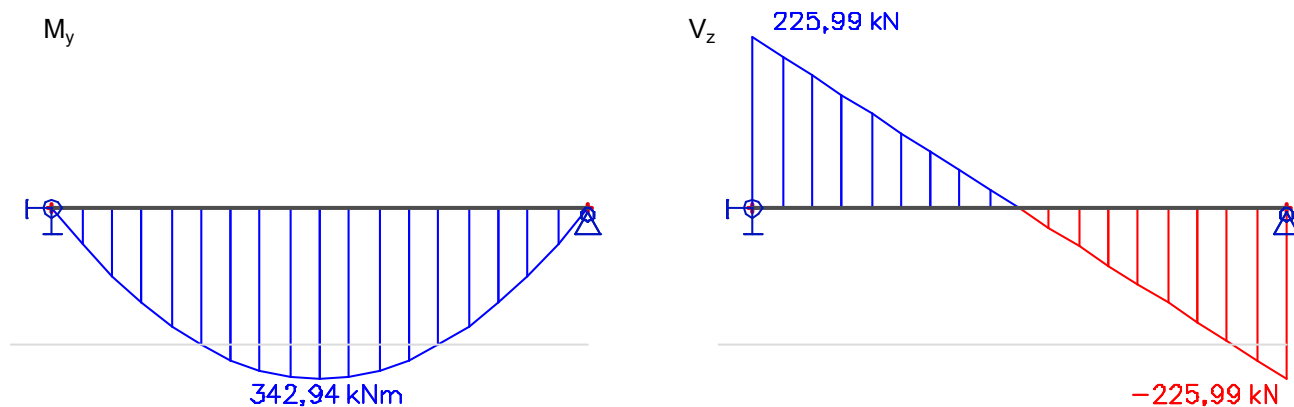
* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

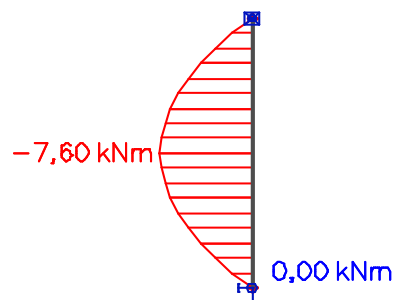
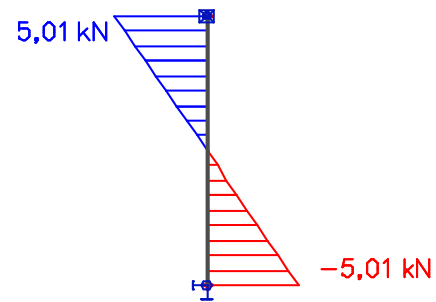
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 2. Prikaz grede




Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti



M_z  V_y 

AB greda se dvoosno savija, pa ćemo provjeriti savijanje pojedinačno, za svaki smjer **(1)**, proračun grede kao proračun stupa **(2)**.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G202

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	6,07	m	
visina grede	$h =$	65	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1625	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	61,5	cm	$d_2 = 3,5$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y,polje} =$	342,94	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed,ležaj 1} =$	225,99
	$M_{Ed,y,ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed,ležaj 2} =$	225,99
	$M_{Ed,y,ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,181 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,892	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-3,5 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,259	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	10,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 14,38$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	2,32	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d =$	2,00	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	35,75	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	65	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s,odabr} = 6 \phi 20 = 18,84$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \epsilon_{c2} &= -0,1 \text{ ‰} \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \epsilon_{s1} &= 20,0 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,00 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_a

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} = 2,32 \text{ cm}^2$	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d = 2,00 \text{ cm}^2$	

Maksimalna armatura

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h = 35,75 \text{ cm}^2$	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h = 65 \text{ cm}^2$	

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 2 \phi 20 = 6,28 \text{ cm}^2$

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,57 < 2,00 \\ A_{sl} &= 3 \phi 20 & &= 9,42 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl} / (b_w d) &= 0,0061 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,3772 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 76458 \text{ N} = 76,5 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 57997 \text{ N} = 58,00 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \\ \alpha_{cw} &= 1,0 & z &= 0.9d = 554 \text{ mm} \\ v_1 &= 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 & \theta &= 39,8^\circ \end{aligned}$$

$$V_{Rd,max} = 718617 \text{ N} = 718,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 76,46 \text{ kN} < V_{Ed} = 226 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 719 \text{ kN}$$

Uvjet $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ NIJE zadovoljen!

Potrebno je proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 12,8 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 10,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \theta / (b_w s) = 2,10 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 226,0 \text{ kN} > 0.3 V_{Rd,max} = 215,6 \text{ kN}$$

$$< 0.6 V_{Rd,max} = 431,2 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.55d = 33,8 \text{ cm} > 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 30,0 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2 \quad \text{Razmak spona uz oslonac} \quad s_l = 10,0 \text{ cm}$$

$$\phi 8 \quad \text{Maksimalni razmak spona:} \quad s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 18,06 \text{ cm} = 180,6 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1625,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 180,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta puzanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%):

$$\varphi(\infty, t_0) = 3$$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,879$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


$$\text{RH } 50 \%$$

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,70E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,20E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 32,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 32,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 572135,42$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 31,45$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 33,55$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 677106,2$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 337,81$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 18,60$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 46,40$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 271011,7$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 713,44$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 55,30$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 28,67$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 36,33$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 1030706$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 267,96$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 29,34$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 35,66$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 780313$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 443,73$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 51,72$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 230 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 10 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 240 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 23,04 \text{ kN/cm}^2 = 230,36 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm}I_0/y_{0d} = 5105,21 \text{ kNcm} \\ & = 51,05 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 4,90 \text{ kN/cm}^2 = 49,00 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 233,00 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3 \\ & \quad \text{(stanovi, uredi, trgovine do 50m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 23,91 \text{ kN/cm}^2 = 239,11 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 5,24 \text{ kN/cm}^2 = 52,39 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,89 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 812,50 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 18,84 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,89 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 20,09 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 37,31 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 25,11 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

Uvjet: $M_{Ed} = 23,0 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 51,1 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 15,47 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 32,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 9,205E-04 > 0,6 \sigma_s / E_s = 6,9E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 386,68 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0487$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 116,85 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,11 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,11 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

Uvjet:

$M_{Ed} = 233,0 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 51,05 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 11,89 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 32,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 9,635E-04 > 0,6 \sigma_s / E_s = 7,2E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = b h_{c,ef} = 297,20 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0634$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 105,54 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,10 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,10 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 9,87$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,31$
 $f_3 = 310/s_s = 1,30$ } $f_3 = 1,30$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,012254 = 1,23 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:

- slab naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$


$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer $\left. \begin{matrix} \\ \\ \end{matrix} \right\} 15$

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 19,45 > 9,87$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.

Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.4.2. Proračun progiba

Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,2E-03$
 Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg}) = 2,7E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,955$
 gdje je: $\beta = 1,0$ za kratkotrajno opterećenje

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 2,7E-05$ 1/cm

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja: $v_{k,t=0} = 5/48 L^2 1/r_m = 1,03$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=0} = 1,03 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 2,43 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I: $1 / r_I = M_{Ed} / E_{c,eff} I_I = 2,7E-05$ 1/cm
 Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II: $z = d - y_{IIg}/3 = 51,72$ cm
 Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,2E-03$
 Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg}) = 3,7E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,976$
 gdje je: $\beta = 0,5$ za dugotrajno opterećenje

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 3,7E-05 \text{ 1/cm}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$$1/r_{csI} = (\varepsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_I) / I_I = 3,3E-06 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{csII} = (\varepsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_{II}) / I_{II} = 7,2E-06 \text{ 1/cm}$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:


$$1/r_{csm} = (1 - \zeta) 1/r_{csI} + \zeta 1/r_{csII} = 7,1E-06 \text{ 1/cm}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_{tot} = 1/r_m + 1/r_{csm} = 4,4E-05$ 1/cm

Progib grede od dugotrajnog djelovanja: $v_{k,t=\infty} = 5/48 L^2 1/r_{tot} = 1,69$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=\infty} = 1,69 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 2,43 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Slijedi dokaz savjanja oko slabije osi.

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	6,07	m	
visina grede	$h =$	25	cm	
širina grede	$b_w =$	40	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1000	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	21,5	cm	$d_2 = 3,5$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	7,60	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	5,01
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	5,01
	$M_{Ed,y, ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,021 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:


koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,982	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-1,1 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,052	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,83$ cm²

Minimalna armatura:	1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,30	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1,12	cm ²	

Maksimalna armatura:	1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za polje:	$A_{s, odabr} =$	3	ϕ	20 =	9,42 cm ²
	$A_{s, odabr} =$	3	ϕ	14 =	4,62 cm ²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju:		$A_{s1,rd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) =$	0,00	cm ²	
Minimalna armatura n _a	1.)	$A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} =$	1,30	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,min} = 0.0013b_wd =$	1,12	cm ²	
Maksimalna armatura	1.)	$A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za ležaj:	$A_{s,odabr} =$	3	φ	20 =	9,42 cm ²
	$A_{s,odabr} =$	3	φ	14 =	4,62 cm ²

6.1 DIMZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,96 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1,5 \phi & &= 4,71 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl}/(b_w d) &= 0,0055 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,5278 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 51540 \text{ N} = 51,5 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 45394 \text{ N} = 45,39 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \\ \alpha_{cw} &= 1,0 & z &= 0.9d = 194 \text{ mm} \\ v_1 &= 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 & \theta &= 39,8^\circ \end{aligned}$$

$$V_{Rd,max} = 401958 \text{ N} = 401,96 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 51,54 \text{ kN} > V_{Ed} = 5 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 402 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 & \phi &= 8 & &= 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Proračun okomitih spona: } s_1 = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 202,6 \text{ cm}$$

Odabran razmak spona uz oslonac	$s_1 = 20,0 \text{ cm}$
---------------------------------	-------------------------

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 0,66 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 28,7 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 28,9 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 5,0 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 120,6 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 16,1 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 16,1 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$m = 2$	Razmak spona uz oslonac	$s_l = 10,0 \text{ cm}$
$\phi 8$	Maksimalni razmak spona:	$s_{l,max} = 15,0 \text{ cm}$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 15,38 \text{ cm} = 153,8 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1000,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 130,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta puzanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 3$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,919$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,92E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,42E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 12,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 12,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 52083,33$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1} (d - y_{1g})^2 + A_{s2} (y_{1g} - d_2)^2) = 59806,02$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1} (d - y_{IIg}) \alpha_{e,0} - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) \alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 6,06$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 18,94$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 16889,67$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 121,28$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 19,48$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1} (d - y_{1g})^2 + A_{s2} (y_{1g} - d_2)^2) = 87552,2$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1} (d - y_{IIg}) \alpha_{e,\infty} - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) \alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 8,97$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 16,03$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 52027,02$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 66,44$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 18,51$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 6 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 1,6 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 7,6 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 4,14 \text{ kN/cm}^2 = 41,42 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 1208,33 \text{ kNcm} \\ & = 12,08 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 6,59 \text{ kN/cm}^2 = 65,85 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 6,48 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3 \\ & \text{(stanovi, uredi, trgovine do } 50\text{m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 3,72 \text{ kN/cm}^2 = 37,17 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 6,93 \text{ kN/cm}^2 = 69,30 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,16 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 500,00 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 9,42 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,16 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Grafični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 40,28 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 28,77 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 50,35 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 4,1 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 12,1 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 6,31 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -7,884E-05 < 0,6 \sigma_s / E_s = 1,2E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 252,50 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0373$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c + \phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 131,80 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,02 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,02 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 6,48 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 12,08 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 5,34 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -8,634E-05 < 0,6 \sigma_s / E_s = 1,1E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = b h_{c,ef} = 213,68 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0441$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 121,99 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,01 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,01 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 28,23$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 11,38$
 $f_3 = 310/s_s = 8,34$ } $f_3 = 8,34$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,010953 = 1,10 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slab naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

20 } omjer 18
 14 }

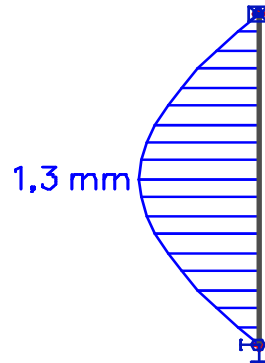
Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 150,14 > 28,23$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 607/250 = 2,43 \text{ cm}$ $>$ $u_{el} = 0,01 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 607/250 = 2,43 \text{ cm}$ $>$ $u = 4 \cdot u_{el} = 0,04 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Proračun grede kao proračun stupa.

(2)

1. Unutrašnje sile

Uzdužna sila $N_{Ed} = 0,01$ kN

Momenti savijanja:
 $M_{y,Ed} = 342,94$ kNm
 $M_{z,Ed} = 7,60$ kNm

2. Ekscentricitet

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\Theta_i = \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0,0041$$

$$\Theta_0 = 1/200 = 0,005$$

$$\alpha_m = 1$$

$$\alpha_h = 2/l^{1/2} = 0,81$$

$$2/3 < \alpha_h \leq 1 \rightarrow \alpha_h = 0,81$$

$$e_{i,z} = \Theta_i l_0/2 = 1,23 \text{ cm}$$

$$e_{i,y} = \Theta_i l_0/2 = 1,23 \text{ cm}$$

$$e_{o,z} = M_{Ed,y} / N_{Ed} = 34294,00 \text{ m}$$

$$e_{o,y} = M_{Ed,z} / N_{Ed} = 760,00 \text{ m}$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$e_2 = (1/r) * (l_0^2/c)$$

$$c = 10 \text{ (konstantni presjek)}$$

$$1/r = K_r K_\phi (1/r_0)$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0,0021739$$

$$d_1 = c + \phi_v + \phi_u/2 = 4,2 \text{ cm}$$

$$d_z = h - d_1 = 60,8 \text{ cm}$$

$$d_y = b - d_1 = 20,8 \text{ cm}$$

$$1/r_{0,z} = \epsilon_{yd}/(0.45d_z) = 7,946E-05 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_z = 1,473E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{0,y} = \epsilon_{yd}/(0.45d_y) = 2,323E-04 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_y = 2,323E-04 \text{ 1/cm}$$

- koeficijent puzanja:

$$K_r = (n_u - n)/(n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1,00$$

$$K_\phi = 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1,85$$

$$K_{\phi,y} = 1,00$$

$$\lambda_y = l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 32,31$$

$$\lambda_z = l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 84,01$$

$$A_c = b h; u = 2b + 2h; RH = 50\%; t_0 > 100$$

$$h_0 = 2A_c/u = 181 \text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 3,00$$

$$\phi_{ef} = \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 3,00$$

$$\beta_z = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_y/150 = 0,285$$

$$\beta_y = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_z/150 = 0,060$$

$$K_{\phi,z} = 1 + \beta_z \phi_{ef} = 1,854$$

$$K_{\phi,y} = 1 + \beta_y \phi_{ef} = 0,820$$

$$e_{2,z} = (1/r_z) * (l_{0,z}^2/c) = 5,43 \text{ cm}$$

$$e_{2,y} = (1/r_y) * (l_{0,y}^2/c) = 8,56 \text{ cm}$$


2.3. Ukupni ekscentricitet

$$e_{tot,z} = e_{o,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = 3429406,66 \text{ cm}$$

$$e_{tot,y} = e_{o,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = 76009,79 \text{ cm}$$

$$M_{y,Ed} = N_{Ed} e_{z,tot} = 342,94 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = N_{Ed} e_{y,tot} = 7,60 \text{ kNm}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

3. Proračun

C30/37	$f_{ck} =$	30	N/mm ²	b =	25	cm
B500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	h =	65	cm
Razred izloženosti		XC1		$c_{nom} =$	2,0	cm
				l =	607	cm
				Duljina izvijanja $s_k =$	607	cm
				Kritična sila $F_{kr} =$	7700	kN

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

statička visina:

$$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 60,80 \text{ cm}$$

$$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 20,80 \text{ cm}$$

$$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (bh^2 f_{cd}) = 0,162$$

$$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (hb^2 f_{cd}) = 0,009$$

$$\nu_{Ed} = N_{Ed} / (bh f_{cd}) = 0,000$$

za $\mu_1 = 0,162$ $\nu = 0$

$\mu_2 = 0,009$

$$\omega_{tot} = 0,35$$

$$A_{s,min} = 0,003A_c = 4,9 \text{ cm}^2$$

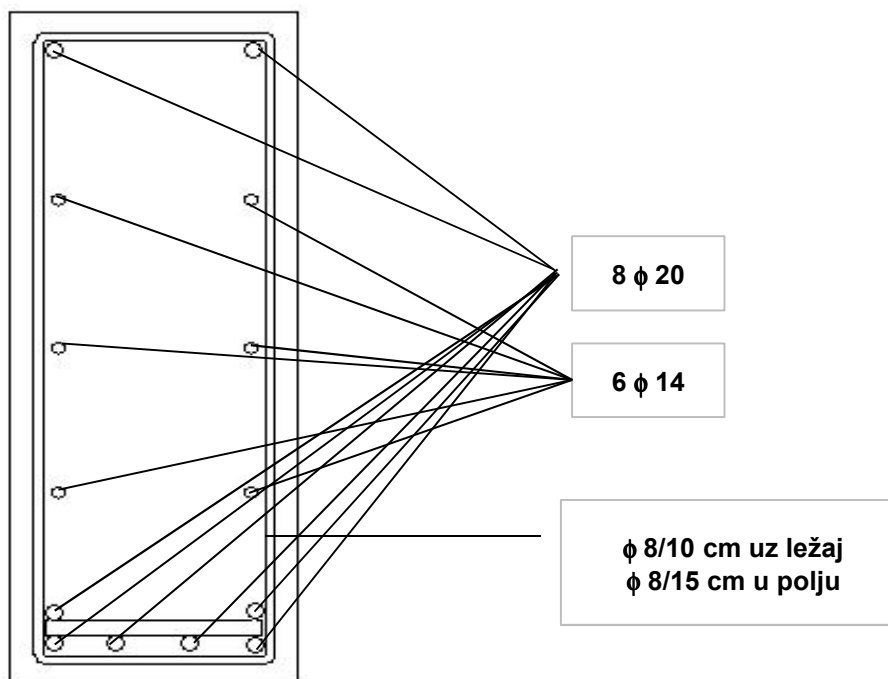
$$A_{s,min} = 0,10 N_{Ed} / f_{yd} = 0,0 \text{ cm}^2$$


$$A_{s,max} = 0,04A_c = 65,0 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} bh = 26,16 \text{ cm}^2$$

Odabrano:	8	$\Phi 20$	$A_s =$	25,12	cm ²
Odabrano:	6	$\Phi 14$	$A_s =$	9,24	cm ²

Skica armature:



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.3.5. Proračun i dimenzioniranje grede G203

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G203** dimenzija **b/h = 25/40 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G202


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G203		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

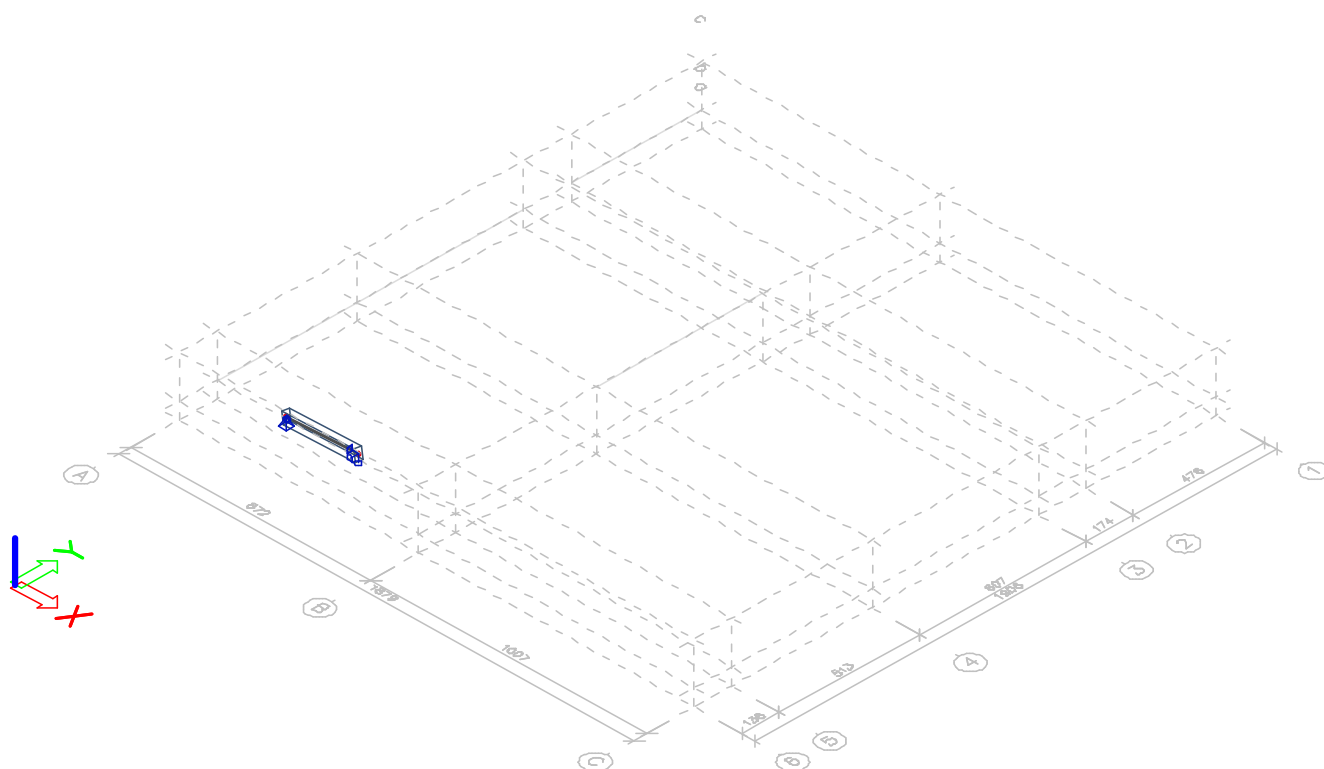
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

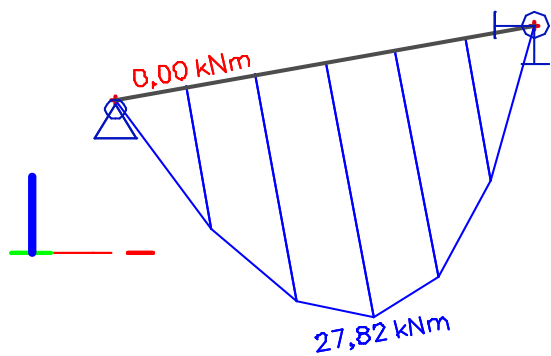
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 2. Prikaz grede

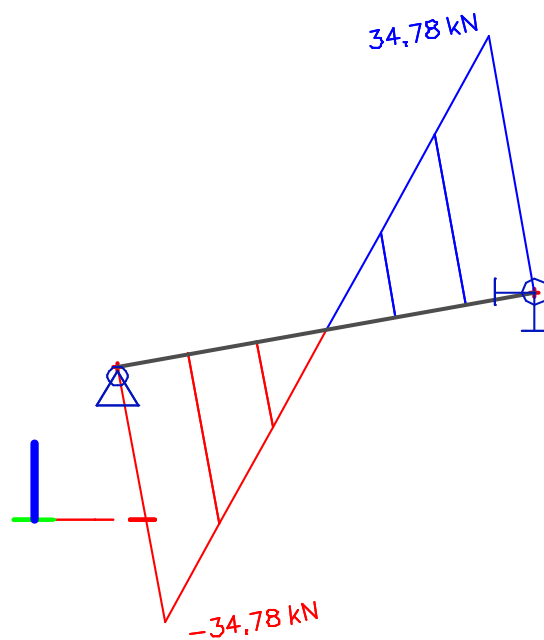



Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti

M_y



V_z



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G203

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	3,2	m	
visina grede	$h =$	40	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1000	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	36,5	cm	$d_2 = 3,5$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y,polje} =$	27,82	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed,ležaj 1} =$	34,78
	$M_{Ed,y,ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed,ležaj 2} =$	34,78
	$M_{Ed,y,ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,042 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,973	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-1,6 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,074	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 1,80$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,38	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d =$	1,19	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	22	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	40	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s,odabr} = 2 \phi 14 = 3,08$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \epsilon_{c2} &= -0,1 \text{ ‰} \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \epsilon_{s1} &= 20,0 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,00 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_a

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} = 1,38 \text{ cm}^2$	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d = 1,19 \text{ cm}^2$	

Maksimalna armatura

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h = 22 \text{ cm}^2$	Mjerodavno!
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h = 40 \text{ cm}^2$	

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 2 \phi 12 = 2,26 \text{ cm}^2$

6.1 DIMZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,74 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1 \phi 14 & &= 1,54 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl} / (b_w d) &= 0,0017 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,4401 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 32711 \text{ N} = 32,7 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 40158 \text{ N} = 40,16 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \\ \alpha_{cw} &= 1,0 & z &= 0.9d = 329 \text{ mm} \\ v_1 &= 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 & \theta &= 39,8^\circ \end{aligned}$$

$$V_{Rd,max} = 426496 \text{ N} = 426,50 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 40,16 \text{ kN} > V_{Ed} = 35 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 426 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 49,6 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \theta / (b_w s) = 1,05 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 34,8 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 127,9 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 27,4 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 27,4 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2$$

Razmak spona uz oslonac

$$s_l = 20,0 \text{ cm}$$

$$\phi 8$$

Maksimalni razmak spona:

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 15,38 \text{ cm} = 153,8 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1000,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 130,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta puzanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%):

$$\varphi(\infty, t_0) = 3$$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,919$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,92E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,42E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 8250$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 24,24$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 20,00$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 20,00$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 133333,33$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 19,93$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 20,07$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 140683,2$ cm⁴
 $S_I = A_{s1}(d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 13,12$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 6,45$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 33,55$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1}(d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 19176,42$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1}(d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 85,80$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 34,35$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 19,72$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 20,28$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 167023,7$ cm⁴
 $S_I = A_{s1}(d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 11,98$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 10,95$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 29,05$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1}(d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 62555,93$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1}(d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 61,79$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 32,85$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

Moment savijanja od stalnog djelovanja: $M_g = 25$ kNm
 Moment savijanja od promjenjivog djelovanja: $M_q = 3$ kNm

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 28 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}Z = 26,49 \text{ kN/cm}^2 = 264,90 \text{ N/mm}^2$$

Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku: $M_{cr} = f_{ctm}I_0/Y_{0d} = 1933,33$ kNcm
 $= 19,33$ kNm

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 18,29 \text{ kN/cm}^2 = 182,90 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 25,90 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3$$

(stanovi, uredi, trgovine do 50m², predvorja, balkoni, bolnice)

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}Z = 25,62 \text{ kN/cm}^2 = 256,21 \text{ N/mm}^2$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 19,13 \text{ kN/cm}^2 = 191,25 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,16 \text{ cm}^2$$

gdje je:

$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9$ N/mm ²	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 500,00$ cm ²	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50$ kN/cm ²	- naprezanje u čeliku.

$A_{s1,odabr} = 3,08 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,16 \text{ cm}^2$ **Zadovoljen uvjet minimalne armature.**


Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\phi^* = (\text{interpolacija}) = 18,38 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\phi = \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 21,00 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\text{razmak} = 22,97 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 26,5 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 19,3 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 11,18 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 20,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 4,813E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 7,9E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 279,58 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0110$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 284,24 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,23 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,23 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 25,9 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 19,33 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 9,68 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 20,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 6,841E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 7,7E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 242,11 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0127$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 255,25 \text{ mm}$

gdje je:
 $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,20 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,20 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 8,77$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,71$
 $f_3 = 310/s_s = 1,21$ } $f_3 = 1,21$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,003372 = 0,34 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:

- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$


$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer $\left. \begin{matrix} 20 \end{matrix} \right\}$

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 24,20 > 8,77$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.

Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.4.2. Proračun progiba

Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,3E-03$
 Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg}) = 4,4E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,523$
 gdje je: $\beta = 1,0$ za kratkotrajno opterećenje

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 4,4E-05$ 1/cm

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja: $v_{k,t=0} = 5/48 L^2 1/r_m = 0,47$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=0} = 0,47 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 1,28 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I: $1 / r_I = M_{Ed} / E_{c,eff} I_I = 1,9E-05$ 1/cm
 Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II: $z = d - y_{IIg}/3 = 32,85$ cm
 Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,3E-03$
 Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg}) = 5,0E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,721$
 gdje je: $\beta = 0,5$ za dugotrajno opterećenje

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 4,1E-05 \text{ 1/cm}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$$1/r_{csI} = (\varepsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_I) / I_I = 9,4E-07 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{csII} = (\varepsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_{II}) / I_{II} = 1,3E-05 \text{ 1/cm}$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:


$$1/r_{csm} = (1 - \zeta) 1/r_{csI} + \zeta 1/r_{csII} = 9,6E-06 \text{ 1/cm}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_{tot} = 1/r_m + 1/r_{csm} = 5,1E-05$ 1/cm

Progib grede od dugotrajnog djelovanja: $v_{k,t=\infty} = 5/48 L^2 1/r_{tot} = 0,54$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=\infty} = 0,54 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 1,28 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		

2.3.6. Proračun i dimenzioniranje omeđenog zida

PRILOZI

- Prilog 1. Odabir materijala i proračun mehaničkih svojstva
- Prilog 2. Propisi za zidanje konstrukcije otporne na potresno djelovanje
- Prilog 3. Dokaz najopterećenijeg zida

Prilog 1. Odabir materijala i proračun mehaničkih svojstva

1. GEOMETRIJA OPEKE

Za potresno područje, debljina zida je preporučena iz tablice, stoga je odabrana debljina **t = 25 cm**.

Tip zida	$t_{et, min}$ (mm)	$(h_{et}/t_{et})_{max}$	$(l/h)_{min}$
Nearmirano sa zidnim elementima od prirodnog kamena	350	9	0,5
Nearmirano sa svim drugim tipovima zidnih elemenata	240	12	0,4
Nearmirano sa svim drugim tipovima zidnih elemenata za malu seizmičnost	170	15	0,35
Omeđeno zide	240	15	0,3
Armirano zide	240	15	nema ograničenja

Upotrijebljeni simboli imaju sljedeće značenje:
 t_{et} debljina zida (vidjeti normu EN 1996-1-1:2004)
 h_{et} proračunska visina zida (vidjeti normu EN 1996-1-1:2004)
 h veća svjetla visina otvora uz zid
 l duljina zida


Proračun je napravljen za opeku za **nosive zidove** marke **POROTHERM 25 S P+E**.

Koristiti odabranu opeku ili opeku s istim mehaničkim karakteristikama.

$$\begin{aligned}
 d \text{ (duljina)} &= 375 \text{ mm} \\
 \text{š (širina)} &= 250 \text{ mm} \\
 v \text{ (visina)} &= 238 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tablica 2.1. PROIZVODNI PROGRAM ZIDNIH ELEMENATA ZA NOSIVE ZIDOVE

2.1 ("OBIČNI" I "PRECIZNI" ZIDNI ELEMENTI)

REDNI BROJ	NAZIV I IZGLED PROIZVODA	SKUPINA PROIZVODA	RAZRED PROIZVODNJE	DIMENZIJE D x Š x V (mm)	RAZRED DOPUŠTENIH ODSTUPANJA	RAZRED RASPONA	POSTOTAK ŠUPLJINA (%)	GRUPA PREMA HRN EN 1996-1-1	TLAČNA OVRSTOĆA (N/mm ²)	
									OKOMITO	BOČNO
4	 POROTHERM 25 S P+E	LD	I	375 X 250 X 238	T1	R1	45	2B	10	2,5


Opečni element svrstavamo u **skupinu 2** (postotak šupljina je $25 < 45 < 55$).

	Materijali i ograničenja za zidne elemente							
	Skupina 1 (svi materijali)	Zidni elementi	Skupina 2		Skupina 3		Skupina 4	
			Vertikalne šupljine		Horizontalne šupljine			
Obujam svih šupljina (% od bruto obujma)	≤ 25	opečni	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		> 25; ≤ 70	
		vapneno silikatni	> 25; ≤ 55		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski ^b	> 25; ≤ 60		> 25; ≤ 70		> 25; ≤ 50	
Obujam bilo koje šupljine (% od bruto obujma)	≤ 12,5	opečni	svaka od višestrukih šupljina ≤ 2 udubine za prihvrat do ukupno 12,5		svaka od višestrukih šupljina ≤ 2 udubine za prihvrat do ukupno 12,5		svaka od više šupljina ≤ 30	
		vapneno silikatni	svaka od višestrukih šupljina ≤ 15 udubine za prihvrat do ukupno 30		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski ^b	svaka od višestrukih šupljina ≤ 30 udubine za prihvrat do ukupno 30		svaka od višestrukih šupljina ≤ 30 udubine za prihvrat do ukupno 30		svaka od višestrukih šupljina ≤ 25	
Objavljene vrijednosti debljina unutarnjih i vanjskih stijenki [mm]	Nema zahtjeva		unutarnja stijenka	vanjska stijenka	unutarnja stijenka	vanjska stijenka	unutarnja stijenka	vanjska stijenka
		opečni	≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6
		vapneno silikatni	≥ 5	≥ 10	ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
betonski ^b	≥ 15	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 20	≥ 20		
Objavljena vrijednost kombinirane debljine ^a unutarnjih i vanjskih stijenki (% ukupne širine)	Nema zahtjeva	opečni	≥ 16		≥ 12		≥ 12	
		vapneno silikatni	≥ 20		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski ^b	≥ 18		≥ 15		≥ 45	

2. PARCIJALNI FAKTOR ZA MATERIJAL

	Materijal	γ _M		
		Razred izvedbe		
		1	2	3
	Zidne izvedeno od:			
A	zidnih elemenata I. kategorije i projektiranog morta ^a	1,5	2,0	2,5
B	zidnih elemenata I. kategorije i morta zadanog sastava ^b	1,7	2,2	2,7
C	zidnih elemenata II. kategorije i bilo kojeg morta ^{a,b,*}	2,0	2,5	3,0
	Čelični dijelovi			
D	sidra od čelika za armiranje	1,7	2,2	2,7
E	čelik za armiranje i čelik za prednapinjanje	1,15		
F	pomoćni dijelovi ^{c,d}	1,7	2,2	2,7
	Nadvoji			
G	nadvoji u skladu s normom HRN EN 845-2	1,5 do 2,5		

^a Zahtjevi za projektirani mort dani su u normama HRN EN 998-2 i HRN EN 1996-2.
^b Zahtjevi za mort zadanog sastava dani su u normama HRN EN 998-2 i HRN EN 1996-2.
^c Objavljene vrijednosti su srednje vrijednosti.
^d Pretpostavlja se da su sljubnice za sprečavanje vlage obuhvaćene koeficijentom γ_M za zidne.
^e Vrijedi ako koeficijent varijacije zidnih elemenata II. kategorije nije veći od 25 %.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

zadani sastav morta M5 $f_m = 5 \text{ N/mm}^2$

Približni obujamski omjeri sastojaka cement:hidratizirano vapno:agregat	Odgovarajuća tlačna čvrstoća i oznaka u N/mm^2
1:1,25 do 2,5:8 do 9	M2,5 ^a
1:0,5 do 1,25:5 do 6	M5
1:0,25 do 0,50:4 do 4,25	M10

^a Upotreba morta M2,5 nije dopuštena u potresnim područjima. Vidjeti normu HRN EN 1998-1.

razred izvedbe 2 Izvođač ugrađuje samo materijale koji imaju isprave o sukladnosti. Investitor mora osigurati nadzor.

$$\gamma_M = 2,2$$

3. KARAKTERISTIČNA TLAČNA ČVRSTOĆA ŽIDA

Proračun je proveden za zidu bez uskih trakova morta.

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta = 9,34 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{konstanta } K = 0,45$$


Zidni elementi	Mort opće namjene	Tankoslojni mort (horiz. sljibnica $\geq 0,5 \text{ mm}$ i $\leq 3 \text{ mm}$)	Lagani mort obujamske mase		
			$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	$800 < \rho_d \leq 1\ 300 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	
Opečni	Skupina 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vapnenosilikatni	Skupina 1	0,55	0,80	‡	‡
	Skupina 2	0,45	0,65	‡	‡
Betonski	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Skupina 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Skupina 3	0,40	0,50	‡	‡
	Skupina 4	0,35	‡	‡	‡
Porasti beton	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Umjetni kamen	Skupina 1	0,45	0,75	‡	‡
Obrađeni prirodni kamen	Skupina 1	0,45	‡	‡	‡

‡ Kombinacija morta i zidnih elemenata koja se obilno ne upotrebljava pa vrijednosti nisu dane.

normalizirana srednja tlačna čvrstoća zidnog elementa $f_b = f \delta = 11,38 \text{ N/mm}^2$

tlačna čvrstoća $f = 10,000 \text{ N/mm}^2$

nje ga sušenjem na zraku 1) Uzorke treba skladištiti najmanje 14 dana u laboratoriju pri temperaturi $>15^\circ \text{ C}$ i relativnoj vlažnosti $<65\%$. Uzorci se mogu ispitivati i prije 14 dana ako se postigne stalna masa. Smatra se da je postignuta stalna masa za vrijeme procesa sušenja, ako je u dva uzastopna vaganja u razmaku ne manjem od 24 sata gubitak mase između dva mjerenja manji od 0,2% ukupne mase.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2) Uzorak se suši na temperaturi od $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ najmanje 24 sata i hladi na sobnoj temperaturi najmanje 4 sata.

$$= 1$$

$$\delta = 1,138$$

interpolacija

Visina ¹⁾ zidnog elementa(mm)	Najmanja horizontalna dimenzija zidnog elementa (mm)				
	50	100	150	200	≥250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
>250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

$$\text{tlačna čvrstoća morta } f_m = 5 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\alpha = 0,7$$

$$\beta = 0,3$$

4. KARAKTERISTIČNA POSMIČNA ČVRSTOĆA ZIDA

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \sigma_d < 0,065 f_b$$

$$f_{vk0} = 0,2 \quad \text{N/mm}^2$$


Zidni elementi	$f_{vk0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$		
	Mort opće namjene zadanog razreda čvrstoće	Tankoslojni mort (horiz. sljubnica ≥ 0,5 mm i ≤ 3 mm)	Lagani mort
Opečni	M10 – M20	0,30	0,30
	M2,5 – M9	0,20	
	M1 – M2	0,10	
Vapnenosilikatni	M10 – M20	0,20	0,40
	M2,5 – M9	0,15	
	M1 – M2	0,10	
Betonski	M10 – M20	0,20	0,30
Porasti beton	M2,5 – M9	0,15	
Umjetni kamen i obrađeni prirodni kamen	M1 – M2	0,10	

$$\sigma_d = N/(t L)$$

5. MODUL ELASTIČNOSTI I MODUL POSMIKA

$$\text{modul elastičnosti } E_K = 1000 f_k = 9341,82 \quad \text{N/mm}^2 \quad \rightarrow E_d = E_K/\gamma_M = 4246,28 \quad \text{N/mm}^2$$


$$\text{modul posmika } G_K = 0,4 E = 3736,73 \quad \text{N/mm}^2 \quad \rightarrow G_d = G_K/\gamma_M = 1698,51 \quad \text{N/mm}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

5. TEŽINA ZIDA SA SLOJEVIMA

visina zida =	5,8	m
opterećenje za m ²		
zida=	1,95	kN/m ²
opterećenje za m'		
zida=	11,31	kN/m'
obostrana žbuka =	0,72	kN/m'
termalna vuna =	0,14	kN/m'
	<hr/>	
	12,17	kN/m'
serklaž b/h = 25*25 cmna svakih 5 m =	36,25	kN/m'
uprosječeno =	13,98	kN/m'
u proračunu =	15	kN/m'

Prosječnu težinu zida koristimo za opterećenje temeljnih traka u nastavku proračuna.


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 2. Propisi za zidanje konstrukcije otporne na potresno djelovanje

- radi sprečavanja mjesnog krhkog sloma, zidni elementi trebaju imati dovoljnu robusnost
- normalizirana tlačna čvrstoća zidnih elemenata okomito na horizontalnu sljubnicu $f_{b,min} = 5 \text{ N/mm}^2$ te normalizirana tlačna čvrstoća usporedno s horizontalnom sljubnicom u ravnini ziđa $f_{bb,min} = 2 \text{ N/mm}^2$
- za omeđeno ziđe, najmanja čvrstoća morta je $f_{m,min} = 5 \text{ N/mm}^2$
- potpuno ispunjene sljubnice mortom
- horizontalni i vertikalni omeđujuć elementi (serklaži) moraju biti međusobno povezani i sidreni u elemente glavnog konstrukcijskog sustava; radi ostvarenja učinkovite povezanosti omeđujućih (**zidanje na cik-cak**)
- **vertikalne serklaže** treba postaviti:
 - na slobodne rubove svakog nosivog ziđa
 - s obje strane svakog otvora u ziđu čija je ploština veća od $1,5 \text{ m}^2$
 - unutar nosivog ziđa tako da se ne premaši horizontalni razmak od 5,0 do 6,0 m između vertikalnih serklaža
 - na presjecištima nosivih zidova, kad god su omeđujuć elementi pistavljen prema navedenim pravilima na razmaku većem od 1,5m, ali manji od 5,0 m
- **horizontalne serklaže** treba postaviti:
 - u ravnini nosivog ziđa na svakoj razini stropa, a u svakom slučaju na vertikalnom razmaku koji nije veći od 4,0 m
- uzdužna armatura omeđujuć elemenata u omeđenom ziđu treba imati ploštinu jednaku ili veću od 300 mm^2 , tj. veću od 1% ploštine presjeka omeđujućeg elementa a mjerodavna je veća vrijednost
- oko uzdužne armature serklaža u omeđenom ziđu treba predvidjeti spone promjera ne manjeg od 5 mm na razmaku ne većem od 150 mm
- čelik za armiranje treba biti razreda B ili C u skladu s normom EN 1992-1-1

Pregledom uspostavljenih pravila, odlučeno je:

- **odabrana dimenzija vertikalnog serklaža je $25 \times 25 \text{ cm}$**
- **uzdužna armatura vertikalnih serklaža je $4 \phi 14$**
- **poprečna armatura vertikalnih serklaža je $\phi 8$; razmak vilica je 15 cm; proguščenje na 10 cm kod čvorova**
- **odabrana dimenzija horizontalnog serklaža je $25 \times 25 \text{ cm}$**
- **uzdužna armatura horizontalnog serklaža je $4 \phi 12 + 2 \phi 8$ (u vilici ploče)**
- **poprečna armatura vertikalnih serklaža je $\phi 8$; razmak vilica je 20 cm**
- **odabrana dimenzija nadvoja (koji nisu posebno proračunati) je $25 \times 25 \text{ cm}$**
- **uzdužna armatura nadvoja je $2 \phi 14$ u donjoj zoni i $2 \phi 12$ u gornjoj zoni**
- **poprečna armatura nadvoja je $\phi 8$; razmak vilica je 20 cm**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 3. Dokaz najopterećenijeg zida

Namjena zgrade je vrtić stoga se građevina ne može dokazati preko pravila za 'jednostavne građevine' da li zadovoljava nosivost na potres.

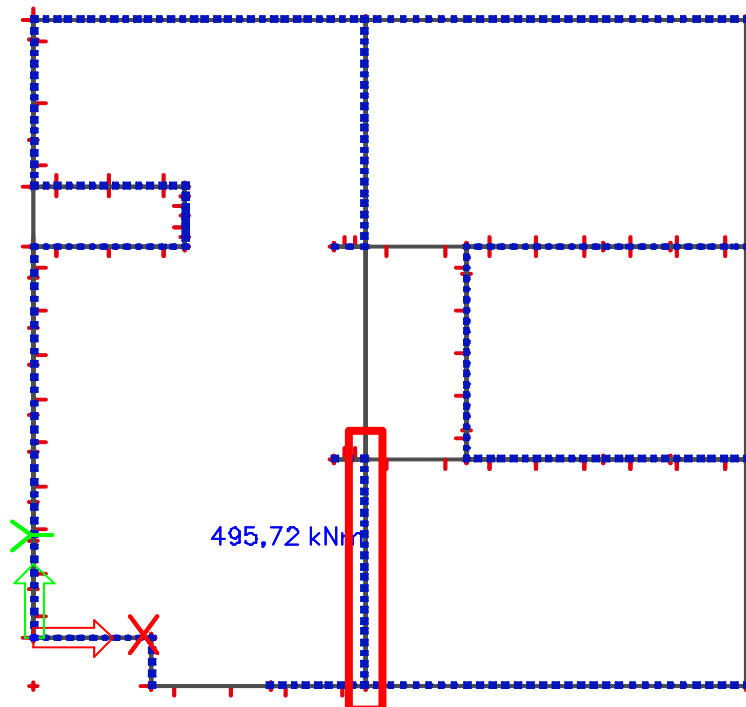
Prvi uvjet za dokaz građevine na potres preko pravila za jednostavne zgrade je da građevina bude u I ili II razredu važnosti, dok je promatrana zgrada u razredu III.

Razred važnosti	Zgrade
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd.
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.


Provjeravamo zid koji ima maksimalni moment savijanja u ravnini (1), maksimalnu poprečnu silu (2), minimalnu tlačnu silu (3) i maksimalnu tlačnu silu (4).

(1) maksimalni moment savijanja u ravnini

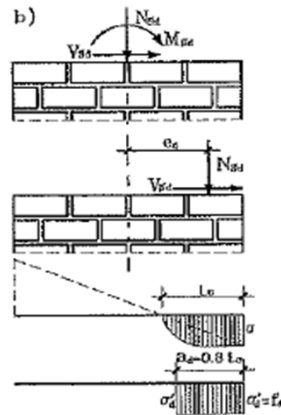
1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/7	-11,45	58,57	311,16	328,28	0,00	45,88
CO1/9	-26,73	49,51	442,88	495,72	0,00	74,77
CO3/1	-12,83	99,94	329,72	328,44	0,00	44,59
CO3/2	-21,24	-36,47	249,88	299,18	0,00	50,96

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2. DOKAZ ISTOVRENENOG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$	duljina tlačno napreznog dijela zida
$L = 6,5$ m	
$t = 0,25$ m	
$h = 5,8$ m	
$H = 49,51$ kN	
$N = 442,88$ kN	
$M = 495,72$ kNm	
$L_c = 6,39$ m	
$a_d = 0,8 \cdot L_c = 5,11$ m	
$e_d = L/2 - a_d/2 = 0,69$ m	proračunski ekscentricitet
$e_u = 0,475 L = 3,09$ m	najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužnu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$\sigma_d = 272,54$ kN/m ²			
$f_k = 0,18$ N/mm ²			prosječna vrijednost vlačne čvrstoće
$f_d = 0,08$ N/mm ²	=	81,82	kN/m ²

Uvjet: $M_{Rd} = 3355$ kNm > $M_{Ed} = 495,72$ kNm **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

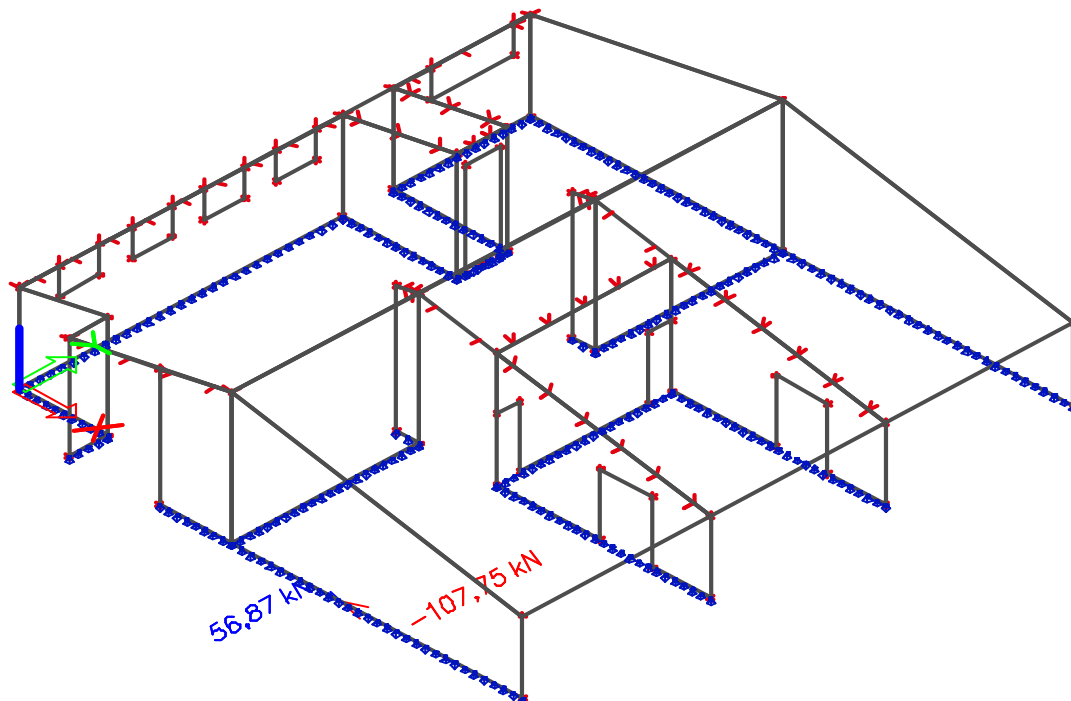
$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

$\alpha = 0,5$	zid upet na gornjem i donjem rubu
----------------	-----------------------------------

Uvjet: $V_{Rd} = 1157$ kN > $V_{Ed} = 49,51$ kN **Zadovoljava!**

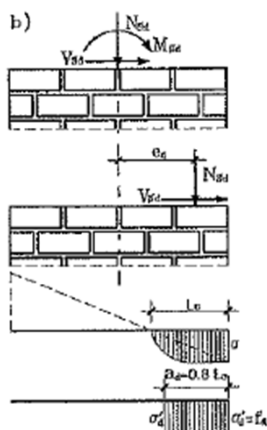
(2) maksimalna poprečna sila

1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/1	56,87	7,72	372,79	0,00	191,72	-12,86
CO3/2	-107,75	-3,38	160,63	0,00	-126,27	-1,90
CO1/5	-34,39	3,22	400,29	0,00	27,68	-10,95
CO3/6	-85,76	-2,73	199,29	0,00	-18,84	-1,68
CO3/7	34,88	7,06	334,13	0,00	84,28	-13,09

2. DOKAZ ISTOVRENEG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$$

duljina tlačno naprezanog dijela zida

$$\begin{aligned} L &= 12,57 & \text{m} \\ t &= 0,25 & \text{m} \\ h &= 5,8 & \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 107,75 & \text{kN} \\ N &= 160,63 & \text{kN} \\ M &= 126,27 & \text{kNm} \\ L_c &= 16,50 & \text{m} \end{aligned}$$

$$a_d = 0,8 \cdot L_c = 13,20 \quad \text{m}$$

$$e_d = L/2 - a_d/2 = -0,31 \quad \text{m}$$

$$e_u = 0,475 L = 5,97 \quad \text{m}$$

proračunski ekscentricitet
najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{\min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužnu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$$\sigma_d = 51,12 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_k = 0,18 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_d = 0,08 \quad \text{N/mm}^2$$

prosječna vrijednost vlačne čvrstoće

$$= 81,82 \quad \text{kN/m}^2$$

Uvjet: $M_{Rd} = 379 \text{ kNm} > M_{Ed} = 126,27 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

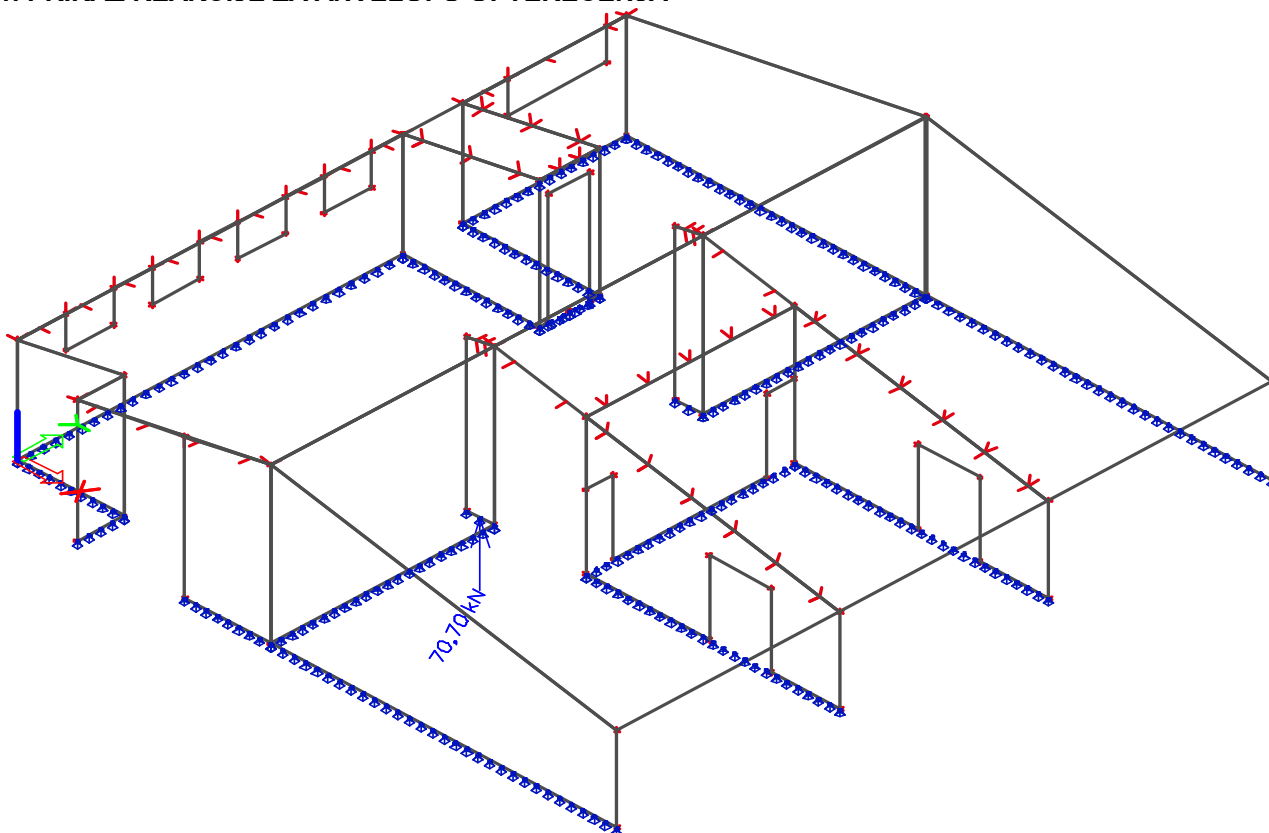
$$\alpha = 0,5$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 131 \text{ kN} > V_{Ed} = 107,75 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

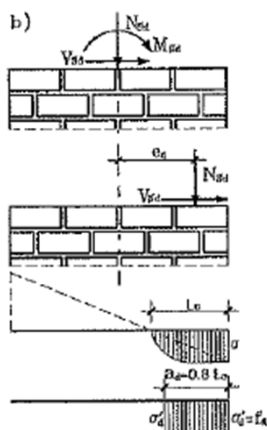
(3) minimalna tlačna sila

1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/1	-21,32	-7,18	67,90	0,00	-25,62	-2,97
CO1/9	-43,26	-15,00	70,51	0,00	-38,90	-6,01
CO1/8	-42,43	-14,84	70,70	0,00	-38,19	-5,94
CO3/2	-33,13	-12,10	25,92	0,00	-23,45	-4,76
CO1/12	-24,42	-8,80	43,94	0,00	-22,07	-3,53

2. DOKAZ ISTOVRENEG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$$

duljina tlačno naprezanog dijela zida

$$\begin{aligned} L &= 12,57 & \text{m} \\ t &= 0,25 & \text{m} \\ h &= 5,8 & \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 33,13 & \text{kN} \\ N &= 25,92 & \text{kN} \\ M &= 23,45 & \text{kNm} \\ L_c &= 16,14 & \text{m} \end{aligned}$$

$$a_d = 0,8 \cdot L_c = 12,91 \quad \text{m}$$

$$e_d = L/2 - a_d/2 = -0,17 \quad \text{m}$$

$$e_u = 0,475 L = 5,97 \quad \text{m}$$

proračunski ekscentricitet
najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{\min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužnu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$$\sigma_d = 8,25 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_k = 0,18 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_d = 0,08 \quad \text{N/mm}^2$$

prosječna vrijednost vlačne čvrstoće

$$= 81,82 \quad \text{kN/m}^2$$

Uvjet: $M_{Rd} = 146 \text{ kNm} > M_{Ed} = 23,45 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

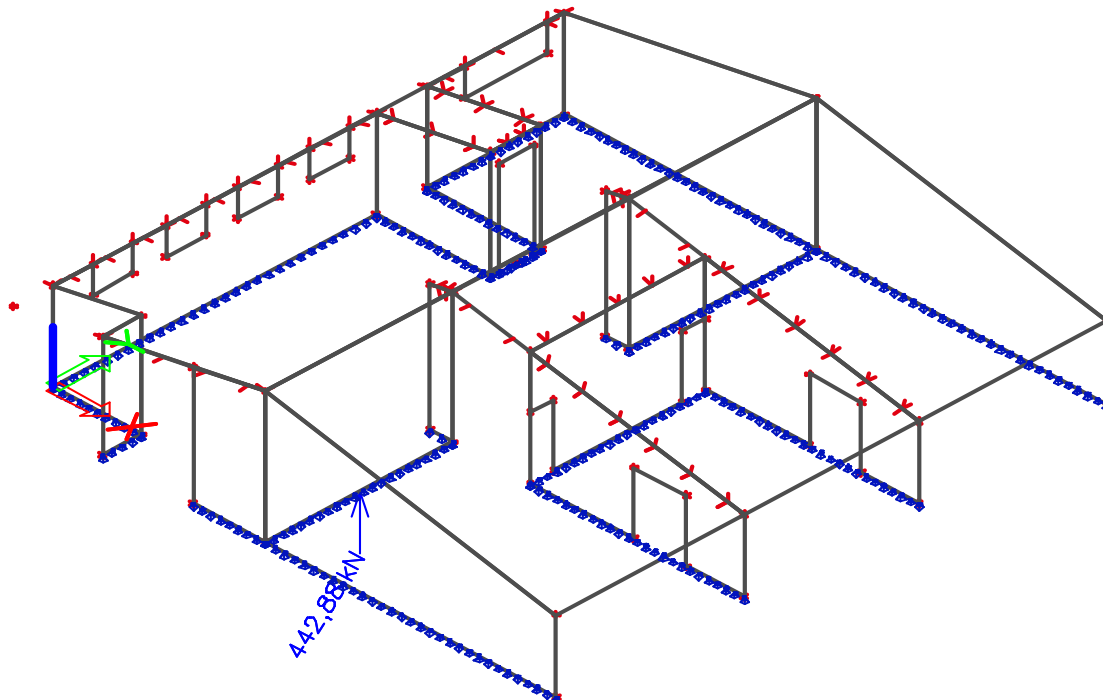
$$\alpha = 0,5$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 51 \text{ kN} > V_{Ed} = 33,13 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

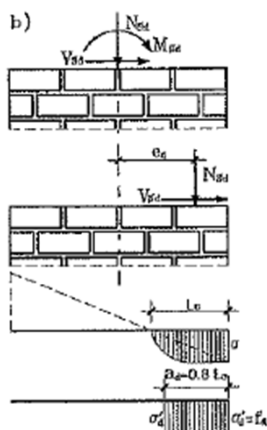
(4) maksimalna tlačna sila

1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/7	-11,45	58,57	311,16	328,28	0,00	45,88
CO1/9	-26,73	49,51	442,88	495,72	0,00	74,77
CO3/1	-12,83	99,94	329,72	328,44	0,00	44,59
CO3/2	-21,24	-36,47	249,88	299,18	0,00	50,96

2. DOKAZ ISTOVRENEG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$$

duljina tlačno naprezanog dijela zida

$$\begin{aligned} L &= 12,57 && \text{m} \\ t &= 0,25 && \text{m} \\ h &= 5,8 && \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 49,51 && \text{kN} \\ N &= 442,88 && \text{kN} \\ M &= 495,72 && \text{kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= 15,50 && \text{m} \\ a_d = 0,8 \cdot L_c &= 12,40 && \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_d = L/2 - a_d/2 &= 0,09 && \text{m} \\ e_u = 0,475 L &= 5,97 && \text{m} \end{aligned}$$

proračunski ekscentricitet
najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\begin{aligned} \sigma_d = N/(tL) &< f_d \\ N/(t a_{\min}) &= f_d \end{aligned}$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$$\begin{aligned} \sigma_d &= 140,93 && \text{kN/m}^2 \\ f_k &= 0,18 && \text{N/mm}^2 \\ f_d &= 0,08 && \text{N/mm}^2 \end{aligned} \quad = \quad \begin{aligned} & \text{prosječna vrijednost vlačne čvrstoće} \\ & 81,82 && \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$


Uvjet: $M_{Rd} = 2011 \text{ kNm} > M_{Ed} = 495,72 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$\begin{aligned} V_{Rd} &= M_{Rd}/\alpha h \\ \alpha &= 0,5 \end{aligned}$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 693 \text{ kN} > V_{Ed} = 49,51 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.3.7. Proračun i dimenzioniranje temeljnih traka

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- temeljne trake dimenzija **b/h = 80/40 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC2**
- razred izloženosti i zaštitni slojevi: **c = 4,0 cm**

Temeljne trake su modelirane kao ploča širine 80 cm a debljine 40 cm kojoj je dodijeljena krutost.

- maksimalno dopušteno naprezanje ispod zidova i stupova $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$
- pretpostavljen modul posteljice:
 $k_{s,v} = 3000 \text{ kN/m}^3$ $k_{s,h} = 300 \text{ kN/m}^3$


*** *Ukoliko sastav tla ne odgovara pretpostavljenim karakteristikama tla, molimo kontaktirati glavnog projektanta konstrukcije.***

Obavezno postaviti donju kotu novih temelja na istu dubinu temeljenja kao i postojeći temelji.

Dimenzioniranje traka provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz temeljnih traka
- Prilog 3. Prikaz kontaktnog naprezanja za anvelopu kombinacija
- Prilog 4. Prikaz kontaktnog naprezanja za CO4
- Prilog 5. Prikaz slijeganja za CO4
- Prilog 6. Prikaz slijeganja za anvelopu kombinacija
- Prilog 7. Dokaz proboja (reakcije iz krutih oslonaca)
- Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer X (cm^2/m')
- Prilog 9. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm^2/m')
- Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm^2/m')
- Prilog 11. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm^2/m')

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

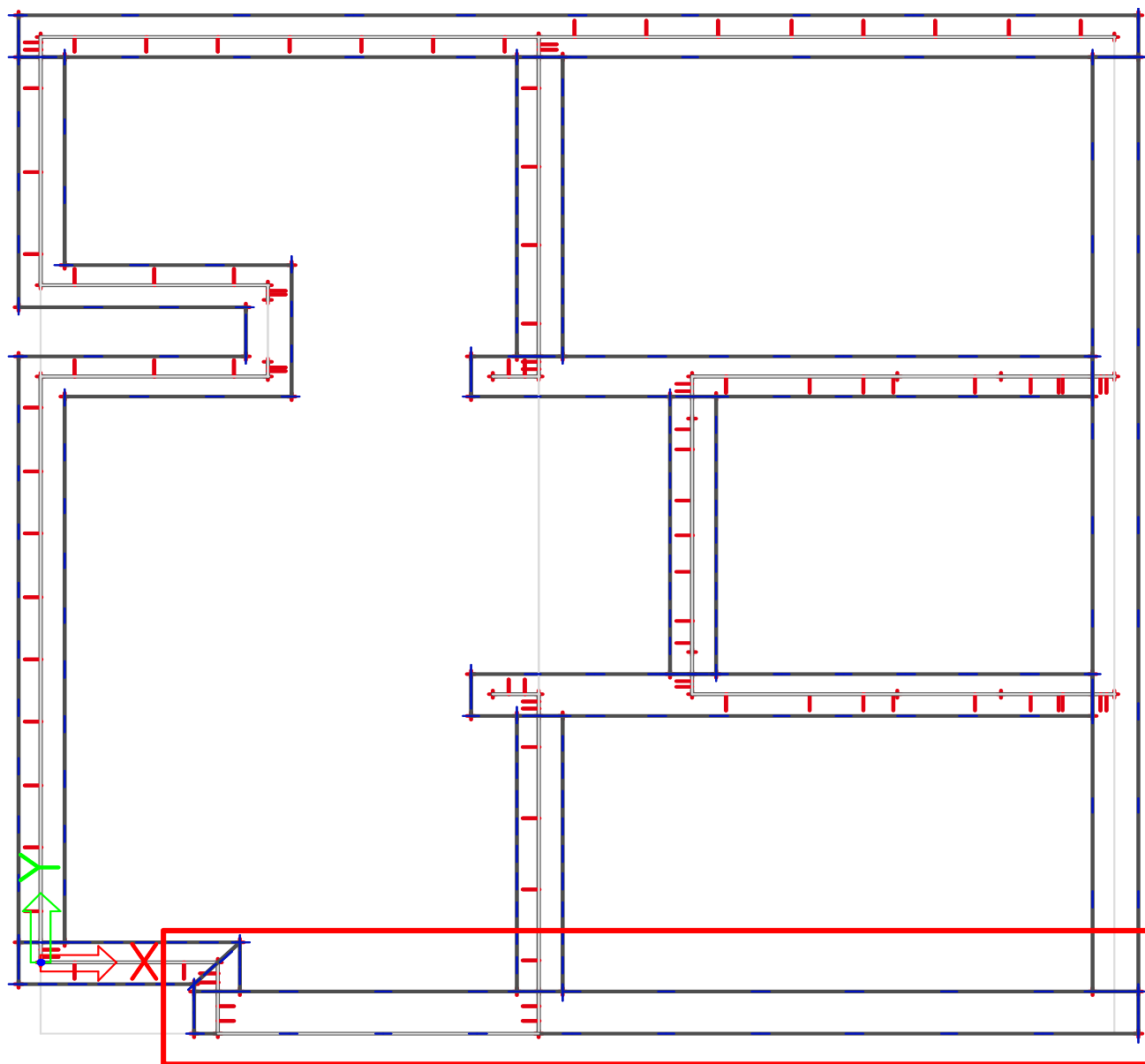
P100		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC2	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C25/30 0,60 280
kemijsko djelovanje iz prirodnog tla i podzemne vode XA1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C30/37 0,55 300

Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC2	XA1	usvojeno
najmanji	C25/30	C30/37	-
odabrani	C30/37	C30/37	C30/37
razred konstrukcije			
početni	S4	-	S4
uporabni v. 100 g.	-	-	-
razred čvrstoće	-	-	-
geom. ele. DA	-	-	-
pos. kontr. NE	-	-	-
konačno	S4	-	S4
najmanja debljina zaštitnog sloja	25	-	40

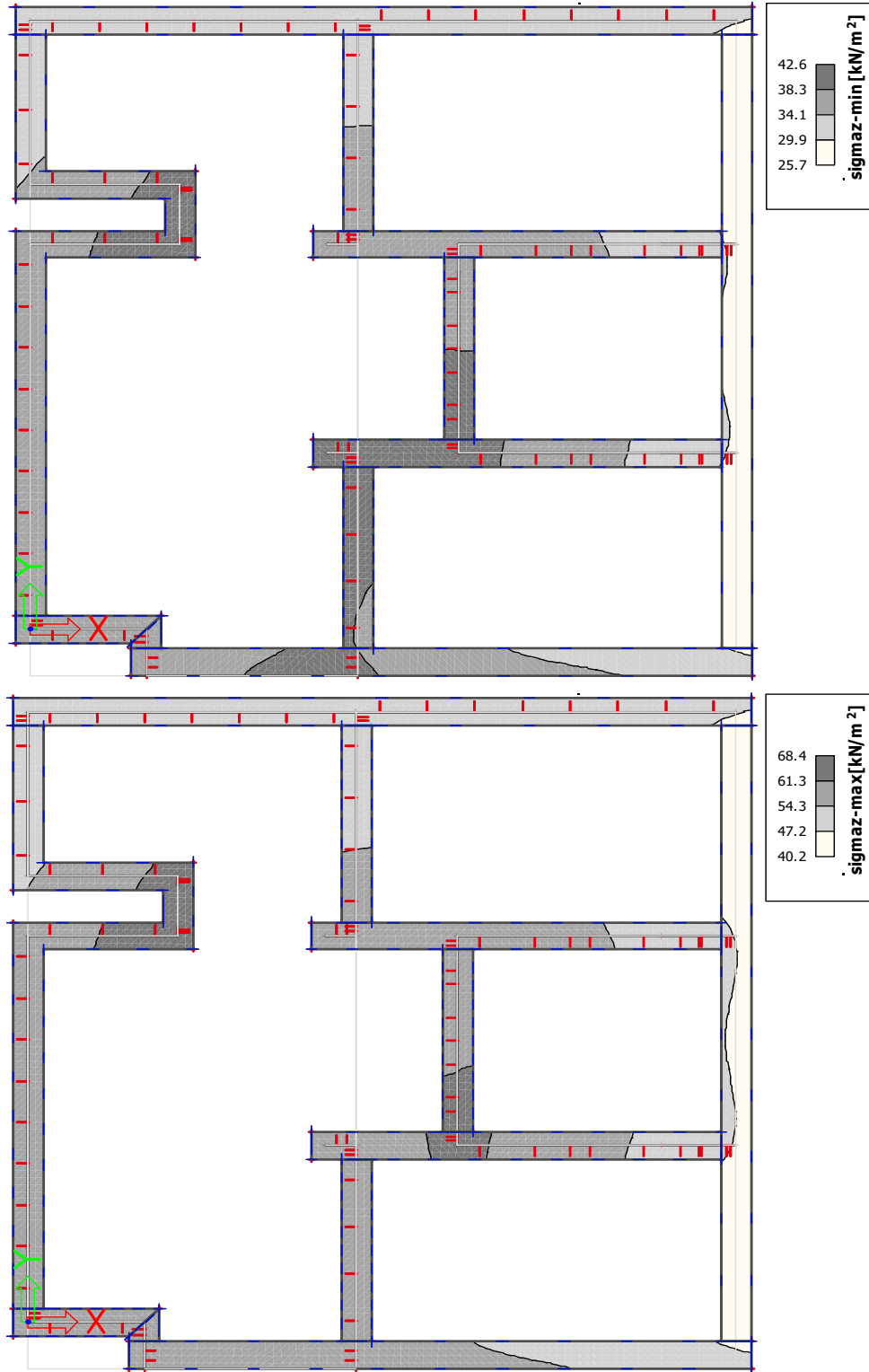
UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 2. Prikaz temeljnih traka



ekscentričan temelj jer se nalazi odmah uz postojeću zgradu

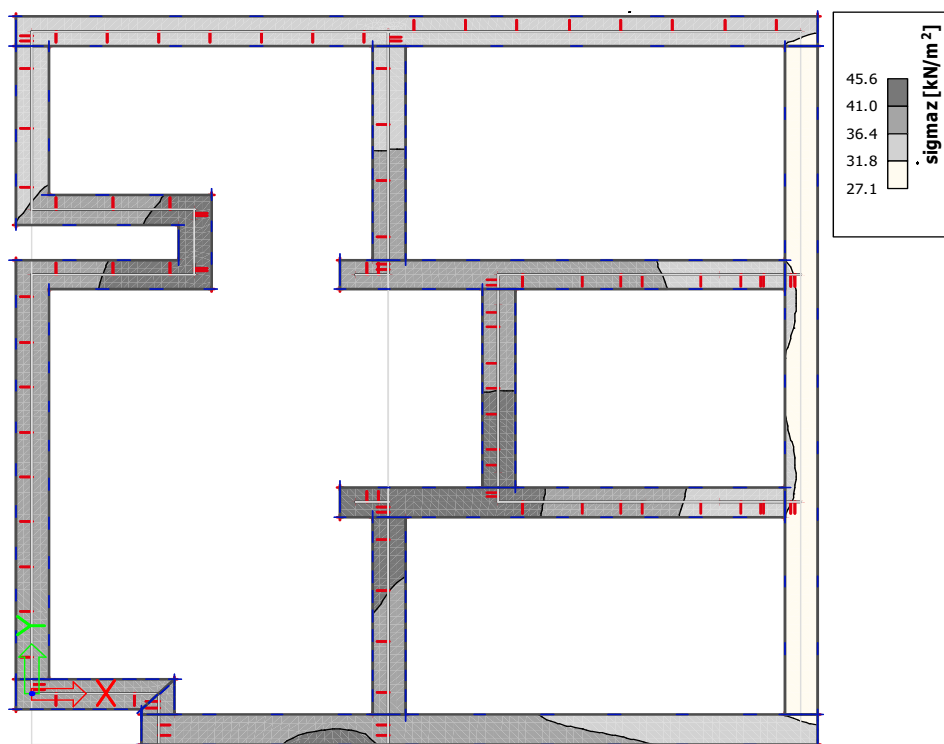
Prilog 3. Prikaz kontaktnog naprezanja za anvelopu kombinacija



$$\sigma = 68,40 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop} = 200 \text{ kN/m}^2$$

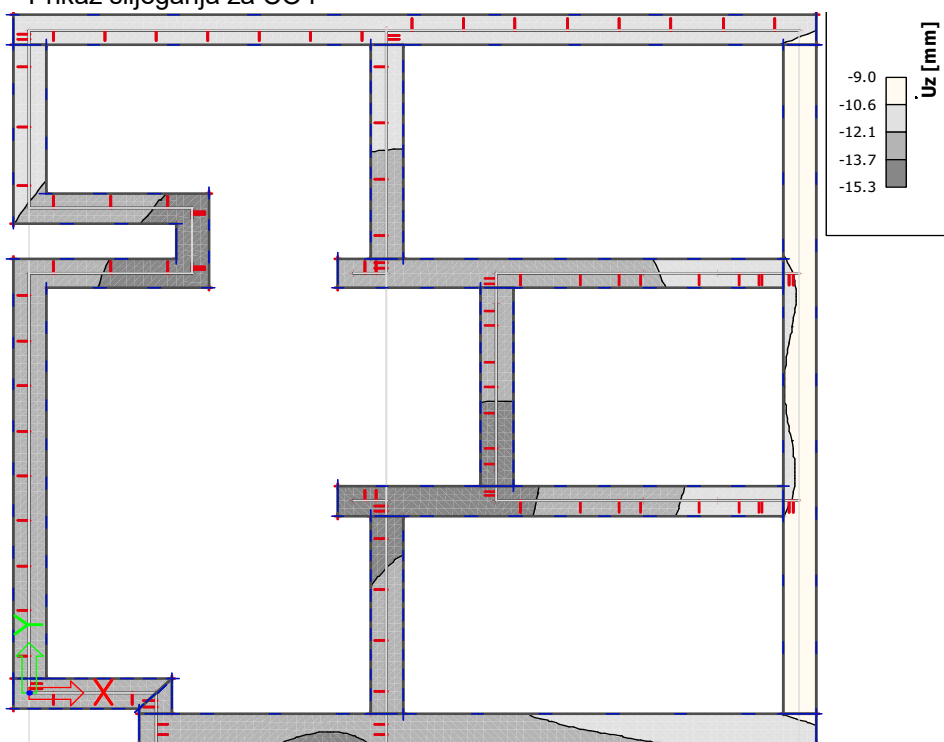
Uvjet je zadovoljen!

