GEO-RAD d.o.o.

Rijeka, Matije Gupca 11
OIB : 81881137964

tel. 051/230-058
e-mail: georad.jelenje@gmail.com

(prostor namijenjen ovjeri tijela nadležnog za izdavanje akta za građenje)

INVESTITOR

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
OIB 61738073226
Zagrebačka 30, Pula

IZRAĐIVAČ

GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11, RIJEKA
OIB: 81881137964

FAZA IZRADE:

G L A V N I P R O J E K T

građevinski projekt - projekt konstrukcije

MAPA	**2/9**
OZNAKA PROJEKTA	**02/28GP-2022-V**
ZOP	**28GP-2022-V**

GRAĐEVINA
REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija

LOKACIJA
k.č. 6220/8, k.o. PULA

GLAVNI PROJEKTANT:
Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
G 5118

Tonka Radetić Maglica
Digitalno potpisao: Tonka Radetić Maglica
Datum: 2022.09.22 13:12:17 +02'00'

PROJEKTANT
Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
G 5118

SURADNIK
Matea Brnelić, mag.ing.aedif.
G 5761

SURADNIK
Ivan Badurina, mag.ing.aedif.
G 6994

DIREKTORICA:
Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
G 5118

TONKA RADETIĆ MAGLICA
Digitalno potpisao: TONKA RADETIĆ MAGLICA
Datum: 2022.09.22 13:10:25 +02'00'

RIJEKA RUJAN 2022 **(09/2022)**

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Rijeka, rujan 2022.

građevina: REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA: ex.Interna i aneks ex.Neurologija

broj projekta 02/28GP-2022-V

OVJERA REVIDENTA

INVESTITOR:	SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI ZAGREBAČKA 30, PULA OIB: 61738073226
LOKACIJA:	k.č. 6220/8, k.o. Pula
NAZIV GRAĐEVINE:	Rekonstrukcija, adaptacija i dogradnja grupe zgrada: ex.Interna i aneks ex.Neurologija
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt
STRUKOVNA ODREDNICA	Građevinski projekt – projekt konstrukcije
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:	28GP-2022-V
OZNAKA PROJEKTA:	2/28GP-2022-V
DATUM IZRADE:	Rujan 2022.

Saša Mitrović

Digitalno potpisao: Saša Mitrović
DN: c=HR, o=HKIG, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Signature, sn=Mitrović, givenName=Saša, serialNumber=PNOHR-09612169348, cn=Saša Mitrović
Datum: 2022.09.22 16:36:24 +02'00'

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

SADRŽAJ

OPĆI DIO PROJEKTA 5
1. POPIS SVIH MAPA I PROJEKTANATA 6
2. RJEŠENJE O REGISTRIRANOJ DJELATNOSTI 8
3. POTVRDA O UPISU U HKIG 14
4. IZJAVA PROJEKTANA O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA S PROSTORNIM PLANOVIMA, POSEBNIM ZAKONIMA I PROPISIMA 15
TEHNIČKI DIO PROJEKTA 17
1. TEKSTUALNI DIO PROJEKTA 18
1.1 TEHNIČKI OPIS 19
1.1.1 OPĆENITO 19
1.1.2 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11 19
1.1.3 PJEŠAČKI MOST- ZGRADA 22 22
1.1.4 EX.INTERNA- ZGRADA 33 23
1.1.5 VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I NJENO ODRŽAVANJE 25
1.2 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 26
1.3 POPIS PRIMIJENJENIH ZAKONA I PROPISA 42
1.4 ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA 43
2. PRORAČUNSKI DIO PROJEKTA 44
2.1 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11- OSNOVNA ZGRADA 44
2.1.1 ANALIZA OPTEREĆENJA 44
2.1.2 PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE 58
2.1.3 KOMBINACIJE DJELOVANJA 60
2.1.4 PRORAČUN KROVNE PLOČE 61
2.1.5 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE P-1 77
2.1.6 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE S- P 94
2.1.7 PRORAČUN TEMELJNE PLOČE 111
2.1.8 DIMENZIONIRANJE AB ZIDOVA 115
2.2 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11- JUGOZAPADNI ANEKS 116
2.2.1 ANALIZA OPTEREĆENJA 116
2.2.2 PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE 130
2.2.3 KOMBINACIJE DJELOVANJA 132
2.2.4 PRORAČUN KROVNE PLOČE 133

2.2.5 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE ... 146
2.2.6 PODNE PLOČE PRIZEMLJA- P100 ... 158
2.2.7 PRORAČUN GREDA POZICIJE 300 ... 159
2.2.8 GREDE POZICIJE 200 ... 182
2.2.9 PRORAČUN STUBIŠTA ... 200
2.2.10 DIMENZIONIRANJE ZIDA STUBIŠTA ... 205
2.2.11 DIMENZIONIRANJE OKNA LIFTA ... 205
2.2.12 DIMENZIONIRANJE STUPOVA ... 206
2.2.13 NADTEMELJNI ZIDOVI ... 209
2.2.14 PRORAČUN TRAKASTIH TEMELJA OBJEKTA ... 209
2.3 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11- JUGOISTOČNI ANEKS ... 214
2.3.1 ANALIZA OPTEREĆENJA ... 214
2.3.2 PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE ... 228
2.3.3 KOMBINACIJE DJELOVANJA ... 230
2.3.4 PRORAČUN KROVNE PLOČE ... 231
2.3.5 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE ... 243
2.3.6 PODNE PLOČE PRIZEMLJA- P100b ... 256
2.3.7 PRORAČUN GREDA POZICIJE 300 ... 256
2.3.8 GREDE POZICIJE 200 ... 302
2.3.9 DIMENZIONIRANJE STUPOVA ... 357
2.3.10 NADTEMELJNI ZIDOVI ... 362
2.3.11 PRORAČUN TRAKASTIH TEMELJA OBJEKTA ... 362
2.4 PJEŠAČKI MOST- ZGRADA 22 ... 370
2.4.1 ANALIZA OPTEREĆENJA ... 370
2.4.2 DIMENZIONIRANJE NOSIVOG SKLOPA GRAĐEVINE ... 383
2.4.3 GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI PLOČE PJEŠAČKOG MOSTA ... 440
2.4.4 PROVJERA NOSIVOSTI TLA ISPOD TEMELJNE TRAKE POZICIJE: T001 ... 454
2.5 EX.INTERNA- ZGRADA 33 ... 460
2.5.1 ANALIZA OPTEREĆENJA ... 460
2.5.2 DIMENZIONIRANJE NOSIVOG SKLOPA GRAĐEVINE ... 472
2.5.3 DIMENZIONIRANJE LEŽAJNIH ČEPOVA MEĐUKATNIH KONSTRUKCIJA ... 509
2.5.4 DIMENZIONIRANJE ČELIČNOG NOSIVOG SKLOPA AULE ... 530
2.5.5 PRORAČUN STUBIŠTA POZICIJE K200-300 ... 545
2.5.6 DIMENZIONIRANJE ROGOVA KROVIŠTA ... 554

2.6 UTJECAJ POŽARA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU 563
2.6.1 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11 563
2.6.2 PJEŠAČKI MOST- ZGRADA 22 564
2.6.3 EX.INTERNA- ZGRADA 33 564
3. PRILOZI 566
3.1 GEODETSKI SNIMAK VERTIKALNOSTI OBJEKATA 566
3.2 IZVJEŠTAJ POKUSNOG ISPITAVANJA SLOJEVITOSTI PODOVA I NOSIVE KONSTRUKCIJE PRVOG KATA ZGRADE INTERNE MEDICINE I SLIJEPIH VRATA ZGRADE NEUROLOGIJE 567
4. NACRTNA DOKUMENTACIJA 568

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

OPĆI DIO PROJEKTA

1. POPIS SVIH MAPA I PROJEKTANATA

GLAVNI PROJEKTANT: Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.

POPIS MAPA:

MAPA 1/9: ARHITEKTONSKI PROJEKT (1/28GP-2022-V)

Izradio GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Predrag Bosnić, dipl.ing.arh

Suradnik: Davor Jerčinović, mag.ing.arch.

MAPA 2/9: GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT KONSTRUKCIJE (2/28GP-2022-V)

Izradio GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.

Suradnik: Matea Brnelić, mag.ing.aedif., Ivan Badurina, mag.ing.aedif.

MAPA 3/9: GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT HIDROINSTALACIJA (3/28GP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.

Suradnik: Dolores Stašić, ing.građ.

MAPA 4/9: GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE, TOPLINSKE ZAŠTITE I ZAŠTITE OD BUKE (4/28GP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.

Suradnik: Matea Brnelić, mag.ing.aedif.

MAPA 5/9: ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT (5/28GP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Ivan Mužić, dipl.ing.el.

Suradnik: Marko Gvero, mag.ing.el.

MAPA 6/9: ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT SUSTAVA ZA DOJAVU POŽARA (6/28GP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Ivan Mužić, dipl.ing.el.

Suradnik: Marko Gvero, mag.ing.el.

MAPA 7/9: PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA (7/28GP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Titov trg 2, 51000 Rijeka

Projektant: Silvestar Šantak, dipl.ing.stroj.

Suradnik: Petar Kuljak, mag.ing.mech.

MAPA 8/9: PROJEKT UGRADNJE DIZALA (DP 125/22)

Izradio: Ured ovlaštenog inženjera strojarstva Denis Paleka, Miroslava Milića 12, Zagreb

Projektant: Denis Paleka, dipl.ing.stroj.

MAPA 9/9: GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT OBORINSKE ODVODNJE I PROMETNE POVRŠINE (9/28GP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.

Suradnik: Adrian Rendić, mag.ing.aedif.

PODLOGE ZA PROJEKTIRANJE:

ELABORAT ZAŠTITE NA RADU (8/22-ZNR)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Iris Tomić, mag.ing.aedif.

ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA (02/22-ZOP)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Stefan Šegulja, mag.ing.mech.

ELABORAT INTEGRALNOG PROCESA (04IP-2022-V)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Davor Jerčinović, mag.ing.arch.

ELABORAT IZMJEŠTANJA JAVNOG KANALA ODVODNJE (2EL-2022-N)

Izradio: GEO-RAD d.o.o., Matije Gupca 11, 51000 Rijeka

Projektant: Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.

Suradnik: Adrian Rendić, mag.ing.aedif.

KONZERVATORSKA PODLOGA (05/2012)

Izradio: MODUS d.o.o. Pula

Projektant: Bruno Nefat, dipl.ing.arh.

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

2. RJEŠENJE O REGISTRIRANOJ DJELATNOSTI

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
040052199

OIB:
81881137964

EUID:
HRSR.040052199

TVRTKA:
7 GEO - RAD društvo s ograničenom odgovornošću za geodetske usluge

7 GEO - RAD d. o. o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
19 Rijeka (Grad Rijeka)
Matije Gupca 11

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:
17 georad.jelenje@gmail.com

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:
1 * - geodetsko premjeravanje
3 * - kupnja i prodaja robe
3 * - trgovačko posredovanje na domaćem i inozemnom tržištu
3 * - pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pića i napitaka
3 * - pružanje usluga smještaja
6 * - Izrada elaborata stalnih geodetskih točaka za potrebe osnovnih geodetskih radova
6 * - Izrada elaborata izmjere, označivanja i održavanja granice
6 * - Izrada elaborata izrade Hrvatske osnovne karte
6 * - Izrada elaborata izrade digitalnih ortofotokarata
6 * - Izrada elaborata izrade detaljnih topografskih karata
6 * - Izrada elaborata izrade preglednih topografskih karata
6 * - Izrada elaborata katastarske izmjere
6 * - Izrada elaborata tehničke reambulacije
6 * - Izrada elaborata prevođenja katastarskog plana u digitalni oblik
6 * - Izrada elaborata prevođenja digitalnog katastarskog plana u zadanu strukturu
6 * - Izrada elaborata za homogenizaciju katastarskog

D004, 2022-08-23 09:54:33 Stranica: 1 od 6

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

plana

6 * - Izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra zemljišta
6 * - Izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra nekretnina
6 * - Izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata za potrebe pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina
6 * - Izrada elaborata katastra vodova i stručne geodetske poslove za potrebe pružanja geodetskih usluga
6 * - Tehničko vođenje katastra vodova
6 * - Izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja
6 * - Izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja
6 * - Izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije
6 * - Izrada geodetskog projekta
6 * - Iskolčenje građevina i izradu elaborata iskolčenja građevine
6 * - Izrada geodetskog situacijskog nacrta izgrađene građevine
6 * - Geodetsko praćenje građevine u gradnji i izrada elaborata geodetskog praćenja
6 * - Praćenje pomaka građevine u njezinom održavanju i izrada elaborata geodetskog praćenja
6 * - Geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru urbane komasacije
6 * - Izrada projekta komasacije poljoprivrednog zemljišta i geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru komasacije poljoprivrednog zemljišta
6 * - Izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štićena područja
6 * - Stručni nadzor nad:
6 * - izradom elaborata katastra vodova i stručnih geodetskih poslova za potrebe pružanja geodetskih usluga
6 * - tehničkim vođenjem katastra vodova
6 * - izradom posebnih geodetskih podloga za potrebe izrada dokumenata i akta prostornog uređenja
6 * - izradom posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja
6 * - izradom geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije
6 * - izradom geodetskog projekta
6 * - iskolčenjem građevina i izradom elaborata iskolčenja građevine
6 * - izradom geodetskog situacijskog nacrta izgrađene građevine

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

6	*	- geodetskim praćenjem građevine u gradnji i izradom elaborata geodetskog praćenja
6	*	- praćenjem pomaka građevine u njezinom održavanju i izradom elaborata geodetskog praćenja
6	*	- izradom posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štićena područja
10	*	- stručni poslovi prostornog uređenja
10	*	- projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
10	*	- nadzor nad gradnjom
10	*	- obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
14	*	- energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

11 Jadranka Radetić, OIB: 73592394126
Jelenje, Jelenje 155
9 - član društva

18 TONKA RADETIĆ MAGLICA, OIB: 45818028346
Dražice, Težačka 26
9 - član društva

9 Ivan Radetić, OIB: 57834763997
Jelenje, Jelenje 75
9 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

11 JADRANKA RADETIĆ, OIB: 73592394126
Jelenje, Jelenje 155
2 - direktor
2 - zastupa samostalno i pojedinačno

6 Ivan Radetić, OIB: 57834763997
Jelenje, Jelenje 75
6 - direktor
6 - zastupa samostalno i pojedinačno

18 TONKA RADETIĆ MAGLICA, OIB: 45818028346
Dražice, Težačka 26
10 - direktor
10 - zastupa pojedinačno i samostalno, temeljem odluke od 24. srpnja 2012. godine

TEMELJNI KAPITAL:
13 378.600,00 kuna

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Osnivački akt:

1 Akt o osnivanju sastavljen je dana 11. veljače 1993. godine i usklađen sa Zakonom o trgovačkim društvima dana 21. prosinca 1995. godine.

2 Odlukom osnivača od dana 28. siječnja 1998. godine izmjenjene odredbe Izjave o usklađenju u čl. 1. (uvodne odredbe), čl. 3. (temeljni kapital), čl. 5. (uprava društva). Izjava promijenila oblik u Društveni ugovor. Pročišćen tekst Ugovora dostavljen u zbirku isprava.

3 Izjavom o izmjeni od 05. travnja 2001. godine izmijenjen je članak 2. (predmet poslovanja) Izjave o usklađenju.

5 Odlukom člana društva od 21. ožujka 2008. godine Izjava o usklađenju izmijenjena je u odredbama koje se odnose na predmet poslovanja-djelatnosti i temeljni kapital društva. Pročišćeni tekst Izjave dostavljen je u zbirku isprava.

6 Odlukom članova društva od 13.studenog 2009.godine izmijenjen je Društveni ugovor u dijelu koji se odnosi na uvodnu odredbu (čl.1.), tvrtku i sjedište (čl. 2.) i predmet poslovanja (čl. 4.) te je isti u pročišćenom tekstu dostavljen sudskom registru u zbirku isprava.

7 Odlukom članova Društva od 7. svibnja 2010. godine izmijenjene su odredbe Društvenog ugovora u čl. 1. (uvodna odredba), čl. 2. (tvrtka i sjedište). Pročišćen tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

10 Odlukom člana društva od 24. srpnja 2012. godine Društveni ugovor izmijenjen je u čl. 3. koji se odnosi na predmet poslovanja-djelatnosti. Pročišćeni tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

12 Odlukom članova društva od 26. rujna 2013. godine izmijenjen je Društveni ugovor i to čl.4. (temeljni kapital) i čl.6. (poslovni udjeli). Potpuni tekst ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

13 Odlukom članova Društva od 18. lipnja 2014. godine izmijenjene su odredbe Društvenog ugovora u čl. 4. i 6. (temeljni kapital i poslovni udjeli). Pročišćen tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

14 Odlukom članova društva od 16. studenog 2015. izmijenjene su odredbe Društvenog ugovora u čl. 3. (predmet poslovanja). Potpuni tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

16 Odlukom članova Društva od 13. kolovoza 2019. izmijenjene su odredbe Društvenog ugovora u čl. 2. (sjedište i poslovna adresa) te čl. 4. (predmet poslovanja). Potpuni tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

2 Odlukom osnivača od dana 28. siječnja 1998. godine povećan temeljni kapital sa 8,00 kn za 17.992,00 kn na 18.000,00 kn.

5 Odlukom člana društva od 21. ožujka 2008. godine povećan je temeljni kapital sa iznosa od 18.000,00 kn za iznos od 2.100,00 kn na iznos od 20.100,00 kn.

12 Odlukom članova društva od 26. rujna 2013. godine povećan je

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Promjene temeljnog kapitala:

temeljni kapital društva iz dobiti društva i to sa iznosa od 20.100,00 kuna za iznos od 166.500,00 kuna na iznos od 186.600,00 kuna.

13 Odlukom članova društva od 18. lipnja 2014. godine povećan je temeljni kapital iz sredstava društva sa 186.600,00 kn za 192.000,00 kn na 378.600,00 kn.

Ostale odluke:

4 Visoki trgovački sud Republike Hrvatske pod posl. br. XIV Pž-6288/05-3 od 18. listopada 2005. godine riješio je: . Odbija se žalba kao neosnovana i potvrđuje rješenje Trgovačkog suda u Rijeci posl. br. Tt-05/26-14 od 28. rujna 2005. godine.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	14.04.22	2021	01.01.21 - 31.12.21	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-95/4935-4	23.10.1996	Trgovački sud u Rijeci
0002	Tt-97/7002-3	27.02.1998	Trgovački sud u Rijeci
0003	Tt-01/1624-2	02.05.2001	Trgovački sud u Rijeci
0004	Tt-05/26-16	08.11.2005	Trgovački sud u Rijeci
0005	Tt-08/803-2	31.03.2008	Trgovački sud u Rijeci
0006	Tt-09/11842-7	23.11.2009	Trgovački sud u Zagrebu
0007	Tt-10/1045-5	16.06.2010	Trgovački sud u Rijeci
0008	Tt-08/803-4	28.09.2010	Trgovački sud u Rijeci
0009	Tt-10/2680-4	12.11.2010	Trgovački sud u Rijeci
0010	Tt-12/4557-2	30.07.2012	Trgovački sud u Rijeci
0011	Tt-13/770-2	07.02.2013	Trgovački sud u Rijeci
0012	Tt-13/7065-8	21.10.2013	Trgovački sud u Rijeci
0013	Tt-14/4843-2	30.06.2014	Trgovački sud u Rijeci
0014	Tt-15/6774-2	25.11.2015	Trgovački sud u Rijeci
0015	Tt-17/3673-1	17.05.2017	Trgovački sud u Rijeci
0016	Tt-19/4677-6	22.08.2019	Trgovački sud u Rijeci
0017	Tt-20/8297-2	22.10.2020	Trgovački sud u Rijeci
0018	Tt-22/2173-1	17.03.2022	Trgovački sud u Rijeci
0019	Tt-22/5600-2	22.08.2022	Trgovački sud u Rijeci
eu	/	31.03.2009	elektronički upis
eu	/	07.04.2010	elektronički upis
eu	/	31.03.2011	elektronički upis
eu	/	28.03.2012	elektronički upis
eu	/	26.03.2013	elektronički upis

D004, 2022-08-23 09:54:33 Stranica: 5 od 6

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
eu	/	10.03.2014	elektronički upis
eu	/	30.03.2015	elektronički upis
eu	/	06.04.2016	elektronički upis
eu	/	02.05.2017	elektronički upis
eu	/	27.04.2018	elektronički upis
eu	/	19.04.2019	elektronički upis
eu	/	16.06.2020	elektronički upis
eu	/	28.06.2021	elektronički upis
eu	/	14.04.2022	elektronički upis

U Rijeci, 23. kolovoza 2022.

Ovlaštena osoba

REPUBLIKA HRVATSKA TRGOVAČKI SUD U RIJECI

D004, 2022-08-23 09:54:33 Stranica: 6 od 6

3. POTVRDA O UPISU U HKIG

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

KLASA: 102-02/17-01/438
URBROJ: 500-00-17-2
Zagreb, 24. kolovoza 2017.

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 159. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 47/09), po zahtjevu koji je podnjela Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif., Dražice, Jelenje 75, izdaje

POTVRDU

1. Uvidom u službenu evidenciju koju vodi Hrvatska komora inženjera građevinarstva razvidno je da je Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif., upisana u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, s danom upisa **17.02.2015.** godine, pod rednim brojem **5118**, te je stekla pravo na uporabu strukovnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"**, zaposlena u: **GEO-RAD d.o.o., Dražice**.

2. Uvidom u službenu evidenciju Hrvatske komore inženjera građevinarstva utvrđeno je da imenovana nije stegovno kažnjavana te da joj nije izrečena mjera zabrane obavljanja poslova.

3. Ova potvrda se može koristiti samo u svrhu dokazivanja da je imenovana član Hrvatske komore inženjera građevinarstva u aktivnom statusu i da nije stegovno kažnjavana.

4. Naknada za administrativne troškove u iznosu od 35,00 kn (slovima: trideset pet kuna) po Tar. br. 4. Odluke o naknadama za usluge koje pruža Hrvatska komora inženjera građevinarstva, uplaćena je u korist računa Hrvatske komore inženjera građevinarstva broj IBAN: HR8323600001102087559.

REPUBLIKA HRVATSKA – INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA – HRVATSKA KOMORA – ZAGREB

Glavna tajnica
Hrvatske komore inženjera građevinarstva
Sunčana Rupić, dipl.iur.

Temeljem odredbi Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) daje se:

4. IZJAVA PROJEKTANA O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA S PROSTORNIM PLANOVIMA, POSEBNIM ZAKONIMA I PROPISIMA

kojom potvrđujem da je Glavni projekt oznake 02/28GP-2022-V izrađen od GEO-RAD d.o.o., Rijeka, rujan 2022. za zahvat u prostoru:

NAZIV ZAHVATA PROSTORU:	Rekonstrukcija, adaptacija i dogradnja grupe zgrada: ex.Interna i aneks ex.Neurologija
LOKACIJA ZAHVATA U PROSTORU:	k.č. 6220/8, k.o. Pula

u skladu sa sljedećim prostornim planovima:

- Generalni urbanistički plan Grada Pule (Službene novine Grada Pule 5a/08, 12/12, 5/14, 8/14 – p.t., 10/14, 13/14, 19/14 – p.t., 7/15, 9/15 – p.t., 2/17, 5/17, 9/17 – p.t., 20/18, 2/19 – p.t., 8/19, 11/19, 8/20, 3/21, 4/21, 6/21 – p.t.)
- Prostorni plan uređenja Grada Pule (Službene novine Grada Pule 12/06, 12/12, 5/14, 8/14 – p.t., 7/15, 10/15 – p.t., 5/16, 8/16 – p.t., 2/17, 5/17, 8/17 – p.t., 20/18, 1/19 – p.t., 11/19, 13/19 – p.t.)

te posebnim zakonima i propisima:

- 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 građevinskoj inspekciji (NN 153/13)
- 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, 118/20)
- Pravilnik o načinu izračuna građevinske (bruto) površine zgrade (NN 93/17)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)
- Tehnički propis za prozore i vrata (NN 69/06)

- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)
- Pravilnik o vatrogasnim aparatima (NN 101/11, 74/13)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Uredba o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže (NN 80/19)
- Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije
- Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija
- Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija
- Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija
- Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija

PROJEKTANT GRAĐEVINSKOG PROJEKTA:

Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
ovlašteni inženjer građevinarstva
broj ovlaštenja G 5881

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Rijeka, rujan 2022.

građevina: REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA:
ex.Interna i aneks ex.Neurologija

broj projekta 02/28GP-2022-V

TEHNIČKI DIO PROJEKTA

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

1. TEKSTUALNI DIO PROJEKTA

1.1 TEHNIČKI OPIS

1.1.1 OPĆENITO

Predmet ovog glavnog projekta je definiranje ***rekonstrukcije, adaptacije i dogradnje grupe zgrada: ex.Interna i ankes ex.Neurologija.***

Postojeće građevine su slobodnostojeće, namjene D3 zdravstvena javna namjena. Zapadna zgrada (zgrada neurologije) je katnosti Su+P+1, dok je istočna zgrada (zgrada interne) katnosti Su+P+2+Pk.

Postojeće građevine su trenutno izvan funkcije, u napuštenom i neodržavanom stanju.

Za predmetne zgrade je izrađena Konzervatorska Podloga za GuP Grada Pule, br.proj. 05/2012, izrađena od strane MODUS d.o.o., arhitekta Bruno Nefat, dipl.ing.arh. iz listopada 2012. je potvrđena od strane Ministarstva Kulture, Konzervatorskog Odjela u Puli, (Klasa: 612-08/08-10/0331, Urbr: 532-04-13/4-12-04, Pula 25.10.2018.)

Rekonstrukcijom i prenamjenom se planira nova namjena D6 visoko učilište - smještaj programa Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli : Multimedijalnog centra, istraživačkog centra biologije mora, istraživačkog centra biomedicine, te kabineta vještina studija sestrinstva.

Rekonstrukcijom bi se postojeće građevine povezale u jednu građevinu uz izvedbu tople veze između dvije građevine na etaži prizemlju.

Istočno krilo prizemlja zgrade interne nije predmet ove rekonstrukcije; isto je sukladno Pravilniku o jednostavnim građevinama i građevinskim radovima sanirano sukladno zasebnoj projektnoj dokumentaciji.

Kako bi se dodatno dokazala prikladnost građevine za rekonstrukciju i postojeća stabilnost objekata izrađen je Geodetski snimak vertikalnosti objekata kojim je utvrđeno da objekti nigdje nemaju otklon veći od 5 cm u odnosu na vertikalnu plohu. Navedeni snimak priložen je na kraju projekta.

1.1.2 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11

1.1.2.1 Arhitektonski zahtjevi za rekonstrukciju

Aneks ex.neurologija sastoji se od tri volumena.

Osnovna građevina izgrađena je u razdoblju 1905. – 1912. godine, što se može utvrditi komparacijom situacijskog plana bolničkih građevina iz 1905. i plana grada Pule iz 1912., kada je građevina prvi puta zabilježena (podaci odgovaraju i novom katastarskom premjeru iz 1911.godine).

Osobita značajka ove građevine jest da je među rijetkima u krugu bolnice koja nosi aktualne stilske osobitosti vremena u kojem je nastala. Iako postoji općeniti stav da u Puli nema „pravih“ secesijskih građevina, već se iste klasificiraju kao „neosecesija“ ili „kasna secesija“ (Vile Münz i dr.), ova se građevina u smislu kompozicije volumena treba smatrati „pravom“ secesijom. Istinska je šteta što za istu nema nikakve naslijeđene dokumentacije do 1957.godine. Vrlo je interesantna interpolacija tipičnih klasičnih dekorativnih elemenata (akantusovi listovi, girlande) u tipično secesijsku kompoziciju pročelja (vijenac prekinut nizom prozora)

Glavni secesijski (1905.) korpus zgrade neurologije se zadržava u svom originalnom obliku, uz potrebne zahvate sanacije (oštećenja na fasadi, vijenac akantusovog lišća, itd).

Sa krova secesijskog korpusa se uklanja kubus strojarnice dizala; zbog svoje mikrolokacije je isti vidljiv iz pješačke perspektive, te predstavlja neželjenu kasniju intervenciju na zgradu.

Također se uklanjaju (zazidavaju) otvori na sjevernoj fasadi koji su iz utilitarnih razloga (ventilacija sanitarnog čvora) nastali u kasnijem periodu, a svojim dimenzijama i pozicijom ne odgovaraju originalnoj kompoziciji sjeverne ulične fasade.

Kako bi se zbog tehničkih razloga omogućilo ispunjenje temeljnih zahtjeva za građevinu, te građevina sačuvala od daljnjeg propadanja, unutar fasadne ovojnice secesijske jezgre se ugrađuje nova armiranobetonska konstrukcija, sa svim potrebnim građevinskim slojevima sukladno pravilima struke.

Dva aneksa na južnom dijelu zgrade se zbog svoje neadekvatnosti i pomanjkanja građevinskih vrijednosti uklanjaju i izvode novi u približno istovjetnim gabaritima. Za istočni aneks (1957.) je konzervatorskom podlogom predviđena rekonstrukcija, dok je za zapadni aneks (1970.) predviđeno uklanjanje.

Zbog zahtjeva i programa investitora, oba aneksa se planiraju ukloniti i izesti novi u približno istovjetnim gabaritima. Iz projektantske perspektive, istim se omogućava izvedba cijelog novog korpusa zgrade u suvremenom zeitgeistu, te se omogućuje uspostavljanje jasne demarkacijske linije između vrijednog secesijskog korpusa i novoplanirane gradnje, što je u originalnoj izvedbi aneksa izostalo.

Novoizvedeni aneksi konstrukcijski će se dilatirati od glavnog secesijskog korpusa zgrade, uz završnu fasadnu oblogu ravnim limom, RAL 1036 ili istovjetni, te se svojim minimalističkim oblikovanjem, zagasitim tonom fasade, te manjom visinom ne superponiraju secesijskoj jezgri građevine.

1.1.2.2 Postojeće stanje konstrukcije- dokaz o prikladnosti građevine za rekonstrukciju

Podaci o konstrukciji građevine dobiveni su očevidom na terenu i uvidom u postojeću dokumentaciju. S obzirom da prilikom izrade projektne dokumentacije nije bilo moguće pristupiti pojedinim dijelovima konstrukcije, njeno stanje se u pojedinim segmentima pretpostavlja, te ukoliko prilikom izvođenja radova dođe do značajnijih odstupanja od onoga što je projektom procijenjeno, a čija je procjena u nadloženosti izvođača i nadzornog inženjera, potrebno je pravovremeno revidirati predviđene mjere i načine ojačanja konstrukcije.

Osnovna građevina izgrađena je tradicionalnim i klasičnim sustavom gradnje. Građevina je katnosti S+2. Prepostavlja se da je građevina dijelom izvedena na kamenim temeljima, a dijelom temeljena na stijeni. Nosivi zidovi izgrađeni su od kamena debljine 45- 70 cm. Međukatne konstrukcije izvedene su kao drveni grednici. Krovište je neprohodno, ravno. Naknadnom intervencijom, unutar građevine ugrađeno je dizalo čija se strojarnica izdiže iznad kote krovnog vijenca objekta. Građevina je dulje vrijeme van uporabe i u derutnom je stanju. Međukatne konstrukcije su se djelomično urušile, te je izuzev sjeveroistočnog dijela građevine u kojem se nalazi stubište, građevini potrebna intenzivna rekonstrukcija u svrhu poboljšanja temeljnog svojstva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Dva aneksa na južnom dijelu zgrade se zbog svoje neadekvatnosti i pomanjkanja građevinskih vrijednosti planiraju ukloniti i izvesti novi u približno istovjetnim gabaritima, zbog čega se njihova postojeća konstrukcija nije projektom detaljno analizirala. Jugozapadni aneks, je prema postojećoj projektnoj dokumentaciji, dilatiran od osnovne građevine i izveden na vlastitim trakastim temeljima, pa se ne predviđaju veće poteškoće oko uklanjanja objekta, dok za jugoistočni aneks nije bio omogućen uvid u projektnu dokumentaciju, te sukladno tome, podaci o temeljenju tog dijela objekta

izostaju. Zbog navedenog, odgovarajući način odvajanja predmetnog aneksa od osnovne građevine koja se zadržava i njegovog uklanjanja, biti će nužno definirati prilikom izvođenja radova.

Pravilno osiguranje svih okolnih konstrukcija prilikom uklanjanja naknadno dograđivanih aneksa i izvođenja radova unutar objekta koje se zadržava, kao i sve eventualno potrebne pomoćne konstrukcije, tipa teške skele (uključivo i potrebnu projektnu dokumentaciju za iste), su obaveza izvođača.

S obzirom na sve prethodno navedeno, zaključuje se da se planiranom rekonstrukcijom građevine neće negativno utjecati na nosivost i stabilnost postojećeg objekta koji se zadržava, već da će se isto značajno poboljšati, te da je zahvat opravdan u smislu mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Građevina je prikladna za rekonstrukciju kao cjelina.

1.1.2.3 Planirana rekonstrukcija

Projektom se planira zadržavanje vanjskog oblikovnog korpusa osnovne građevine, uz intenzivna unutarnja konstrukcijska ojačanja, dok će se aneksi na južnom dijelu građevine ukloniti. Predviđa se prvo izvršiti uklanjanje aneksa, a zatim pristupiti rekonstrukciji osnovnog objekta. Nakon završetka radova na osnovnom objektu pristupa se izgradnji novih konstrukcija aneksa objekta.

Jugozapadni aneks je, prema postojećoj projektnoj dokumentaciji, dilatiran od osnovne građevine i izveden na vlastitim trakastim temeljima, pa se ne predviđaju veće poteškoće oko uklanjanja objekta, dok za jugoistočni aneks nije bio omogućen uvid u projektnu dokumentaciju, te sukladno tome, podaci o temeljenju tog dijela objekta izostaju. Zbog navedenog, odgovarajući način odvajanja predmetnog aneksa od osnovne građevine koja se zadržava i njegovog uklanjanja, biti će nužno definirati prilikom izvođenja radova.

Pravilno osiguranje svih okolnih konstrukcija prilikom uklanjanja naknadno dograđivanih aneksa i izvođenja radova unutar objekta koje se zadržava, kao i sve eventualno potrebne pomoćne konstrukcije, tipa teške skele (uključivo i potrebnu projektnu dokumentaciju za iste), su obaveza izvođača.

Osnovna građevina rekonstruirati će se na način da će se zadržati nosivi vanjski zidovi, koji su arhitektonski vrijedni i njihovo očuvanje je uvjetovano posebnim uvjetima konzervatorskog odjela. Svi ostali dijelovi konstrukcije, izuzev sjeveroistočnog dijela građevine u kojem je smješteno stubište koje se planira zadržati, (unutarnji nosivi zidovi, krovna konstrukcija, međukatne konstrukcije) se uklanaju.

Postojeći slojevi poda etaže suterena ukloniti će se do dubine potrebne da bi se izvela nova ab temeljna ploča, prema visinskim zahtjevima definiranim arhitektonskim projektom. S vanjske strane objekta, po obodu (prema nacrtnoj dokumentaciji- LIST 1), potrebno je izvršiti iskop do dubine novoplanirane temeljne ploče, te izvesti ojačanja temelja sukladno detalju u nacrtnoj dokumentaciji (LIST 1). Nakon izvođenja ojačanja teren se nasipa do kota predviđenih arhitektonskim projektom.

Postojeći kameni zidovi promjenjivih debljina (45-70 cm), ojačati će se na način da će se s unutarnje strane izvršiti betoniranje ab zidova u jednostranoj oplati, minimalne debljine 20 cm, obostrano armirani armaturnim mrežama Q- 257. S vanjske strane postojeći zidovi se sprežu armiranobetonskim slojem debljine 3 cm torkretiranim u debljini postojeće žbuke Povezivanje postojećih kamenih zidova s novoizvedenim ab zidom ostvariti će se izvođenjem "đepova" u koje se ugrađuju armaturne šipke Φ8 prema detalju u nacrtnoj dokumentaciji (LIST 1). Minimalno potreban broj đepova je 4 kom/ m^2, dok se preporuča ostvariti 6-9 kom/ m^2. Točne pozicije će se definirati prilikom izvođenja radova na mjestima na kojima bude najpogodnije izvaditi komade kamenog materijala.

Ojačanje se provodi tako da se ukloni postojeća žbuka, kao i labavi kameni elementi (novonastale niše moguće je iskoristiti za izvođenje đepova), a sve postojeće pukotine injektiraju se mortom. Površina zida se ispire vodom i postavlja se armatura (zida i đepova) nakon čega se postavlja oplata i betonira novi sloj zida.

Unutarnji nosivi zidovi izvesti će se armiranobetonski, debljina 20 cm, armirani obostrano armaturnim mrežama Q-257.

Međukatne konstrukcije izvesti će se kao ab ploče debljine 20 cm, dok će krovna ploča biti debljine 25 cm.

Aneksi će se dilatirati 5 cm u odnosu na osnovnu građevinu.

Izvesti će se kao ab skeletni konstruktivni sustav, s ispunom od opeke. Stubište i okno dizala u jugozapadnom aneksu izvesti će se u potpunosti armiranobetonsko. AB zidovi su debljina 20 i 30 cm i armiraju se obostrano armaturnim mrežama Q-257, odnosno Q- 335.

Nadtemeljni zidovi izvesti će se debljina 20 i 30 cm i armirati obostrano armaturnim mrežama Q- 257. Sjeverni nadtemeljni zid ima funkciju potpornog zida (promatramo ga kao jednostano ukopani) te se iz tog razloga armira obostrano armaturnim mrežama Q- 636.

Temelji su trakasti, dimenzija 120/60 cm.

Svi temelji izvode se na dubini temeljne ploče osnovne građevine, kako bi se minimizirao utjecaj na postojeći objekt.

Stupovi su dimenzija 30/30 cm, ab međukatne ploče su debljine 20 cm, krovne ploče debljine 25 cm, dok su ab grede dimenzija 30/50 (20+30) cm.

1.1.3 PJEŠAČKI MOST- ZGRADA 22

1.1.3.1 Arhitektonski zahtjevi za izgradnju

Konzervatorska studija omogućuje izvedbu kopnenog mosta između građevina neurologije i interne, kao prizemnog i/ili podrumskog, s vidljivom transparentnom strukturom.

Kako bi se izbjeglo formiranje pješačkih barijera u prostoru, stubište kojim se pristupa u prostor suterena zgrade interne je prošireno na prostor pješačkog trga, čime se formira javni prostor i omogućuje nesmetan pješački prolaz ispod novoplaniranog mosta.

Most je svojom konstrukcijom odvojen, te dilatiran od postojećih građevina, te svojim suvremenim oblikovanjem i korištenjem fasadnih materijala jasno komunicira doba svog nastanka, bez ikakvih postmodernih referenci na oblikovanje postojećih građevina koje bi mogle biti pogrešno interpretirane.

1.1.3.2 Planirana konstrukcija

Dio mosta se izvodi na terenu kako bi se iskoristio prirodni pad terena. Taj dio mosta se izvodi s temeljima i nadtemeljnim zidovima na koje se izvodi nulta ploča debljine 20 cm. U istoj debljini se nastavlja u nosivu ploču u slobodno oslonjenom dijelu mosta.

Na zapadnom dijelu mosta izvodi se kubusna konstrukcija od AB zidova debljine 20 cm, a na istočnom dijelu mosta izvodi se zidna fronta s kosim bočnim zidovima u obliku „U“ i također od AB zidova debljine 20 cm. Sve sa predviđenim otvorima i ostalim specifičnostima definiranim u arhitektonskom projektu.

Na donju betonsku ploču se izvode nosivi AB zidovi kružnog poprečnog presjeka promjera 16 cm koji se armaturno sidre u ploču i obrnute T grede krovne ploče. Na stupove se izvodi uzdužna greda presjeka 200 x 500 mm povrh krovne ploče debljine 16 cm. Tako izvede grede statički gledano se razmatraju kao grede obrnutog T presjeka. Na slobodno oslonjenom dijelu mosta izvode se četiri dekorativna stupa koji nemaju nosivi doprinos donje nosive ploče i krovne ploče. Već je potrebno spomenute dekorativne stupove izvesti tako da ne mogu prenosti sile između elemenata i da su tek konstruktivno osigurani metalnim spajalima između ploča.

Kvaliteta upotrebljenog betona za sve elemente je C25/30 i armatura klase B500B.

1.1.4 EX.INTERNA- ZGRADA 33

1.1.4.1 Arhitektonski zahtjevi za rekonstrukciju

Građevina je izgrađena 1896.g., u kasnijem razdoblju dodana 3 aneksa. Građevina oblikovno pripada historicističkom stilskom opusu, jednostavnog tipa s kraja 19.st.. Ulazni hall sadrži posebne vrijednosti:

- proporcije i klasični detalji svojstveni historicizmu neoklasičnog tipa
- prizemlje - otvori s profilacijom i polukružnim lukom, a na katu otvori pravokutne profilacije

Osnovna građevina izgrađena je 1896. godine, u prvoj fazi izgradnje nove Civilne bolnice (tada u statusu gradske – municipalne bolnice), gotovo identičnih stilskih obilježja kao i ostale građevine iz tog razdoblja. Kako izvorna dokumentacija nije očuvana, iz kasnijih nacrta (1957.) može se zaključiti da je u toj zgradi do početka 70-tih godina 20.stoljeća djelovao internistički odjel, uprava i bolnička ljekarna. Prvim aneksom zgrade , u razdoblju 1905.-1912. dodani su reprezentativni ulazni hall u neoklasičnom stilu i radiološki odjel, a II. aneksom iz 1928.dodani su novi dijagnostički sadržaji i fizikalna terapija. III. aneks zgrade samo je manja dogradnja iz sredine 70-tih godina, oblikovno sličnih osobina kao i osnovni korpus zgrade s I. i II. aneksom. Potrebno je napomenuti da su između 1957. i sredine 70-tih godina izvršene i preinake na južnom pročelju zgrade (zatvaranje terasa, novi ulaz). Oblikovanje osnovne građevine te I. i II. aneksa možemo svrstati u kasni historicizam, bez osobitih stilskih obilježja i srednje graditeljske vrijednosti, dok je ulazni hall, bez obzira na kasnije neadekvatne intervencije i dodatke, zadržao dosta autentičnih elemenata i potrebno ga je valorizirati kao dio visoke graditeljske vrijednosti.

Klasicistički ulazni hall se sukladno smjernicama iz konzervatorske podloge vraća u svoje prvobitno stanje. Zbog nedostatka adekvatnih originalnih nacrta, također je kontaktiran Austrijski Državni Arhiv u Beču kako bi se pokušalo doći do originalnih nacrta i što legitimnije sanirati taj prostor. Iz istog se uklanjaju prostorije portirnice dodane u kasnijoj fazi (1957.), te se zrcalno rekonstruira jugoistočni prozor na jugozapadnu stranu (originalni je vjerojatno pregrađen 1957., uz pokušaj lažne izvedbe prozora u stilu koja se ponavlja na ostatku fasade).

Korpus zgrade iz 1898. se u potpunosi zadržava u postojećem stanju, bez intervencija na fasadi. Ugradnjom dizala je 1957. formiran novi korpus predprostora dizala na južnoj fasadi. Budući da konzervatorska podloga na postavlja uvjete za tretman istog, projektant je analizom zaključio da isti nije u koliziji sa originalnom kompozicijom fasade, te ne pokušava lažno rekreirati građevinske elemente originalnog korpusa zgrade, niti se svojim oblikovanjem nameće kao superponirani element. Zbog svega navedenog, odlučeno je da se isti zadržava, uz ugradnju horizontalnih brisoleja u suvremenoj izvedbi na svom otvoru.

Mogućnost rušenja istočnog dijela građevine i izgradnja novog objekta visine vijenca glavnog korpusa zgrade (koja je omogućena konzervatorskom podlogom) zbog zahtjeva i programa investitora nije konzumirana.

Novoplanirani elementi na zgradi je vanjsko evakuacijsko stubište zbog zahtjeva zaštite od požara, obložena u ravni perforirani lim. Istim se postiže apstraktizacija novonastalih minimalističkih elemenata na fasadi kako se isti svojom jednostavnošću ne bi nametali povijesnoj kompoziciji fasade, te jasno uspostavili demarkacijsku liniju između originalnog i novoplaniranog.

1.1.4.2 Postojeće stanje konstrukcije- dokaz o prikladnosti građevine za rekonstrukciju

Podaci o konstrukciji građevine dobiveni su očevidom na terenu i uvidom u postojeću dokumentaciju. S obzirom da prilikom izrade projektne dokumentacije nije bilo moguće pristupiti pojedinim dijelovima konstrukcije, njeno stanje se u pojedinim segmentima pretpostavlja, te ukoliko prilikom izvođenja radova dođe do značajnijih odstupanja od onoga što je projektom procijenjeno, a čija je procjena u nadloženosti izvođača i nadzornog inženjera, potrebno je pravovremeno revidirati predviđene mjere i načine ojačanja konstrukcije.

Građevina je izgrađena tradicionalnim i klasičnim sustavom gradnje. Građevina je katnosti S+P+2+Pot. Prepostavlja se da je građevina izvedena na kamenim temeljima. Nosivi zidovi izgrađeni su od mješanog materijala- kamena i cigle, ukupnih debljine 45- 60 cm. Međukatne konstrukcije izvedene su većinom kao drveni grednici. Izuzetak je stropna konstrukcija iznad hodnika između prizemlja i 1. kata koja je izvedena kao opečni svod. Krovište je klasično, četverostrešno, drveno. Građevina je dulje vrijeme van uporabe i u derutnom je stanju. Zapadni dio građevine stradao je u požaru, a i međukatne konstrukcije u ostalim dijelovima objekta su se djelomično urušile, te je građevini potrebna intenzivna rekonstrukcija u svrhu poboljšanja temeljnog svojstva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

S obzirom na sve prethodno navedeno, zaključuje se da se planiranom rekonstrukcijom građevine neće negativno utjecati na nosivost i stabilnost postojećeg objekta koji se zadržava, već da će se isto značajno poboljšati, te da je zahvat opravdan u smislu mehaničke otpornosti i stabilnosti.

Građevina je prikladna za rekonstrukciju kao cjelina.

1.1.4.3 Planirana rekonstrukcija

Projektom se planira zadržavanje vanjskog oblikovnog korpusa građevine, uz intenzivna unutarnja konstrukcijska ojačanja. Jedini novoplanirani elementi na zgradi je jedno vanjsko evakuacijsko stubište zbog zahtjeva zaštite od požara.

Građevina će se rekonstruirati na način da će se zadržati svi nosivi zidovi na pripadajućim temeljima.

Postojeći kameni zidovi promjenjivih debljina (45-60 cm), ojačati će se na način da će se s obostrano izvesti sloj armiranog betona. S unutarnje strane izvesti će se sloj ukupne debljine 8 cm, a s vanjske fasadne strane 3 cm. Betonski sloj armirati će se jednostrano- armaturnim mrežama Q385. Povezivanje postojećih kamenih zidova s novoizvedenim ab dijelom ostvariti će se ugradnjom sidrenih zatega kombiniranih s đepovima (izvođenje đepova opisano je u točki 1.1.2.3.). Ojačanje se provodi tako da se ukloni postojeća žbuka, kao i labavi kameni i opečni elementi (novonastale niše iskoristiti će se za izvođenje đepova), a sve postojeće pukotine injektiraju se mortom. Zatim se kroz zidove izbuše rupe u koje se postave vezne šipke Φ8 pri čemu se prostor oko rupe zapuni cementnim mortom (minimalno 4 kom/ m^2, dok se preporuča ostvariti 6-9 kom/ m^2). Nakon toga površina zida se ispire vodom i postavlja se armatura (zida i đepova) nakon čega se zid torkretira u projektiranoj debljini ili beton nanosi ručno, ovisno o raspoloživom prostoru.

Zidovi koji omeđuju prostore stubišta koja se zadržavaju torkretirati će se iznutra betonom ukupne debljine 3 cm (kako se ne bi smanjila ukupna širina prostora u odnosu na postojeće stanje). Ti zidovi armirati će se jednostrano- armaturnim mrežama Q131.

Sve drvene međukatne konstrukcije zamijeniti će se ab pločama, debljina i količine armature definiranim u proračunskom dijelu projekta. Oslonci na zidove primarno će biti ostvareni kao točkasti, preko niša u zidovima nastalih uklanjanjem drvenih greda u dimenzijama b/h = 30/20 cm, te su kao takvi i dokazani u proračunskom dijelu projekta. Dodatno oslanjanje ostvariti će se preko linijskih oslonaca koji će se formirati u različitim debljinama kao posljedica torkretiranja ziđa.

Iznimka je strop klasicističke aule koji će se rekonstruirati na način da se sačuva postojeći podgled stropne konstrukcije koji je arhitektonski vrijedan. Rekonstruckija će se izvesti na način da će se ukloniti svi slojevi postojeće međukatne konstrukcije s gornje strane, do nosivih drvenih greda. Postojeći drveni grednici se pojedinačno uklanjaju i zamjenjuju čeličnim H profilima tretirani protupožarnim premazima. Na čelične profile se uzduž njih postavlja gumeni međusloj na koji se postavlja trapezni lim u svrhu izgubljene oplate za izvođenje tlačne ploče. Predmetne radove potrebno je vršiti s posebnim oprezom i uz minimalne vibracije kako ne bi došlo do urušavanja vrijednih elemenata podgleda stropa. Svi elementi konstrukcije definirani su u proračunskom dijelu projekta.

1.1.5 VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I NJENO ODRŽAVANJE

Vijek uporabe građevine procjenjuje se na 50 godina.

Predviđa se da tijekom korištenja građevine, izvedene predviđenim materijalima, uz adekvatno održavanje, neće biti ugrožena njena trajnost, niti stabilnost konstrukcije, instalacija i okolnog tla.

Da bi se ostvario predviđeni vijek uporabe, građevinu je potrebno kontinuirano održavati.

Unutarnje obloge potrebno je čistiti odgovarajućim sredstvima. Ukoliko dođe do bilo kakvih oštećenja na fasadi, potrebno ih je odmah sanirati kako bi se spriječilo prodiranje vode u nosivu konstrukciju.

Uz to potrebno je provoditi redoviti pregled svih obloga, limarskih opšava, te utvrditi kvalitetu limarskih spojeva, sva brtvljenja, eventualne deformacije opšava i otkloniti onečišćenja u odvodima oborinske odvodnje.

Pregledom posebno obuhvatiti sve spojne elemente i limarske završetke.

Potrebno je provoditi redovitu kontrolu elektroinstalacija i strojarskih instalacija u propisanim vremenskim razdobljima.

PROJEKTANAT:

Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
ovlašteni inženjer građevinarstva
broj ovlaštenja G 5881

1.2 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Prema Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) daje se prikaz primijenjenih tehničkih rješenja u ovom projektu, a vezano na temeljne zahtjeve za građevinu.

Sastavni dio ovog prikaza je i prikaz tehničkih rješenja zaštite na radu i zaštite od požara, tehnički opis, statički proračuni te program kontrole i osiguranja kakvoće.

OPIS TEHNIČKIH SVOJSTAVA

Mehanička otpornost i stabilnost

Odabirom materijala i tipa konstrukcije te načinom izvedbe, građevina je projektirana tako da se ne predviđaju u toku gradnje ili korištenja, djelovanja koja bi prouzročila:

- rušenje dijelova ili cijele građevine

- nedopuštene deformacije i oštećenja uslijed istih

- oštećenja na okolnim građevinama ili ugrozila stabilnost tla na okolnom zemljištu.

Ovo se dokazuje statičkim i geomehaničkim proračunima za pojedine dijelove građevine u okviru cjelokupnog projekta, faze ili cjelinu konstrukcije, programima kontrole i osiguranja kakvoće, te primjenom odgovarajućih propisa prilikom projektiranja i izvedbe.

Obzirom na odabrane materijale, tip konstrukcije i način izvedbe građevine, predviđa se da će građevina pri normalnoj uporabi zadržati odgovarajuća svojstva u projektnom periodu. Obzirom na lokaciju same građevine u odnosu na susjedne objekte, prometne površine, komunalne i druge instalacije, građevina i korištenje građevine ne ugrožava pouzdanost susjednih građevina i stabilnost okolnog zemljišta, prometnica i sl.

Sigurnost u slučaju požara

Objekt je projektiran tako da očuva nosivost dijelova konstrukcije tijekom određenog vremena, potporna konstrukcija zbog svoje specifičnosti ne sprječava širenje vatre i dima na okolne objekta. Nosivost konstrukcije, u slučaju požara tijekom određenog vremena, definirana je u ovom glavnom projektu u okviru prikaza mjera zaštite od požara i u programu kontrole i osiguranja kakvoće. Projektna rješenja su izrađena u skladu s posebnim uvjetima i pravilima struke.

Higijena, zdravlje i okoliš

Primijenjena tehnička rješenja u projektu (posebni režimi odvodnjavanja), i sama namjene građevine, osiguravaju da ne dolazi do ugrožavanja zdravlja ljudi i okoliša.

Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe

Prema odabranim materijalima i obradama pojedinih elemenata, građevina je projektirana tako da tijekom njenog korištenja neće dolaziti do nezgoda korisnika. Pri projektiranju su korištena načela slijedeće regulative:

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

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

- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (NN 78/13)

Zaštita od buke

Obzirom na odabrane materijale i tipove konstrukcija, razina buke u građevini i njenom okolišu neće prelazi dopuštene vrijednosti prema propisima: Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13.,41/16, 114/18, 14/21).

Gospodarenje energijom i očuvanje topline

Građevina i njene instalacije za grijanje, hlađenje, osvjetljenje i provjetravanje projektirane su i biti će izgrađene tako da količina energije koju zahtijevaju ostane na niskoj razini, uzimajući u obzir korisnike i klimatske uvjete smještaja građevine.

Održiva uporaba prirodnih izvora

Građevina će biti izgrađena od materijala koji osiguravaju propisanu trajnost konstrukcije, a koji se mogu nakon rušenja iste ponovno uporabiti ili reciklirati.

OPĆI PODACI I DEFINICIJE

Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17). Svi sudionici u građenju (investitor, projektant, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

Investitor je dužan:

1. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti

2. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu

3. Osigurati stalan stručni projektantski nadzor nad izvođenjem radova. Skreće se pažnja na potrebu učešća projektantskog i specijalističkog stručnog nadzora za čeličnu konstrukciju, s aspekta sigurnosti i kvalitete, i to u radionici i na montaži.

4. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole

5. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu

Izvođač je dužan

1. Radove izvoditi na način određen ugovorom, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i standardima propisanim i prihvaćenim u RH, te prema odobrenoj projektnoj dokumentaciji. Poduzeti sve potrebne mjere za sigurnost zaposlenih radnika, javnog prometa, kao i susjednih objekata pored kojih se izvode radovi.

2. Organizirati kontrolu radova u terenskim i pogonskim laboratorijima, ili povjeriti tu kontrolu stručnim organizacijama koje su za to upisane u sudski registar.

3. Ugrađivati materijal, predgotovljene elemente, elemente, uređaje i tehničku opremu koji odgovaraju propisanim standardima i tehničkim normativima.

4. Kvalitetu radova, materijala i uređaja koji mogu utjecati na stabilnost i sigurnost objekta i kvalitetu cijelog objekta, odnosno radove, dokumentirati obrađenim rezultatima ispitivanja ili ispravama izdanim u skladu sa zakonom ili propisima o tehničkim normativima i standardima.

5. Radove izvoditi po redoslijedu kojim se osigurava kvalitetno izvođenje i o izvođenju pojedinih faza na vrijeme obavijestiti nadzornog organa radi pregleda i utvrđivanja kvalitete.

6. Rezultate ispitivanja Izvoditelj je dužan dostaviti nadzornom inženjeru.

7. Dužan je pribaviti sve ateste kada je to propisano tehničkim normativima ili propisima.

8. Ne smije upotrebljavati građevinske materijale bez odobrenja nadzornog organa, a u slučaju da ih upotrijebi, snosi rizik i troškove koji iz toga nastanu.

9. Izvoditelj je dužan tijekom građenja i po završetku istog pribaviti dokaze o kvaliteti upotrijebljenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda od ovlaštenih organizacija kao što je:

Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

1. Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje.

2. Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.

3. Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik, građevinska knjiga) Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima. Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru. Po završetku svih radova izvođač je obavezan da izradi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra podzemnih instalacija.

Tijekom građenja građevine,potrebno je izvršiti sljedeća ispitivanja:

ZEMLJANI RADOVI

Prije betoniranja temelja treba pozvati predstavnika organizacije koja je izvršila geomehanička ispitivanja, da pregleda tlo u temeljnoj jami, te da konstatira da je temeljno tlo u skladu sa geotehničkim izvješćem, odnosno pretpostavljenom nosivošću temeljnog tla (kod jednostavnijih građevina pregled pretpostavljene nosivosti može izvršiti projektant konstrukcije)

Nalaz treba biti upisan u građevinski dnevnik.

BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti, te označavanje građevnih proizvoda, ispitivanje građevinskih proizvoda, posebnosti pri projektiranju i građenju te potrebni kontrolni postupci kao i drugi zahtjevi koje moraju ispunjavati građevni proizvodi određeni prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije, normi HRN EN 206-1 i tehničkim specifikacijama za materijale, te Tehničkom propisu za zidane konstrukcije.

Održavanje konstrukcije podrazumijeva:

redovite preglede konstrukcije, u razmacima i na način određen projektom građevine, tehničkom projektu za betonske konstrukcije, normi HRN EN 206-1 i tehničkim specifikacijama za materijale te Tehničkom propisu za zidane konstrukcije i/ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakon

izvanredne preglede betonske konstrukcije nakon kakvo izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije.

izvođenje radova kojima se betonska konstrukcija zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine, propisom i normom i tehničkim specifikacijama u skladu s kojim je betonska konstrukcija izvedena.

Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja betonske konstrukcije dokumentira se u skladu s projektom građevine te:

izvješćima o pregledima i ispitivanjima betonske konstrukcije

zapisima o radovima državanja

na drugi prikladan način, ako propisom, normom i tehničkim specifikacijama ili drugim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji nije što drugo određeno.

KONTROLA ARMATURE PRIJE BETONIRANJA

Armatura izrađena prema projektu betonske konstrukcije smije se ugraditi u konstrukciju ako je sukladnost čelika, zavara, mehaničkih spojeva, spojki, cijevi za natege i morta za injektiranje potvrđena ili ispitana na način određen Prilogom J.

Armatura proizvedena prema tehničkoj specifikaciji za koju je sukladnost potvrđena na način određen ovim Prilogom J smije se ugraditi u betonsku konstrukciju ako ispunjava zahtjeve projekta te betonske konstrukcije.

Izvođač mora prema normi prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu s zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

MINIMALNA UČESTALOST ISPITIVANJA AGREGATA ZA BETON RAZLIČITOG PODRIJETLA

Postignuti rezultati ispitivanja svakog svojstva agregata za beton svrstavaju se u razrede ili daju opisno prema normi HRN EN 12620.

Uzorke za ispitivanje uzimaju proizvođač agregata za beton i ovlaštena pravna osoba na način potvrđen ovim Prilogom.

Broj uzoraka jedne frakcije agregata za beton ovisi o ukupnoj godišnjoj proizvodnji agregata i iznosi:

Do 50 000 tona ukupnno proizvedenog agregata, najmanje jedan uzorak svaka 2 mjeseca,

Više od 50 000 tona ukupno proizvedenog agregata, najmanje jedan uzorak mjesečno.

O uzimanju uzoraka za ispitivanje sastavlja se zapisnik koji potpisuju predstavnici proizvođača i ovlaštene pravne osobe. Zapisnik o uzimanju uzoraka mora sadržavati sljedeće podatke:

Ime i sjedište proizvođača agregata za beton

Vrstu agregata i broj uzoraka

UGRADNJA PREDOGOTOVLJENIH BETONSKIH ELEMENATA

Predgotovljeni betonski element izrađen ili proizveden prema odredbama Priloga G ovog propisa ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije i/ili tehničkoj uputi i uporabu predgotovljenog betonskog proizvoda, normi HRN ENV 13670-1, normama na koja ta norma upućuje i odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

Rukovanje, skladištenje i zaštita predgotovljenog betonskog elementa treba biti u skladu s zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, odgovarajućim tehničkim specifikacijama za taj poredgotovljeni betonski element te odredbama ovog Priloga.

Izvođač mora prema normi HRN ENV 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li izrađeni predgotovljeni betonski element odnosno proizvedeni predgotovljeni u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom njegovog rukovanja i skladištenja predgotovljenog betonskog elementa došlo do njegovog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehničkog svojstva betonske konstrukcije.

ZIDARSKI RADOVI

MATERIJAL ZA ZIDANJE

Svi materijali koji će se upotrijebiti za izradu zidova trebaju imati ateste kao dokaz standardne kvalitete. Ukoliko se atesti ne pribave od isporučioca , dokaz standardne kvalitete treba provesti ispitivanjem iz isporučene vrste prije njene ugradnje.