Prilog 4. Prikaz kontaktnog naprezanja za CO4

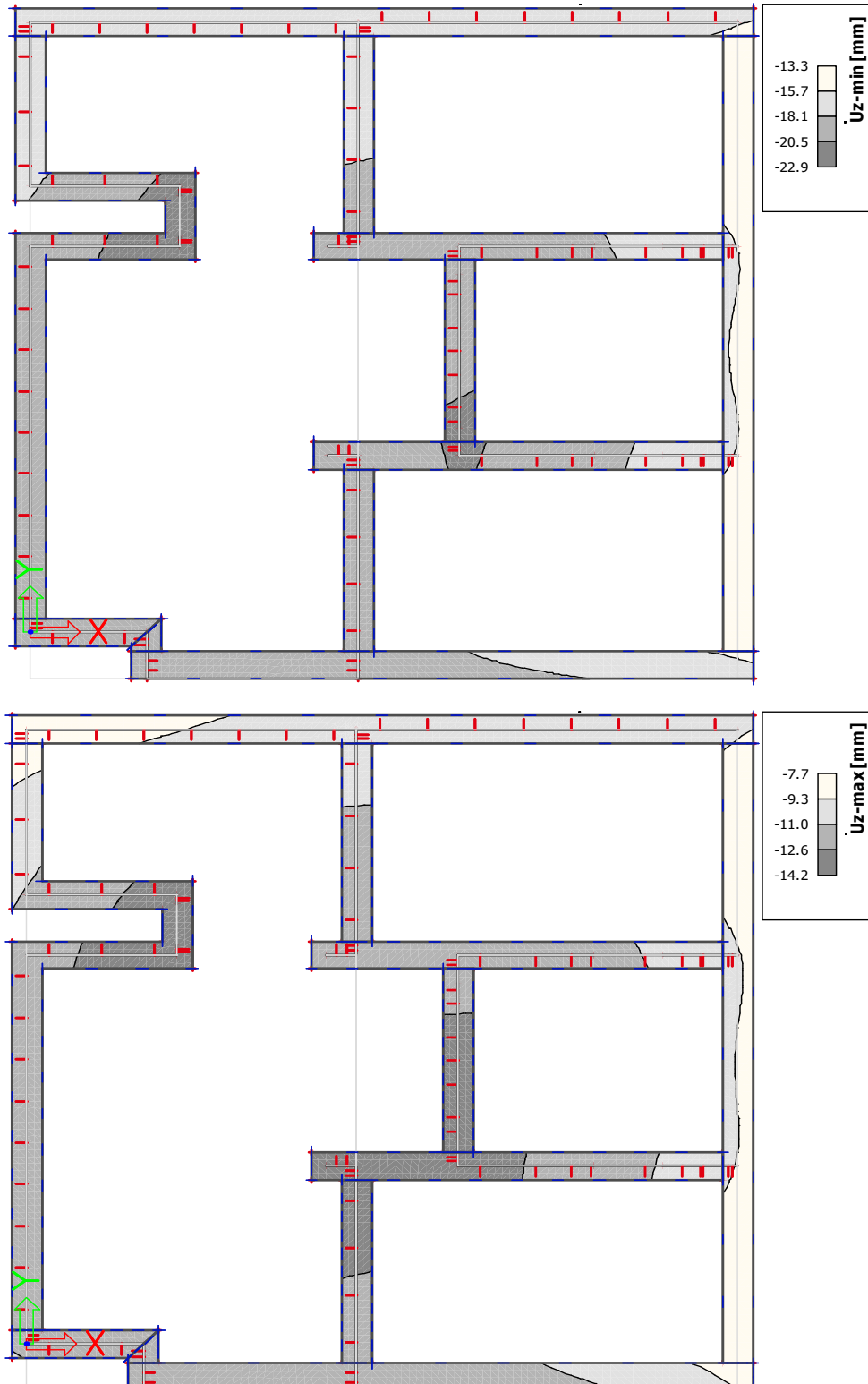


Nema odizanja za osnovno opterećenje!


Prilog 5. Prikaz slijeganja za CO4



Prilog 6. Prikaz slijeganja za anvelopu kombinacija



Diferencijalno slijeganje uslijed anvelope opterećenja je 9,6 mm što je prihvatljivo!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 7. – Dokaz proboja (reakcije iz krutih ostionaca)

1. ULAZNI PODACI

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE

debljina ploče	$h =$	40	cm
zaštitni sloj betona	$c =$	4,0	cm
poprečni presjek stupa	$a =$	25	cm
	$b =$	25	cm
armatura ploče u x smjeru	$\phi_x =$	1,00	cm
armatura ploče u y smjeru	$\phi_y =$	1,00	cm

MATERIJAL

BETON C30/37

$f_{ck} =$	30	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²

ČELIK B500B

$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$E_s =$	200000	N/mm ²

Parcijalni koeficijenti za materijale:

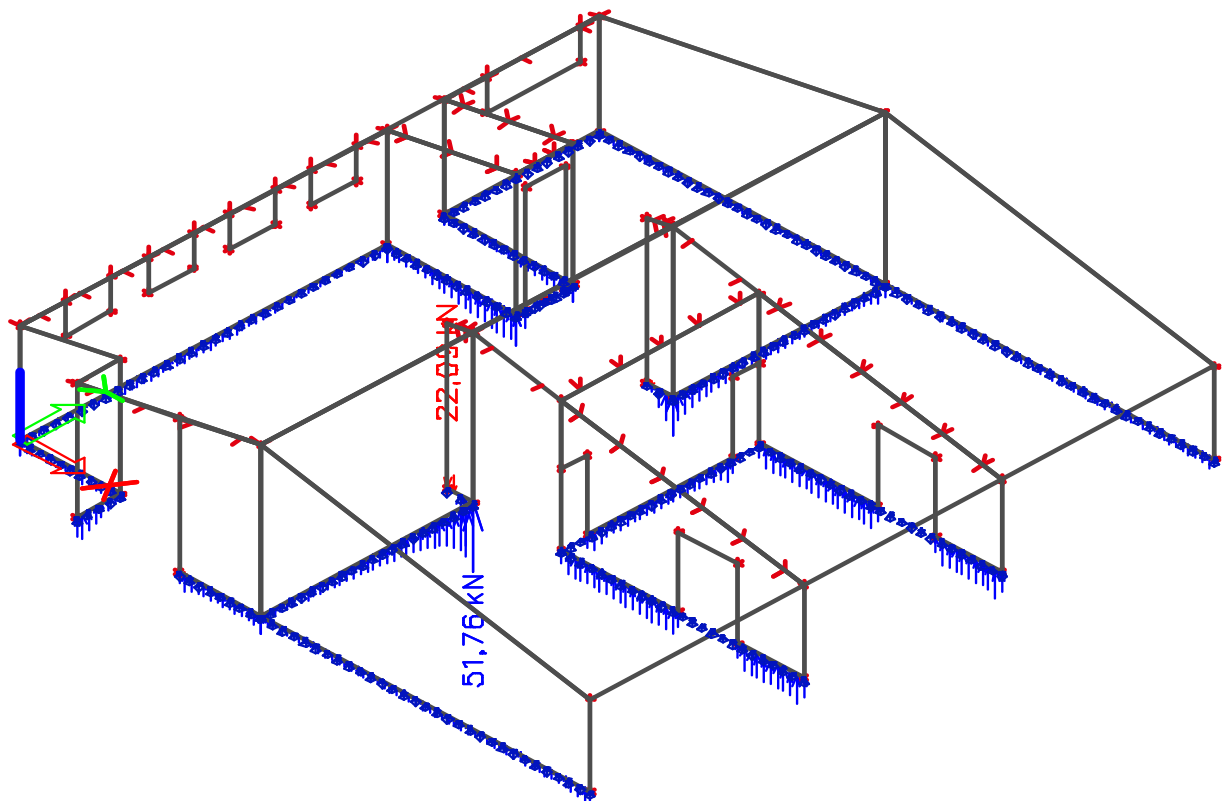
$$\gamma_c = 1,5$$


$$\gamma_s = 1,15$$

REZNE SILE

Sila proboja:

$$V_{Ed} = 51,76 \text{ kN}$$



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2. PROVJERA POTREBE DODATNE ARMATURE ZA PROBOJ

Statičke visine ploče u oba smjera:

$$d_y = h - c - \phi_y / 2 = 35,5 \text{ cm}$$

$$d_x = d_y - \phi_y / 2 - \phi_x / 2 = 34,5 \text{ cm}$$

Srednja statička visina: $d_m = (d_x + d_y) / 2 = 35 \text{ cm}$

Opseg na licu stupa:

$$u_0 = a + b = 50 \text{ cm}$$

Kontrolni opseg na udaljenosti $2d$ od lica stupa:

$$u_1 = a + b + (2d_m)\pi/2 = 159,90 \text{ cm}$$

Koeficijent koji uzima u obzir ekscentričnost oslonačke reakcije u odnosu na kontrolni opseg:

$$\beta = 1,50 \text{ za kutni stup}$$

1. PROVJERA naprezanje na opsegu u_0

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_0 d_m) = 0,0444 \text{ kN/cm}^2 = 0,44 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,max} = 0,4 v_{fcd} = 0,4 (0,6 (1 - f_{ck} / 250)) f_{cd} = 4,22 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad 0,44 < 4,22$$

Uvjet je zadovoljen!

2. PROVJERA naprezanje na kontrolnom opsegu u_1

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_1 d_m) = 0,0139 \text{ kN/cm}^2 = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$$

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

$$k = 1 + (200 / d_m)^{1/2} \leq 2,0 = 1,76 \leq 2 \longrightarrow k = 1,76$$

$$\rho_1 = (\rho_{1y} \rho_{1x})^{1/2} \leq 0,02 = 0,00161 \leq 0,02$$

Armatura ploče iznad stupa u x smjeru: $A_{1x} = 5,65 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Armatura ploče iznad stupa u y smjeru: $A_{1y} = 5,65 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Omjer A_{1x} i betona = $A_{1x} / (d_x \cdot 100)$ $\rho_{1x} = 0,00164$

Omjer A_{1y} i betona = $A_{1y} / (d_y \cdot 100)$ $\rho_{1y} = 0,00159$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

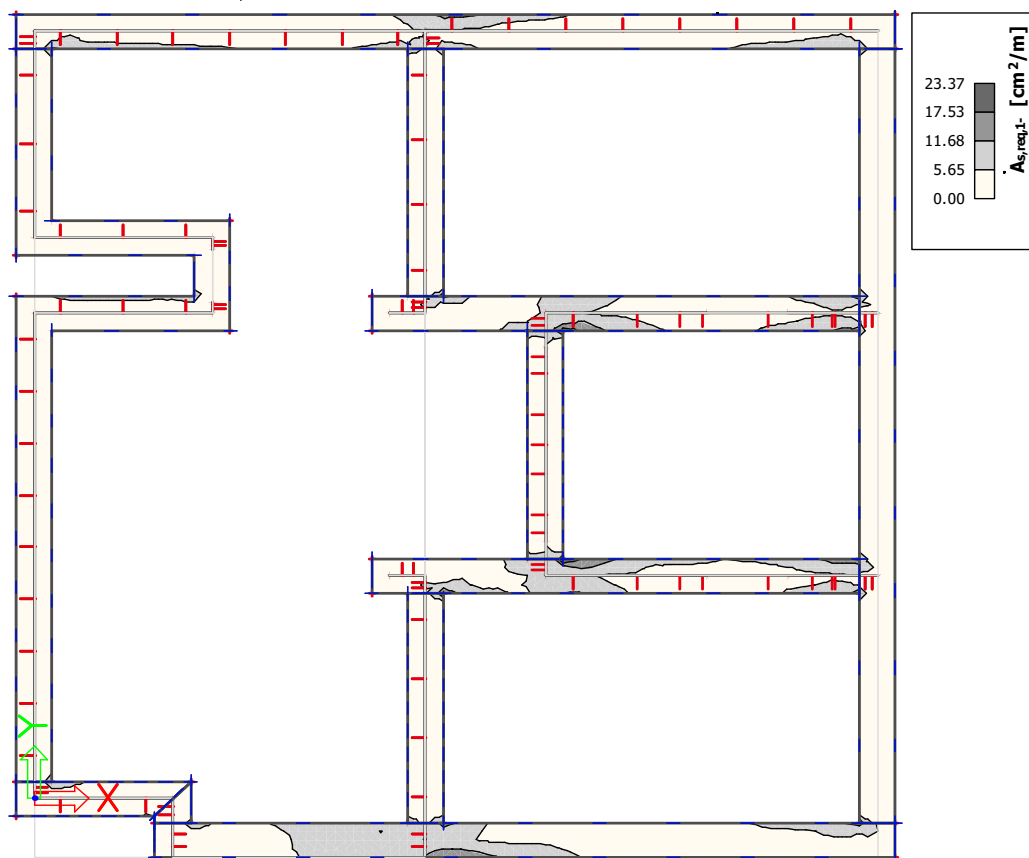
Dokaz nosivosti: $V_{Ed} \leq v_{Rd,c}$ $0,14 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \text{ N/mm}^2$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebna dodatna posmična armatura

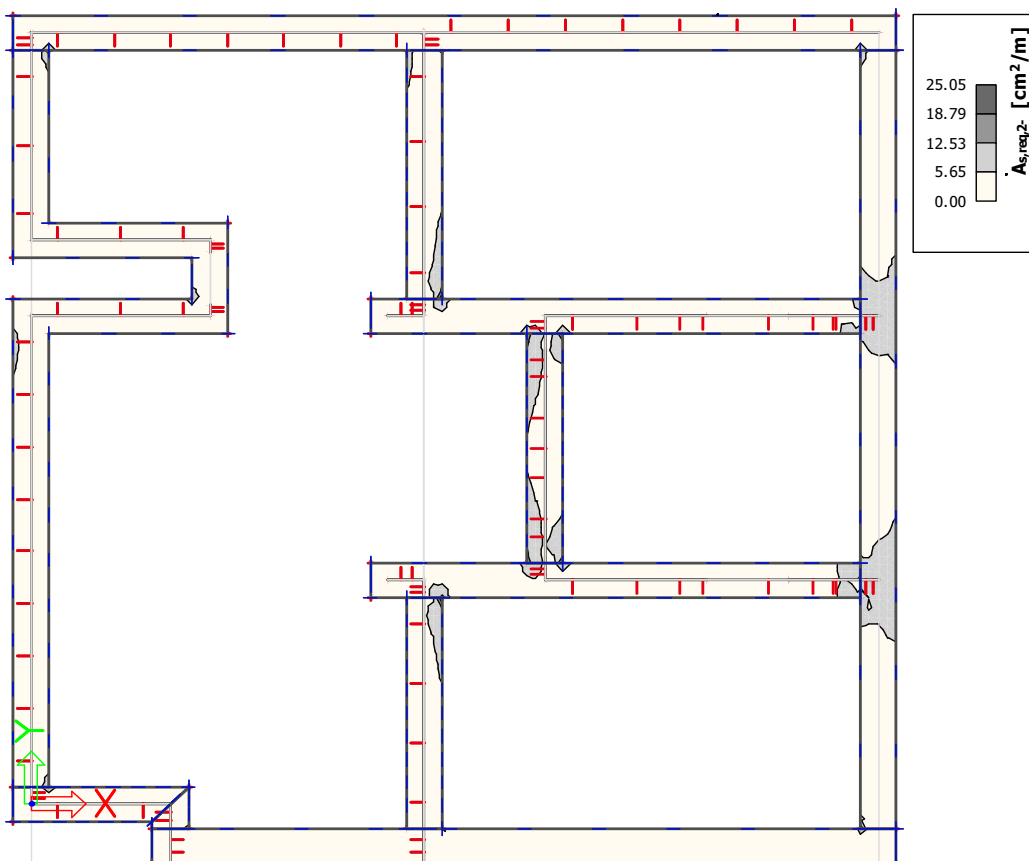
Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer X (cm^2/m^1)

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}^1$



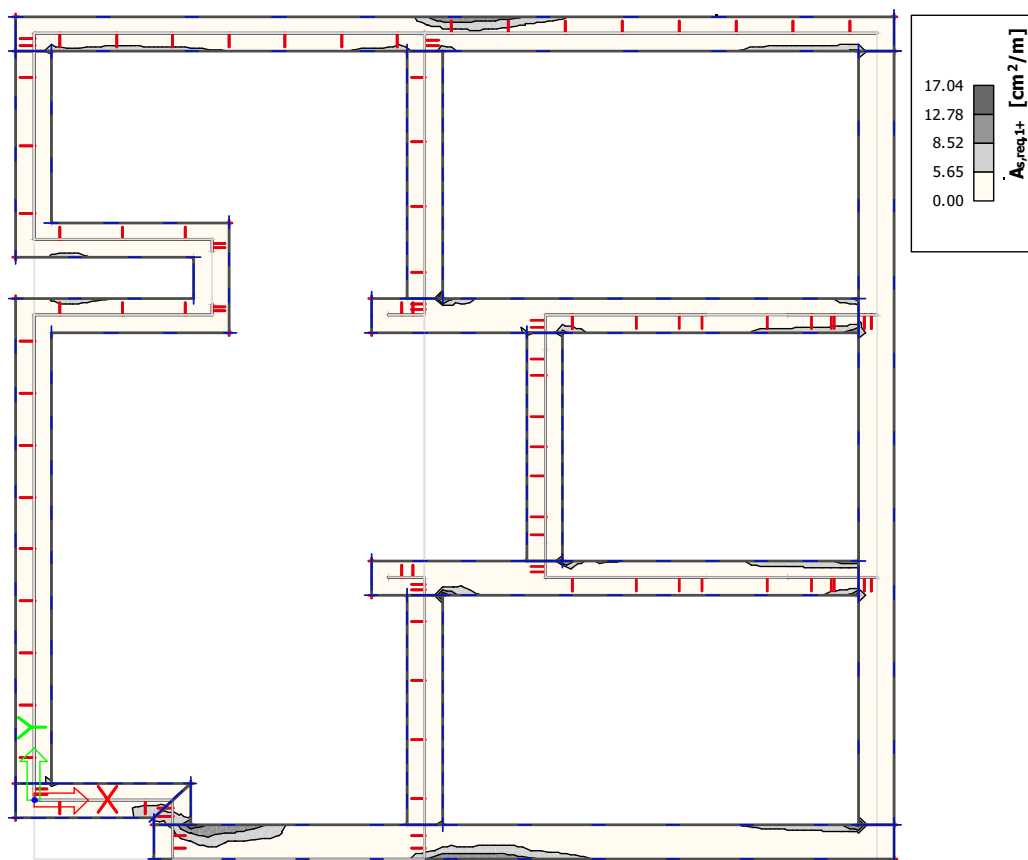
Prilog 9. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm^2/m^1)

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}^1$



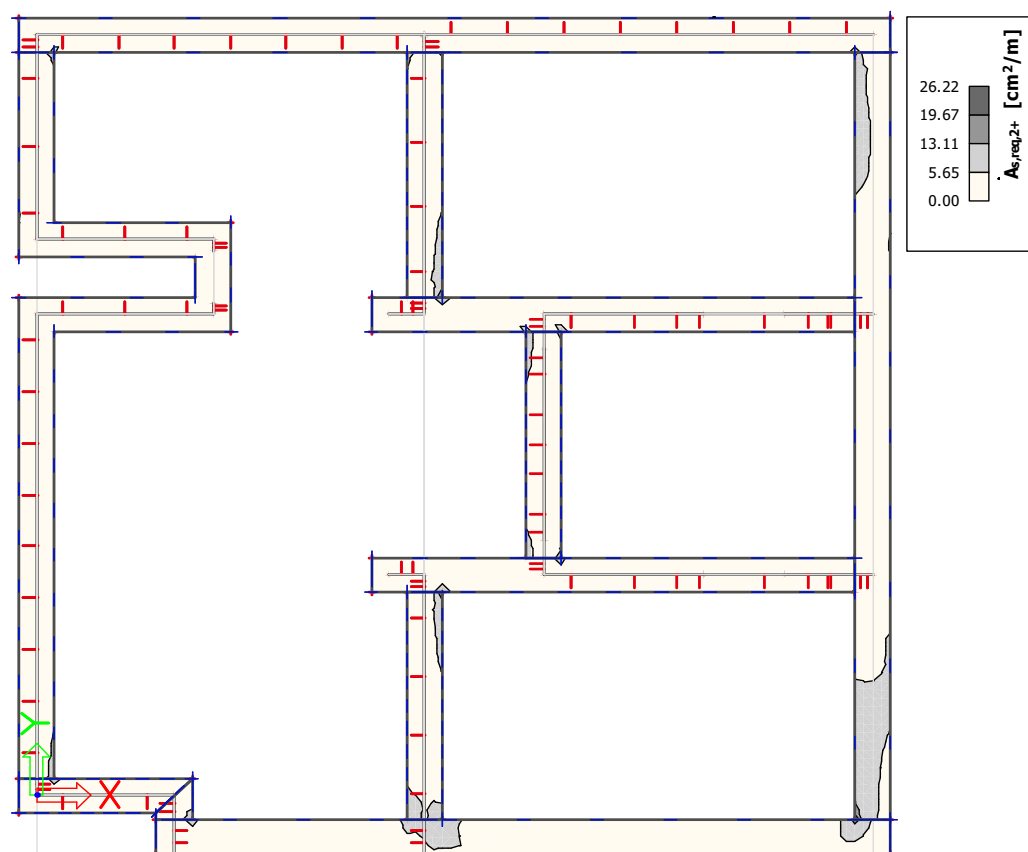
Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm^2/m')


osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$



Prilog 11. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm^2/m')

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.3.8. Proračun podne ploča prizemlja

UVOD

- AB monolitna ploča debljine **14 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne mreže **B500 A** i armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1** i **XC2** (korozija armature izazvana karbonatizacijom)
- razred izloženosti i zaštitni slojevi:
 - gore: **XC1** **c = 2,0 cm**
 - dolje: **XC2** **c = 2,0 cm**

PRORAČUN ARMATURE PLOČE

Minimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 100 \times 11 = 1,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,26 \times b \times d \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) = 0,26 \times 100 \times 11 \times (2,9/500) = 1,66 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$

Maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times 100 \times 14 = 56,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,022 \times A_c = 0,022 \times 100 \times 14 = 30,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \omega_{lim} \times b \times d \left(\frac{f_{cd}}{f_{yk}} \right) = 0,365 \times 100 \times 11 \times (20/434,78) = 18,5 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$


ODABRANA ARMATURA GORNJE I DONJE ZONE:

Q 188

Ploča je dilatirana u odnosu na nadtemeljne zidove i temeljne trake!

PROJEKTANT:

mr.sc.Berislav Medić, dipl.ing.građ.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.4. DOKAZ O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA DOGRADNJE 2

2.4.1. Proračun i dimenzioniranje ploče P200

UVOD

Proračun ploče izvršen je pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- AB monolitna ploča debljine **t = 22 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne mreže **B500 A** i armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje ploče provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca
- Prilog 3. Prikaz anvelope momenata savijanja m_x (kNm/m')
- Prilog 4. Prikaz anvelope momenata savijanja m_y (kNm/m')
- Prilog 5. Prikaz progiba
- Prilog 6. Određivanje minimalne i maksimalne armature ploče
- Prilog 7. Dijagram armature donje zone smjer X (cm^2/m')
- Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm^2/m')
- Prilog 9. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm^2/m')
- Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm^2/m')
- Prilog 11. Prikaz reakcija

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

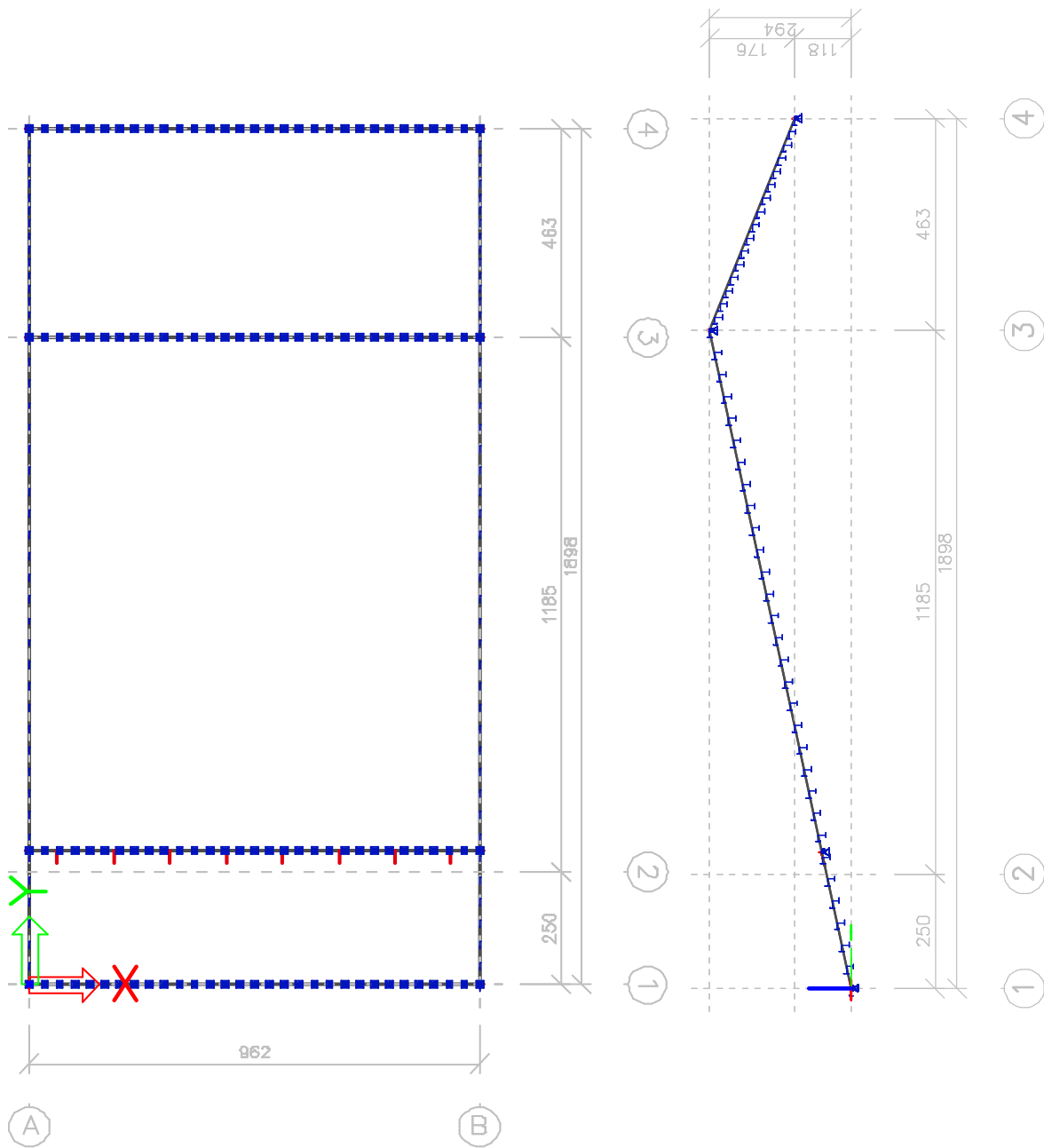
P200		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

Uporabni zahtjevani vijek - 50 godina

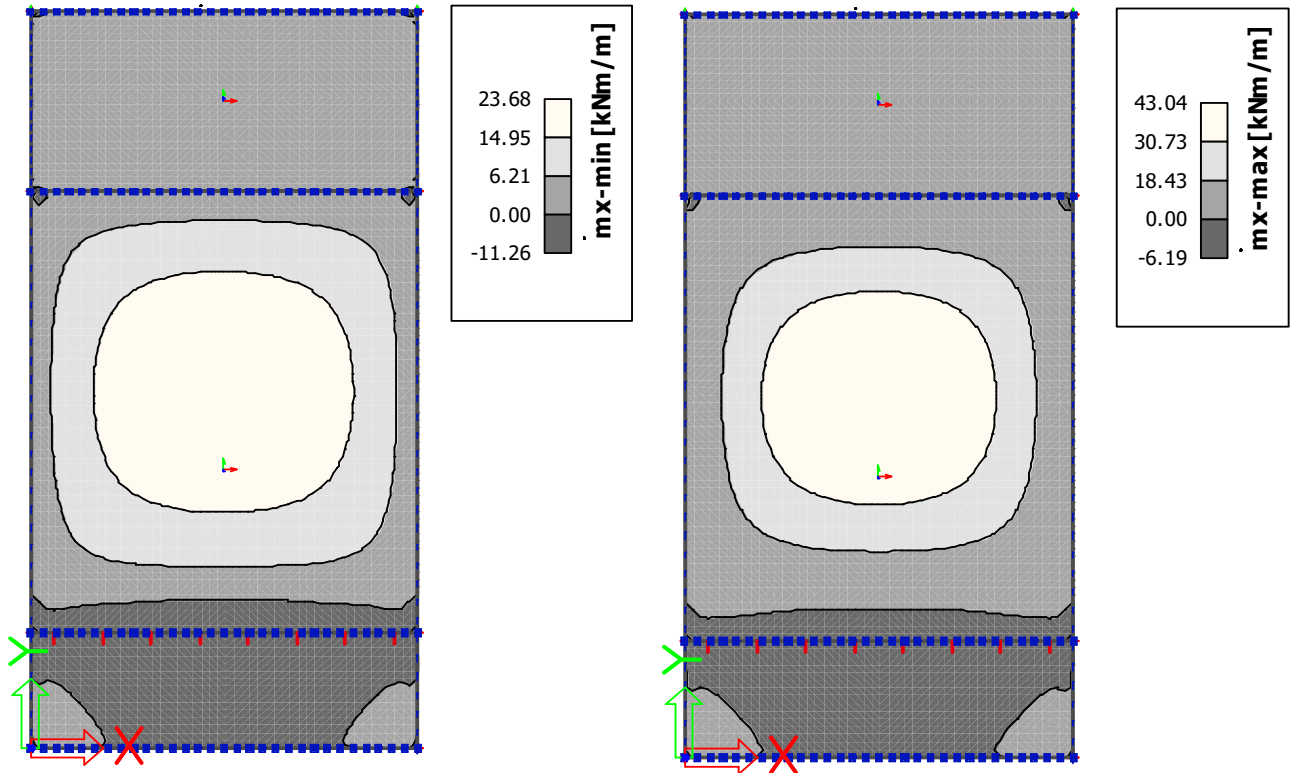
razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-1	-1
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S2	S4
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

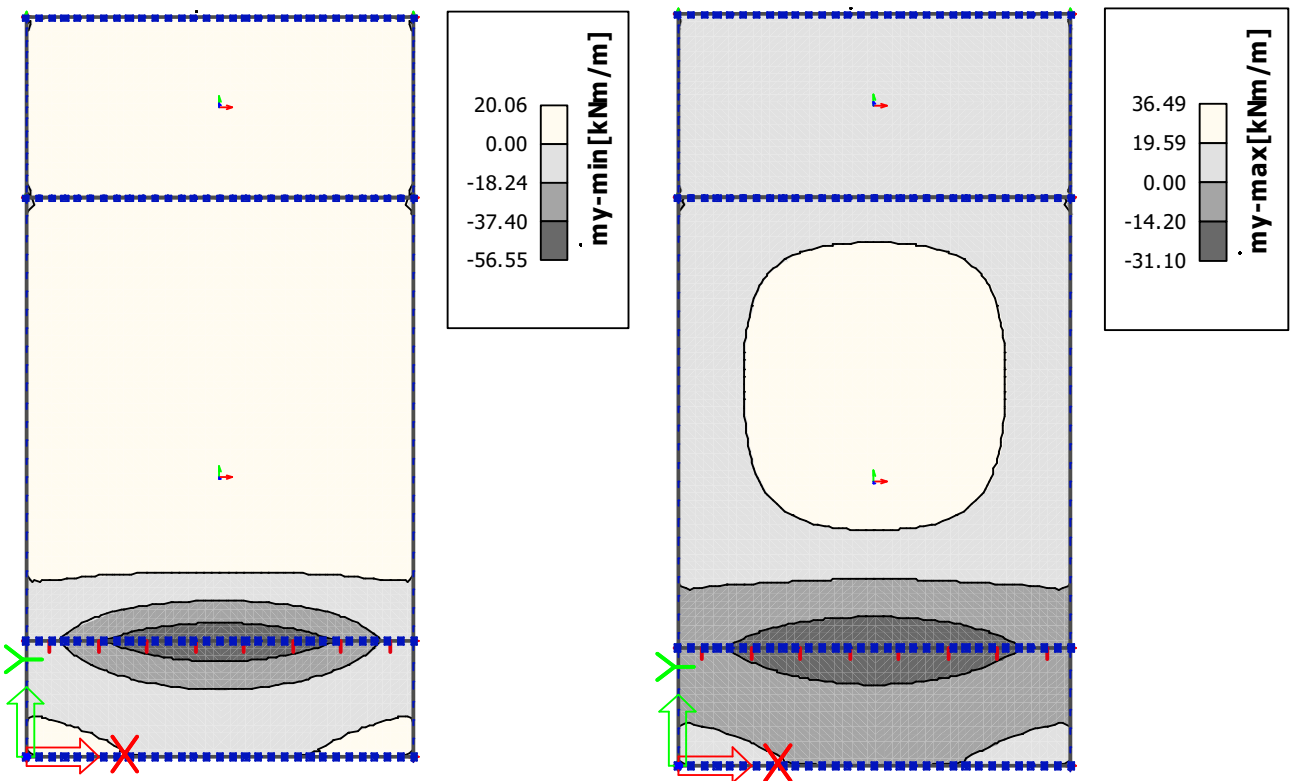
Prilog 2. Prikaz nosivih elemenata i oslonaca




Prilog 3. Prikaz anvelope momenata savijanja m_x (kNm/m')

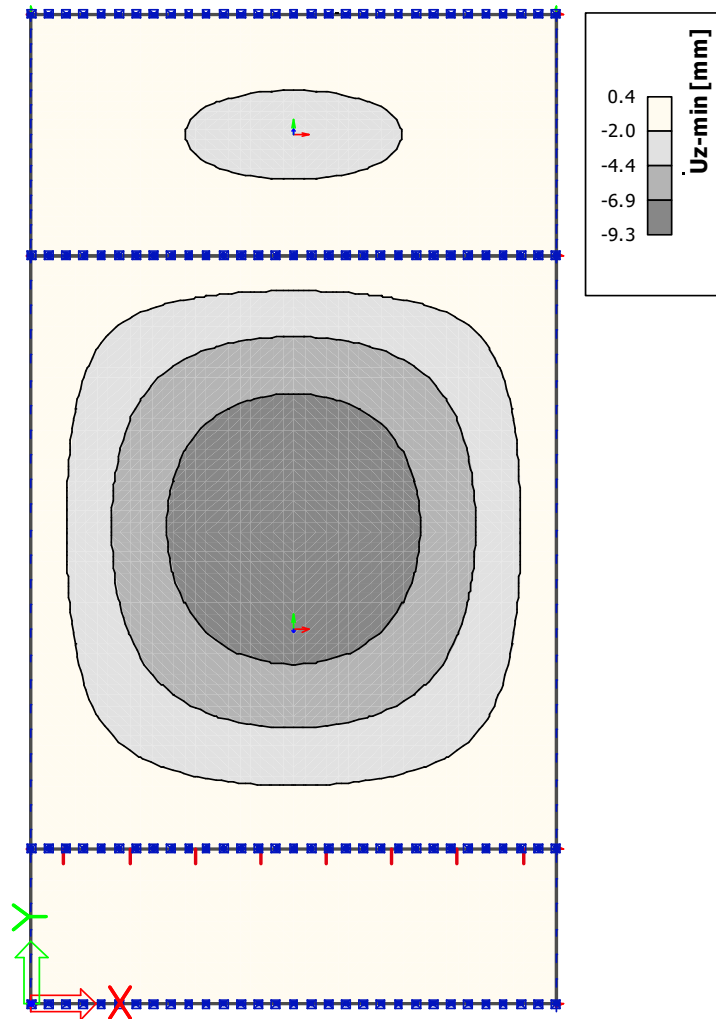


Prilog 4. Prikaz anvelope momenata savijanja m_y (kNm/m')



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 5. Prikaz progiba
Kratkotrajni (elastici) progib



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 962/250 = 3,85 \text{ cm}$ $>$ $u_{el} = 0,93 \text{ cm}$ Uvjet je zadovoljen!

Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 962/250 = 3,85 \text{ cm}$ $<$ $u = 4 \times u_{el} = 3,72 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen!

Prilog 6. Određivanje minimalne i maksimalne armature ploče

Minimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 100 \times 19 = 2,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,26 \times b \times d (f_{ctm}/f_{yk}) = 0,26 \times 100 \times 19 \times (2,9/500) = 2,6 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$

Maksimalna armatura ploče:

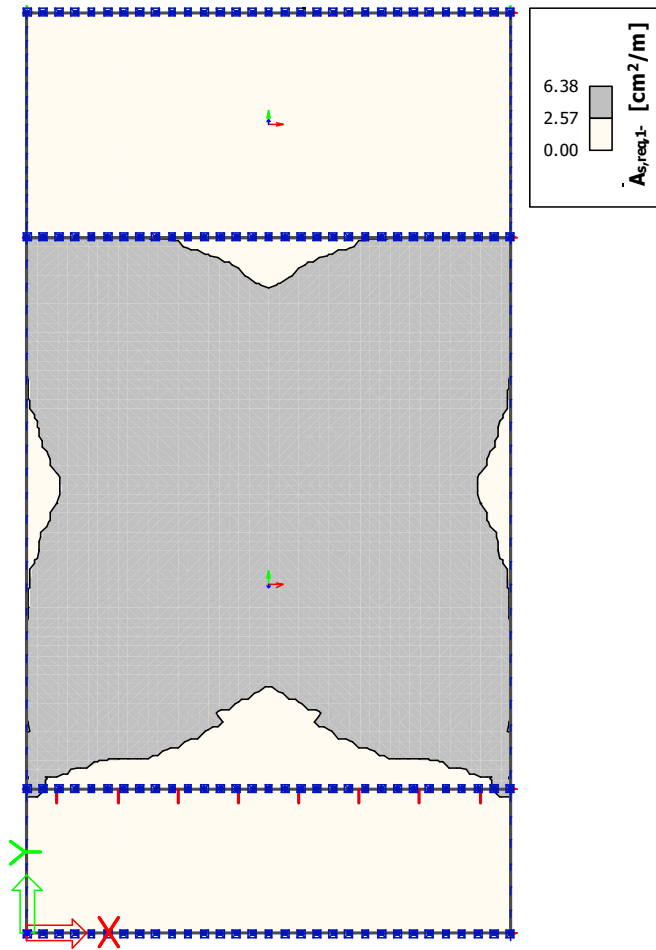
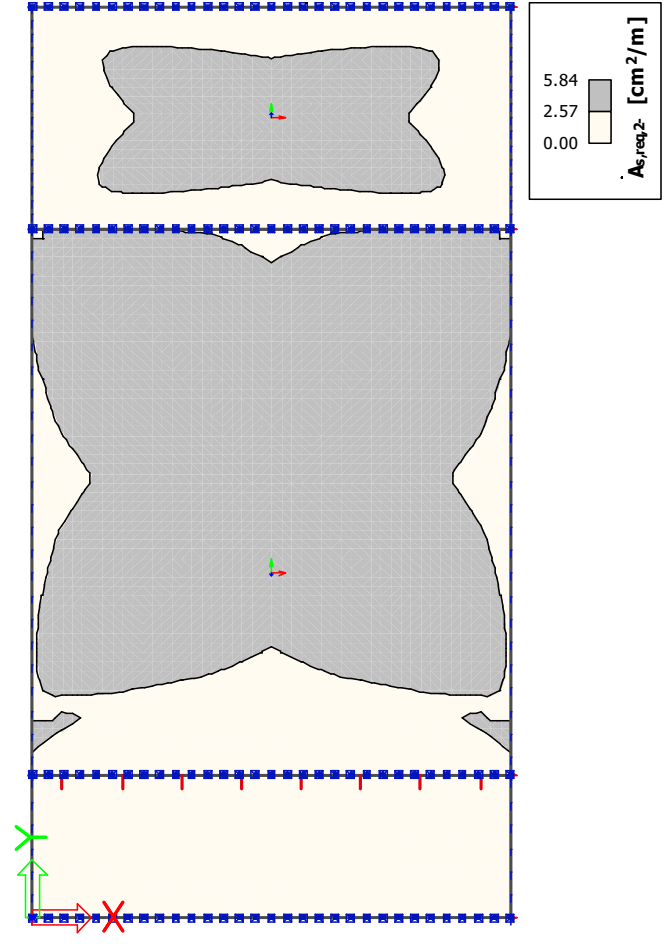
$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times 100 \times 22 = 88,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,022 \times A_c = 0,022 \times 100 \times 22 = 48,4 \text{ cm}^2$$

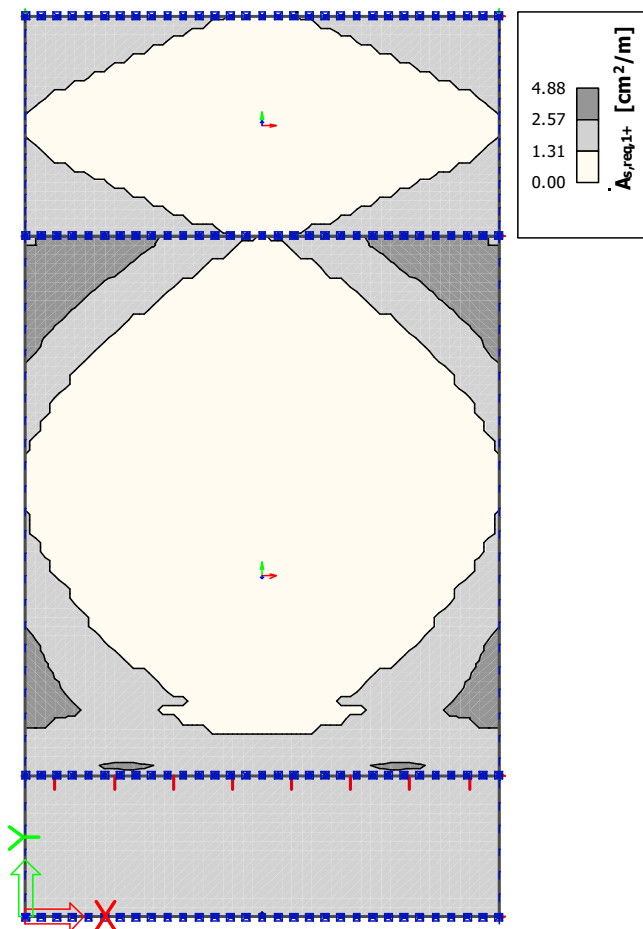
$$A_{s,min} = \omega_{lim} \times b \times d (f_{cd}/f_{yk}) = 0,365 \times 100 \times 19 \times (20/434,78) = 31,9 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$

ODABRANA OSNOVNA ARMATURA DONJE ZONE
 ODABRANA OSNOVNA ARMATURA GORNJE ZONE

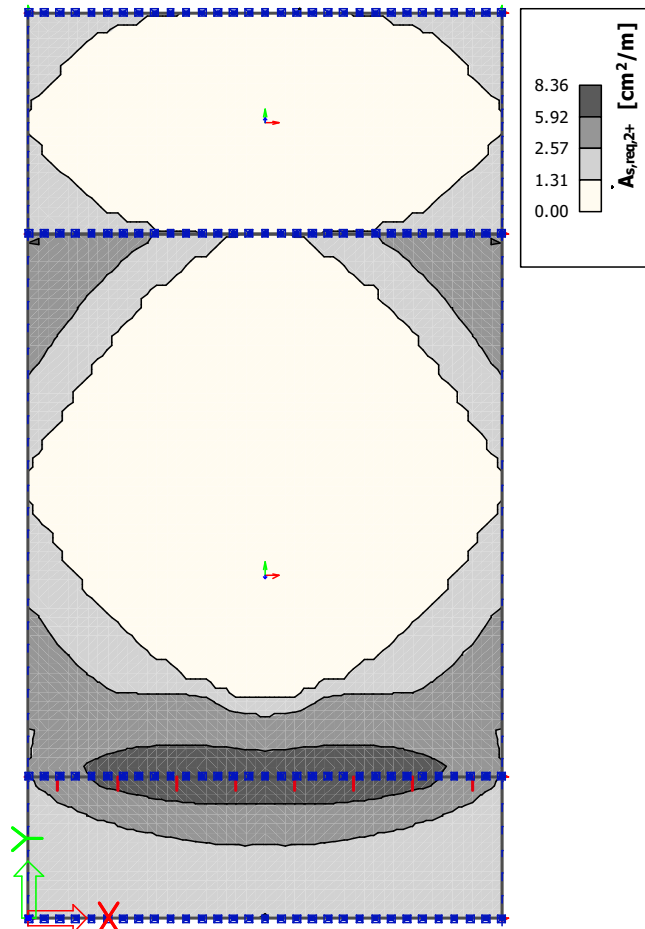
Q257
 Q131

Prilog 7. Dijagram armature donje zone smjer X
(cm^2/m')Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer Y
(cm^2/m')

Prilog 9. Dijagram armature gornje zone smjer X
 (cm^2/m')



Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer Y
 (cm^2/m')

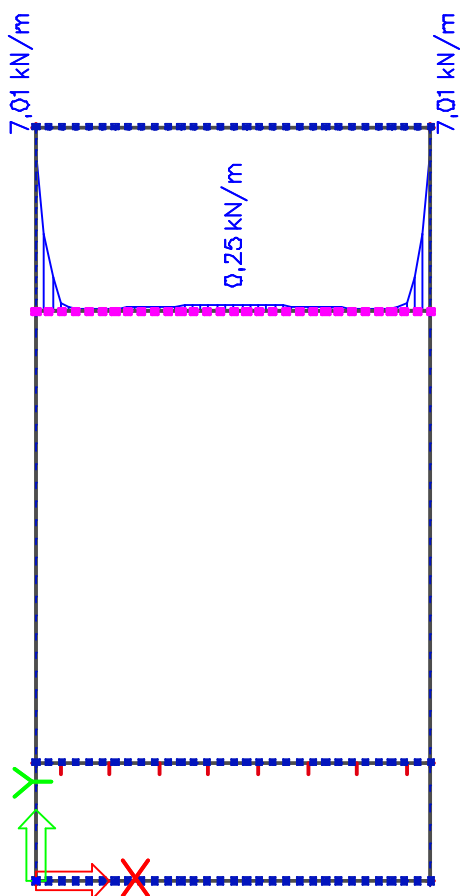


Prilog 11. Prikaz reakcija

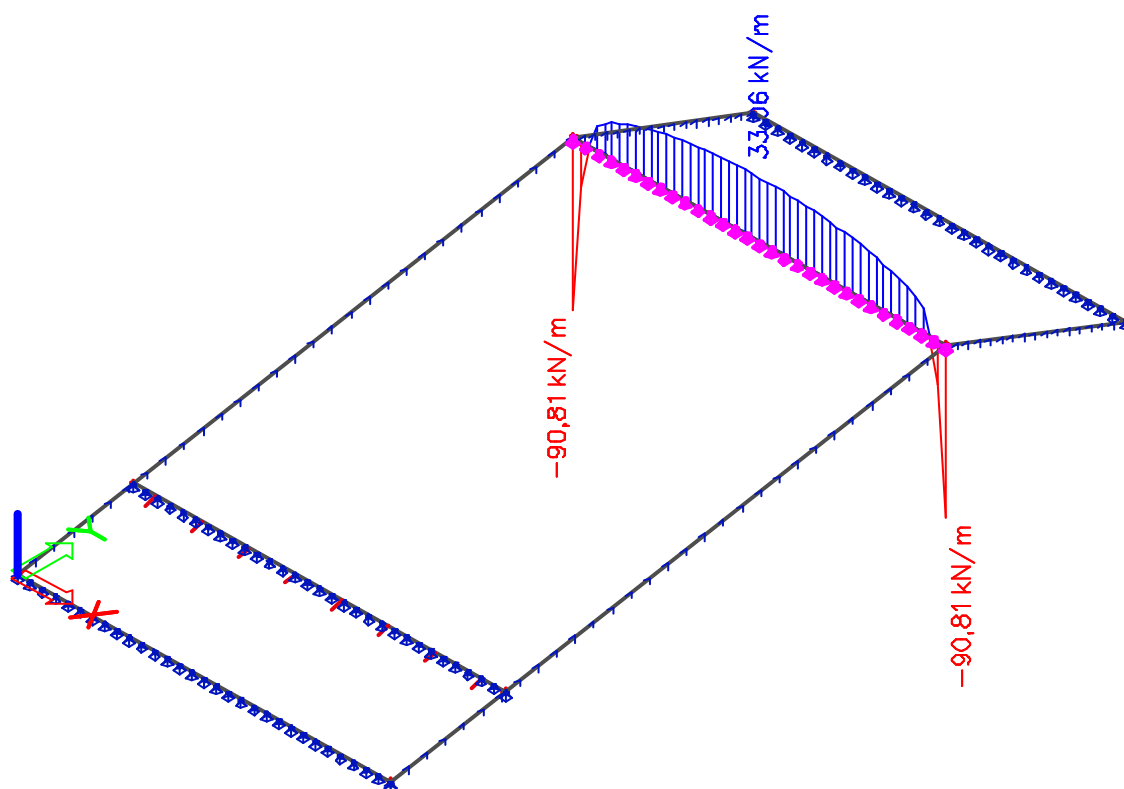
Prikazat ćemo vertikalnu i horizontalnu reakciju za G200, G201, G202, G203, G204 i G205 (1) i mjesto maksimalne reakcije(2)


LC1 vlastita težina
(1) G200

R_y



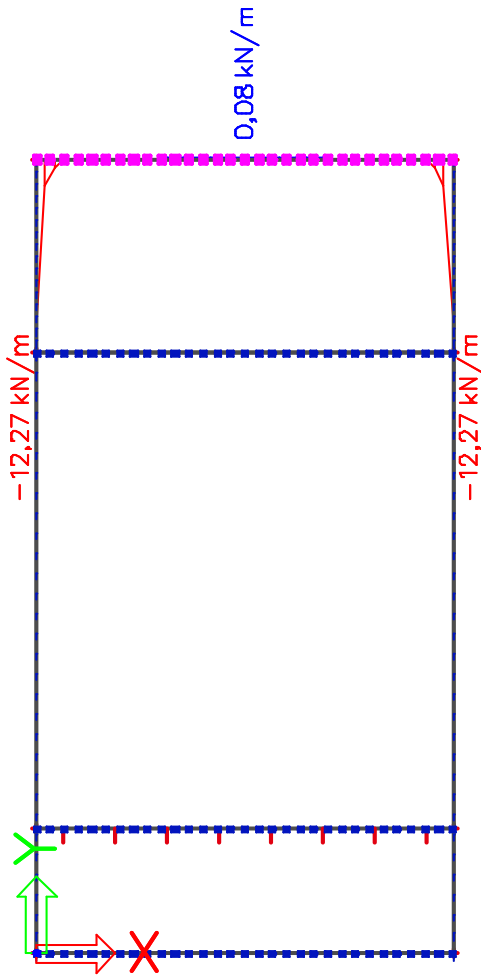
R_z



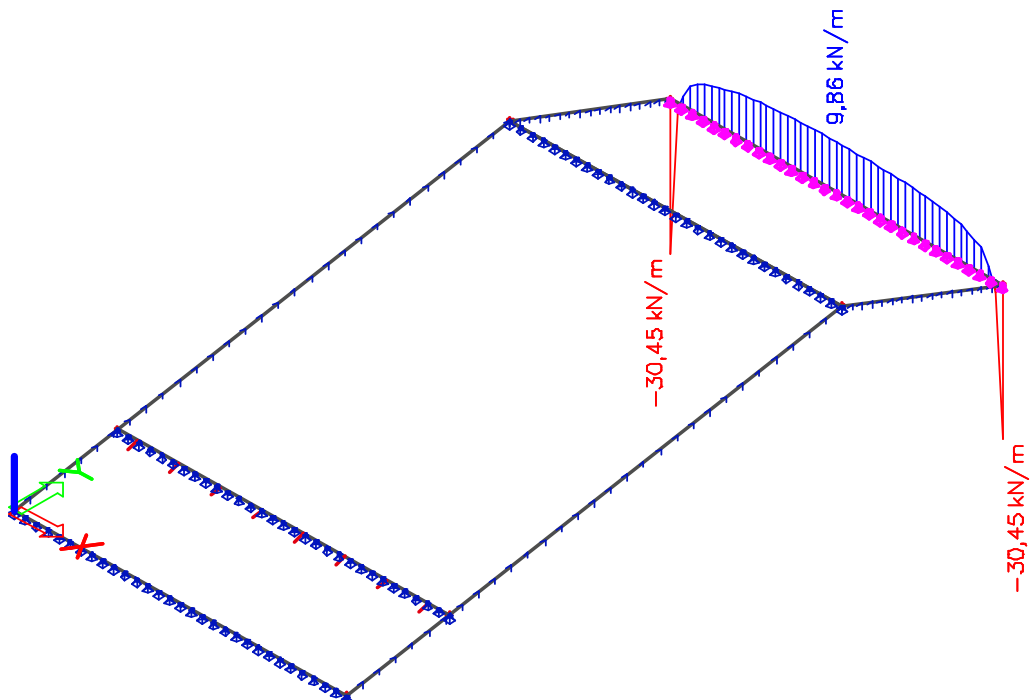
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G201/G202

R_y

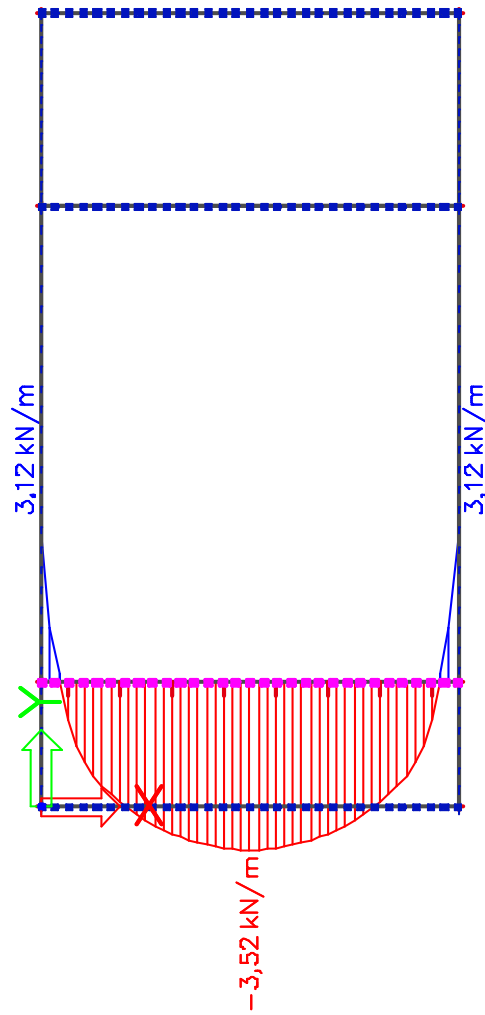


R_z

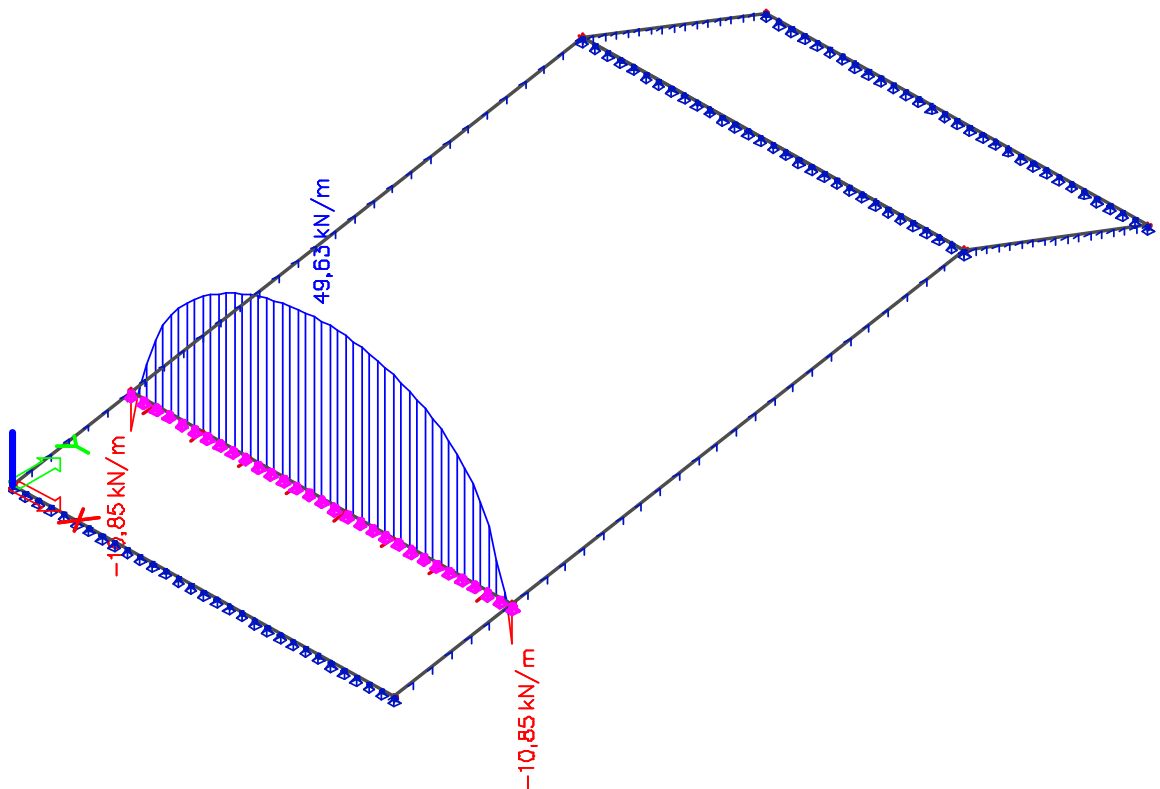


(1) G203

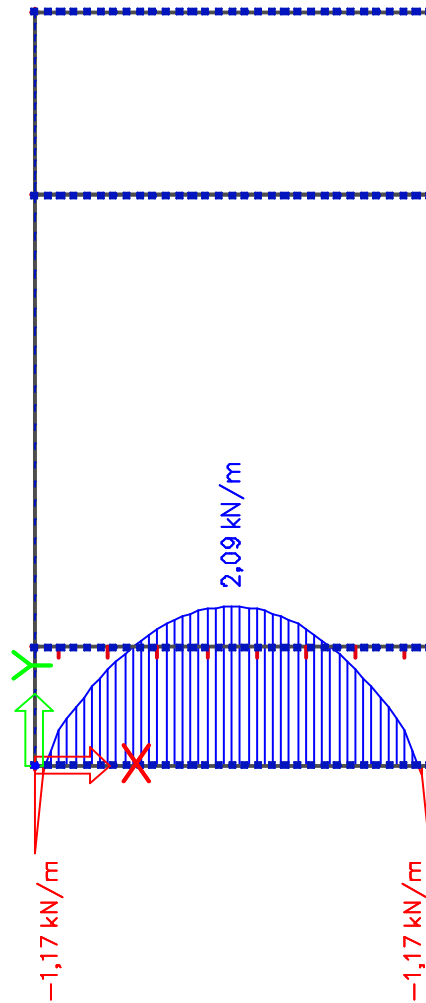
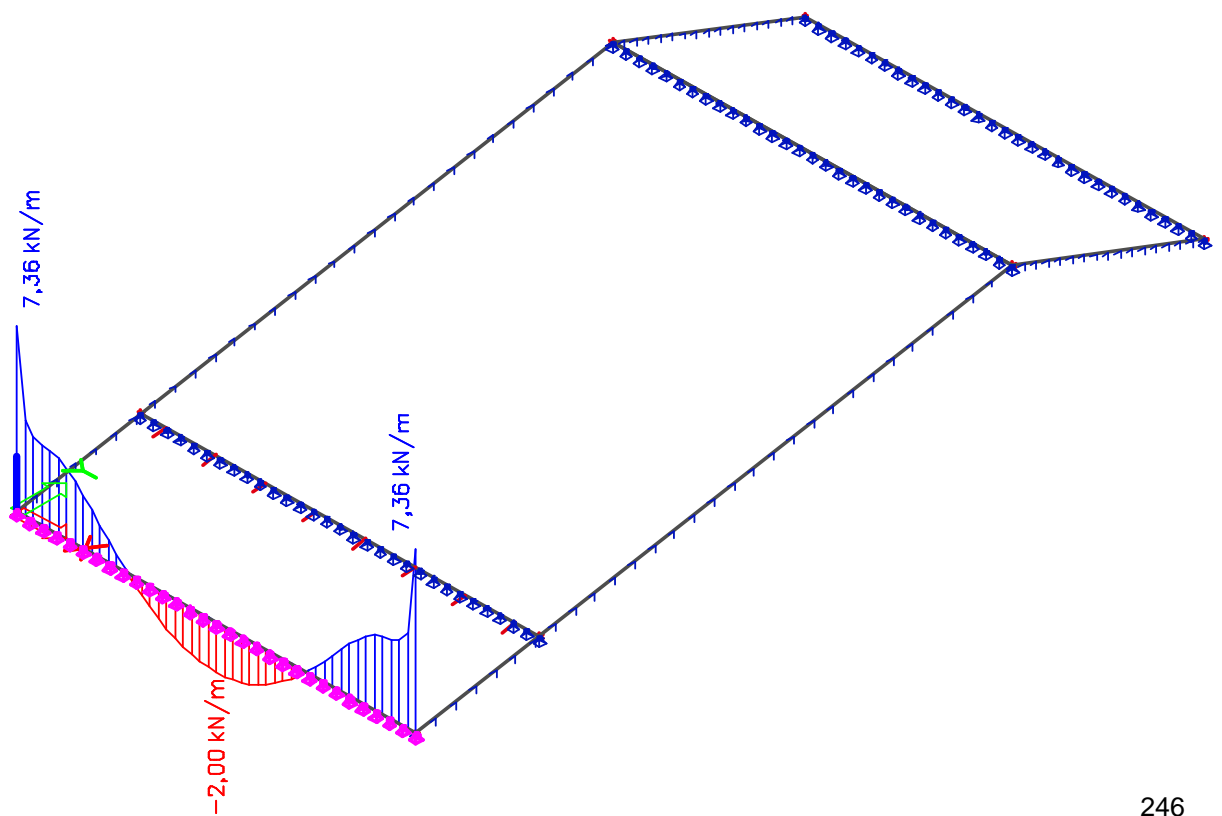
R_y