MORTOVI

Za svaku pojedinu vrstu morta i glazure u toku izvedbe treba izvršiti po jedno kompletno kontrolno kompletno ispitivanje kvalitete morta, odnosno glazure.

TEHNIČKA SVOJSTVA DRVENE KONSTRUKCIJE

Preuzeto iz Tehničkog propisa za drvene konstrukcie

Tehnička svojstva drvene konstrukcije moraju biti takva da tijekom trajanja građevine uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje drvene konstrukcije, ona podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša, tako da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče:
– rušenje građevine ili njezinog dijela,
– deformacije nedopuštena stupnja,
– oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacije drvene konstrukcije,
– nerazmjerno velika oštećenja građevine ili njezinog dijela u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

Projektiranjem drvenih konstrukcija moraju se za građenje i projektirani uporabni vijek građevine predvidjeti svi utjecaji na drvenu konstrukciju koji proizlaze iz načina i redoslijeda građenja, predvidivih uvjeta uobičajene uporabe građevine i predvidivih utjecaja okoliša na građevinu.

Projektom drvene konstrukcije mora se, u skladu s ovim Propisom, dokazati da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar, te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima.

Ako ovim ili posebnim propisom nije drukčije propisano, uporabni vijek građevine je najmanje 50 godina.

Drvo koje se lijepi mora imati sadržaj vode koja odgovara tehničkoj uputi proizvođača ljepila ali ne manje od 9% i ne više od 15% s time da maksimalna razlika sadržaja vode elemenata koji se lijepe smije biti ± 2 %.
Početne imperfekcije u sredini štapnog elementa, tj. odstupanje od pravca osi štapa, i vitkih savijenih nosača kod kojih se može javiti izvijanje kao i kod okvira ne smiju biti veće od 1/500 duljine za lijepljeno lamelirano drvo odnosno 1/300 duljine za cjelovito drvo.

Nije dopušteno ugrađivanje različitih vrsta spajala u jednom spoju, ukoliko nemaju iste ili slične elasto-mehanička svojstva.
Nije dopuštena uporaba različitih vrsta ljepila za izvođenje jedne lijepljene drvene konstrukcije.
Iznimno od stavka 1. ovoga članka dopušteno je korištenje čavala i vijaka pri izradi lijepljenog spoja ali samo kao priteznih elemenata lijepljenog spoja, ali ne i kao nosivih spojnih elemenata.
Nije dopuštena ugradnja drvnih proizvoda iz Priloga »A« koji imaju sadržaj vode veći od 22% u drvene konstrukcije.

Nije dopuštena ugradnja elemenata koji nisu preventivno zaštićeni postupcima organizacijske zaštite na način da se spriječi ponovno vlaženje drvene građe tijekom transporta, obrade, međuskladištenja, montaže i uporabe, izbjegavanjem izravnog kontakta sa vodom i tlom, ispravnim slaganjem elementa i natkrivanjem.

Osim uvjeta propisanih odredbama članaka 14. do 22., ovoga Propisa, projekt drvene konstrukcije kojim se razrađuje izvođenje drvene konstrukcije obvezno mora sadržavati tehničko rješenje:
– elemenata drvene konstrukcije te način njegove proizvodnje odnosno izrade,
– ugradnje elemenata u drvenu konstrukciju, uključivo proračun i zahtijevana svojstva spojeva elemenata s ostalim elementima drvene konstrukcije,
– prijenosa i prijevoza elemenata drvene konstrukcije (mjesta oslanjanja i vješanja i opis sustava podizanja, položaj elemenata prilikom prijenosa i prijevoza, put prijevoza, i drugo), te projektiranu težinu i dopuštena odstupanja težine elementa drvene konstrukcije,
– rasporeda oslonaca, potrebnih potpora, sustava i drugih mjera za osiguravanje stabilnosti i sprječavanja oštećivanja ili mjestimičnog utiskivanja elemenata konstrukcije tijekom prijevoza, ugrađivanja i spajanja elemenata konstrukcije.

IZVOĐENJE I UPORABLJIVOST DRVENIH KONSTRUKCIJA

Građenje građevina koje sadrže drvenu konstrukciju mora biti takvo da drvena konstrukcija ima tehnička svojstva i da ispunjava druge zahtjeve propisane ovim Propisom u skladu s tehničkim rješenjem građevine i uvjetima za građenje danim projektom, te da se osigura očuvanje tih svojstava i uporabljivost građevine tijekom njezinog trajanja.
Pri izvođenju drvene konstrukcije izvođač je dužan pridržavati se projekta drvene konstrukcije i tehničkih uputa za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda i odredaba ovoga Propisa.

Kod preuzimanja građevnog proizvoda proizvedenog izvan gradilišta izvođač mora utvrditi:
– je li građevni proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisom i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima u oznaci,
– je li građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu,
– jesu li svojstva, uključivo rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost drvene konstrukcije sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom.
Utvrđeno iz stavka 1. ovoga članka zapisuje se u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je građevni proizvod isporučen se pohranjuje među dokaze o sukladnosti građevnih proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.

Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji:
– je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom,
– je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
– nema svojstva zahtijevana projektom ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost drvene konstrukcije nisu sukladni podacima određenim glavnim projektom.
Ugradnju građevnog proizvoda odnosno nastavak radova mora odobriti nadzorni inženjer, što se zapisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika.

Smatra se da drvena konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je uporabljiva ako:
– su građevni proizvodi ugrađeni u drvenu konstrukciju na propisani način i imaju ispravu o sukladnosti prema članku 12. stavku 1. ovoga Propisa, odnosno dokaze uporabljivosti prema članku 12. stavku 2. ovoga Propisa,
– su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva drvene konstrukcije, bile sukladne zahtjevima iz projekta,
– drvena konstrukcija ima dokaze nosivosti i uporabljivosti utvrđene ispitivanjem pokusnim opterećenjem, kada je ono propisano kao obvezno, ili zahtijevano projektom,
te ako o provjerama tih činjenica postoje propisani zapisi i/ili dokumentacija.

ODRŽAVANJE DRVENIH KONSTRUKCIJA

Održavanje drvene konstrukcije mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine i ovim Propisom, te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom.
Održavanje drvene konstrukcije koja je izvedena odnosno koja se izvodi u skladu s prije važećim propisima mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine i propisima u skladu s kojima je drvena konstrukcija izvedena.

Održavanje drvene konstrukcije podrazumijeva:
– redovite preglede drvene konstrukcije, u razmacima i na način određen projektom građevine, ovim Propisom i/ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji,
– izvanredne preglede drvene konstrukcije nakon kakvog izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije,
– izvođenje radova kojima se drvena konstrukcija zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine i ovim Propisom odnosno propisom u skladu s kojim je drvena konstrukcija izvedena.

Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja drvene konstrukcije, dokumentira se u skladu s projektom građevine te:
– izvješćima o pregledima i ispitivanjima drvene konstrukcije,

– zapisima o radovima održavanja,
– na drugi prikladan način, ako ovim Propisom ili drugim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji nije što drugo određeno.

1 Neovisno o uvjetima uporabe drvene konstrukcije za konstrukcijsko drvo, lijepljeno lamelirano drvo i konstrukcijske proizvode na osnovi drva u projektu drvene konstrukcije obvezno moraju biti specificirana sljedeća svojstva:
a) Čvrstoća na savijanje
b) Vlačna čvrstoća
c) Modul elastičnosti
d) Kakvoća čvrstoće vezanja
e) Bubrenje i utezanje
f) Trajnost

ODRŽAVANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA

Održavanje betonskih konstrukcija mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njena tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine i Tehničkog propisa za betonske konstrukcije, te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom.

Način obavljanja pregleda određuje se projektom betonske konstrukcije, a uključuje najmanje:

Vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,

Utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu

Utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja, ako se na temelju vizualnog pregleda opisanog u podtočki a) sumnja u ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti

Učestalost redovitih pregleda u svrhu održavanja betonske konstrukcije provodi se sukladno zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne rjeđe od:

10 godina za zgrade javne i stambene namjene

Održavanjem građevine ili na bilo koji drugi način ne smiju se ugroziti tehnička svojstva i ispunjavanje propisanih zahtjeva betonske konstrukcije.

Kod izrade statičkog proračuna korištena su sljedeća načela tehničke regulative:

Zakon o mjernim jedinicama i mjerilima Sl.list 9/84

Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu Sl.list 42/68

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

Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda NN 1/05)

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)

Pravila iz navedene tehničke regulative treba se pridržavati i tijekom izvedbe objekata.

NORME I PROPISI KOJIMA SE DOKAZUJE KVALITETA GLEDE ZAŠTITE OD POŽARA

Zakon o zaštiti od požara NN 58/93

Zakon o gradnji, Zakon o prostornom uređenju

Pravilnik o izgradnji postrojenja za tekući naftni plin i o uskladištenju i pretakanju upaljivih tekućina

Pravilnik o smještaju i držanju ulja za loženje

Pravilnici pod točkama 3., 4. I 5. Preuzeti su na temelju članka 25 Zakona o skladištenju i prometu zapaljivih tekućina i plinova

Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona

Pravilnik o tehničkim normativima za vanjsku i unutarnju hidrantsku mrežu za gašenje požara

Pravilnik o tehničkim normativima o gromobranima

Norme za beton

HRN EN 206-1:2002 Beton – 1.dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000)

HRN EN 206-1/A1:2004 Beton – 1.dio: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206-1:2000/A1:2004)

Ostale norme

HRN EN 12350-1 Ispitivanje betona – 1.dio: Uzorkovanje

HRN EN 12350-2 Ispitivanje betona – 2.dio: Ispitivanje slijeganjem

HRN EN 12350-3 Ispitivanje betona – 3.dio: Vebe ispitivanje

HRN EN 12350-4 Ispitivanje betona – 4.dio: Stupanj zbijenosti

HRN EN 12350-5 Ispitivanje betona – 5.dio: Ispitivanje rasprostiranjem

HRN EN 12350-6 Ispitivanje betona – 6.dio: Gustoća

HRN EN 12350-7 Ispitivanje betona – 7.dio: Sadržaj pora – Tlačne metode

HRN EN 12390-1 Ispitivanje očvrsnulog betona – 1.dio: Oblik, dimenzije, i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe

HRN EN 12390-2 Ispitivanje očvrsnulog betona – 2. Dio: Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće

HRN EN 12390-3 Ispitivanje očvrsnulog betona – 3. dio Tlačna čvrstoća uzoraka

HRN EN 12390-6 Ispitivanje očvrsnulog betona – 6. Dio: Vlačna čvrstoća cijepanjem uzoraka

HRN EN 12390-7 Ispitivanje očvrsnulog betona –7. Dio: Gustoća očvrsnulog betona

HRN EN 12390-8 Ispitivanje očvrsnulog betona – 8. Dio: Dubina prodiranja vode pod tlakom

HRN EN 12390-9 Ispitivanje očvrsnulog betona – 9. Dio: Otpornost na smrzavanje ljuštenjem

ISO 2859-1 Plan uzorkovanja za atributni nadzor: 1.dio : Plan uzorkovanja indeksiran prihvatljivm nivoom kvalitete (AQL) za nadzor količine po količine

ISO 3951 Postupci uzorkovanja i karta nadzora s varijablama nesukladnosti

HRN U.M1.057 Granulometrijski sastav mješavina agregata za beton

HRN U.M1.016 Beton. Ispitivanje otpornosti za djelovanje mraza

HRN EN 480-11 Dodaci betonu, mortu i injekcijskim smjesama – Metode ispitivanja – 11. Dio: Utvrđivanje karakteristika zračnih pora u očvrsnulom betonu

HRN EN 12504-1 Ispitivanje betona u konstrukcijama - 1.dio: Izvađeni uzorci – Uzimanje, pregled i ispitivanje tlačne čvrstoće

HRN EN 12504-2 Ispitivanje betona u konstrukcijama – 2.dio: Nerazorno ispitivanje – Određivanje veličine odskoka

HRN EN 12504-4 Ispitivanje betona u konstrukciji – 4. Dio: Određivanje brzine ultrazvuka

PrEN 13791:2003 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukciojama ili u konstrukcijskim elementima

NORME ZA ČELIK ZA ARMIRANJE I ČELIK ZA PREDNAPINJANJE

HRN EN 10080-1 Čelik za armiranje betona - Zavarljivi armaturni ČELIK - 1.dio: Opći zahtjevi (prEN 10080-1:1999)
HRN EN 10080-2 Čelik za armiranje betona - Zavarljivi armaturni čelik - 2. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda A (prEN 10080-2:1999)
HRN EN 10080-3 Čelik za armiranje betona - Zavarljivi armaturni čelik - 3. dio: Tehnidki uvjeti isporuke čelika razreda B (prEN 10080-3:1999)

HRN EN10080-4 Čelik za armiranje betona - Zavarljivi armaturni čelik - 4. dio: Tehnički uvjeti isporuke čelika razreda C (prEN 10080-4 1I999)
HRN EN 10080-5 Čelik za armiranje betona - Zavarljivi armaturni čelik - 5 dio: Tehnički uvjeti isporuke zavarenih armaturnih mreža (prEN 10080-5 1999)
HRN EN10080-6 Čelik za armiranje betona - Zavarljivi armaturni čelik- 6 dio Tehnički uvjeti isporuke zavarenih rešetki za gredice (prEN 10080-6 1999)
HRN EN 10138-1 Čelik za prednapinjanje - 1 dio. Opći zahtjevi (prEN 10138-1 2000)
HRN EN 10138-2 Čelik za prednapinjanje - 2 dio. Žica (prEN 10138-2'2000)
HRN EN 10138-3 Čelik za prednapinjanje – 3. dio Užad (prEN 10138-3:2000)
HBN EN 10138-4 Čelik za prednapinjanje - 4 dio Šipke (prEN 10138-4 2000)
HRN EN 10260 Sustavi označivanja čelika - Dodatne oznake (CR 10260 1998)
Ostale norme
HRN EN 10020 Definicije i razredba vrsta celika
HRN EN 10025 Toplovaljani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih celika - Tehnički uvieti isporuke
HRN EN 10027-1 Sustav označivanja čelika - 1 dio: Naziv čelika, glavni simbol
HRN EN 10027-2 Sustavi označivanja čelika - 2 dio Brojčani sustav
EN 10079 Definicije čeličnih proizvoda
HRN EN 523 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanie - Nazivlie, zahtievi, kontrola kvalitete
prEN ISO 17660 Zavarivanje čelika za armiranje
HBN EN 287-1 Provjera osposobljenosti zavarivanja -Zavarivanje taljenjem - 1 dio Čelici

HRN EN 719 Koordinacija zavarivanja - Zadaci i odgovornosti
HRN EN 729-3 Zahtjevi za kakvoću zavarivanja - Zavanvanje taljenjem metalnih materijala- 3 dio. Standardni zahtjev za kakvoću
HRN EN ISO 4063 Zavarivanje i srodni postupci - Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN 446 Mort za injektiranje kabela za prednapinjanje- Postupci iniektiranja
HBN EN 447 Mort za injektiranie kabela za prednapinjanje- Svojstva uobičajenih mortova za injektiranje
HRN FN ISO 377 Čelik i čelični proizvodi - Priprema uzoraka i ispitnih uzoraka za mehanička ispitivanja
HRN EN 10002-1 Metalni materijali - pokus 1. dio Metoda ispitivania (pri sobnoj temperaturi)

HRN EN ISO15630-1 Čelik za armiranie i prednapinjanje betona - Ispitne metode - 1, dio. Armatume šipke i žice
HRN EN ISO 15630-2 Čelik za armiranje i prednapinjanie betona - Ispitne metode- 2 dio -Zavarene šipke
HRN EN ISO 15630-3 Čelik za armiranie i prednapinjanje betona - lspitne metode – 3.dio Čelik za prednapinjanje
HRN EN 524-1 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje - Ispitne metode – 1.dio Određivanje oblika i dimenzija
HBN EN 524-2 Čelične cijevi (bužiri) za kabela za prednapinjanje - ispitne metode – 2. dio
HRN EN 524-3 Čelične ciievi (bužiri) za kabele za prednapinjanje - lspitne metode – 3. dio Ispitivanie previjanjem

HRN EN 524-4 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinjanje - ispitne metode - 4 dio Određivanje otpornosti na bočno opterećenje
HRN EN 524-5 Čelične cijevi (bužiri) za kabele za prednapinianie - Ispitne metode - 5 dio Određivanie otpornosti na vlačno opterećenje
HRN EN 445 Mort za injektiranje kabela za prednapinjanje - Metode ispitivanja
ENV 1992-1-1 Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija - 1. dio. Opća pravila i pravila za zgrade
E NV 1 992- 1-2 Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija - 1-2 dio Opća pravila- Projektiranie konstrukcije na požar

NORME ZA CEMENT

HRN EN 197-1 Cement - 1 dio Sastav, specifikacije i mjerila sukladnosti cemenata za opće namjene (EN 197-1 2000)
HRN EN 196-2 Metode ispitivanja cementa- 2 dio Kemijska analiza cementa (EN 196-2 1994)
HRN EN 196-3 Metode ispitivanja cementa - 3 dio. Određivanie vremena vezanja i postojanosti obujma (EN 196-3'1994)
HRN EN 196-6 Metode ispitivanja cementa - 6 dio Određivanje finoće (EN 196-6 1989)

NORME ZA AGREGAT

HRN EN 13055-1 2003 Lagani agregati- 1 dio. Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002

Ostale norme

HRN EN 932-1 Ispitivanja općih svojstava agregata - 1 dio Metode uzorkovanja (EN 932-1:1996)
HRN EN 932-2 Ispitivanja općih svojstava agregata – 2. dio Metode smanjivanja

laboratorijskih uzoraka (EN 932-2.1996)

HRN FN 932-3 Ispitivanja općih svojstava agregata - 3 dio. Postupak i nazivlje za pojednostavljeni petrografski opis (EN 932-3 1996)

HRN EN 932-3/A1 Ispitivanja općih svojstava agregata – 3. dio Postupak i nazivlje za pojednostavnjeni petrografski opis Amandman A1(EN 932-3/A1 2003)

HRN EN 932-5 Ispitivanja općih svojstava agregata - 5 dio Uobičajena oprema i umjeravanie (EN 932-5 1999)

HRN EN 932-6 Ispitivanja općih svojstava agregata - 6. dio Definicije ponovljivosti i obnovljivosti (EN 932-6 1999)

HRN EN 933-1 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 1 dio
Određivanje granulometrijskog sastava - Metoda sijanja (EN 933-1.1997)

HRN EN 933-2 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 2 dio
Određivanje granulometrijskog sastava - ispitna sita, nazivne veličine otvora(EN 933-2 1995)

HRN EN 933-3 Ispitivania geometrjskih svojstava agregata - 3 dio
Određivanje oblika zrna - Indeks plosnatosti (EN 933-3.1997)

HR EN 933-3/A1 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 3 dio
Određivanie oblika zrna - indeks plosnatosti Amandman A1 (EN 933-3/A1:2003)

HRN EN 933-4 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 4 dio.
Određivanie oblika zrna - Indeks oblika (EN 933-4.1999)

HRN EN 933-5 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 5 dio:
Određivanje drobljenih i lomljenih površina u krupnom agregatu (EN 933-5 1998)

HRN EN 933-6 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 6 dio.
Procjena značajka površina - Koeficijent protoka agregata (EN 933-6 2001)

HRN EN 933-7 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 7 dio
Određivanie sadržaja školjaka - Postotak školjaka u krupnom agregatu (EN 933-7:1998)

HRN EN 933-8 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 8 dio
Procjena sitnih čestica - Određivanie ekvivalenta piieska (EN 933-8 1999)

HRN EN 933-9 Ispitivanja geometrijskih svojstava agregata - 9 dio.
Procjena sitnih čestica - Ispitivanje metilenskim modrilom (EN 933-9 1998)

HRN EN 933-10 Ispitivanja geometriskih svojstava agregata - 10 dio.
Procjena sitnih čestica - Razvrstavanje punila (sijanje struianjem zraka) (EN 933-10 2001)

HRN EN 1097-1 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 1. dio
Određivanie otpornosti na habanje (micro-Deval) (EN 1097-1:1996)

HRN EN 1097-1/A1 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 1 dio.
Određivanie otpornosti na habanje (micro-Deval). Amandman A1 (EN 1097-1/A1. 2003)

HRN EN 1097-2 lspitvanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 2 dio
Metode za određivanje otpornosti na drobljenje (EN 1097-2 1988)

HRN EN 1097-3 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 3. dio

Određivanjenasipne gustoće i šupljina (EN 1097-3:1988)

HRN EN 1097-5 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 5 dio
Određivanje sadržaja vode sušenjem u ventilirajućem sušioniku (EN 1097-5.1999)

HRN EN 1097-6 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svoistava agregata - 6 dio.

Određivanje gustoće i upijanja vode (EN 1097-6.2000)
HRN EN 1097-6/AC Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 6 dio
Određivanie gustoće i upijanja vode: Amandman AC (EN 1097-6/AC 2002)
HRN EN 1097-7 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svoistava agregata - 7 dio
Određivanje gustoće punila - Piknometrijska metoda (EN 1097-7 1999)
HRN EN 1097-8 Ispitivanje mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 8 dio:
Određivanjevrijednosti polirnosti kamena (EN 1098-8 1999)
HRN EN 1097-10 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata - 1. dio
Određivanje usisne visine vode (EN 1097-10 2002)
HRN EN 1367-1 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata - 1. Dio
Određivanje otpornosti na smrzavanje i odmrzavanje (EN 1367-1 1999)
HRN EN 1367-2 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata - 2 dio
Ispitivanje magnezijevim sulfatom (Efvt 1367-2.1998)
HRN FN 1367-3 Ispitvanja toplinskog i vremenskog utiecaja na svojstva agregata - 4 dio
Određivanie skupljanja usliied sušenja (EN 1367-zl 1998)
HRN EN 1367-5 Ispitivanja toplinskog i vremenskog utjecaja na svojstva agregata - 5 dio
Određivanie otpornosti na toplinski šok (EN 1367-5 2002)
HPN EN 1744-1 Ispitivania kemijskih svoistava agregata - 3 dio Kemijska analiza (EN 174<-
1 1998)
HRN EN 1744-3 Ispitivanja kemijskih svojstava agregata -- 3 dio Priprema eluata
izluživanjemagregata (EN 1744-3.2002)
HRN EN 206-1 Beton -1 dio Uvjeti, svojstva, proizvodnja i sukladnost
Izvještaj CEN CR 1901 Regionalni tehnički uvjeti i preporuke za izbjegavanje alkalnosilikatne reakcije u betonu

NORME ZA VODU

HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona – Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje, i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002)

Ostale norme

HRN EN 196-1 Metode ispitivanja cementa - 1. dio Određivanje čvrstoće
HRN EN 196-2 Metode ispitivanja cementa - 2 dio. Kemijska analiza cementa
HRN EN 196-3 Metode ispitivanja cementa - 3 dio Određivanje vremena vezivanja i postojanosti
HRN EN 196-21 Metode ispitivanja cementa - 21 dio Određivanie sadržaja klorida, ugiljikovog dioksida i alkalija u cementu
HRN EN 206-1 Beton - 1 dio Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost
HRN EN 12390-2 Ispitivanje očvrsnulog betona - 2 dio. Izrada i njegovanje uzoraka za ispitvanje čvrstoće
HRN EN 12390-3 Ispitivanje očvrsnulog betona - 3 dio Tlačna čvrstoća uzoraka
HRN EN ISO 9963-2 Kvaliteta vode - Određivanje alkalnosti - 2 dio. Određivanie karbonatne alkalnosti
HRN ISO 4316 Površinski aktivne tvari - Određivanje pH-vrijednosti vodenih otopina- Potenciometrijska metoda
HRN ISO 7890-1 Kvaliteta vode - Određivanje nitrata - 1 dio 2.6- Dimetilfenol spektrometnjska metoda
HRN EN 197-1 Cement - 1 dio. Sastav, specifikacije i kriterij sukladnosti cementa opće

namjene
HRN EN 12350-1 Ispitivanje svježeg betona - 1 dio Uzorkovanje
HRN ISO 7887 Kvaliteta vode - ispitivanje i određivanje boje
HRN ISO 6878 Kvaliteta vode - Spektrometrijsko određivanie fosfata uporabom amonijevog molibdata
HRN ISO 9280 Kvaliteta vode - Određivanje sulfata - Gravimetrijska metoda uporabom barijevog sulfata
HRN ISO 9297 Kvaliteta vode - Određivanie klorida - titraciia srebrovim nitratom s kromatom kao indikatorom (Mohrrova metoda)
HRN ISO 9964 1 Kvaliteta vode - Određivanje natrija i kalija - 1 dio Određivanie natrija atomskim apsorpcijskim spektrometrom
HRN ISO 9964-2 Kvaliteta vode - Određivanie natrija i kalija - 2 dio Određivanie kalija atomskim apsorpcijskim spektrometrom

HRN ISO 9964-3 Kvaliteta vode - Određivanie natrija i kalija - 3 dio Određivanie natrija i kalija plamenim emisijskim spektrometrom
HRN ISO 10530 Kvaliteta vode - Određivanje otopljenog sulfida - Fotometrijska metoda uporabom metilenskog modrila

NORME ZA PREDGOTOVLJENE BETONSKE ELEMENTE

HRN EN 13369:2004 Opća pravila za predgotovljene betonske elemente {EN 13369:2004)
HRN EN 639:2005 Opći zahtjevi za betonske tlačne cijevi, uključujući spojeve i fitinge (EN 639:1994)

HRN EN 640:2005 Armiranobetonske tlačne cijevi i betonske tlačne cijevi s jednoliko raspoređenom armaturom (bez unutarnje cijevi), uključujući spojeve i fitinge (EN 640:1994)

HRN EN 641:2005 Armiranobetonske tlačne cijevi s čeličnom unutarnjom cijevi, uključujući spojeve i fitinge (EN 641:1994)
HRN EN 642:2005 Prednapete betonske tlačne cijevi s čeličnom unutarnjom cijevi ili bez nje, uključujući spojeve, fitinge i posebne zahtjeve za prednapeti čelik za cijevi (EN642:1994)
HRN EN 1168: 2005 Predgotovijeni betonski proizvodi - Ploče sa šupljinama (EN 1168:2004)
HRN EN 1338: 2004 Betonski blokovi za popločivanje - Zahtjevi i ispitne metode (EN 1338:2003)
HRN EN 1339:2004 Betonske ploče za popločivanje - Zahtjevi i ispitne metode (EN 1339:2003)
HRN EN 1340:2004 Betonski rubnjaci - Zahtjevi i ispitne metode (EN 1340:2003)
HRN EN 1916:2005 Betonske cijevi i oblikovni komadi, nearmirani, s čeličnim vlaknima i armirani (EN 1916:2002+AG:2003)
HRN EN 1917:2005 Betonska kontrolna okna i komore, nearmirana, s čeličnim vlaknima i armirana (EN 1917:2002+AG:2003)
HRN EN 12737;2004 Predgotovljeni betonski proizvodi - Stajske podnice (EN 12737:2004)
HRN EN 12794:2005 Predgotovljeni betonski proizvodi - Piloti za temeljenje (EN 12794:2004)
HRN EN 12839:2004 Predgotovljeni betonski proizvodi - Elementi za ograde (EN 12839:2001)
HRN EN 12843:2004 Predgotovljeni betonski proizvodi Stupovi i motke (EN 12843:2004)
HRN EN 13198:2004 Predgotovljeni betonski proizvodi - Namještaj za ulice i vrtove (EN 13198:2003)
HRN EN 13224:2004 Predgotovljeni betonski proizvodi - Rebrasti stropni elementi (EN 13224 : 2004)
HRN EN 13225:2005 Predgotovljeni betonski proizvodi - Linijski konstrukcijski elementi (EN

13225:2004)
HRN EN 13693:2005 Predgotovljeni betonski proizvodi - Posebni krovni elementi (EN 13693:2004)
HRN EN 13748-1:2004 Teraco pločice - Teraco pločice za unutranju uporabu (EN 13748-1:2004)
HRN EN 13748-2 :2004 Teraco pločice - 2. dio: Teraco pločice za vanjsku uporabu (EN 13748-2:2004)

NORME ZA ZIDNE ELEMENTE

HRN EN 771-1:2005 Specifikacije za zidne elemente – 1. dio: Opečni zidni elementi (EN 771-1:2003+A1:2005)
HRN EN 771-2:2005 Specifikacije za zidne elemente – 2. dio: Vapnenosilikatni zidni elementi (EN 771-2:2003+A1:2005)
HRN EN 771-3:2005 Specifikacije za zidne elemente – 3. dio: Betonski zidni elementi (gusti i lagani agregat) (EN 771-3:2003+A1:2005)
HRN EN 771-4:2004 Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona (EN 771-4:2003)
HRN EN 771-4/A1:2005 Specifikacije za zidne elemente – 4. dio: Zidni elementi od porastoga betona (EN 771-4:2003/A1:2005)
HRN EN 771-5:2005 Specifikacije za zidne elemente – 5. dio: Zidni elementi od umjetnoga kamena (EN 771-5:2003+A1:2005)
HRN EN 771-6:2006 Specifikacije za zidne elemente – 6. dio: Zidni elementi od prirodnoga kamena (EN 771-6:2005)
HRN EN 12859:2002 Gipsani blokovi – Definicije, zahtjevi i ispitne metode (EN 12859:2001)

NORME ZA MORT

HRN EN 998-2:2003 Specifikacije morta za ziđe – 2. dio: Mort za ziđe (EN 998-2:2003)
HRN CEN/TR 15225:2006 Smjernice za tvorničku kontrolu proizvodnje za označavanje oznakom CE (potvrđivanje sukladnosti 2+) za projektirane mortove (CEN/TR 15225:2005)
HRN EN 13501-1:2002 Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru – 1. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar (EN 13501-1:2002)

NORME ZA ZIDARSKI CEMENT

HRN EN 413-1:2004 Zidarski cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 413-1:2004),
HRN EN 197-2:2004 Cement – 2. dio: Vrednovanje sukladnosti
HRN CR 14245:2004 Vodič za primjenu EN 197-2 »Vrednovanje sukladnosti«
HRN EN 13279-1:2006 Veziva i žbuke na osnovi gipsa – 1. dio: Definicije i zahtjevi (EN 13279-1:2005)

NORME ZA DODATAK MORTU

nHRN EN 934-3:2004 Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje – 3. dio: Dodaci mortu za ziđe. Definicije, zahtjevi, sukladnost, označavanje i obilježavanje (EN 934-3:2001/A1:2004)
HRN EN 934-6:2004 Dodaci betonu, mortu i mortu za injektiranje – 6. dio: Uzorkovanje, kontrola sukladnosti i vrednovanje sukladnosti (EN 934-6:2001)
HRN EN 998-2:2003 Specifikacija morta za ziđe –2. dio: Mort za ziđe (EN 998-2:2001)

NORME ZA AGREGAT ZA MORT

HRN EN 13139:2003 Agregati za mort (EN 13139:2002)
HRN EN 13055-1:2003 Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje

(EN 13055-1:2002)
HRN EN 13139/AC:2006 Agregat za mort (EN 13139:2002/AC:2004)
HRN EN 13055-1/AC:2006 Lagani agregati – 1. dio: Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje (EN 13055-1:2002/AC:2004)

NORME ZA ODRŽAVANJE I IZVOĐENJE ZIDANIH KONSTRUKCIJA
HRN EN 13269:2001 Održavanje – Smjernice za izradu ugovora o održavanju (ENV 13269:2001)
HRN EN 13306:2004, Nazivlje u održavanju (EN 13306:2001)
HRN EN 13460:2004, Održavanje – Dokumentacija o održavanju (EN 13460:2002)
HRN EN 13670-1:2002, Izvedba betonskih konstrukcija, ispitivanje građevina i održavanje građevina
HRN ISO 15686-1:2002, Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 1. dio: Opća načela (ISO 15686-1:2000)
HRN ISO 15686-2:2002, Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 2. dio: Postupci predviđanja vijeka uporabe (ISO 15686-2:2001)
HRN ISO 15686-3:2004, Zgrade i druge građevine – Planiranje vijeka uporabe – 3. dio: Neovisne ocjene (auditi) i pregledi svojstava (ISO 15686-3:2002)
HRN DIN 18201:1997, Tolerancije u graditeljstvu – Pojmovi, načela, primjena, ispitivanje (DIN 18201:1997)
HRN DIN 18202:1997, Tolerancije u visokogradnji – Zgrade (DIN 18202:1997)

1.3 POPIS PRIMIJENJENIH ZAKONA I PROPISA

Pri izradi glavnog projekta primijenjeni su sljedeći zakoni, pravilnici, tehnički propisi, standardi i normativi:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17,39/19, 118/20)
- Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)
- Tehnički propis za prozore i vrata (NN 69/06)
- 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)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije
- Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija
- Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija
- Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija
- Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija

PROJEKTANT:

Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
ovlašteni inženjer građevinarstva
broj ovlaštenja G 5881

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

1.4 ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

INVESTITOR:	SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI ZAGREBAČKA 30, PULA
NAZIV GRAĐEVINE:	Rekonstrukcija, adaptacija i dogradnja grupe zgrada: ex.Interna i aneks ex.Neurologija
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt
STRUKOVNA ODREDNICA:	Građevinski projekt- projekt konstrukcije
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:	28GP-2022-V
OZNAKA PROJEKTA:	02/28GP-2022-V

Procjena troškova iznosi 34.000.000,00 kn + PDV.