R_z



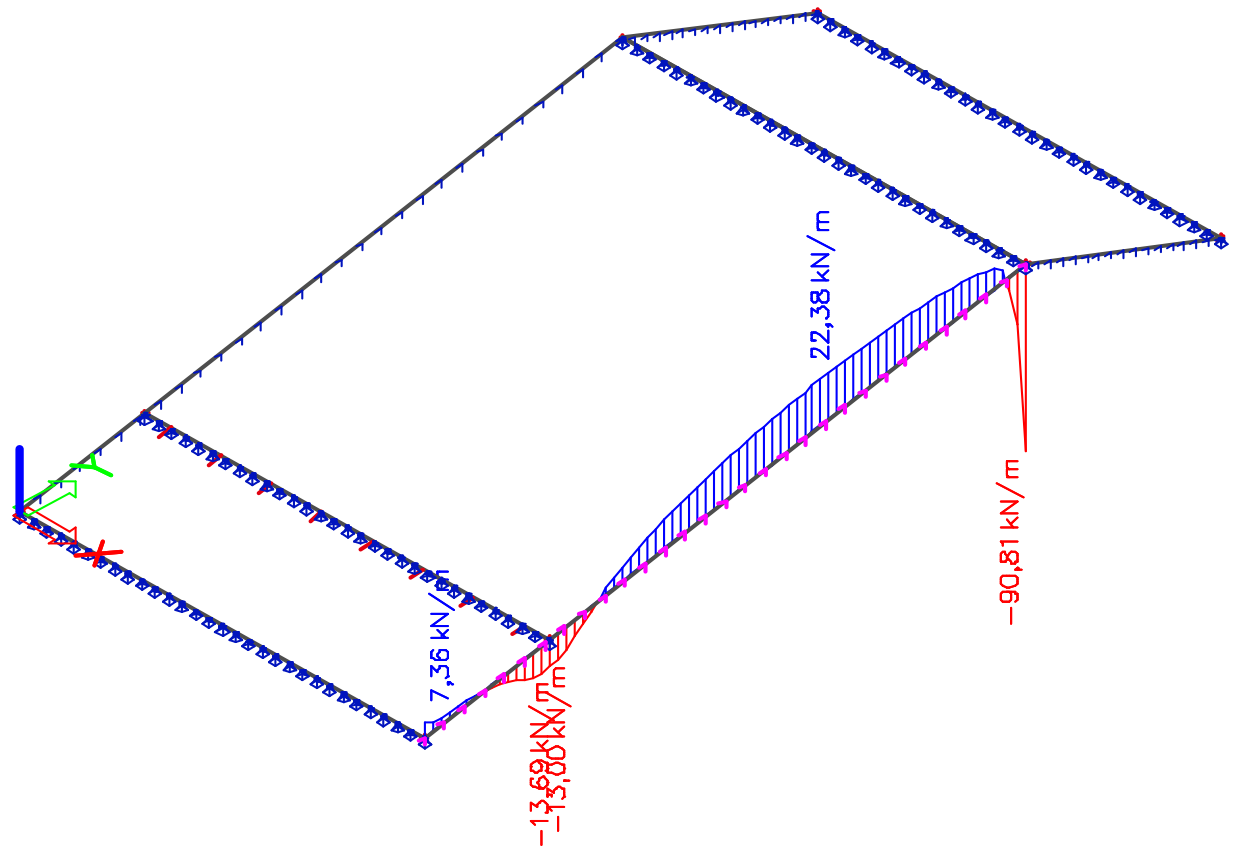
(1) G204

 R_y  R_z 

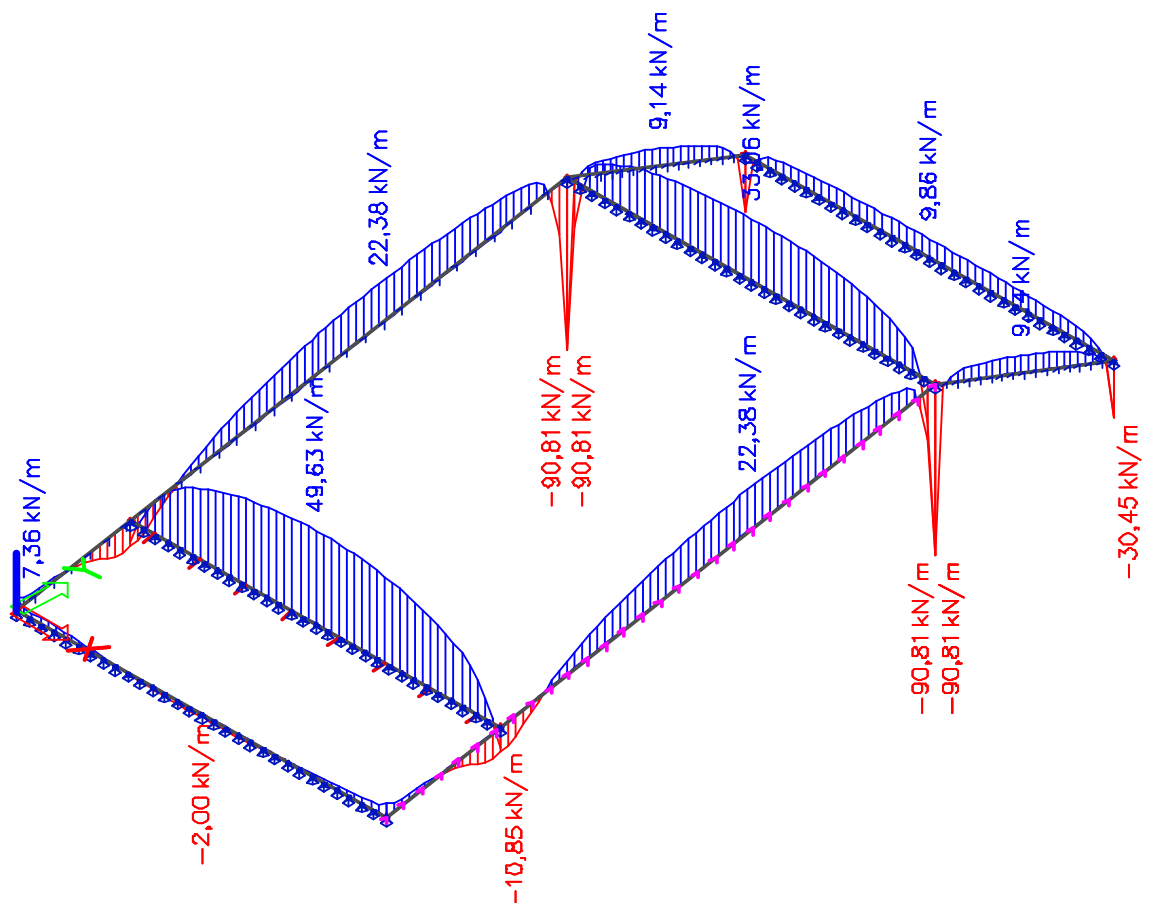
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


(1) G205

R_z



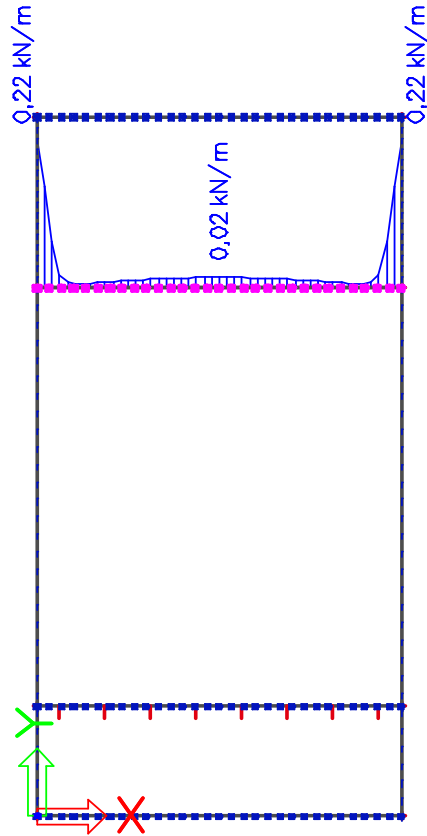
(2) maksimalna vertikalna reakcija



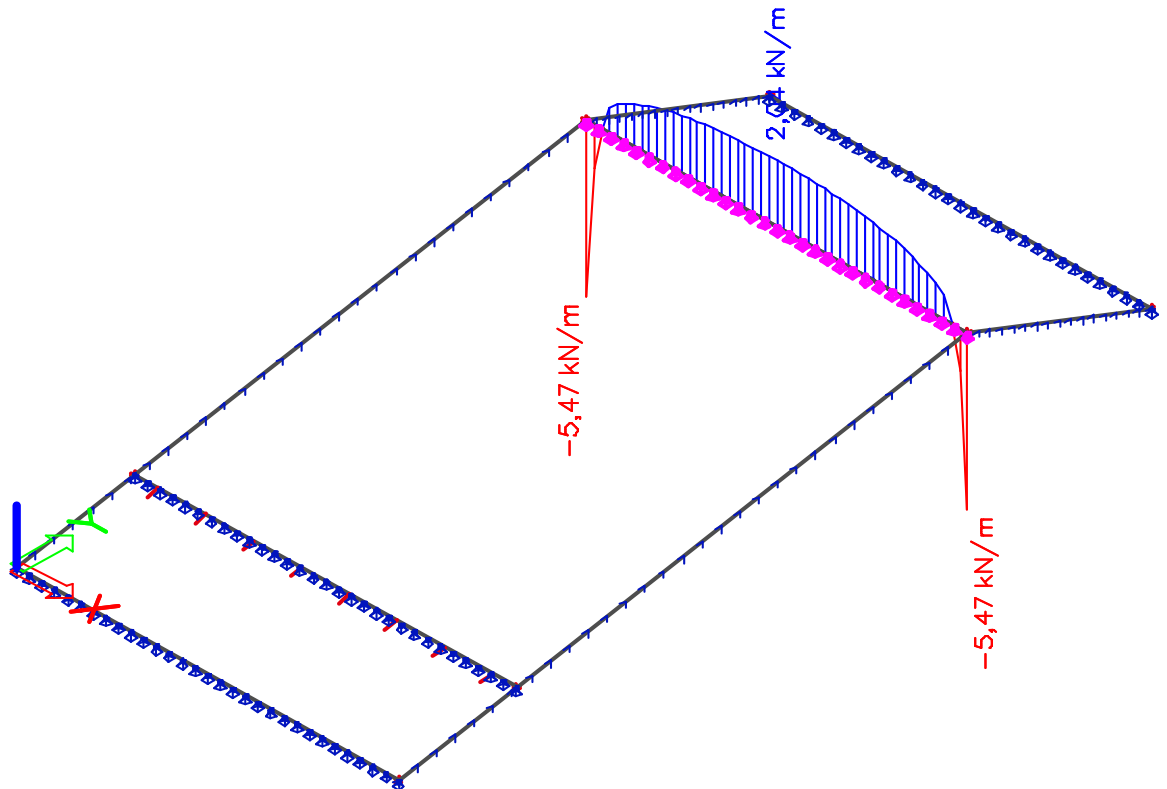
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC2 dodatno stalno opterećenje
 (1) G200

R_y



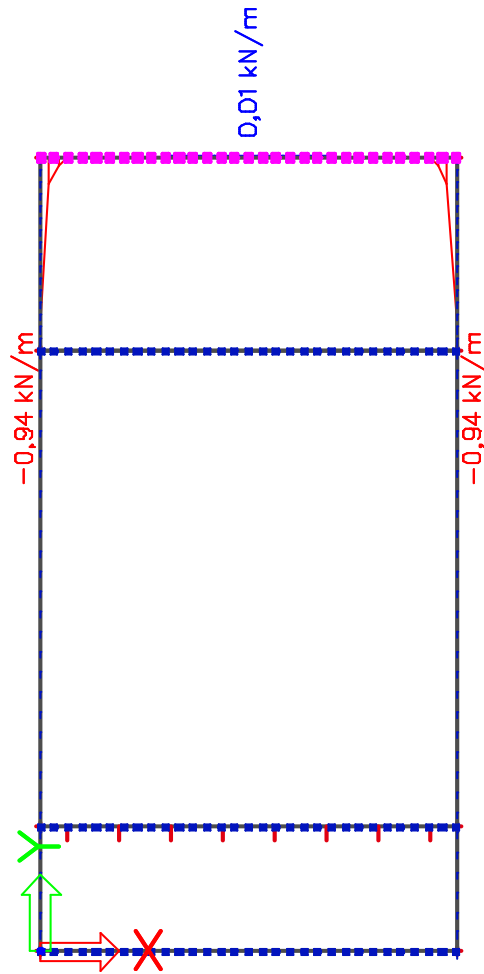
R_z



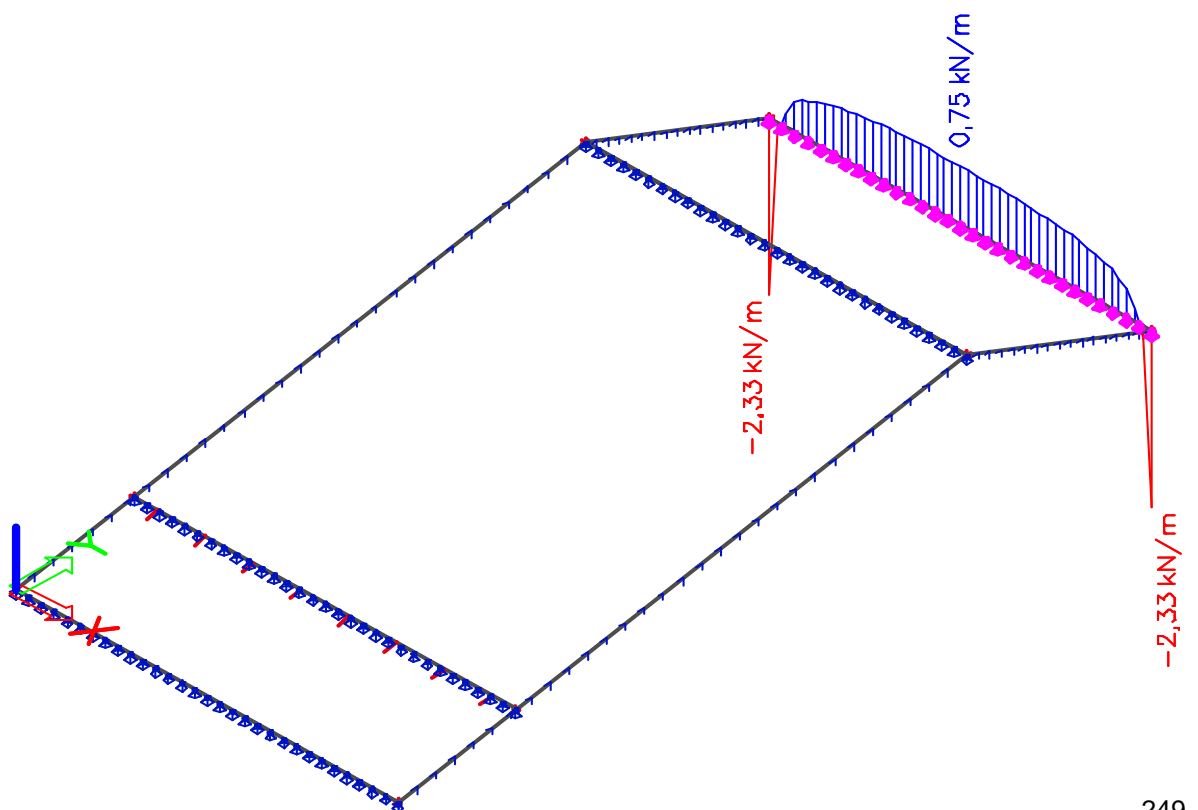
UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G201/G202

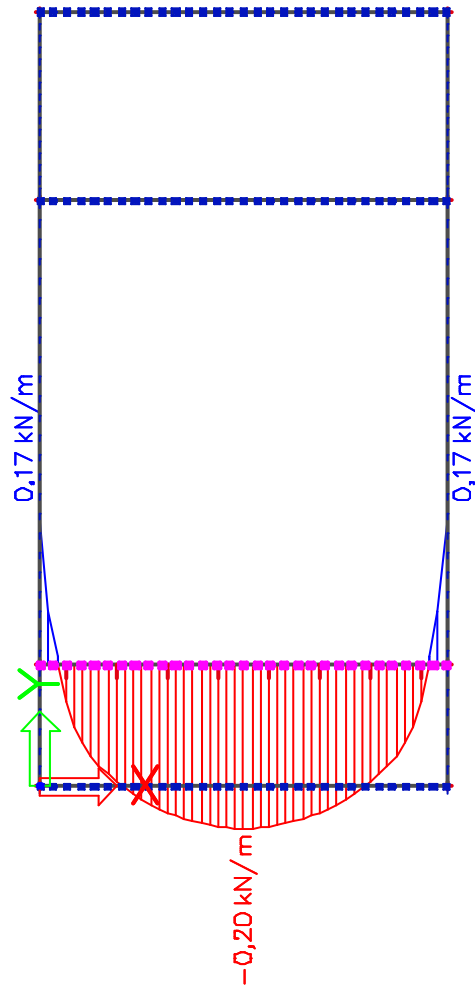
R_y



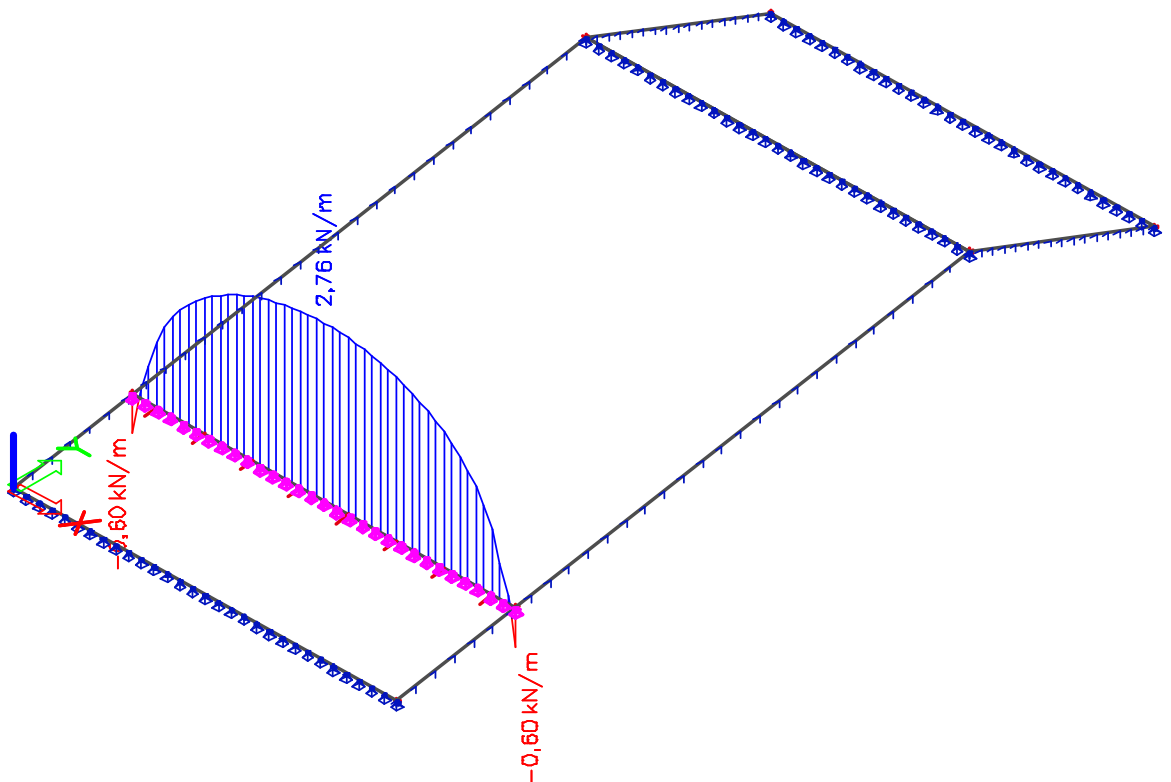
R_z



(1) G203
 R_y

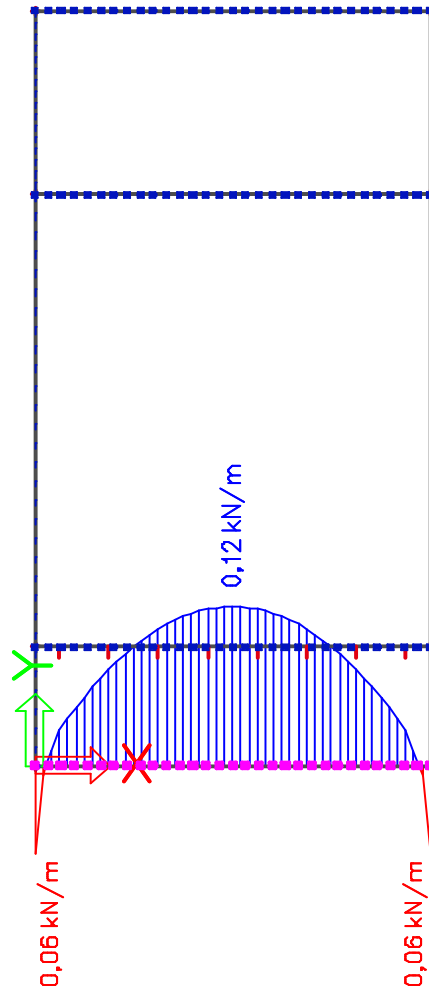


R_z

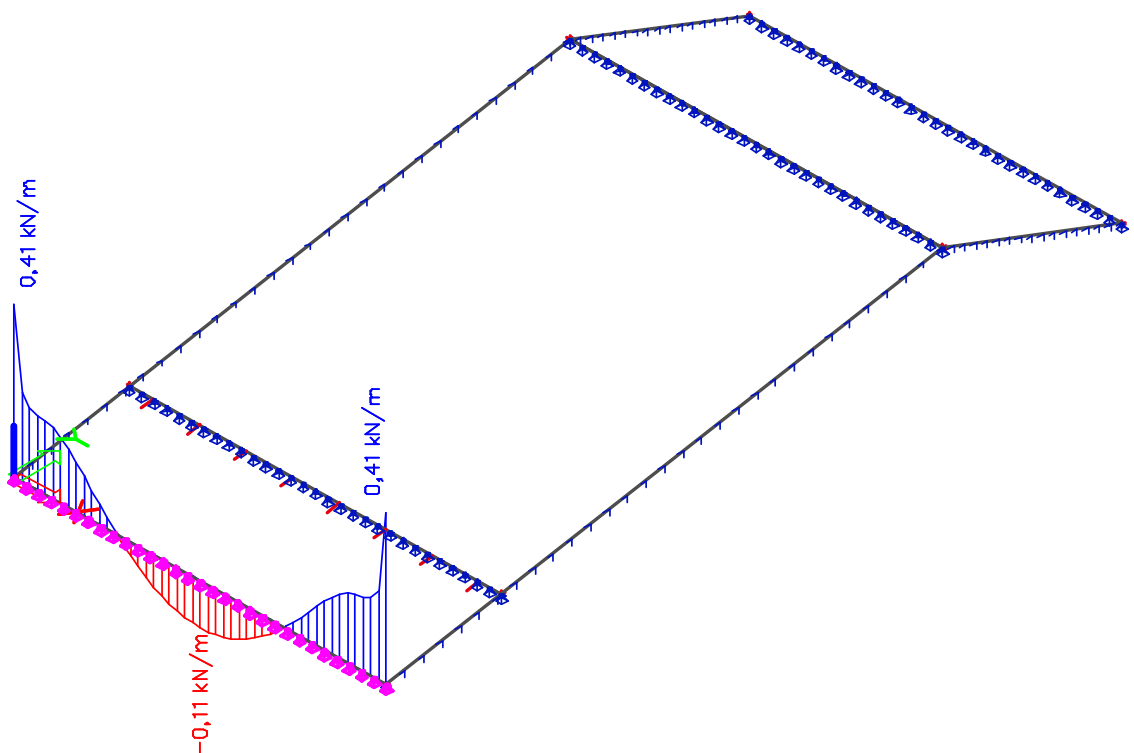


(1) G204

R_y

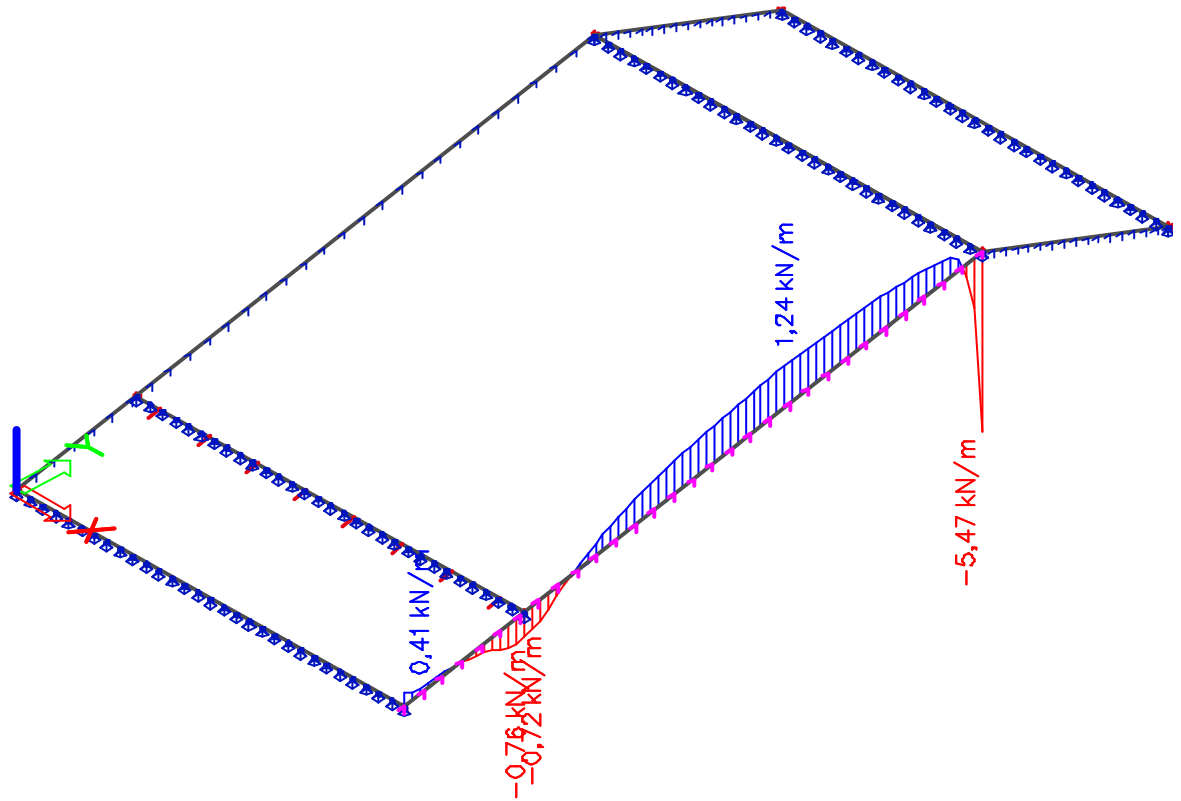


R_z

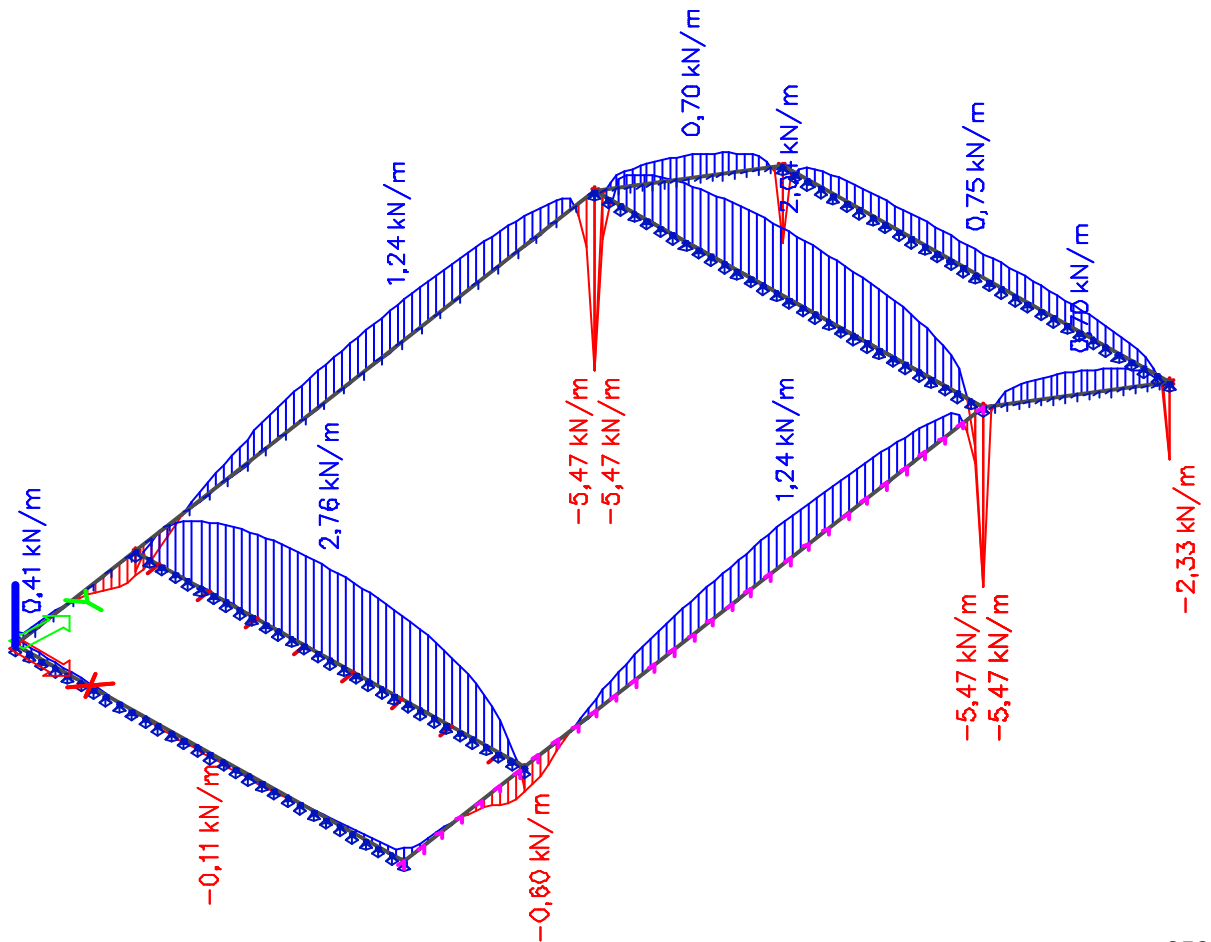



(1) G205

R_z



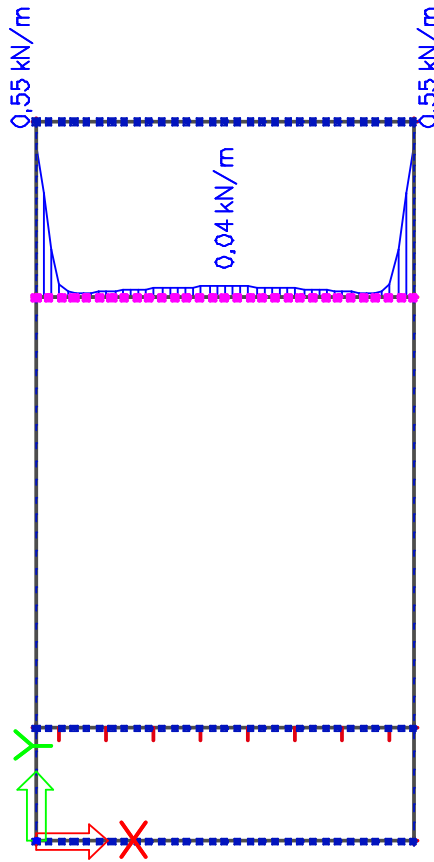
(2) maksimalna vertikalna reakcija



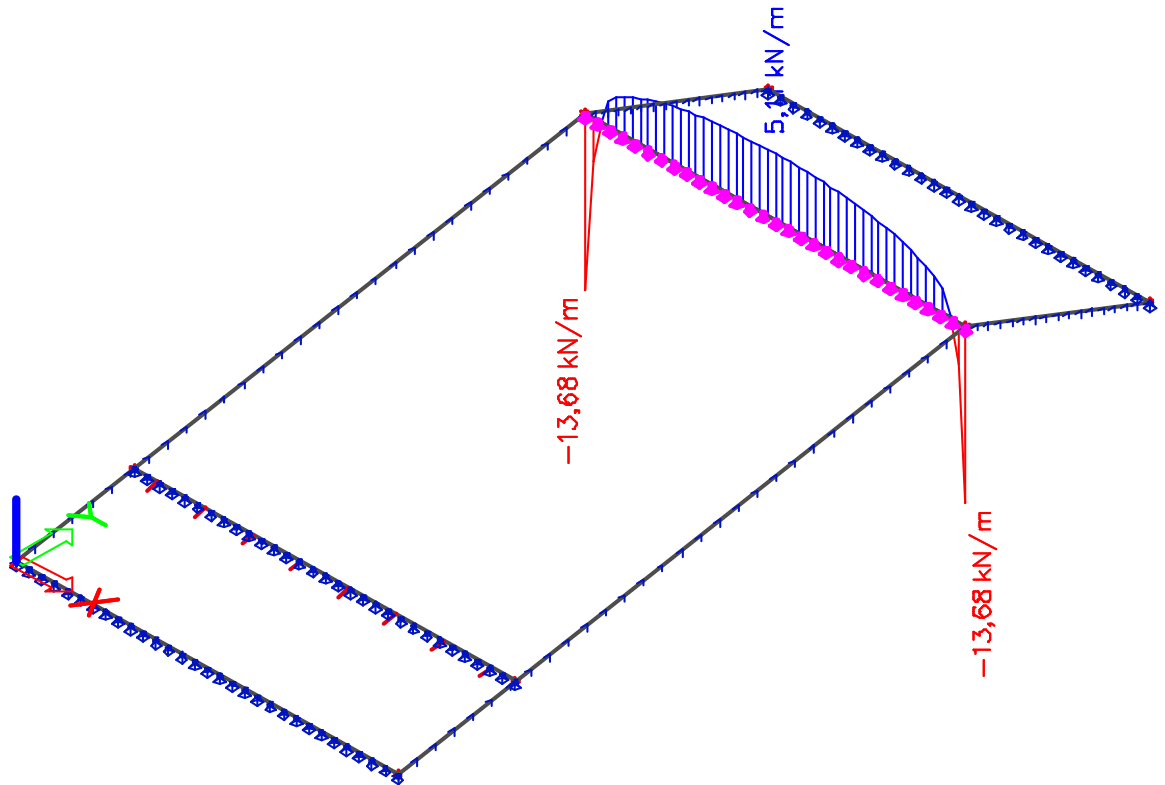
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


LC3 korisno opterećenje
 (1) G200

R_y



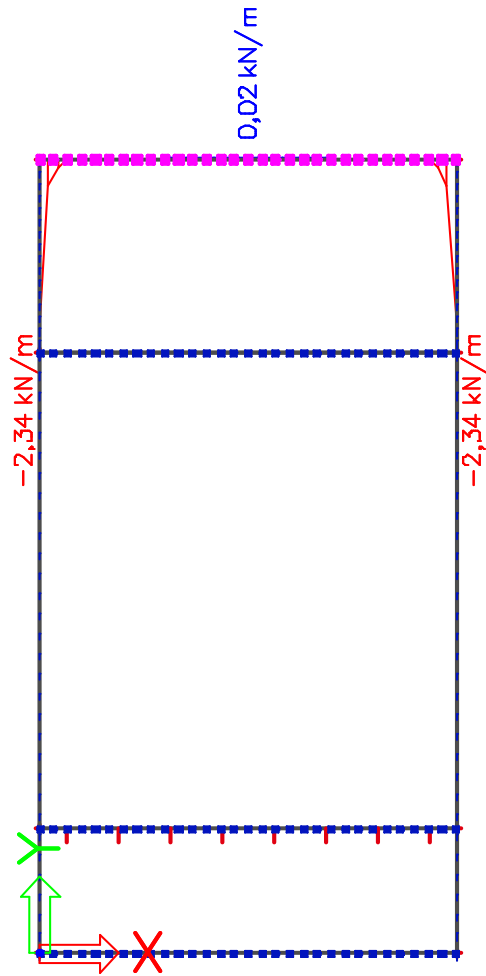
R_z



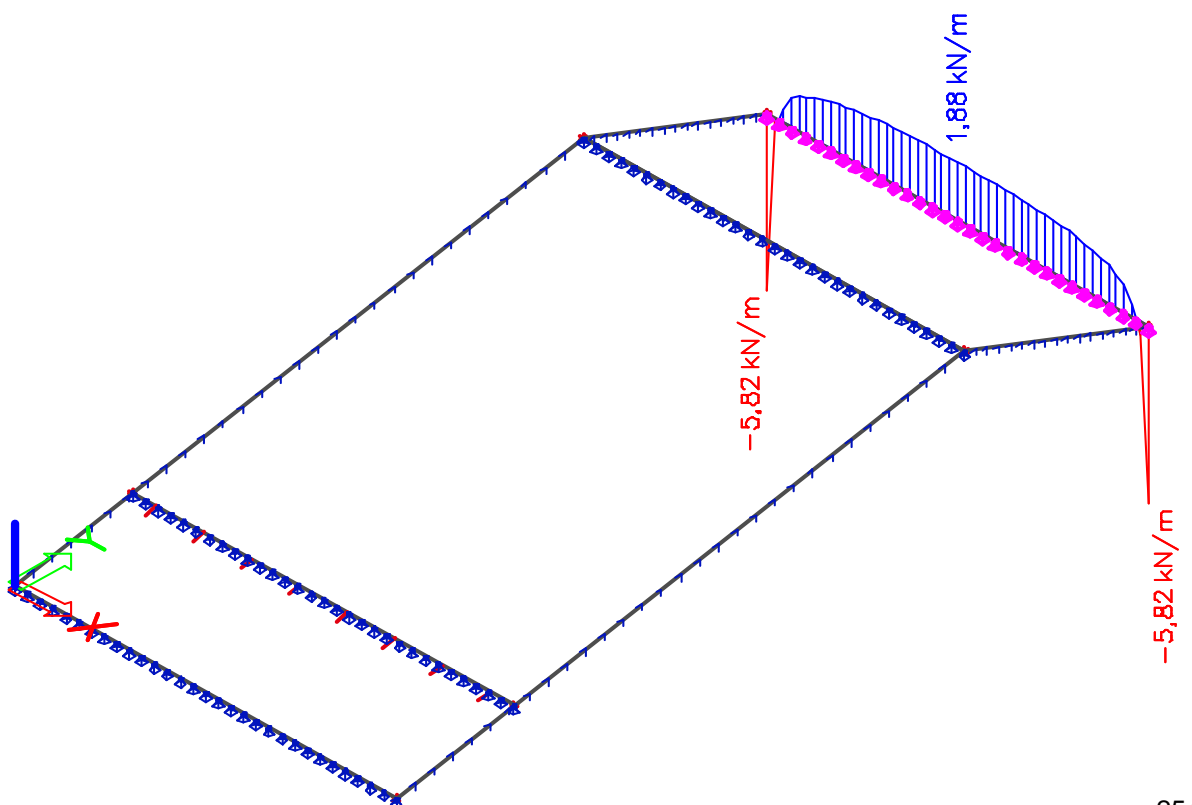
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G201/G202

R_y

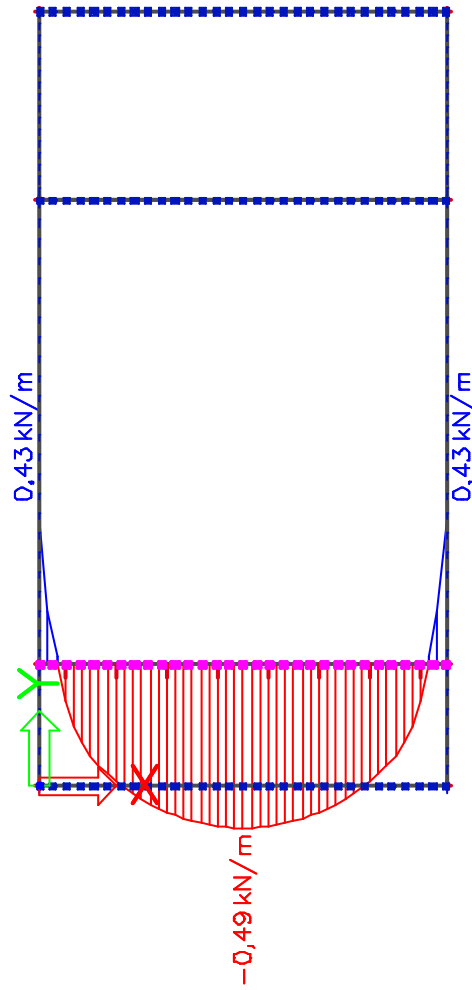


R_z

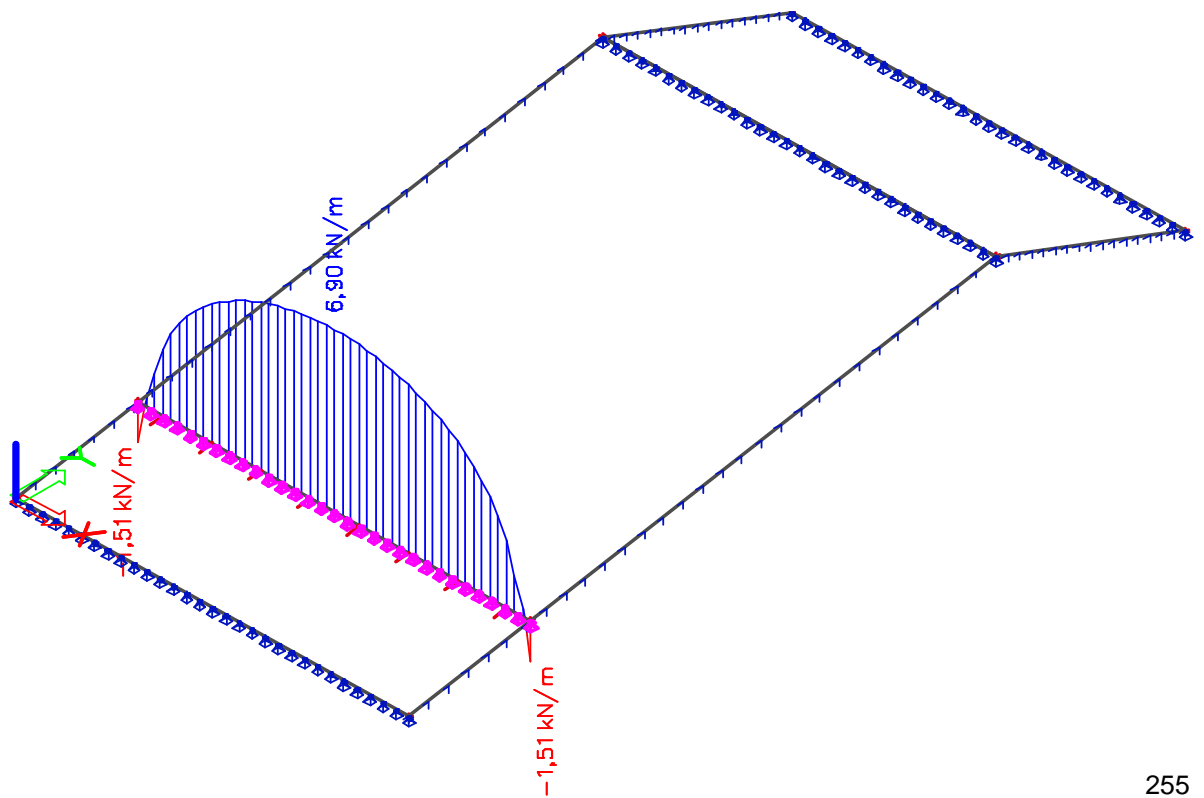


(1) G203

R_y



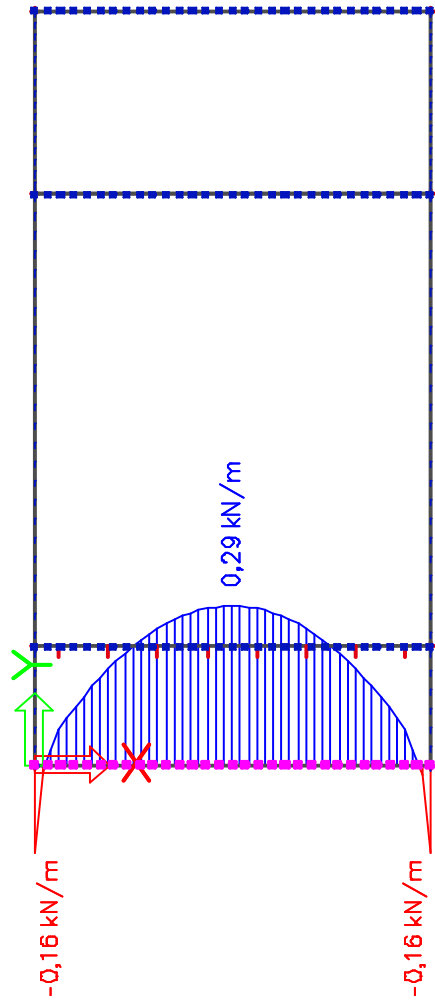
R_z



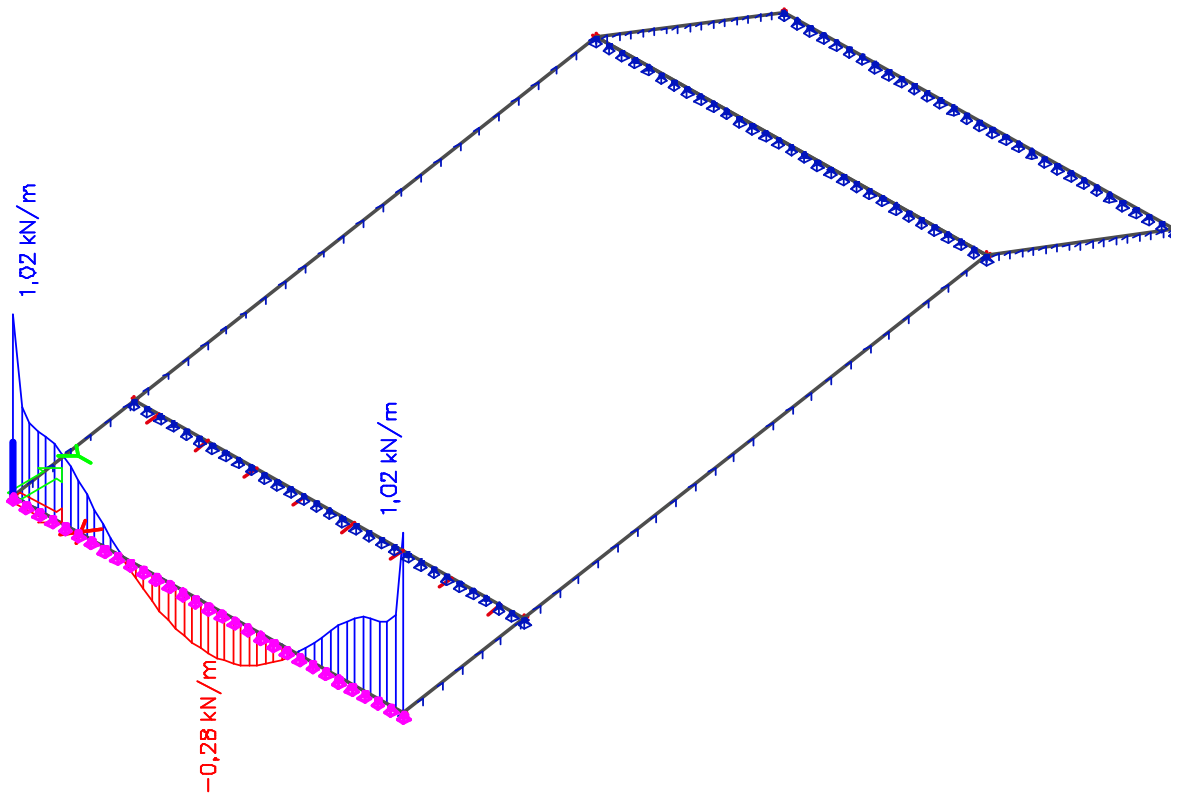
UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


(1) G204

R_y



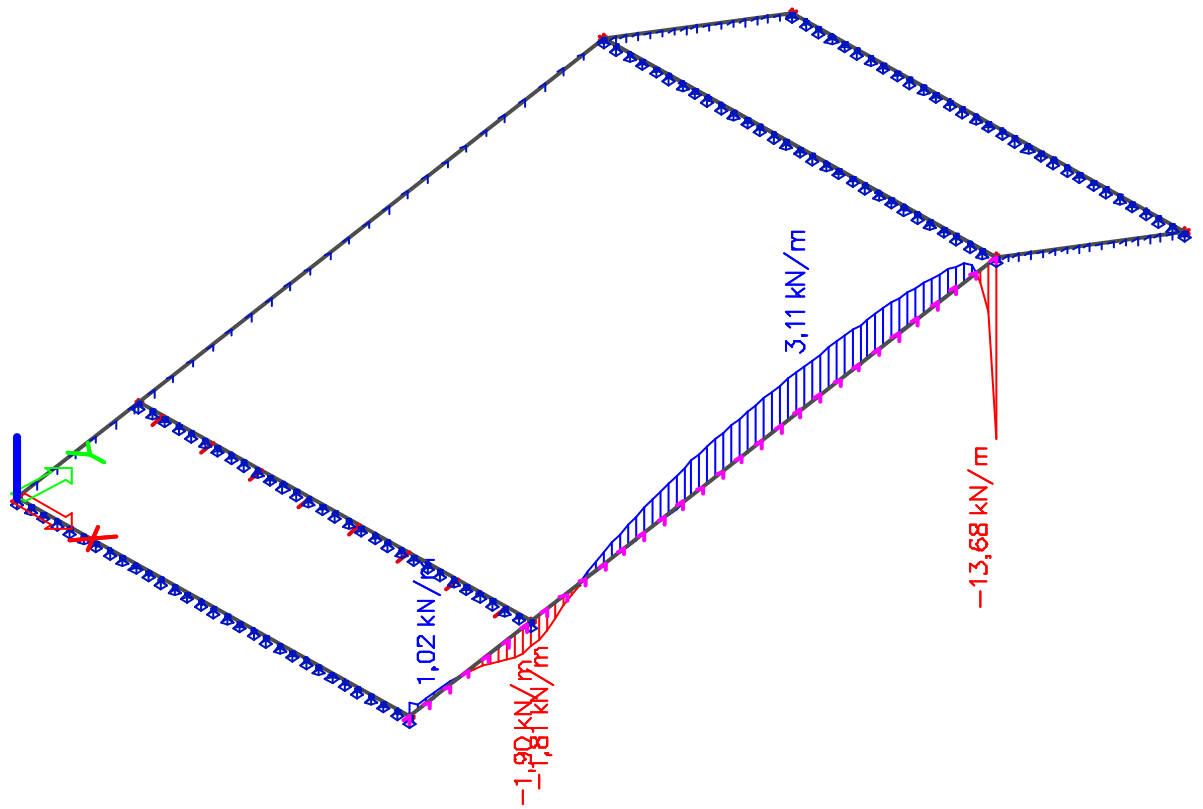
R_z



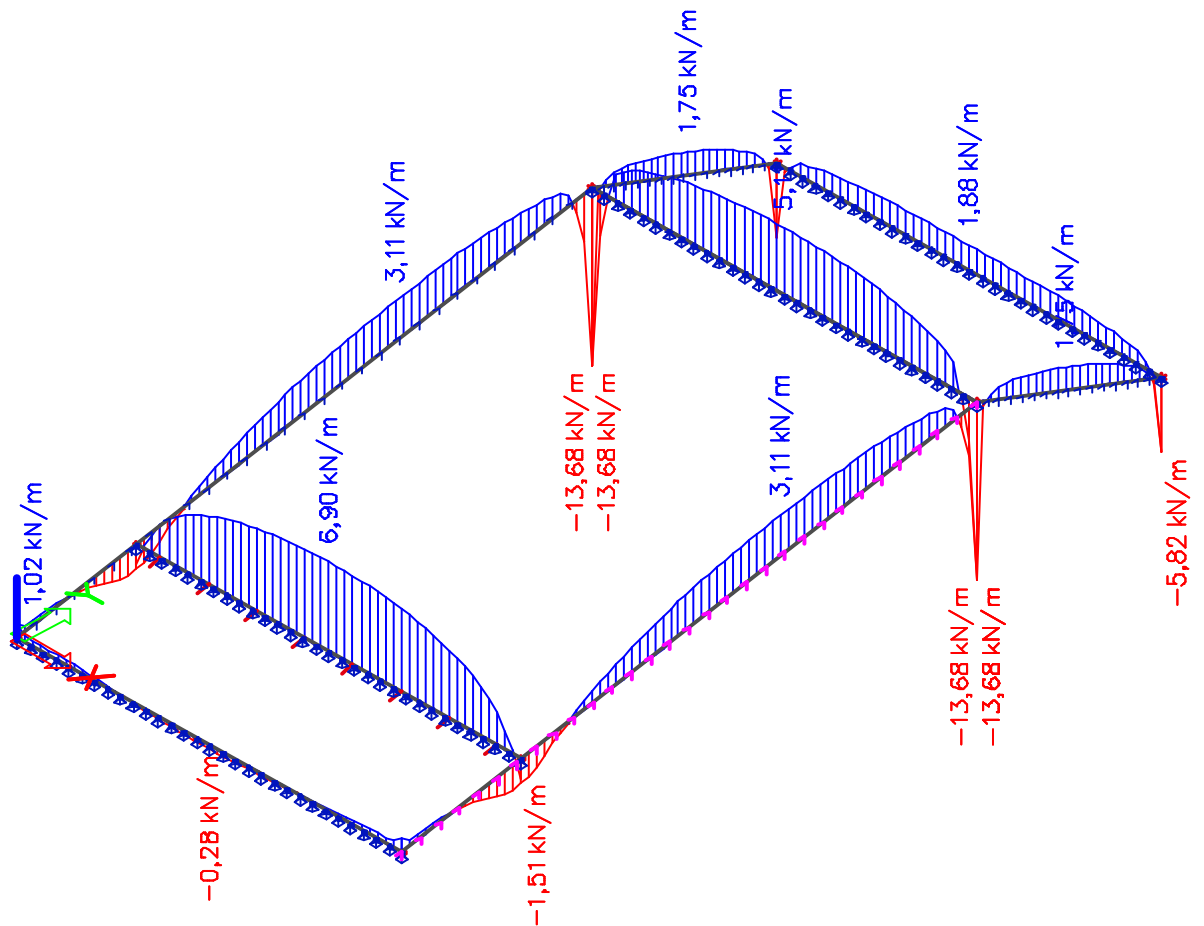
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


(1) G205

R_z



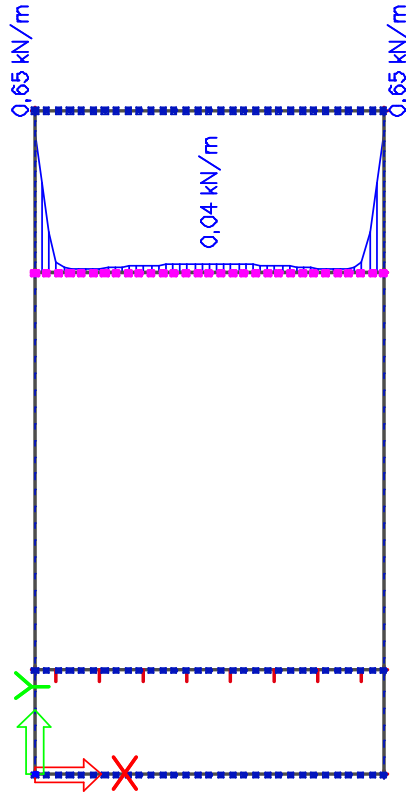
(2) maksimalna vertikalna reakcija



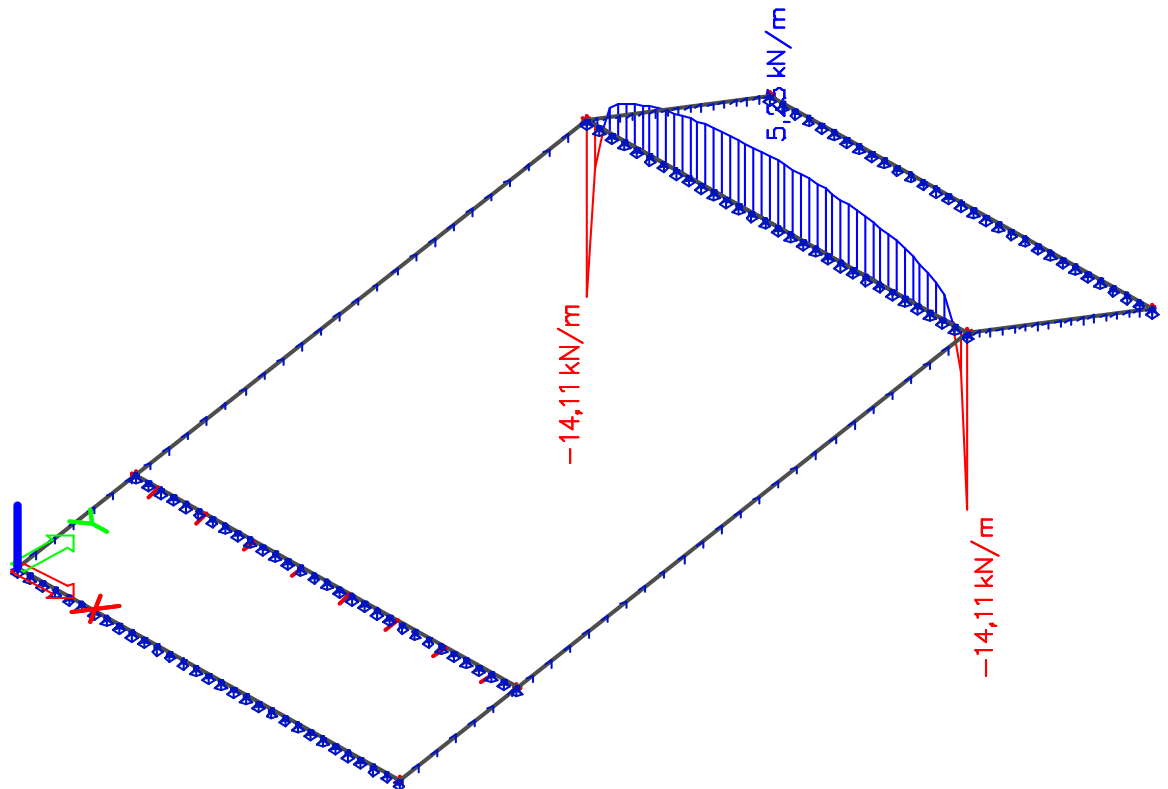
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


LC4 opterećenje snijegom
 (1) G200

R_y

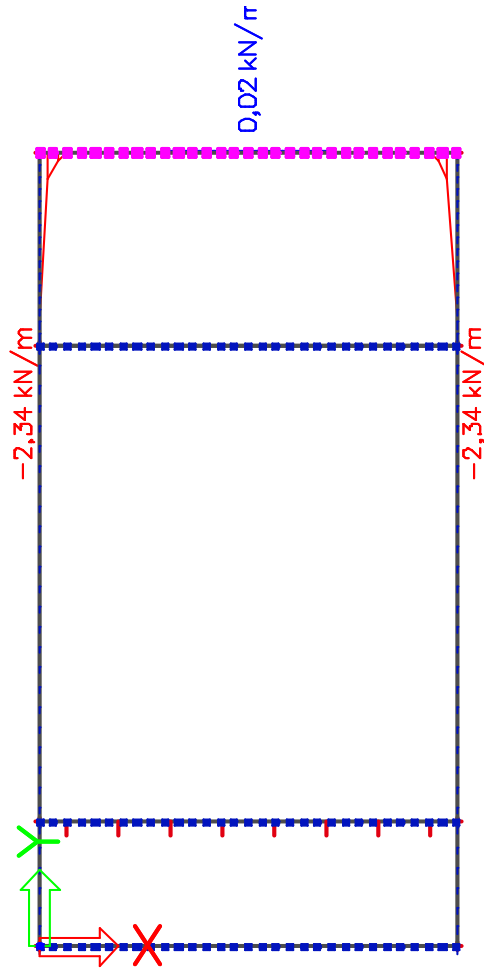


R_z

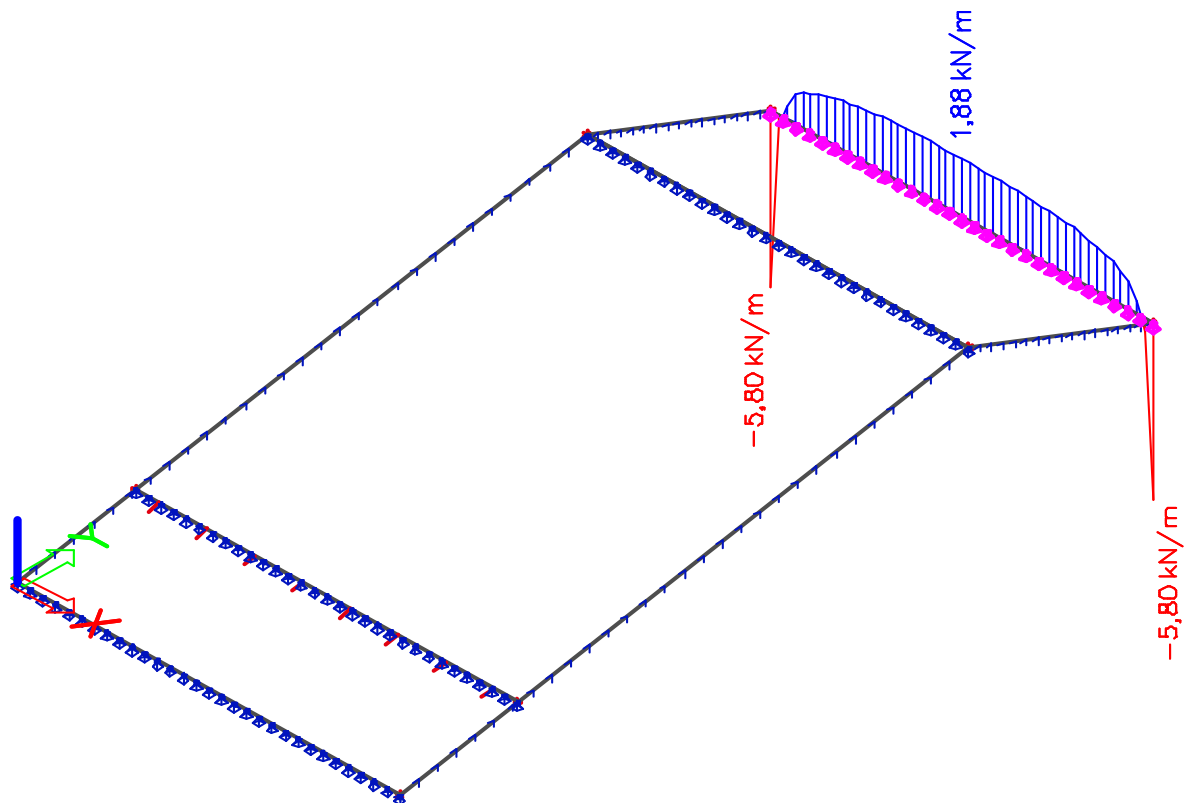



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G201/G202
 R_y

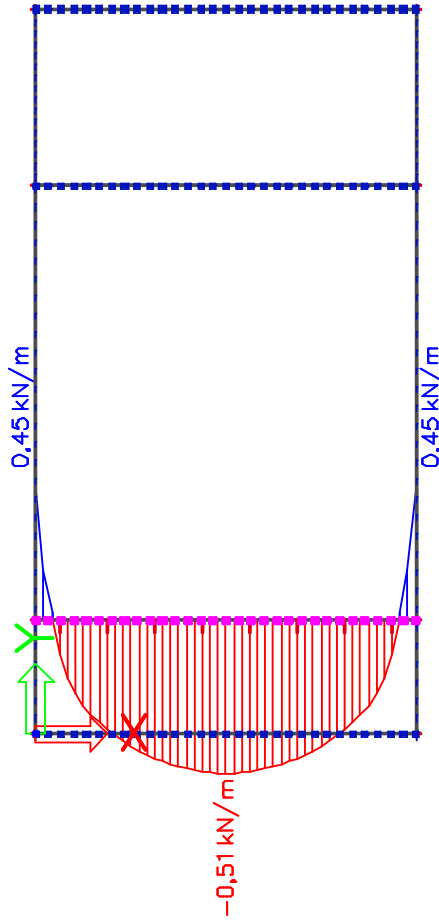


R_z

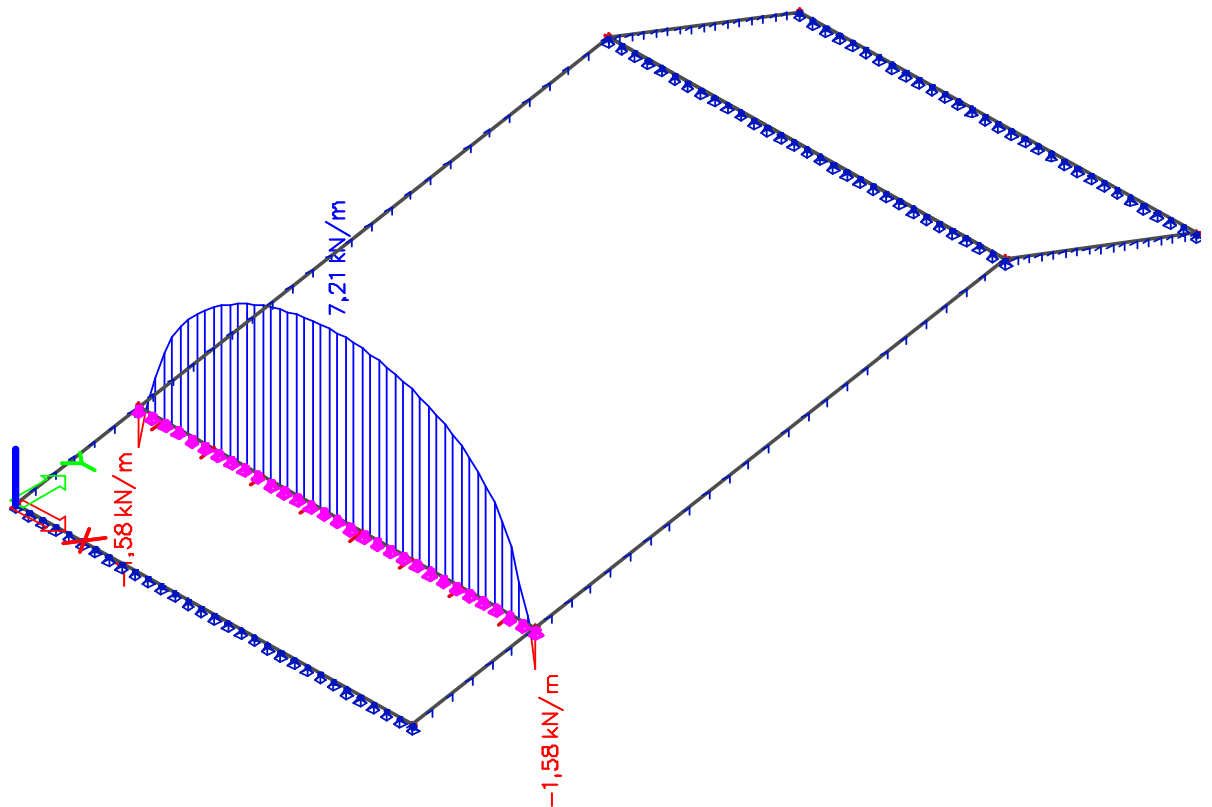


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

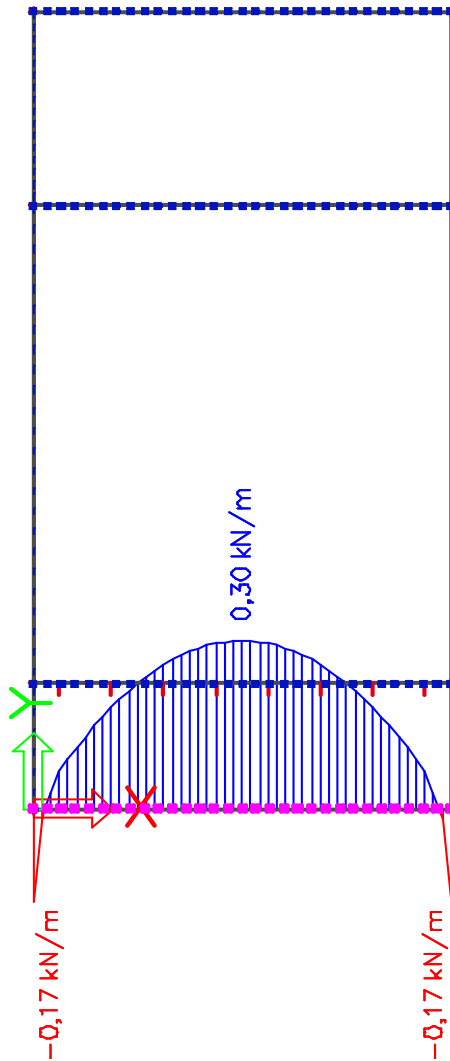
(1) G203
R_y



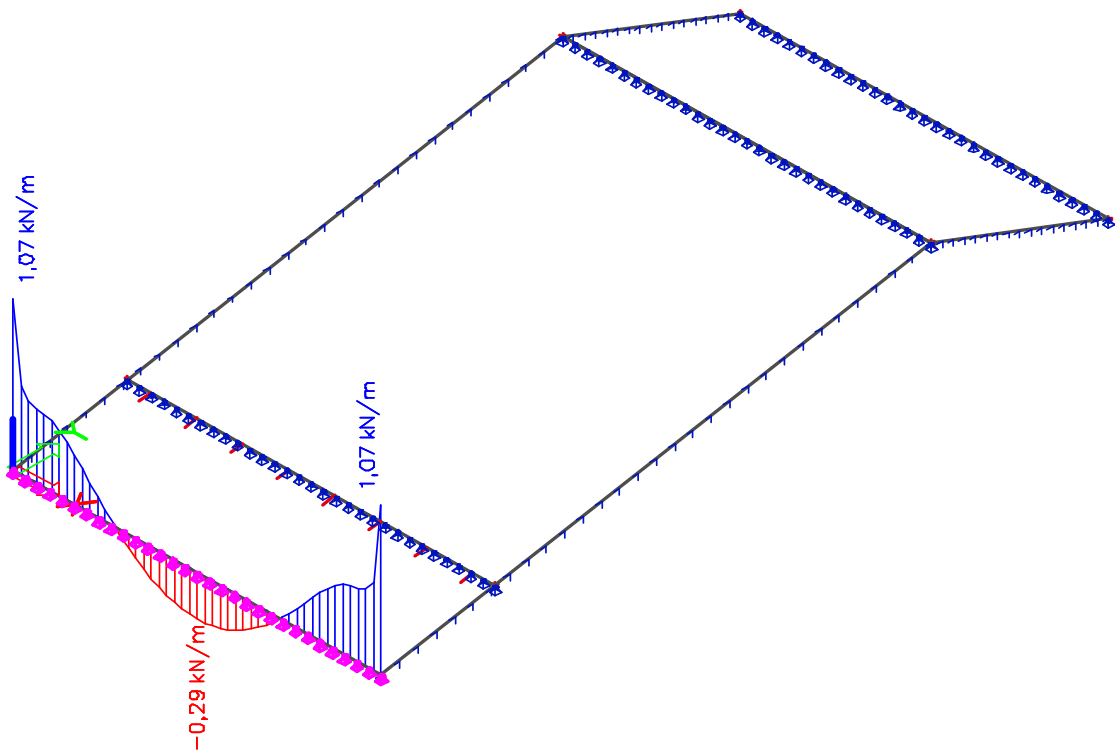
R_z



(1) G204
 R_y

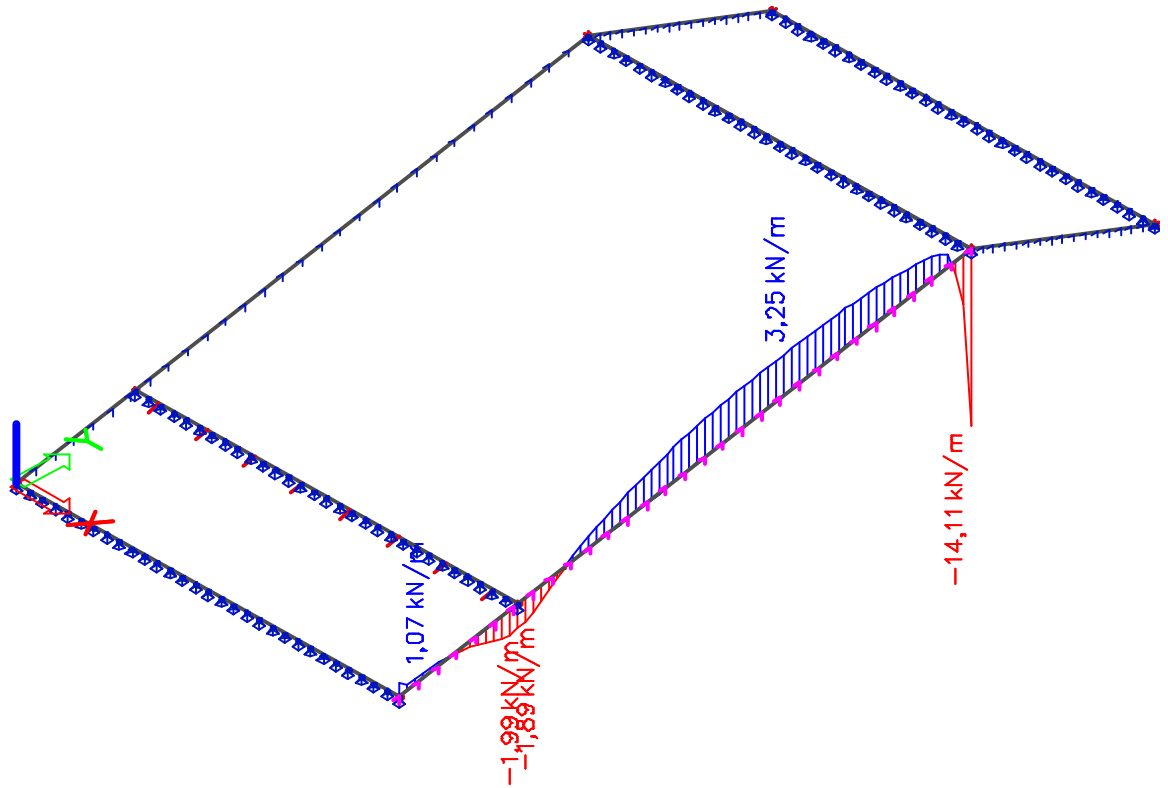


R_z

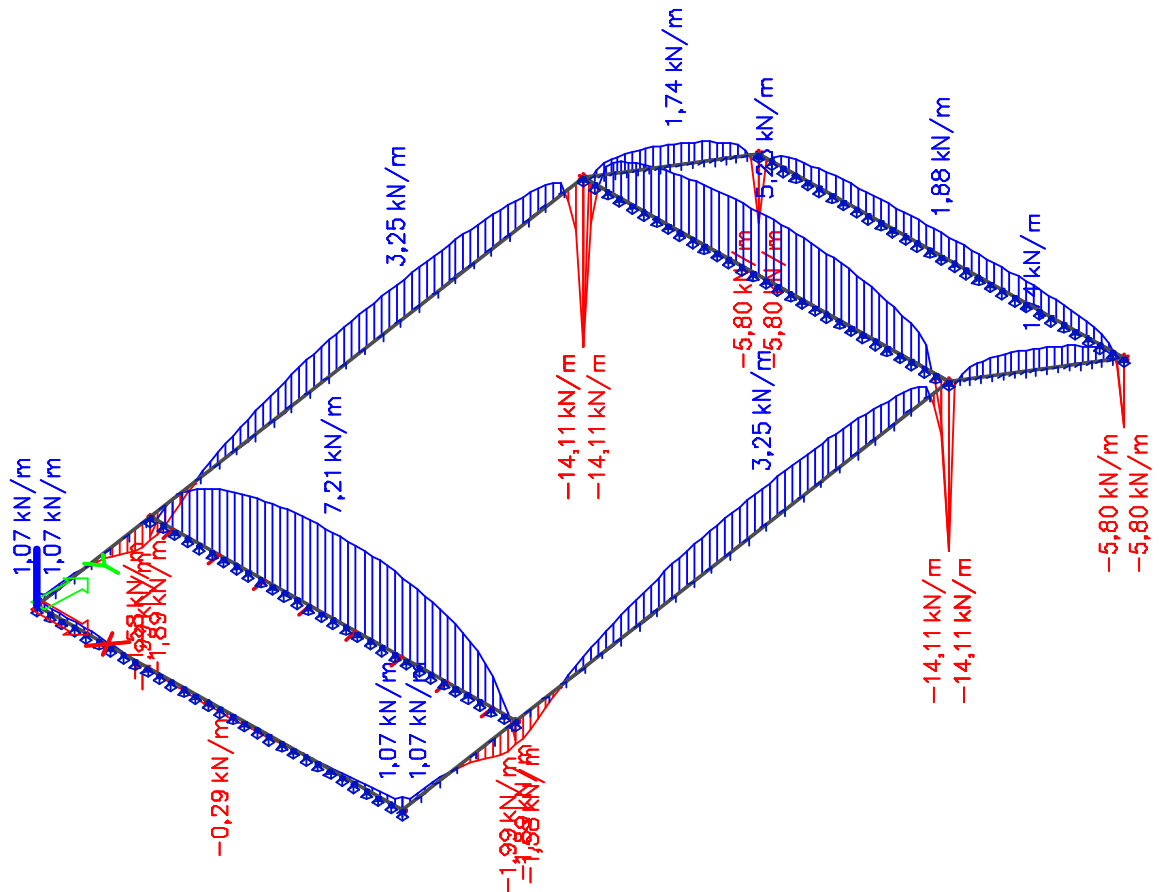



(1) G205

R_z



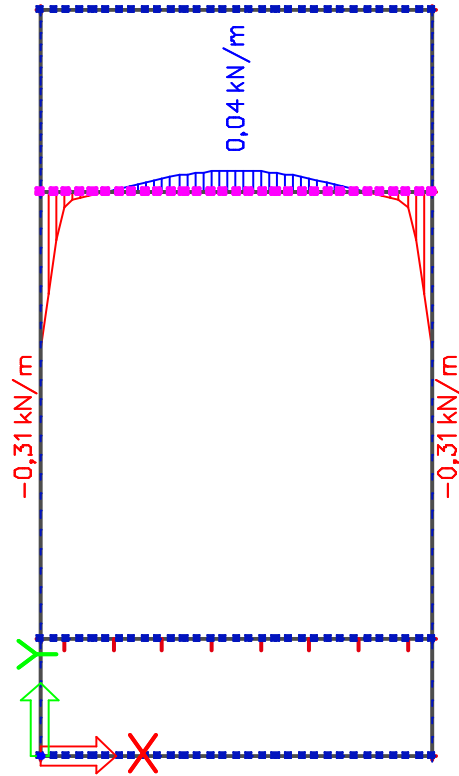
(2) maksimalna vertikalna reakcija



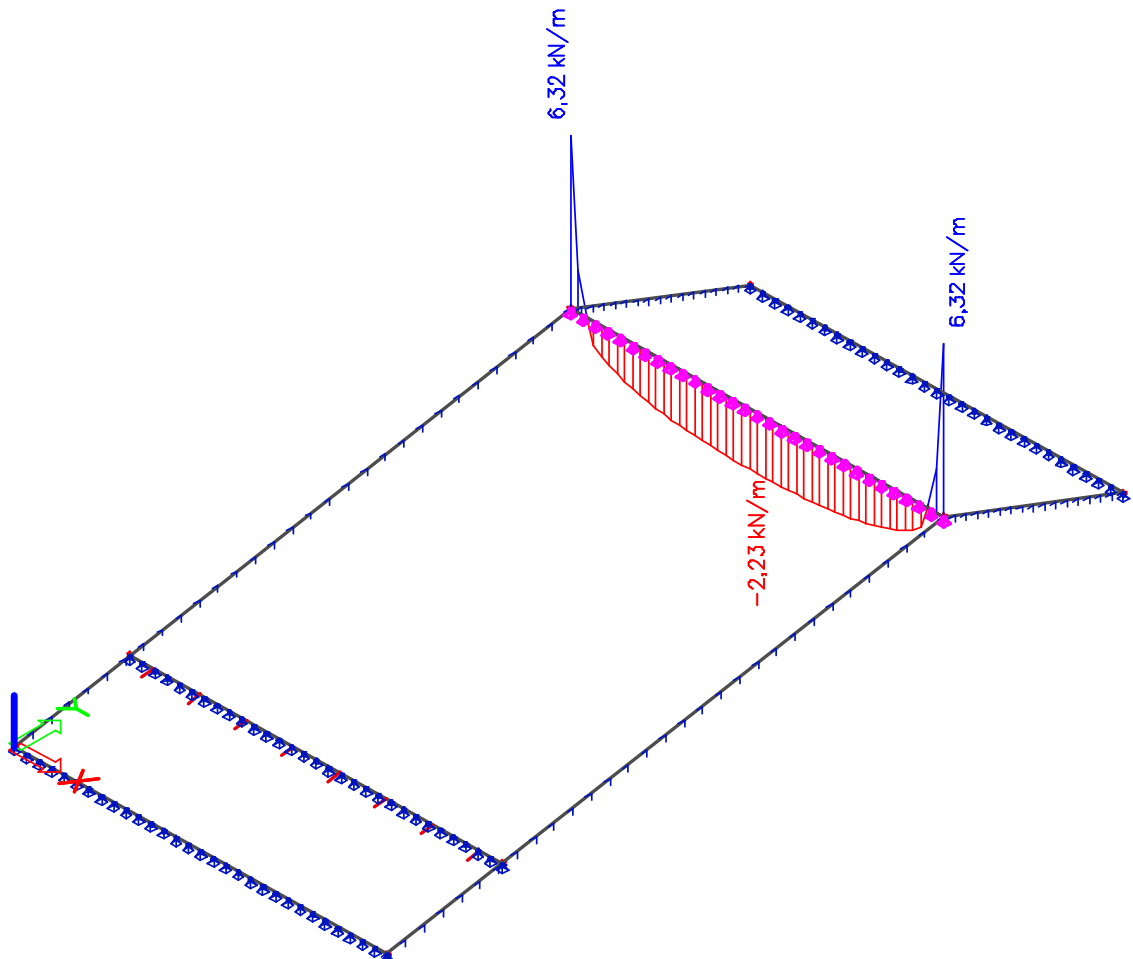
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

LC5' opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera
 (1) G200

R_y

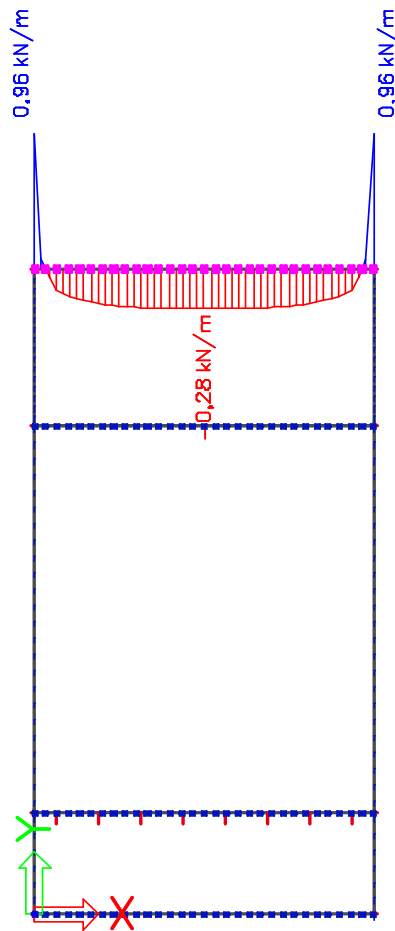


R_z

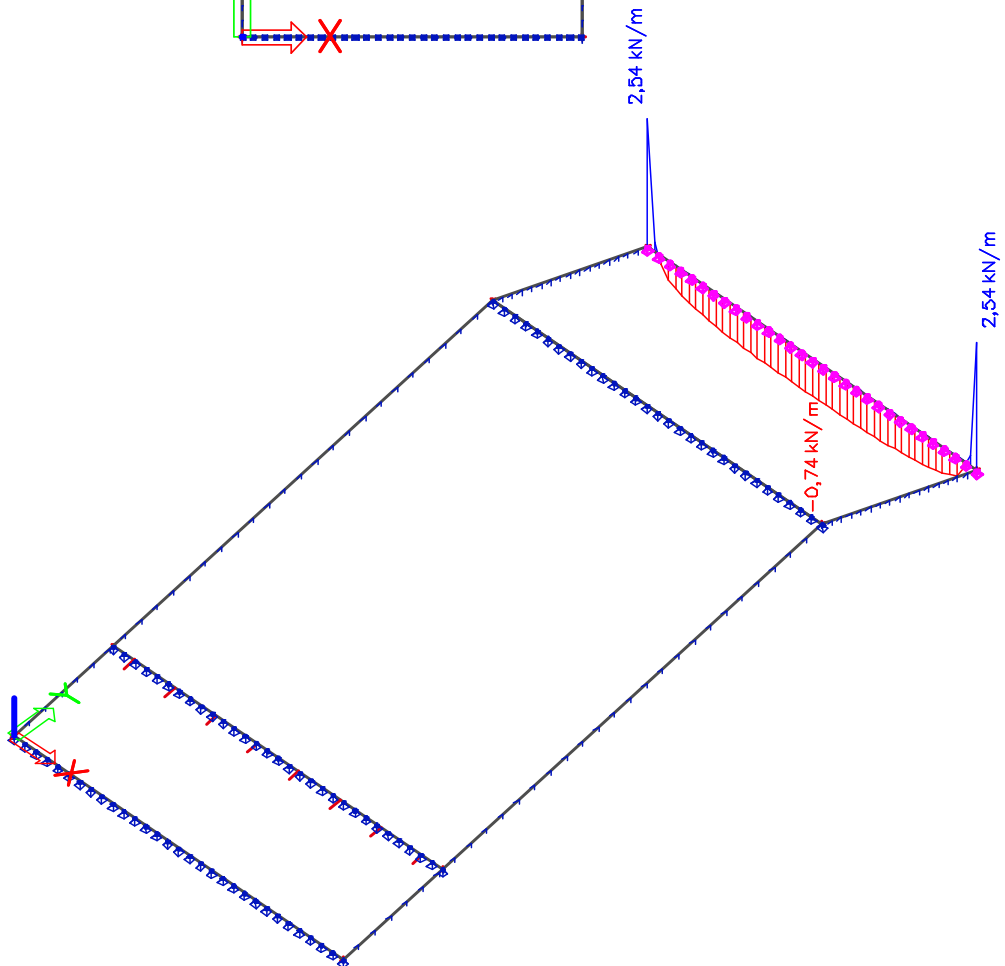



(1)
 R_y

G201/G202



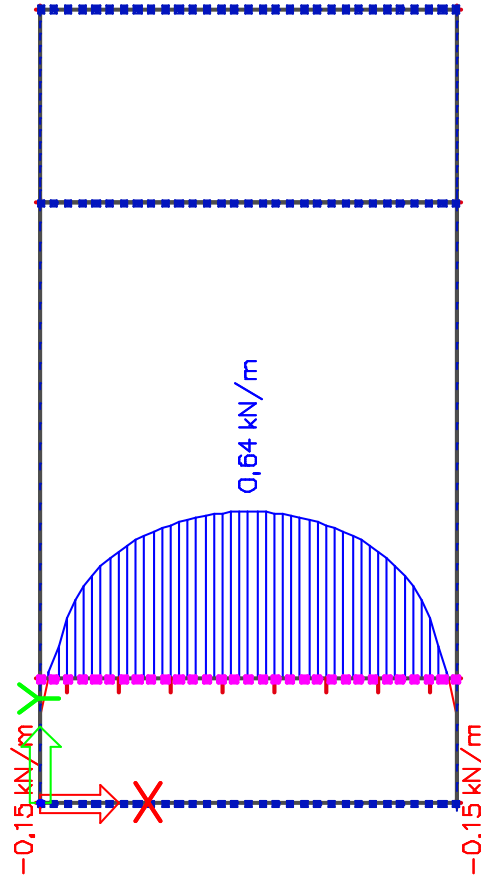
R_z



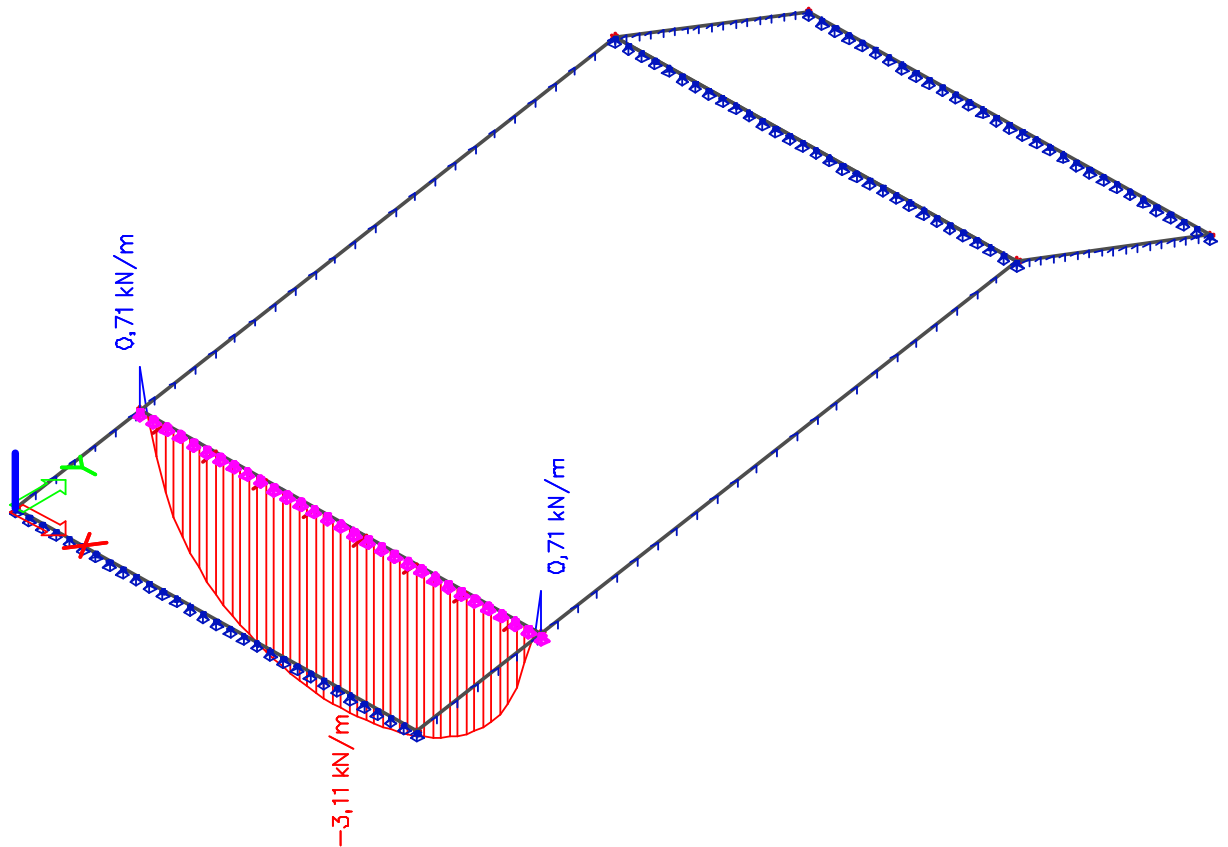
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G203

R_y

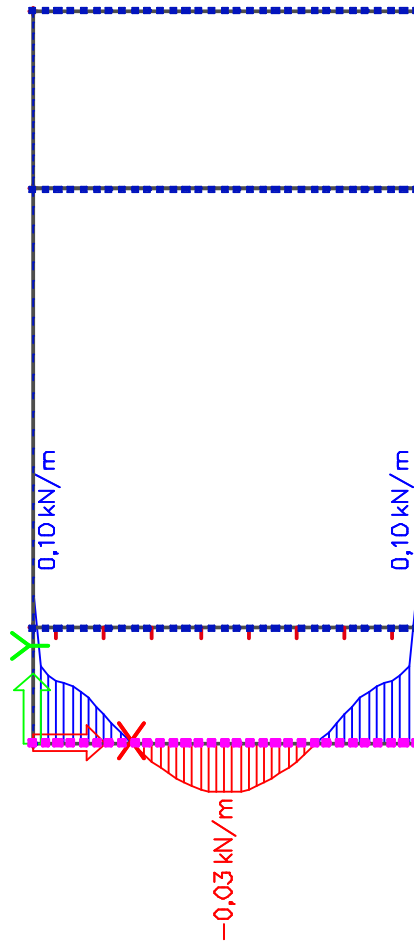


R_z

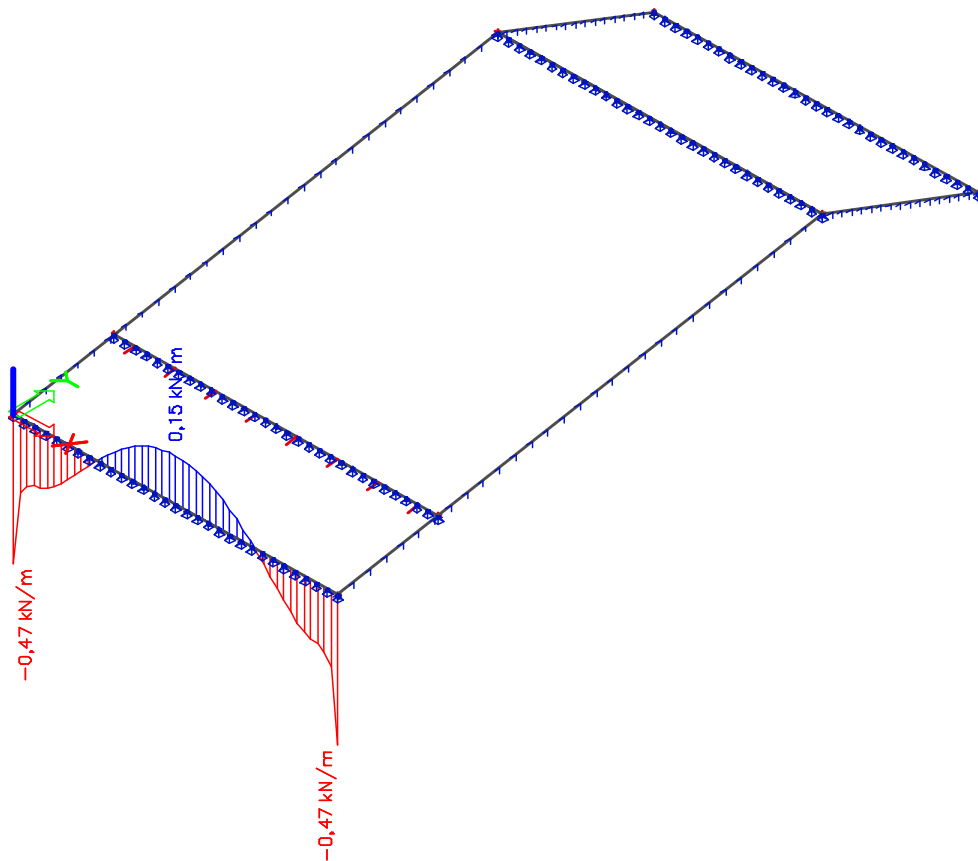


(1) G204

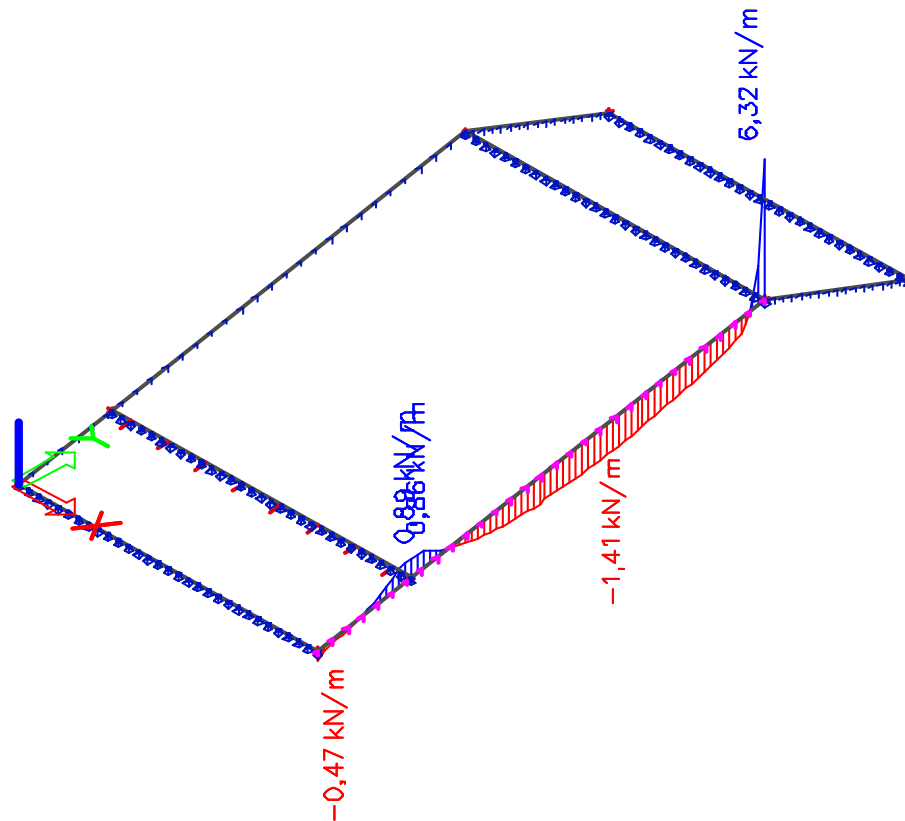
R_y



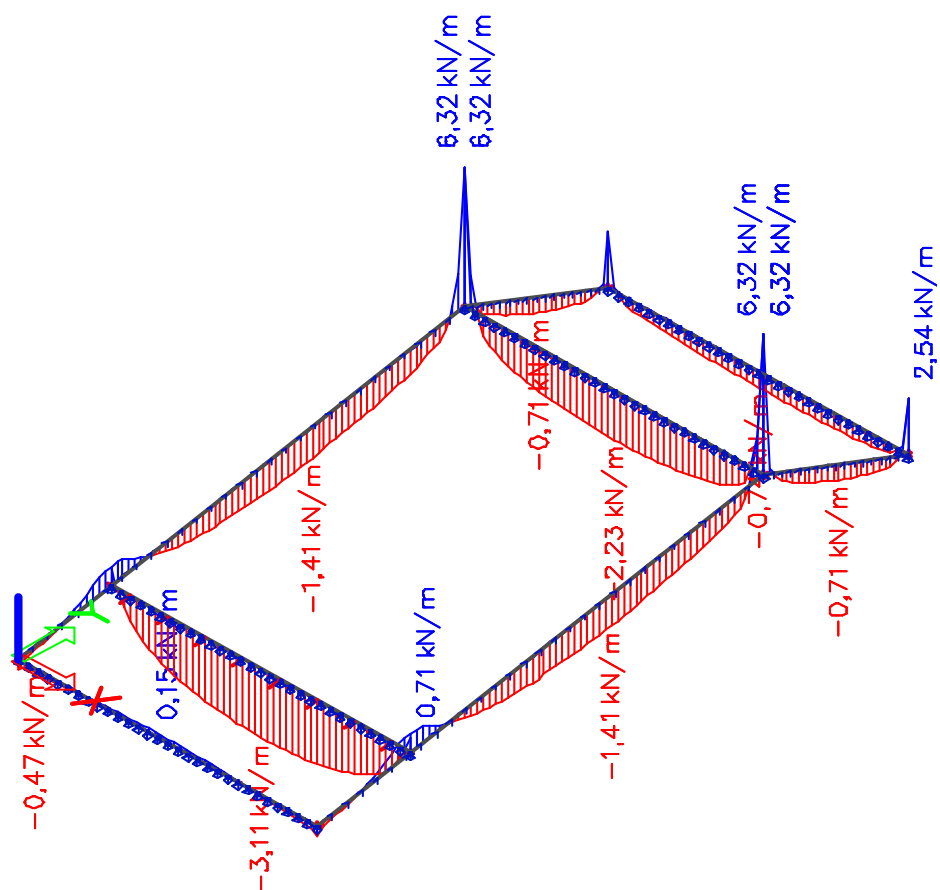
R_z




(1) G205
R_z



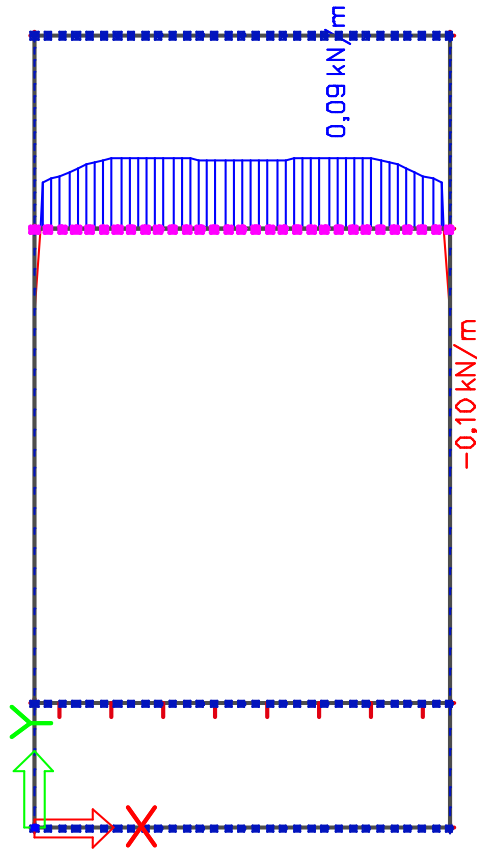
(2) maksimalna vertikalna reakcija



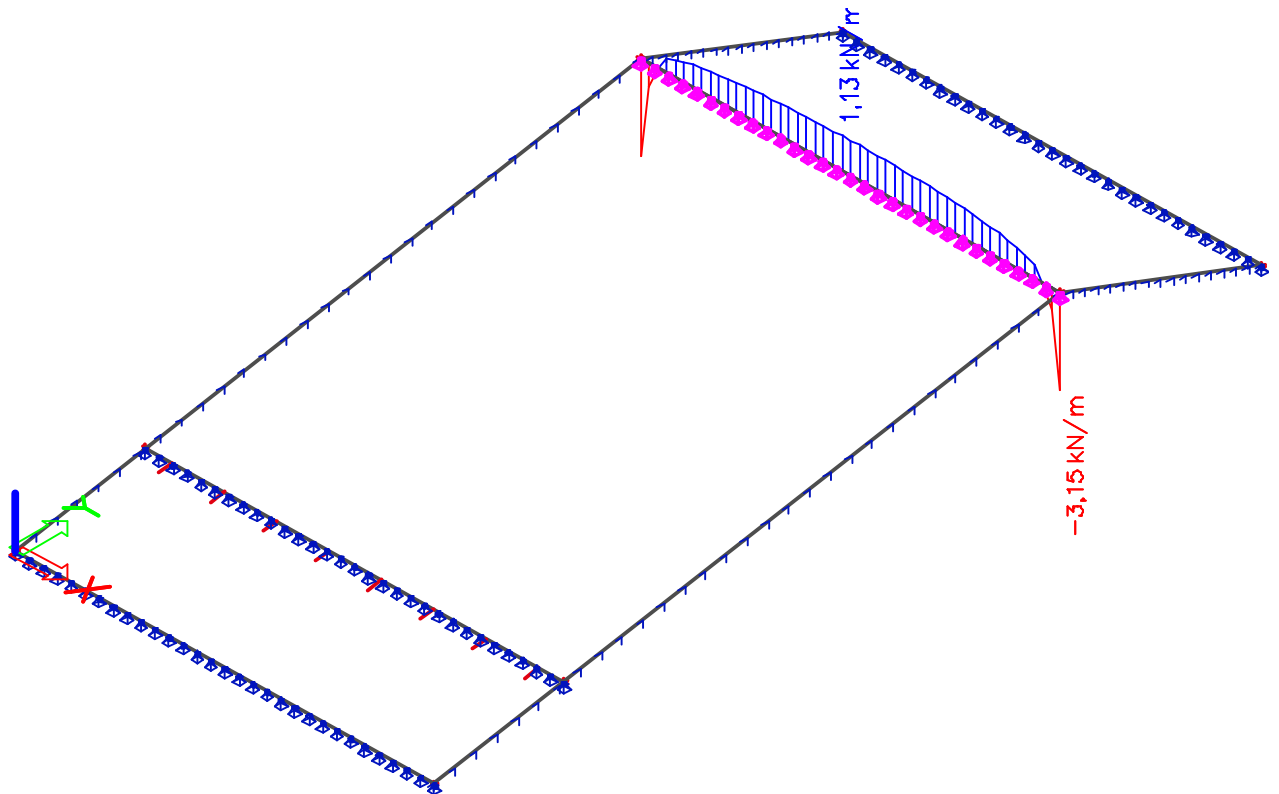
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


LC6' opterećenje vjetrom - vjetar sa sjevera
 (1) G200

R_y



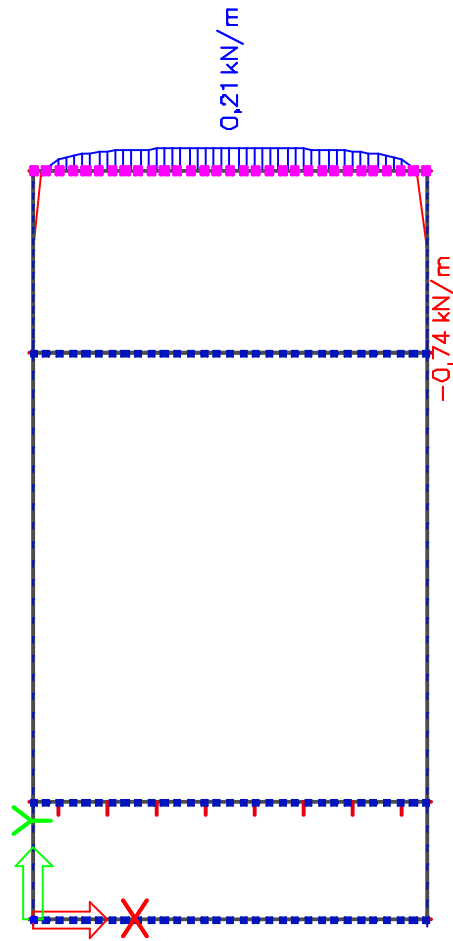
R_z



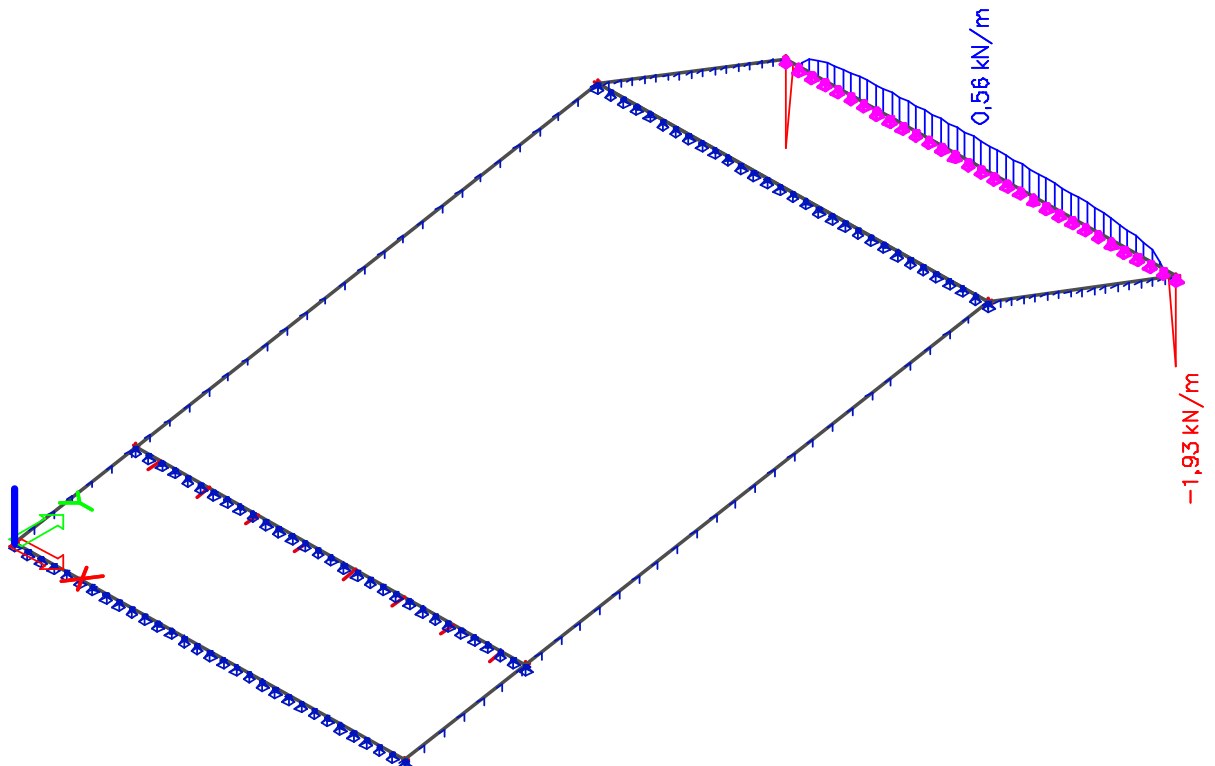
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G201/G202

R_y

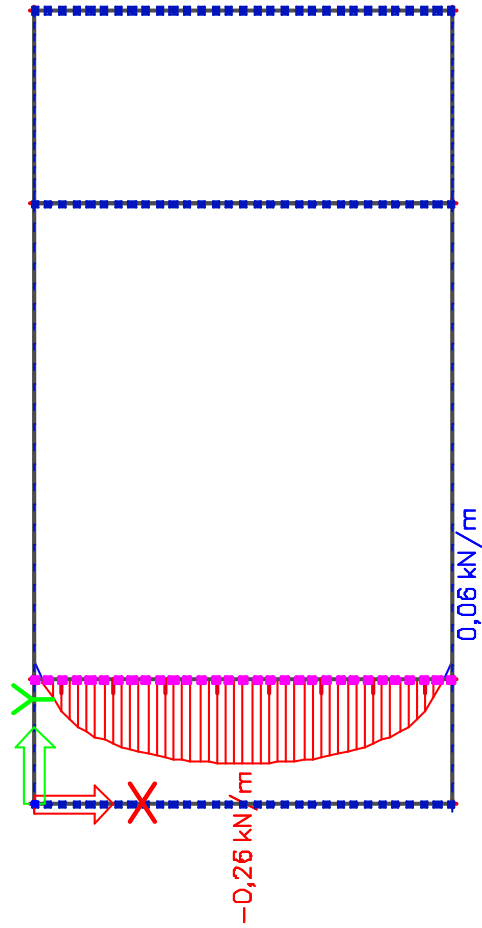


R_z

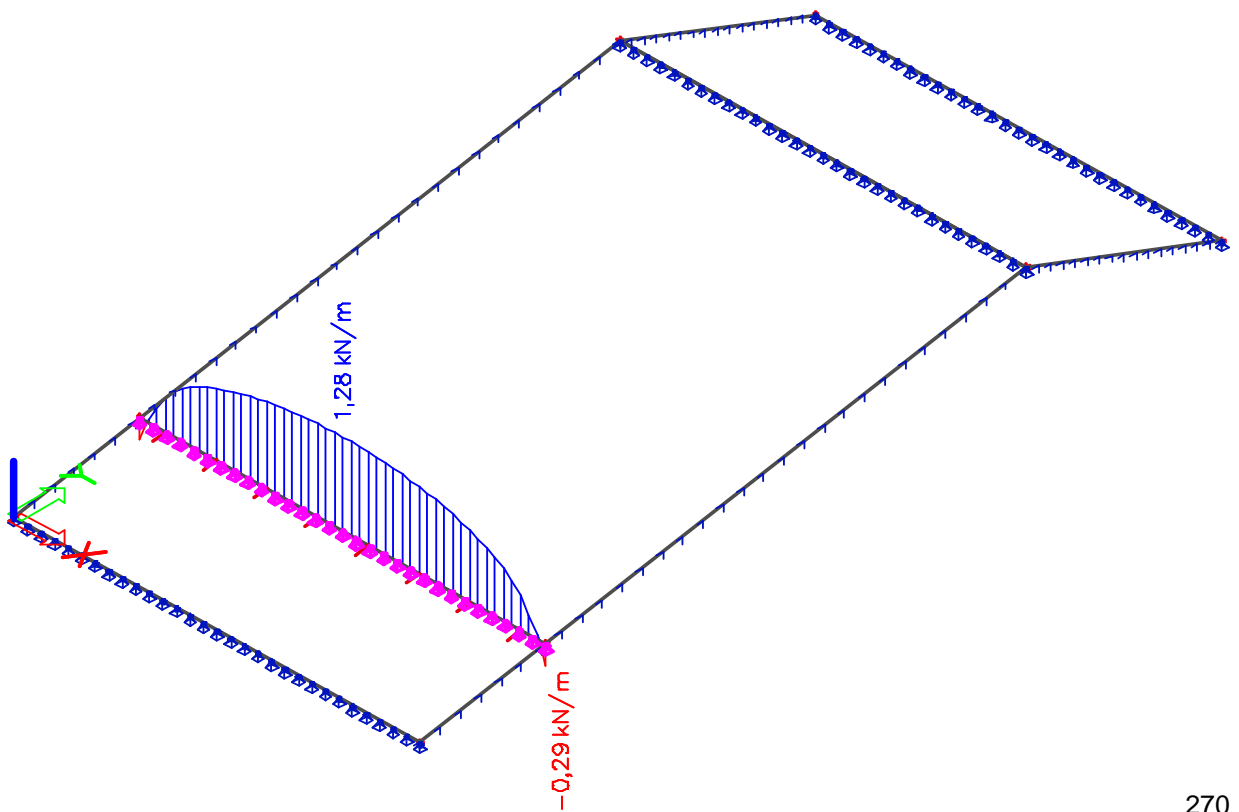


(1) G203

R_y

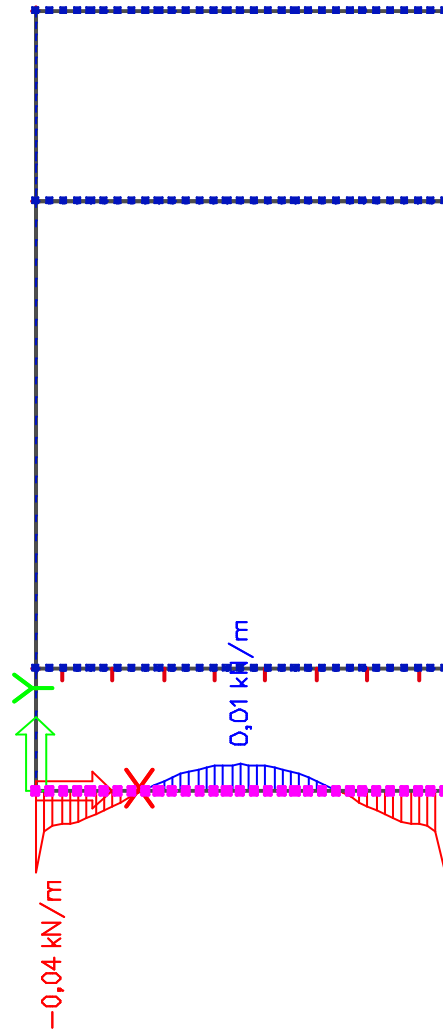


R_z

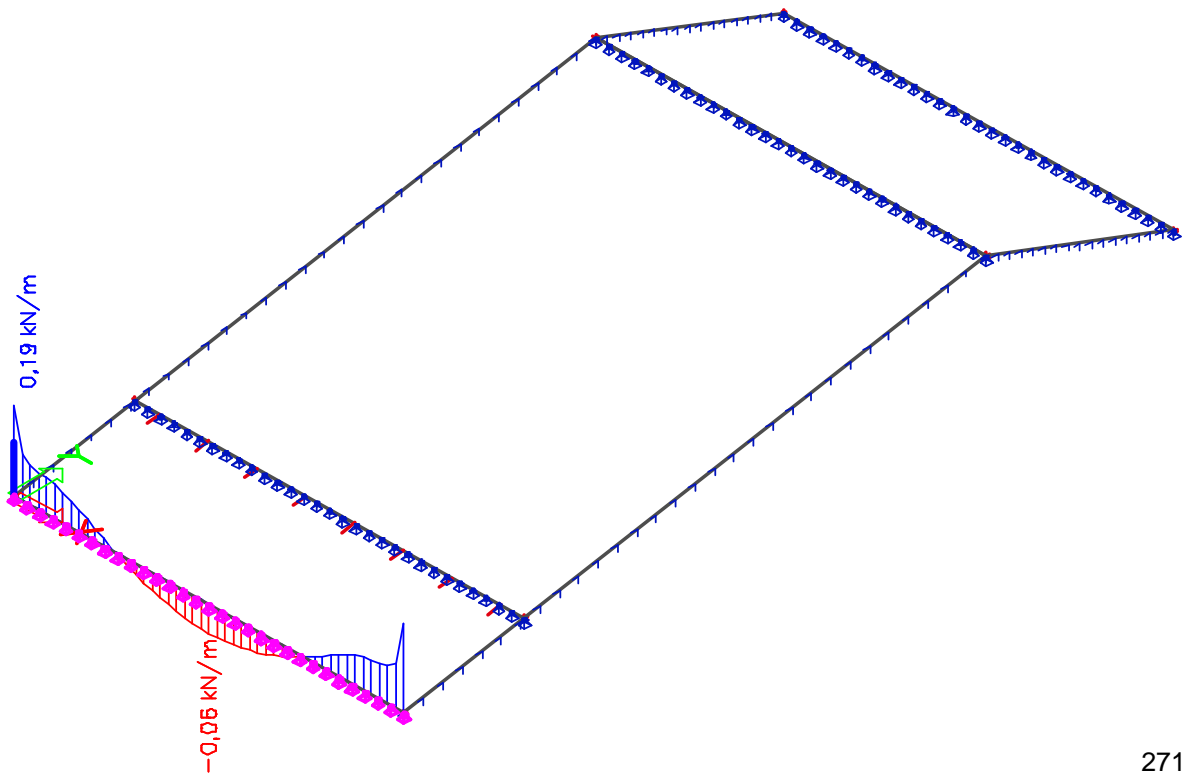



(1) G204

R_y



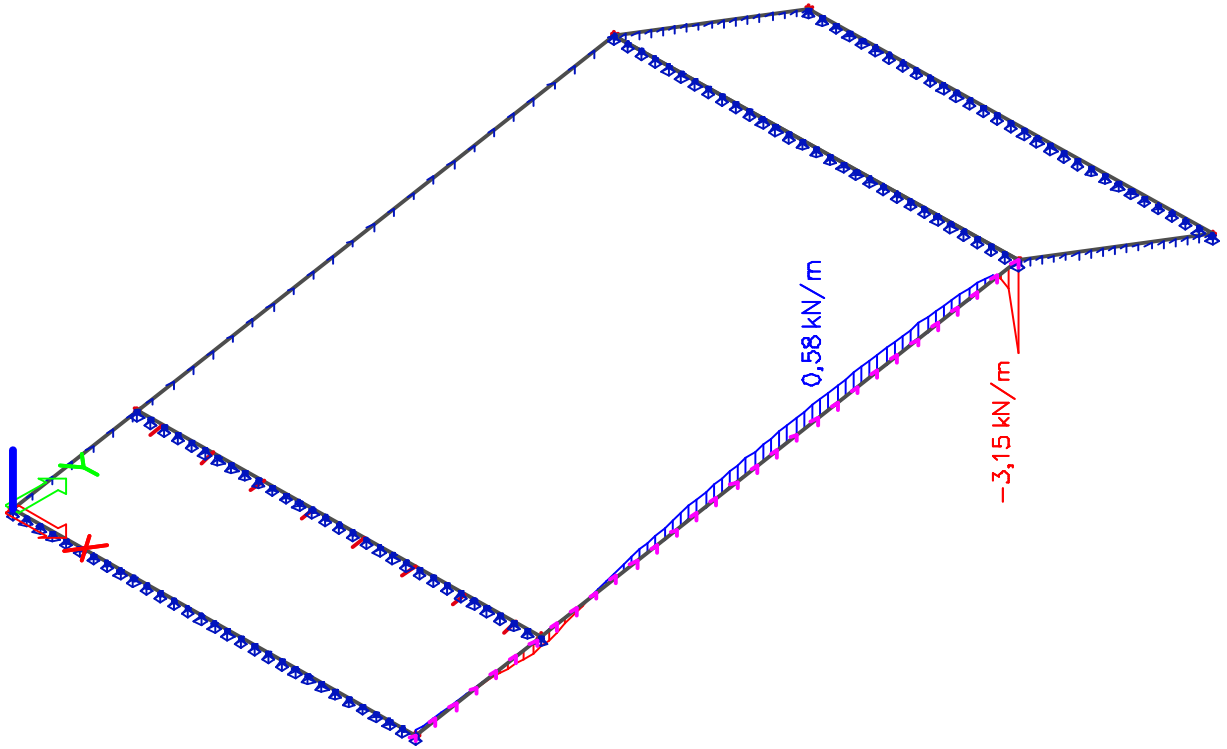
R_z



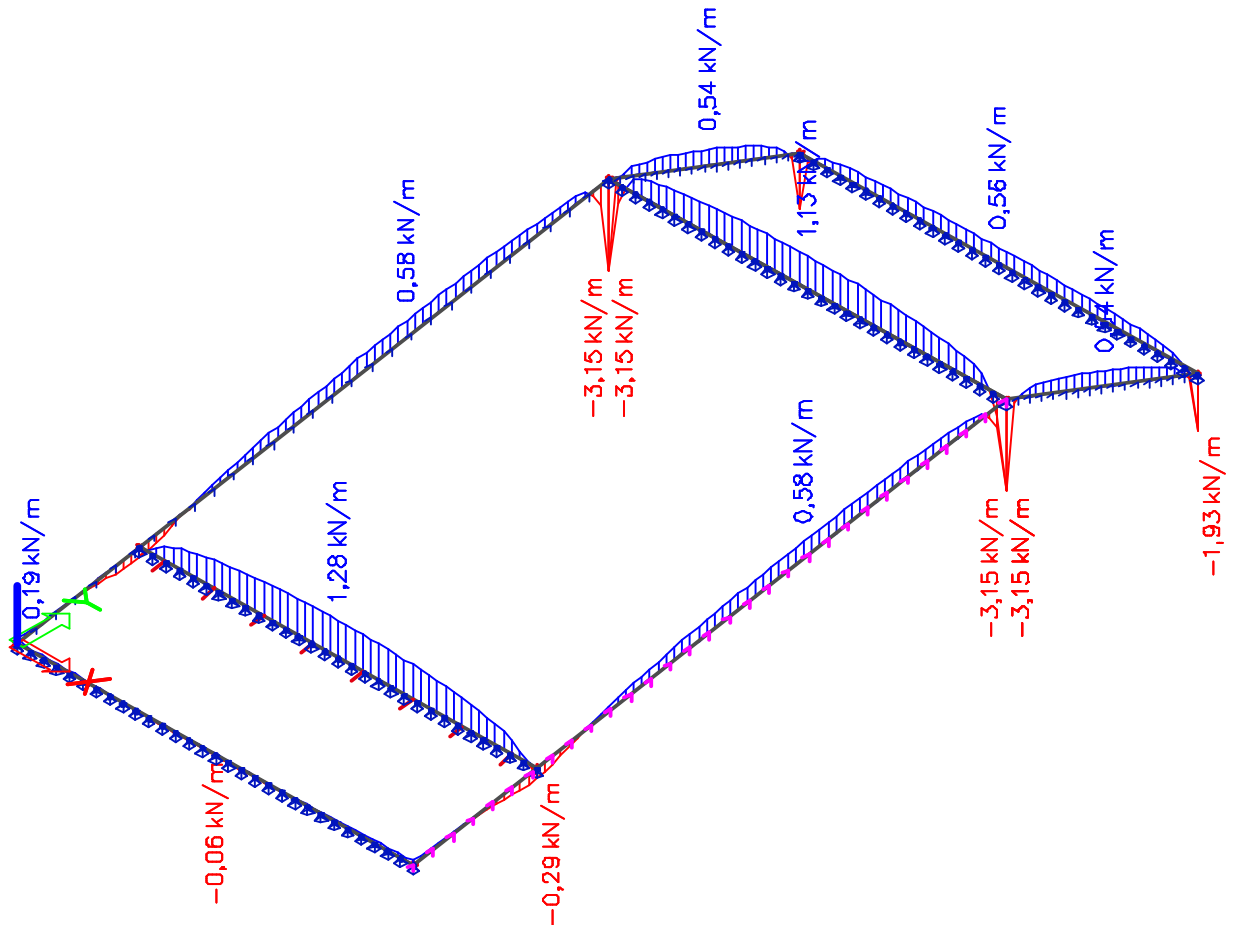
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G205

R_z

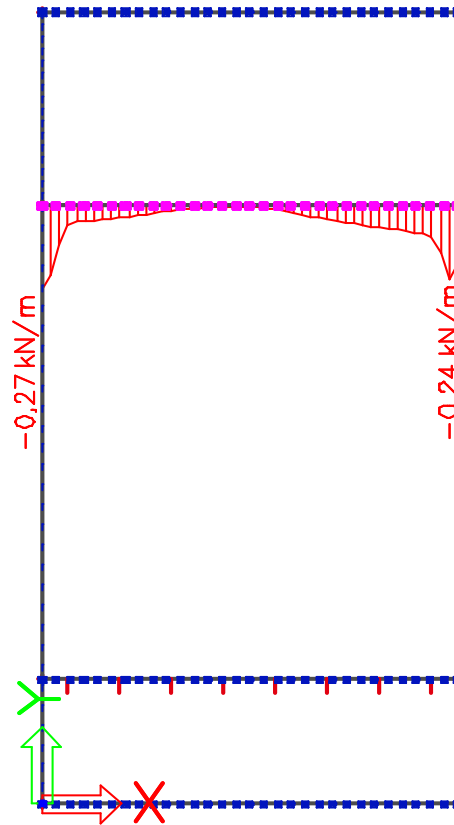


(2) maksimalna vertikalna reakcija

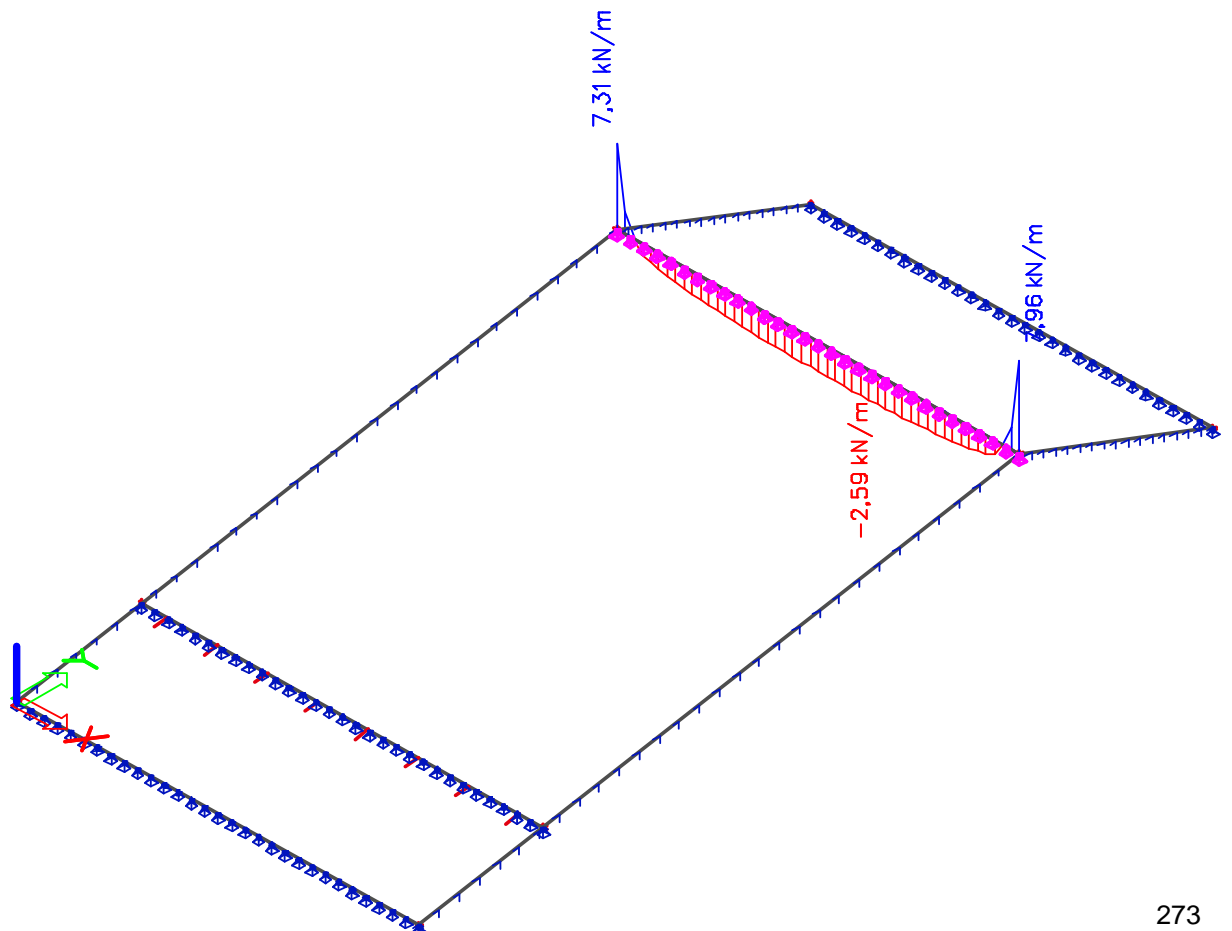



LC7' opterećenje vjetrom - vjetar s istoka
 (1) G200

R_y



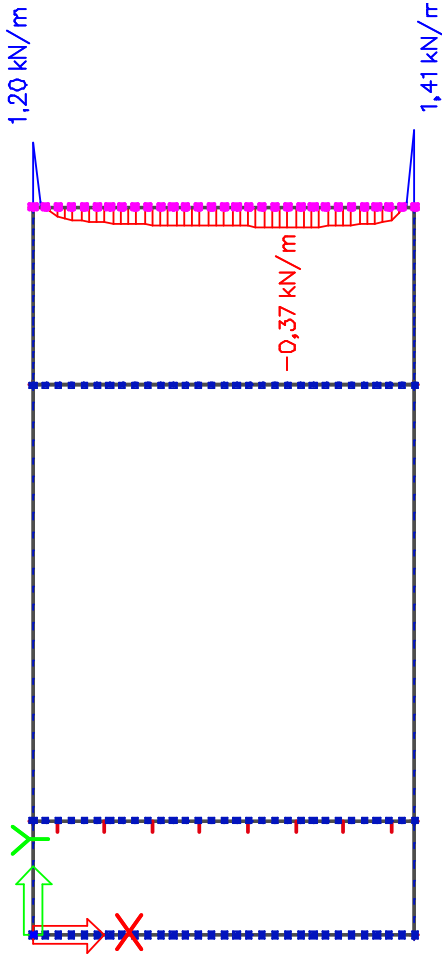
R_z



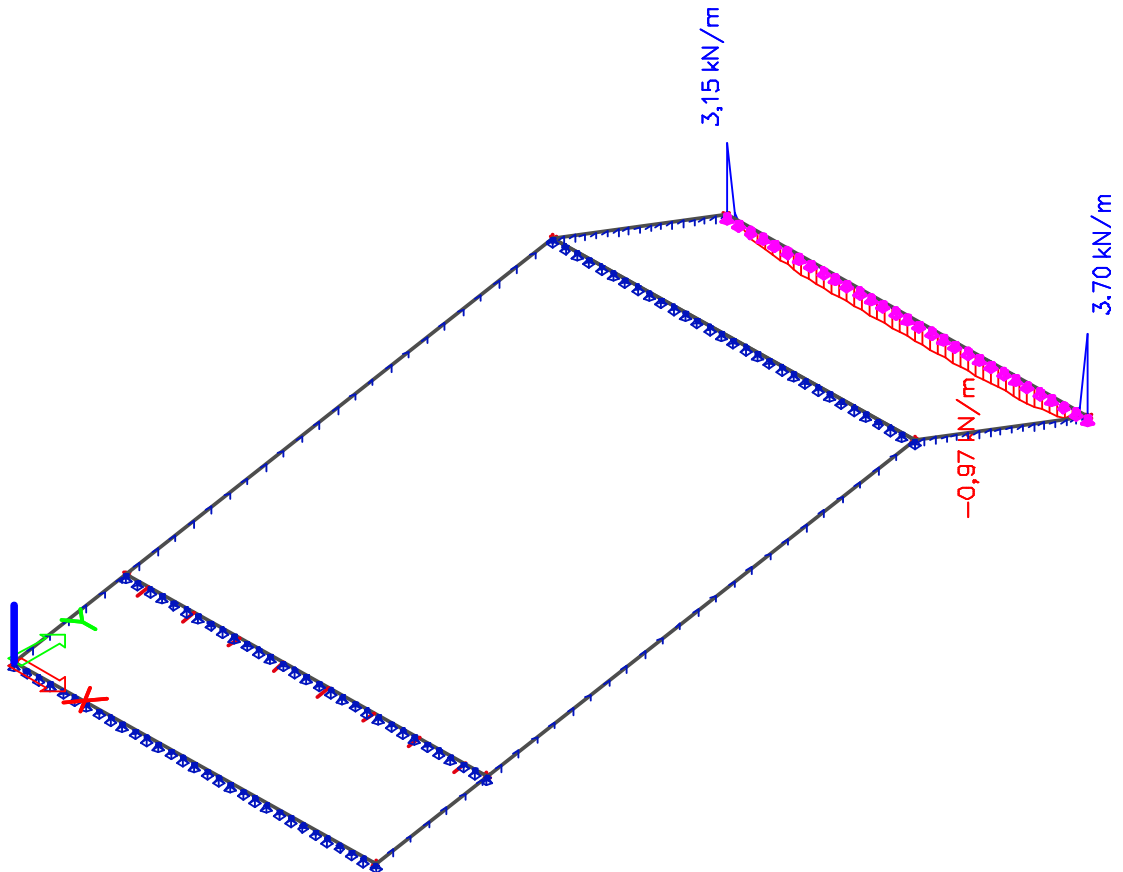
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


(1) G201/G202

R_y



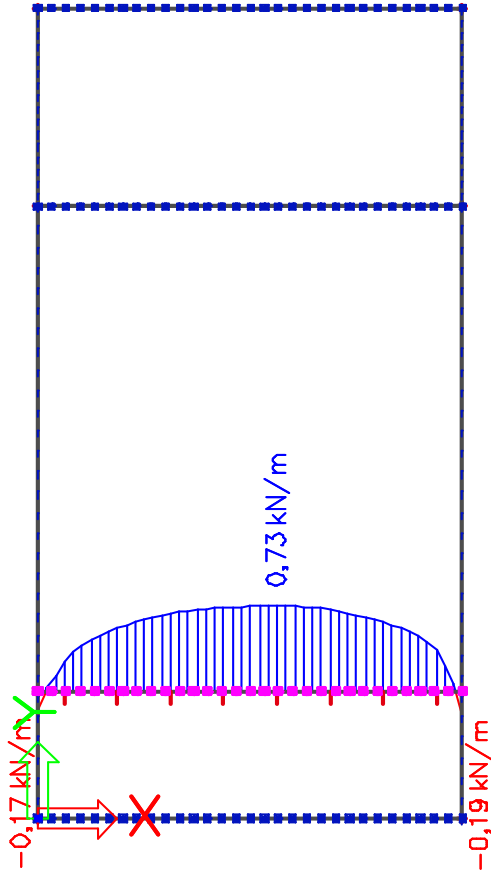
R_z



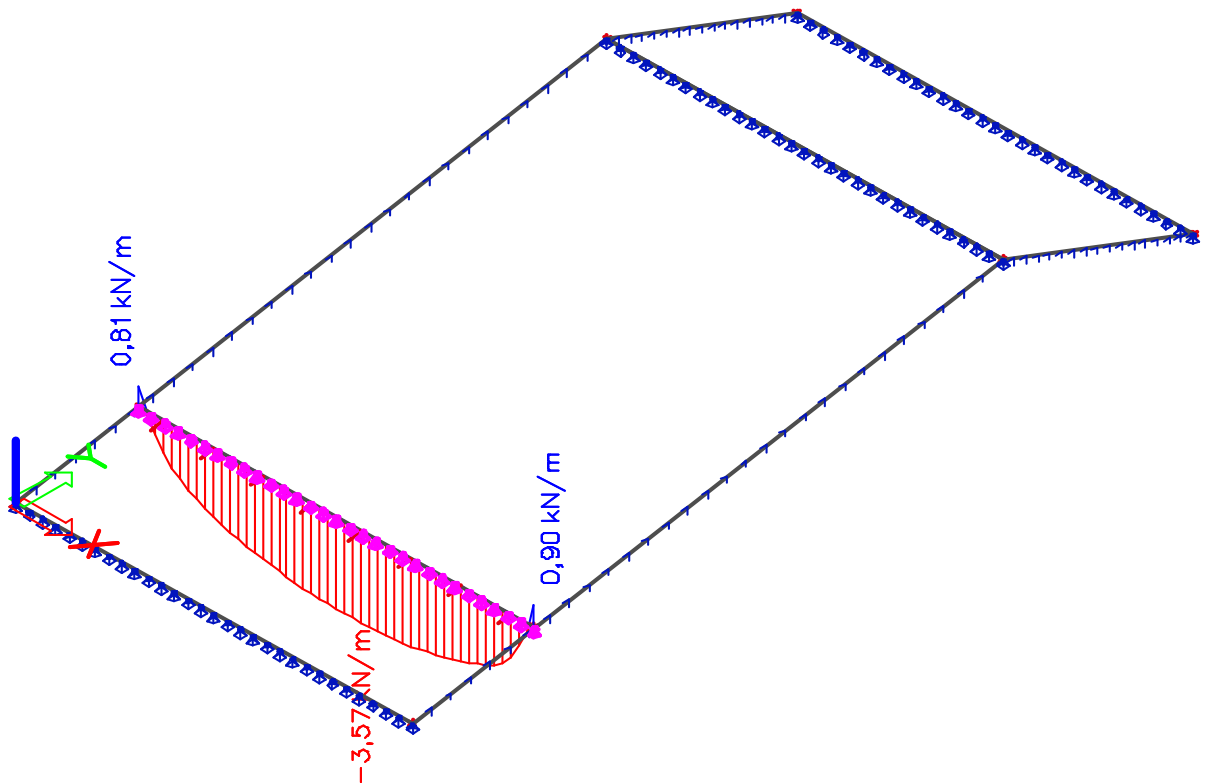
 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