PROJEKTANAT:

Tonka Radetić Maglica, mag.ing.aedif.
ovlašteni inženjer građevinarstva
broj ovlaštenja G 5881

2. PRORAČUNSKI DIO PROJEKTA

Statički proračun će se provesti u programskom paketu *Scia Engineer 17*, za klasu betona C25/30, armatura B500B.

2.1 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11- OSNOVNA ZGRADA

2.1.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

1. ANALIZA OPTEREĆENJA

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA

Vlastito opterećenje konstruktivnih elemenata se automatski izračunava u programskom paketu SCIA Engineer, stoga se u nastavku za ulazni podatak o stalnom opterećenju u programu unosi samo dodatno stalno opterećenje.
Oznaka opterećenja od vlastite težine je ***VT****.*

STALNO OPTEREĆENJE - DODATNO STALNO OPTEREĆENJE

Dodatno stalno opterećenje krova - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Šljunak, 80 mm - 152,00 kg/m²		1,52 kN/m²
2	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
3	Beton za pad, 80 mm - 192,00 kg/m²		1,92 kN/m²
4	XPS, 160 mm - 4,80 kg/m²		0,05 kN/m²
5	Instalacije - 75,00 kg/m²		0,75 kN/m²
6	Spušteni gipskartonski strop 25 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	4,64 kN/m² ~ 4,65 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje međukatnih ploča - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²		0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²		1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²		0,01 kN/m²
5	Instalacije - 75,00 kg/m²		0,75 kN/m²
4	Spušteni gipskartonski strop 25 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	2,39 kN/m² ~ 2,40 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje ploča na tlu - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²		0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²		1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²		0,01 kN/m²
4	XPS, 60 mm - 1,80 kg/m²		0,02 kN/m²
5	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	1,26 kN/m² ~ 1,30 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje od zidova - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Vapneno- cementna žbuka, 20 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
2	Kameni zid , 600 mm - 1320,00 kg/m²		13,20 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	13,60 kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Uporabno opterećenje krovišta - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja nagiba krova <20 planira se uporabno opterećenje krovišta u veličini od 0,60 kN/m2.

q_k = 0,60 kN/m2

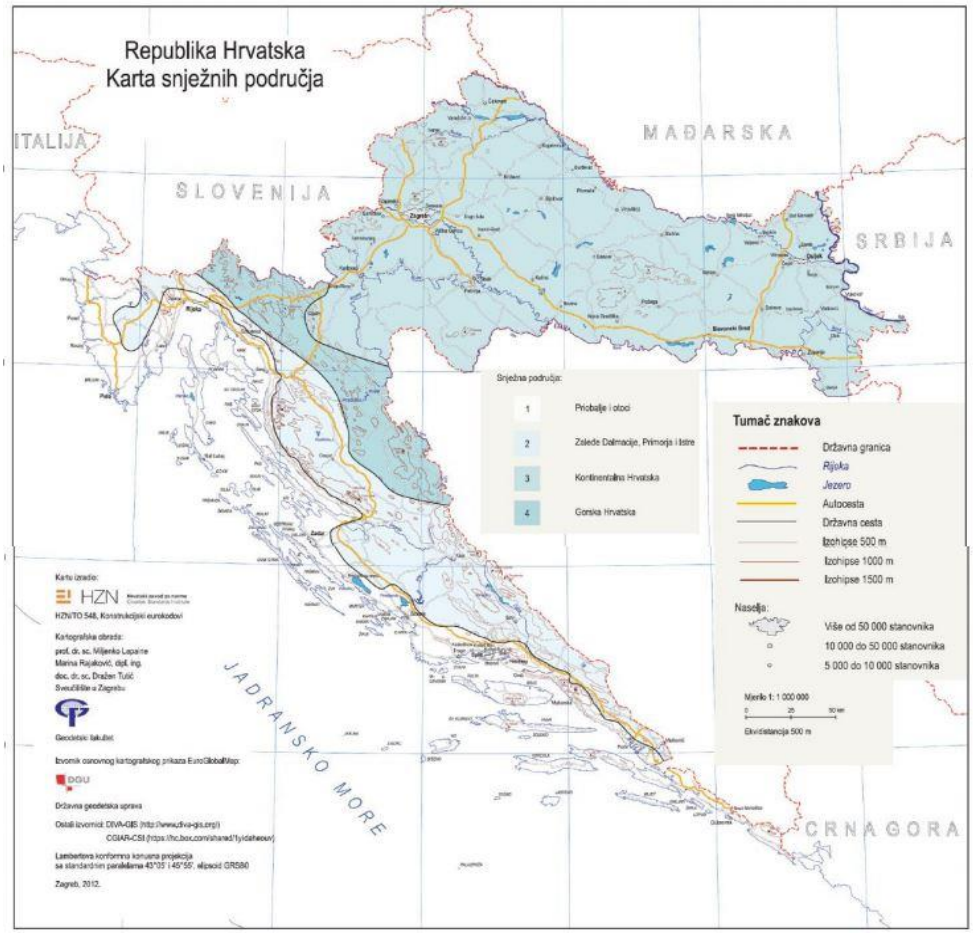
Uporabno opterećenje unutarnjih prostorija - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja B2 i C1 planira se uporabno opterećenje unutarnjih prostorija u veličini od 3,00 kN/m2.

q_k = 3,00 kN/m2

Promjenjivo djelovanje snijega - projekcija /m² tlocrtne površine - (SL)

Opterećenje snijegom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.



Karta snježnih područja

Tablica karakterističnih vrijednosti opterećenja snijega

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

Prema izvornoj karti snježnih područja, lokacija predmetne građevine spada u gorsku Hrvatsku na nadmorskoj visini do 100 m (30,00 m). Za istu visinu se iz priložene tablice očitava karakteristično opterećenje snijega koje iznosi:

$$s_k = 0{,}50 \text{ kN/m}^2$$

Koeficijenti oblika krova očitani su iz nacionalnog dodatka (HRN EN 1991-1-3:2012/A1:2016, tablica 5.2 – Koeficijenti oblika opterećenja snijegom)

Kut nagiba krova α	0° ≤ α ≤ 30°	30° < α < 60°	α ≥ 60°
$\mu_1(\alpha)$	0,8	0,8 · (60° - α) / 30°	0
$\mu_2(\alpha)$	0,8 + 0,8 α / 30	1,6	-

Koeficijent oblika krova μ za projektirani nagib krovišta od 1° iznosi:

$$\mu_1(1°) = 0{,}80$$

Konačno, opterećenje snijegom za danu lokaciju iznosi:

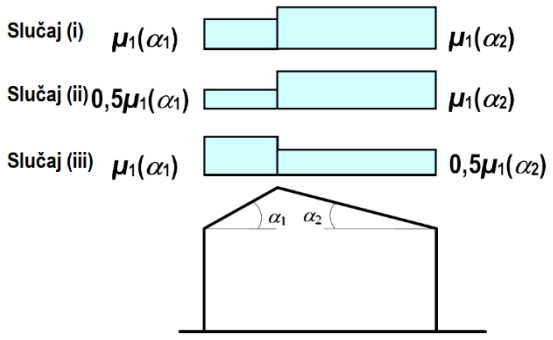
$s = s_k \cdot \mu \cdot C_t \cdot C_e = 0{,}50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0{,}80 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 0{,}40 \text{ kN/m}^2$

gdje su:

C_t - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

C_e - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

Raspored opterećenja snijegom koeficijentima oblika

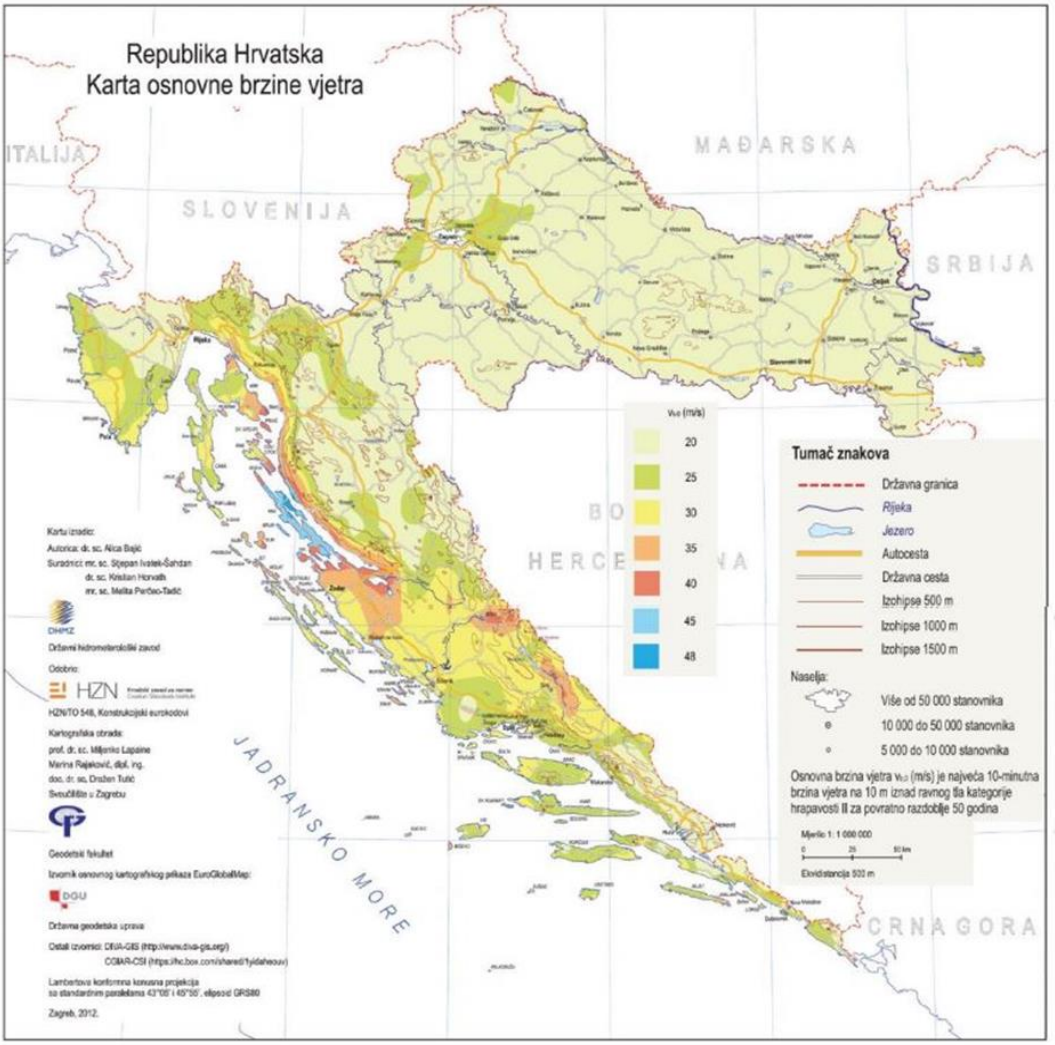


Napomena: Zbog simetrije krova primjenjuje se samo simetrična raspodijela opterećenja

Promjenjivo djelovanje vjetra - projekcija /m² okomito na krovnu površinu

Opterećenje vjetrom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN

EN 1991-1-4:2012/NA:2012.



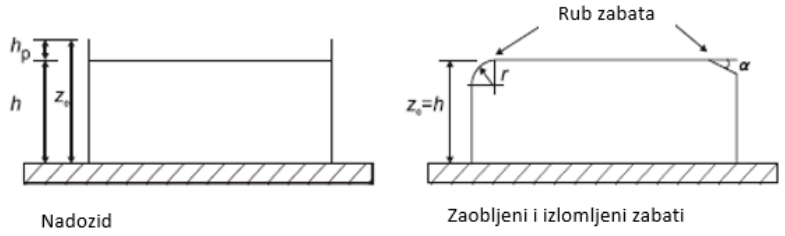
Karta osnovne brzine vjetra

Lokacija građevine:	**PULA**	
Kategorija terena:	**3**	
Referentna visina:	**z =**	**13,00 m**
Temeljna osnovna brzina vjetra:	$v_{b,0}$ =	25 m/s
Faktor smjera:	c_{dir} =	1,00
Faktor godišnjeg doba:	c_{season} =	1,00
Faktor orografije:	$c_{o(z)}$ =	1,00
Osnovna brzina vjetra:	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$ =	25,00 m/s
Visina kategorije terena II prema tablici 4.1:	$z_{0,II}$ =	0,05 m

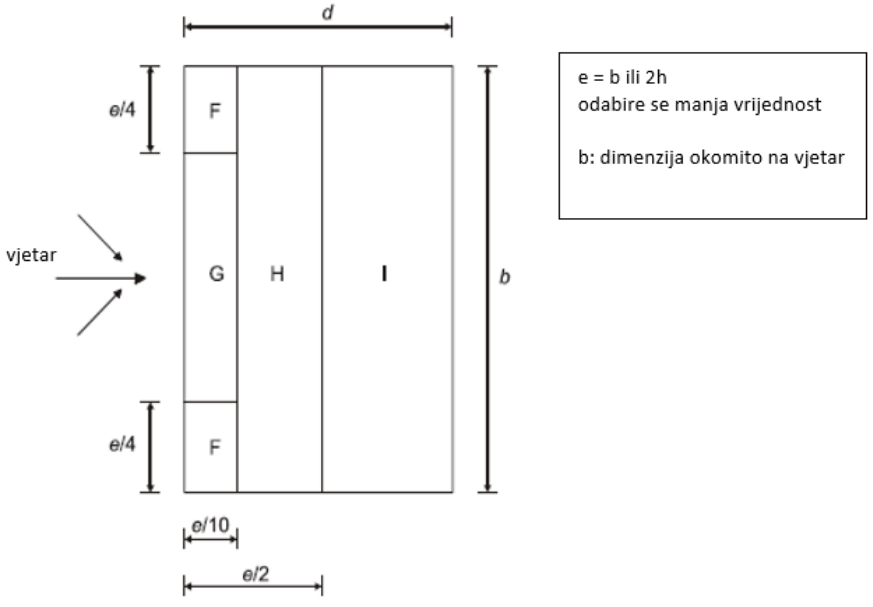
Najmanja visina prema tablici 4.1:	z_{min} =	5,00 m
Duljina hrapavosti prema tablici 4.1:	z_0 =	0,30 m
Faktor terena:	$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07}$ =	0,22
Faktor hrapavosti:	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$ =	0,81
Srednja brzina vjetra:	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$ =	20,29 m/s
Faktor turbulencije:	k_I =	1,00
Standardna devijacija:	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I$ =	5,38
Jakost turbulencije:	$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z)$ =	0,27
Gustoća zraka:	ρ =	1,25 kg/m³
Osnovni pritisak brzine vjetra:	$q_b = \rho \cdot v_b^2 / 2$ =	0,39 kN/m²
Vršni pritisak brzine vjetra:	**$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \rho \cdot v_m^2(z) / 2$ =**	**0,74 kN/m²**
Faktor izloženosti:	**$c_e(z) = q_p(z) / q_b$ =**	**1,88**

Djelovanje vjetra na kose krovne površine

Djelovanje vjetra na krovnu plohu se dijeli na krovna područja prema normi za djelovanja vjetra HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove u poglavlju 7.2.3. prema slici 7.6 u nastavku.



Geometrij



Referentna visina za pritiske vjetrova:	$h = z_e =$	13,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 0°	$b_0 =$	27,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 90°	$b_{90} =$	23,00 m

Za vjetar θ = 0°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{27,00 m; 26,00 m} =	26,00 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	6,50 m
Dimenzija e/10:	e /10 =	2,60 m

Za vjetar θ = 90°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{23,00 m; 26,00 m} =	23,00 m
Dimenzija e/4:	e / 2 =	11,50 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	5,75 m
Dimenzija e/10:	e / 10 =	2,30 m

Vanjski i unutrašnji pritisci vjetra

Nagib krovnih ploha:	α =	1°
Referentna visina za vanjski pritisak vjetra:	z_e =	13,00 m
Referentna visina za unutrašnji pritisak vjetra:	z_e =	13,00 m
Vršni pritisak brzine vjetra:	$q_p(z_e)$ =	0,74 kN/m²
Faktor negativnog unutrašnjeg pritiska vjetra:	c_{pi}^- =	-0,30
Faktor pozitivnog unutrašnjeg pritiska vjetra:	c_{pi}^+ =	0,20

Vanjski pritiska vjetra na krov - poprečni smjer vjetra (θ = 0°)

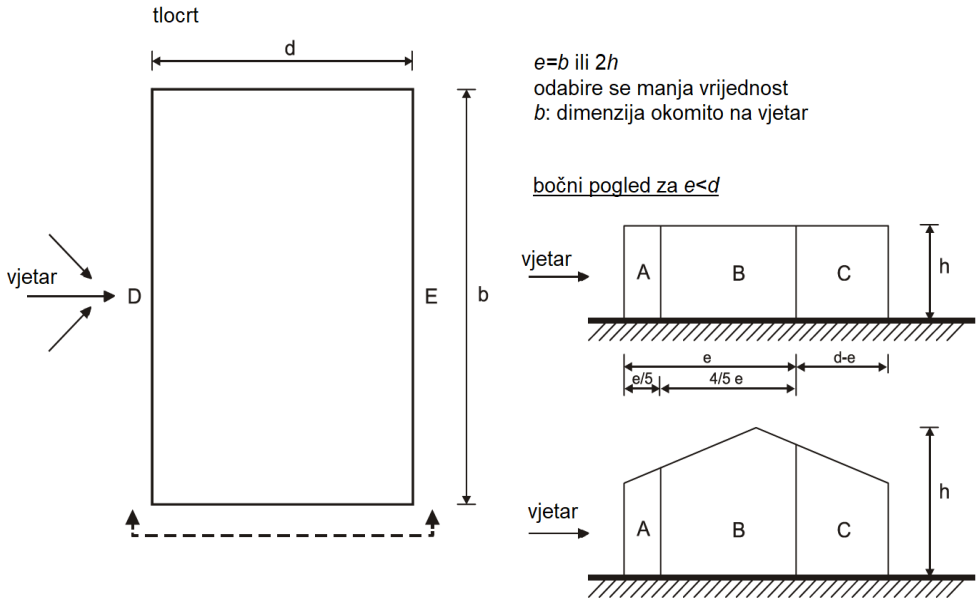
U nastavku se promatra izdvojeni dio tablice 7.2(N) iz norme HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove - poprečni smjer vjetra (θ = 0°) i za referentne površine veće od 10 m2

Odnos h_p / h: h_p / h = 0,80 / 9,00 = 0,09

Vrsta krova	Područja			
	F	G	H	I
S nadozidima hp / h = 0,100	-1,2	-0,8	-0,7	0,2
				-0,2

Djelovanje vjetra na vertikalne plohe

Koeficijenti vanjskog tlaka $c_{pe,10}$ za definirana područja su određeni na slici u nastavku.



Djelovanje vjetra na vertikalne površine

Koeficijenti vanjskog pritiska tlaka vjetra za vertikalne zidove su dobivene na temelju preporučenih vrijednosti iz norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 linearnom interpolacijom.

h = 13,0 m

d_0 = 26,00 m

d_{90} = 23,00 m

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 0°: **h/d_0 = 0,50**

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 90°: **h/d_{90} = 0,57**

HRN EN 1991-1-4 / tablica 7.1

PODRUČJE	A	B	C	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
5	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,5
≤ 0,25	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Za djelovanje vjetra smjera θ = 0°

Interpolacija: h/d = 0,50	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,73
w_e [kN/m^2]	-0,88	-0,59	-0,37	0,59	-0,53

Za djelovanje vjetra smjera θ = 90°

Interpolacija: h/d = 0,57	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,52
w_e [kN/m^2]	-0,88	-0,59	-0,37	0,59	-0,38

POTRESNO DJELOVANJE

POTRESNO DJELOVANJE ZA SMJER X I Y

Objekt se proračunava na djelovanje potresa u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1-:2011/NA: 2011/A1:2021
Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će sudjelovati u konstrukciji. Njihovi prikazi i kombinacije se prikazaju u nastavku proračuna.
Predmetni objekt se proračunava na horizontalno potresno djelovanje koje se definira dvama okomitim smjerovima djelovanja Sx i Sy koje djeluju neovisno istim spektrom odziva.
Vrijednosti za ove proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u vidu faktora važnosti γI.
Predmetna građevina ima vrijednost faktora važnosti 1,2

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_I
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih za rušenje	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1,4

Elastični spektar odziva

EC8 propisuje dva elastična spektra odziva:
Tip 1 karakterizira veći intenzitet za duže periode i predlaže se za područje visoke seizmičnosti (Ms>5,5).
Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za dulje periode (Ms<5,5).

Predmetna građevina pripada spektru tipa 2

Tip tla

EC8 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D i E.

Za predmetni objekt je odabran tip tla A

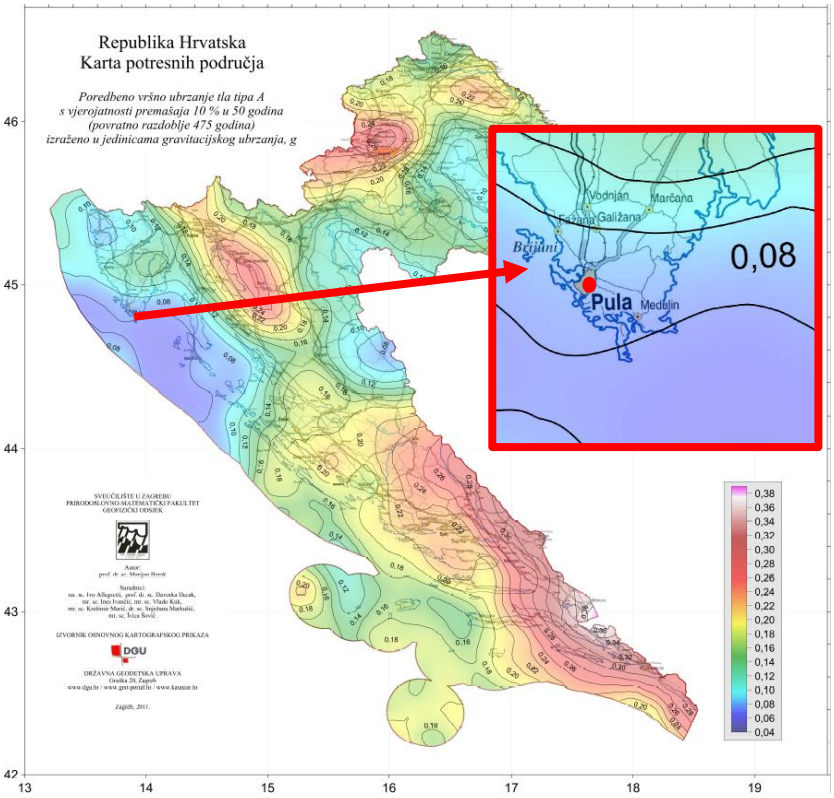
Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	A
Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine namjanje nekoliko desetak metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	B
Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetak metara do više stotina metara	C
Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	D
Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja s vrijednostima vs za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s vs > 800 m/s	E

Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti DCM.

Računsko ubrzanje tla

Za predmetnu lokaciju vršno ubrzanje tla za povratno razdoblje od 475 g iznosi agR = 0,079 g, odnosno 0,775 m/s2.
Računsko ubrzanje tla se množi s ranije definiranim faktorom važnosti građevine.
Prikaz računskih ubrzanja tla prema potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak:



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja nosivosti iznosi:

ag = 0,079 x 1,2 = 0,095 g = 0,930 ms/2

Faktor ponašanja

Faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnos da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u duktilnom području deformiranja. Sadrži podatak o vrsti elemenata, konstrukcije, vrsti gradiva i duktilnosti.

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1

Proračunski spektar odziva je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q koji se dobiva prema izrazu:

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

gdje je:

q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja koja ovisi o tipu konstrukcije, klasi duktilnosti i regularnosti konstrukcije

k_w - koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima

Osnovna vrijednost se očitava iz tablice 5.1. norme HRN EN 1998-1:2011

Tip konstrukcije	**Razred duktilnosti**	
	DCM	**DCH**
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	3,0 α_u/α_1	4,5 α_u/α_1
Sustav nepovezanih zidova	3	4,0 α_u/α_1
Torzijski savitljiv sustav	2	3
Sustav obrnutog njihala	1,5	2

Okvirni sustav, dvojni sustav istovrijedni okvirnom sustavu	**α_u/α_1**
Jednokatne zgrade	1,1
Višekatni okviri s jednim poljem	1,2
Višekatni okviri s više polja ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnim	1,3

Zidni sustav ili dvojni sustavi istovrijedni zidnim	**α_u/α_1**
Zidni sustavi sa samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom smjeru	1,0
Drugi sustavi nepovezanih sustava	1,1
Dvojni sustavi istovrijedni zidnim ili sustavi povezanih zidova	1,2

α_1 - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastifikacijskog zgloba

α_u - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma

Za predmetni objekt osnovni faktori ponašanja iznose:

$q_{0,x}$ = 3,6

$q_{0,y}$ = 3,6

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskih sustavima od zidovima	k_w
Za okvirne sustave i dvojne sustave istovrijedne okvirnim	1,0
Za konstrukcije od AB zidova, dvojne konstrukcije ekvivalentne zidovima i konstrukcijama s jezgrom	$0,5 \leq (1+\alpha_0)/3 \leq 1$

gdje je:

α_0 - prevladavajući omjer visine i duljine zida u konstrukciji $\alpha_0 = H_w/L_w$

H_w - ukupna visina dminantnog zida

$L_{w,x}$ - duljina dominantnog zida u smjeru x

$L_{w,y}$ - duljina dominantnog zida u smjeru y

Predmetnoj građevini odgovara:

$k_{w,x}$ = 0,54

$k_{w,y}$ = 0,75

Faktor ponašanja za pojedini smjer iznose:

q_x = 3,6 · 0,5 = 2,0

q_y = 3,6 · 0,8 = 2,7

Proračunski spektar odgovora

Proračun se provodi preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje i promjenjivo opterećenje. Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{k,i}$$

Koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje:

Ψ_{Ei} = $\varphi \Psi_{2i}$

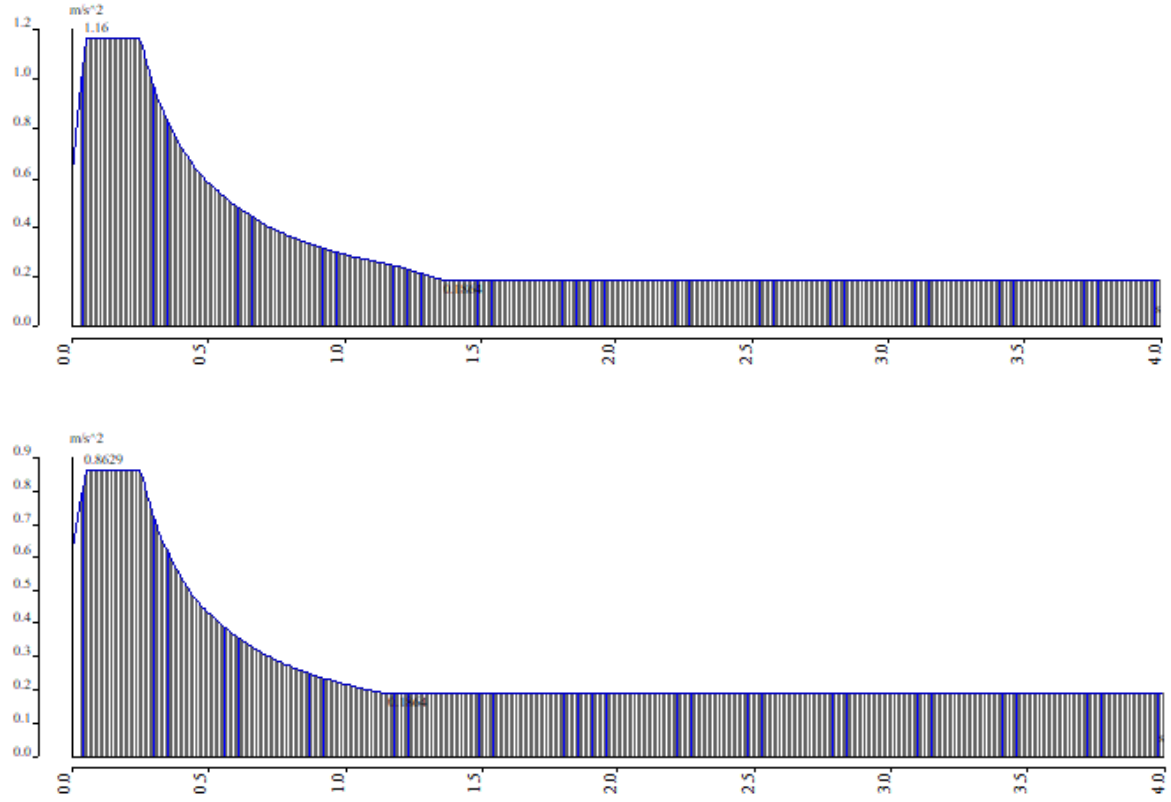
Ψ_{Ei} = 0,80 x 0,30 = 0,24

Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja se uzima prema formulama:

E_{dx} + 0,30 E_{dy}

0,30 E_{dx} + E_{dy}

Prikaz spektara odziva:



Prema HRN EN 1998-1:2011, suma svih upotrebljenih vlastitih oblika moraju aktivirati najmanje 90% ukupne mase. Izračunato je ukupno prvih 18 vlastitih oblika.