(1) G203

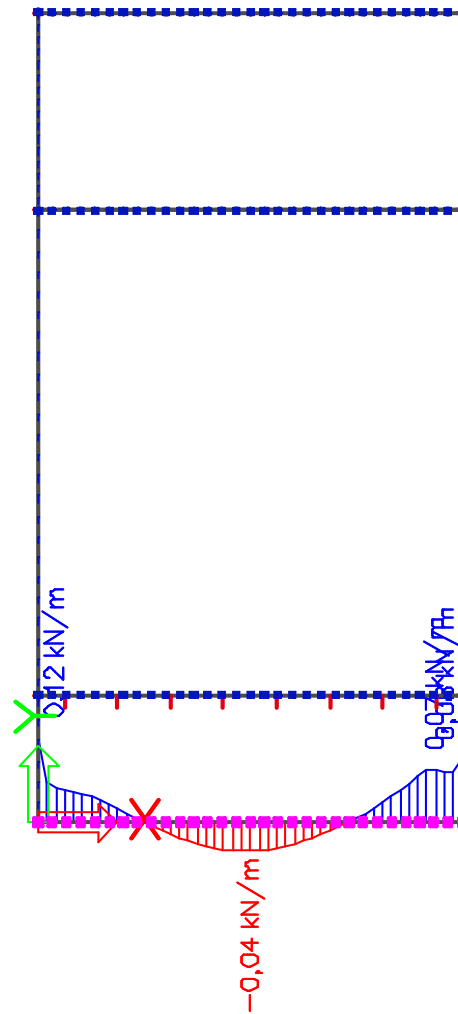
R_y



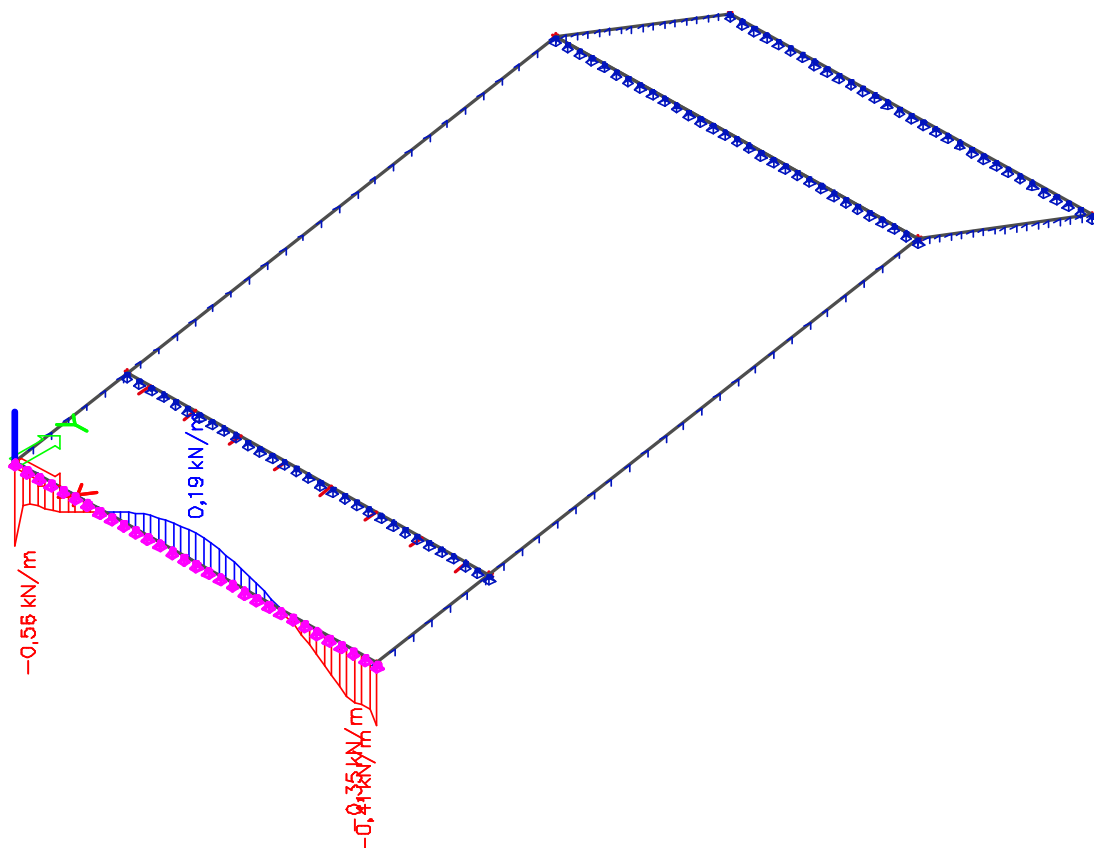
R_z




(1) G204
 R_y



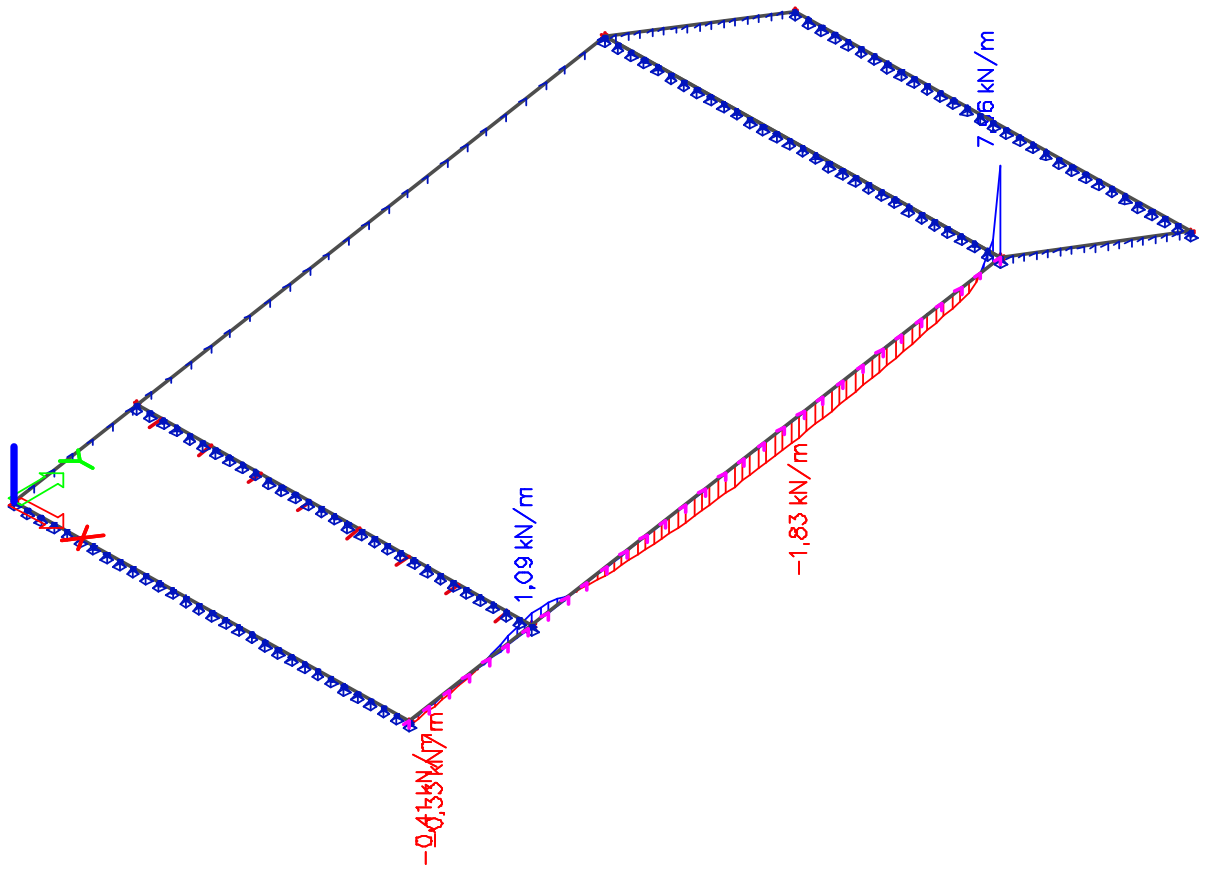
R_z



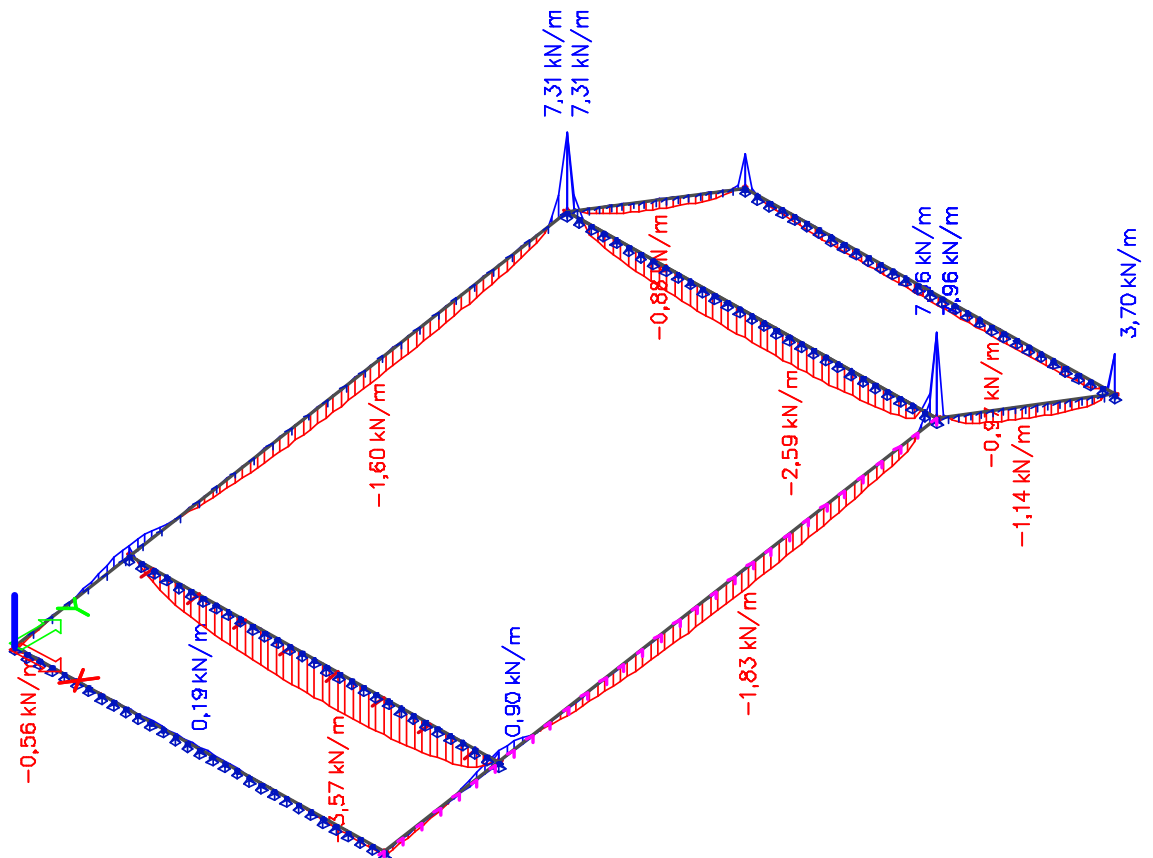
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


(1) G205

R_z



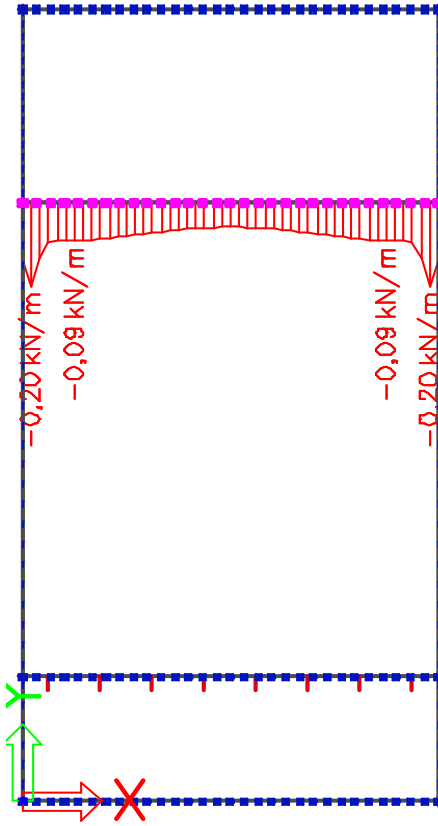
(2) maksimalna vertikalna reakcija



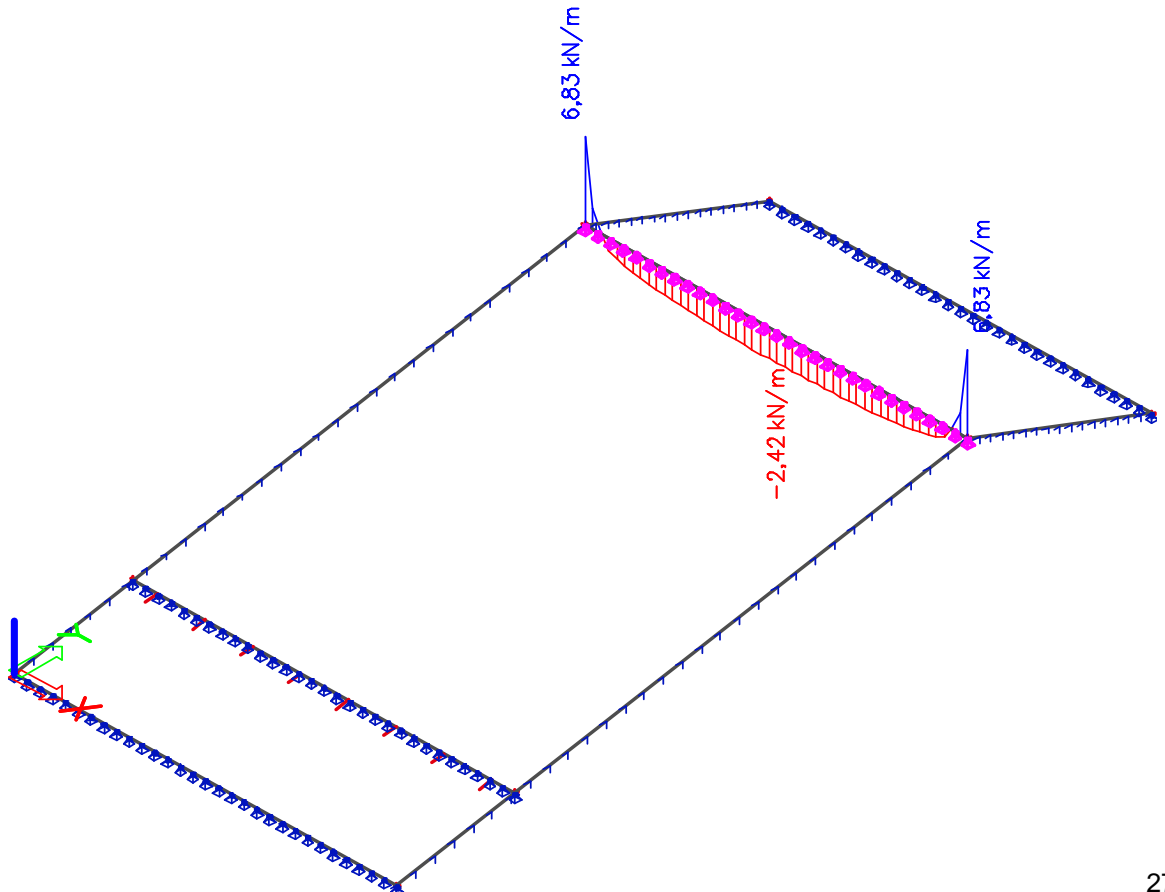
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


LC8' opterećenje vjetrom - vjetar s juga
 (1) G200

R_y



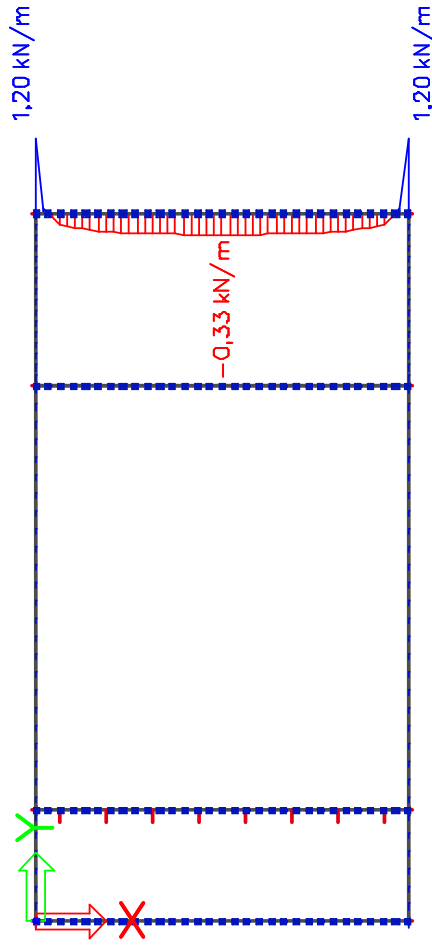
R_z



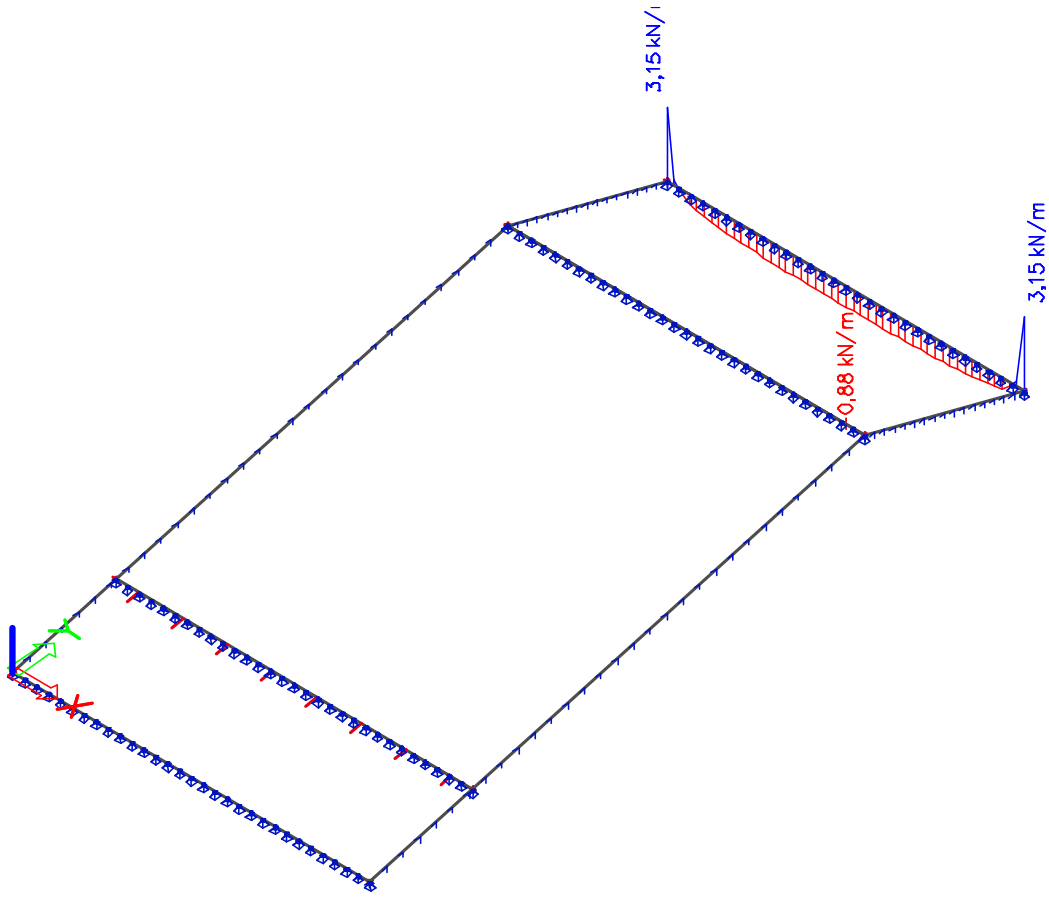
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G201/G202

R_y

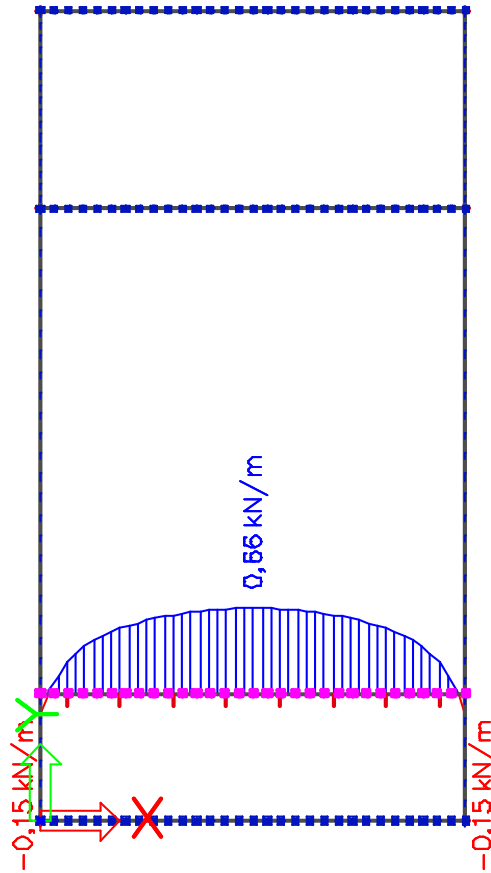


R_z

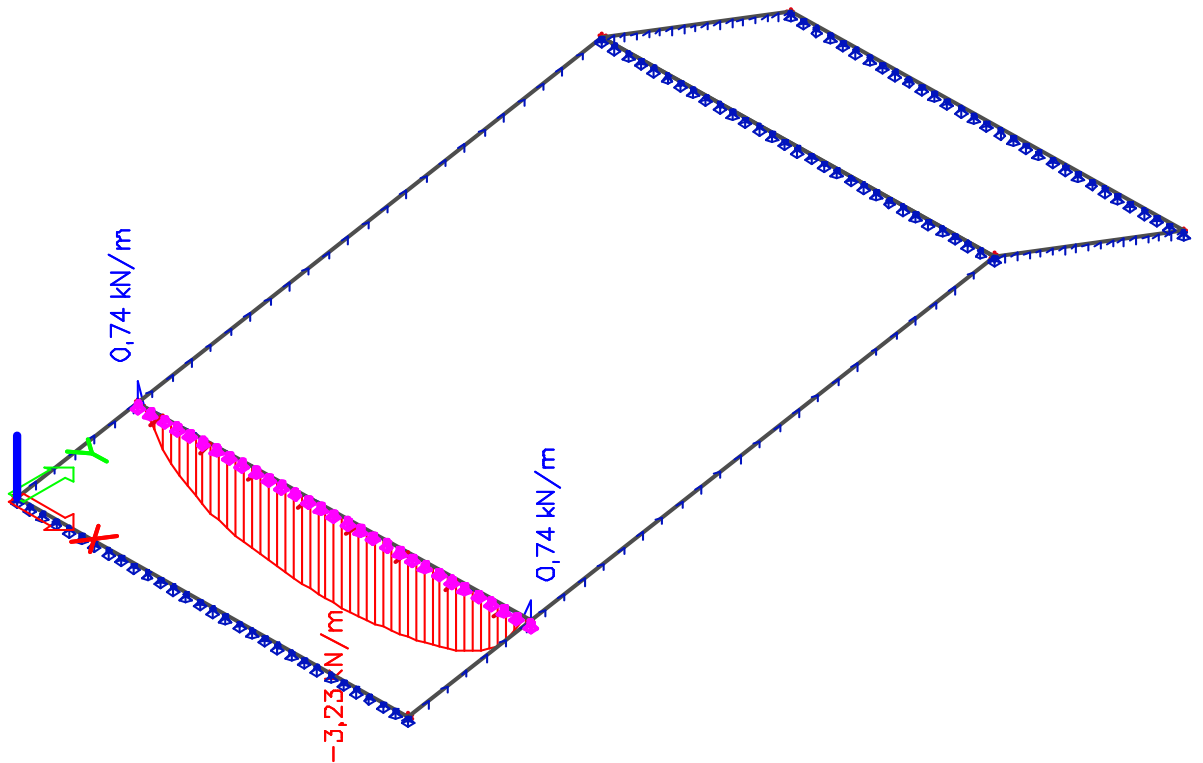


(1) G203

R_y

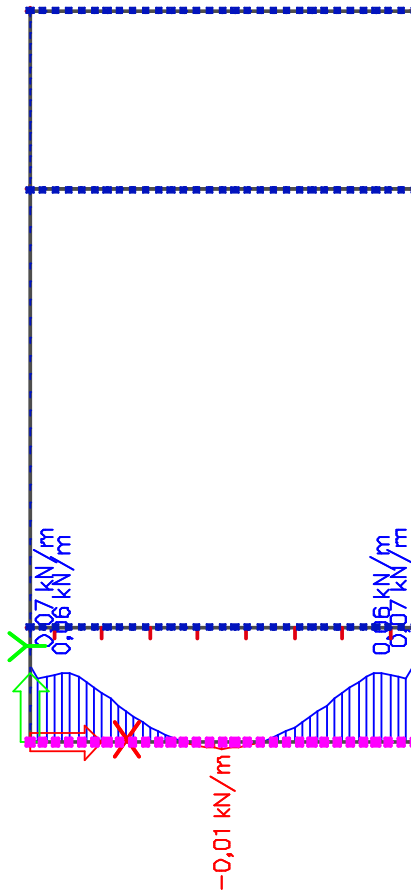


R_z

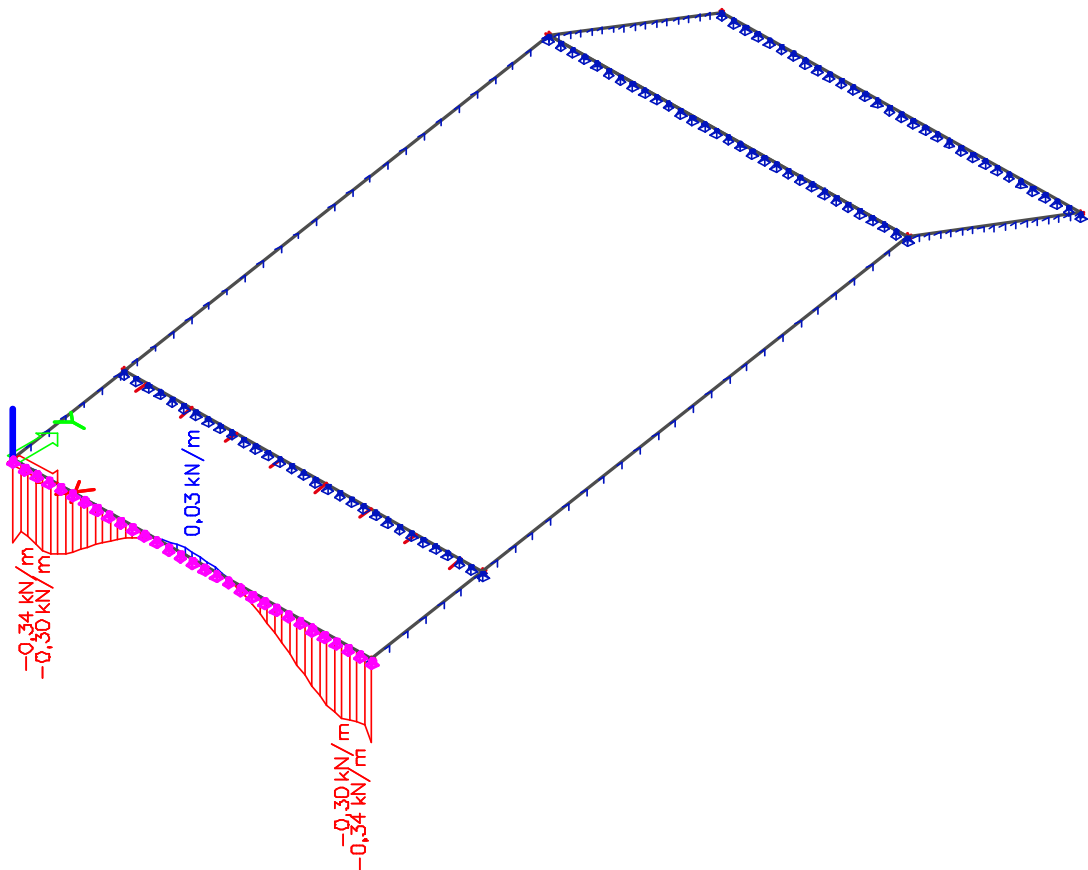


(1) G204

R_y

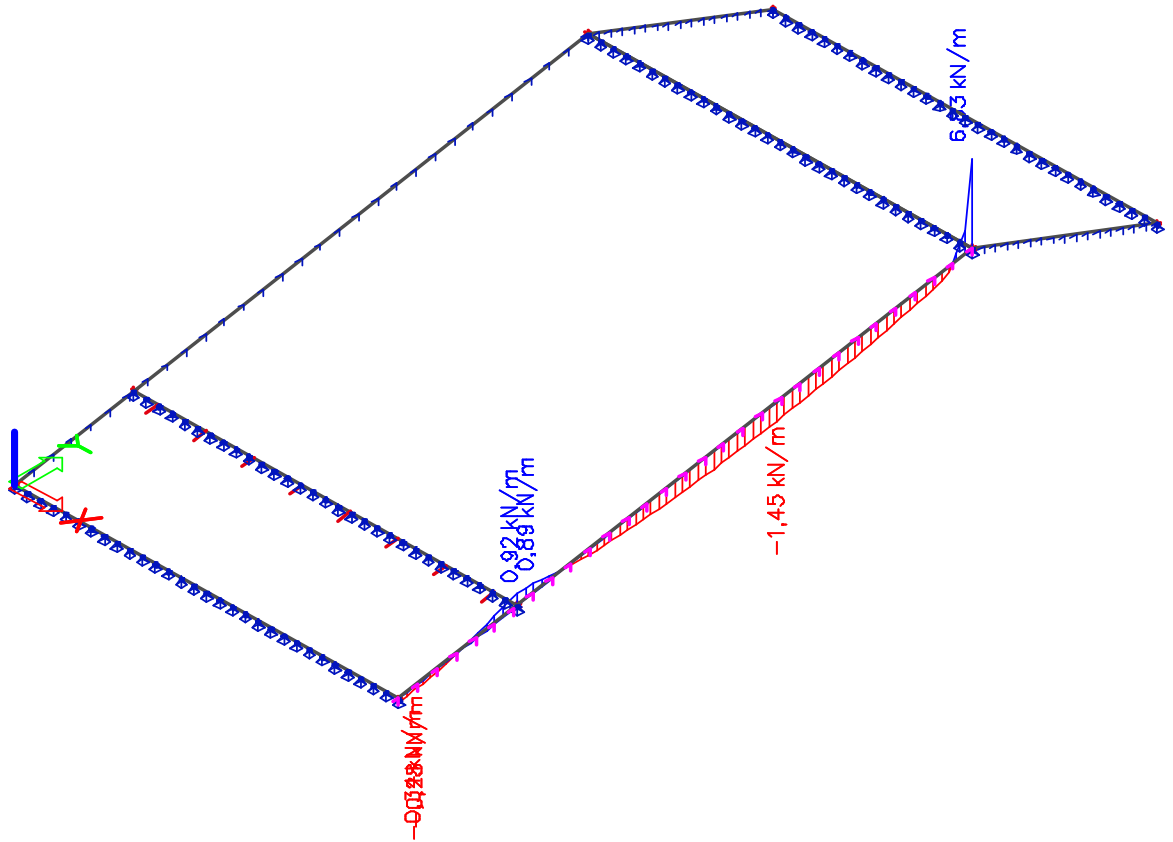


R_z

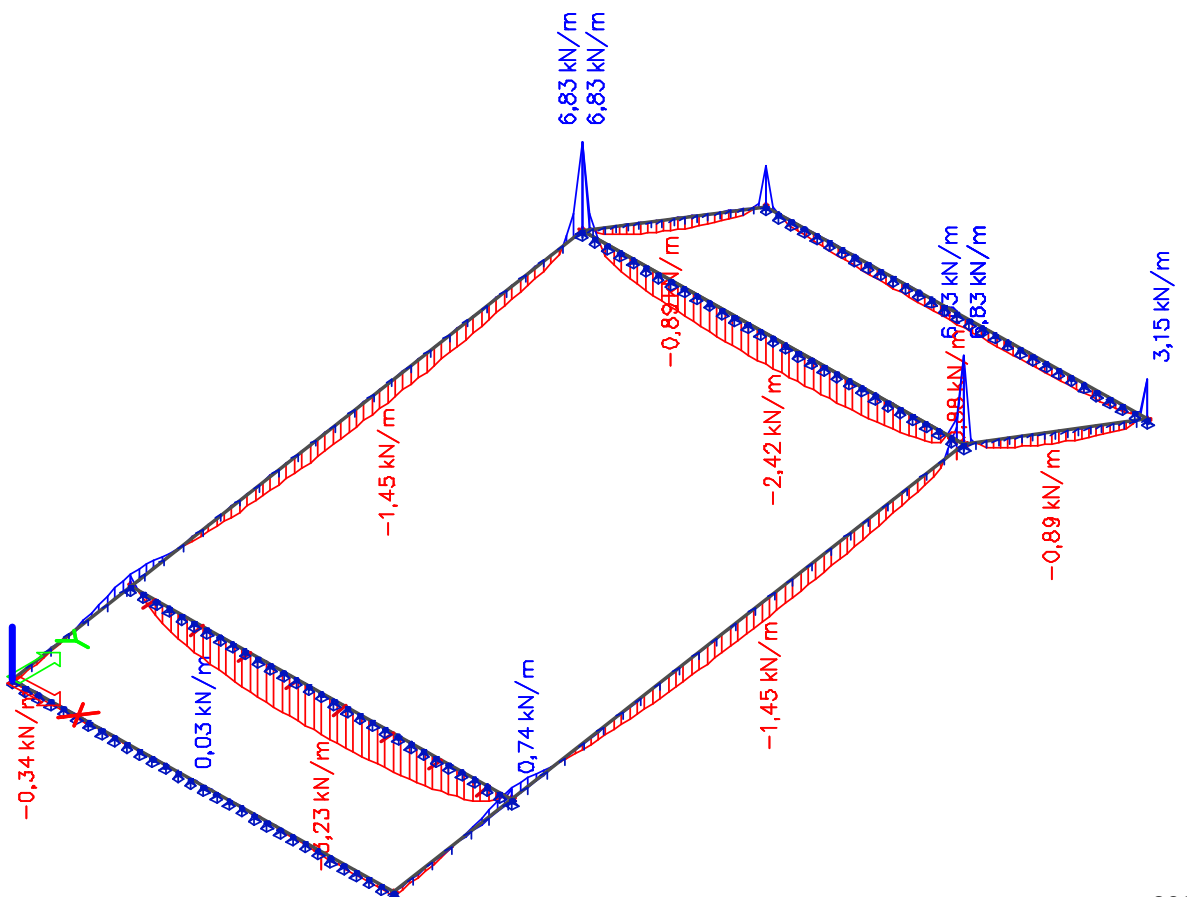



(1) G205

R_z



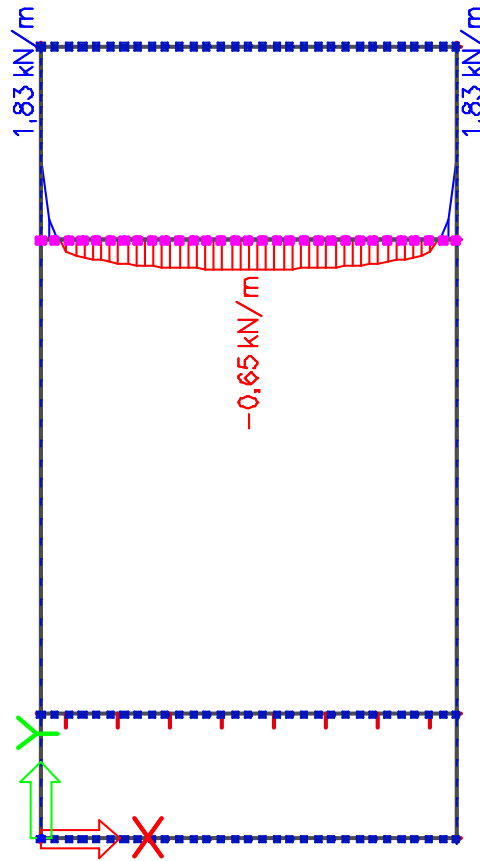
(2) maksimalna vertikalna reakcija



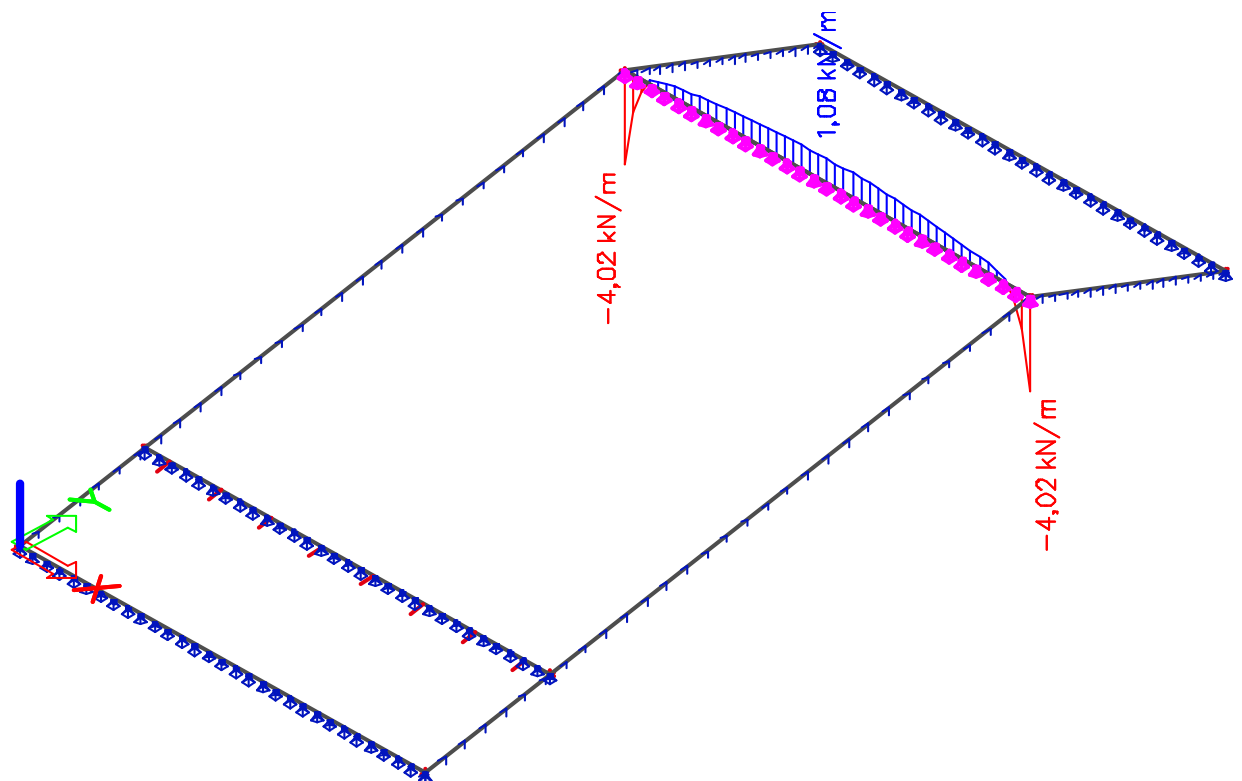
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


LC9' opterećenje vjetrom - vjetar s juga
 (1) G200

R_y



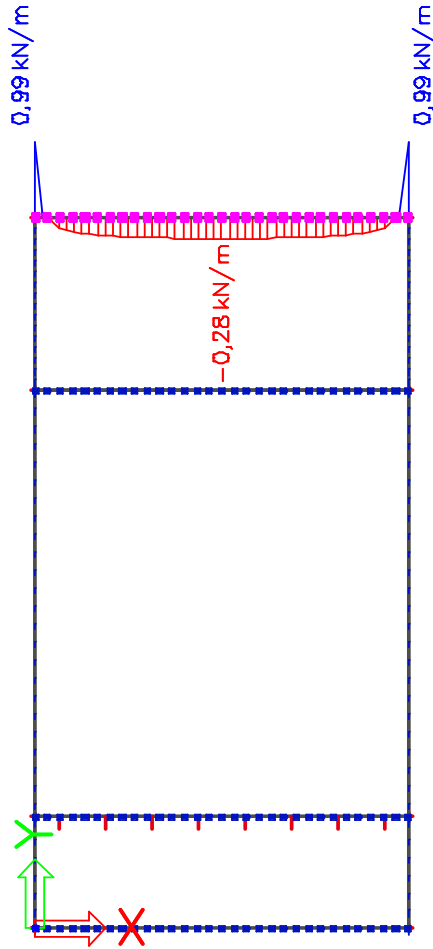
R_z



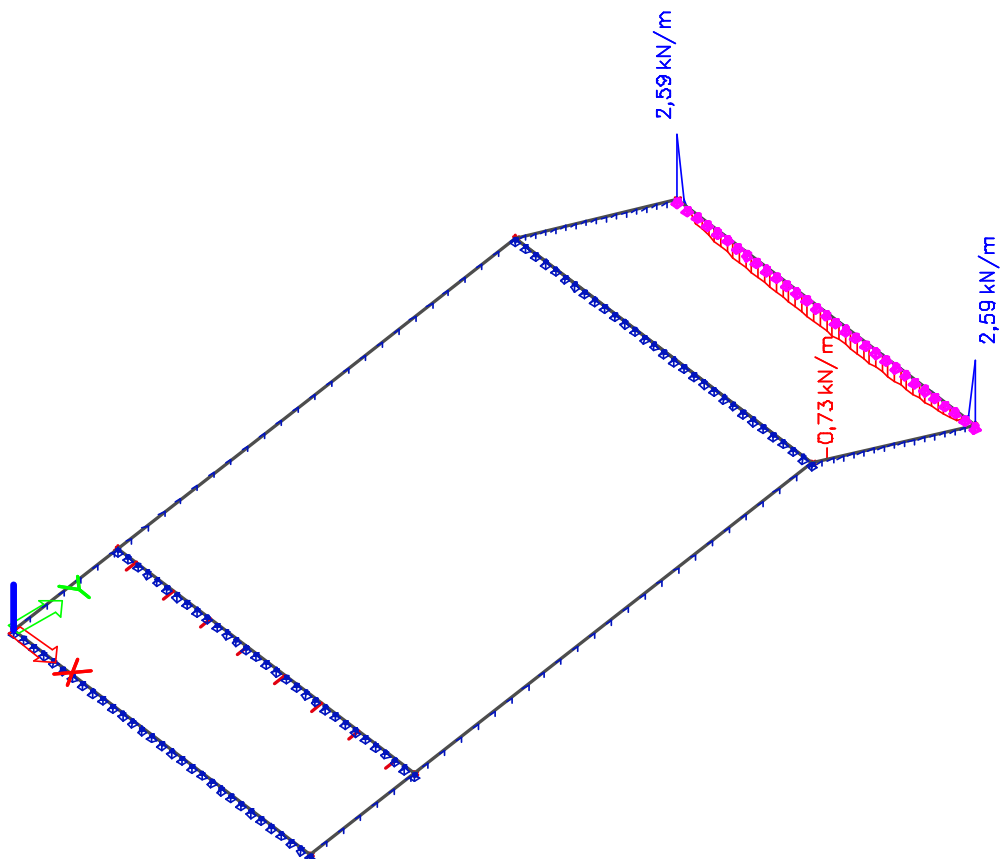
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


(1) G201/G202

R_y



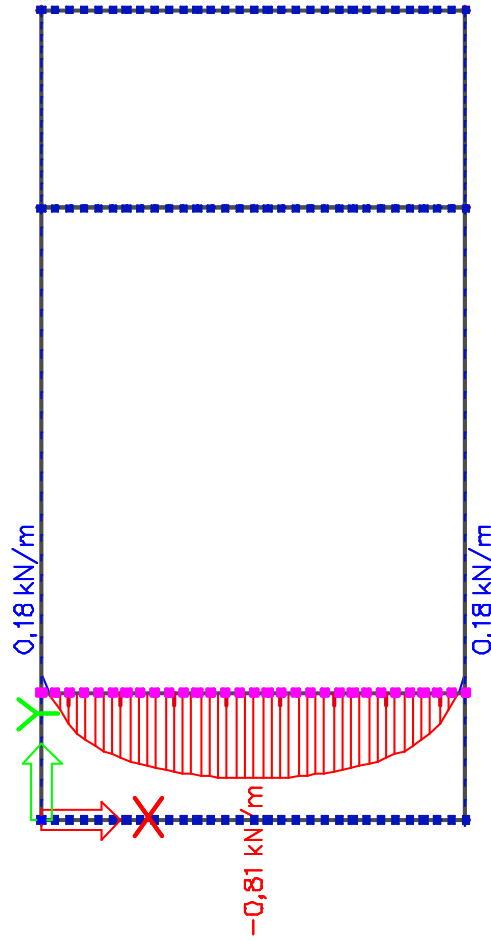
R_z



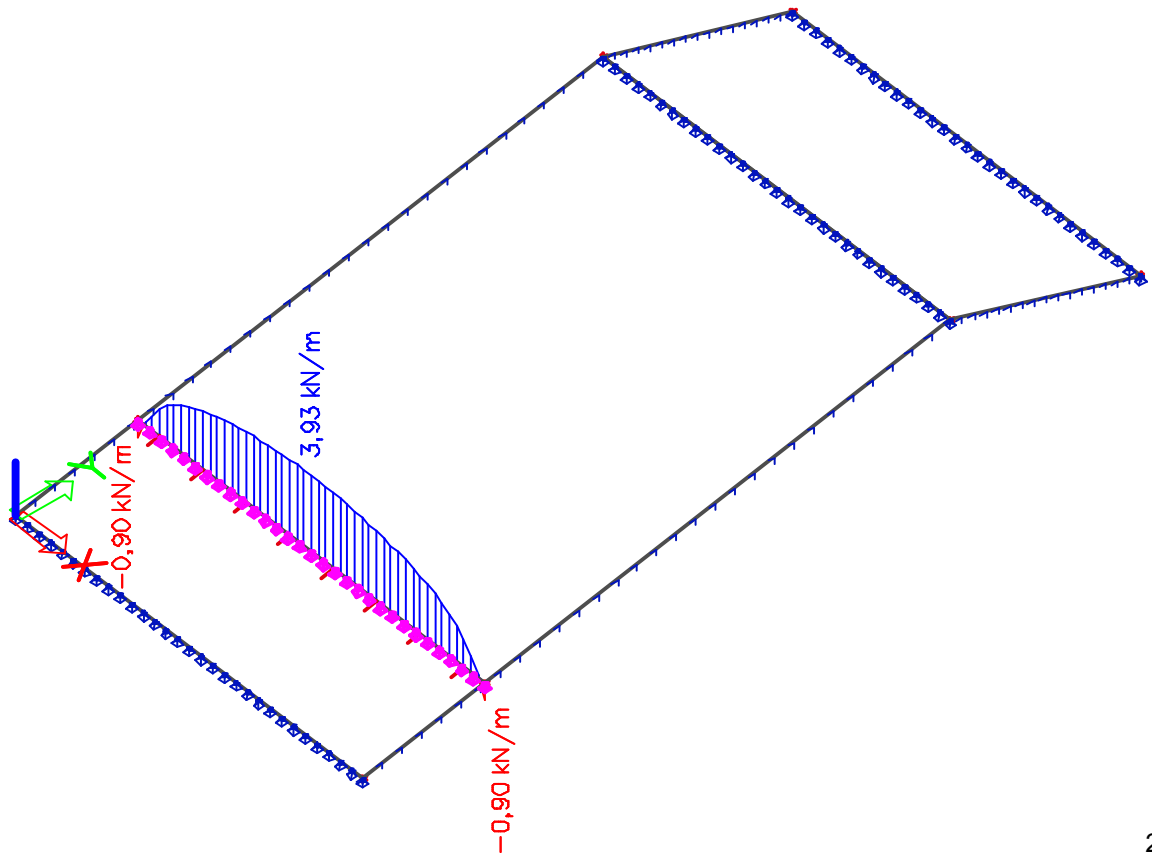
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G203

R_y

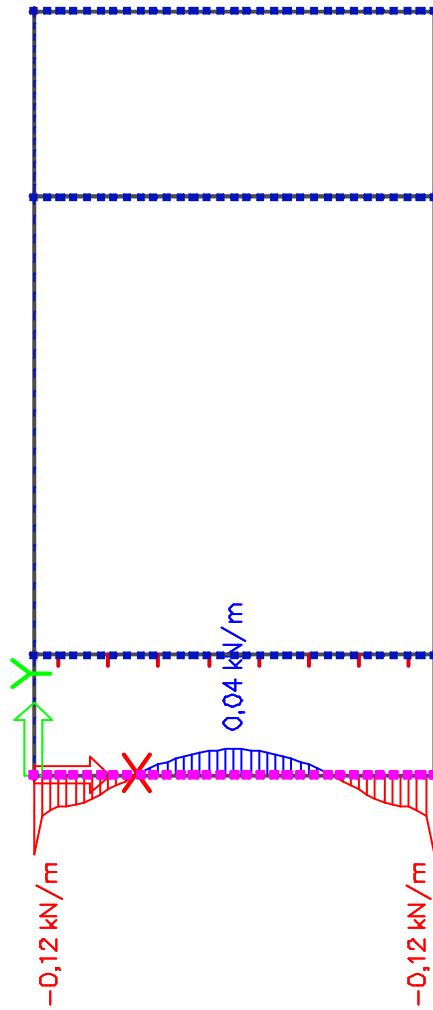


R_z

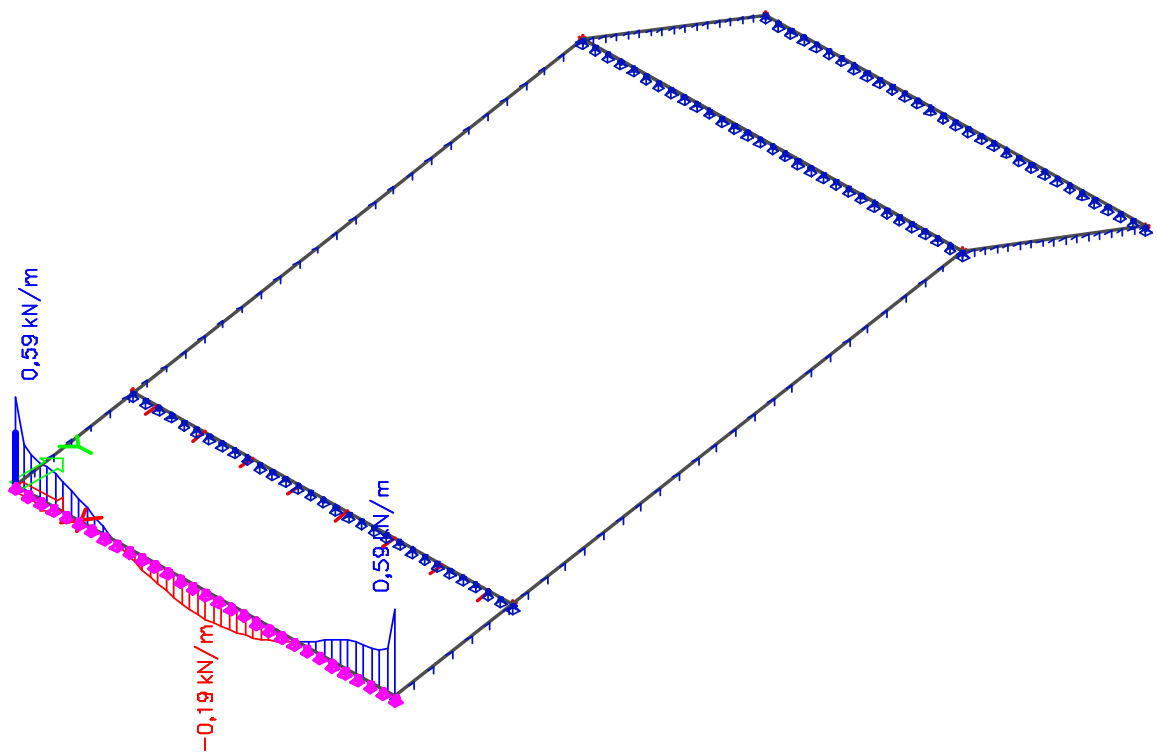



(1) G204

R_y

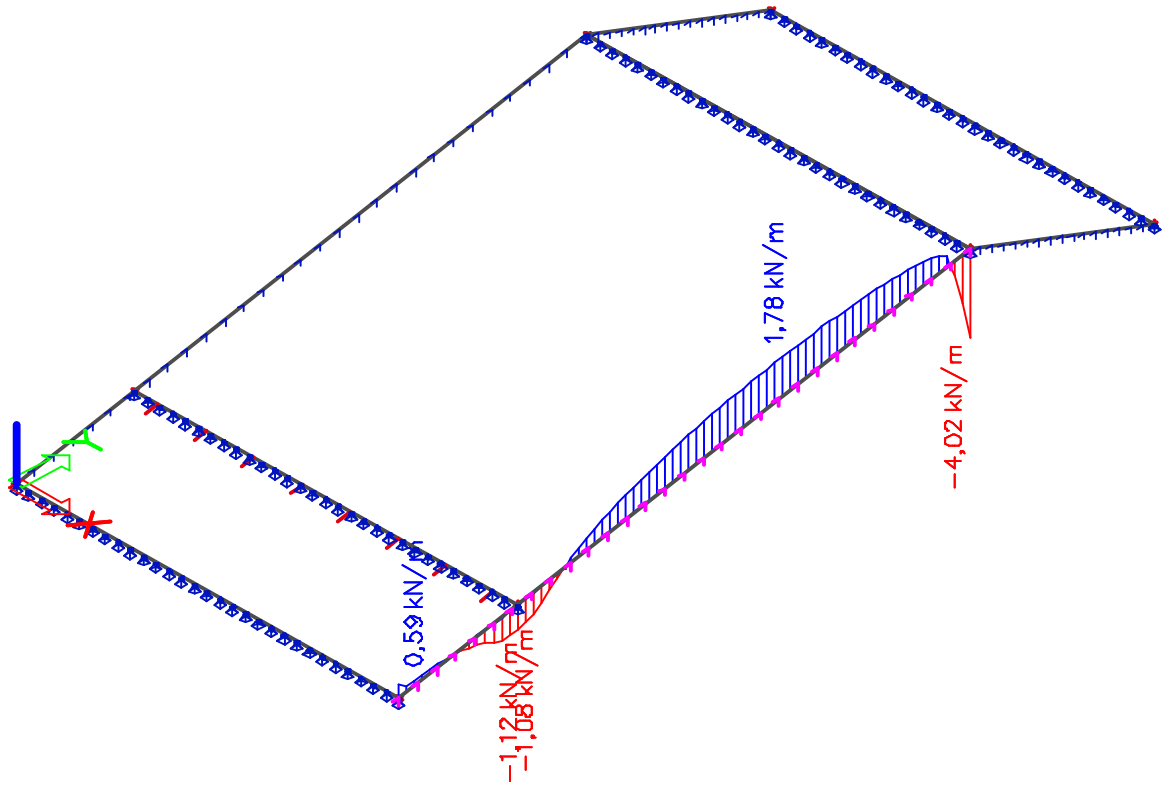


R_z

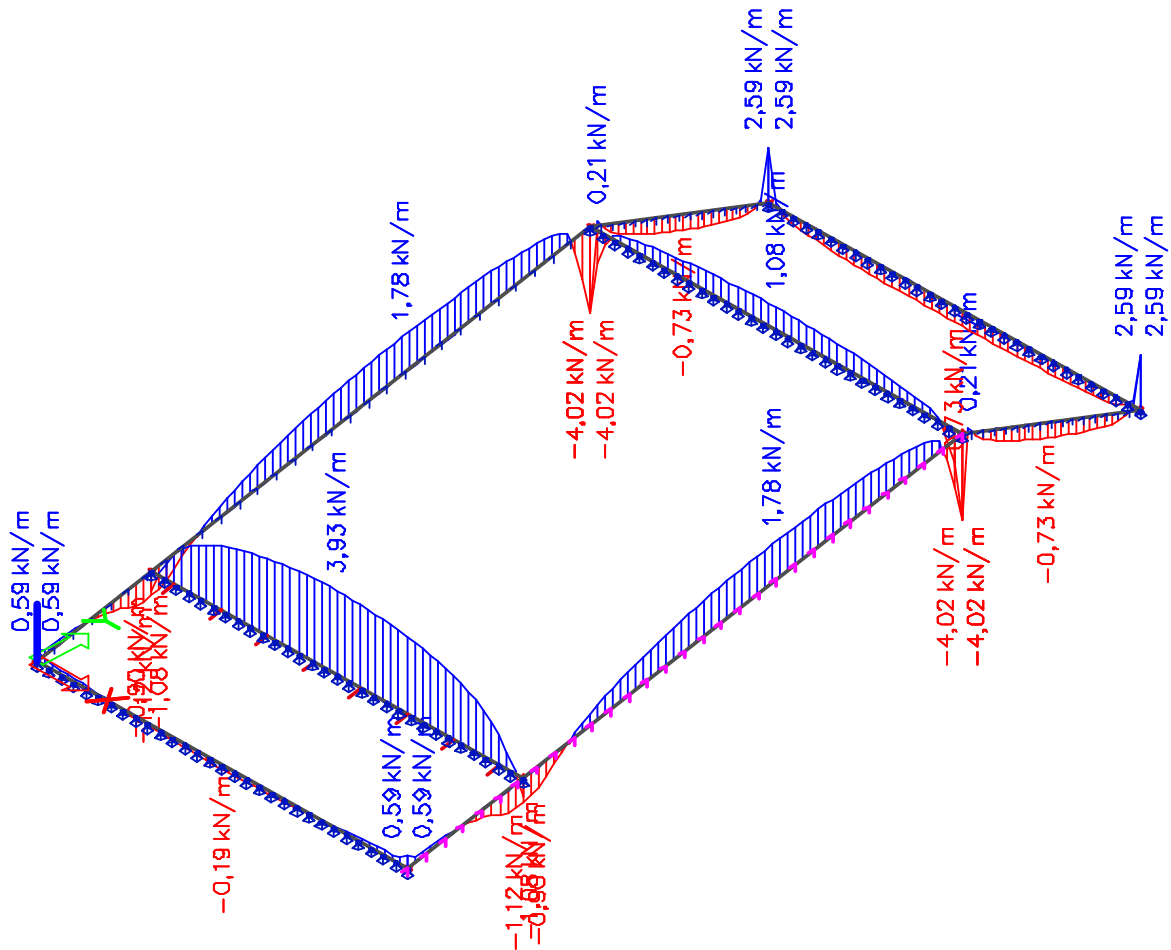



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

(1) G205
R_z



(2) maksimalna vertikalna reakcija



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.4.2. Proračun i dimenzioniranje grede G200

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G200** dimenzija **b/h = 30/85 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G200

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G200		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

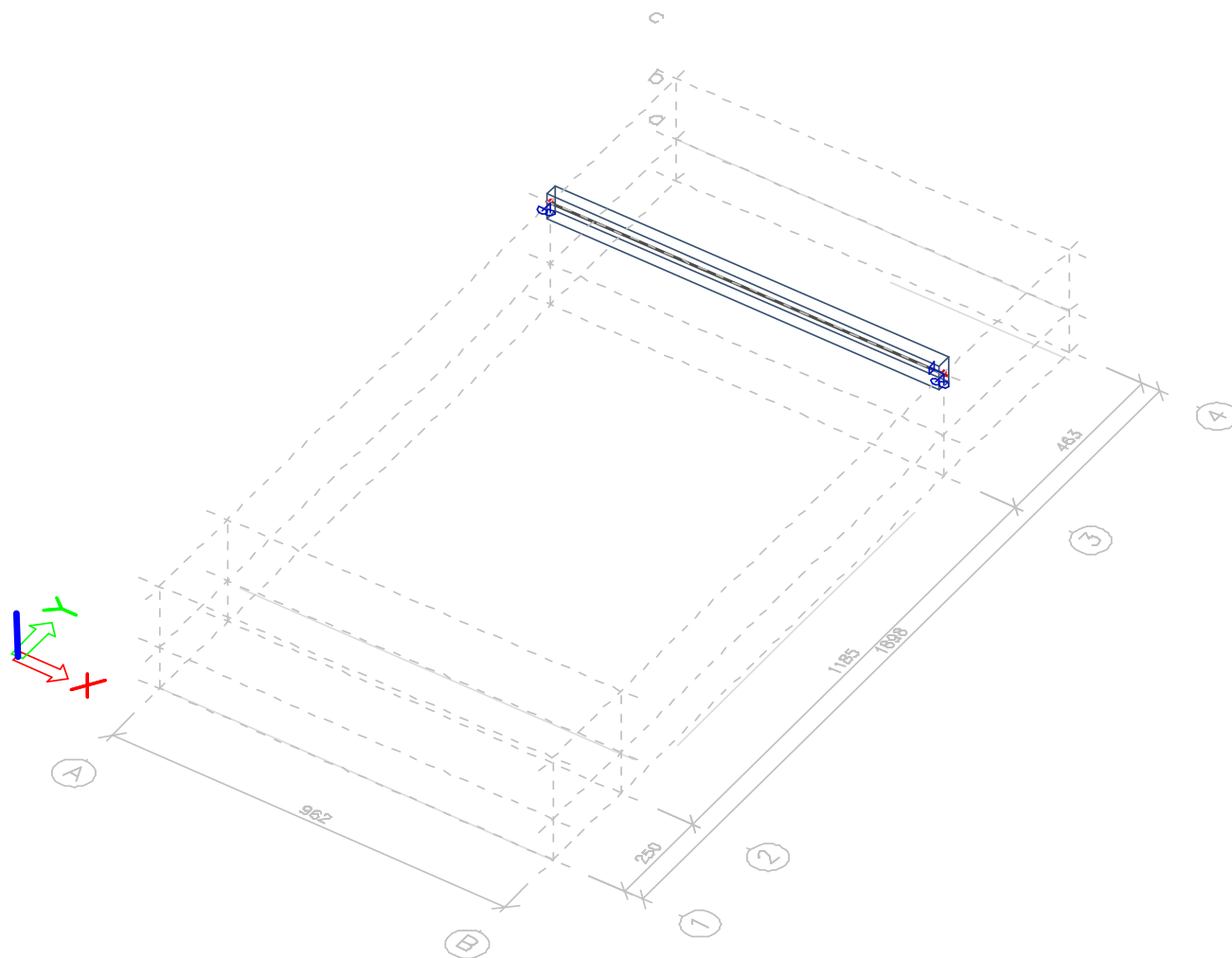
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**


razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

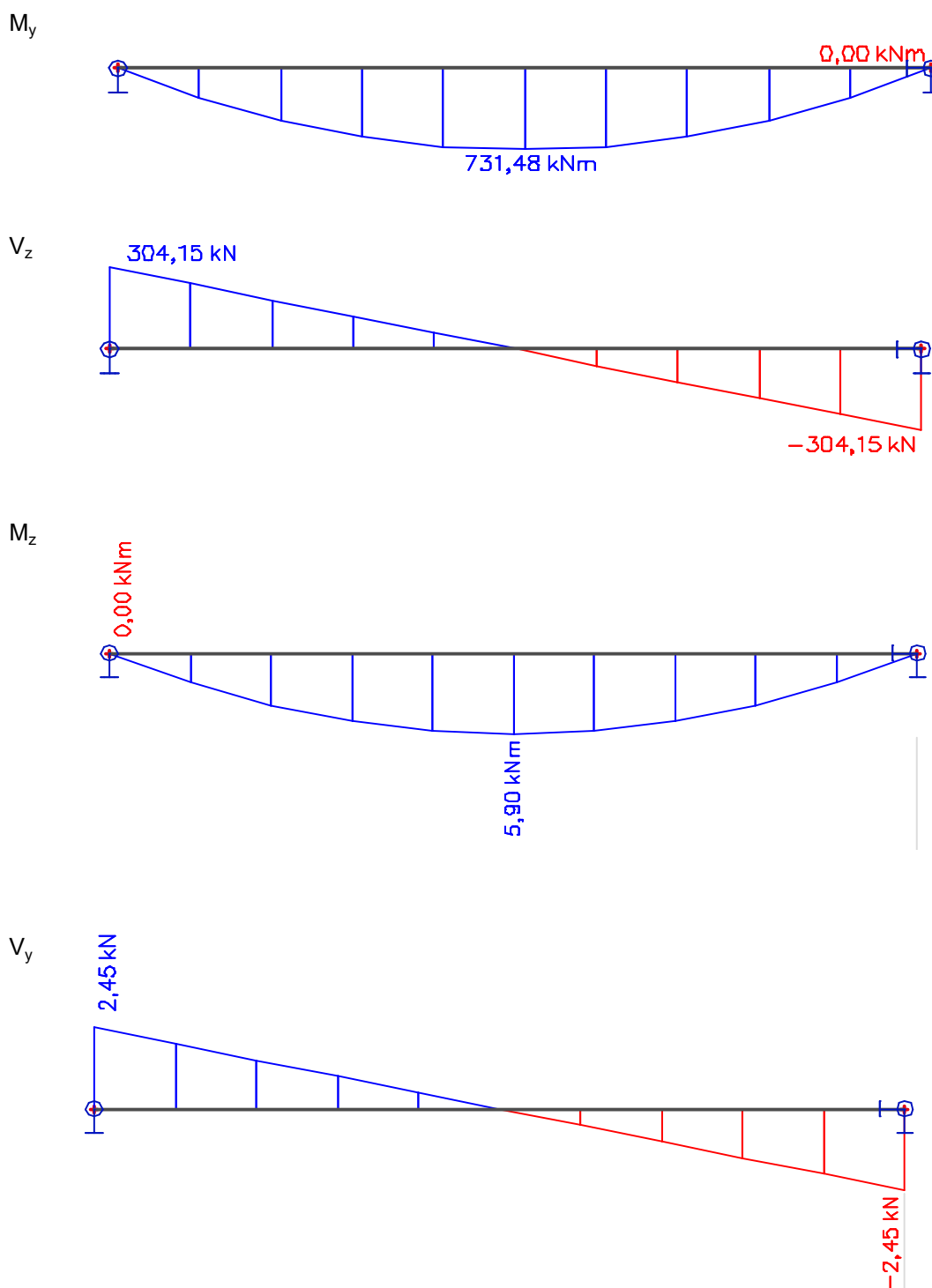
UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 2. Prikaz grede




 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti



AB greda se dvoosno savija, pa ćemo provjeriti savijanje pojedinačno, za svaki smjer **(1)**, proračun grede kao proračun stupa **(2)**.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G200

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	9,62	m	
visina grede	$h =$	85	cm	
širina grede	$b_w =$	30	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	2550	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	81,5	cm	$d_2 = 3,5$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37	ČELIK	B500B
$f_{ck} =$	30	$f_{yk} =$	500,00
$f_{cd} =$	20,00	$f_{yd} =$	434,78
$f_{ctm} =$	2,9	$E_s =$	200000
$E_{cm} =$	33000		

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	731,48	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	304,15
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	304,15
	$M_{Ed,y, ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,184 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,892	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-3,5 %
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,259	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	10,0 %

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 23,14$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	3,69	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	3,18	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	56,1	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	102	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 10 \phi 20 = 31,40$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \epsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \epsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,00 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_e

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} = 3,69 \text{ cm}^2$!jerodavno!
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d = 3,18 \text{ cm}^2$	

Maksimalna armatura

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h = 56,1 \text{ cm}^2$!jerodavno!
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h = 102 \text{ cm}^2$	

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 3 \phi 14 = 4,62 \text{ cm}^2$

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,50 < 2,00 \\ A_{sl} &= 5 \phi & &= 15,70 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl} / (b_w d) &= 0,0064 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,3506 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 117614 \text{ N} = 118 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 85710 \text{ N} = 85,71 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0 \quad z = 0.9d = 734 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 \quad \theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1142776 \text{ N} = 1142,78 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 117,6 \text{ kN} < V_{Ed} = 304 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1143 \text{ kN}$$

Uvjet $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ NIJE zadovoljen!

Potrebno je proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi & &= 1,57 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_1 = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 19,8 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_1 = 15,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,82 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 59,7 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 60,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 304,2 \text{ kN} > 0.3 V_{Rd,max} = 342,8 \text{ kN}$$

$$< 0.6 V_{Rd,max} = 685,7 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.55d = 44,8 \text{ cm} > 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 30,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2 \quad \text{Razmak spona uz oslonac} \quad s_l = 15,0 \text{ cm}$$

$$\phi 10 \quad \text{Maksimalni razmak spona:} \quad s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 22,17 \text{ cm} = 221,7 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 2550,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 230,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 2$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} \quad \text{- zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;}$$

$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} \quad \text{- gdje je } k_h \text{ koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini } h_0.$$

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,817$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,37E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 4,87E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 11000$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 18,18$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 42,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 42,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 1535312,5$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 40,57$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 44,43$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 1802305$ cm⁴
 $S_I = A_{s1}(d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 974,90$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 25,79$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 59,21$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 773766,1$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 1646,36$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 72,90$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 36,84$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 48,16$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 2374878$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 840,59$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 38,16$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 46,84$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 1723326$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 1201,06$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 68,78$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

Moment savijanja od stalnog djelovanja: $M_g = 500$ kNm
 Moment savijanja od promjenjivog djelovanja: $M_q = 34$ kNm

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 534 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}z = 23,33 \text{ kN/cm}^2 = 233,27 \text{ N/mm}^2$$

Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku: $M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 10476,3$ kNcm
 $= 104,76$ kNm

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 4,58 \text{ kN/cm}^2 = 45,76 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 510,20 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3$$

(stanovi, uredi, trgovine do 50m², predvorja, balkoni, bolnice)

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}z = 23,62 \text{ kN/cm}^2 = 236,23 \text{ N/mm}^2$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 4,85 \text{ kN/cm}^2 = 48,51 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 2,96 \text{ cm}^2$$

gdje je:

$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9$ N/mm ²	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 1275,00$ cm ²	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50$ kN/cm ²	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 31,40 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 2,96 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$


Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\phi^* = (\text{interpolacija}) = 20,38 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\phi = \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 49,49 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\text{razmak} = 25,47 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 23,3 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 105 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 19,74 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 42,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 9,496E-04 > 0,6 \sigma_s / E_s = 7,0E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 592,09 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0530$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 112,88 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,11 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,11 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 510,2 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 104,76 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 15,61 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 42,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 9,892E-04 > 0,6 \sigma_s / E_s = 7,1E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 468,45 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0670$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 103,51 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,10 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,10 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 11,80$

Određivanje granične vitkosti:

$$\left. \begin{aligned} \text{Korekcijski faktor: } f_3 &= (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,36 \\ f_3 &= 310/s_s = 1,31 \end{aligned} \right\} f_3 = 1,31$$

$$\text{Koeficijent armiranja: } \rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,012843 = 1,28 \%$$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer $\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\} 13$

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 17,06 > 11,80$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.4.2. Proračun progiba grede za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I: $1 / r_I = M_{Ed} / E_{cm} I_I = 9,0E-06$ 1/cm

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II: $z = d - y_{Ilg}/3 = 72,90$ cm

Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,2E-03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) = 2,1E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,962$

gdje je: $\beta = 1,0$ za kratkotrajno opterećenje

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 2,0E-05$ 1/cm

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja: $v_{k,t=0} = 5/48 L^2 1/r_m = 1,97$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=0} = 1,97 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 3,85 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I: $1 / r_I = M_{Ed} / E_{c,eff} I_I = 2,0E-05$ 1/cm

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II: $z = d - y_{Ilg}/3 = 68,78$ cm

Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,2E-03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) = 2,7E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,979$

gdje je: $\beta = 0,5$ za dugotrajno opterećenje

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 2,7E-05 \text{ 1/cm}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$$1/r_{cSI} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_I) / I_I = 3,1E-06 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{cSII} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_{II}) / I_{II} = 6,2E-06 \text{ 1/cm}$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:


$$1/r_{csm} = (1 - \zeta) 1/r_{cSI} + \zeta 1/r_{cSII} = 6,1E-06 \text{ 1/cm}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_{tot} = 1/r_m + 1/r_{csm} = 3,3E-05$ 1/cm

Progib grede od dugotrajnog djelovanja: $v_{k,t=\infty} = 5/48 L^2 1/r_{tot} = 3,20$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=\infty} = 3,20 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 3,85 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Slijedi dokaz savjanja oko slabije osi.

(1)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	9,62	m	
visina grede	$h =$	30	cm	
širina grede	$b_w =$	85	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	2550	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	26,4	cm	$d_2 = 3,6$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	5,90	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	2,45
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	2,45

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,005 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,992	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-0,5 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,024	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,52$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	3,38	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	2,92	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	56,1	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	102	cm ²	

Odabrana armatura za polje:	$A_{s, odabr} =$	2	ϕ	20 =	6,28 cm ²
		4	ϕ	14 =	6,15 cm ²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju:		$A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) =$	0,00	cm ²	
Minimalna armatura n _e	1.)	$A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} =$	3,38	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,min} = 0.0013b_wd =$	2,92	cm ²	
Maksimalna armatura	1.)	$A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h =$	56,1	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h =$	102	cm ²	

Odabrana armatura za ležaj:	$A_{s,odabr} =$	2	φ	20 =	6,28 cm ²
		4	φ	14 =	6,15 cm ²

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,87 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1 \quad \phi & 20 & = 3,14 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl}/(b_w d) &= 0,0014 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,4904 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 81248 \text{ N} = 81,2 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 110040 \text{ N} = 110,04 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0 \quad z = 0.9d = 238 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 \quad \theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1048830 \text{ N} = 1048,83 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 110,04 \text{ kN} > V_{Ed} = 2 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 1049 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \quad \phi & 10 & = 1,57 \text{ cm}^2 \\ f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Proračun okomitih spona: } s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 795,0 \text{ cm}$$

Odabran razmak spona uz oslonac	$s_l = 15,0 \text{ cm}$
---------------------------------	-------------------------

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 0,64 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,00087636$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 21,1 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 21,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 2,5 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 314,6 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 19,8 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 19,8 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$m = 2$ Razmak spona uz oslonac $s_l = 15,0 \text{ cm}$

$\phi 10$ Maksimalni razmak spona: $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabiremo razmak vilica od 15 cm jer je mjerodavna manja vrijednosti!

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 22,17 \text{ cm} = 221,7 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 2550,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 230,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta puzanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 2$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,817$


Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37
RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,37E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja: $\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 4,87E-04$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm}/(1,0+\varphi(\infty, t_0)) = 11000$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s/E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s/E_{c,eff} = 18,18$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 15,00$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 15,00$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 191250,00$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 15,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 15,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 199510,4$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 4,36$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 25,64$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 20855$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 133,58$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 24,95$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 15,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 15,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 219295,8$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 6,68$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 23,32$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 53871,79$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 104,44$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 24,17$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 5 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 0,9 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 5,9 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 3,77 \text{ kN/cm}^2 = 37,66 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 3697,50 \text{ kNm} \\ & = 36,98 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 23,60 \text{ kN/cm}^2 = 236,03 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 5,27 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3 \\ & \quad \text{(stanovi, uredi, trgovine do 50m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 3,47 \text{ kN/cm}^2 = 34,72 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 24,36 \text{ kN/cm}^2 = 243,58 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 2,96 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 1275,00 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 6,28 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 2,96 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 40,53 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 33,77 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 50,66 \text{ mm} \quad (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 3,8 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 37,0 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 8,55 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 15,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -8,706E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 1,1E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 726,34 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0086$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 382,59 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,04 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,04 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 5,27 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 36,98 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 7,77 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 15,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -5,420E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 1,0E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 660,61 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0095$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 354,12 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,04 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,04 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 36,44$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 12,12$
 $f_3 = 310/s_s = 8,93$ } $f_3 = 8,93$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,002799 = 0,28 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:

- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer 20

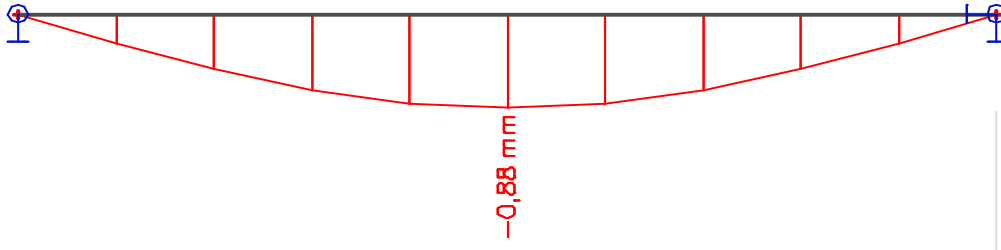
Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 178,59 > 36,44$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

UPI?M arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 962/250 = 3,85 \text{ cm}$ $>$ $u_{el} = 0,08 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 962/250 = 3,85 \text{ cm}$ $>$ $u = 4 \cdot u_{el} = 0,240 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

Proračun grede kao proračun stupa.

(2)

1. Unutrašnje sile

Uzdužna sila $N_{Ed} = 0,01$ kN

Momenti savijanja: $M_{y,Ed} = 731,48$ kNm
 $M_{z,Ed} = 5,90$ kNm

2. Ekscentricitet

2.1. Ekscentricitet prvog reda

$$\begin{aligned} \Theta_i &= \Theta_0 \alpha_h \alpha_m = 0,0034 \\ \Theta_0 &= 1/200 = 0,005 \\ \alpha_m &= 1 \\ \alpha_h &= 2/l^{1/2} = 0,64 \\ 2/3 < \alpha_h \leq 1 &\rightarrow \alpha_h = 0,67 \\ e_{i,z} &= \Theta_i l_0/2 = 1,61 \text{ cm} \\ e_{i,y} &= \Theta_i l_0/2 = 1,61 \text{ cm} \\ e_{o,z} &= M_{Ed,y} / N_{Ed} = 73148,00 \text{ m} \\ e_{o,y} &= M_{Ed,z} / N_{Ed} = 590,00 \text{ m} \end{aligned}$$

2.2. Ekscentricitet drugog reda

$$\begin{aligned} e_2 &= (1/r)^*(l_0^2/c) \\ c &= 10 \text{ (konstantni presjek)} \\ 1/r &= K_r K_\phi (1/r_0) \\ \varepsilon_{yd} &= f_{yd}/E_s = 0,0021739 \\ d_1 &= c + \phi_v + \phi_u/2 = 4,2 \text{ cm} \\ d_z &= h - d_1 = 60,8 \text{ cm} \\ d_y &= b - d_1 = 20,8 \text{ cm} \\ 1/r_{0,z} &= \varepsilon_{yd}/(0.45d_z) = 7,946E-05 \text{ 1/cm} \\ 1/r_z &= 1,047E-04 \text{ 1/cm} \\ 1/r_{0,y} &= \varepsilon_{yd}/(0.45d_y) = 2,323E-04 \text{ 1/cm} \\ 1/r_y &= 2,323E-04 \text{ 1/cm} \end{aligned}$$

- koeficijent puzanja: $K_r = (n_u - n)/(n_u - n_{bal}) \leq 1 \rightarrow K_r = 1,00$
 $K_\phi = 1 + \beta \phi_{ef} \geq 1 \rightarrow K_{\phi,z} = 1,32$
 $K_{\phi,y} = 1,00$

$$\begin{aligned} \lambda_y &= l_{0,y}/i_y = l_{0,y}/(0.289h) = 51,21 \\ \lambda_z &= l_{0,z}/i_z = l_{0,z}/(0.289b) = 133,15 \\ A_c &= b h; u = 2b + 2h; RH = 50\%; t_0 > 100 \\ h_0 &= 2A_c/u = 181 \text{ mm} \rightarrow \phi(\infty, t_0) = 2,00 \\ \phi_{ef} &= \phi(\infty, t_0) M_{0Eqp}/M_{0Ed} = 2,00 \end{aligned}$$


$$\begin{aligned} \beta_z &= 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_y/150 = 0,159 \\ \beta_y &= 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda_z/150 = 0,388 \\ K_{\phi,z} &= 1 + \beta_z \phi_{ef} = 1,317 \\ K_{\phi,y} &= 1 + \beta_y \phi_{ef} = 0,225 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{2,z} &= (1/r_z)^*(l_{0,z}^2/c) = 9,69 \text{ cm} \\ e_{2,y} &= (1/r_y)^*(l_{0,y}^2/c) = 21,49 \text{ cm} \end{aligned}$$

2.3. Ukupni ekscentricitet

$$\begin{aligned} e_{tot,z} &= e_{o,z} + e_{i,z} + e_{2,z} = 7314811,30 \text{ cm} \\ e_{tot,y} &= e_{o,y} + e_{i,y} + e_{2,y} = 59023,11 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y,Ed} &= N_{Ed} e_{z,tot} = 731,48 \text{ kNm} \\ M_{z,Ed} &= N_{Ed} e_{y,tot} = 5,90 \text{ kNm} \end{aligned}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

3. Proračun

C30/37	$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$b =$	25	cm
B500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	$h =$	65	cm
Razred izloženosti		XC1		$c_{nom} =$	2,0	cm
				$l =$	962	cm
				Duljina izvijanja $s_k =$	962	cm
				Kritična sila $F_{kr} =$	3066	kN

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

statička visina:

$$d_x = h - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 60,80 \text{ cm}$$

$$d_y = b - \phi_1 - \phi_2 / 2 - c = 20,80 \text{ cm}$$

$$\mu_{Ed,y} = M_{Ed,y} / (bh^2 f_{cd}) = 0,346$$

$$\mu_{Ed,z} = M_{Ed,z} / (hb^2 f_{cd}) = 0,007$$

$$\nu_{Ed} = N_{Ed} / (bh f_{cd}) = 0,000$$

za $\mu_1 = 0,346$ $\nu = 0$

$\mu_2 = 0,007$

$$\omega_{tot} = 0,70$$

$$A_{s,min} = 0,003A_c = 4,9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,10 N_{Ed} / f_{yd} = 0,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04A_c = 65,0 \text{ cm}^2$$

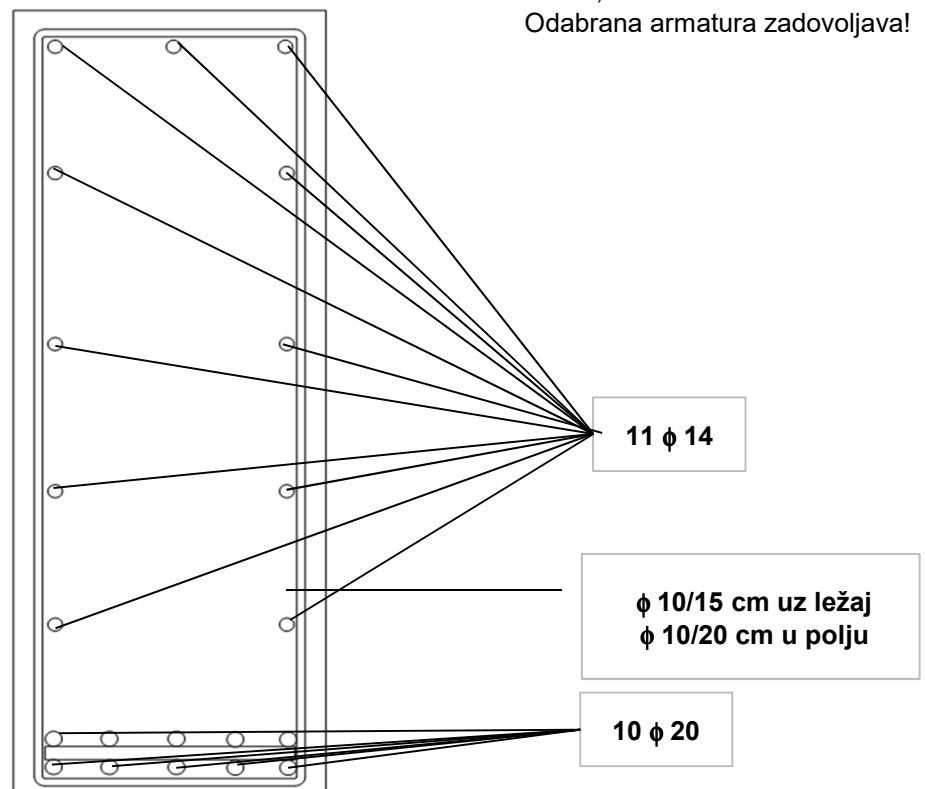
$$A_s = \omega f_{cd} / f_{yd} bh = 52,33 \text{ cm}^2$$


Odabrano:	10	$\Phi 20$	$A_s =$	31,40	cm ²
Odabrano:	11	$\Phi 14$	$A_s =$	16,93	cm ²

48,33

Odabrana armatura zadovoljava!

Skica armature:



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.4.3. Proračun i dimenzioniranje grede G201 i G202

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G201** dimenzija **b/h = 25/25 cm**, greda **G202** dimenzija **b/h = 25/50 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G201 (savijanje oko slabije osi)
- Prilog 5. Dimenzioniranje grede G202 (savijanje oko jače osi)


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G201, G202		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

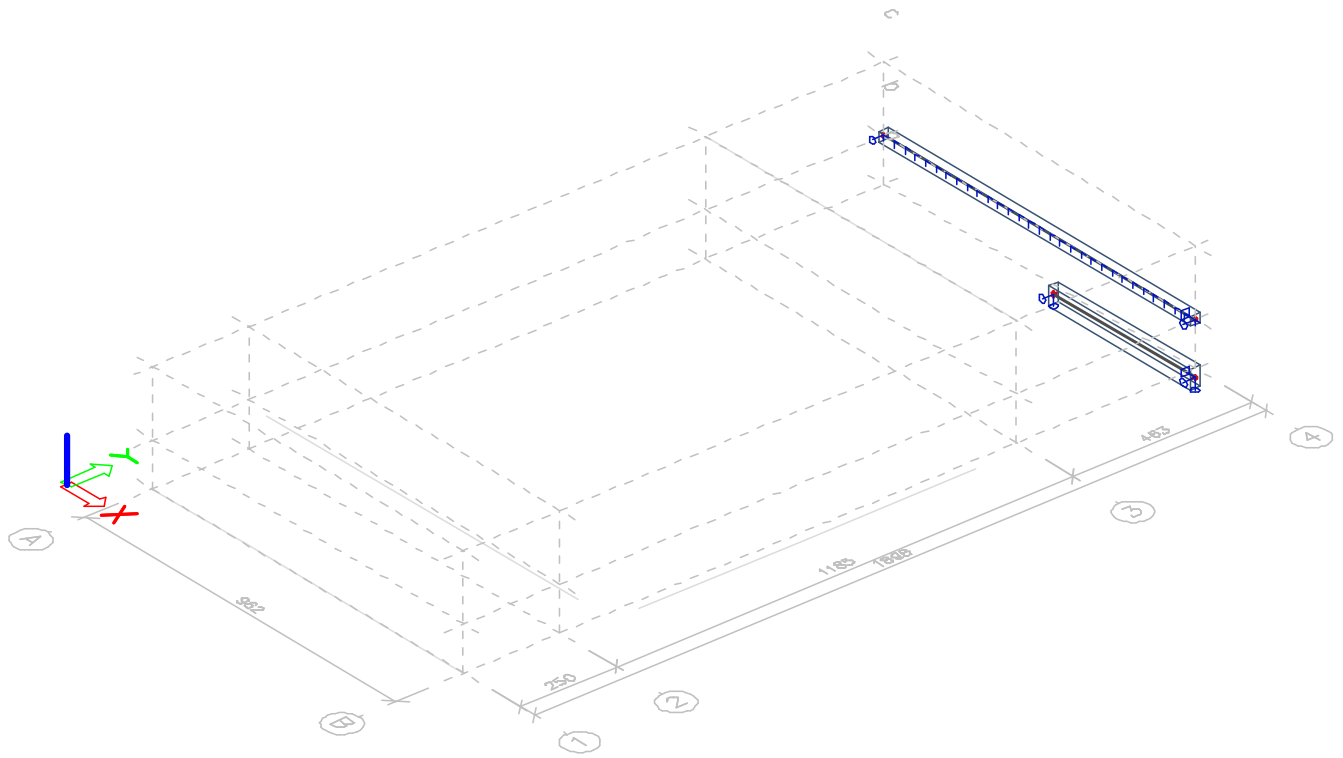
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

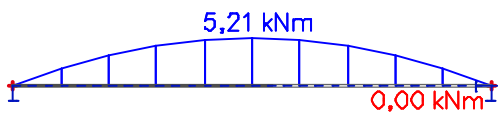
Prilog 2. Prikaz grede



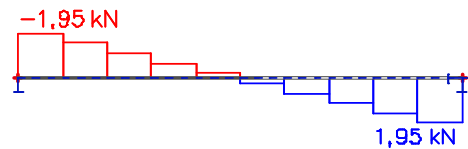
Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti

G201

M_z

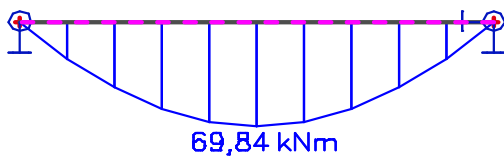


V_y

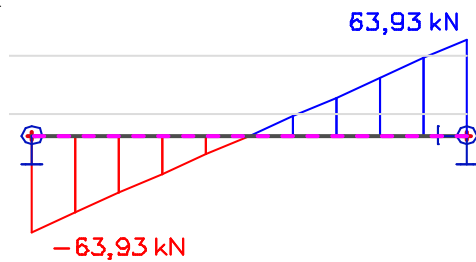



G202

M_y



V_z



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G201 (savijanje oko slabije osi)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	9,62	m	
visina grede	$h =$	25	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	625	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	21,4	cm	$d_2 = 3,6$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	5,21	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	1,95
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	1,95

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,023 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,982	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-1,1 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,052	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,57$ cm²


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	0,81	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	0,70	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	13,75	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	25	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 2 \phi 12 = 2,26$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju:		$A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) =$	0,00	cm ²	
Minimalna armatura n _a	1.)	$A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} =$	0,81	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,min} = 0.0013b_wd =$	0,70	cm ²	
Maksimalna armatura	1.)	$A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h =$	13,75	cm ²	!jerodavno!
	2.)	$A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h =$	25	cm ²	

Odabrana armatura za ležaj:	$A_{s,odabr} =$	2	φ	12 =	2,26 cm ²
-----------------------------	-----------------	---	---	------	----------------------

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c =$	0,12	$k = 1 + (200/d)^{1/2} =$	1,97	<	2,00
$A_{sl} =$	1	φ	12	=	1,13 cm ²
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) =$	0,0021	<	0,02		
$k_1 =$	0,15				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c =$	0	kN/cm ²	$v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} =$	0,5287	N/mm ²
$V_{Rd,c} =$	23368 N	= 23,4 kN	>	$(v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d =$	28288 N = 28,29 kN

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$z = 0.9d = 193 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 250055 \text{ N} = 250,06 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 28,29 \text{ kN} > V_{Ed} = 2 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 250 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!

6.2. Proračun poprečne armature


Pretpostavljaju se dvorezne spona

$m =$	2	φ	8	= 1,01	cm ²
$f_{yk} =$	500	N/mm ²	$f_{ywd} =$	434,78	N/mm ²

Proračun okomitih spona:

$$s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 518,2 \text{ cm}$$

Odabran razmak spona uz oslonac	$s_l =$	20,0 cm
---------------------------------	---------	---------

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,05 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,00087636$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 2,0 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 75,0 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 16,1 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 16,1 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2$$

Razmak spona uz oslonac

$$s_l = 20,0 \text{ cm}$$

$$\phi 8$$

Maksimalni razmak spona:

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

Odabiremo razmak vilica od 15 cm jer je mjerodavna manja vrijednosti!

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 12,50 \text{ cm} = 125,0 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 625,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 100,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 1,8$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} \quad - \text{zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;}$$

$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} \quad - \text{gdje je } k_h \text{ koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini } h_0.$$

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,963$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


$$\text{RH } 50 \%$$

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 5,15E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,65E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 11786$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 16,97$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 12,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 12,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 32552,08$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1} (d - y_{1g})^2 + A_{s2} (y_{1g} - d_2)^2) = 34364,57$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1} (d - y_{IIg}) \alpha_{e,0} - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) \alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 4,25$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 20,75$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 4674,553$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 37,29$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 19,98$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w / 3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1} (d - y_{1g})^2 + A_{s2} (y_{1g} - d_2)^2) = 38271,73$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2} (y_{1g} - d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1} (d - y_{IIg}) \alpha_{e,\infty} - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) \alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 6,21$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 18,79$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w / 3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2} (y_{IIg} - d_2)^2 = 11093,82$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2} (y_{IIg} - d_2) = 28,43$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 19,33$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 5 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 0,9 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 5,9 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 13,06 \text{ kN/cm}^2 = 130,60 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 755,21 \text{ kNm} \\ & = 7,55 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 16,72 \text{ kN/cm}^2 = 167,17 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 5,27 \text{ kNm} & \text{uz} & \psi_2 = 0,3 \\ & & & \text{(stanovi, uredi, trgovine do 50m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 12,06 \text{ kN/cm}^2 = 120,60 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 17,28 \text{ kN/cm}^2 = 172,82 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 0,73 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 312,50 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 2,26 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 0,73 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Grafični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 31,94 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 22,18 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 39,93 \text{ mm} & (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 13,1 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 7,6 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 6,92 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -6,508E-05 < 0,6 \sigma_s / E_s = 3,9E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 172,90 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0131$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 276,02 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,11 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,11 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 5,27 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 7,55 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 6,26 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 1,029E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 3,6E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 156,56 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0144$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 256,36 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,09 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,09 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 44,95$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 3,96$
 $f_3 = 310/s_s = 2,57$ } $f_3 = 2,57$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,004226 = 0,42 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

20 } omjer 20
 14 }

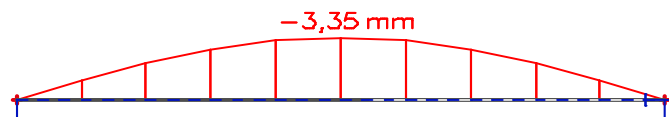
Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 51,41 > 44,95$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	


6.4.2. Prikaz progiba grede iz Scia-e



Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 962/250 = 3,85 \text{ cm}$ $>$ $u_{el} = 0,34 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

6.4.3. Dugotrajni progib

Uvjet: $u_{dop} = L/250 = 962/250 = 3,85 \text{ cm}$ $>$ $u=4*u_{el} = 1,3 \text{ cm}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 5. Dimenzioniranje grede G202 (savijanje oko jače osi)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	4,37	m		
visina grede	$h =$	50	cm		
širina grede	$b_w =$	25	cm		
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1250	cm ²		
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)	
statička visina presjeka:	$d =$	46,5	cm	$d_2 =$	3,5 cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm		
glavna armatura	$\phi_u =$	1,40	cm		

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

Parcijalni koeficijenti za materijale:

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y,polje} =$	69,84	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed,ležaj 1} =$	63,93
	$M_{Ed,y,ležaj 1} =$	0,00	kNm		$V_{Ed,ležaj 2} =$	63,93
	$M_{Ed,y,ležaj 2} =$	-	kNm			

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,065 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,962	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-2,2 %
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,099	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 %

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 3,59 \text{ cm}^2$


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,75	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d =$	1,51	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	27,5	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	50	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s,odabr} = 3 \phi 14 = 4,62 \text{ cm}^2$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,000 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,998 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,1 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,005 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,00 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_e

1.)	$A_{s1,min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} = 1,75 \text{ cm}^2$!jerodavno!
2.)	$A_{s1,min} = 0.0013 b_w d = 1,51 \text{ cm}^2$	

Maksimalna armatura

1.)	$A_{s1,max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h = 27,5 \text{ cm}^2$!jerodavno!
2.)	$A_{s1,max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h = 50 \text{ cm}^2$	

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 2 \phi 12 = 2,26 \text{ cm}^2$

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$\begin{aligned} C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c &= 0,12 & k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 1,66 < 2,00 \\ A_{sl} &= 1,5 \phi & &= 2,31 \text{ cm}^2 \\ \rho_1 = A_{sl} / (b_w d) &= 0,0020 < 0,02 \\ k_1 &= 0,15 \\ \sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c &= 0 \text{ kN/cm}^2 & v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0,4085 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = 41870 \text{ N} = 42 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 47484 \text{ N} = 47,48 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0 \quad z = 0.9d = 419 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 \quad \theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 543345 \text{ N} = 543,34 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 47,5 \text{ kN} < V_{Ed} = 64 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 543 \text{ kN}$$

Uvjet $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ NIJE zadovoljen!

Potrebno je proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi & &= 1,57 \text{ cm}^2 \\ f_{ywk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_1 = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 53,7 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_1 = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,64 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,0008764$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 71,7 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 72,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 63,9 \text{ kN} > 0.3 V_{Rd,max} = 163,0 \text{ kN}$$

$$< 0.6 V_{Rd,max} = 326,0 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.55d = 25,6 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 25,6 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2 \quad \text{Razmak spona uz oslonac} \quad s_l = 20,0 \text{ cm}$$

$$\phi 10 \quad \text{Maksimalni razmak spona:} \quad s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1250,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 150,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 2,2$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} \quad \text{- zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;}$$

$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} \quad \text{- gdje je } k_h \text{ koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini } h_0.$$

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,900$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,82E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,32E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm} / (1,0 + \varphi(\infty, t_0)) = 10313$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s / E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s / E_{c,eff} = 19,39$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 25,00$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 25,00$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 260416,7$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 24,80$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 25,20$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 276451,8$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 49,26$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 8,85$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 41,15$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 45758,22$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 161,67$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 43,55$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 24,32$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 25,68$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d - y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g} - d_2)^2) = 318255,5$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d - y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g} - d_2) = 45,98$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d - y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg} - d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 14,00$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 36,00$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg} - d_2)^2 = 122005,5$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d - y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg} - d_2) = 126,29$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d - y_{IIg} / 3 = 41,83$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

Moment savijanja od stalnog djelovanja: $M_g = 45$ kNm
 Moment savijanja od promjenjivog djelovanja: $M_q = 6$ kNm

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 M_q = 51 \text{ kNm}$$

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}z = 25,37 \text{ kN/cm}^2 = 253,72 \text{ N/mm}^2$$

Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku: $M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 3020,8$ kNcm
 $= 30,21$ kNm

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 15,03 \text{ kN/cm}^2 = 150,28 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$M_{Ed} = 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 46,80 \text{ kNm} \quad \text{uz} \quad \psi_2 = 0,3$$

(stanovi, uredi, trgovine do 50m², predvorja, balkoni, bolnice)

$$\sigma_s = M_{Ed}/A_{s1}z = 24,24 \text{ kN/cm}^2 = 242,36 \text{ N/mm}^2$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 15,64 \text{ kN/cm}^2 = 156,44 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,45 \text{ cm}^2$$

gdje je:

$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9$ N/mm ²	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 625,00$ cm ²	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50$ kN/cm ²	- naprezanje u čeliku.

$A_{s1,odabr} = 4,62 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,45 \text{ cm}^2$ **Zadovoljen uvjet minimalne armature.**


Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\phi^* = (\text{interpolacija}) = 19,76 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\phi = \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 28,23 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

$$\text{razmak} = 24,70 \text{ mm} \quad (\text{očitano})$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 25,4 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 30 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 13,72 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 25,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 5,696E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 7,6E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 342,89 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0135$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 244,80 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,19 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,19 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 46,8 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 30,21 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 8,75 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 12,00 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 25,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 7,223E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 7,3E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = b h_{c,ef} = 300,02 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0154$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 13,5 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 222,70 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,16 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,16 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 9,40$

Određivanje granične vitkosti:

$$\text{Korekcijski faktor: } \left. \begin{aligned} f_3 &= (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,29 \\ f_3 &= 310/s_s = 1,28 \end{aligned} \right\} f_3 = 1,28$$

$$\text{Koeficijent armiranja: } \rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,003971 = 0,40 \%$$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 20 \\ 14 \end{matrix} \right\}$ omjer $\left. \begin{matrix} 20 \end{matrix} \right\}$

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 25,58 > 9,40$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.4.2. Proračun progiba grede za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I: $1 / r_I = M_{Ed} / E_{cm} I_I = 5,6E-06$ 1/cm

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II: $z = d - y_{Ilg}/3 = 43,55$ cm

Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,3E-03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) = 3,4E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,649$

gdje je: $\beta = 1,0$ za kratkotrajno opterećenje

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 2,4E-05$ 1/cm

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja: $v_{k,t=0} = 5/48 L^2 1/r_m = 0,47$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=0} = 0,47 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 1,75 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I: $1 / r_I = M_{Ed} / E_{c,eff} I_I = 1,4E-05$ 1/cm

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II: $z = d - y_{Ilg}/3 = 41,83$ cm

Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II: $\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s = 1,2E-03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II: $1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) = 3,7E-05$ 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 = 0,792$

gdje je: $\beta = 0,5$ za dugotrajno opterećenje

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = 3,2E-05 \text{ 1/cm}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$$1/r_{csI} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_I) / I_I = 1,5E-06 \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{csII} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_{II}) / I_{II} = 1,1E-05 \text{ 1/cm}$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:


$$1/r_{csm} = (1 - \zeta) 1/r_{csI} + \zeta 1/r_{csII} = 8,8E-06 \text{ 1/cm}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_{tot} = 1/r_m + 1/r_{csm} = 4,1E-05$ 1/cm

Progib grede od dugotrajnog djelovanja: $v_{k,t=\infty} = 5/48 L^2 1/r_{tot} = 0,82$ cm

Uvjet:

$$v_{k,t=\infty} = 0,82 \text{ cm} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = 1,75 \text{ cm} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.4.4. Proračun i dimenzioniranje grede G203

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G203** dimenzija **b/h = 25/25 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G203 (savijanje oko slabije osi)


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G203		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

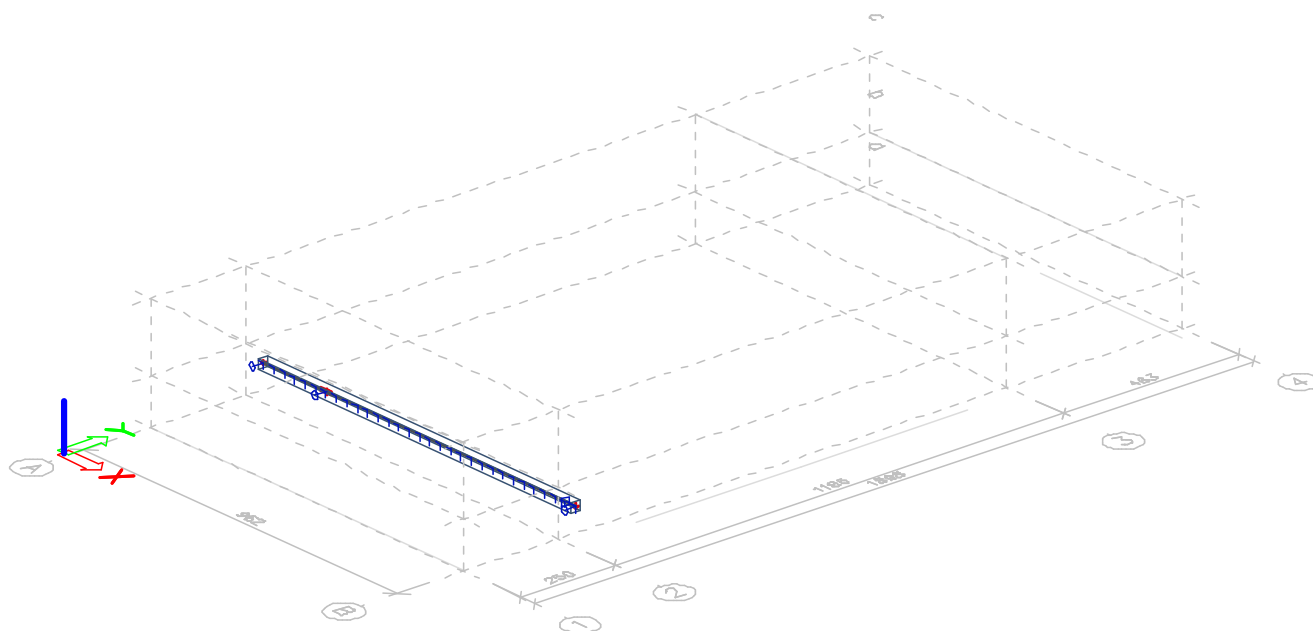
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

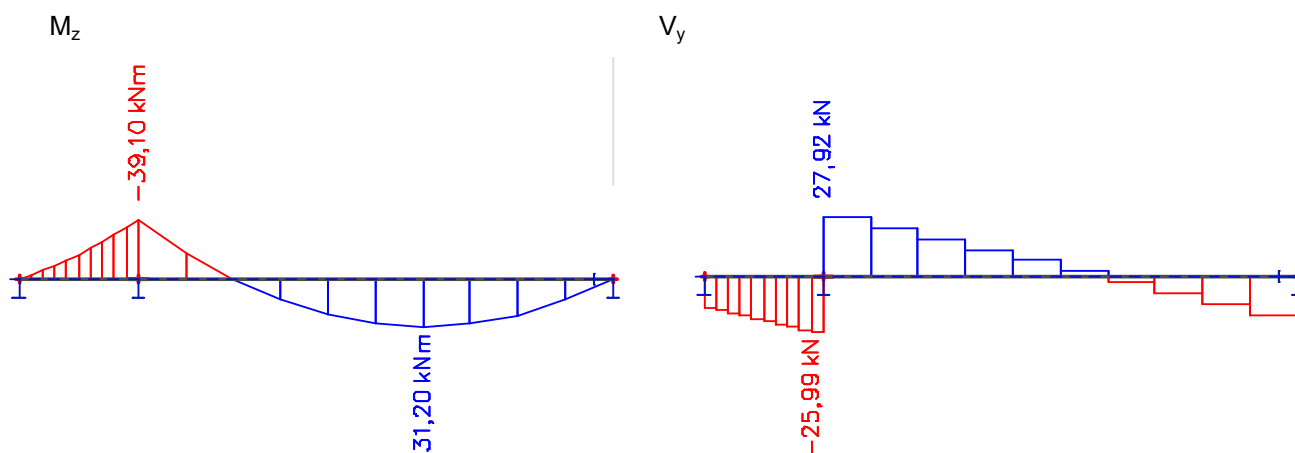
* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 2. Prikaz grede



Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G203 (savijanje oko slabije osi)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	7,69	m	
visina grede	$h =$	25	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	625	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	21,4	cm	$d_2 =$ 3,6 cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	31,20	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	27,92
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	39,10	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	27,92

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,136 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,923	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-3,5 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,184	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	15,5 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 3,63 \text{ cm}^2$


Minimalna armatura:

1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	0,81	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	0,70	cm ²	

Maksimalna armatura:

1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	13,75	cm ²	Mjerodavno
2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	25	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 3 \phi 16 = 6,03 \text{ cm}^2$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,171 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,903 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -3,5 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,233 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 11,5 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 4,65 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_a 1.) $A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} = 0,81 \text{ cm}^2$ /jerodavno!

2.) $A_{s1,min} = 0.0013b_wd = 0,70 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura 1.) $A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h = 13,75 \text{ cm}^2$ /jerodavno!

2.) $A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h = 25 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 3 \phi 16 = 6,03 \text{ cm}^2$

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0,12 \quad k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,97 < 2,00$$

$$A_{sl} = 1,5 \phi 16 = 3,01 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) = 0,0056 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0 \text{ kN/cm}^2 \quad v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,5287 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 32404 \text{ N} = 32,4 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 28288 \text{ N} = 28,29 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0 \quad z = 0.9d = 193 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528 \quad \theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 250055 \text{ N} = 250,06 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 32,40 \text{ kN} > V_{Ed} = 28 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 250 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ywd} = 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 36,2 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,05 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} V_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,00087636$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 27,9 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 75,0 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 16,1 \text{ cm} < 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 16,1 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$m = 2$ Razmak spona uz oslonac $s_l = 15,0 \text{ cm}$

$\phi 8$ Maksimalni razmak spona: $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabiremo razmak vilica od 15 cm jer je mjerodavna manja vrijednosti!

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 12,50 \text{ cm} = 125,0 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 625,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 100,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta puzanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 1,8$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,963$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:


Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37
RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 5,15E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,65E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm}/(1,0+\varphi(\infty,t_0)) = 11786$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s/E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s/E_{c,eff} = 16,97$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 12,50$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 12,50$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 32552,08$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 37385,38$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 6,11$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 18,89$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 10635,04$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 77,03$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 19,36$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 12,50$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 47804,46$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 0,00$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 8,30$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 16,70$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 24448,8$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 50,69$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 18,63$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 10 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 14 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 11,99 \text{ kN/cm}^2 = 119,93 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 755,21 \text{ kNm} \\ & = 7,55 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 6,47 \text{ kN/cm}^2 = 64,69 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 11,20 \text{ kNm} & \text{uz} & \psi_2 = 0,3 \\ & & & \text{(stanovi, uredi, trgovine do } 50\text{m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 9,97 \text{ kN/cm}^2 = 99,69 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 6,72 \text{ kN/cm}^2 = 67,22 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 0,73 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 312,50 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 6,03 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 0,73 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 34,03 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 23,63 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 42,54 \text{ mm} & (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 12,0 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 7,6 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 6,30 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 3,198E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 3,6E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = b h_{c,ef} = 157,41 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0383$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c + \phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 139,02 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,05 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,05 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 11,20 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 7,55 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 5,57 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 3.) $h/2 = 12,50 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 2,661E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 3,0E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 139,20 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0433$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 130,80 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,04 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,04 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 35,93$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,66$
 $f_3 = 310/s_s = 3,11$ } $f_3 = 1,66$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,011269 = 1,13 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 26 \\ 18 \end{matrix} \right\}$ omjer $\left. \begin{matrix} 26 \\ 18 \end{matrix} \right\} 22$

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 36,51 > 35,93$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.4.2. Proračun progiba grede za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:	$1 / r_I = M_{Ed} / E_{cm} I_I =$	1,1E-05 1/cm
Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:	$z = d - y_{Ilg}/3 =$	19,36 cm
Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II:	$\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s =$	6,0E-04
Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:	$1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) =$	3,9E-05 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 =$ **0,709**
gdje je: $\beta =$ **1,0** za kratkotrajno opterećenje

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} =$ **3,1E-05** 1/cm

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja: $v_{k,t=0} = 5/48 L^2 1/r_m =$ **1,92** cm

Uvjet:

$$v_{k,t=0} = \mathbf{1,92 \text{ cm}} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = \mathbf{3,08 \text{ cm}} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

6.4.3. Proračun progiba grede za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:	$1 / r_I = M_{Ed} / E_{c,eff} I_I =$	2,0E-05 1/cm
Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:	$z = d - y_{Ilg}/3 =$	18,63 cm
Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II:	$\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s =$	5,0E-04
Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:	$1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) =$	3,8E-05 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 =$ **0,773**
gdje je: $\beta =$ **0,5** za dugotrajno opterećenje

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = \mathbf{3,4E-05} \text{ 1/cm}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$$1/r_{csI} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_I) / I_I = \mathbf{0,0E+00} \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{csII} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_{II}) / I_{II} = \mathbf{2,0E-05} \text{ 1/cm}$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:


$$1/r_{csm} = (1 - \zeta) 1/r_{csI} + \zeta 1/r_{csII} = \mathbf{1,5E-05} \text{ 1/cm}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_{tot} = 1/r_m + 1/r_{csm} =$ **4,9E-05** 1/cm

Progib grede od dugotrajnog djelovanja: $v_{k,t=\infty} = 5/48 L^2 1/r_{tot} =$ **3,03** cm

Uvjet:

$$v_{k,t=\infty} = \mathbf{3,03 \text{ cm}} < v_{lim} = L_{eff} / 250 = \mathbf{3,08 \text{ cm}} \quad \text{Uvjet je zadovoljen.}$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.4.5. Proračun i dimenzioniranje grede G204

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G204** dimenzija **b/h = 25/50 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G204 (savijanje oko jače osi)


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G204		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

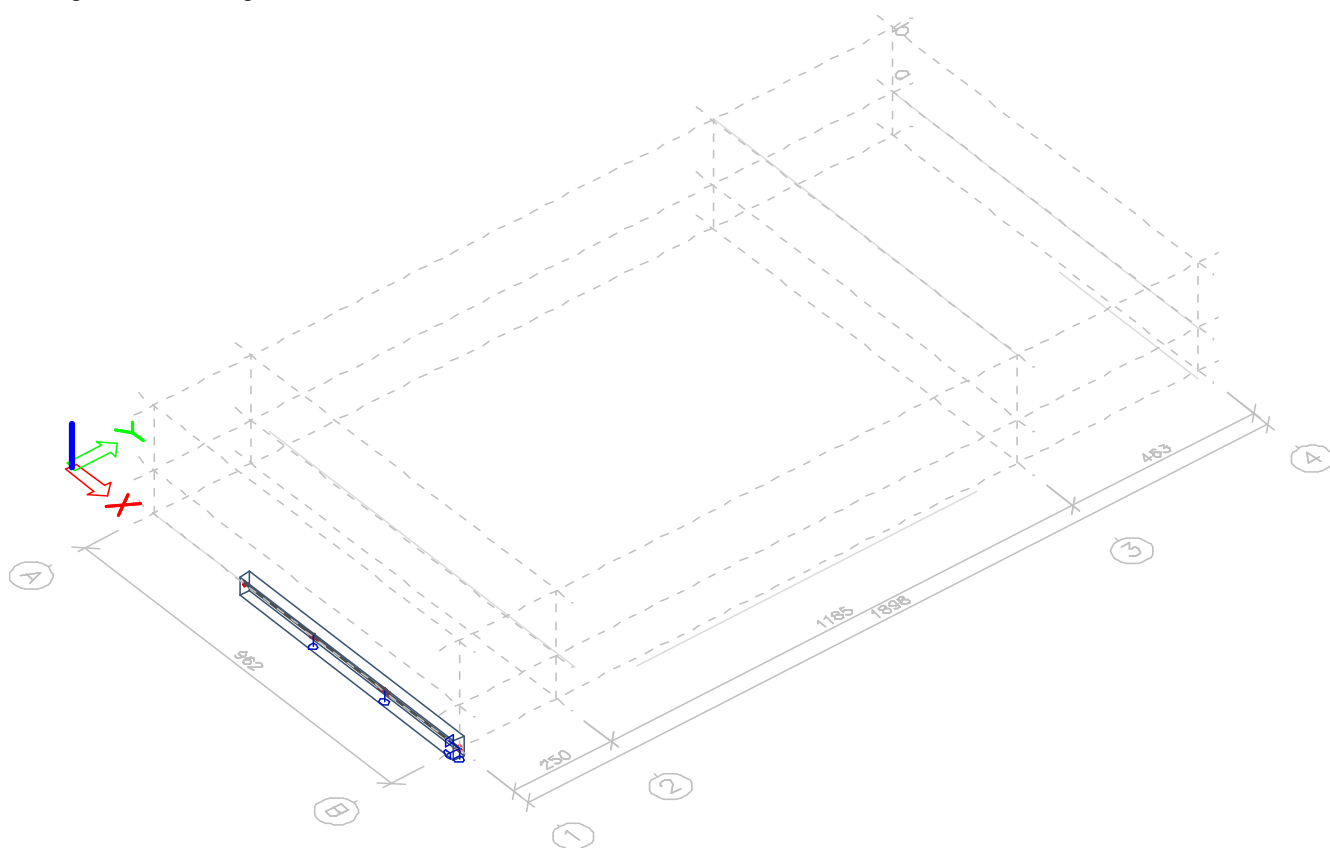
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature

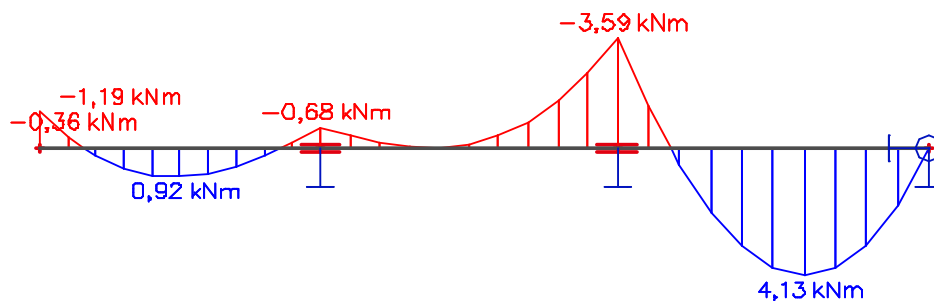
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 2. Prikaz grede

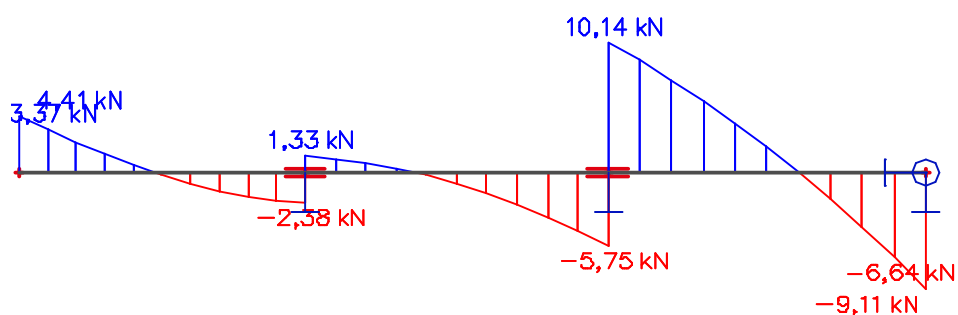



Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti

M_y



V_z



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G204 (savijanje oko jače osi)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	2,36	m	
visina grede	$h =$	50	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1250	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	46,4	cm	$d_2 = 3,6$ cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	4,13	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	10,14
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	3,59	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	10,14

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,004 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:


koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,993	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-0,4 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,02	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,21$ cm²

Minimalna armatura:	1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,75	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1,51	cm ²	

Maksimalna armatura:	1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	27,5	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	50	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 2 \phi 14 = 3,08$ cm²

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,003 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,993 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -0,4 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,02 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 20,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 0,18 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_a 1.) $A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} = 1,75 \text{ cm}^2$ /jerodavno!

2.) $A_{s1,min} = 0.0013b_wd = 1,51 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura 1.) $A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h = 27,5 \text{ cm}^2$ /jerodavno!

2.) $A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h = 50 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 2 \phi 12 = 2,26 \text{ cm}^2$

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0,12 \quad k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,66 < 2,00$$

$$A_{sl} = 1 \phi 14 = 1,54 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) = 0,0013 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0 \text{ kN/cm}^2 \quad v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,4087 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 36540 \text{ N} = 36,5 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 47412 \text{ N} = 47,41 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$z = 0.9d = 418 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 542176 \text{ N} = 542,18 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 47,41 \text{ kN} > V_{Ed} = 10 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 542 \text{ kN}$$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebno proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 8 = 1,01 \text{ cm}^2 \\ f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 & f_{ywd} &= 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 216,1 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,05 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,00087636$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 45,9 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 46,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 10,1 \text{ kN} < 0.3 V_{Rd,max} = 162,7 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 34,8 \text{ cm} > 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabrana poprečna armatura:

$m = 2$ Razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

$\phi 8$ Maksimalni razmak spona: $s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$

Odabiremo razmak vilica od 15 cm jer je mjerodavna manja vrijednosti!

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1250,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 150,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%): $\varphi(\infty, t_0) = 1,8$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se: $k_h = 0,900$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:


Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37
RH 50 %

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,82E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,32E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm}/(1,0+\varphi(\infty,t_0)) = 11786$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s/E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s/E_{c,eff} = 16,97$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 25,00$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 25,00$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 260416,67$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 24,93$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 25,07$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 272781,7$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 17,10$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 7,36$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 42,64$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 31908,6$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 111,65$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 43,95$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 24,79$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 25,21$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 299397,7$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = 16,36$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{IIg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{IIg}-d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{IIg}^2/2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{IIg} = 11,14$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{II d} = 38,86$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{IIg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d-y_{IIg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{IIg}-d_2)^2 = 78495,48$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{IIg}) - A_{s2}(y_{IIg}-d_2) = 91,45$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{IIg}/3 = 42,69$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 2 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 1 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 3 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 2,22 \text{ kN/cm}^2 = 22,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 3020,83 \text{ kNm} \\ & = 30,21 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 22,34 \text{ kN/cm}^2 = 223,38 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 2,30 \text{ kNm} & \text{uz} & \psi_2 = 0,3 \\ & & & \text{(stanovi, uredi, trgovine do } 50\text{m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}z = 1,75 \text{ kN/cm}^2 = 17,51 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}z = 23,00 \text{ kN/cm}^2 = 229,98 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,45 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 625,00 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 3,08 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,45 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 42,25 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 58,68 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 52,81 \text{ mm} & (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 2,2 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 30,2 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 14,21 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 25,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -9,465E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 6,7E-05$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 355,35 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0087$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 382,11 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,03 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,03 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 2,30 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 30,21 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 12,95 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 25,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = -6,212E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 5,3E-05$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 323,82 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0095$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 354,23 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,02 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,02 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 5,09$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 14,93$
 $f_3 = 310/s_s = 17,70$ } $f_3 = 14,93$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,002653 = 0,27 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

26 } omjer 26
 18 }

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 388,08 > 5,09$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

2.4.6. Proračun i dimenzioniranje grede G205

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- greda **G205** dimenzija **b/h = 25/50 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje greda provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz grede
- Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti
- Prilog 4. Dimenzioniranje grede G205 (savijanje oko jače osi)


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

G205		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

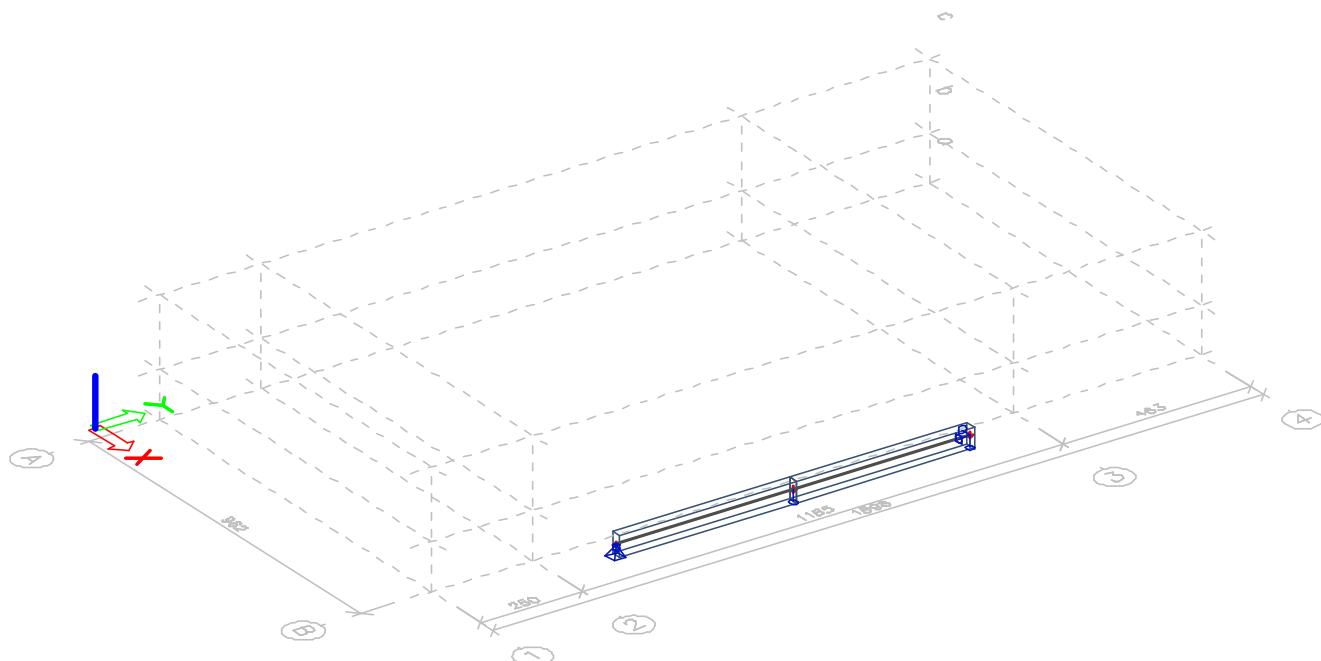
Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

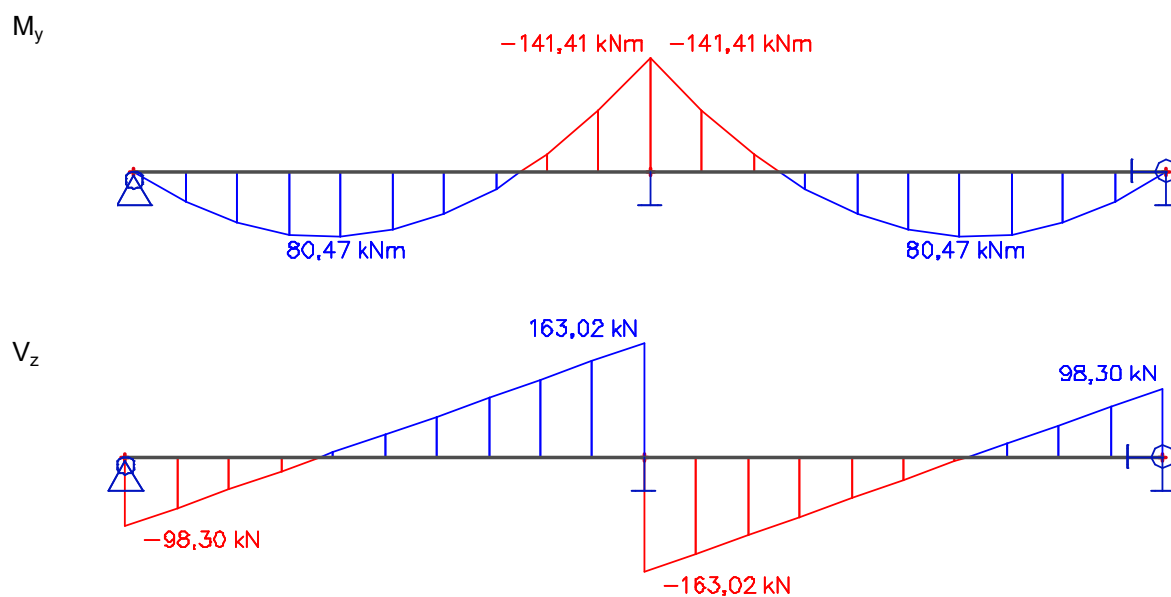
* geom.ele - radi se o pločastom konstruktivnom elementu kod kojeg izvedba nema utjecaja na položaj armature


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 2. Prikaz grede



Prilog 3. Prikaz mjerodavnih unutarnjih sila u gredi za anvelopu graničnog stanja nosivosti



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Prilog 4. Dimenzioniranje grede G204 (savijanje oko jače osi)

1. GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

duljina grede	$l =$	4,37	m	
visina grede	$h =$	50	cm	
širina grede	$b_w =$	25	cm	
površina pop.presjeka:	$A_c =$	1250	cm ²	
zaštitni sloj betona	$c =$	2,0	cm	(za XC1)
statička visina presjeka:	$d =$	46,4	cm	$d_2 =$ 3,6 cm
vilice	$\phi_v =$	0,8	cm	
glavna armatura	$\phi_u =$	1,60	cm	

2. MATERIJAL

BETON	C30/37		ČELIK	B500B	
$f_{ck} =$	30	N/mm ²	$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²	$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²	$E_s =$	200000	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²			

3. PARCIJALNI KOEFICIJENT ZA MATERIJAL:

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\gamma_s = 1,15$$

4. REZNE SILE

Momenti savijanja:	$M_{Ed,y, polje} =$	80,47	kNm	Poprečne sile:	$V_{Ed, ležaj 1} =$	163,02
	$M_{Ed,y, ležaj 1} =$	141,41	kNm		$V_{Ed, ležaj 2} =$	163,02

5. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

5.1. Dimenzioniranje na savijanje

Polje:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,075 < \mu_{Rd, lim} = 0,296$$

očitano:


koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta =$	0,957	deformacija betona $\epsilon_{c2} =$	-2,5 ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi =$	0,111	deformacija čelika $\epsilon_{s1} =$	20,0 ‰

Potrebna ploština armature u polju: $A_{s1, rqd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 4,17 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura:	1.)	$A_{s1, min} = 0.26 f_{ctm} b_w d / f_{yk} =$	1,75	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, min} = 0.0013 b_w d =$	1,51	cm ²	

Maksimalna armatura:	1.)	$A_{s1, max} = 0.022 A_c = 0.22 b_w h =$	27,5	cm ²	Mjerodavno
	2.)	$A_{s1, max} = 0.04 A_c = 0.04 b_w h =$	50	cm ²	

Odabrana armatura za polje: $A_{s, odabr} = 3 \phi 14 = 4,62 \text{ cm}^2$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Ležaj:

$$\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b_w d^2 f_{cd}) = 0,131 < \mu_{Rd,lim} = 0,296$$

očitano:

$$\begin{aligned} \text{koeficijent kraka unutrašnjih sila } \zeta &= 0,925 & \text{deformacija betona } \varepsilon_{c2} &= -3,5 \% \\ \text{koeficijent položaja neutralne osi } \xi &= 0,179 & \text{deformacija čelika } \varepsilon_{s1} &= 16,0 \% \end{aligned}$$

Potrebna ploština armature na ležaju: $A_{s1,rd} = M_{Ed} / (\zeta d f_{yd}) = 7,58 \text{ cm}^2$

Minimalna armatura n_a 1.) $A_{s1,min} = 0.26f_{ctm}b_wd/f_{yk} = 1,75 \text{ cm}^2$ /jerodavno!

2.) $A_{s1,min} = 0.0013b_wd = 1,51 \text{ cm}^2$

Maksimalna armatura 1.) $A_{s1,max} = 0.022A_c = 0.22 b_w h = 27,5 \text{ cm}^2$ /jerodavno!

2.) $A_{s1,max} = 0.04A_c = 0.04b_w h = 50 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura za ležaj: $A_{s,odabr} = 4 \phi 16 = 8,04 \text{ cm}^2$

6.1 DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

6.1. Nosivost grede na poprečne sile bez poprečne armature

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c = 0,12 \quad k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1,66 < 2,00$$

$$A_{sl} = 1,5 \phi 14 = 2,31 \text{ cm}^2$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w d) = 0,0020 < 0,02$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c = 0 \text{ kN/cm}^2 \quad v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,4087 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = 41828 \text{ N} = 41,8 \text{ kN} > (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = 47412 \text{ N} = 47,41 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

$$z = 0.9d = 418 \text{ mm}$$

$$v_1 = 0.6(1 - (f_{ck}/250)) = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 542176 \text{ N} = 542,18 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 47,41 \text{ kN} < V_{Ed} = 163 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 542 \text{ kN}$$

Uvjet $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ NIJE zadovoljen!

Potrebno je proračunati armaturu za preuzimanje posmičnih naprezanja od poprečnih sila!


6.2. Proračun poprečne armature

Pretpostavljaju se dvorezne spona

$$\begin{aligned} m &= 2 \phi 10 = 1,57 \text{ cm}^2 \\ f_{yk} &= 500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ywd} = 434,78 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Proračun okomitih spona: $s_l = A_{sw} z f_{ywd} \cot \theta / V_{Ed} = 21,0 \text{ cm}$

Odabran razmak spona uz oslonac $s_l = 20,0 \text{ cm}$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Uvjet:

$$A_{sw,max} f_{ywd} \cot \Theta / (b_w s) = 1,64 \text{ Nmm}^2 < 0.5 \alpha_{cw} v_1 f_{cd} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

Uvjet je zadovoljen.

6.3. Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak spona)

1) Uvjet minimalne poprečne armature (EN 1992-1-1)

$$\rho_{w,min} = 0.08 f_{ck}^{1/2} / f_{yk} = 0,00087636$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 71,7 \text{ cm}$$

2.) Uvjet minimalne poprečne armature (Hrvatski nacionalni dodatak)

$$\rho_{w,min} = 0.15 (f_{ct,m} / f_{yk}) = 0,00087 \quad \text{za} \quad C30/37 \quad B500B$$

$$s_{l,max} = A_{sw} / (\rho_{w,min} b_w) = 72,2 \text{ cm}$$

3.) Uvjet najvećeg uzdužnog razmaka spona s obzirom na vrijednost proračunske poprečne sile

$$V_{Ed} = 163,0 \text{ kN} > 0.3 V_{Rd,max} = 162,7 \text{ kN}$$

$$s_{l,max} = 0.75d = 34,8 \text{ cm} > 30,0 \text{ cm} \rightarrow s_{l,max} = 30,0 \text{ cm}$$

Mjerodavni najveći razmak spona

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

Odabrana poprečna armatura:

$$m = 2$$

Razmak spona uz oslonac

$$s_l = 15,0 \text{ cm}$$

$$\phi 10$$

Maksimalni razmak spona:

$$s_{l,max} = 20,0 \text{ cm}$$

Odabiremo razmak vilica od 15 cm jer je mjerodavna manja vrijednosti!

6. DIMENZIONIRANJE OBZIROM NA GRANIČNO STANJE UPORABIVOSTI

6.1. Proračun karakteristika materijala i poprečnog presjeka

Srednji polumjer presjeka $h_0 = 2A_c / u = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

$$A_c = b_w h = 1250,0 \text{ cm}^2$$

Opseg presjeka izloženog zraku $u = 2b_w + 2h = 150,00 \text{ cm}^2$

Konačna vrijednost koeficijenta pužanja za suhe uvjete okoliša (RH=50%):

$$\varphi(\infty, t_0) = 2$$

Konačna vrijednost deformacije od skupljanja:

$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty}$ - zbroj deformacije skupljanja zbog susenja i deformacije autogenog skupljanja;

$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$ - gdje je k_h koeficijent koji ovisi o zamjenskoj veličini h_0 .

Linearnom interpolacijom za izračunati h_0 dobiva se:

$$k_h = 0,900$$

Nazivna vrijednost slobodnog skupljanja pri sušenju $\epsilon_{cd,0}$ za beton s cementom CEM razreda N:

Očitano: $\epsilon_{cd,0} = 0,000535$ za: C30/37


$$RH 50 \%$$

Slijedi: $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0} = 4,82E-04$

$$\epsilon_{ca,\infty} = 2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = 5,00E-05$$

Konačna vrijednost relativne deformacije od skupljanja:

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = 5,32E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

Za razred betona **C30/37** $E_{cm} = 33000$ N/mm²
 i čelik **B500B**

vrijedi: $E_{c,eff} = E_{cm}/(1,0+\varphi(\infty,t_0)) = 11000$ N/mm²
 $\alpha_{e,0} = E_s/E_{cm} = 6,06$
 $\alpha_{e,\infty} = E_s/E_{c,eff} = 18,18$

Težište i moment tromosti poprečnog presjeka (samo beton bez armature):

$y_{0d} = h / 2 = 25,00$ cm
 $y_{0g} = y_{0d} = 25,00$ cm
 $I_0 = b_w h^3 / 12 = 260416,67$ cm⁴

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = 0

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):

$y_{1d} = 25,28$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 24,72$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,0} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 289638,9$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = -69,67$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{1lg})\alpha_{e,0} - A_{s2}(y_{1lg}-d_2)\alpha_{e,0} - b_w y_{1lg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{1lg} = 8,21$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{1ld} = 41,79$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{1lg}^3 + \alpha_{e,0} A_{s1} (d-y_{1lg})^2 + (\alpha_{e,0} - 1) A_{s2}(y_{1lg}-d_2)^2 = 46275,96$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{1lg}) - A_{s2}(y_{1lg}-d_2) = 139,17$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{1lg}/3 = 43,66$ cm krak unutarnjih sila

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka za t = ∞

Stanje naprezanja I (neraspucali poprečni presjek):


$y_{1d} = 25,86$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $y_{1g} = 24,14$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $I_I = b_w/3 (y_{1d}^3 + y_{1g}^3) + (\alpha_{e,\infty} - 1) (A_{s1}(d-y_{1g})^2 + A_{s2}(y_{1g}-d_2)^2) = 358908,1$ cm⁴
 $S_I = A_{s1} (d-y_{1g}) - A_{s2}(y_{1g}-d_2) = -62,39$ cm³ statički moment ploštine armaure

Stanje naprezanja II (raspucali poprečni presjek):

Iz uvjeta $\Sigma S_{idx} = 0$ slijedi: $A_{s1}(d-y_{1lg})\alpha_{e,\infty} - A_{s2}(y_{1lg}-d_2)\alpha_{e,\infty} - b_w y_{1lg}^2 / 2 = 0$

Rješenje kvadratne jednadžbe:

$y_{1lg} = 11,73$ cm udaljenost težišta presjeka od gornjeg ruba presjeka
 $y_{1ld} = 38,27$ cm udaljenost težišta presjeka od donjeg ruba presjeka
 $I_{II} = b_w/3 y_{1lg}^3 + \alpha_{e,\infty} A_{s1} (d-y_{1lg})^2 + (\alpha_{e,\infty} - 1) A_{s2}(y_{1lg}-d_2)^2 = 123455,2$ cm⁴
 $S_{II} = A_{s1} (d-y_{1lg}) - A_{s2}(y_{1lg}-d_2) = 94,64$ cm³ statički moment ploštine armaure
 $z = d-y_{1lg}/3 = 42,49$ cm krak unutarnjih sila

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.2. Momenti savijanja i naprezanja u presjeku na mjestu maksimalnog momenta savijanja

$$\begin{aligned} \text{Moment savijanja od stalnog djelovanja:} & M_g = 50 \text{ kNm} \\ \text{Moment savijanja od promjenjivog djelovanja:} & M_q = 8 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 M_q = 58 \text{ kNm} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 28,78 \text{ kN/cm}^2 = 287,79 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Moment pri pojavi prve pukotine u poprečnom presjeku:} & M_{cr} = f_{ctm} I_0 / y_{0d} = 3020,83 \text{ kNm} \\ & = 30,21 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 14,99 \text{ kN/cm}^2 = 149,89 \text{ N/mm}^2$$

Moment savijanja i naprezanje u vlačnoj armaturi za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$):

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= 1,0 M_g + 1,0 \psi_2 M_q = 52,40 \text{ kNm} & \text{uz} & \psi_2 = 0,3 \\ & & & \text{(stanovi, uredi, trgovine do } 50\text{m}^2, \text{ predvorja, balkoni, bolnice)} \\ \sigma_s &= M_{Ed}/A_{s1}Z = 26,72 \text{ kN/cm}^2 = 267,18 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Naprezanje u vlačnoj armaturi na mjestu pojave prve pukotine za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

$$\sigma_{sr} = M_{cr}/A_{s1}Z = 15,40 \text{ kN/cm}^2 = 154,03 \text{ N/mm}^2$$

6.3. Proračun s obzirom na ograničenje širina pukotina

6.3.1. Minimalna ploština armature za ograničenje širine pukotina

Minimalna armatura za ograničenje širine pukotina dana je sljedećim izrazom:

$$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s = 1,45 \text{ cm}^2$$

gdje je:


$k_c = 0,4$	- za naprezanje izazvano čistim savijanjem;
$k = 1,0$	- koeficijent za učinak nejednolikih samouravnoteženih naprezanja;
$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$	- vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine;
$A_{ct} = 625,00 \text{ cm}^2$	- ploština vlačnog dijela betona prije pojave prve pukotine;
$\sigma_s = f_{yk} = 50 \text{ kN/cm}^2$	- naprezanje u čeliku.

$$A_{s1,odabr} = 4,62 \text{ cm}^2 > A_{s,min} = 1,45 \text{ cm}^2 \quad \text{Zadovoljen uvjet minimalne armature.}$$

Granični promjer šipke armature i razmak šipke armature:

$$\begin{aligned} \phi^* &= (\text{interpolacija}) = 17,28 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \phi &= \phi^* (f_{ct,eff}/2,9)(k_c h_{cr}/(2h-2d)) = 24,00 \text{ mm} & (\text{očitano}) \\ \text{razmak} &= 21,60 \text{ mm} & (\text{očitano}) \end{aligned}$$

Odabrana armatura NE zadovoljava uvjet graničnog promjera šipke armature i ZADOVOLJAVA uvjet razmaka između šipki armature. **Potrebno je provesti proračun širine pukotina.**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.3.2. Proračun širina pukotina za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Uvjet: $M_{Ed} = 28,8 \text{ kNm}$ < $M_{cr} = 30,2 \text{ kNm}$ **Ne dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Određivanje visine sudjelujuće vlačne ploštine presjeka, $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 13,93 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 25,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,0} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 7,299E-04 < 0,6 \sigma_s / E_s = 8,6E-04$$

gdje je: $k_t = 0,6$ - za kratkotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 348,21 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0,0133$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 273,20 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=0} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,24 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=0} = 0,24 \text{ mm}$ < $w_g = 0,40 \text{ mm}$ **Uvjet je zadovoljen.**
Širina pukotina za kratkotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.3.3. Proračun širina pukotina za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Uvjet:

$M_{Ed} = 52,40 \text{ kNm}$ > $M_{cr} = 30,21 \text{ kNm}$ **Dolazi do pojave pukotina.**

Granična širina pukotina: $w_{max} = 0,4 \text{ mm}$


Određivanje $h_{c,ef}$:

- 1.) $2,5(h-d) = 9 \text{ cm}$ **Mjerodavno!**
- 2.) $(h-y_{IIg})/3 = 12,76 \text{ cm}$
- 3.) $h/2 = 25,00 \text{ cm}$

Određivanje razlike srednjih relativnih deformacija čelika i betona:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = (\sigma_s - (k_t f_{ct,eff} / \rho_{p,eff}) * (1 + \alpha_{e,\infty} \rho_{p,eff})) / E_s \geq 0,6 \sigma_s / E_s$$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 8,298E-04 > 0,6 \sigma_s / E_s = 8,0E-04$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

gdje je: $k_t = 0,4$ - za dugotrajno opterećenje;
 $A_{c,eff} = bh_{c,ef} = 318,89 \text{ cm}^2$ - sudjelujuća vlačna ploština presjeka;
 $\rho_{p,eff} = A_s/A_{c,eff} = 0,0145$ - koeficijent armiranja mekom (nenapetom) armaturom;

Razmak glavne armature manji je od $s < 5(c+\phi/2) = 14,0 \text{ cm}$
 pa vrijedi izraz: $s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 255,92 \text{ mm}$

gdje je: $k_1 = 0,8$ - za rebrastu armaturu;
 $k_2 = 0,5$ - za savijanje presjeka male debljine;
 $k_3 = 3,4$ - prema preporuci iz Eurokoda 2;
 $k_4 = 0,425$ - prema preporuci iz Eurokoda 2.