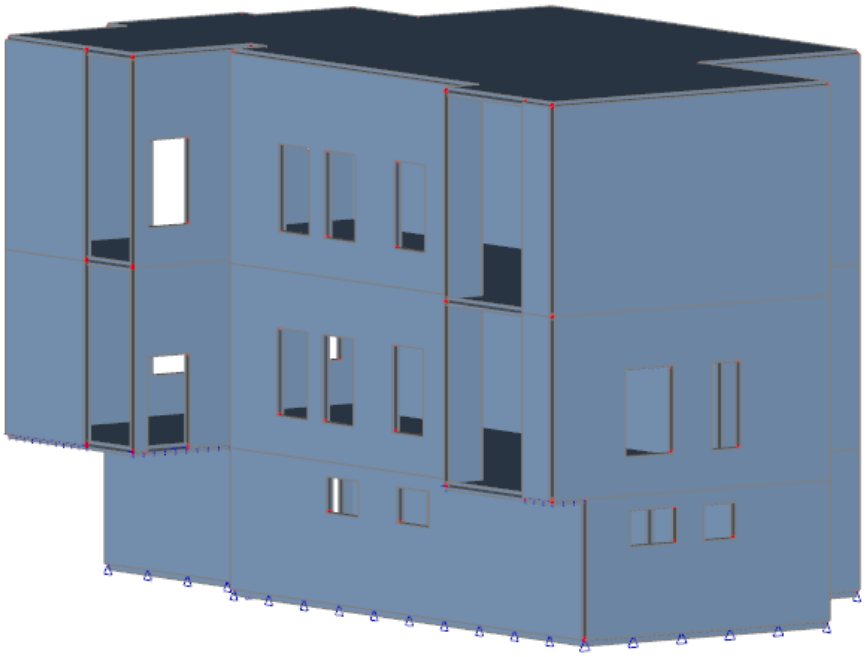
Prirodni modovi konstrukcije i sudjelujuće mase:

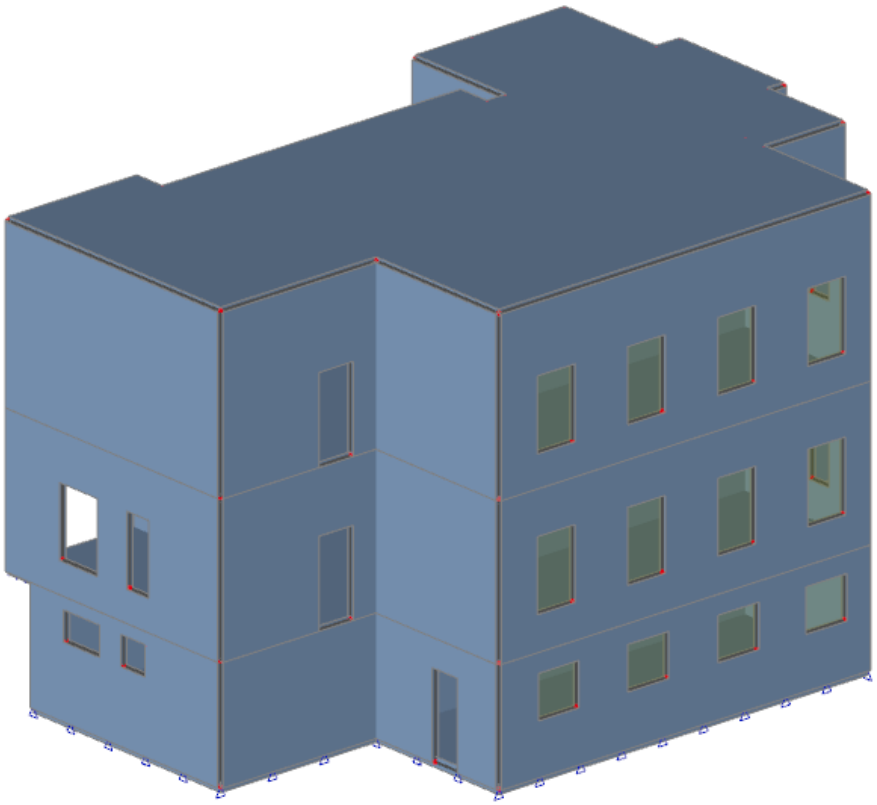
Modal participation factors

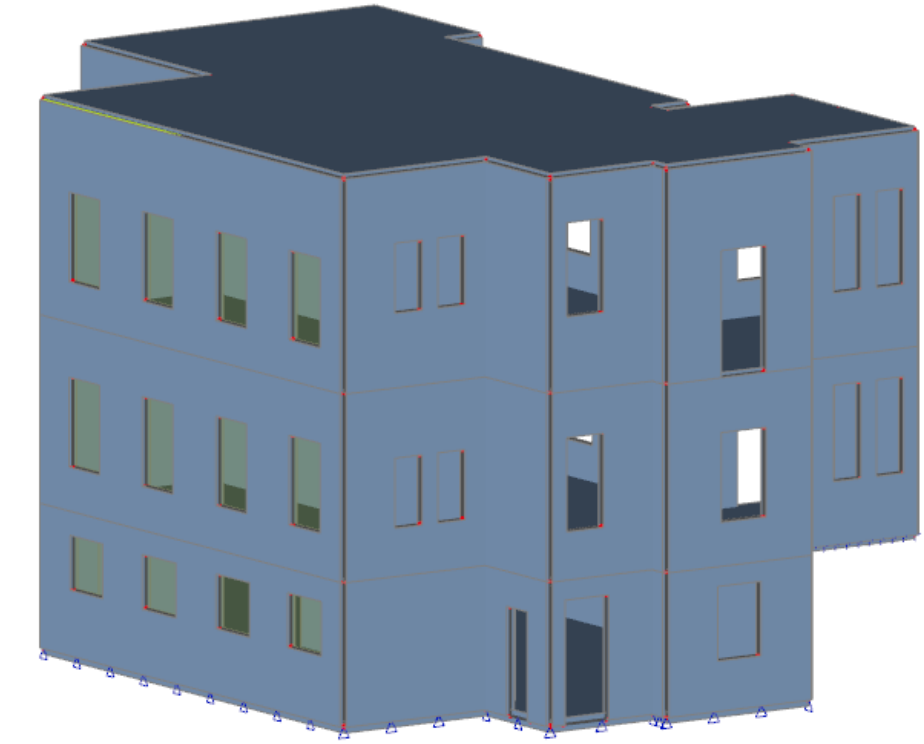
Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
1	34.4035	0.1826	5.4755	0.0033	0.1633	0.3176	0.4938	0.0028	0.0001
2	54.3307	0.1156	8.6470	0.5067	0.0000	0.0062	0.0058	0.3407	0.0007
3	68.2556	0.0921	10.8632	0.0002	0.3137	0.3180	0.0130	0.0097	0.0013
4	76.1912	0.0825	12.1262	0.1145	0.0021	0.0036	0.0009	0.0936	0.6445
5	78.9639	0.0796	12.5675	0.0000	0.0228	0.0009	0.0067	0.0004	0.0109
6	87.8819	0.0715	13.9868	0.0070	0.1070	0.0133	0.0995	0.0087	0.0079
7	107.8848	0.0582	17.1704	0.1385	0.0098	0.0132	0.0248	0.2607	0.0885
8	116.6269	0.0539	18.5617	0.0244	0.0027	0.0003	0.0034	0.0382	0.0095
9	128.6032	0.0489	20.4678	0.0000	0.2931	0.0086	0.1274	0.0010	0.0000
10	154.8322	0.0406	24.6423	0.0549	0.0011	0.0029	0.0045	0.0620	0.0001
11	161.5418	0.0389	25.7102	0.0006	0.0073	0.0187	0.0124	0.0012	0.0005
12	172.1040	0.0365	27.3912	0.0598	0.0001	0.0089	0.0038	0.0182	0.1302
13	194.4172	0.0323	30.9425	0.0035	0.0188	0.0218	0.0134	0.0010	0.0017
14	202.4859	0.0310	32.2266	0.0103	0.0133	0.1087	0.0361	0.0000	0.0117
15	220.0885	0.0285	35.0282	0.0279	0.0002	0.0188	0.0086	0.0019	0.0169
				0.9516	0.9553	0.8615	0.8541	0.8401	0.9245

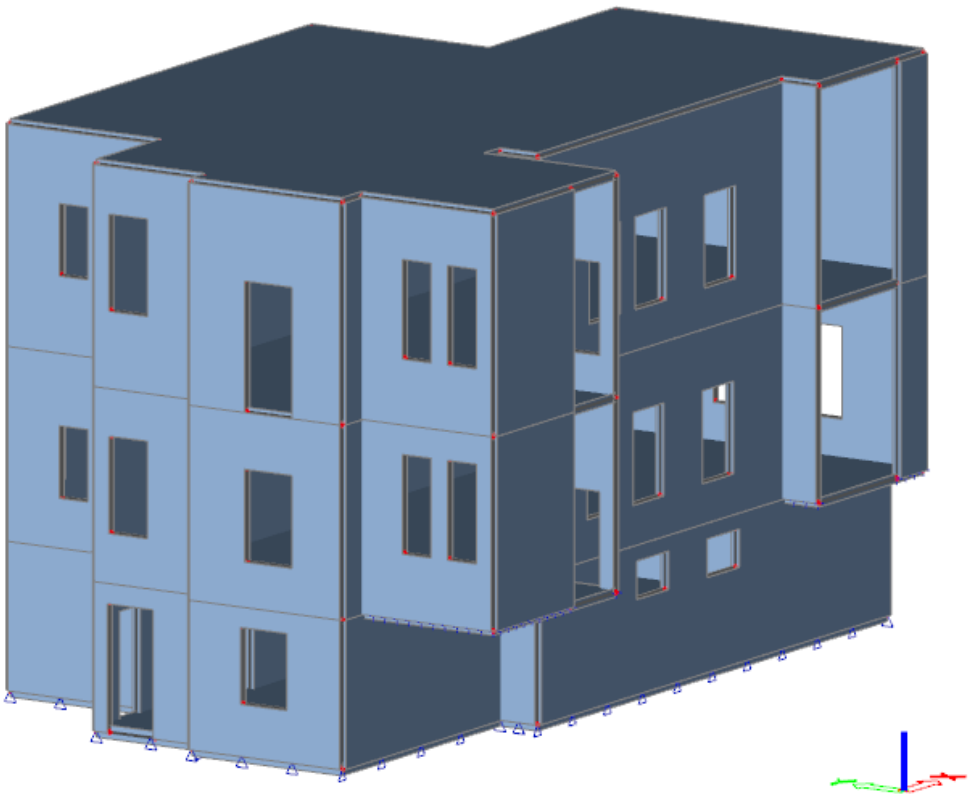
Ukupna aktivirana masa konstrukcije u X smjeru iznosi 95,2 % dok u Y smjeru iznosi 95,5 %. Kao što vidimo u prethodnoj tablici zadovoljen je uvjet aktivacije preko 90 % ukupne mase konstrukcije.

2.1.2 PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE









2.1.3 KOMBINACIJE DJELOVANJA

Za dokaz nosivosti elemenata konstrukcije predmetne građevine, djelovanja se kombiniraju za sljedeća granična stanja i iznose:

Granično stanje nosivosti

GSN

1,35*VT+1,35*dg

1,00*VT+1,00*dg

1,35*VT+1,35*dg+1,50*q+0,75*s+0,90*w

1,00*VT+1,00*dg+1,50*q+0,75*s+0,90*w

1,35*VT+1,35*dg+1,05*q+1,50*s+0,90*w

1,00*VT+1,00*dg+1,05*q+1,50*s+0,90*w

1,35*VT+1,35*dg+1,05*q+0,75*s+1,50*w

1,00*VT+1,00*dg+1,05*q+0,75*s+1,50*w

1,00*VT+1,00*dg+0,30*q+1,00*SEIS_X+0,30*SEIS_Y

1,00*VT+1,00*dg+0,30*q+0,30*SEIS_X+1,00*SEIS_Y

Granično stanje uporabljivosti

GSU karakt

1,00*G + 1,0*dg

1,00*G + 1,0*dg+1,00*q+0,50*s+0,60*w

1,00*G + 1,0*dg+0,70*q+1,00*s+0,60*w

1,00*G + 1,0*dg+0,70*q+0,50*s+1,00*w

GSU kvazi

1,00*G + 1,0*dg

1,00*G + 1,0*dg+0,30*q

2.1.4 PRORAČUN KROVNE PLOČE

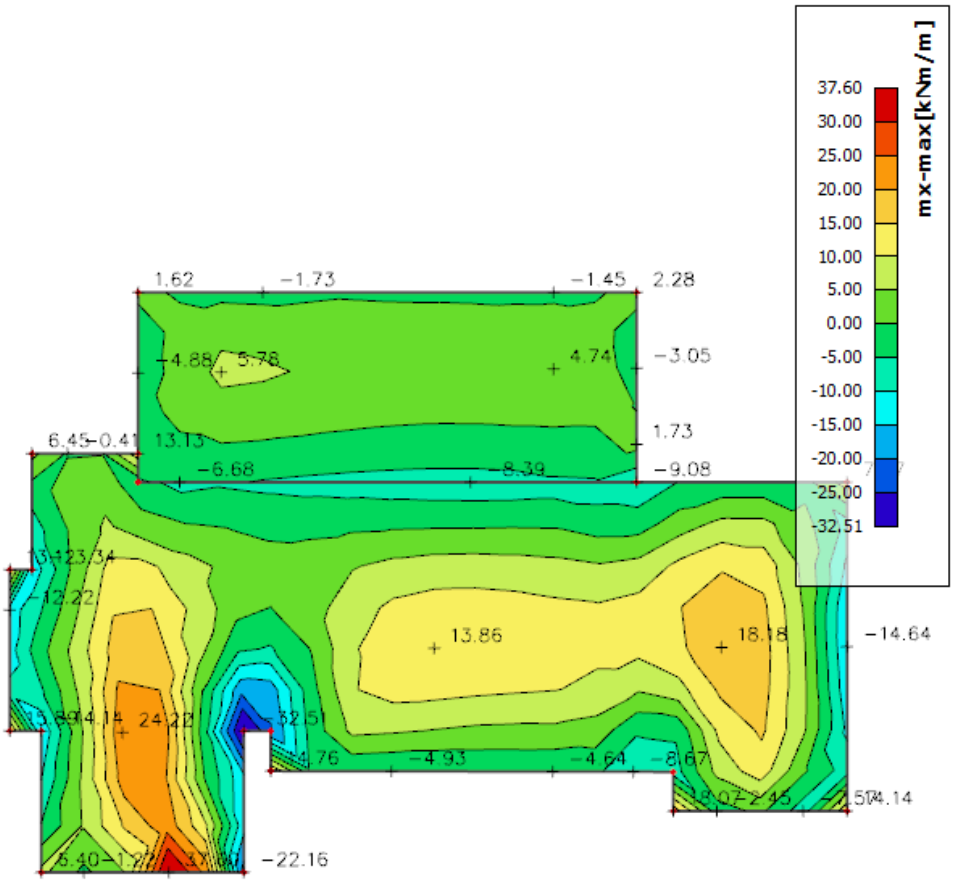
Pretpostavlja se AB ploča debljine 25 cm.

PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

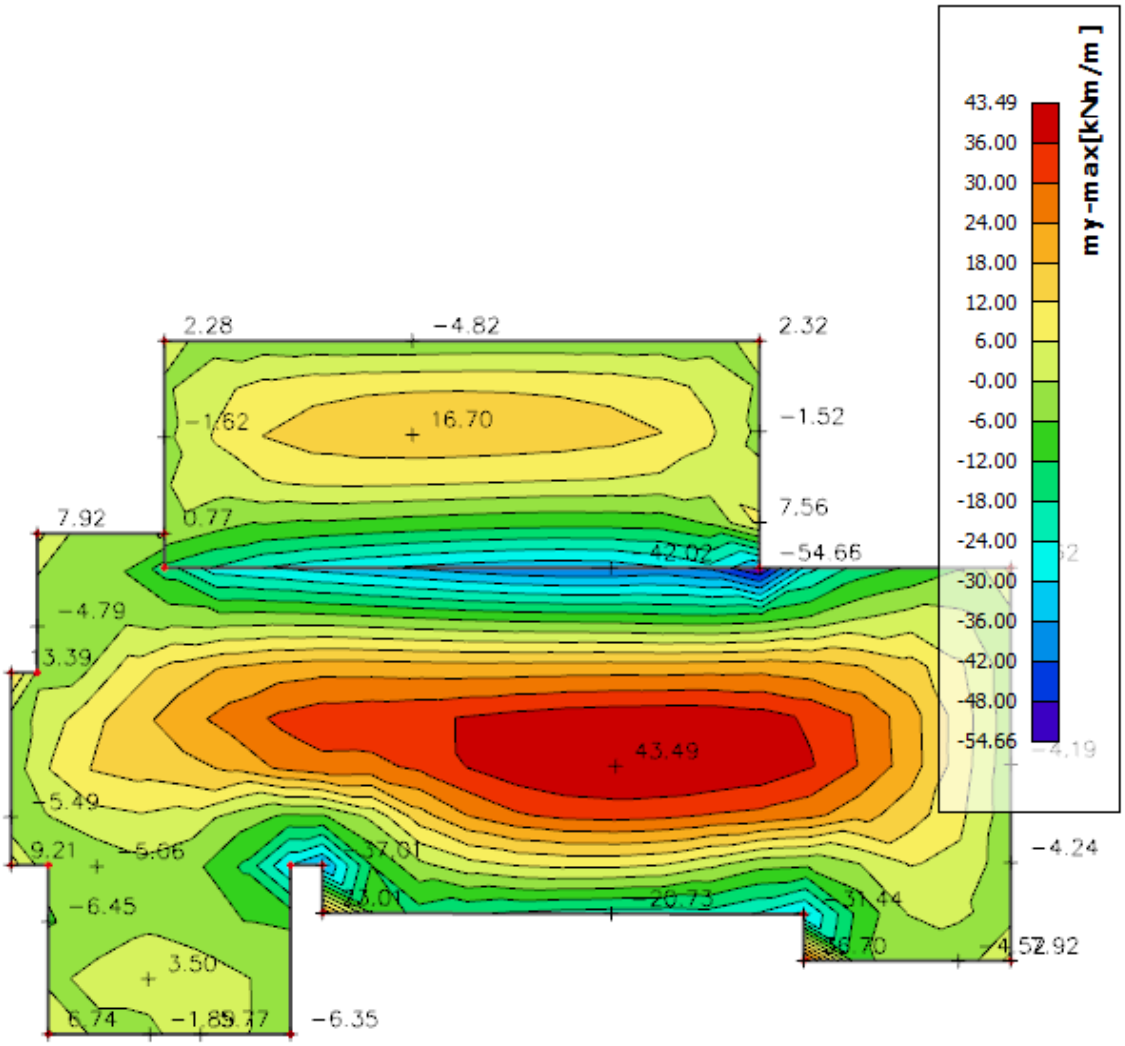
MATERIJAL	
Beton C25/30	f_{ck} = 25 N/mm^2, f_{cd} = 16,67 N/mm^2
Čelik B500B	f_{yk} = 500 N/mm^2, f_{yd} = 434,80 N/mm^2, E_s = 20000 kN/mm^2

DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 25 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 3,0 cm
Udaljenost do težišta armature	d_1= c + Ø/2 = 3,0 + 1,0/2 = 3,5 cm
Statička visina presjeka	d=h- d_1=25–3,5 = 21,5 cm

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P301c

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 43,49 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 4349 kNcm / (100 cm · (21,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,056 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,056 ξ = 0,083 ζ = 0,968

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 4349 kNcm / (0,968 · 21,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,81 cm²

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} =$ 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 21,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 21,50 cm}

$A_{s,min} =$ max{2,91 cm²; 2,80 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,81 cm² > 2,91 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} =$ 0,04 · 100 cm · 25 cm = 100,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 636***	***$A_{s1,prov}$ = 6,36 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P302c

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} =$ 16,70 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu =$ 1670 kNcm / (100 cm · (21,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu =$ 0,022 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu =$ 0,022 $\xi =$ 0,045 $\zeta =$ 0,984

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 1670 kNcm / (0,984 · 21,50 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 1,81 cm²

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} =$ 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 21,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 21,50 cm}

$A_{s,min} =$ max{2,91 cm²; 2,80 cm²}

$A_{s,min} =$ 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

1,81 cm² < 2,91 cm² - Mjerodavna je minimalna armatura

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} =$ 0,04 · 100 cm · 25 cm = 100,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 335***	***$A_{s1,prov}$ = 3,35 cm²***

<u>PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA X SMJER</u>

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} =$ 42,02 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu =$ 4202 kNcm / (100 cm · (21,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu =$ 0,055 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu =$ 0,055 $\xi =$ 0,080 $\zeta =$ 0,969

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 4202 kNcm / (0,969 · 21,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,64 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 21,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 21,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,91 cm²; 2,80 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,64 cm² > 2,91 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 25 cm = 100,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 503***	***$A_{s1,prov}$ = 5,03 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA Y SMJER

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 22,16 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

μ = M_{Ed} / (b · d^2 · f_{cd})

μ = 2216 kNcm / (100 cm · (21,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,029 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,029 ξ = 0,052 ζ = 0,981

Potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Ed} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 2216 kNcm / (0,981 · 21,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,42 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 21,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 21,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,91 cm²; 2,80 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

2,42 cm² < 2,91 cm² - Mjerodavna je minimalna armatura

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 25 cm = 100,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 335***	***$A_{s1,prov}$ = 3,35 cm²***

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 1,00 · 660,00 cm = 660,00 cm

Statička visina: d = 21,60 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 30,6 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: M_A = -20,87 kNm

Momenti savijanja na kraju: M_B = -42,20 kNm

Momenti savijanja u polju: M_{Ed} = 31,79 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: M_A = -20,87 kNm

Momenti savijanja na kraju: M_B = -42,20 kNm

Momenti savijanja u polju: M_{Eds} = 28,33 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka: b = 100 cm

Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka: h = 25 cm

Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba: d_1 = 3,40 cm

Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba: d_2 = 3,40 cm

Statička visina presjeka: d = 21,60 cm

Površina usvojene vlačne armature: $A_{s1,prov}$ = 6,36 cm²

Površina usvojene tlačne armature: $A_{s2,prov}$ = 0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6,89$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0,00254$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0,00294$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0,01515$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

B_I = 0,01753

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,02029

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,02029

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,50627

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,18218

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 12,66 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 12,34 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 3,94 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

I_0 = 130208 cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 133267 cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 15709 cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

A_c = *100 cm · 25 cm = 2500 cm²*

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

u = 1 · 100 cm = 100 cm

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

h_0 = 50,00 cm = 500 mm

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0)$ = 2,70

Proračunski modul elastičnosti betona:

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$

$E_{c,eff}$ = 8236 MPa

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$

α_e = 25,50

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

ρ_I = 0,00254

ρ_{II} = 0,00294

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_I = 0,05605

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_I = 0,06487

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,07508

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,07508

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,52217

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,31963

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 13,05 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 11,95 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 6,90 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

I_c = 130208 cm⁴

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 142355 cm⁴

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 45995 cm⁴

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

S_I = 54,35 cm³

S_{II} = $A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

S_{II} = 93,47 cm³

Proračun pukotina ploče u polju

Određivanje minimalne ploštine armature za ograničavanje širine pukotina

Koeficijent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi pukotine:

k_c = 0,40

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela naprezanja po presjeku izavanog temperaturnim promjenamai/ili skupljanjem unutar elementa:

k = 1,0 za $h \leq 300$ mm; 0,65 za $h \geq 800$ mm

k = 1,00

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine.
Kada starost nije moguće točno utvrditi, radi sigurnosti uzima se da je $f_{ct,eff} = f_{ctm}$:

$f_{ct,eff}$ = 2,60 MPa = 0,26 kN/cm²

Vlačna ploština presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

$A_{ct} = b \cdot h / 2$

A_{ct} = 1250,00 cm²

Proračunski moment u polju za dugotrajno djelovanje:

M_{Eds} = 28,33 kNm

Krak unutarnjih sila

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 19,30 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 23,08 kN/cm²

Minimalna ploština armature za ograničavanje širine pukotina:

$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$

$A_{s1,min}$ = 5,63 cm²

$A_{s1,prov}$ = 6,36 cm² > 5,63 cm² *- Zadovoljen je uvjet minimalne armature.*

Kontrola najvećeg promjera šipke u betonskom presjeku

Za razred izloženosti XC4, XD1, XF3 te za nazovistalnu kombinaciju opterećenja, granična vrijednost širine pukotina iznosi:

w_{max} = 0,30 mm

Najveći promjer šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći promjer šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Prema GSN-u usvojeni promjer šipki od 8 mm ispunjava kriterij najvećeg promjera šipke od 16 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 240 MPa.

Kontrola najvećeg razmaka šipke u betonskom presjeku

Najveći razmak šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći razmak šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Prema GSN-u usvojeni razmak šipki od 150 mm ispunjava kriterij najvećeg razmaka šipke od 200 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 240 MPa.

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju:

M_{Ed} = 31,79 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 20,29 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 24,64 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ f_{ctm} = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 2708,33 kNcm

M_{Ed} = 31,79 kNm > 27,08 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 20,99 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 3,2168E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 702,16 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

ρ_r = 0,0091

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

s_{rm} = 138,32 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

w_k = 0,08 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

M_{Eds} = 28,33 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 19,30 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 23,08 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

M_{cr} = 2708,33 kNcm

M_{Ed} = 28,33 kNm > 27,08 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 22,07 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 5,9686E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 603,20 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r =$ 0,0105

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0{,}25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} =$ 125,87 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ 0,13 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} =$ 31,79 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 7,83E-06 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 20,29 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 24,64 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} =$ 1,17E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} =$ 6,64E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} =$ 20,99 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$$

$\zeta =$ 0,274

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$$

$1 / r_{tot} =$ 2,39E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A =$ -20,87 kNm ; $M_B =$ -42,20 kNm ; $M_{Ed} =$ 31,79 kNm

$L =$ 660 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta =$ 1,98

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k =$ 0,08350

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$$

$v_{tot} =$ 0,87 cm < L / 300 = 2,20 cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

$M_{Eds} =$ 28,33 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$$

$1 / r_1 =$ 2,42E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$$z = d - y_{IIg} / 3$$

$z =$ 19,30 cm

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$$

$\sigma_s =$ 23,08 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 1{,}10E\text{-}03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 7{,}48E\text{-}05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 22{,}07$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0{,}50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = 0{,}543$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m = 5{,}17E\text{-}05$ (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty} = 0{,}00054$ *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I} = 5{,}26E\text{-}06$ (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II} = 2{,}80E\text{-}05$ (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm} = 1{,}75972E\text{-}05$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot} = 6{,}93E\text{-}05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

M_A = -20,87 kNm ; M_B = -42,20 kNm ; M_{Ed} = 28,33 kNm

L = 660 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 2,23

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

k = 0,08098

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 2,44 cm < L / 250 = 2,64 cm *- zadovoljen progib.*

Usvaja se ab ploča debljine 25 cm.

Polja P301c armirati s Q- 636, polje P302c armirati s Q- 335 (donja zona).

Zonu iznad ležajeva u x smjeru armirati s Q- 503 (gornja zona).

Zonu iznad ležajeva u y smjeru armirati s Q- 335 (gornja zona).

2.1.5 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE P-1

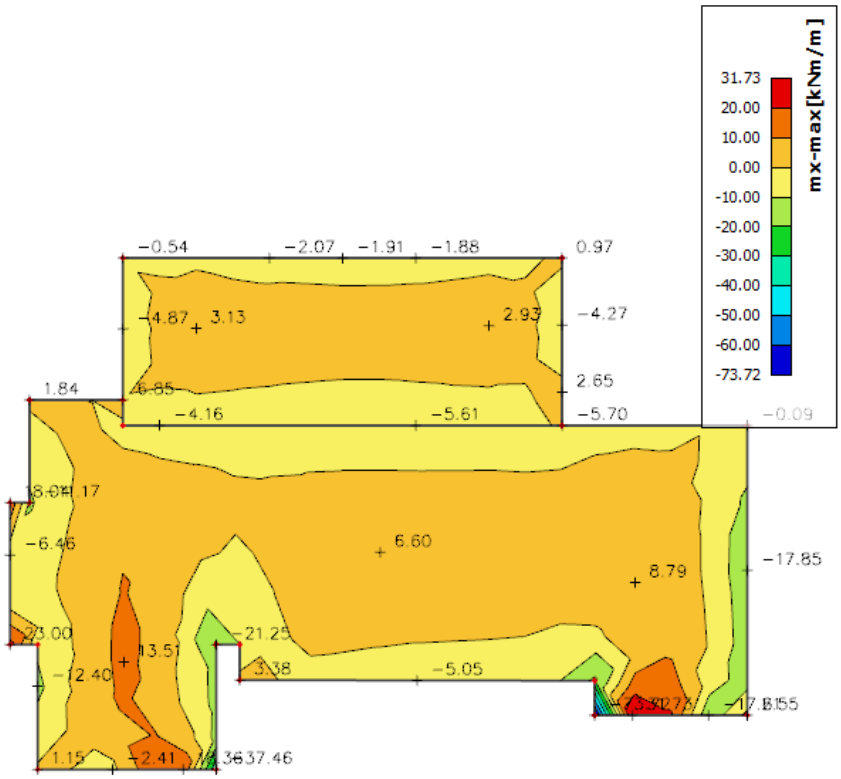
Pretpostavlja se AB ploča debljine 20 cm.

PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

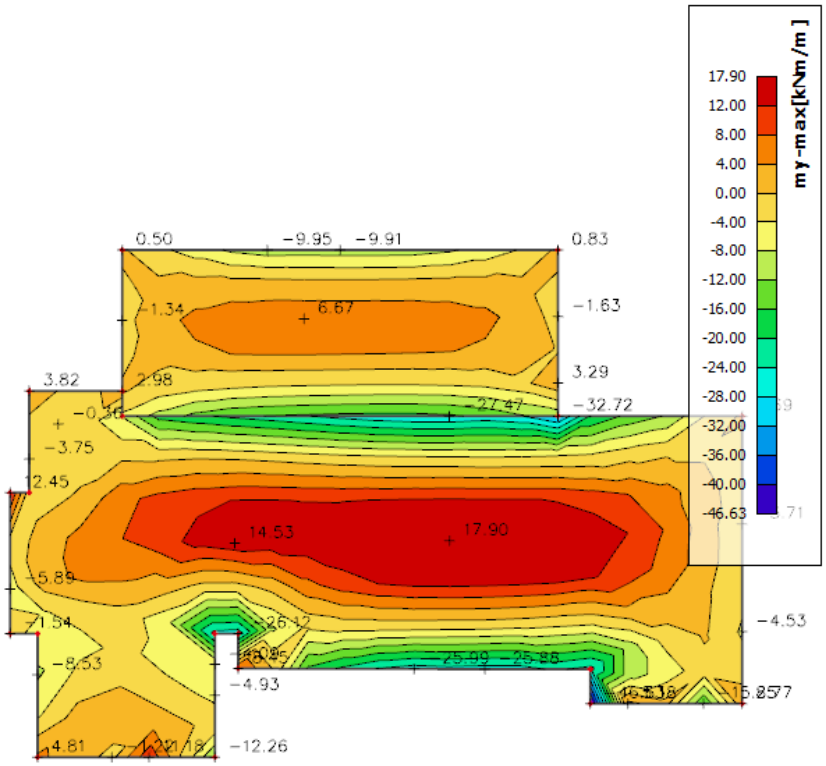
MATERIJAL	
Beton C25/30	f_{ck} = 25 N/mm^2, f_{cd} = 16,67 N/mm^2
Čelik B500B	f_{yk} = 500 N/mm^2, f_{yd} = 434,80 N/mm^2, E_s = 20000 kN/mm^2

DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 20 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 2,0 cm
Udaljenost do težišta armature	d_1= c + Ø/2 = 2,0 + 1,0/2 = 2,5 cm
Statička visina presjeka	d=h- d_1=20–2,5 = 17,5 cm

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P201c

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 22,57 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 2257 \text{ kNcm} / (100 \text{ cm} \cdot (17,50 \text{ cm})^2 \cdot 1,67 \text{ kN/cm}^2)$

$\mu = 0,044 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,044 ξ = 0,069 ζ = 0,974

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 2257 \text{ kNcm} / (0,974 \cdot 17,50 \text{ cm} \cdot 43,48 \text{ kN/cm}^2)$

A_{s1} = 3,05 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (2,60 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa}) \cdot 100 \text{ cm} \cdot 17,50 \text{ cm}; 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 17,50 \text{ cm}\}$

$A_{s,min} = \max\{2,37 \text{ cm}^2; 2,28 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

3,05 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 80,00 \text{ cm}^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 385***	***$A_{s1,prov}$ = 3,85 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P202c

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 8,52 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 852 \text{ kNcm} / (100 \text{ cm} \cdot (17{,}50 \text{ cm})^2 \cdot 1{,}67 \text{ kN/cm}^2)$

$\mu = 0{,}017 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,017 ξ = 0,040 ζ = 0,987

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 852 \text{ kNcm} / (0{,}987 \cdot 17{,}50 \text{ cm} \cdot 43{,}48 \text{ kN/cm}^2)$

A_{s1} = 1,13 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0{,}0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (2{,}60 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa}) \cdot 100 \text{ cm} \cdot 17{,}50 \text{ cm}; 0{,}0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 17{,}50 \text{ cm}\}$

$A_{s,min} = \max\{2{,}37 \text{ cm}^2; 2{,}28 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

1,13 cm² < 2,37 cm² - Mjerodavna je minimalna armatura

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0{,}04 \cdot A_c = 0{,}04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0{,}04 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 80{,}00 \text{ cm}^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 257***	***$A_{s1,prov}$ = 2,57 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA X SMJER

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 27,41 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 2741 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,054 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,054 ξ = 0,079 ζ = 0,969

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 2741 kNcm / (0,969 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 3,72 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

3,72 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 385***	***$A_{s1,prov}$ = 3,85 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD RUBNIH OSLONACA Y SMJER

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 17,85 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 1785 \text{ kNcm} / (100 \text{ cm} \cdot (17,50 \text{ cm})^2 \cdot 1,67 \text{ kN/cm}^2)$

$\mu = 0,035 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,035 ξ = 0,059 ζ = 0,978

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 1785 \text{ kNcm} / (0,978 \cdot 17,50 \text{ cm} \cdot 43,48 \text{ kN/cm}^2)$

A_{s1} = 2,40 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (2,60 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa}) \cdot 100 \text{ cm} \cdot 17,50 \text{ cm}; 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 17,50 \text{ cm}\}$

$A_{s,min} = \max\{2,37 \text{ cm}^2; 2,28 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

2,40 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 20 \text{ cm} = 80,00 \text{ cm}^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 257***	***$A_{s1,prov}$ = 2,57 cm²***

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	1,00 · 660,00 cm = 660,00 cm
Statička visina:	d =	17,60 cm
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**37,5 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	-25,99 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-27,41 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Ed} =	22,57 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	-25,99 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-27,47 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Eds} =	17,90 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	20 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	2,40 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	2,40 cm
Statička visina presjeka:	d =	17,60 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	5,03 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$E_s =$ 210000 MPa

Odnos modula elastičnosti:

$\alpha_e = E_s / E_{cm}$

$\alpha_e =$ 6,89

Koeficijenti armiranja:

$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$

$\rho_I =$ 0,00252

$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$

$\rho_{II} =$ 0,00286

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_I =$ 0,01525

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_I =$ 0,01733

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_{II} =$ 0,01970

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_{II} =$ 0,01970

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

$k_{xI} =$ 0,50647

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

$k_{xII} =$ 0,17975

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

$y_{Ig} =$ 10,13 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

$y_{Id} =$ 9,87 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

$y_{IIg} =$ 3,16 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 = b\ h^3 / 12$

$I_0 =$ 66667 cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I =$ 68354 cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 8280 cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

A_c = *100 cm · 20 cm = 2000 cm²*

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

u = 1 · 100 cm = 100 cm

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

h_0 = 40,00 cm = 400 mm

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0)$ = 2,70

Proračunski modul elastičnosti betona:

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$

$E_{c,eff}$ = 8236 MPa

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$

α_e = 25,50

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

ρ_I = 0,00252

ρ_{II} = 0,00286

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_I = 0,05643

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_I = 0,06413

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,07288

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,07288

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,52290

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,31579

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 10,46 cm

y_{Id} = h - y_{Ig}

y_{Id} = 9,54 cm

y_{IIg} = k_{xII} · d

y_{IIg} = 5,56 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

I_c = b · h^3 / 12

I_c = 66667 cm⁴

I_I = b · (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (α_e - 1) · [$A_{s1,prov}$ · (d - y_{Ig})² + $A_{s2,prov}$ · (y_{Ig} - d_2)²]

I_I = 73372 cm⁴

I_{II} = b · y_{IIg}^3 / 3 + α_e · $A_{s1,prov}$ · (d - y_{IIg})² + (α_e - 1) · $A_{s2,prov}$ · (y_{IIg} - d_2)²

I_{II} = 24322 cm⁴

Statički momenti ploština armature:

S_I = $A_{s1,prov}$ · (d - y_{Ig}) - $A_{s2,prov}$ · (y_{Ig} - d_2)

S_I = 35,92 cm³

S_{II} = $A_{s1,prov}$ · (d - y_{IIg}) - $A_{s2,prov}$ · (y_{IIg} - d_2)

S_{II} = 60,57 cm³

Proračun pukotina ploče u polju

Određivanje minimalne ploštine armature za ograničavanje širine pukotina

Koeficijent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi pukotine:

k_c = 0,40

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela naprezanja po presjeku izavanog temperaturnim promjenamai/ili skupljanjem unutar elementa:

k = 1,0 za h $\leq$ 300 mm; 0,65 za h $\geq$ 800 mm

k = 1,00

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine.
Kada starost nije moguće točno utvrditi, radi sigurnosti uzima se da je $f_{ct,eff}$ = f_{ctm}:

$f_{ct,eff}$ = 2,60 MPa = 0,26 kN/cm²

Vlačna ploština presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

A_{ct} = b · h / 2

A_{ct} = 1000,00 cm²

Proračunski moment u polju za dugotrajno djelovanje:

M_{Eds} = 17,90 kNm

Krak unutarnjih sila

z = d - y_{IIg} / 3

z = 15,75 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 22,60 kN/cm²

Minimalna ploština armature za ograničavanje širine pukotina:

$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$

$A_{s1,min} =$ 4,60 cm²

$A_{s1,prov} =$ 5,03 cm² > 4,60 cm² *- Zadovoljen je uvjet minimalne armature.*

Kontrola najvećeg promjera šipke u betonskom presjeku

Za razred izloženosti XC4, XD1, XF3 te za nazovistalnu kombinaciju opterećenja, granična vrijednost širine pukotina iznosi:

$w_{max} =$ 0,30 mm

Najveći promjer šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći promjer šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Prema GSN-u usvojeni promjer šipki od 8 mm ispunjava kriterij najvećeg promjera šipke od 16 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 240 MPa.

Kontrola najvećeg razmaka šipke u betonskom presjeku

Najveći razmak šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći razmak šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-

360	100	50	-

Prema GSN-u usvojeni razmak šipki od 150 mm ispunjava kriterij najvećeg razmaka šipke od 200 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 240 MPa.

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju:

M_{Ed} = 22,57 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 16,55 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 27,12 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $\quad f_{ctm}$ = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 22,57 kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 20,83 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 5,2974E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff}$ = $b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 561,21 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

ρ_r = $A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

ρ_r = 0,0090

Srednji razmak pukotina:

s_{rm} = $50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

s_{rm} = 139,26 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

w_k = $\beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

w_k = 0,13 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

M_{Eds} = 17,90 kNm

Krak unutarnjih sila:

z = $d - y_{IIg} / 3$

z = 15,75 cm

Naprezanje u armaturi:

σ_s = $M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 22,60 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 17,90 kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

σ_{sr} = $M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 21,88 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$$

$\varepsilon_{sm} =$ 5,7158E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 =$ 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\varphi =$ 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$$

$A_{c,eff} =$ 481,40 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$$

$\rho_r =$ 0,0104

Srednji razmak pukotina:

$$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$$

$s_{rm} =$ 126,57 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$$

$w_k =$ 0,12 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds}=$ 22,57 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$$

$1 / r_1 =$ 1,08E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$$z = d - y_{IIg} / 3$$

$z =$ 16,55 cm

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$$

σ_s = 27,12 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

ε_{s1} = 1,29E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II}$ = 8,95E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 20,83 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

ζ = 0,410

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot}$ = 4,31E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

M_A = -25,99 kNm ; M_B = -27,41 kNm ; M_{Ed} = 22,57 kNm

L = 660 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 2,37

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

k = 0,07952

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 1,49 cm < L / 300 = 2,20 cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

M_{Eds} = 17,90 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1$ = 2,96E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 15,75 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 22,60 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

ε_{s1} = 1,08E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II}$ = 8,94E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 21,88 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

ζ = 0,531

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m$ = 6,14E-05 (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty}$ = 0,00054 *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I}$ = 6,74E-06 (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II}$ = 3,43E-05 (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm}$ = 2,1375E-05

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot}$ = 8,27E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

M_A = -25,99 kNm ; M_B = -27,47 kNm ; M_{Ed} = 17,90 kNm

L = 660 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 2,99

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

k = 0,07306

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 2,63 cm < L / 250 = 2,64 cm *- zadovoljen progib.*

Usvaja se ab ploča debljine 20 cm.

Polje P201c armirati s Q- 385 (donja zona), polje P202c s Q- 257.

Zonu iznad ležajeva u x smjeru armirati s Q- 385 (gornja zona).

Zonu iznad ležajeva u y smjeru armirati s Q- 257 (gornja zona).

2.1.6 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE S- P

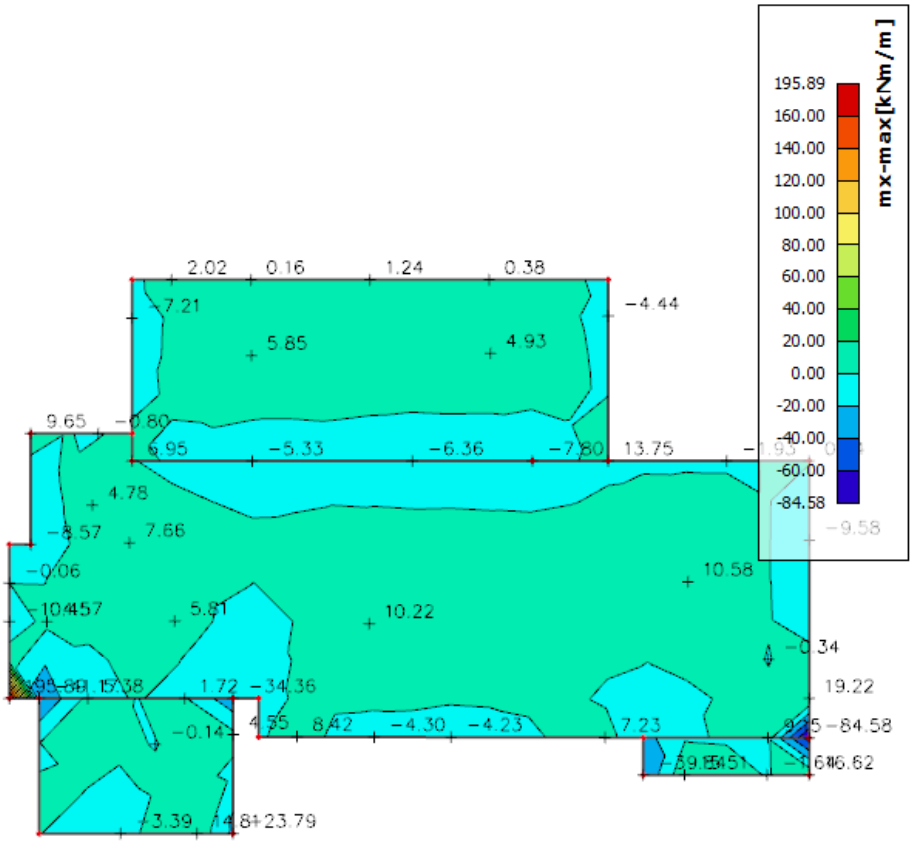
Pretpostavlja se AB ploča debljine 20 cm.

PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

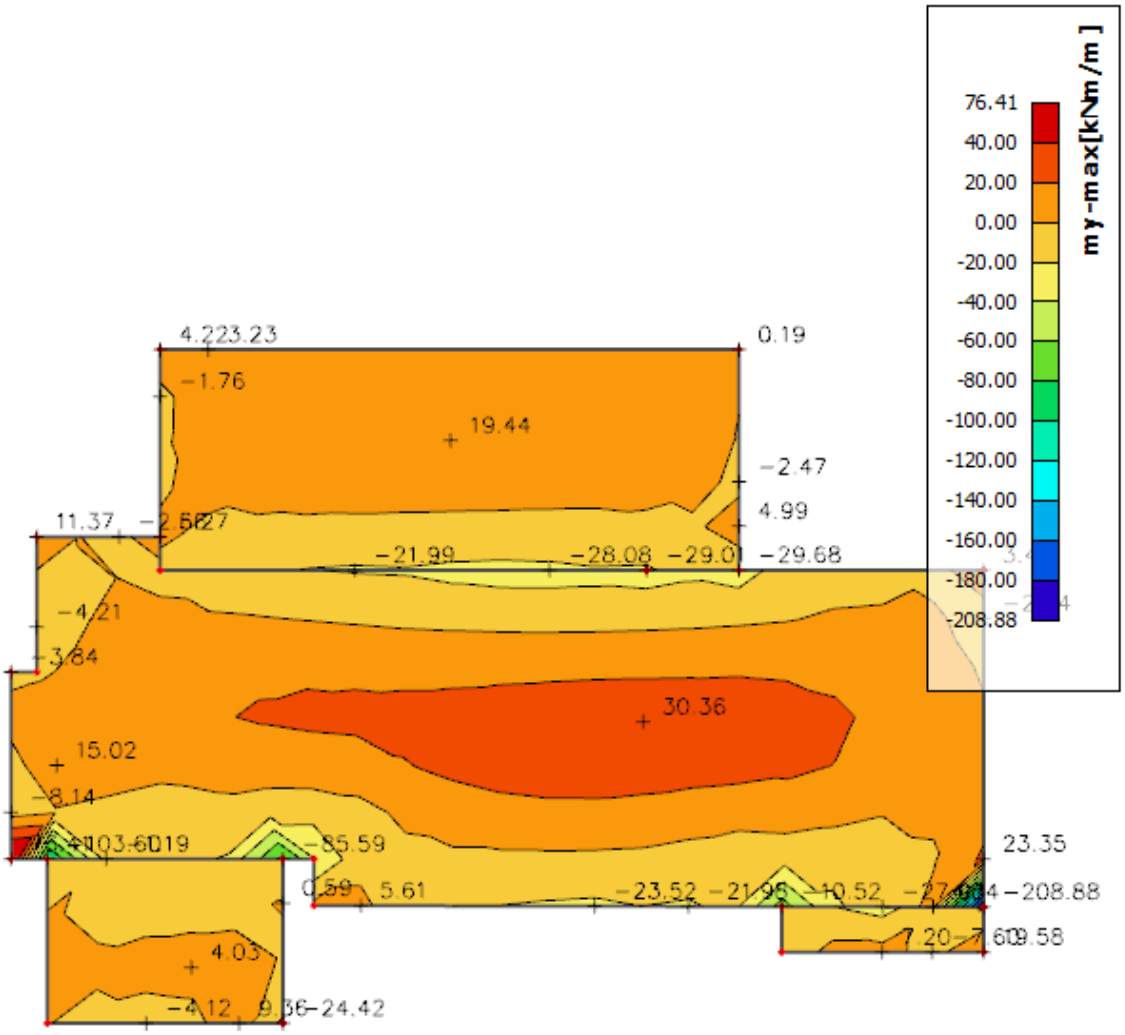
MATERIJAL	
Beton C25/30	f_{ck} = 25 N/mm^2, f_{cd} = 16,67 N/mm^2
Čelik B500B	f_{yk} = 500 N/mm^2, f_{yd} = 434,80 N/mm^2, E_s = 20000 kN/mm^2

DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 20 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 2,0 cm
Udaljenost do težišta armature	d_1= c + Ø/2 = 2,0 + 1,0/2 = 2,5 cm
Statička visina presjeka	d=h- d_1=20–2,5 = 17,5 cm

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P101c

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 30,36 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 3036 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,059 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,059 ξ = 0,086 ζ = 0,966

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 3036 kNcm / (0,966 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,13 cm²

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} =$ 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min} =$ max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,13 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} =$ 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 524***	***$A_{s1,prov}$ = 5,24 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P102c

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} =$ 19,43 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu =$ 1943 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu =$ 0,038 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,038 ξ = 0,062 ζ = 0,977

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 1943 kNcm / (0,977 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 2,61 cm²

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} =$ 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min} =$ max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min} =$ 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

2,61 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} =$ 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 335***	***$A_{s1,prov}$ = 3,35 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA X SMJER

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} =$ 28,94 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu =$ 2894 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu =$ 0,057 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu =$ 0,057 $\xi =$ 0,083 $\zeta =$ 0,968

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 2894 kNcm / (0,968 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 3,93 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

3,93 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 424***	***$A_{s1,prov}$ = 4,24 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA Y SMJER

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 10,00 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

μ = M_{Ed} / (b · d^2 · f_{cd})

μ = 1000 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,020 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,020 ξ = 0,043 ζ = 0,985

Potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Ed} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 1000 kNcm / (0,985 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,33 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

1,33 cm² < 2,37 cm² - Mjerodavna je minimalna armatura

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 257***	***$A_{s1,prov}$ = 2,57 cm²***

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi l_{eff}/d ≤ 25.

Proračunski raspon: l_{eff} = 1,00 · 660,00 cm = 660,00 cm

Statička visina: d = 17,60 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 37,5 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: M_A = -23,93 kNm

Momenti savijanja na kraju: M_B = -29,21 kNm

Momenti savijanja u polju: M_{Ed} = 21,76 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: M_A = -23,99 kNm

Momenti savijanja na kraju: M_B = -29,21 kNm

Momenti savijanja u polju: M_{Eds} = 17,28 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka: b = 100 cm

Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka: h = 20 cm

Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba: d_1 = 2,40 cm

Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba: d_2 = 2,40 cm

Statička visina presjeka: d = 17,60 cm

Površina usvojene vlačne armature: $A_{s1,prov}$ = 5,24 cm²

Površina usvojene tlačne armature: $A_{s2,prov}$ = 0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6,89$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0,00262$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0,00298$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0,01589$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

B_I = 0,01806

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,02052

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,02052

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,50674

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,18309

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 10,13 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 9,87 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 3,22 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

I_0 = 66667 cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 68423 cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 8580 cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

A_c = *100 cm · 20 cm = 2000 cm²*

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

u = 1 · 100 cm = 100 cm

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

h_0 = 40,00 cm = 400 mm

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0)$ = 2,70

Proračunski modul elastičnosti betona:

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$

$E_{c,eff}$ = 8236 MPa

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$

α_e = 25,50

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

ρ_I = 0,00262

ρ_{II} = 0,00298

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_I = 0,05879

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_I = 0,06681

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,07592

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,07592

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,52380

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,32107

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 10,48 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 9,52 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 5,65 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

I_c = 66667 cm⁴

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 73635 cm⁴

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 25093 cm⁴

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

S_I = 37,33 cm³

S_{II} = $A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

S_{II} = 62,61 cm³

Proračun pukotina ploče u polju

Određivanje minimalne površine armature za ograničavanje širine pukotina

Koeficijent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi pukotine:

k_c = 0,40

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela naprezanja po presjeku izavanog temperaturnim promjenamai/ili skupljanjem unutar elementa:

k = 1,0 za $h \leq 300$ mm; 0,65 za $h \geq 800$ mm

k = 1,00

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine.
Kada starost nije moguće točno utvrditi, radi sigurnosti uzima se da je $f_{ct,eff} = f_{ctm}$:

$f_{ct,eff}$ = 2,60 MPa = 0,26 kN/cm²

Vlačna površina presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

$A_{ct} = b \cdot h / 2$

A_{ct} = 1000,00 cm²

Proračunski moment u polju za dugotrajno djelovanje:

M_{Eds} = 17,28 kNm

Krak unutarnjih sila

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 15,72 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 20,98 kN/cm²

Minimalna površina armature za ograničavanje širine pukotina:

$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$

$A_{s1,min}$ = 4,96 cm²

$A_{s1,prov}$ = 5,24 cm² > 4,96 cm² *- Zadovoljen je uvjet minimalne armature.*

Kontrola najvećeg promjera šipke u betonskom presjeku

Za razred izloženosti XC4, XD1, XF3 te za nazovistalnu kombinaciju opterećenja, granična vrijednost širine pukotina iznosi:

w_{max} = 0,30 mm

Najveći promjer šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći promjer šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Prema GSN-u usvojeni promjer šipki od 8 mm ispunjava kriterij najvećeg promjera šipke od 16 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 240 MPa.

Kontrola najvećeg razmaka šipke u betonskom presjeku

Najveći razmak šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći razmak šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Prema GSN-u usvojeni razmak šipki od 150 mm ispunjava kriterij najvećeg razmaka šipke od 200 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 240 MPa.

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju:

M_{Ed} = 21,76 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 16,53 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 25,13 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ f_{ctm} = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 21,76 kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 20,02 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 4,3733E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 559,25 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

ρ_r = 0,0094

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

s_{rm} = 135,38 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

w_k = 0,10 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

M_{Eds} = 17,28 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 15,72 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 20,98 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 17,28 kNm < 17,33 kNm *- nema pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 21,05 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 4,9650E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 478,31 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r =$ 0,0110

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0{,}25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} =$ 123,02 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ 0,10 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} =$ 21,76 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 1,04E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 16,53 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 25,13 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} =$ 1,20E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} =$ 8,32E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} =$ 20,02 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta =$ 0,365

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} =$ 3,70E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A =$ -23,93 kNm ; $M_B =$ -29,21 kNm ; $M_{Ed} =$ 21,76 kNm

$L =$ 660 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta =$ 2,44

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

$k =$ 0,07873

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} =$ 1,27 cm < L / 300 = 2,20 cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

$M_{Eds} =$ 17,28 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 2,85E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 15,72 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 20,98 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 9{,}99E\text{-}04$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 8{,}36E\text{-}05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 21{,}05$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0{,}50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = 0{,}497$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m = 5{,}59E\text{-}05$ (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty} = 0{,}00054$ *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I} = 6{,}98E\text{-}06$ (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II} = 3{,}44E\text{-}05$ (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm} = 2{,}05852E\text{-}05$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot} = 7{,}65E\text{-}05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

M_A = -23,99 kNm ; M_B = -29,21 kNm ; M_{Ed} = 17,28 kNm

L = 660 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 3,08

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

k = 0,07210

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 2,40 cm < L / 250 = 2,64 cm *- zadovoljen progib.*

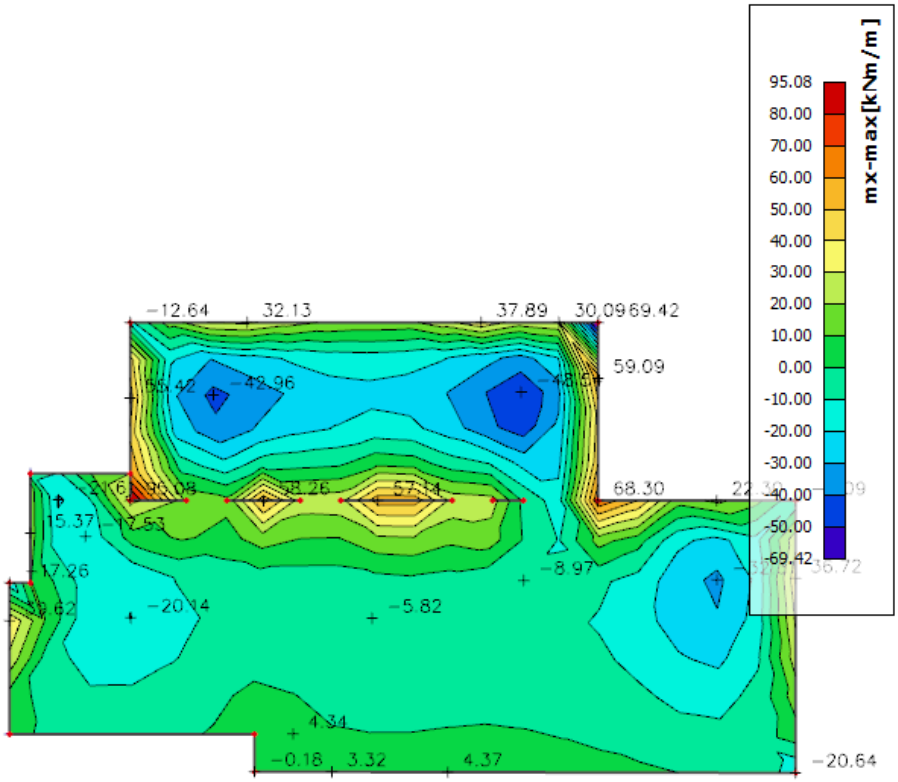
Usvaja se ab ploča debljine 20 cm.

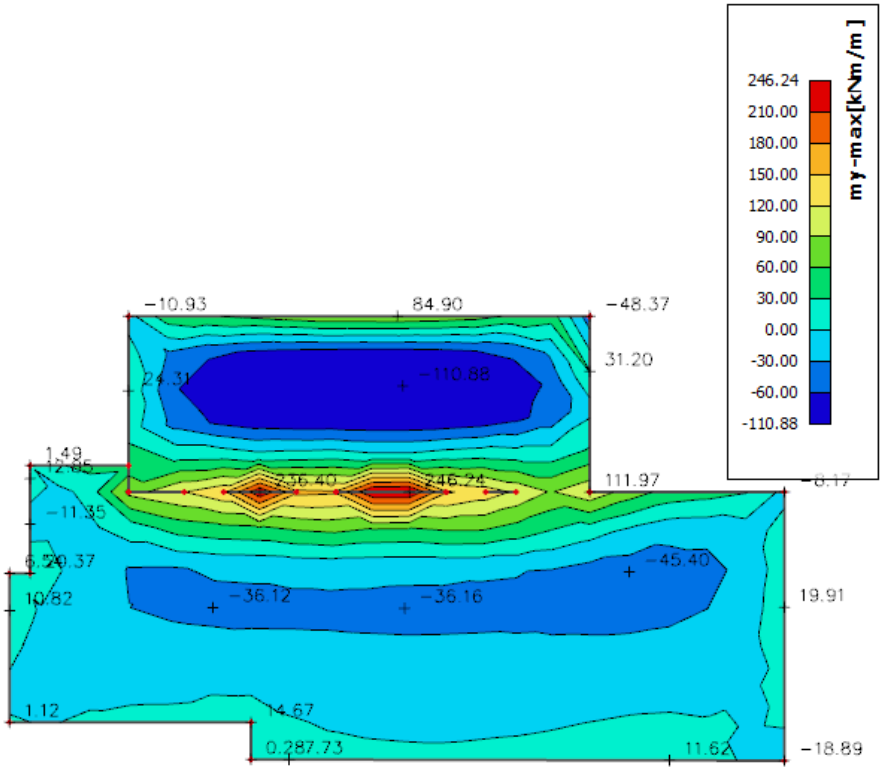
Polje P101c armirati s Q- 524 (donja zona), polje P102c s Q- 335.