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_{k,t=\infty} = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 0,21 \text{ mm}$$

Uvjet: $w_{k,t=\infty} = 0,21 \text{ mm} < w_g = 0,40 \text{ mm}$ Uvjet je zadovoljen.
 Širina pukotina za dugotrajno djelovanje je manja od granične širine pukotina.

6.4. Proračun progiba grede

6.4.1. Provjera potreba proračuna progiba:

Vitkost elementa $L/d = 9,42$

Određivanje granične vitkosti:

Korekcijski faktor: $f_3 = (500/f_{yk})(A_{s,prov}/A_{s,req}) = 1,11$
 $f_3 = 310/s_s = 1,16$ } $f_3 = 1,11$

Koeficijent armiranja: $\rho = A_{s,prov}/(b_w d) = 0,003979 = 0,40 \%$

Granični omjeri L_{eff}/d za:


- slabo naprezan beton $\rho < 0,5\%$
- jako naprezan beton $\rho > 1,5\%$

$\left. \begin{matrix} 26 \\ 18 \end{matrix} \right\}$ omjer 26

Granična vitkost (interpolacija):

$$(L/d)_{lim} = 28,79 > 9,42$$

Zadovoljeno je granično stanje progiba.
 Nije potrebno provesti proračun progiba.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

6.4.2. Proračun progiba grede za kratkotrajno djelovanje ($t = 0$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:	$1 / r_I = M_{Ed} / E_{cm} I_I =$	6,1E-06 1/cm
Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:	$z = d - y_{Ilg} / 3 =$	43,66 cm
Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II:	$\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s =$	1,4E-03
Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:	$1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) =$	3,8E-05 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 =$ **0,729**
 gdje je: $\beta =$ **1,0** za kratkotrajno opterećenje

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} =$ **2,9E-05** 1/cm

Progib grede od kratkotrajnog djelovanja: $v_{k,t=0} = 5/48 L^2 1/r_m =$ **0,58** cm

Uvjet:

$v_{k,t=0} =$ **0,58 cm** < $v_{lim} = L_{eff} / 250 =$ **1,75 cm** Uvjet je zadovoljen.

6.4.3. Proračun progiba grede za dugotrajno djelovanje ($t = \infty$)

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:	$1 / r_I = M_{Ed} / E_{c,eff} I_I =$	1,3E-05 1/cm
Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:	$z = d - y_{Ilg} / 3 =$	42,49 cm
Naprezanje i rel. deformacija armature za stanje naprezanja II:	$\epsilon_{s1} = \sigma_s / E_s =$	1,3E-03
Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:	$1 / r_{II} = \epsilon_{s1} / (d - y_{Ilg}) =$	3,9E-05 1/cm

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti: $\zeta = 1 - \beta(\sigma_{sr}/\sigma_s)^2 =$ **0,834**
 gdje je: $\beta =$ **0,5** za dugotrajno opterećenje

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od opterećenja i puzanja betona:

$$1/r_m = (1 - \zeta) 1/r_I + \zeta 1/r_{II} = \mathbf{3,4E-05} \text{ 1/cm}$$

Zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$$1/r_{csI} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_I) / I_I = \mathbf{-1,7E-06} \text{ 1/cm}$$

$$1/r_{csII} = (\epsilon_{cs\infty} \alpha_{e\infty} S_{II}) / I_{II} = \mathbf{7,4E-06} \text{ 1/cm}$$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:


$$1/r_{csm} = (1 - \zeta) 1/r_{csI} + \zeta 1/r_{csII} = \mathbf{5,9E-06} \text{ 1/cm}$$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede: $1/r_{tot} = 1/r_m + 1/r_{csm} =$ **4,0E-05** 1/cm

Progib grede od dugotrajnog djelovanja: $v_{k,t=\infty} = 5/48 L^2 1/r_{tot} =$ **0,80** cm

Uvjet:

$v_{k,t=\infty} =$ **0,80 cm** < $v_{lim} = L_{eff} / 250 =$ **1,75 cm** Uvjet je zadovoljen.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.4.7. Proračun i dimenzioniranje omeđenog zida

PRILOZI

- Prilog 1. Odabir materijala i proračun mehaničkih svojstva
 Prilog 2. Propisi za zidanje konstrukcije otporne na potresno djelovanje
 Prilog 3. Dokaz najopterećenijeg zida

Prilog 1. Odabir materijala i proračun mehaničkih svojstva

1. GEOMETRIJA OPEKE

Za potresno područje, debljina zida je preporučena iz tablice, stoga je odabrana debljina $t = 25 \text{ cm}$.

Tip zida	$t_{et, min}$ (mm)	$(h_{et}/t_{et})_{max}$	$(l/h)_{min}$
Nearmirano sa zidnim elementima od prirodnog kamena	350	9	0,5
Nearmirano sa svim drugim tipovima zidnih elemenata	240	12	0,4
Nearmirano sa svim drugim tipovima zidnih elemenata za malu seizmičnost	170	15	0,35
Omeđeno zide	240	15	0,3
Armirano zide	240	15	nema ograničenja

Upotrijebljeni simboli imaju sljedeće značenje:
 t_{et} debljina zida (vidjeti normu EN 1996-1-1:2004)
 h_{et} proračunska visina zida (vidjeti normu EN 1996-1-1:2004)
 h veća svjetla visina otvora uz zid
 l duljina zida


Proračun je napravljen za opeku za **nosive zidove** marke **POROTHERM 25 S P+E**.

Koristiti odabranu opeku ili opeku s istim mehaničkim karakteristikama.

$$\begin{aligned}
 d \text{ (duljina)} &= 375 \text{ mm} \\
 \text{š (širina)} &= 250 \text{ mm} \\
 v \text{ (visina)} &= 238 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

TABLICA PROIZVODNI PROGRAM ZIDNIH ELEMENATA ZA NOSIVE ZIDOVE

2.1 ("OBIČNI" I "PRECIZNI" ZIDNI ELEMENTI)

REDNI BROJ	NAZIV I IZGLED PROIZVODA	SKUPINA PROIZVODA	RAZRED PROIZVODNJE	DIMENZIJE $D \times \text{š} \times v$ (mm)	RAZRED DOPUŠTENIH ODSTUPANJA	RAZRED RASPONA	POSTOTAK ŠUPLJINA (%)	GRUPA PREMA HRN EN 1996-1-1	TLAČNA OVRSTOĆA (N/mm ²)	
									OKOMITO	BOČNO
4	 POROTHERM 25 S P+E	LD	I	375 X 250 X 238	T1	R1	45	2B	10	2,5


Opečni element svrstavamo u **skupinu 2** (postotak šupljina je $25 < 45 < 55$).

	Materijali i ograničenja za zidne elemente							
	Skupina 1 (svi materijali)	Zidni elementi	Skupina 2		Skupina 3		Skupina 4	
Vertikalne šupljine			Horizontalne šupljine					
Obujam svih šupljina (% od bruto obujma)	≤ 25	opečni	> 25; ≤ 55		≥ 25; ≤ 70		> 25; ≤ 70	
		vapneno silikatni	> 25; ≤ 55		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski ^b	> 25; ≤ 60		> 25; ≤ 70		> 25; ≤ 50	
Obujam bilo koje šupljine (% od bruto obujma)	≤ 12,5	opečni	svaka od višestrukih šupljina ≤ 2 udubine za prihvrat do ukupno 12,5		svaka od višestrukih šupljina ≤ 2 udubine za prihvrat do ukupno 12,5		svaka od više šupljina ≤ 30	
		vapneno silikatni	svaka od višestrukih šupljina ≤ 15 udubine za prihvrat do ukupno 30		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski ^b	svaka od višestrukih šupljina ≤ 30 udubine za prihvrat do ukupno 30		svaka od višestrukih šupljina ≤ 30 udubine za prihvrat do ukupno 30		svaka od višestrukih šupljina ≤ 25	
Objavljene vrijednosti debljina unutarnjih i vanjskih stijenki [mm]	Nema zahtjeva		unutarnja stijenka	vanjska stijenka	unutarnja stijenka	vanjska stijenka	unutarnja stijenka	vanjska stijenka
		opečni	≥ 5	≥ 8	≥ 3	≥ 6	≥ 5	≥ 6
		vapneno silikatni	≥ 5	≥ 10	ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
betonski ^b	≥ 15	≥ 18	≥ 15	≥ 15	≥ 20	≥ 20		
Objavljena vrijednost kombinirane debljine ^a unutarnjih i vanjskih stijenki (% ukupne širine)	Nema zahtjeva	opečni	≥ 16		≥ 12		≥ 12	
		vapneno silikatni	≥ 20		ne upotrebljava se		ne upotrebljava se	
		betonski ^b	≥ 18		≥ 15		≥ 45	

2. PARCIJALNI FAKTOR ZA MATERIJAL

	Materijal	γ _M		
		Razred izvedbe		
		1	2	3
	Zidne izvedeno od:			
A	zidnih elemenata I. kategorije i projektiranog morta ^a	1,5	2,0	2,5
B	zidnih elemenata I. kategorije i morta zadanog sastava ^b	1,7	2,2	2,7
C	zidnih elemenata II. kategorije i bilo kojeg morta ^{a,b,*}	2,0	2,5	3,0
	Čelični dijelovi			
D	sidra od čelika za armiranje	1,7	2,2	2,7
E	čelik za armiranje i čelik za prednapinjanje	1,15		
F	pomoćni dijelovi ^{c,d}	1,7	2,2	2,7
	Nadvoji			
G	nadvoji u skladu s normom HRN EN 845-2	1,5 do 2,5		

^a Zahtjevi za projektirani mort dani su u normama HRN EN 998-2 i HRN EN 1996-2.
^b Zahtjevi za mort zadanog sastava dani su u normama HRN EN 998-2 i HRN EN 1996-2.
^c Objavljene vrijednosti su srednje vrijednosti.
^d Pretpostavlja se da su sljubnice za sprečavanje vlage obuhvaćene koeficijentom γ_M za zidne.
^e Vrijedi ako koeficijent varijacije zidnih elemenata II. kategorije nije veći od 25 %.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

zadani sastav morta M5 $f_m = 5 \text{ N/mm}^2$

Približni obujamski omjeri sastojaka cement:hidratizirano vapno:agregat	Odgovarajuća tlačna čvrstoća i oznaka u N/mm^2
1:1,25 do 2,5:8 do 9	M2,5 ^a
1:0,5 do 1,25:5 do 6	M5
1:0,25 do 0,50:4 do 4,25	M10

^a Upotreba morta M2,5 nije dopuštena u potresnim područjima. Vidjeti normu HRN EN 1998-1.

razred izvedbe 2 Izvođač ugrađuje samo materijale koji imaju isprave o sukladnosti. Investitor mora osigurati nadzor.

$$\gamma_M = 2,2$$

3. KARAKTERISTIČNA TLAČNA ČVRSTOĆA ŽIDA

Proračun je proveden za zide bez uskih trakova morta.

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta = 9,34 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{konstanta } K = 0,45$$


Zidni elementi	Mort opće namjene	Tankoslojni mort (horiz. sljibnica $\geq 0,5 \text{ mm}$ i $\leq 3 \text{ mm}$)	Lagani mort obujamske mase		
			$600 \leq \rho_d \leq 800$ [kg/m^3]	$800 < \rho_d \leq 1\ 300$ [kg/m^3]	
Opečni	Skupina 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vapnenosilikatni	Skupina 1	0,55	0,80	‡	‡
	Skupina 2	0,45	0,65	‡	‡
Betonski	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Skupina 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Skupina 3	0,40	0,50	‡	‡
	Skupina 4	0,35	‡	‡	‡
Porasti beton	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Umjetni kamen	Skupina 1	0,45	0,75	‡	‡
Obrađeni prirodni kamen	Skupina 1	0,45	‡	‡	‡

‡ Kombinacija morta i zidnih elemenata koja se obilno ne upotrebljava pa vrijednosti nisu dane.

normalizirana srednja tlačna
 čvrstoća zidnog elementa $f_b = f \delta = 11,38 \text{ N/mm}^2$

tlačna čvrstoća $f = 10,000 \text{ N/mm}^2$

nje ga sušenjem na zraku 1) Uzorke treba skladištiti najmanje 14 dana u laboratoriju pri temperaturi $>15^\circ \text{C}$ i relativnoj vlažnosti $<65\%$. Uzorci se mogu ispitivati i prije 14 dana ako se postigne stalna masa. Smatra se da je postignuta stalna masa za vrijeme procesa sušenja, ako je u dva uzastopna vaganja u razmaku ne manjem od 24 sata gubitak mase između dva mjerenja manji od 0,2% ukupne mase.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2) Uzorak se suši na temperaturi od $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ najmanje 24 sata i hladi na sobnoj temperaturi najmanje 4 sata.

$$= 1$$

$$\delta = 1,138$$

interpolacija

Visina ¹⁾ zidnog elementa(mm)	Najmanja horizontalna dimenzija zidnog elementa (mm)				
	50	100	150	200	≥250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

$$\text{tlačna čvrstoća morta } f_m = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha = 0,7$$

$$\beta = 0,3$$

4. KARAKTERISTIČNA POSMIČNA ČVRSTOĆA ZIDA

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \sigma_d < 0,065 f_b$$

$$f_{vk0} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$


Zidni elementi	$f_{vk0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$			
	Mort opće namjene zadanog razreda čvrstoće	Tankoslojni mort (horiz. sljubnica ≥ 0,5 mm i ≤ 3 mm)	Lagani mort	
Opečni	M10 – M20	0,30	0,30	0,15
	M2,5 – M9	0,20		
	M1 – M2	0,10		
Vapnenosilikatni	M10 – M20	0,20	0,40	0,15
	M2,5 – M9	0,15		
	M1 – M2	0,10		
Betonski	M10 – M20	0,20	0,30	0,15
Porasti beton	M2,5 – M9	0,15		
Umjetni kamen i obrađeni prirodni kamen	M1 – M2	0,10		

$$\sigma_d = N/(t L)$$

5. MODUL ELASTIČNOSTI I MODUL POSMIKA

$$\text{modul elastičnosti } E_K = 1000 f_k = 9341,82 \text{ N/mm}^2 \rightarrow E_d = E_K/\gamma_M = 4246,28 \text{ N/mm}^2$$


$$\text{modul posmika } G_K = 0,4 E = 3736,73 \text{ N/mm}^2 \rightarrow G_d = G_K/\gamma_M = 1698,51 \text{ N/mm}^2$$

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

5. TEŽINA ZIDA SA SLOJEVIMA

visina zida =	5,8	m
opterećenje za m ²		
zida=	1,95	kN/m ²
opterećenje za m'		
zida=	11,31	kN/m'
obostrana žbuka =	0,72	kN/m'
termalna vuna =	0,14	kN/m'
	<hr/>	
	12,17	kN/m'
serklaž b/h = 25*25 cmna svakih 5 m =	36,25	kN/m'
uprosječeno =	13,98	kN/m'
u proračunu =	15	kN/m'

Prosječnu težinu zida koristimo za opterećenje temeljnih traka u nastavku proračuna.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 2. Propisi za zidanje konstrukcije otporne na potresno djelovanje

- radi sprečavanja mjesnog krhkog sloma, zidni elementi trebaju imati dovoljnu robusnost
- normalizirana tlačna čvrstoća zidnih elemenata okomito na horizontalnu sljubnicu $f_{b,min} = 5 \text{ N/mm}^2$ te normalizirana tlačna čvrstoća usporedno s horizontalnom sljubnicom u ravnini ziđa $f_{bb,min} = 2 \text{ N/mm}^2$
- za omeđeno ziđe, najmanja čvrstoća morta je $f_{m,min} = 5 \text{ N/mm}^2$
- potpuno ispunjene sljubnice mortom
- horizontalni i vertikalni omeđujuć elementi (serklaži) moraju biti međusobno povezani i sidreni u elemente glavnog konstrukcijskog sustava; radi ostvarenja učinkovite povezanosti omeđujućih (**zidanje na cik-cak**)
- **vertikalne serklaže** treba postaviti:
 - na slobodne rubove svakog nosivog ziđa
 - s obje strane svakog otvora u ziđu čija je ploština veća od $1,5 \text{ m}^2$
 - unutar nosivog ziđa tako da se ne premaši horizontalni razmak od 5,0 do 6,0 m između vertikalnih serklaža
 - na presjecištima nosivih zidova, kad god su omeđujuć elementi pistavljen prema navedenim pravilima na razmaku većem od 1,5m, ali manji od 5,0 m
- **horizontalne serklaže** treba postaviti:
 - u ravnini nosivog ziđa na svakoj razini stropa, a u svakom slučaju na vertikalnom razmaku koji nije veći od 4,0 m
- uzdužna armatura omeđujuć elemenata u omeđenom ziđu treba imati ploštinu jednaku ili veću od 300 mm^2 , tj. veću od 1% ploštine presjeka omeđujućeg elementa a mjerodavna je veća vrijednost
- oko uzdužne armature serklaža u omeđenom ziđu treba predvidjeti spone promjera ne manjeg od 5 mm na razmaku ne većem od 150 mm
- čelik za armiranje treba biti razreda B ili C u skladu s normom EN 1992-1-1

Pregledom uspostavljenih pravila, odlučeno je:

- **odabrana dimenzija vertikalnog serklaža je $25 \times 25 \text{ cm}$**
- **uzdužna armatura vertikalnih serklaža je $4 \phi 14$**
- **poprečna armatura vertikalnih serklaža je $\phi 8$; razmak vilica je 15 cm; proguščenje na 10 cm kod čvorova**
- **odabrana dimenzija horizontalnog serklaža je $25 \times 25 \text{ cm}$**
- **uzdužna armatura horizontalnog serklaža je $4 \phi 12 + 2 \phi 8$ (u vilici ploče)**
- **poprečna armatura vertikalnih serklaža je $\phi 8$; razmak vilica je 20 cm**
- **odabrana dimenzija nadvoja (koji nisu posebno proračunati) je $25 \times 25 \text{ cm}$**
- **uzdužna armatura nadvoja je $2 \phi 14$ u donjoj zoni i $2 \phi 12$ u gornjoj zoni**
- **poprečna armatura nadvoja je $\phi 8$; razmak vilica je 20 cm**

Prilog 3. Dokaz najopterećenijeg zida

Namjena zgrade je vrtić stoga se građevina ne može dokazati preko pravila za 'jednostavne građevine' da li zadovoljava nosivost na potres.

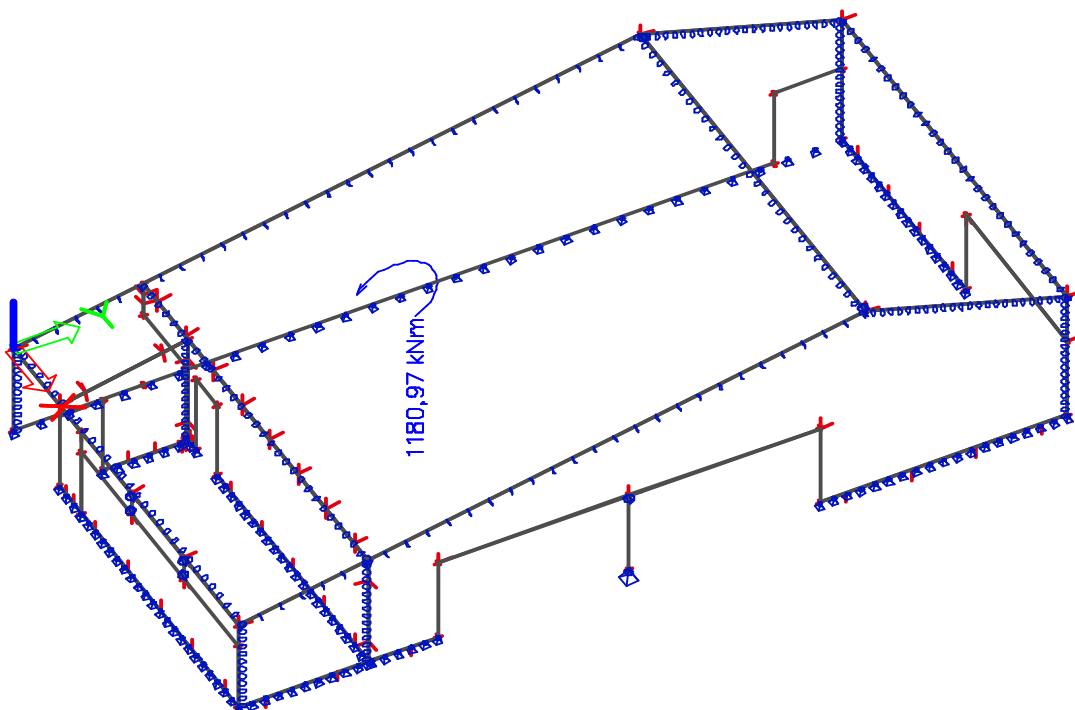
Prvi uvjet za dokaz građevine na potres preko pravila za jednostavne zgrade je da građevina bude u I ili II razredu važnosti, dok je promatrana zgrada u razredu III.

Razred važnosti	Zgrade
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredne zgrade itd.
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd.
IV	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.


Provjeravamo zid koji ima maksimalni moment savijanja u ravnini (1), maksimalnu poprečnu silu (2), minimalnu tlačnu silu (3) i maksimalnu tlačnu silu (4).

(1) maksimalni moment savijanja u ravnini

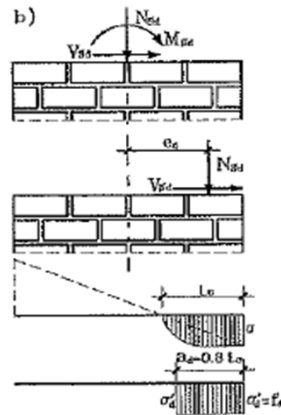
1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/1	8,53	16,71	405,40	772,64	0,00	-17,09
CO3/2	-7,75	-52,23	341,43	718,36	0,00	21,39
CO3/3	5,20	37,11	416,04	741,28	0,00	-5,72
CO3/4	-4,42	-72,63	330,79	749,72	0,00	10,02
CO1/7	0,63	-36,60	574,77	1180,97	0,00	3,49

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2. DOKAZ ISTOVRENENOG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$	duljina tlačno napreznog dijela zida
$L = 18,98 \text{ m}$	
$t = 0,25 \text{ m}$	
$h = 5,8 \text{ m}$	
$H = 36,6 \text{ kN}$	
$N = 574,44 \text{ kN}$	
$M = 1180,97 \text{ kNm}$	
$L_c = 22,30 \text{ m}$	
$a_d = 0,8 \cdot L_c = 17,84 \text{ m}$	
$e_d = L/2 - a_d/2 = 0,57 \text{ m}$	proračunski ekscentricitet
$e_u = 0,475 L = 9,02 \text{ m}$	najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{\min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužnu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$\sigma_d = 121,06 \text{ kN/m}^2$			
$f_k = 0,18 \text{ N/mm}^2$			prosječna vrijednost vlačne čvrstoće
$f_d = 0,08 \text{ N/mm}^2$	=	81,82	kN/m^2

Uvjet: $M_{Rd} = 2615 \text{ kNm} > M_{Ed} = 1180,97 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

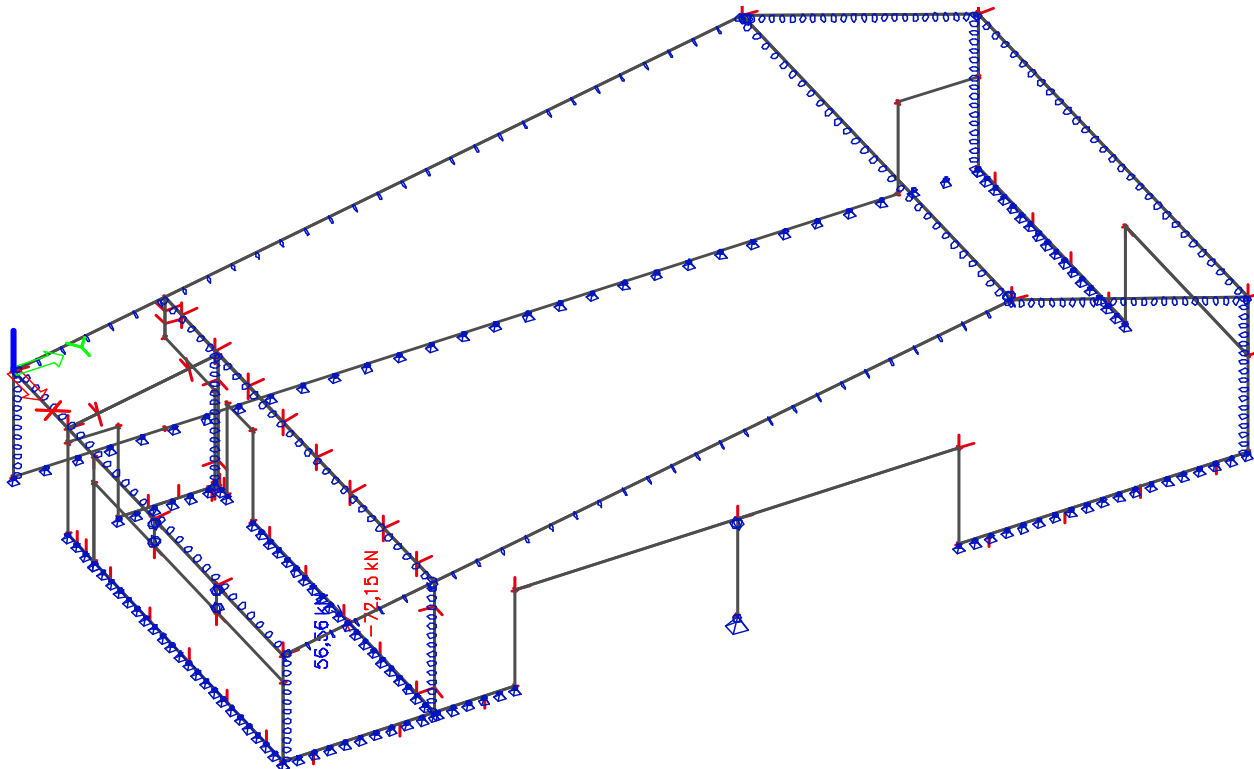
$$\alpha = 0,5$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 902 \text{ kN} > V_{Ed} = 36,60 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

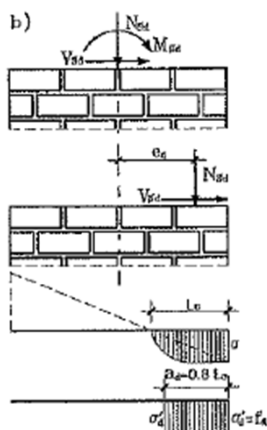
(2) maksimalna poprečna sila

1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/1	56,56	3,60	364,21	0,00	238,05	9,74
CO3/2	-72,15	0,21	273,73	0,00	178,75	2,02
CO3/3	40,55	3,87	356,66	0,00	222,71	9,82
CO3/4	-56,14	-0,06	281,28	0,00	194,09	1,94
CO1/7	-13,15	2,85	509,70	0,00	339,70	8,73

2. DOKAZ ISTOVREMENOG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$$

duljina tlačno naprezanog dijela zida

$$\begin{aligned} L &= 6,47 & \text{m} \\ t &= 0,25 & \text{m} \\ h &= 3,15 & \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 72,15 & \text{kN} \\ N &= 273,73 & \text{kN} \\ M &= 178,75 & \text{kNm} \\ L_c &= 7,75 & \text{m} \end{aligned}$$

$$a_d = 0,8 \cdot L_c = 6,20 \quad \text{m}$$

$$e_d = L/2 - a_d/2 = 0,14 \quad \text{m}$$

$$e_u = 0,475 L = 3,07 \quad \text{m}$$

proračunski ekscentricitet
najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{\min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$$\sigma_d = 169,23 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_k = 0,18 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_d = 0,08 \quad \text{N/mm}^2$$

prosječna vrijednost vlačne čvrstoće

$$= 81,82 \quad \text{kN/m}^2$$

Uvjet: $M_{Rd} = 946 \text{ kNm} > M_{Ed} = 178,75 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

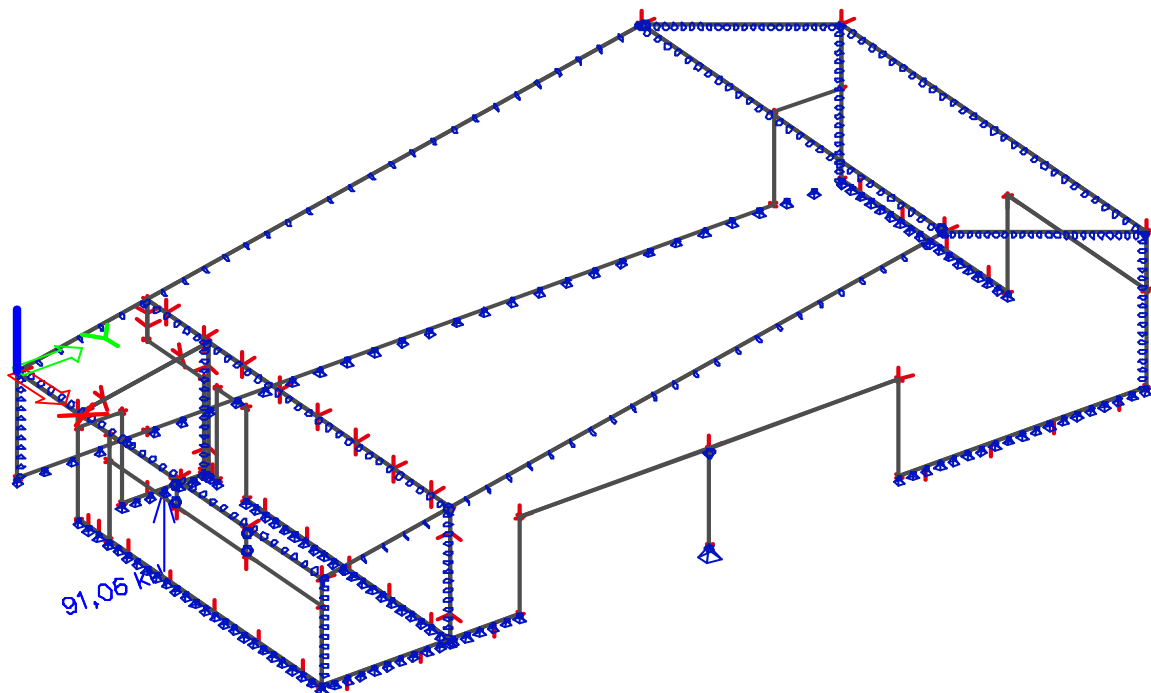
$$\alpha = 0,5$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 601 \text{ kN} > V_{Ed} = 72,15 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

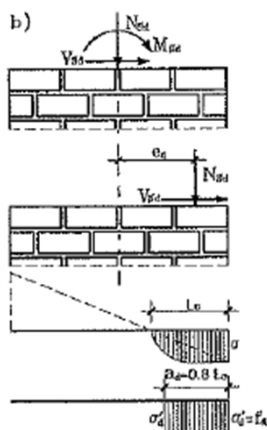
(3) minimalna tlačna sila

1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/1	0,64	24,08	69,17	3,10	0,00	-0,56
CO3/2	-0,14	16,62	46,73	0,90	0,00	-0,09
CO1/3	0,40	32,10	91,06	4,37	0,00	-0,51
CO3/4	-0,06	14,20	45,49	3,88	0,00	-0,15
CO1/5	0,39	30,32	87,89	5,01	0,00	-0,50
CO3/6	0,37	25,24	65,47	-0,98	0,00	-0,37

2. DOKAZ ISTOVRENEG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$$

duljina tlačno naprezanog dijela zida

$$\begin{aligned} L &= 3 && \text{m} \\ t &= 0,25 && \text{m} \\ h &= 2,5 && \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 14,2 && \text{kN} \\ N &= 45,49 && \text{kN} \\ M &= 3,88 && \text{kNm} \\ L_c &= 4,24 && \text{m} \end{aligned}$$

$$a_d = 0,8 \cdot L_c = 3,40 \quad \text{m}$$

$$e_d = L/2 - a_d/2 = -0,20 \quad \text{m}$$

$$e_u = 0,475 L = 1,43 \quad \text{m}$$

proračunski ekscentricitet
najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{\min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$$\sigma_d = 60,65 \quad \text{kN/m}^2$$

$$f_k = 0,18 \quad \text{N/mm}^2$$

$$f_d = 0,08 \quad \text{N/mm}^2$$

prosječna vrijednost vlačne čvrstoće

$$= 81,82 \quad \text{kN/m}^2$$

Uvjet: $M_{Rd} = 18 \text{ kNm} > M_{Ed} = 3,88 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**

najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

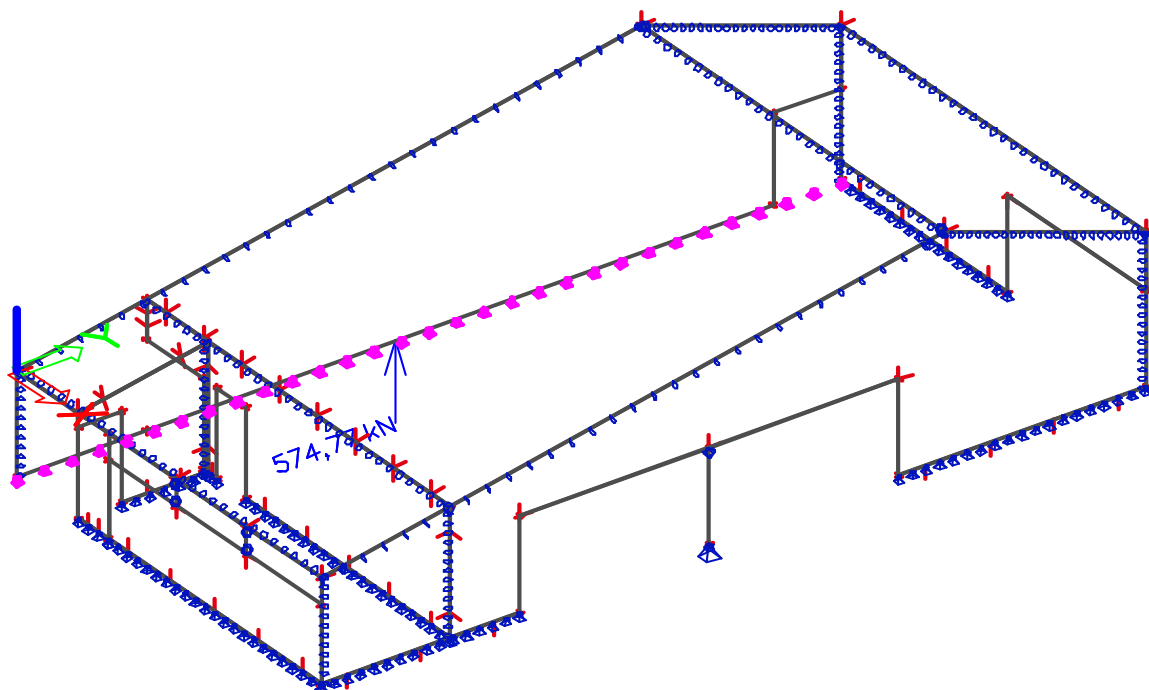
$$\alpha = 0,5$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 14 \text{ kN} \approx V_{Ed} = 14,20 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

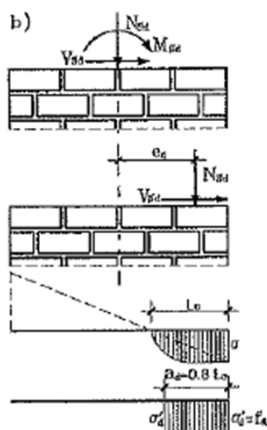
(4) maksimalna tlačna sila

1. PRIKAZ REAKCIJE ZA ANVELOPU OPTEREĆENJA



Case	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
CO3/1	8,52	16,71	405,40	772,64	0,00	-17,09
CO3/2	-7,75	-52,23	341,43	718,36	0,00	21,39
CO3/7	5,20	37,11	416,04	741,28	0,00	-5,72
CO3/4	-4,42	-72,63	330,79	749,71	0,00	10,02
CO1/3	0,63	-36,60	574,77	1180,97	0,00	3,49

2. DOKAZ ISTOVRENEG DJELOVANJA VERTIKALNE SILE, HORIZONTALNE SILE TE MOMENTA SAVIJANJA U RAVNINI ZIDA



$$L_c = 3(L/2 - M/N) < L$$

duljina tlačno naprezanog dijela zida

$$\begin{aligned} L &= 18,98 && \text{m} \\ t &= 0,25 && \text{m} \\ h &= 5,5 && \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= 36,6 && \text{kN} \\ N &= 574,44 && \text{kN} \\ M &= 1180,97 && \text{kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_c &= 22,30 && \text{m} \\ a_d = 0,8 \cdot L_c &= 17,84 && \text{m} \end{aligned}$$

$$e_d = L/2 - a_d/2 = 0,57 \quad \text{m}$$

$$e_u = 0,475 L = 9,02 \quad \text{m}$$

proračunski ekscentricitet
najveći dopušteni ekscentricitet

uvjet koji se mora zadovoljiti:

$$\sigma_d = N/(tL) < f_d$$

$$N/(t a_{\min}) = f_d$$

najveći proračunski moment uz zadanu uzdužu silu koji nosivi zid može preuzeti:

$$M_{Rd} = \sigma_d t L^2/2 (1 - \sigma_d / f_d)$$

$$\begin{aligned} \sigma_d &= 121,06 && \text{kN/m}^2 \\ f_k &= 0,18 && \text{N/mm}^2 \\ f_d &= 0,08 && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

prosječna vrijednost vlačne čvrstoće
= 81,82 kN/m²

Uvjet: $M_{Rd} = 2615 \text{ kNm} > M_{Ed} = 1180,97 \text{ kNm}$ **Zadovoljava!**


najveća proračunska horizontalna sila koja proizvodi moment savijanja:

$$V_{Rd} = M_{Rd}/\alpha h$$

$$\alpha = 0,5$$

zid upet na gornjem i donjem rubu

Uvjet: $V_{Rd} = 951 \text{ kN} > V_{Ed} = 36,60 \text{ kN}$ **Zadovoljava!**

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.4.8. Proračun i dimenzioniranje stupa S200

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- stup S200 dimenzija **b/h = 25/25 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1**
- zaštitni slojevi: **c = 2,0 cm**

Dimenzioniranje stupa provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI


- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Dimenzioniranje stupa S200

Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

S200		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C20/25 0,65 260

Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC1	usvojeno
najmanji	C20/25	-
odabrani	C30/37	C30/37
razred konstrukcije		
početni	S4	S4
uporabni v.100 g.	-	-
razred čvrstoće	-1	-1
geom. ele. DA	-	-
pos. kontr. NE	-	-
konačno	S3	S3
najmanja debljina zaštitnog sloja	10	20

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 2. Dimenzioniranje stupa S200


uvjet: $N/A < 0,65 f_{cd}$

$$N = 215,38 \quad \text{kN}$$

$$A = 625 \quad \text{cm}^2$$

Uvjet: $\sigma = N/A = 0,34 \text{ kN/cm}^2 > 0,65 f_{cd} = 1,3 \text{ kN/cm}^2$ Uvjet je zadovoljen!

Armatura vrijedi kao i za vertikalni serklaž!

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2.4.9. Proračun i dimenzioniranje temeljnih traka

UVOD

Proračun je izvršen pomoću programa SCIA Engineer, metodom konačnih elemenata uz sljedeće pretpostavke:

- temeljne trake dimenzija **b/h = 80/40 cm** i **b/h = 40/40 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC2**
- razred izloženosti i zaštitni slojevi: **c = 4,0 cm**

Temeljne trake su modelirane kao ploča širine 80 cm a debljine 40 cm kojoj je dodijeljena krutost.

- maksimalno dopušteno naprezanje ispod zidova i stupova $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$
- pretpostavljen modul posteljice:
 $k_{s,v} = 3000 \text{ kN/m}^3$ $k_{s,h} = 300 \text{ kN/m}^3$


*** Ukoliko sastav tla ne odgovara pretpostavljenim karakteristikama tla, molimo kontaktirati glavnog projektanta konstrukcije.**

Obavezno postaviti donju kotu novih temelja na istu dubinu temeljenja kao i postojeći temelji.

Dimenzioniranje traka provodi se prema EC2 propisima.

PRILOZI

- Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja
- Prilog 2. Prikaz temeljnih traka
- Prilog 3. Prikaz kontaktnog naprezanja za anvelopu kombinacija
- Prilog 4. Prikaz kontaktnog naprezanja za CO4
- Prilog 5. Prikaz slijeganja za CO4
- Prilog 6. Prikaz slijeganja za anvelopu kombinacija
- Prilog 7. Dokaz proboja (reakcije iz krutih oslonaca)
- Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer X (cm^2/m')
- Prilog 9. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm^2/m')
- Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm^2/m')
- Prilog 11. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm^2/m')


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Prilog 1. Svrstavanje u razred izloženosti i odabir debljine zaštitnog sloja

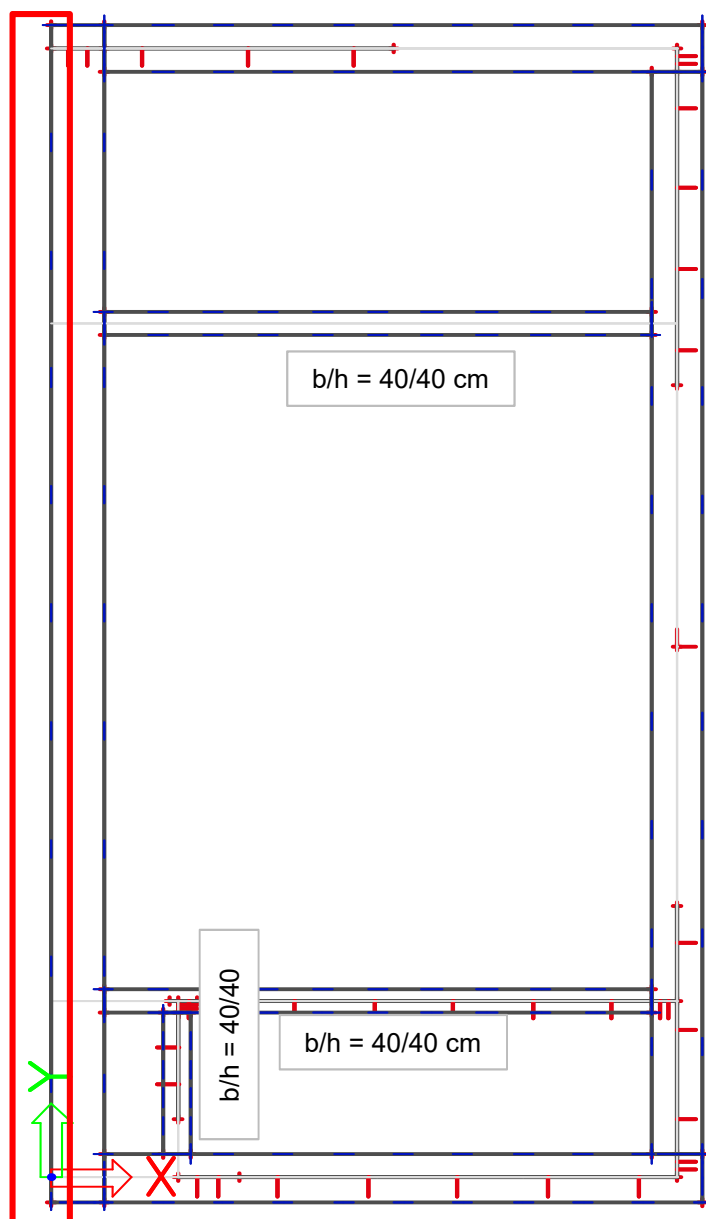
P100		
korozija uzrokovana karbonatizacijom XC2	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C25/30 0,60 280
kemijsko djelovanje iz prirodnog tla i podzemne vode XA1	najmanji razred tl. čvrstoće najveći v/c omjer najmanja količina cementa	C30/37 0,55 300

Uporabni zahtjevani vijek - **50 godina**

razred betona	XC2	XA1	usvojeno
najmanji	C25/30	C30/37	-
odabrani	C30/37	C30/37	C30/37
razred konstrukcije			
početni	S4	-	S4
uporabni v. 100 g.	-	-	-
razred čvrstoće	-	-	-
geom. ele. DA	-	-	-
pos. kontr. NE	-	-	-
konačno	S4	-	S4
najmanja debljina zaštitnog sloja	25	-	40

 <p>arhitektura konstrukcija dizajn konzalting</p>	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

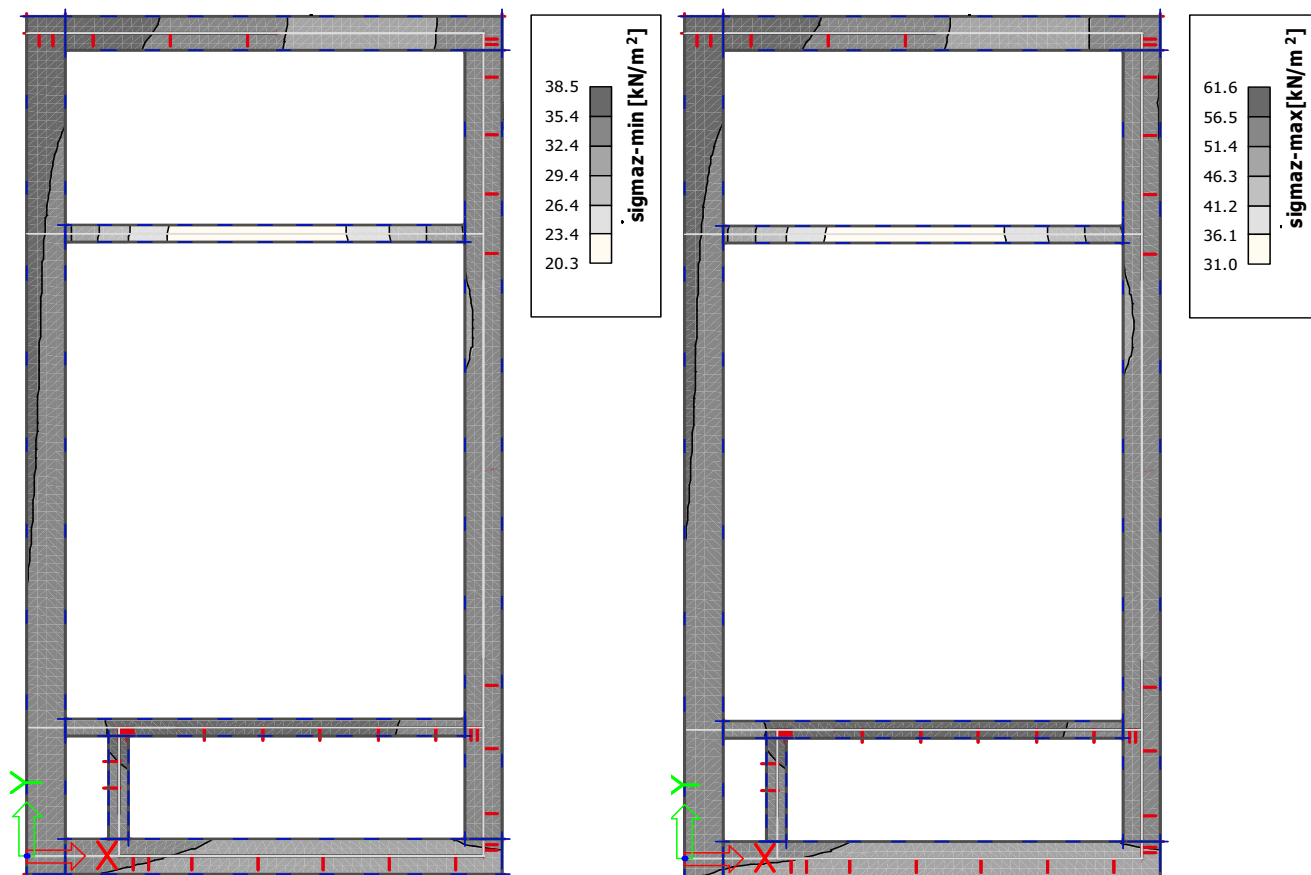
Prilog 2. Prikaz temeljnih traka



ekscentričan temelj jer se nalazi odmah uz postojeću zgradu

Ostale trake b/h = 80/40 cm!

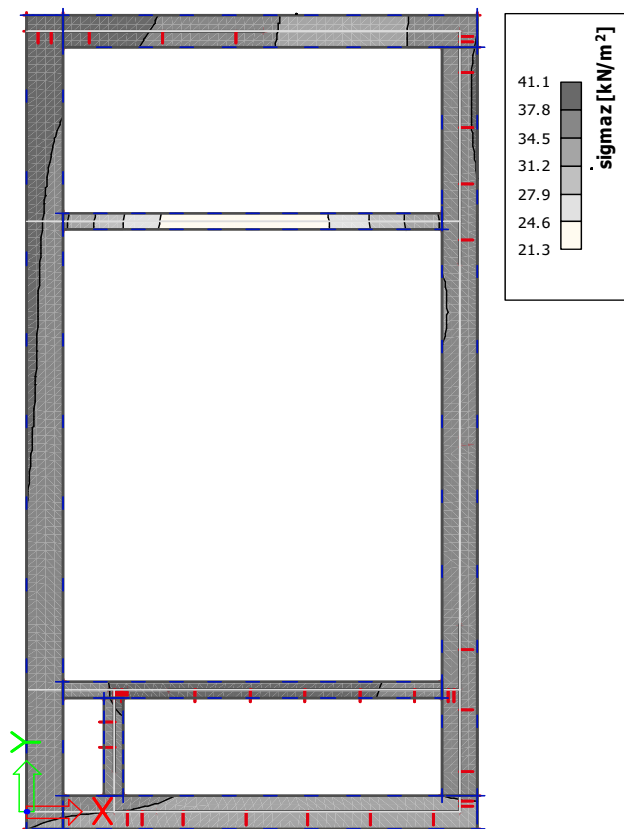
Prilog 3. Prikaz kontaktnog naprezanja za anvelopu kombinacija



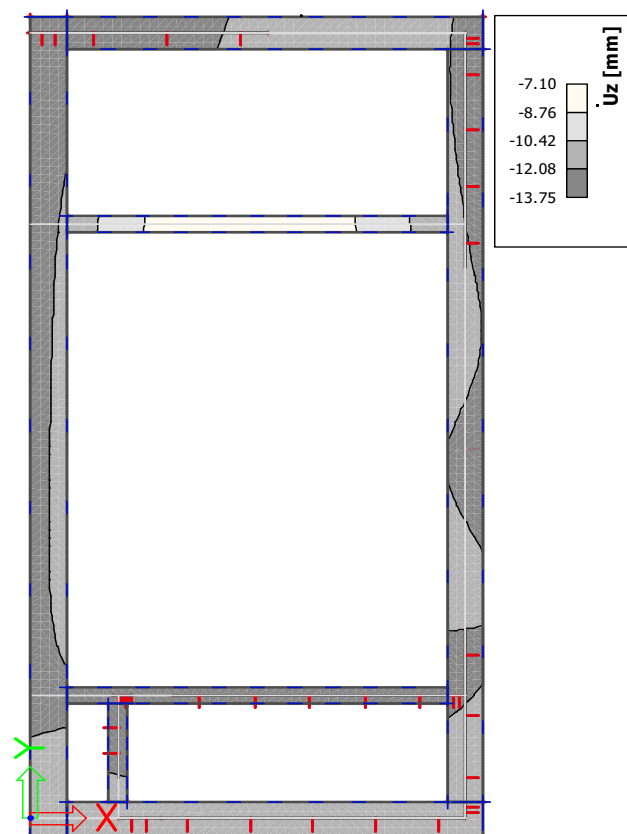
$$\sigma = 61,60 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{dop}} = 200 \text{ kN/m}^2$$

Uvjet je zadovoljen!

Prilog 4. Prikaz kontaktnog naprezanja za CO4

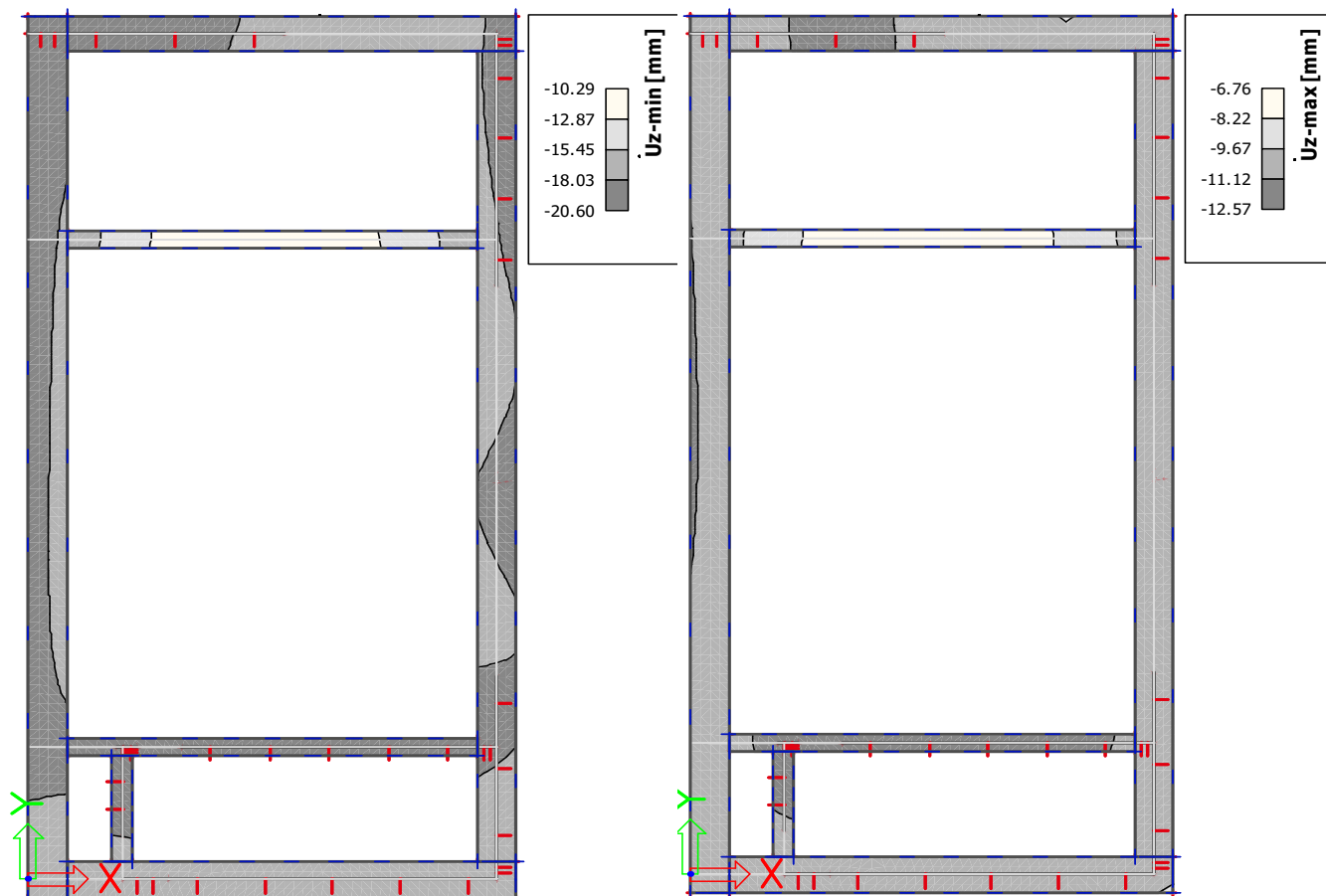


Prilog 5. Prikaz slijeganja za CO4



Nema odizanja za osnovno opterećenje!

Prilog 6. Prikaz slijeganja za anvelopu kombinacija



Diferencijalno slijeganje uslijed anvelope opterećenja je 10,31 mm što je prihvatljivo!

Prilog 7. Dokaz proboja (reakcije iz krutih ostionaca)

ispod stupa S200

1. ULAZNI PODACI

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE

debljina ploče	$h =$	40	cm
zaštitni sloj betona	$c =$	4,0	cm
poprečni presjek stupa	$a =$	25	cm
	$b =$	25	cm
armatura ploče u x smjeru	$\phi_x =$	1,00	cm
armatura ploče u y smjeru	$\phi_y =$	1,00	cm

MATERIJAL

BETON C30/37

$f_{ck} =$	30	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²

ČELIK B500B

$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$E_s =$	200000	N/mm ²

Parcijalni koeficijenti za materijale:

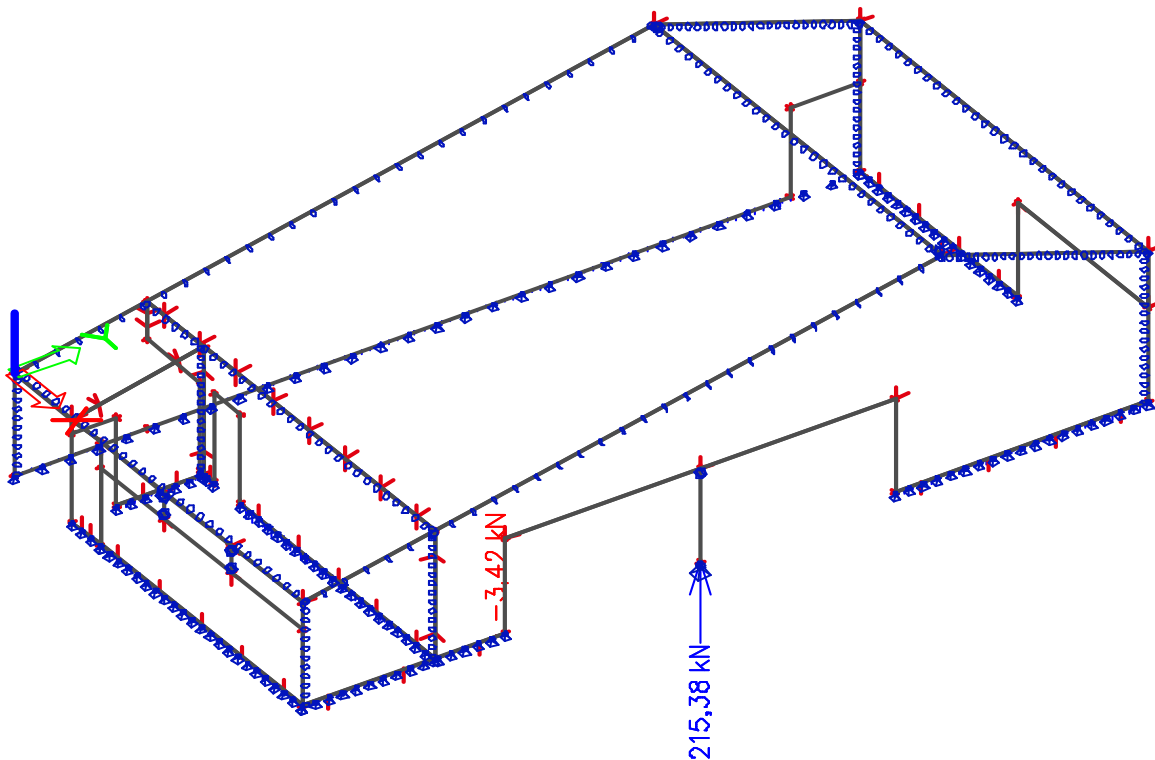
$$\gamma_C = 1,5$$


$$\gamma_s = 1,15$$

REZNE SILE

Sila proboja:

$$V_{Ed} = 215,38 \text{ kN}$$



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.	

2. PROVJERA POTREBE DODATNE ARMATURE ZA PROBOJ

Statičke visine ploče u oba smjera:

$$d_y = h - c - \phi_y / 2 = 35,5 \text{ cm}$$

$$d_x = d_y - \phi_y / 2 - \phi_x / 2 = 34,5 \text{ cm}$$

Srednja statička visina: $d_m = (d_x + d_y) / 2 = 35 \text{ cm}$

Opseg na licu stupa:

$$u_0 = a + b = 50 \text{ cm}$$

Kontrolni opseg na udaljenosti $2d$ od lica stupa:

$$u_1 = a + b + (2d_m)\pi / 2 = 159,90 \text{ cm}$$

Koeficijent koji uzima u obzir ekscentričnost oslonačke reakcije u odnosu na kontrolni opseg:

$$\beta = 1,50 \text{ za kutni stup}$$

1. PROVJERA naprezanje na opsegu u_0

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_0 d_m) = 0,1846 \text{ kN/cm}^2 = 1,85 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,max} = 0,4 v_{fcd} = 0,4 (0,6 (1 - f_{ck} / 250)) f_{cd} = 4,22 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad 1,85 < 4,22$$

Uvjet je zadovoljen!

2. PROVJERA naprezanje na kontrolnom opsegu u_1

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_1 d_m) = 0,0577 \text{ kN/cm}^2 = 0,58 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$$

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

$$k = 1 + (200 / d_m)^{1/2} \leq 2,0 = 1,76 \leq 2 \longrightarrow k = 1,76$$

$$\rho_1 = (\rho_{1y} \rho_{1x})^{1/2} \leq 0,02 = 0,00248 \leq 0,02$$

Armatura ploče iznad stupa u x smjeru: $A_{1x} = 7,04 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Armatura ploče iznad stupa u y smjeru: $A_{1y} = 10,73 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Omjer A_{1x} i betona = $A_{1x} / (d_x 100)$ $\rho_{1x} = 0,00204$

Omjer A_{1y} i betona = $A_{1y} / (d_y 100)$ $\rho_{1y} = 0,00302$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} = 0,41 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti: $V_{Ed} \leq v_{Rd,c}$ $0,58 \text{ N/mm}^2 > 0,45 \text{ N/mm}^2$

Uvjet nije zadovoljen!

Potrebna je dodatna posmična armatura!

Mjesto oslanjanja stupa S200 ojačati dodatno s $\phi 12/10$ obostrano!

1. ULAZNI PODACI

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE

debljina ploče	$h =$	40	cm
zaštitni sloj betona	$c =$	4,0	cm
poprečni presjek stupa	$a =$	25	cm
	$b =$	25	cm
armatura ploče u x smjeru	$\phi_x =$	1,00	cm
armatura ploče u y smjeru	$\phi_y =$	1,00	cm

MATERIJAL

BETON C30/37

$f_{ck} =$	30	N/mm ²
$f_{cd} =$	20,00	N/mm ²
$f_{ctm} =$	2,9	N/mm ²
$E_{cm} =$	33000	N/mm ²

ČELIK B500B

$f_{yk} =$	500,00	N/mm ²
$f_{yd} =$	434,78	N/mm ²
$E_s =$	200000	N/mm ²

Parcijalni koeficijenti za materijale:

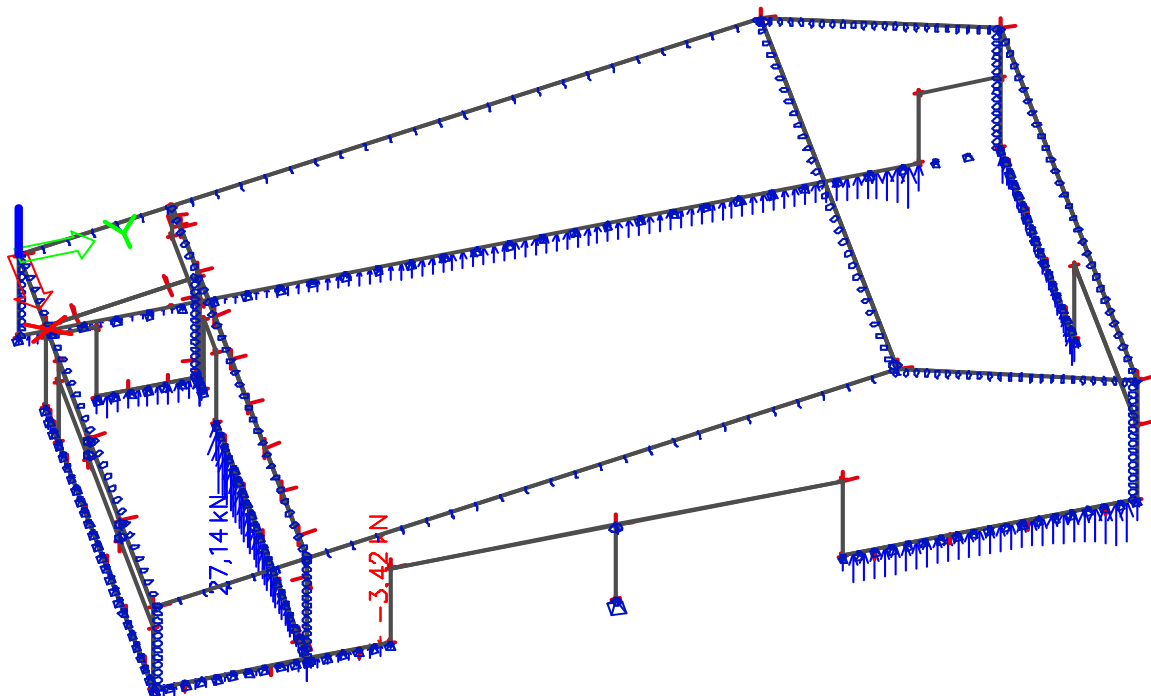
$$\gamma_C = 1,5$$


$$\gamma_s = 1,15$$

REZNE SILE

Sila proboja:

$$V_{Ed} = 27,14 \text{ kN}$$



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. grad.		

2. PROVJERA POTREBE DODATNE ARMATURE ZA PROBOJ

Statičke visine ploče u oba smjera:

$$d_y = h - c - \phi_y / 2 = 35,5 \text{ cm}$$

$$d_x = d_y - \phi_y / 2 - \phi_x / 2 = 34,5 \text{ cm}$$

Srednja statička visina: $d_m = (d_x + d_y) / 2 = 35 \text{ cm}$

Opseg na licu stupa:

$$u_0 = a + b = 50 \text{ cm}$$

Kontrolni opseg na udaljenosti 2d od lica stupa:

$$u_1 = a + b + (2d_m)\pi / 2 = 159,90 \text{ cm}$$

Koeficijent koji uzima u obzir ekscentričnost oslonačke reakcije u odnosu na kontrolni opseg:

$$\beta = 1,50 \text{ za kutni stup}$$

1. PROVJERA naprezanje na opsegu u_0

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_0 d_m) = 0,0233 \text{ kN/cm}^2 = 0,23 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,max} = 0,4 v_{fcd} = 0,4 (0,6 (1 - f_{ck} / 250)) f_{cd} = 4,22 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max} \quad 0,23 < 4,22$$

Uvjet je zadovoljen!

2. PROVJERA naprezanje na kontrolnom opsegu u_1

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u_1 d_m) = 0,0073 \text{ kN/cm}^2 = 0,07 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$$

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

$$k = 1 + (200 / d_m)^{1/2} \leq 2,0 = 1,76 \leq 2 \longrightarrow k = 1,76$$

$$\rho_1 = (\rho_{1y} \rho_{1x})^{1/2} \leq 0,02 = 0,00161 \leq 0,02$$

Armatura ploče iznad stupa u x smjeru: $A_{1x} = 5,65 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Armatura ploče iznad stupa u y smjeru: $A_{1y} = 5,65 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Omjer A_{1x} i betona = $A_{1x} / (d_x \cdot 100)$ $\rho_{1x} = 0,00164$

Omjer A_{1y} i betona = $A_{1y} / (d_y \cdot 100)$ $\rho_{1y} = 0,00159$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti: $V_{Ed} \leq v_{Rd,c}$ $0,07 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \text{ N/mm}^2$

Uvjet je zadovoljen!

Nije potrebna dodatna posmična armatura

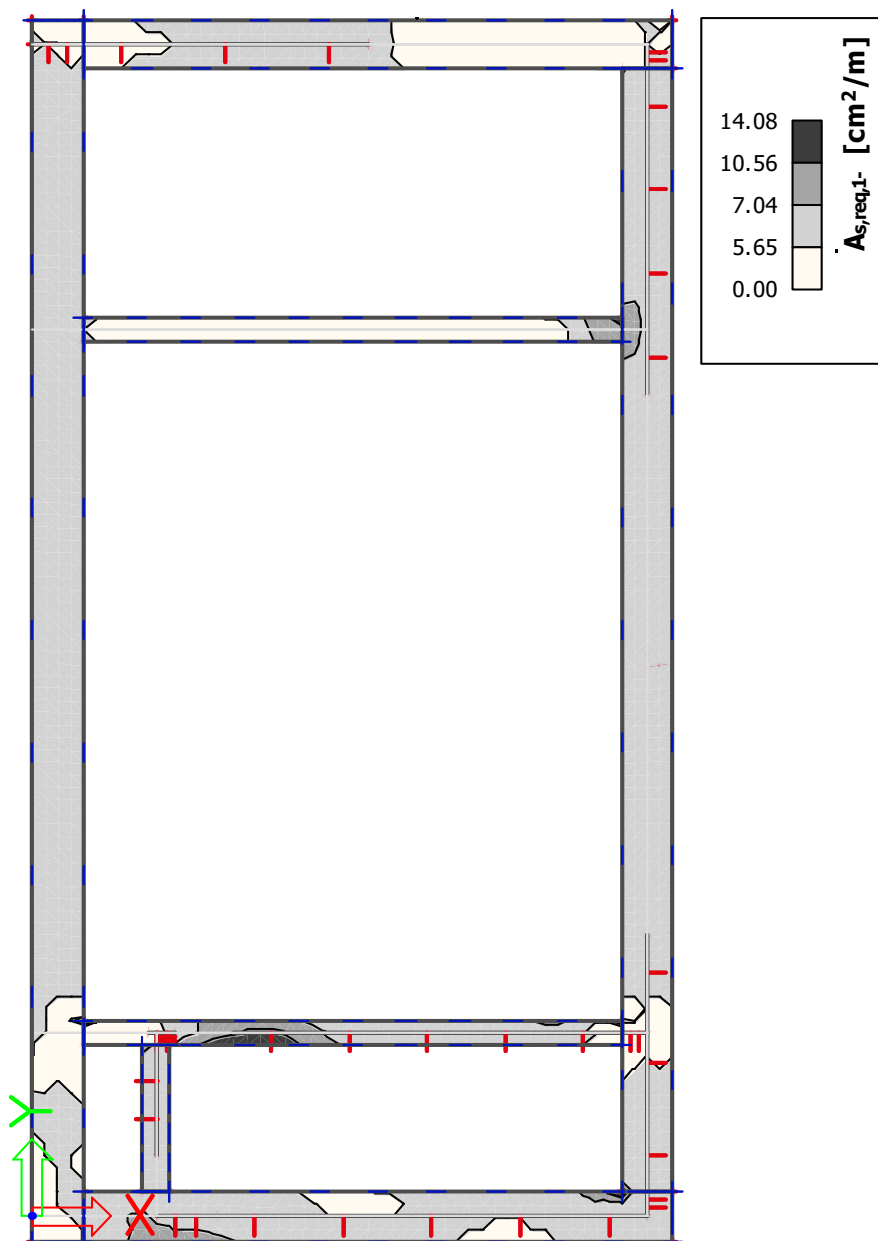
Prilog 8. Dijagram armature donje zone smjer X (cm^2/m^1)

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}^1$

b/h = 80/40 cm

osnovna armatura: $\phi 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}^1$

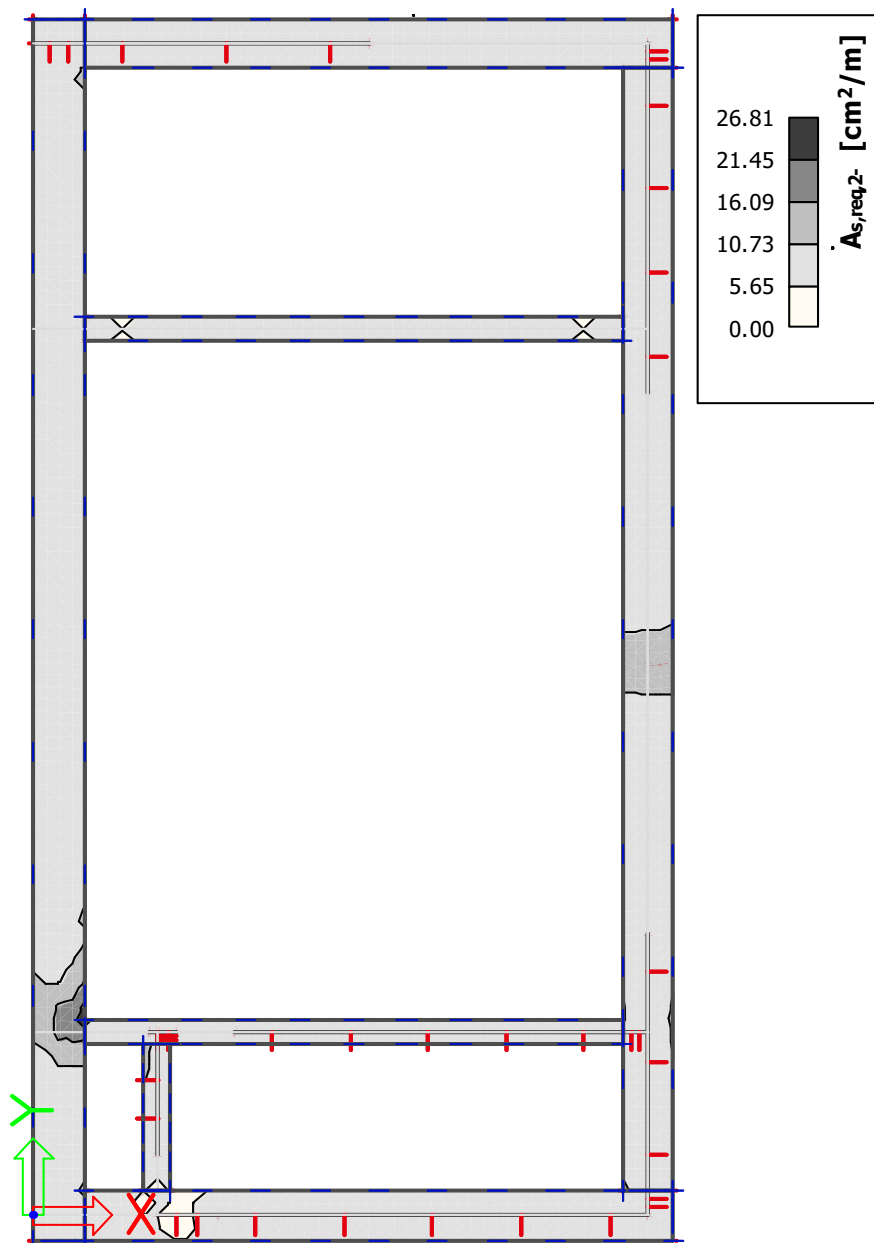
b/h = 40/40 cm



Prilog 9. Dijagram armature donje zone smjer Y (cm^2/m')

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$
b/h = 80/40 cm

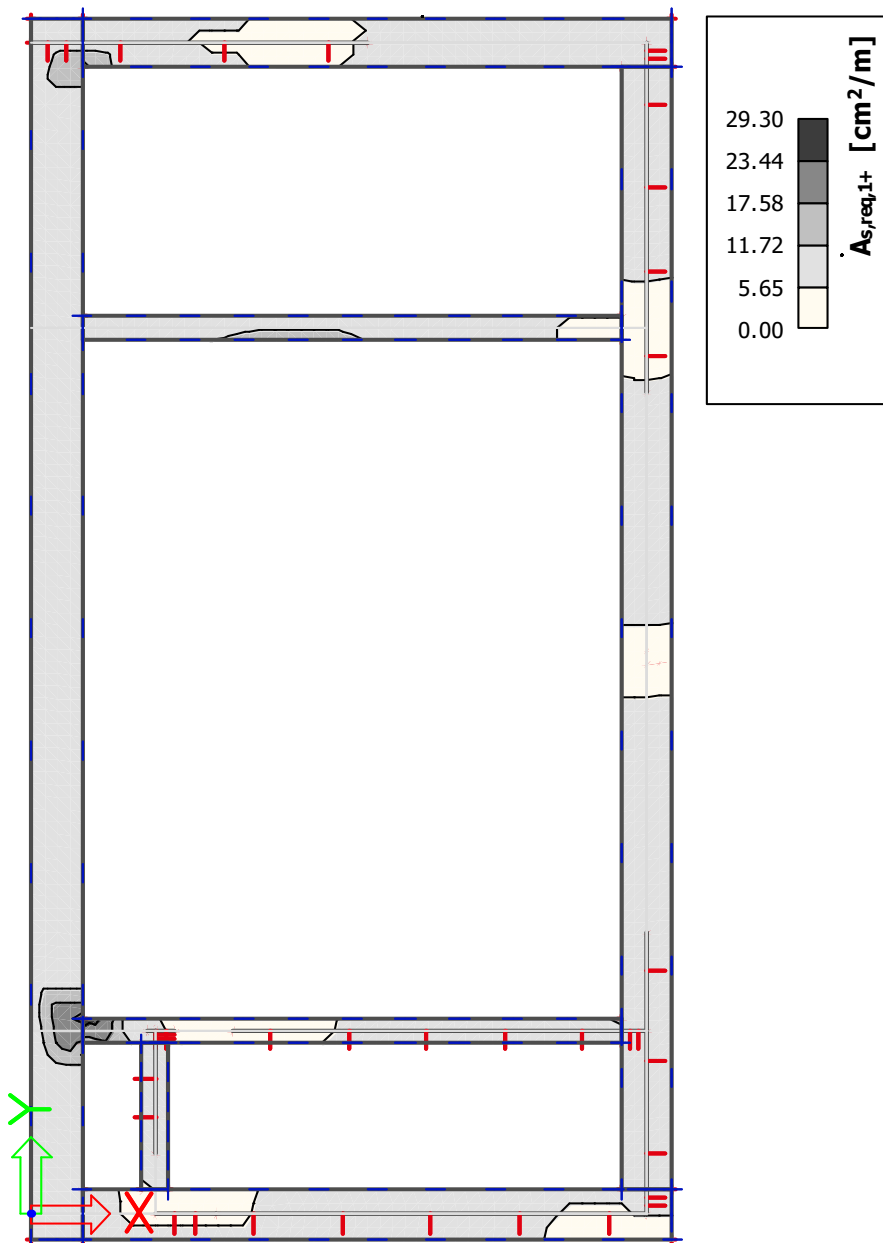
osnovna armatura: $\phi 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}'$
b/h = 40/40 cm



Prilog 10. Dijagram armature gornje zone smjer X (cm^2/m')

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$
 $b/h = 80/40 \text{ cm}$

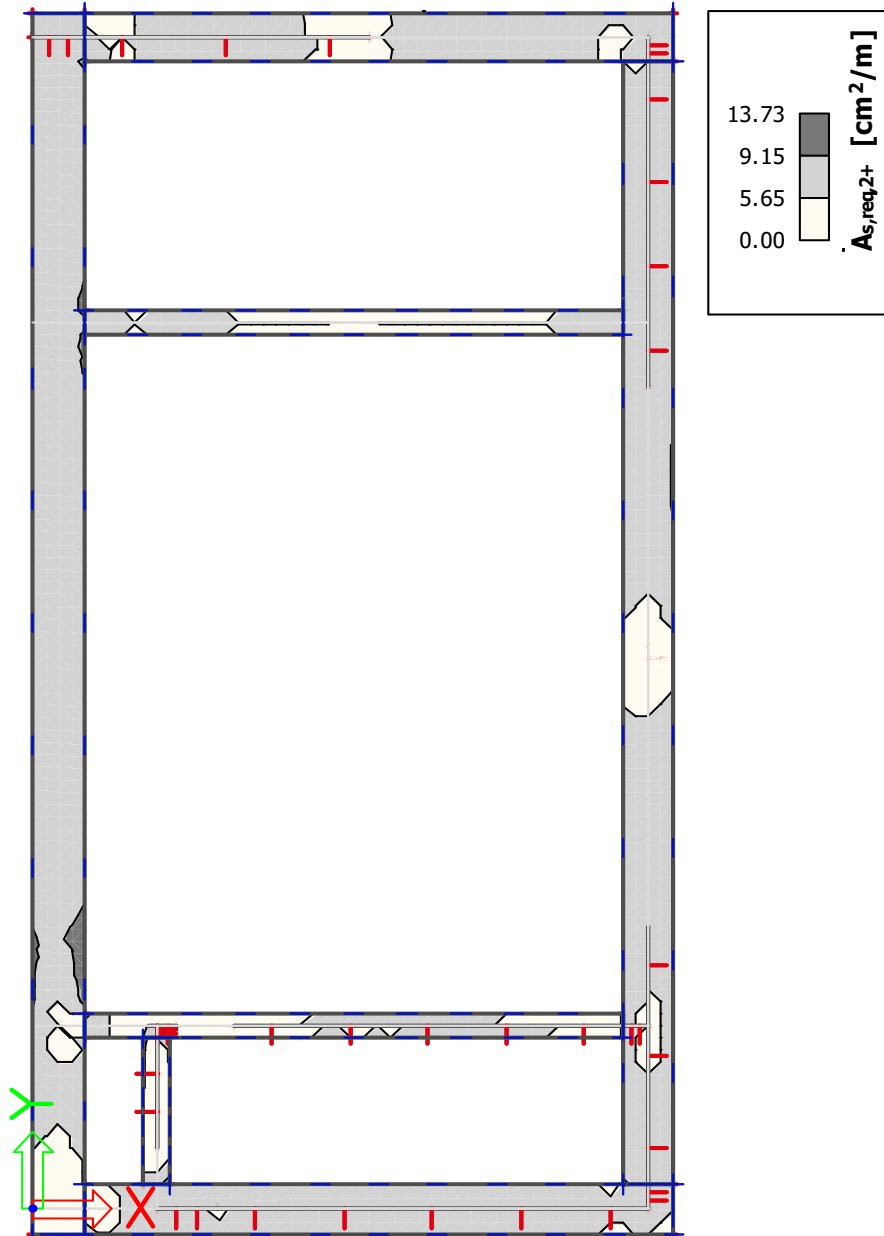
osnovna armatura: $\phi 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}'$
 $b/h = 40/40 \text{ cm}$




Prilog 11. Dijagram armature gornje zone smjer Y (cm^2/m')

osnovna armatura: $\phi 12/20 = 5,65 \text{ cm}^2/\text{m}'$

osnovna armatura: $\phi 8/20 = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}'$
b/h = 40/40 cm



 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.		

2.4.10. Proračun podne ploča prizemlja

UVOD

- AB monolitna ploča debljine **14 cm**
- kakvoća betona **C30/37**
- armaturne mreže **B500 A** i armaturne šipke **B500B**
- razred izloženosti **XC1** i **XC2** (korozija armature izazvana karbonatizacijom)
- razred izloženosti i zaštitni slojevi:
 - gore: **XC1** **c = 2,0 cm**
 - dolje: **XC2** **c = 2,0 cm**

PRORAČUN ARMATURE PLOČE

Minimalna armatura ploče:

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 100 \times 11 = 1,43 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,26 \times b \times d \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) = 0,26 \times 100 \times 11 \times (2,9/500) = 1,66 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$

Maksimalna armatura ploče:

$$A_{s,max} = 0,04 \times A_c = 0,04 \times 100 \times 14 = 56,0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,max} = 0,022 \times A_c = 0,022 \times 100 \times 14 = 30,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = \omega_{lim} \times b \times d \left(\frac{f_{cd}}{f_{yk}} \right) = 0,365 \times 100 \times 11 \times (20/434,78) = 18,5 \text{ cm}^2 \quad \text{mjerodavno!}$$


ODABRANA ARMATURA GORNJE I DONJE ZONE:

Q 188

Ploča je dilatirana u odnosu na nadtemeljne zidove i temeljne trake!

PROJEKTANT:

mr.sc.Berislav Medić, dipl.ing.građ.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

3. OPĆI TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA TE PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1. Opći tehnički uvjeti izvođenja radova

Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine.

Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obvezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji te su svi sudionici dužni pridržavati se odredbi ovog zakona.

U slučaju nesuglasnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama za taj proizvod i/ili projektom određenog materijala, proizvođač građevnog proizvoda odnosno izvođač mora odmah prekinuti proizvodnju i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnosti uzrokovale.

INVESTITOR


Investitor je dužan:

1. projektiranje, građenje i nadzor provjeriti osobama ovlaštenima za tu djelatnost
2. riješiti osiguranje zemljišta te sve imovinko-pravne odnose
3. prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu
4. osigurati stručni nadzor nad građenjem
5. po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole
6. prodržavati se ostalih ovbeza po navedenom zakonu

IZVOĐAČ

Izvođač je dužan:

1. radove izvoditi prema ugovoru u skladu s građevinskom dozvolom i drugim dokumentima
2. radove izvoditi prema projektima za koje je izdana građevinska dozvola, a u skladu s tehničkim propisima i pravilima struke
3. organizirati kontrolu radova
4. radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povrede, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije te ostala funkcionalna i zaštojna svojstva
5. ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima i tehničkim dopuštenjima sukladno važećim propisima i normama
6. osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme, statistički obrađenim rezultatima obavljenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema važećim tehničkim propisima i svim uvjetima danim u ovom poglavlju
7. izvođač je dužan odrediti voditelja građenja na objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova
8. izraditi program popravaka eventualnih oštećenja pojedinih elemenata konstrukcije i predložiti ga nadzoru i projektantu konstrukcije na odobrenje
9. osigurati ili izraditi svu dokumentaciju navedenu u točki 10.
10. da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta gradnje, izvođač na gradilištu mora posjedovati:
 - i. lokacijsku (ako je potrebna) i građevinsku dozvolu
 - ii. projektnu dokumentaciju potrebnu za izvođenje (ovjereni glavni i izvedbeni projekt)
 - iii. projekt pripremnih radova i organizacije gradilišta
 - iv. projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova
 - v. projekt zaštite gradilišta, radova u izgradnji, sigurnosti ljudi i zaštite na radu
 - vi. zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
 - vii. uredno vođen građevinski dnevnik
 - viii. dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta gradova, konstrukcije i ugrađenog materijala i opreme (potvrde o sukladnosti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.) a posebno Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje betona od strane ovlaštene institucije, Potvrdu o sukladnosti čeličnih elemenata konstrukcije te dokaze kvalitete spojeva te Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koji su potrebni radi dokazivanja kvalitete izvođenih radova

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

NADZOR

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s zahtjevima projektnih specifikacija i važećim propisima. Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.


Projektirana zgrada pripada razredu nadzora 1 prema HRN EN 13670.

Tablica G.1 – Smjernica za odabir razreda nadzora

Predmet	Razred nadzora 1	Razred nadzora 2	Razred nadzora 3
Vrsta građevine	– Zgrade ≤ 2 kata	– Obični mostovi – Zgrade > 2 kata	– Posebni mostovi – Visoke zgrade – Visoke brane – Zgrade nuklearnih reaktora – Spremnici
Vrsta konstrukcijskih elemenata	– Armiranobetonske grede i ploče s rasponima <10 m – Jednostavni zidovi i stupovi – Jednostavne konstrukcije temelja	– Armiranobetonske grede i ploče s rasponima >10 m – Vitki zidovi i stupovi – Glave pilota – Lukovi < 10 m	– Armiranobetonski lukovi i svodovi – Elementi pod visokim tlakom – Vrlo osjetljivi i komplicirani temelji – Lukovi > 10 m
Vrsta upotrijebljenih materijala/tehnologija	– Konstrukcije od predgotovljenih elemenata	– Konstrukcije od predgotovljenih elemenata	– Konstrukcije od predgotovljenih elemenata – Posebne tolerancije
Beton prema nacrtu norme prEN 206:1997:			
– razred čvrstoće	do i uključujući C25/30	bilo koji razred čvrstoće	bilo koji razred čvrstoće
– razred izloženosti	X0, XC1, XC2, XA1, XF1	bilo koji razred izloženosti	bilo koji razred izloženosti
Armatura	Obična	Obična i za prednapinjanje	Obična i za prednapinjanje

Tablica 3 – Zahtjevi za planiranje, nadzor i dokumentiranje

Predmet	Razred nadzora 1	Razred nadzora 2	Razred nadzora 3
Planiranje nadzora		Plan nadzora, postupci i upute prema specifikaciji Aktivnosti u slučaju nesukladnosti	Plan nadzora, postupci i upute prema specifikaciji Aktivnosti u slučaju nesukladnosti
Nadzor	Temeljni nadzor	Temeljni i slučajni detaljni nadzor	Detaljni nadzor svakoga betoniranja
Dokumentacija	Zapisi o svim neuobičajenim događajima Izveštaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama	Svi planski dokumenti Zapisi svih nadzora Izveštaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama	Svi planski dokumenti Zapisi svih nadzora Izveštaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

Kad nadzor otkrije nesuglasnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu upotrebu.

Kada je nesuglasnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- ujecaj nesuglasnosti na izvedbu i uporabu
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinio prihvatljivima
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstva gradiva utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstva na uzorcima iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu, element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elemenata nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Popravak mora biti u skladu s projektnim specifikacijama. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

KONTROLNA ISPITIVANJA

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuju u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te napraviti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovim uvjetima ili pravnicima i normama.


Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati sljedeće dijelove:

1. naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzorka, namjenu materijala, mjesto, vrijeme i datum uzimanja uzora te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uorci odnosno vrši ispitivanje
2. prikaz svih rezultata, laboratorijski i terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete
3. ocjenu kvalitete i mišljenje o uporabivosti materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojeg vrijedi izvješće

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju.

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.

Sva izvješća, potvrde sukladnosti, certifikate i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

3.2. Tehnički uvjeti za betonsku i armiranobetonsku konstrukciju

MATERIJALI


Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona potrebno je odabrati isporučioce sastojaka. Gotovi građevni proizvodi koji se odabiru moraju imati popratne certifikate suglasnosti i izjave suglasnosti proizvođača. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane važećim propisima i normama. Za proizvodnju betona smiju se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama. Vrste i učestalost nadzora i kontrole ispitivanja opreme i sastojaka betona potrebno je provoditi prema važećim propisima i normama.

Za izradu betonskih i armiranobetonskih elemenata smije se upotrebljavati samo cement čija su osnovna svojstva, uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti cementa za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumijeva cement određene oznake i određenog proizvođača. Na prijedlog Izvođača, odluku o vrsti cementa donosi Projektant ili nadzorni inženjer i to na temelju prethodnih ispitivanja i certifikata ovlaštene ustanove. Izvođač je dužan od proizvođača pribaviti odgovarajuću atestnu dokumentaciju i istu predložiti nadzornom inženjeru. Cement mora odležati najmanje tri mjeseca od dana proizvodnje, pri čemu isti treba biti zaštićen od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladištenja. Predmetnim projektom zahtijeva se da cement mora biti razreda minimalno tlačne čvrstoće 42.5N, a sukladno važećim propisima i normama.

Tehnička svojstva agregata za proizvodnju betona, ovisno o porijeklu te opći i posebni zahtjevi bitni za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirani prema važećim propisima i normama. Razred kvalitete i sva svojstva agregata kao i potvrđivanje sukladnosti agregata određuju se prema važećim propisima i normama te odredbama posebnih propisa. Agregat je potrebno proizvesti od zdravog i čvrstog stjenovitog materijala, otpornog na vremenske utjecaje. Količinu komponenti, koje zbog mineraloško-petroloških značajki mogu ugroziti kvalitetu ili izgled betona (dovesti do alkalno-agregatne reakcije) potrebno je ustanoviti ispitivanjem agregata, kako bi se dokazala njegova podobnost za korištenje pri izradi betona. Agregat različitih tipova treba skladištiti odvojeno, na tvrdoj podlozi i zaštićeno, pri čemu ne smije doći do onečišćenja istog. Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda kao i u betonari na gradilištu, prema važećim propisima i normama.

Ukoliko se za krajnju namjenu u betonu koristi voda iz javnog vodovoda, ista se smije upotrijebiti bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ukoliko se koristi pitka klorirana voda, ona mora biti ispitana s obzirom na ograničenje količine kloridnih iona u armiranom betonu od 0.2% na masu cementa. Ako se pak za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka (postojanje soli, sadržaj organskih tvari i sl.), Izvođač je dužan prethodno dokazati uporabljivost te vode sukladno važećim propisima i normama te isti dokaz načiniti najmanje jednom svaka tri mjeseca. Voda ne smije sadržavati nikakve sastojke koji bi mogli ugroziti kvalitetu ili izgled betona (ili morta). Isto vrijedi i za vodu za njegovanje svježeg betona i ziđa. Kontrola vode prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda kao i u betonari na gradilištu (prije prve upotrebe), prema važećim propisima i normama.

Opća prikladnost kemijskih i mineralnih dodataka betonu utvrđuje se ispitivanjem sukladno važećim propisima i normama. Za konkretnu primjenu kemijskog i/ili mineralnog dodatka, Izvođač je dužan pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja. Uz svaki dodatak betonu mora biti priložen certifikat sa sljedećim informacijama: ime proizvoda, tip proizvoda, glavni učinak, boja, općenito aktivne komponente gustoća u kg/l, sadržaj krute tvari u %, ekvivalent Na_2O u %, sadržaj klorida u % (ukupna količina kloridnih iona u armiranom betonu dodanih putem aditiva ne smije prijeći količinu od 0.02% na masu cementa), pH vrijednost, datum posljednjeg ispitivanja, ime laboratorija koji je vršio ispitivanje, zatim, nuspojave (odnosno normalne nuspojave), nuspojave u slučaju predoziranja ili duljeg skladištenja, način i vrsta skladištenja (odnosno rok trajanja te najviša i najniža temperatura skladištenja) te ostale upute (primjerice zahtjevi na miješanje i sl.). Prikladnost kemijskih i mineralnih dodataka za konkretnu primjenu potrebno je utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona. Također, Izvođač je dužan predložiti certifikat za svaku pošiljku svih kemijskih i/ili mineralnih dodataka nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodataka za svaku vrstu i svaki cement posebno. Za svaku pošiljku bilo kojeg kemijskog i/ili mineralnog dodatka, Izvođač je prije uporabe dužan u laboratoriju gradilišta provjeriti kompatibilnost istog s betonom.


 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Kontrola kemijskog i/ili mineralnog dodatka prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda kao i u betonari na gradilištu (prije prve upotrebe), prema važećim propisima i normama, pri čemu se preporučuje uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku (tablica ispod).

Za izradu armiranobetonskih elemenata smije se upotrebljavati samo čelik za armiranje čija su osnovna svojstva, uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti čelika za armiranje za izradu armiranobetonskih elemenata obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete čelika za armiranje. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred čelika za armiranje pri čemu se pod vrstom čelika za armiranje podrazumijeva čelik za armiranje određene oznake i određenog proizvođača. Izvođač za izradu armiranobetonskih elemenata mora upotrijebiti isključivo onu vrstu čelika za armiranje koja je u skladu s *Tehničkim propisima za betonske konstrukcije*, pri čemu je Izvođač dužan od proizvođača pribaviti odgovarajuću atestnu dokumentaciju i istu predložiti nadzornom inženjeru, a u slučaju da takva ne postoji, prije ugradnje dužan je obaviti kontrolno ispitivanje čelika prema važećim propisima i normama. Armaturni čelik mora biti zaštićen od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladišten tako da se spriječi njegovo oštećenje te skupljanje nečistoće i hrđe. Predmetnim projektom zahtijeva se slijedeći armaturni čelik: armaturne rebraste šipke B 500 razreda duktilnosti B (s karakterističnom granicom popuštanja u vrijednosti 500 MPa), (za AB ploče) zavarene mreže B 500 razreda duktilnosti A (s karakterističnom granicom popuštanja u vrijednosti od 500 MPa) te (za AB zidove) zavarene mreže B 500 razreda duktilnosti B (s karakterističnom granicom popuštanja u vrijednosti od 500 MPa). Predmetnim projektom zahtijeva se da debljina žice za vezanje armature bude minimalno 1.5 mm.

MATERIJAL	NADZOR / ISPITIVANJE	SVRHA	MINIMALNA UČESTALOST
kemijski dodaci	kontrola otpremnice* i razine dodatka u posudi prije pražnjenja	poradi provjere da li je isporuka prema narudžbi i da li je ispravno označena	svaka isporuka
	ispitivanje radi identifikacije i to prema normi <i>HRN EN 934-2</i>	poradi usporedbe s podacima proizvođača	u slučaju sumnje
mineralni dodaci	kontrola otpremnice* prije isporuke	poradi provjere da li je isporuka prema narudžbi i da li je iz pravog izvora	svaka isporuka
	ispitivanje gubitka žarenjem letećeg pepela	poradi određivanja promjene sadržaja ugljika koja može utjecati na aerirani beton	svaka isporuka namijenjena aeriranom betonu kada tu informaciju nije dao dobavljač
mineralni dodaci u suspenziji	kontrola otpremnice* prije isporuke	poradi provjere da li je isporuka prema narudžbi i da li je iz pravog izvora	svaka isporuka
	ispitivanje gustoće	poradi provjere ujednačenosti	svaka isporuka i periodično tijekom proizvodnje betona
* Otpremnici treba biti priložena izjava o sukladnosti ili certifikat o sukladnosti prema odgovarajućim važećim normama ili propisanim uvjetima			

Za izradu betonskih i armiranobetonskih elemenata smije se upotrebljavati samo beton čija su osnovna svojstva, uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti betona za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete betona. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred betona pri čemu se pod vrstom betona podrazumijeva beton određene oznake i određenog proizvođača. Beton je potrebno proizvoditi, transportirati, ugrađivati i kontrolirati u skladu s važećim propisima i normama. Predmetnim projektom zahtijeva se da beton mora imati osnovna predviđena svojstva navedena niže u tablici.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Sastav mješavine betona potrebno je odrediti na temelju početnih ispitivanja koja se provode u laboratoriju proizvođača betona. Ukoliko se optimalni sastav mješavine ustanovi u laboratoriju, on mora biti dokazan na betonari prije početka radova. nakon čega se na betonari vrše ispitivanja betona s odabranim sastavom. Ukoliko se beton proizvodi na gradilištu, Izvođač mora izraditi Program početnih ispitivanja sastava betona i betona te ga predati nadzornom inženjeru na odobrenje 14 dana prije početka ispitivanja. Prilikom početnih ispitivanja i određivanja sastava mješavine betona potrebno je koristiti isključivo sastojke dokazane kvalitete. Početnim ispitivanjima potrebno je dokazati sva predviđena svojstva navedena u prethodnoj tablici. Sastav mješavine betona potrebno je dostaviti na uvid nadzornom inženjeru najmanje mjesec dana prije početka betoniranja. Proizvodnja betona smije početi na temelju recepture bazirane na početnim ispitivanjima sastava mješavine betona i mješavine betona prije ugradnje, a na način kako je definirano Programom i uz prethodno odobrenje (recepture) nadzornog inženjera. Prepravke odabrane recepture betona mogu se tijekom proizvodnje izvršiti isključivo u slučaju kada rezultati kontrolnih ispitivanja pokažu značajna odstupanja u usporedbi s početnim ispitivanjima.

RAZREDBA BETONA - SPECIFIKACIJA BETONA

Nosivi elementi konstrukcije su svrstani u razrede izloženosti i to je jedini kriterij pošto nije provedena otpornost nosivih elemenata na požarno djelovanje.

svi elementi u doticaju sa zemljom – c = 3,5 cm

svi elementi u zatvorenom prostoru – c = 2,0 cm


SKELE I OPLATE

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe, dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljavajuću toleranciju uvjetovanu za predmetnu konstrukciju građevine te spriječe oštećivanje iste konstrukcije. Oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplata te njihovim uklanjanjem. Skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne važeće propise i norme. Za izradu skela i oplata smije se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti navedene tehničke uvjete konstrukcija skela i oplata, pri čemu je nužno da isti zadovoljavaju odgovarajuće norme za proizvod ako postoje (u obzir treba uzeti i svojstva posebnih materijala).

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok beton ne očvrstne. Oplata i spojnice između elemenata oplata moraju biti dovoljno nepropusni kako bi spriječili gubitak finog morta. Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju, potrebno je odgovarajuće vlažiti kako bi se spriječio gubitak vode iz betona, osim ako za to nije posebno i kontrolirano namijenjena. Unutarnja površina oplata mora biti čista. Ukoliko se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona. Posebnu površinsku obradu betona, ako se ista zahtijeva, potrebno je utvrditi projektnim specifikacijama. Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani i pokusni betonski paneli. Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplata, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti te njegovanju tijekom izvedbe.

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati te da ne djeluju štetno na okoliš. Ukoliko nije namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze. Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

Elementi kao oplatni ulošci, držači oplata, nosači, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se privremeno ubetonirati u dio konstrukcije koji se izvodi ili pak elementi kao ploče, ankeri, distanceri i slični predmeti koji će se trajno ubetonirati u dio konstrukcije koji se izvodi, moraju biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja, odnosno moraju biti ugrađeni tako da ne uzrokuju neprihvatljive utjecaje na konstrukciju. Svaki ugrađeni element treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost tako da zadrži oblik tijekom betoniranja. Isti ne smiju štetno reagirati s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom, ne smiju sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu, ne smiju uzrokovati neprihvatljiv površinski izgled betona te ne smiju štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Držači odstojanja (distanceri) moraju biti projektirani i izvedeni tako da budu dovoljno čvrsti i kruti te moraju biti postavljeni tako da po izvedbi budu okruženi betonom. Izvođač je dužan nadzornom inženjeru dostaviti na uvid i odobrenje svoj prijedlog distancera. Udubljenja ili otvore nastale kao rezultat privremenog korištenja predmetnih elemenata potrebno je zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće jednake okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je specificiran drugi način obrade.

UGRADNJA ARMATURE

Armaturu izrađenu od čelika za armiranje, u armiranobetonske elemente konstrukcije potrebno je ugraditi prema projektu konstrukcije građevine te važećim propisima i normama. Izvođač, sukladno važećim propisima i normama, prije početka ugradnje armature mora provjeriti da li je ista u skladu sa zahtjevima predmetnog projekta te da li je tijekom skladištenja, transporta ili rukovanja armature došlo do njezinog oštećenja, deformacije ili druge promjene koja bi mogla utjecati na tehnička svojstva betonske konstrukcije.


Izvođač je dužan, prije sječenja i savijanja armature, nadzornom inženjeru dostaviti na uvid detaljne armature nacрте i odgovarajuće planove sječenja i savijanja armature. Čelik za armiranje potrebno je rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Savijanje treba izvoditi polako i jednolikom brzinom, a promjer trna za savijanje treba biti prilagođen stvarnom tipu armature (odnosno treba imati propisan promjer). Savijanje grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno dopuštenje definirano projektnim specifikacijama. Savijanje treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja i na temperaturi zraka ne nižoj od -5 °C (osim ako je drugačije dozvoljeno projektnim specifikacijama). Armatura mora biti uskladištena i transportirana tako da se spriječi njeno oštećenje te skupljanje nečistoće i hrđe. Sva armatura mora biti jednoznačno obilježena brojevima i/ili slovima.

Armaturu je potrebno postaviti točno prema nacrtima i čvrsto fiksirati kako bi se spriječilo njeno pomicanje tijekom betoniranja. Armatura mora biti međusobno vezana na svim mjestima ukrštanja. Krajevi žice za vezanje moraju biti savinuti na suprotnu stranu od zaštitnog sloja. Slojevi armature (npr. u gornjoj i donjoj zoni) moraju biti dovoljno razmaknuti i međusobno učvršćeni čeličnim elementima koji ne ulaze u zaštitni sloj. Armatura mora biti odmaknuta od oplata distancerima sa svih strana, pri čemu distancer mora osigurati čvrst oslonac armaturi kako bi zaštitni sloj ostao u granicama zadanih tolerancija. Betoniranje ne smije započeti prije no što se šipke potpuno očiste od nečistoće, hrđe, morta i sličnog.

Izvođač nadzornom inženjeru treba dati dovoljno vremena da pregleda dovršene armiračke radove na dijelu konstrukcije koji će se betonirati, pri čemu isti mora osigurati mogućnost uvida u detaljne armature nacрте i odgovarajuće planove sječenja i savijanja armature. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje (odnosno armaturu) i da li su iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta konstrukcije građevine, zatim, provjeriti da li je armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom konstrukcije građevine i Izvedbenim projektom (odnosno da li položaji i detalji armature odgovaraju nacrtima) te u konačnici, dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u Građevinski dnevnik.

PROIZVODNJA I ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

Izvođač, odnosno Investitor, dužan je, prilikom ugovaranja narudžbe betona s proizvođačem betona, dogovoriti zahtijevana svojstva betona, datum i vrijeme isporuke betona te količinu betona, odnosno, informirati proizvođača o posebnom transportu betona na gradilište, posebnim postupcima ugradnje betona te ograničenjima vozila isporuke (npr. veličina, visina i bruto težina vozila, agitirajuća ili neagitirajuća oprema i sl.). Također, prilikom ugovaranja narudžbe betona, proizvođač betona dužan je Izvođaču, odnosno Investitoru dostaviti informacije o sastavu mješavine betona radi usklađivanja primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona te pravovremenog utvrđivanja razvoja čvrstoće betona. Ukoliko se radi o tvorničkoj proizvodnji betona, spomenute informacije mogu također biti dostavljene u formi proizvođačevih referenci ili kataloga sastava mješavina betona, u kojima su navedene pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težinama mješavina i drugi mjerodavni podaci. Proizvođač betona dužan je informirati Izvođača, odnosno Investitora, o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom. Sve navedene informacije proizvođač

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

mora ustupiti prije isporuke betona, a u vremenu kada to odgovara Izvođaču, odnosno Investitoru. Predmetnim projektom zahtijeva se da beton za izgradnju konstrukcije građevine mora biti gotov, odnosno tvornički proizveden, a sukladno Programu i važećim propisima i normama.


Ukoliko se beton namjerava proizvoditi na gradilištu, Izvođač je dužan izraditi Priručnik osiguranja kvalitete i kontrole proizvodnje koji se odnosi se na osoblje koje upravlja, izvodi i verificira postupke proizvodnje, opremu, radove u proizvodnji te sastojke betona. Navedenim dokumentom moraju biti definirane nadležna tijela, odgovornosti i odnosi osoblja koje upravlja, izvodi i verificira proizvodnju, a posebno se mora istaknuti organizacijska sloboda, odnosno autoritet osoblja za minimiziranje rizika od nesukladnosti i autoritet osoblja za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona. Ukoliko zakonske obveze ne traže duže razdoblje, Izvođač je dužan izvještaje o kontroli proizvodnje čuvati najmanje tri godine.

Proizvođač betona odgovoran je za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona, a isti je odgovoran i za kontrolu proizvodnje do vremena predaje betona Izvođaču. Također, sav proizvedeni beton mora biti predmet kontrole proizvodnje. Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u skladu s uvjetovanim svojstvima. To uključuje izbor materijala za izradu betona, projektiranje betona, proizvodnju betona, preglede i ispitivanja, uporabu rezultata pregleda i ispitivanja materijala za izradu betona, svježeg betona, očvrslog betona i opreme te kontrolu sukladnosti. Proizvođač betona dužan je ispitivati zahtijevana svojstva svježeg betona najmanje jednom mjesečno, a očvrslog betona (odnosno karakterističnu tlačnu čvrstoću betona) jednom u tri mjeseca. Uzorke je potrebno uzimati po partijama proizvedenog betona iste vrste u ovisnosti o količini, pri čemu ista ne smije biti veća od 2000 m³ ili po partijama u ovisnosti o vremenskom razdoblju proizvodnje, pri čemu isto ne smije biti duže od mjesec dana. Pri tome, broj uzoraka u jednoj partiji definiran je s obzirom na količinu proizvedenog betona i to na sljedeći način: po jedan uzorak na svakih 50 m³ odnosno svakih 75 mješavina, ovisno o tome koji uvjet daje veći broj uzoraka ili po jedan uzorak svakog dana proizvodnje, ako se radi o manjim dnevnim količinama proizvedenog betona. Kontrola proizvodnje mora se odvijati prema načelima važećih propisa i normi. Sustav kontrole proizvodnje mora sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute, koje po potrebi treba utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22., 23. i 24. norme EN 206. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora potrebno je dokumentirati, a rezultate ispitivanja i kontrola potrebno je evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje moraju biti zapisani (sadržani u izvještajima). Ukoliko zakonske obveze ne traže duže razdoblje, proizvođač betona dužan je izvještaje o kontroli proizvodnje čuvati najmanje tri godine.

Kontrola sukladnosti integralni je dio kontrole proizvodnje. Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje proizvođač betona mora provesti u skladu s pravilima sukladnosti unaprijed prilagođenim radi provjere sukladnosti betona s uvjetima propisanim predmetnim projektom. Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona svojstva koja se određuju odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. No, stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od onih koji su utvrđeni ispitivanjima (ovisno o dimenzijama konstrukcije, načinu ugradnje, zbijenosti, njezi i klimatskim uvjetima,...). Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti moraju zadovoljavati postupke navedene Programom. Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanja i određivanje sukladnosti, mora se odabrati tako da se sastav betona i mjerodavna svojstva betona ne razlikuju značajno na mjestu uzorkovanja i mjestu isporuke. Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, potrebno ih je uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač betona u prihvaćanju sukladnosti smije koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona. Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama odgovornosti na mjestu proizvodnje i na gradilištu. Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi početno ispitivanje kad je to zatraženo, kontrolu proizvodnje te kontrolu sukladnosti. Kontrolu proizvodnje proizvođača betona potrebno je za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo. Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

Izvođač je od vremena preuzimanja betona do završetka njegovanja ugrađenog betona dužan osigurati kontrolu kojom se daje ocjena suglasnosti kvalitete betona s uvjetima projekta konstrukcije, projekta betona i Programa. Kontrolni postupak vrši se na uzorcima uzetim na mjestu ugradnje betona (koji se prvi dan se čuvaju na gradilištu, zaštićeni od gubitka vlage, a zatim do ispitivanja u standardnim laboratorijskim uvjetima) pri čemu se uzorci pripremaju i čuvaju prema važećim propisima i normama. Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju i to za svaku dopremu betona (dolaskom svakog vozila), a u skladu sa zahtjevima važećih propisa i normi te projekta konstrukcije. Kontrolni postupak utvrđivanja zahtijevanih svojstava očvrsnulog betona provodi

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju i to ne manje od jednog uzorka za istovrsne betonske i armiranobetonske elemente konstrukcije koji su načinjeni od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača koji se bez prekida ugrađuje unutar 24 sata, a u skladu sa zahtjevima važećih propisa i normi te projekta konstrukcije. Uzorke je potrebno uzimati po partijama proizvedenog betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača, a u ovisnosti o količini, pri čemu količina u jednoj partiji ne smije biti veća od količine koja će se ugraditi u istovrsne elemente konstrukcije ili od količine koja se u istovrsne elemente konstrukcije može ugraditi tijekom 24 sata, ovisno o tome koji uvjet daje veći broj uzoraka. Pri tome, broj uzoraka u jednoj partiji definiran je s obzirom na količinu ugrađenog betona i to po jedan uzorak na svakih 50 m³. Podaci o istovrsnim betonskim i armiranobetonskim elementima konstrukcije koji su načinjeni od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača, evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obavezno navođenje oznake pojedinačnog elementa konstrukcije i mjesta u elementu konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka. Kontrolni postupak utvrđivanja zahtijevanih svojstava očvrstulog betona provodi odgovarajuća institucija, sukladno važećim propisima i normama, pri čemu se ocjenjivanje rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje zahtijevanih svojstava i karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi odgovarajućom primjenom kriterija. U slučaju nepotvrđivanja zahtijevanih svojstava i/ili razreda tlačne čvrstoće betona, potrebno je na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanih svojstava provesti naknadno ispitivanje svojstava i tlačne čvrstoće betona u konstrukciji te ocjenu sukladnosti, a prema važećim propisima i normama.


Prilikom transporta i isporuke betona, proizvođač betona dužan je osigurati zahtijevana svojstva betona, a posebice vrijednosti v/c omjera i konzistencije betona. Nakon završetka miješanja te tijekom transporta i isporuke betona, zabranjeno je svako dodavanje vode ili dodataka betonu. Voda ili dodaci betonu mogu biti dodavani u posebnim slučajevima, pod odgovornošću proizvođača, kada se primjenjuju za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, pri čemu je potrebno da količine dodavane vode i dodataka budu uračunati projektom betona te da uvjetovane granične vrijednosti vode i dodataka ne budu prekoračene. Količine svake dodavane vode i/ili dodatka, moraju biti upisane u otpremni dokument u svim slučajevima.

Pri isporuci gotovog (tvornički proizvedenog) betona, proizvođač betona dužan je Izvođaču, odnosno Investitoru, dostaviti otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona.

Svaka otpremnica mora imati otisnute, utisnute ili upisane minimalno sljedeće informacije: ime tvornice betona, serijski broj otpremnice, broj vozila, ime kupca, ime i lokaciju građevine, količinu betona u m³, detalje ili reference uvjeta (kodni broj, redni broj i sl.), deklaraciju sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i normom *EN 206*, ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno, datum i vrijeme prvog kontakta cementa i vode, datum i vrijeme utovara betona, predviđen datum i vrijeme kada beton stiže na gradilište, datum i vrijeme početka istovara te datum i vrijeme završetka istovara betona.

BETONIRANJE

Sav beton koji se koristi za izradu betonskih i armiranobetonskih elemenata konstrukcije građevine mora biti proizveden sukladno važećim propisima i normama te Programu. Proizvođač betona, odnosno Izvođač, dužni su osigurati da sav beton tijekom isporuke, preuzimanja, gradilišnog transporta i ugradnje zadovoljava zahtijevana svojstva betona. Prije početka betoniranja potrebno je pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene projektom betoniranja i Programom. Ukoliko ne postoji projekt betoniranja, a prema složenosti izvedbe je neophodan, Izvođač ga je dužan izraditi i potvrditi potpisom nadzornog inženjera. Nadzor i kontrolu kvalitete potrebno je provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranim Programom. Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju, a u skladu sa zahtjevima važećih propisa i normi te projekta konstrukcije i to najmanje pregledom svake otpremnice, vizualnom kontrolom konzistencije betona prilikom svake dopreme (dolaskom svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji. Izvođač je prije početka ugradnje betona dužan provjeriti otpremni dokument (provjeriti da li je beton sukladan zahtjevima) i provjeriti da li je tijekom transporta došlo do promjene svojstava betona koja bi mogla utjecati na izvedbu i tehnička svojstva konstrukcije te nakon provjere potpisom nadzornog inženjera potvrditi izvršeni nadzor. U slučaju nesukladnosti Izvođač je dužan odmah prekinuti preuzimanje betona, a proizvođač betona mora odmah prekinuti proizvodnju i isporuku te poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale. Po potrebi se prije početka betoniranja mora izvršiti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom betona te rezultate i zaključke istog dokumentirati i potvrditi potpisom nadzornog inženjera.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Tehnologiju skladištenja, transporta i ugradnje na gradilištu proizvedenih ili predgotovljenih betonskih i armiranobetonskih elemenata, Izvođač je dužan usuglasiti sa zahtjevima projekta te za istu dobiti odobrenje nadzornog inženjera. Pri tome, projektom mora biti usklađeno ponašanje takvih elemenata s ponašanjem cijele konstrukcije. Proizvodnja, skladištenje, transport i ugradnja te zaštita predgotovljenih elemenata mora se provoditi u skladu s projektnom specifikacijom i odlukama nadzornog inženjera, bez negativnih posljedica na tehničke karakteristike elemenata. Rukovanje i izvedba prilikom ugradnje predgotovljenih elemenata mora biti sukladna planovima i detaljnim nacrtima sklapanja te redoslijedom radova koji su definirani Izvedbenim projektom ili od strane proizvođača elemenata. Tijekom ugradnje potrebno je provjeriti ispravnost položaja elemenata, dimenzijsku točnost oslonaca, stanje spojnica i cjelokupni skloš konstrukcije te ukoliko se pokaže potrebnim, načiniti potrebne prilagodbe.


Sve pripremne radnje prije početka betoniranja potrebno je provjeriti i dokumentirati prema Programu prije no što ugradnja betona započne. Oplata mora biti očišćena od nečistoća, leda, snijega ili vode. Ukoliko se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi je beton potrebno zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vlage (odnosno vode). Navedeno je potrebno ostvariti na način da se ispod elemenata konstrukcije koji su položeni izravno na tlo, prije početka betoniranja ugraditi sloj podložnog betona minimalne debljine 10 cm i time element konstrukcije odvoji od temeljnog tla ili ukoliko se radi o temeljnoj stijeni, za odgovarajuću vrijednost poveća donji zaštitni sloj betonskog i/ili armiranobetonskog elementa konstrukcije. Betoniranje smije započeti jedan dan nakon završetka ugradbe podložnog betona. Oborinsku i procjednu vodu na temeljnim ploham i konstrukcijskim spojnica Izvođač je dužan ukloniti na način koji određuje nadzorni inženjer. Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste, oprašene i navlažene.

Temeljna stijena, temeljno tlo, oplata ili elementi konstrukcije u dodiru s pozicijom koja se betonira moraju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije nego li isti postigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznutu stijenu ili tlo nije dopuštena, osim ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere. Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja mora biti iznad 0 °C. Predviđa li se temperatura zraka ispod 0 °C za vrijeme betoniranja ili za vrijeme njegovanja ugrađenog betona, potrebno je planirati mjere zaštite betona od negativnih djelovanja smrzavanja. Predviđa li se visoka temperatura zraka za vrijeme betoniranja ili za vrijeme njegovanja ugrađenog betona, potrebno je planirati mjere zaštite betona od negativnih djelovanja brzog sušenja.

Beton je potrebno ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi u potpunosti i kvalitetno obuhvate betonom, da se osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te da beton postigne zahtijevanu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima zgusnute armature, promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore i na mjestima prekida betoniranja. Beton treba ugraditi što bliže konačnom položaju u elementu konstrukcije, što podrazumijeva da se vibriranjem ili nekim drugim načinom beton ne smije namjerno razvlačiti kroz oplatu i armaturu. Brzina ugradnje i zbijanja betona mora biti dovoljno velika da se izbjegniju hladne spojnice i dovoljno mala da se izbjegniju pretjerana slijeganja ili preopterećenje skela i oplata. Hladna spojnica se tijekom betoniranja smije stvarati isključivo u slučaju da beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi za postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod specifične površinske obrade betonskog ili armiranobetonskog elementa konstrukcije. Tijekom isporuke, preuzimanja, gradilišnog transporta i ugradnje betona nije dopušteno naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača, sličnih materijala i drugih dodataka betonu. Beton se tijekom ugradnje i zbijanja mora zaštititi od utjecaja vode, kiše, snijega, smrzavanja, jakog vjetera i insolacije.

Zbijanje betona, odnosno vibriranje, u pravilu je potrebno izvoditi uranjanjem vibratora u beton, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom. Normalna debljina ugrađenog sloja betona ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje se mora izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira i praktički sve dok ne prestane izdvajanje zarobljenog zraka. Kod debljih slojeva ugrađenog betona revibriranje površinskog sloja je preporučljivo radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjeg sloja armature. Vibriranje površinskim vibratorima mora se izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak, pri čemu je preporučljivo dodatno vibriranje površina uz podupore. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona potrebno je izbjeći. Kada se primjenjuje isključivo površinsko vibriranje, debljina sloja ugrađenog betona ne smije prelaziti 10 cm, osim u slučaju da je prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Segregacija betona prilikom ugradnje i zbijanja mora se svesti na najmanju moguću mjeru.


Beton se u ranom razdoblju mora zaštititi kako bi se skupljanje betona svelo na najmanju moguću mjeru, kako bi se postigla potrebna površinska čvrstoća betona, kako bi se osigurala dovoljna trajnost površinskog sloja betona, kako bi se beton zaštitio od negativnih djelovanja smrzavanja, insolacije, štetnih vibracija, udara ili

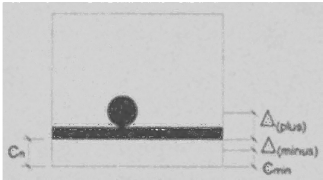
 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad	
	INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad	
	IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	


drugih utjecaja i oštećenja. Postupci kao zadržavanje betona u oplati, pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama koje su posebno učvršćene i osigurane na spojevima i krajevima, pokrivanje površine betona vlažnim materijalima i zaštitom od njihovog sušenja, održavanje površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem te primjena zaštitnih premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom i dopuštenjem nadzornog inženjera), pogodni su za njegu betona i moraju se primijenjeni odvojeno ili uzastopno. Pri tome, sav materijal koji se koristi u navedenim postupcima ne smije biti znatno hladniji od betona kako bi se izbjeglo nastajanje površinskih pukotina. Također, potrebno je napomenuti da primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se zaštitni premazi potpuno ne uklone prije sljedeće planirane operacije ili ako je dokazano da na sljedeću operaciju ne djeluju negativno. Ukoliko projektnim specifikacijama nije dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti na površinama sa specificiranom površinskom obradom. Postupci njegovanja betona moraju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Trajanje primijenjenog njegovanja potrebno je odrediti pomoću funkcije razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru čvrstoće i zrelosti betona te omjeru oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Beton se tijekom njege mora zaštititi od utjecaja vode, kiše, snijega, smrzavanja, jakog vjetrova i insolacije. Površinsku temperaturu betona potrebno je zadržati iznad 0 °C sve dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 MPa). Najviša temperatura betona ne smije prijeći +50 °C iz razloga da bi se spriječili negativni utjecaji visoke temperature betona tijekom njegovanja kao što su značajno smanjenje čvrstoće, značajno povećanje poroznosti, odloženo formiranje etringita te povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa. Završna ocjena zahtijevanih svojstava betona ugrađenog u elemente konstrukcije mora se dati sukladno važećim propisima i normama, a ocjenu postignutih svojstava betona treba provesti po partijama koje će se u skladu s normama i Programom formirati za iste elemente konstrukcije predmetne građevine. Zahtijevana svojstva betona postignuta su ukoliko su zadovoljeni svi kriteriji i minimalni uvjeti kvalitete sukladno normama i Programu. Završna ocjena kvalitete betona u konstrukciji obuhvaća izvještaj o kvaliteti betona isporučenog iz tvornice betona dokumentaciju o preuzimanju betona po partijama, uvjerenja o ispitivanju i ocjeni posebnih svojstava betona, izvještaj o vizualnom pregledu konstrukcije. U slučaju da je prilikom isporuke, preuzimanja, gradilišnog transporta i ugradnje uporabljen beton koji ne zadovoljava zahtijevana svojstva betona ili da je tijekom njegovanja betona došlo do smrzavanja, naglog sušenja ili drugog oštećenja betona, sve nezadovoljavajuće, oštećene i napukle elemente konstrukcije mora pregledati nadzorni inženjer i Glavni projektant te predložiti rješenje o njihovoj sanaciji ili rušenju i obnovi.

Izvedene dimenzije elemenata konstrukcije moraju biti unutar najvećih dopuštenih geometrijskih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na mehaničku otpornost, stabilnost i uporabivost u privremenom i kasnijem stanju, štetnih utjecaja na kompatibilnost postavljanja i izvedbe drugih elemenata konstrukcije i njezinih ne konstruktivnih dijelova te štetnih utjecaja na ponašanje tijekom uporabe građevine. Tolerancije definirane normom i nominirane kao normalne tolerancije, moraju odgovarati projektnim pretpostavkama i traženoj razini sigurnosti. Iako se zahtjevi za najveća dopuštena geometrijska odstupanja prema normi odnose na cijelu konstrukciju, svaka kontrola pojedinačnih elemenata konstrukcije mora imati takve kriterije da udovolji zahtjevima konačne kontrole izvedene konstrukcije. Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koja nemaju značajan utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije smiju se zanemariti. Predmetnim projektom zahtijeva se da dimenzije poprečnog presjeka betonskih i armiranobetonskih elemenata konstrukcije, debljina zaštitnog sloja betona te položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti koje su navedeni niže u tablici.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

VRSTA ODSUPANJA	NAPOMENA	DOPUŠTENA MJERA ODSUPANJA
dimenzije bridova poprečnog presjeka	Vrijedi za sve bridove poprečnog presjeka.	+ 10 mm
ravnost bridova poprečnog presjeka		+ 8 mm za duljinu brida > 1.0 m min (+ 8 mm/m; + 20 mm) za duljinu brida ≤ 1.0 m
okomitost poprečnog presjeka	Duljina brida poprečnog presjeka ima oznaku "a".	min (+ 0.04·a; + 10 mm)
zakošenost poprečnog presjeka	Širina poprečnog presjeka ima oznaku "b", a visina oznaku "h".	min (+ h/25 i/ili + b/25; + 30 mm)
ravnost ne oplaćene ili ne uglačane površine	Prva mjera dana je za lokalno područje i duljinu od 0.2 do 2.0 m, a druga mjera za globalno područje i duljinu iznad 2.0 m.	+ 5mm za lokalno područje + 4 mm za globalno područje
ravnost oplaćene ili uglačane površine		+ 8 mm za lokalno područje + 6 mm za globalno područje
<p>Visina poprečnog presjeka ima oznaku "h". Propisani najmanji zaštitni sloj betona ima oznaku "c_{min}" Nominalni zaštitni sloj betona ima oznaku "c_n" i jednak zbroju stvarnog zaštitnog sloja koji ima oznaku "c" i dopuštenog odstupanja koje ima oznaku "Δ". Nominalni zaštitni sloj betona mora ispuniti sljedeći uvjet $c + \Delta_{(plus)} > c_n - \Delta_{(minus)}$ Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima smije se povećati za 15 mm, no negativno odstupanje mora ostati isto.</p>		
	Prva mjera dana je za Δ _(minus) , a ostale za Δ _(plus) (između navedenih vrijednosti potrebno je linearno interpolirati).	- 10 mm + 10 mm za h < 150 mm + 15 mm za h = 400 mm + 20 mm za h > 2500 mm
položaj armature u poprečnom presjeku	Duljina preklopna armature ima oznaku "l".	± 0.06·l
preklopni spoj armature	Dimenzije otvora u ulošcima imaju oznake "Δ ₁ ", "Δ ₂ " i "Δ ₃ ".	± 25 mm
otvori u ulošcima		

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

3.3. Tehnički uvjeti za zidanu konstrukciju

MATERIJALI

Uskladištenje materijala koji se koristi za zidanje, mora biti takvo da nije moguće oštećenje do stupnja kada nije pogodno za korištenje. Opeka se ne smije polagati na površine koje sadrže kemijske nečistoće, klinker ili pepeo, niti na novo betonirane elemente (sve dok ti elementi ne ostvare dovoljnu nosivost). Opeku koja nije otporna na mraz, potrebno je skladištiti u zatvorenim prostorima gdje temperatura nije niža od 0°C. Za nosive elemente konstrukcije koji su projektom ili troškovnikom predviđeni kao zidani zidovi, potrebno je da budu od zidnih elemenata koji odgovaraju minimalno kategoriji "I" kontrole proizvodnje zidnih elemenata (za zidanu konstrukciju nužno je koristiti elemente od pečene gline klase ne manje od MO-10).

Opeka prilikom ugradnje mora biti čista i neoštećena. Prije nego se opeka počne postavljati u mort, ista mora imati potrebnu vlažnost kako bi se postigla što bolja prionljivost s mortom, pa se stoga preporuča kvašenje elemenata prije polaganja u mort. Vremenski period kvašenja potrebno je odrediti ovisno o konzistenciji morta, tipu opeke i preporukama za pojedine radove, odnosno propisima.

Cement i vapno moraju odležati najmanje tri mjeseca od dana proizvodnje, pri čemu isti moraju biti zaštićeni od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladištenja. Veziva je potrebno skladištiti odvojeno, tako da ne dođe do miješanja. Pijesak različitih tipova mora se skladištiti odvojeno, na tvrdj podlozi i zaštićeno, pri čemu ne smije doći do onečišćenja istog.


Mort je potrebno miješati u omjerima materijala kako je definirano projektom morta, a koji je dužan dostaviti Izvođač. Navedenim projektom mora se postići projektirana klasa morta. Mortovi za pojedine namjene (ukoliko troškovničkim opisom nije drugačije definirano) moraju imati sljedeća svojstva, odnosno omjere miješanja materijala: za zidanje nosivih zidova dopušteno je koristiti produženi cementni mort minimalno klase M5 u omjeru 1:2:5, za zidanje pregradnih zidova i žbukanje dopušteno je koristiti produženi cementni mort minimalno klase M2.5 u omjeru 1:2:5, za glazure i mjesta ugradnje čeličnih elemenata dopušteno je koristiti cementni mort minimalno klase M10 u omjeru 1:3, za prskanje zidova potrebno je koristiti cementno mlijeko koje mora sadržavati 10% oštrog pijeska, a za pačokiranje cementni mort u omjeru 1:4, za žbukanje stropova (potkonstrukcije) dopušteno je koristiti vapneni mort u omjeru 1:1, a za unutarnje žbukanje vapneni mort u omjeru 1:3 (fina žbuka izrađuje se s prosijanim pijeskom te se izvodi na potpuno osušenoj gruboj žbuci, pri čemu ukupna debljina žbuke mora biti u granicama od 1.5 do 2.0 cm).

Sav pribor koji se koristi pri miješanju i transportu morta potrebno je održavati čistim. Nakon što se mort izmiješa, odnosno izvadi iz miješalice ili započne transportirati, ne smije mu se dodavati nikakav dodatan materijal. Mort je potrebno ugraditi prije nego započne vezivanje. Mort mora imati plastičnu konzistenciju određenu normama za mort. Unaprijed pripremljeni mort treba rabiti u skladu sa uputama proizvođača i prije kraja roka uporabe deklariranog od strane proizvođača.

ZIDANJE

Za nosive elemente konstrukcije koji su projektom ili troškovnikom predviđeni kao zidani zidovi, potrebno je da budu zidani minimalno u skladu s kategorijom "B" kontrole zidanja. Kvaliteta zidanja mora biti u skladu sa zahtijevanom kvalitetom zidova koja je definirana u projektu te u skladu s važećim propisima, a u nedostatku državnih normi potrebno je koristiti ekvivalentne euronorme.

Zidne elemente potrebno je postavljati u pravilan zidni vez. Redovi elemenata za zidanje moraju biti vodoravni sa reškama ne debljim od 1.0 cm, osim kod zidanja elementima od "siporex"-a kod kojih reške ne smiju biti deblje od 0.5 cm. Prilikom izvedbe zidova s vertikalnim armiranobetonskim serklažima, opeku je potrebno uzidati tako da zid završava na "šmorc", odnosno, potrebno je izvesti nazubljeni spoj vertikalnog serklaža i zidanog zida izmicanjem za polovicu duljine elementa za zidanje u svakom drugom redu. Horizontalne serklaže na razini stropova potrebno je betonirati zajedno sa stropnom konstrukcijom.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

Zidanje je potrebno obustaviti ako je temperatura zraka niža od +5 °C ili je viša od +35 °C. U slučaju da prilikom zidanja dođe do smrzavanja ili naglog sušenja, sve napukle zidove potrebno je srušiti i obnoviti.

Novoizvedene zidove potrebno je zaštititi od mehaničkih oštećenja i utjecaja vremenskih prilika. Vrhove zidova potrebno je pokriti vodonepropusnim presvlakama. Zidovima se ne smije dopustiti prebrzo sušenje, pa ih je stoga u vrućim danima potrebno vlažiti dok ne ostvare potrebnu čvrstoću.

3.4. Prikaz mjera zaštite na radu

Izvođač je odgovoran za osiguranje svih potrebnih mjera zaštite na radu. Mjere predviđaju odgovarajuću organizaciju rada, te opremu i radnje obvezatne po Zakonu o zaštiti na radu (NN 71/14), prikladne vrsti radova. Posebno se ističe nužnost osiguranja radnika kod radova na visini i onemogućavanje kretanje ljudi u zonama iznad kojih se izvodi uklanjanje postojećih zidova i stropnih konstrukcija, a vezano s time, osiguranje nepristupnosti nezaposlenima u zoni izvođenja radova.

Nadzor obavlja nadzorni inženjer, koordinator zaštite na radu te nadležna inspekcija.

3.5. Prikaz mjera zaštite od požara

Za vrijeme sanacije predmetne građevine potrebno je provesti sve propisane i važećom zakonskom regulativom predviđene mjere, zaštite pri radu i rukovanju sa lako zapaljivim materijalima, koji mogu izazvati požar. Takve materijale potrebno je držati udaljene od toplinskih izvora i otvorenog plamena, kako ne bi došlo do izbijanja požara.

Lako zapaljive materijale (primjerice: eksploziv, benzin, nafta, razna ulja, boje i sl.) treba čuvati u posebnim skladišnim prostorima, sigurnim od požara, u svemu prema važećim odredbama, propisima i normama (NN 24/76, 31/86, 47/89, 108/95, NN 58/93, NN 33/05, NN 107/07).


Električne instalacije, uređaji i oprema, moraju svojom kvalitetom i načinom izvedbe, odgovarati važećim propisima i normama.

Kontrolu provedbe predmetnih mjera zaštite od požara, provode: izvoditelj, nadzorni inženjer, kao i ovlašteni predstavnici nadležnih državnih tijela.

Nakon završetka radova potrebno je urediti gradilište i ukloniti sve ostatke građe i zapaljivih materijala, te dovesti okoliš u prvobitno stanje.

PROJEKTANT:

mr.sc.Berislav Medić, dipl.ing.građ.

 arhitektura konstrukcija dizajn konzalting	GRAĐEVINA: Rekonstrukcija i dogradnja zgrade dječjeg vrtića Ivanić Grad	GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTUKCIJE mapa 2 Zagreb, listopad 2020
	LOKACIJA: k.č.br. 1238, k.o.Ivanić Grad, Ulica Milke trnine 2, 10 310 Ivanić-Grad INVESTITOR: GRAD IVANIĆ GRAD Park hrvatskih branitelja 1, Ivanić Grad IZRADIO: mr. sc. Berislav Medić, dipl. ing. građ.	

4. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRAĐENJA, POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA GOSPODARENJE OTPADOM TE POSEBNI TEHNIČKI UVJETI ZA GOSPODARENJE OPASNIM OTPADOM

Temeljem Zakona o gradnji (NN153/13) i pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN153/13) izrađen je Glavni projekt.

Izvoditi će se:

- zbrinjavanje građevinskog otpada

Organizacijom građenja kod izvođenja radova treba predvidjeti mjere zaštite radi sprječavanja zagađenja okoliša i podzemlja tekućim i krutim tvarima, kao što su: otrovi, masnoće, kemijski agresivne tvari, soli, organska otapala i slično.

Izvoditelj je dužan redovito održavati i čistiti gradilište sa svim prostorima i cjelokupnim inventarom.

Sve otpadne materijale (šuta, mort, ambalaža i sl.) treba odmah odvesti na za to predviđeno mjesto - deponiju ili reciklažu, a sve prema odredbi Nadzornog inženjera.

Okoliš gradilišta, odnosno prostor koji je ono zauzelo za potrebe građenja, mora se nakon završetka građenja vratiti u prvobitno stanje. To znači da se moraju ukloniti sve privremene građevine sagrađene u okviru pripremnih radova, sva gradilišna oprema, sva neutrošena gradiva, otpad i slično. Zemljište na području gradilišta te na prilazima gradilištu mora se urediti i vratiti, u mjeri u kojoj je to moguće, u prvobitno stanje.

PROJEKTANT:

mr.sc.Berislav Medić, dipl.ing.građ.