Zonu iznad ležajeva u x smjeru armirati s Q- 424 (gornja zona).

Zonu iznad ležajeva u y smjeru armirati s Q- 257 (gornja zona).

2.1.7 PRORAČUN TEMELJNE PLOČE





PRORAČUN POLJA TEMELJNE PLOČE

ULAZNI PARAMETRI

Debljina ploče: $h = 30$ cm

Zaštitni sloj betona: $c_{nom} = 4,0$ cm

Promjer šipke: $\varphi_s = 10$ mm

Statička visina presjeka: $d = 30 - 4,0 - 0,50 = 25,5$ cm

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona za odabranu klasu betona: **C25/30**

$f_{ck} = 25$ N/mm² $\quad f_{ctm} = 2,60$ N/mm²

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

$f_{cd} = 1,67$ kN/cm²

Proračunska čvrstoća čelika za odabranu klasu čelika: **B500B**

$f_{yk} = 500$ N/mm²

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

$f_{yd} = 43,48$ kN/cm²

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} = 110,86$ kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 11086$ kNcm / (100 cm · (25,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu = 0,102 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu = 0,102$ $\quad \xi = 0,138$ $\quad \zeta = 0,944$

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 11086$ kNcm / (0,944 · 25,50 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} = 10,59$ cm²

Najmanja potrebna ploština uzdužne vlačne armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = max{3,45 cm²; 3,32 cm²}

$A_{s,min}$ = 3,45 cm²

Mjerodavna je proračunska armatura: $A_{s1,rqd}$ = ***10,59 cm²***

Najveća ploština uzdužne armature za jednostruko armirani presjek:

$A_{s,max}$ = 0,022 · A_c

$A_{s,max}$ = 66,00 cm²

Odabrana armatura temeljne ploče u obje zone temelja:

Q - 503 + φ12/15 cm	***$A_{s1,prov}$ = 12,56 cm²***

$A_{s1,rqd} \leq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

10,59 cm² < 12,56 cm² < 66,00 cm² - odabrana armatura je OK.

Obrazloženje: Osnovnu armaturu temelja predvidjeti Q - 503 obostrano dok se u gornjoj zoni u polju ploče P002c izvodi ojačanje u vidu šipki φ12/15 cm. Po obodu temeljne ploče se postavljaju povijene šipke radi nastavljanja u zidove.

PRORAČUN TEMELJNE PLOČE ISPOD SREDIŠNJEG ZIDA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 246,00 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 24600 kNcm / (100 cm · (25,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,227 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,227 ξ = 0,324 ζ = 0,866

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 24600 kNcm / (0,866 · 25,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 25,64 cm²

Najmanja potrebna ploština uzdužne vlačne armature:

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{3,45\ cm^2; 3,32\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 3,45 cm²

Mjerodavna je proračunska armatura: ***$A_{s1,rqd}$ = 25,64 cm²***

Najveća ploština uzdužne armature za jednostruko armirani presjek:

$A_{s,max}$ = $0,022 \cdot A_c$

$A_{s,max}$ = 66,00 cm²

Odabrana armatura temeljne ploče u obje zone temelja:

Q - 503 + φ12/5 cm	***$A_{s1,prov}$ = 27,63 cm²***

$A_{s1,rqd} \leq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

25,64 cm² < 27,63 cm² < 66,00 cm² - odabrana armatura je OK.

Obrazloženje: Osnovnu armaturu temelja predvidjeti Q - 503 obostrano dok se u donjoj zoni ispod središnjeg zida izvodi ojačanje u vidu šipki φ12/5 cm. Po obodu temeljne ploče se postavljaju povijene šipke radi nastavljanja u zidove.

PRORAČUN TEMELJNE PLOČE ISPOD RUBNIH ZIDOVA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 84,90 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 8490 kNcm / (100 cm · (25,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,078 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,078 ξ = 0,108 ζ = 0,957

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 8490 kNcm / (0,957 · 25,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 8,00 cm²

Najmanja potrebna ploština uzdužne vlačne armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{3,45 cm²; 3,32 cm²}

$A_{s,min}$ = 3,45 cm²

Mjerodavna je proračunska armatura: ***$A_{s1,rqd}$ = 8,00 cm²***

Najveća ploština uzdužne armature za jednostruko armirani presjek:

$A_{s,max}$ = 0,022 · A_c

$A_{s,max}$ = 66,00 cm²

Odabrana armatura temeljne ploče u obje zone temelja:

Q - 503 + φ12/20 cm	***$A_{s1,prov}$ = 10,68 cm²***

$A_{s1,rqd} \leq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

8,00 cm² < 10,68 cm² < 66,00 cm² - odabrana armatura je OK.

Obrazloženje: Osnovnu armaturu temelja predvidjeti Q - 503 obostrano dok se u donjoj zoni u polju ploče izvodi ojačanje u vidu šipki φ12/20 cm. Po obodu temeljne ploče se postavljaju povijene šipke radi nastavljanja u zidove.

2.1.8 DIMENZIONIRANJE AB ZIDOVA

- Minimalna vertikalna armatura:

  $A_{s,v,min}$= 0,002 x A_c= 0,002 x 20 x 100= 4 cm^2/m

  Usvojeno: Q- 257 obostrano

  Zidove armirati obostrano armaturnim mrežama Q- 257.

  Svi detalji armiranja zidova prikazati će se u izvedebnom projektu.

2.2 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11- JUGOZAPADNI ANEKS

2.2.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA

Vlastito opterećenje konstruktivnih elemenata se automatski izračunava u programskom paketu SCIA Engineer, stoga se u nastavku za ulazni podatak o stalnom opterećenju u programu unosi samo dodatno stalno opterećenje.
*Oznaka opterećenja od vlastite težine je **VT**.*

STALNO OPTEREĆENJE - DODATNO STALNO OPTEREĆENJE

Dodatno stalno opterećenje krova - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Šljunak, 80 mm - 152,00 kg/m²		1,52 kN/m²
2	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
3	Beton za pad, 80 mm - 192,00 kg/m²		1,92 kN/m²
4	XPS, 160 mm - 4,80 kg/m²		0,05 kN/m²
5	Instalacije - 75,00 kg/m²		0,75 kN/m²
6	Spušteni gipskartonski strop 25 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	4,64 kN/m² ~ 4,65 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje međukatnih ploča - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²		0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²		1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²		0,01 kN/m²
5	Instalacije - 75,00 kg/m²		0,75 kN/m²
4	Spušteni gipskartonski strop 25 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	2,39 kN/m² ~ 2,40 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje ploča na tlu - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²	0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²	1,00 kN/m²

3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²		0,01 kN/m²
4	XPS, 60 mm - 1,80 kg/m²		0,02 kN/m²
5	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	1,26 kN/m² ~ 1,30 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje stubišta - projekcija /m² tlocrtne površine

Broj	Opis	Opterećenje
1	Stube i završna obloga - 300,00 kg/m²	3,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	3,00 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje ploča na tlu - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²	0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²	1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²	0,01 kN/m²
4	XPS, 60 mm - 1,80 kg/m²	0,02 kN/m²
5	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²	0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	1,26 kN/m² ~ 1,30 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje od zidova - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Vapneno- cementna žbuka, 20 mm - 40,00 kg/m²	0,40 kN/m²
2	Zid od opeke 30cm - 330,00 kg/m²	3,30 kN/m²
3	Ventilirana fasada - 200,00 kg/m²	2,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	5,70 kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Uporabno opterećenje krovišta - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja nagiba krova <20 planira se uporabno opterećenje krovišta u veličini od 0,60 kN/m2.

q_k = 0,60 kN/m2

Uporabno opterećenje unutarnjih prostorija - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja B2 i C1 planira se uporabno opterećenje unutarnjih prostorija u veličini od 3,00 kN/m2.

q_k = 3,00 kN/m2

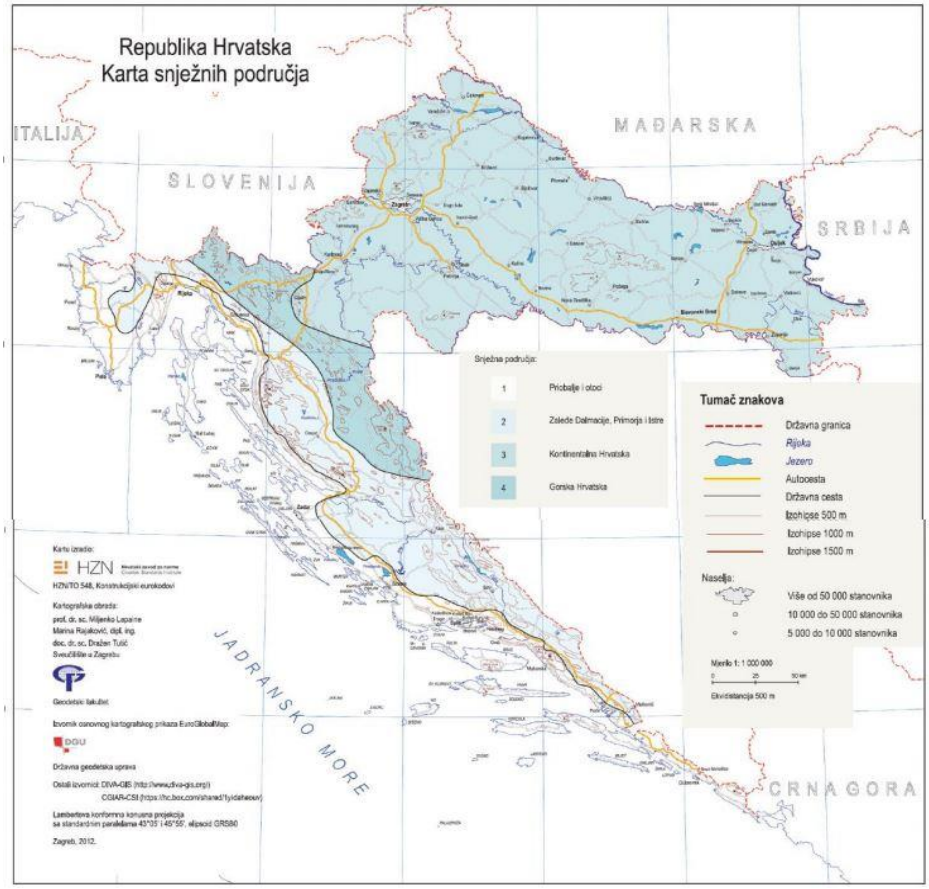
Uporabno opterećenje stubišta - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja S1 planira se uporabno opterećenje stubišta u veličini od 3,00 kN/m2.

q_k = 3,00 kN/m2

Promjenjivo djelovanje snijega - projekcija /m² tlocrtne površine - (SL)

Opterećenje snijegom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.



Karta snježnih područja

Tablica karakterističnih vrijednosti opterećenja snijega

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

Prema izvornoj karti snježnih područja, lokacija predmetne građevine spada u gorsku Hrvatsku na nadmorskoj visini do 100 m (30,00 m). Za istu visinu se iz priložene tablice očitava karakteristično opterećenje snijega koje iznosi:

$$s_k = 0{,}50 \text{ kN/m}^2$$

Koeficijenti oblika krova očitani su iz nacionalnog dodatka (HRN EN 1991-1-3:2012/A1:2016, tablica 5.2 – Koeficijenti oblika opterećenja snijegom)

Kut nagiba krova α	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0{,}8 \cdot (60° - \alpha) / 30°$	0
$\mu_2(\alpha)$	$0{,}8 + 0{,}8\ \alpha / 30$	1,6	-

Koeficijent oblika krova μ za projektirani nagib krovišta od 1° iznosi:

$$\mu_1(1°) = 0{,}80$$

Konačno, opterećenje snijegom za danu lokaciju iznosi:

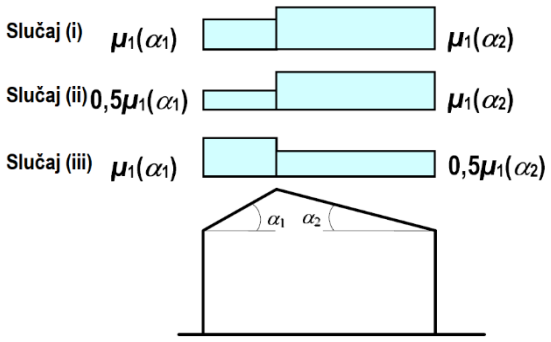
$s = s_k \cdot \mu \cdot C_t \cdot C_e = 0{,}50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0{,}80 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 0{,}40 \text{ kN/m}^2$

gdje su:

C_t - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

C_e - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

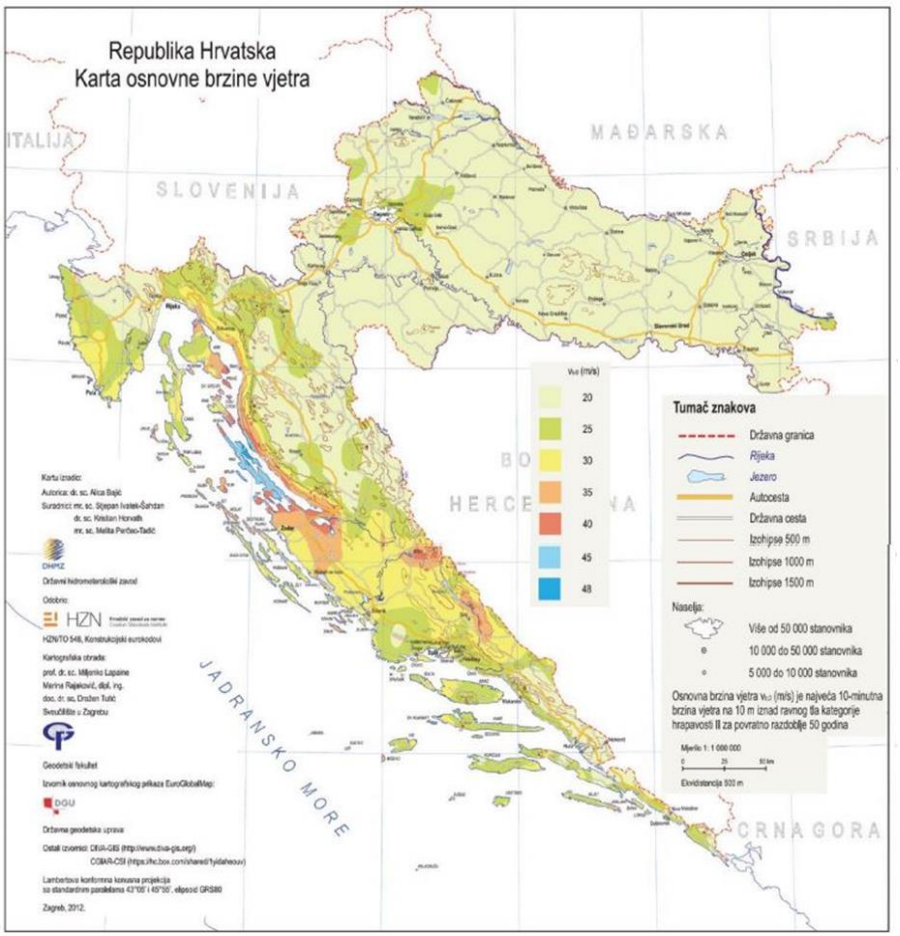
Raspored opterećenja snijegom koeficijentima oblika



Napomena: Zbog simetrije krova primjenjuje se samo simetrična raspodijela opterećenja

Promjenjivo djelovanje vjetra - projekcija /m² okomito na krovnu površinu

Opterećenje vjetrom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.



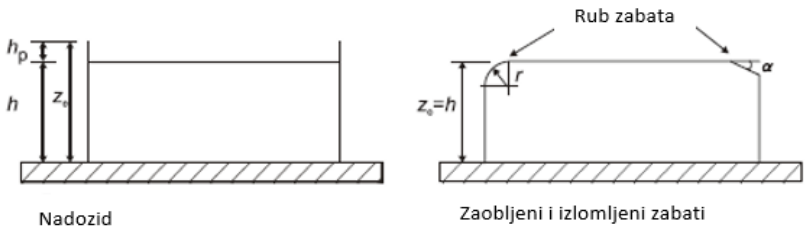
Karta osnovne brzine vjetra

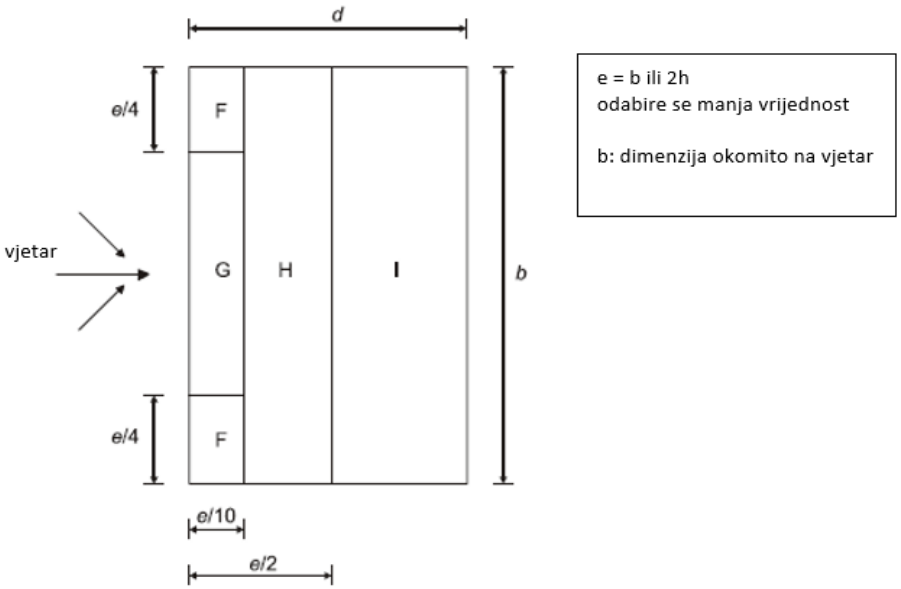
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Lokacija građevine:		**PULA**
Kategorija terena:		**3**
Referentna visina:	**z =**	**13,00 m**
Temeljna osnovna brzina vjetra:	$v_{b,0}$ =	25 m/s
Faktor smjera:	c_{dir} =	1,00
Faktor godišnjeg doba:	c_{season} =	1,00
Faktor orografije:	$c_{o(z)}$ =	1,00
Osnovna brzina vjetra:	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$ =	25,00 m/s
Visina kategorije terena II prema tablici 4.1:	$z_{0,II}$ =	0,05 m
Najmanja visina prema tablici 4.1:	z_{min} =	5,00 m
Duljina hrapavosti prema tablici 4.1:	z_0 =	0,30 m
Faktor terena:	$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07}$ =	0,22
Faktor hrapavosti:	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$ =	0,81
Srednja brzina vjetra:	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$ =	20,29 m/s
Faktor turbulencije:	k_I =	1,00
Standardna devijacija:	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I$ =	5,38
Jakost turbulencije:	$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z)$ =	0,27
Gustoća zraka:	ρ =	1,25 kg/m³
Osnovni pritisak brzine vjetra:	$q_b = \rho \cdot v_b^2 / 2$ =	0,39 kN/m²
Vršni pritisak brzine vjetra:	**$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \rho \cdot v_m^2(z) / 2$ =**	**0,74 kN/m²**
Faktor izloženosti:	**$c_e(z) = q_p(z) / q_b$ =**	**1,88**

Djelovanje vjetra na kose krovne površine

Djelovanje vjetra na krovnu plohu se dijeli na krovna područja prema normi za djelovanja vjetra HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove u poglavlju 7.2.3. prema slici 7.6 u nastavku.





Geometrija vjetrovnih zona na krovnoj površini za smjerove vjetra θ = 0° i 90°

Referentna visina za pritiske vjetrova:	$h = z_e =$	13,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 0°	$b_0 =$	27,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 90°	$b_{90} =$	23,00 m

Za vjetar θ = 0°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{27,00 m; 26,00 m} =	26,00 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	6,50 m
Dimenzija e/10:	e /10 =	2,60 m

Za vjetar θ = 90°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{23,00 m; 26,00 m} =	23,00 m
Dimenzija e/4:	e / 2 =	11,50 m

Dimenzija e/4: $e / 4 =$ 5,75 m

Dimenzija e/10: $e / 10 =$ 2,30 m

Vanjski i unutrašnji pritisci vjetra

Nagib krovnih ploha: $\alpha =$ 1°

Referentna visina za vanjski pritisak vjetra: $z_e =$ 13,00 m

Referentna visina za unutrašnji pritisak vjetra: $z_e =$ 13,00 m

Vršni pritisak brzine vjetra: $q_p(z_e) =$ 0,74 kN/m²

Faktor negativnog unutrašnjeg pritiska vjetra: $c_{pi}^- =$ -0,30

Faktor pozitivnog unutrašnjeg pritiska vjetra: $c_{pi}^+ =$ 0,20

Vanjski pritiska vjetra na krov - poprečni smjer vjetra (θ = 0°)

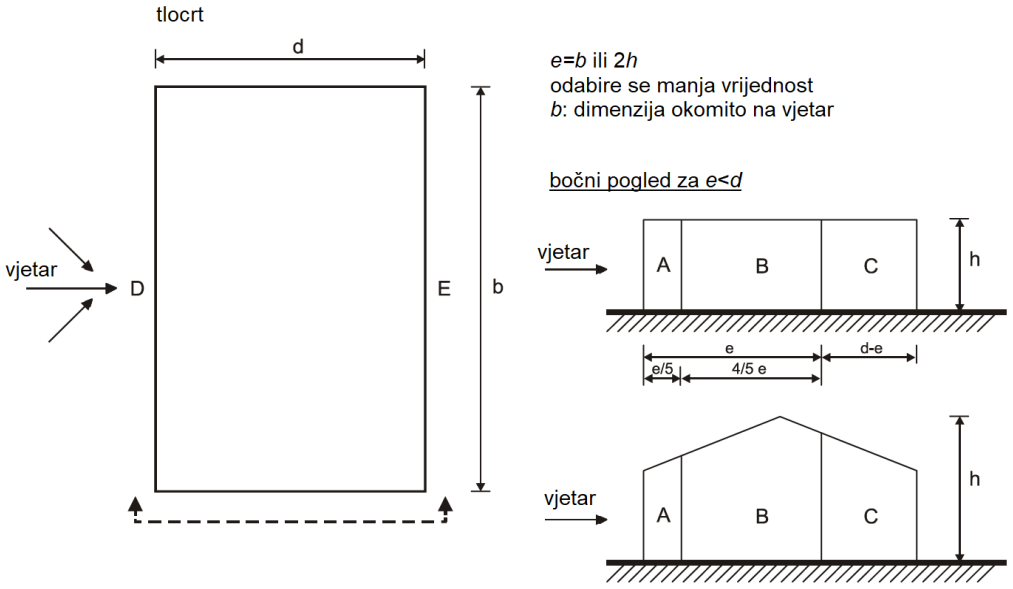
U nastavku se promatra izdvojeni dio tablice 7.2(N) iz norme HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove - poprečni smjer vjetra (θ = 0°) i za referentne površine veće od 10 m2

Odnos h_p / h: $h_p / h =$ 0,80 / 9,00 = 0,09

Vrsta krova	Područja			
	F	G	H	I
S nadozidima hp / h = 0,100	-1,2	-0,8	-0,7	0,2
				-0,2

Djelovanje vjetra na vertikalne plohe

Koeficijenti vanjskog tlaka $c_{pe,10}$ za definirana područja su određeni na slici u nastavku.



Djelovanje vjetra na vertikalne površine

Koeficijenti vanjskog pritiska tlaka vjetra za vertikalne zidove su dobivene na temelju preporučenih vrijednosti iz norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 linearnom interpolacijom.

h = 13,0 m

d_0 = 26,00 m

d_{90} = 23,00 m

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 0°: **h/d_0 = 0,50**

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 90°: **h/d_{90} = 0,57**

HRN EN 1991-1-4 / tablica 7.1

PODRUČJE	A	B	C	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
5	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,5
≤ 0,25	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Za djelovanje vjetra smjera θ = 0°

Interpolacija: h/d = 0,50	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,73
w_e [kN/m^2]	-0,88	-0,59	-0,37	0,59	-0,53

Za djelovanje vjetra smjera θ = 90°

Interpolacija: h/d = 0,57	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,52
w_e [kN/m^2]	-0,88	-0,59	-0,37	0,59	-0,38

POTRESNO DJELOVANJE

POTRESNO DJELOVANJE ZA SMJER X I Y

Objekt se proračunava na djelovanje potresa u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1-:2011/NA: 2011/A1:2021
Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će sudjelovati u konstrukciji. Njihovi prikazi i kombinacije se prikazaju u nastavku proračuna.
Predmetni objekt se proračunava na horizontalno potresno djelovanje koje se definira dvama okomitim smjerovima djelovanja Sx i Sy koje djeluju neovisno istim spektrom odziva.
Vrijednosti za ove proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u vidu faktora važnosti γI. Predmetna građevina ima vrijednost faktora važnosti 1,2

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_I
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih za rušenje	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1,4

Elastični spektar odziva

EC8 propisuje dva elastična spektra odziva:
Tip 1 karakterizira veći intenzitet za duže periode i predlaže se za područje visoke seizmičnosti (Ms>5,5).
Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za dulje periode (Ms<5,5).

Predmetna građevina pripada spektru tipa 1

Tip tla

EC8 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D i E.

Za predmetni objekt je odabran tip tla A

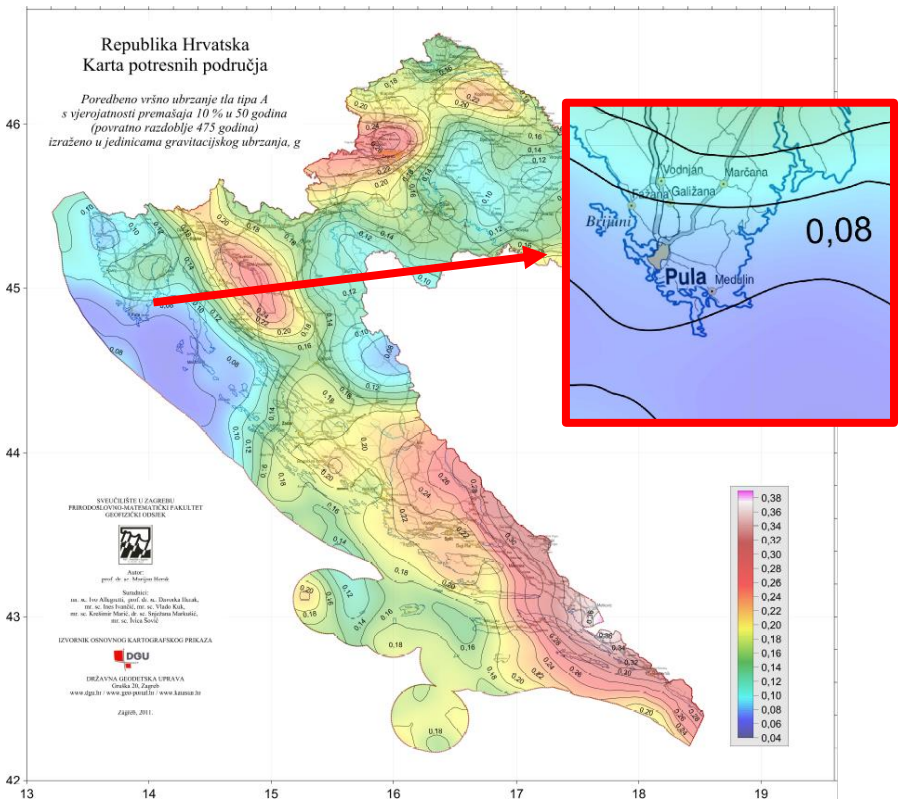
Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	A
Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine namjanje nekoliko desetak metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	B
Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetak metara do više stotina metara	C
Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	D
Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja s vrijednostima vs za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s vs > 800 m/s	E

Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti DCM.

Računsko ubrzanje tla

Za predmetnu lokaciju vršno ubrzanje tla za povratno razdoblje od 475 g iznosi agR = 0,079 g, odnosno 0,775 m/s2.
Računsko ubrzanje tla se množi s ranije definiranim faktorom važnosti građevine.
Prikaz računskih ubrzanja tla prema potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak:



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja nosivosti iznosi:

ag = 0,079 x 1,2 = 0,095 g = 0,930 ms/2

Faktor ponašanja

Faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnos da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u duktilnom području deformiranja. Sadrži podatak o vrsti elemenata, konstrukcije, vrsti gradiva i duktilnosti.

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1

Proračunski spektar odziva je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q koji se dobiva prema izrazu:

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

gdje je:

q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja koja ovisi o tipu konstrukcije, klasi duktilnosti i regularnosti konstrukcije

k_w - koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima

Osnovna vrijednost se očitava iz tablice 5.1. norme HRN EN 1998-1:2011

Tip konstrukcije	**Razred duktilnosti**	
	DCM	**DCH**
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	3,0 α_u/α_1	4,5 α_u/α_1
Sustav nepovezanih zidova	3	4,0 α_u/α_1
Torzijski savitljiv sustav	2	3
Sustav obrnutog njihala	1,5	2

Okvirni sustav, dvojni sustav istovrijedni okvirnom sustavu	α_u/α_1
Jednokatne zgrade	1,1
Višekatni okviri s jednim poljem	1,2
Višekatni okviri s više polja ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnim	1,3

Zidni sustav ili dvojni sustavi istovrijedni zidnim	α_u/α_1
Zidni sustavi sa samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom smjeru	1,0
Drugi sustavi nepovezanih sustava	1,1
Dvojni sustavi istovrijedni zidnim ili sustavi povezanih zidova	1,2

α_1 - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastifikacijskog zgloba

α_u - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma

Za predmetni objekt osnovni faktori ponašanja iznose:

$q_{0,x}$ = 3,0

$q_{0,y}$ = 3,0

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskih sustavima od zidovima	k_w
Za okvirne sustave i dvojne sustave istovrijedne okvirnim	1,0
Za konstrukcije od AB zidova, dvojne konstrukcije ekvivalentne zidovima i konstrukcijama s jezgrom	$0,5 \leq (1+\alpha_0)/3 \leq 1$

gdje je:

α_0 - prevladavajući omjer visine i duljine zida u konstrukciji $\alpha_0 = H_w/L_w$

H_w - ukupna visina dminantnog zida

$L_{w,x}$ - duljina dominantnog zida u smjeru x

$L_{w,y}$ - duljina dominantnog zida u smjeru y

Predmetnoj građevini odgovara:

$k_{w,x}$ = 1,00

$k_{w,y}$ = 1,00

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{Ei}$$

Faktor ponašanja za pojedini smjer iznose:

q_x = 3,0 · 1,0 = 3,0

q_y = 3,0 · 1,0 = 3,0

Proračunski spektar odgovora

Proračun se provodi preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje i promjenjivo opterećenje. Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

Koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje:

Ψ_{Ei} = $\varphi \Psi_{2i}$

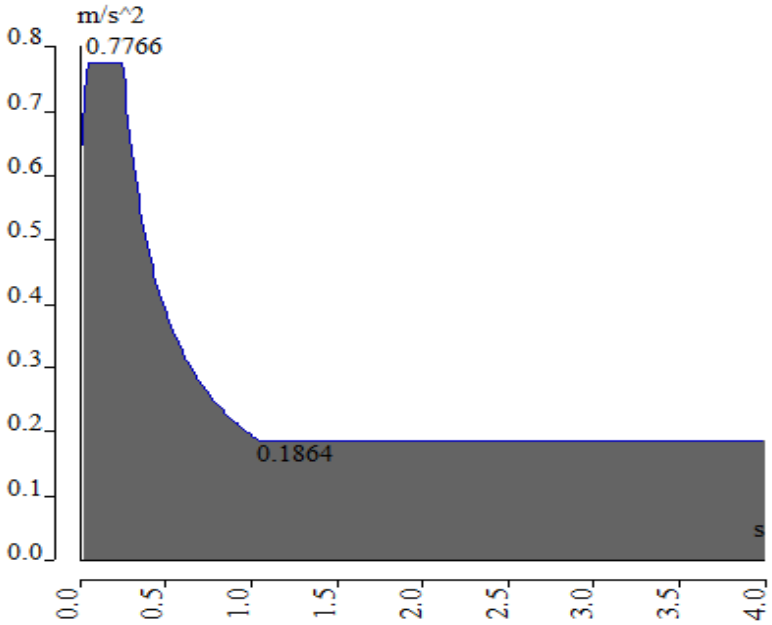
Ψ_{Ei} = 0,80 x 0,30 = 0,24

Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja se uzima prema formulama:

$$\mathbf{E_{dx} + 0,30\ E_{dy}}$$

$$\mathbf{0,30\ E_{dx} + E_{dy}}$$

Prikaz spektra odziva:



Prema HRN EN 1998-1:2011, suma svih upotrebljenih vlastitih oblika moraju aktivirati najmanje 90% ukupne mase. Izračunato je ukupno prvih 18 vlastitih oblika.

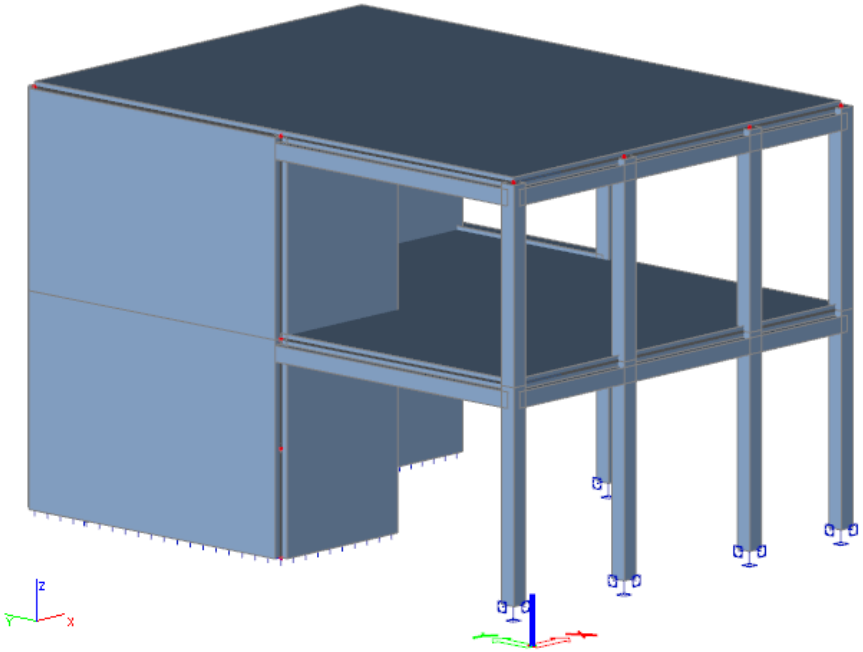
Prirodni modovi konstrukcije i sudjelujuće mase:

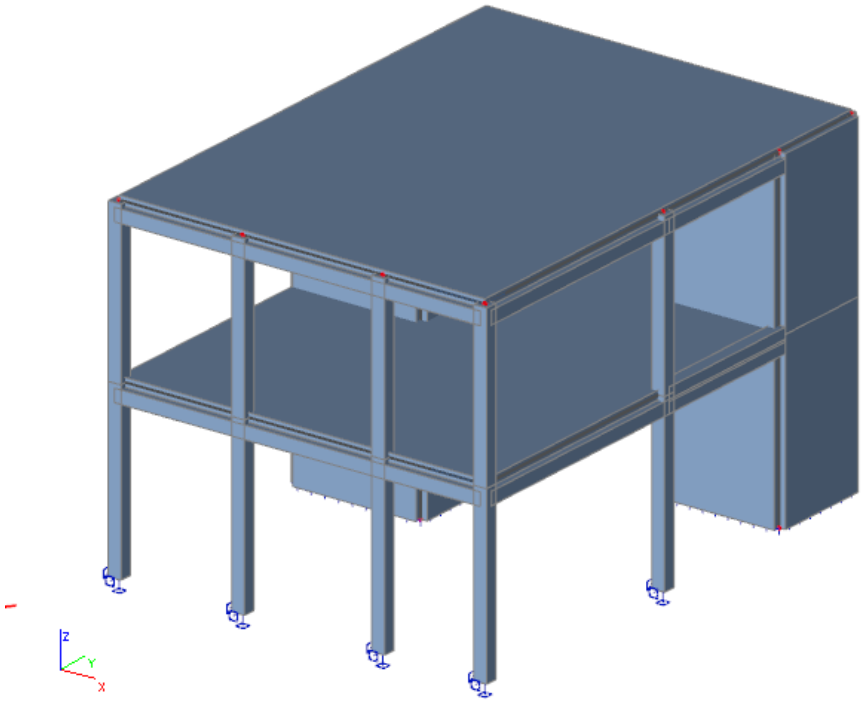
Modal participation factors

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	48.0227	0.1308	7.6430	0.5834	0.0311	0.0007	0.0009	0.0556	0.2431
2	68.6759	0.0915	10.9301	0.0002	0.0099	0.2900	0.1116	0.0036	0.0014
3	73.0965	0.0860	11.6337	0.0004	0.0022	0.0080	0.0127	0.1750	0.0016
4	77.8777	0.0807	12.3946	0.0017	0.0097	0.0816	0.0438	0.0436	0.0001
5	86.9016	0.0723	13.8308	0.0209	0.1215	0.0566	0.0372	0.0795	0.0217
6	89.0897	0.0705	14.1791	0.1077	0.4402	0.0409	0.0001	0.0000	0.0564
7	105.4727	0.0596	16.7865	0.0132	0.0079	0.0000	0.0007	0.0833	0.1853
8	115.7073	0.0543	18.4154	0.1390	0.1675	0.0004	0.0008	0.0007	0.3322
9	129.8418	0.0484	20.6650	0.0001	0.0192	0.0093	0.1986	0.0004	0.0011
10	161.1078	0.0390	25.6411	0.0000	0.0003	0.0000	0.0487	0.0001	0.0000
11	216.6400	0.0290	34.4793	0.0001	0.1022	0.0006	0.1360	0.0008	0.0000
12	223.2672	0.0281	35.5341	0.0005	0.0030	0.0092	0.0004	0.0073	0.0001
13	272.8963	0.0230	43.4328	0.0750	0.0001	0.0001	0.0000	0.0914	0.0583
14	504.7106	0.0124	80.3272	0.0005	0.0004	0.0001	0.0042	0.0031	0.0001
15	583.7234	0.0108	92.9025	0.0219	0.0003	0.0003	0.0000	0.0327	0.0059
16	918.7319	0.0068	146.2207	0.0024	0.0006	0.0004	0.0000	0.0168	0.0663
17	953.6562	0.0066	151.7791	0.0006	0.0667	0.0376	0.0192	0.0000	0.0012
18	1134.6384	0.0055	180.5833	0.0000	0.0007	0.0941	0.0983	0.1809	0.0000
				0.9676	0.9833	0.6300	0.7130	0.7749	0.9747

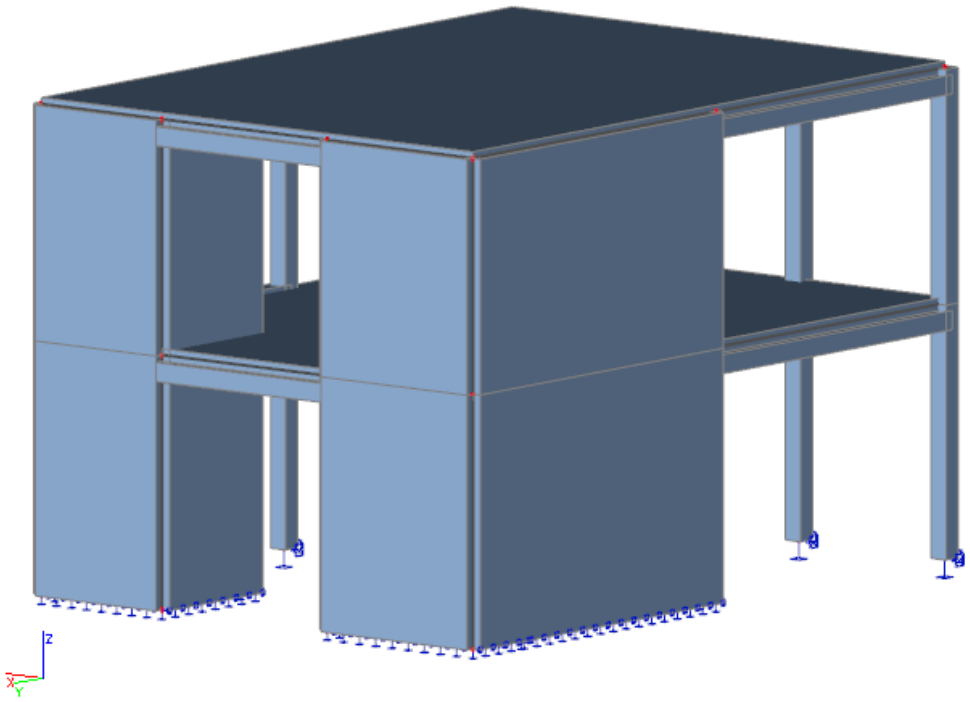
Ukupna aktivirana masa konstrukcije u X smjeru iznosi 96,8 % dok u Y smjeru iznosi 98,3 %. Kao što vidimo u prethodnoj tablici zadovoljen je uvjet aktivacije preko 90 % ukupne mase konstrukcije.

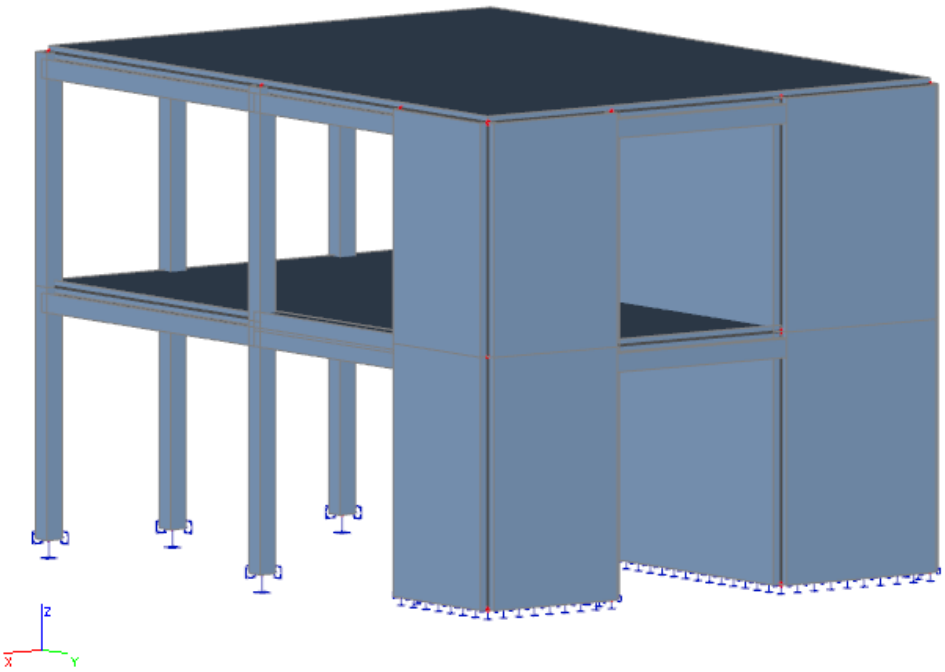
2.2.2 PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE





GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com





2.2.3 KOMBINACIJE DJELOVANJA

Za dokaz nosivosti elemenata konstrukcije predmetne građevine, djelovanja se kombiniraju za sljedeća granična stanja i iznose:

Granično stanje nosivosti

GSN

1,35*VT+1,35*dg

1,00*VT+1,00*dg

1,35*VT+1,35*dg+1,50*q+0,75*s+0,90*w

1,00*VT+1,00*dg+1,50*q+0,75*s+0,90*w

1,35*VT+1,35*dg+1,05*q+1,50*s+0,90*w

1,00*VT+1,00*dg+1,05*q+1,50*s+0,90*w

1,35*VT+1,35*dg+1,05*q+0,75*s+1,50*w

1,00*VT+1,00*dg+1,05*q+0,75*s+1,50*w

1,00*VT+1,00*dg+0,30*q+1,00*SEIS_X+0,30*SEIS_Y

1,00*VT+1,00*dg+0,30*q+0,30*SEIS_X+1,00*SEIS_Y

Granično stanje uporabljivosti

GSU karakt

1,00*G + 1,0*dg

1,00*G + 1,0*dg+1,00*q+0,50*s+0,60*w

1,00*G + 1,0*dg+0,70*q+1,00*s+0,60*w

1,00*G + 1,0*dg+0,70*q+0,50*s+1,00*w

GSU kvazi

1,00*G + 1,0*dg

1,00*G + 1,0*dg+0,30*q

2.2.4 PRORAČUN KROVNE PLOČE

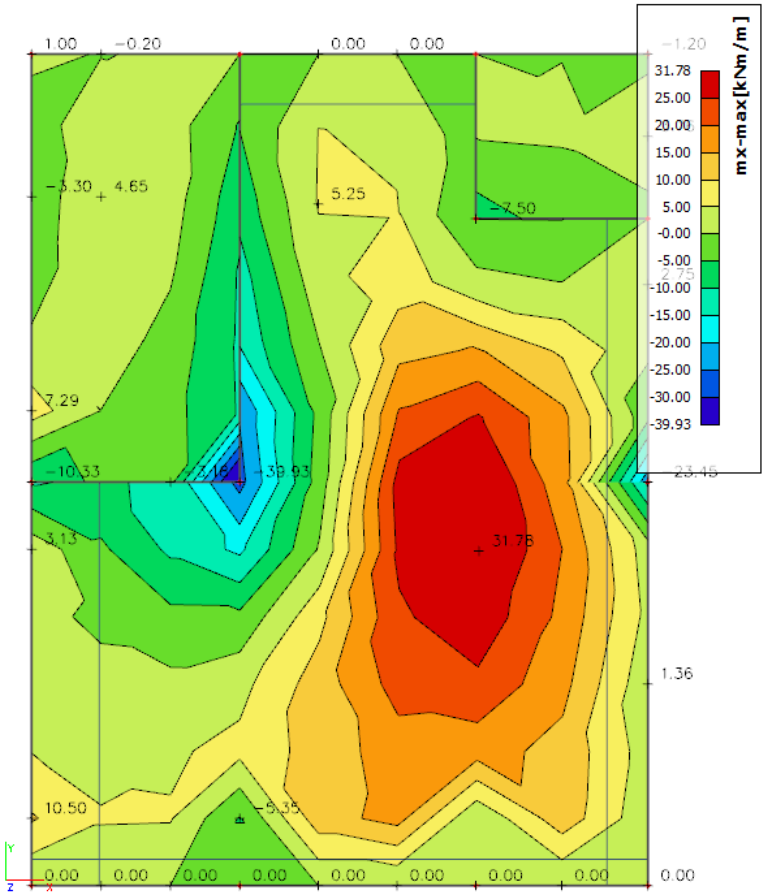
Pretpostavlja se AB ploča debljine 25 cm.

PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

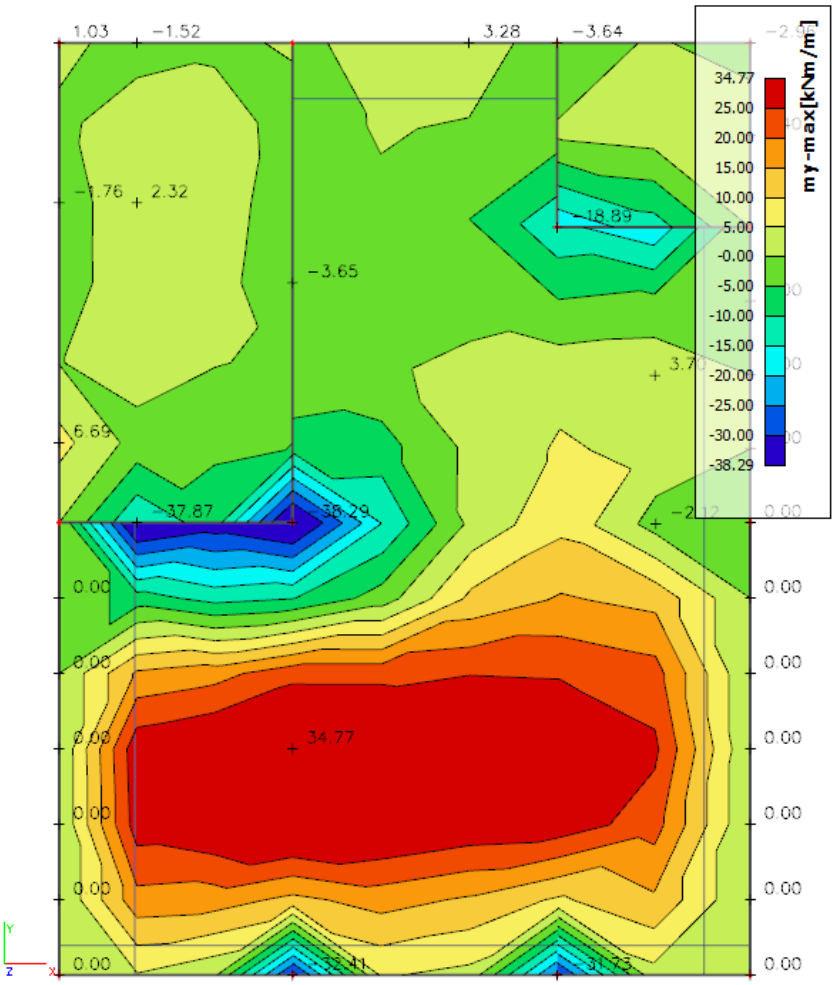
MATERIJAL	
Beton C25/30	f_{ck} = 25 N/mm^2, f_{cd} = 16,67 N/mm^2
Čelik B500B	f_{yk} = 500 N/mm^2, f_{yd} = 434,80 N/mm^2, E_s = 20000 kN/mm^2

DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 25 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 3,0 cm
Udaljenost do težišta armature	d_1= c + Ø/2 = 3,0 + 1,0/2 = 3,5 cm
Statička visina presjeka	d=h- d_1=25–3,5 = 21,5 cm

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P301a

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 34,77 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 3477 kNcm / (100 cm · (21,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,045 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,045 ξ = 0,070 ζ = 0,974

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 3477 kNcm / (0,974 · 21,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 3,82 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 21,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 21,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,91 cm²; 2,80 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

3,82 cm² > 2,91 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 25 cm = 100,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 503***	***$A_{s1,prov}$ = 5,03 cm²***

Polja P302a i P303a armirati u polju armaturom- Q- 283.

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD UNUTARNJIH OSLONACA I IZNAD POZICIJA STUPOVA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 39,93 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

μ = M_{Ed} / (b · d^2 · f_{cd})

μ = 3993 kNcm / (100 cm · (21,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,052 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,052 ξ = 0,077 ζ = 0,970

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 3993 kNcm / (0,970 · 21,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,40 cm²

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} =$ 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 21,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 21,50 cm}

$A_{s,min} =$ max{2,91 cm²; 2,80 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,40 cm² > 2,91 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} =$ 0,04 · 100 cm · 25 cm = 100,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 503***	***$A_{s1,prov}$ = 5,03 cm²***

Zonu iznad rubnih oslonaca armirati armaturom- Q- 283.

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: $l_{eff} =$ 1,00 · 550,00 cm = 550,00 cm

Statička visina: d = 21,60 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 25,5 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	0,00 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-39,19 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Ed} =	25,44 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	0,00 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-39,19 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Eds} =	22,84 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	25 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	3,40 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	3,40 cm
Statička visina presjeka:	d =	21,60 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	5,03 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6,89$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0,00201$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0,00233$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_I = 0{,}01198$

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_I = 0{,}01387$

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_{II} = 0{,}01605$

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_{II} = 0{,}01605$

$k_{xI} = (0{,}5 + A_I) / (1 + B_I)$

$k_{xI} = 0{,}50498$

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

$k_{xII} = 0{,}16383$

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

$y_{Ig} = 12{,}62$ cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

$y_{Id} = 12{,}38$ cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

$y_{IIg} = 3{,}54$ cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

$I_0 = 130208$ cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I = 132634$ cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

$I_{II} = 12785$ cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

$A_c = 100\text{ cm} \cdot 25\text{ cm} = 2500\text{ cm}^2$

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

$u = 1 \cdot 100\text{ cm} = 100\text{ cm}$

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

$h_0 = 50{,}00\text{ cm} = 500\text{ mm}$

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0) = 2,70$

Proračunski modul elastičnosti betona:

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$

$E_{c,eff} = 8236$ MPa

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$

$\alpha_e = 25,50$

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

$\rho_I = 0,00201$

$\rho_{II} = 0,00233$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_I = 0,04433$

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_I = 0,05130$

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_{II} = 0,05938$

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_{II} = 0,05938$

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

$k_{xI} = 0,51776$

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\ A_{II})^{1/2}$

$k_{xII} = 0,29031$

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

$y_{Ig} = 12,94$ cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

$y_{Id} = 12,06$ cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

$y_{IIg} = 6,27$ cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

$I_c = 130208$ cm⁴

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I = 139934$ cm⁴

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 38359 cm⁴

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

S_I = 43,54 cm³

$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

S_{II} = 77,11 cm³

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju:

M_{Ed} = 25,44 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 20,42 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 24,77 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ f_{ctm} = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 2708,33 kNcm

M_{Ed} = 25,44 kNm < 27,08 kNm *- nema pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 26,37 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = -1,5729E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\varphi =$ 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff} =$ 715,38 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r =$ 0,0070

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} =$ 163,78 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ -0,04 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g =$ 0,30 mm

$\beta =$ 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

$M_{Eds} =$ 22,84 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 19,51 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 23,27 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} =$ 2708,33 kNcm

$M_{Ed} =$ 22,84 kNm < 27,08 kNm *- nema pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} =$ 27,60 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$$

$\varepsilon_{sm} =$ 3,2912E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 =$ 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\varphi =$ 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$$

$A_{c,eff} =$ 624,31 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$$

$\rho_r =$ 0,0081

Srednji razmak pukotina:

$$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$$

$s_{rm} =$ 149,29 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$$

$w_k =$ 0,08 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} =$ 25,44 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$$

$1 / r_1 =$ 6,29E-06 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$$z = d - y_{IIg} / 3$$

$z =$ 20,42 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 24{,}77$ kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 1{,}18E\text{-}03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 6{,}53E\text{-}05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 26{,}37$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 1{,}00$ *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = -0{,}13 < 0 = 0$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} = 6{,}29E\text{-}06$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A = 0{,}00$ kNm ; $M_B = -39{,}19$ kNm ; $M_{Ed} = 25{,}44$ kNm

$L = 550$ cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta = 1{,}54$

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k = 0{,}08812$

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} = 0{,}17$ cm $< L / 300 = 1{,}83$ cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

M_{Eds} = 22,84 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1$ = 1,98E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 19,51 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 23,27 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

ε_{s1} = 1,11E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II}$ = 7,23E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 27,60 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

ζ = 0,297

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m$ = 3,54E-05 (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty}$ = 0,00054 *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I}$ = 4,28E-06 (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II}$ = 2,77E-05 (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm}$ = 1,12313E-05

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot}$ = 4,66E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

M_A = 0,00 kNm ; M_B = -39,19 kNm ; M_{Ed} = 22,84 kNm

L = 550 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 1,72

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

k = 0,08629

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 1,22 cm < L / 250 = 2,20 cm *- zadovoljen progib.*

Usvaja se ab ploča debljine 25 cm.

Polje P301 armirati s Q- 503 (donja zona), ostala polja s Q- 283.

Zonu iznad srednjih ležajeva i stupova armirati s Q- 503, rubne ležajeve s Q- 283 (gornja zona).

2.2.5 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE

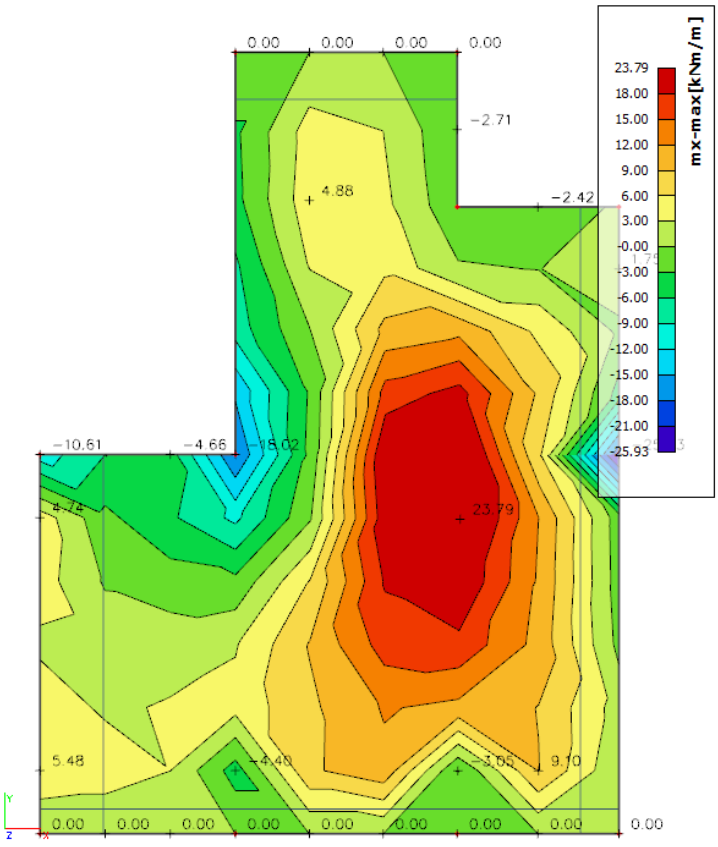
Pretpostavlja se AB ploča debljine 20 cm.

PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

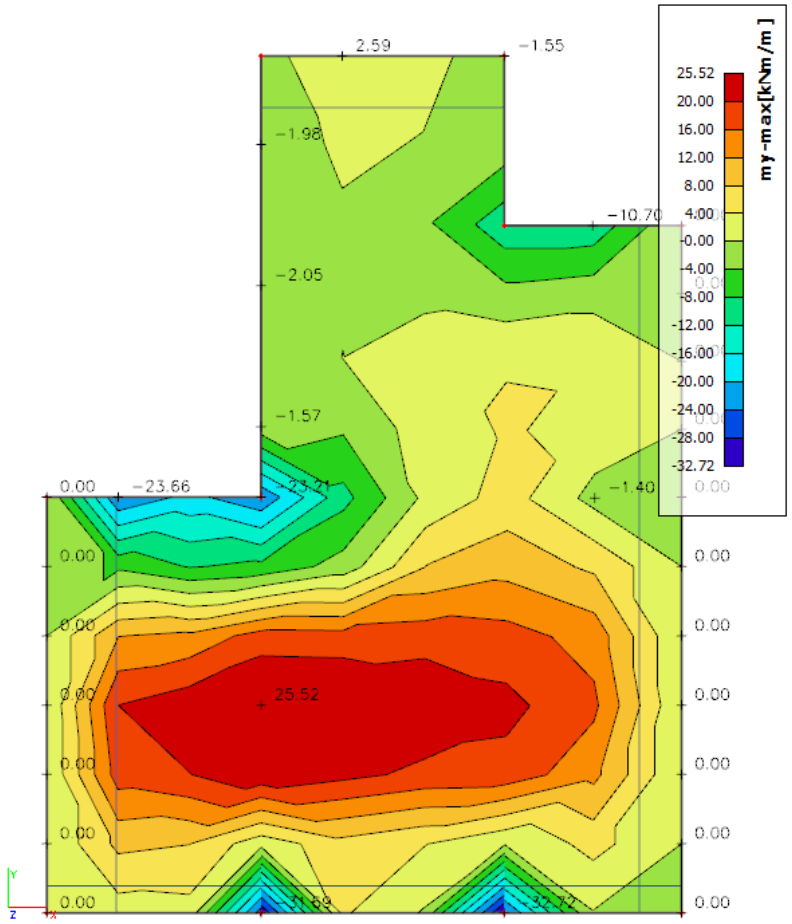
MATERIJAL	
Beton C25/30	f_{ck} = 25 N/mm^2, f_{cd} = 16,67 N/mm^2
Čelik B500B	f_{yk} = 500 N/mm^2, f_{yd} = 434,80 N/mm^2, E_s = 20000 kN/mm^2

DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 20 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 3,0 cm
Udaljenost do težišta armature	d_1= c + Ø/2 = 3,0 + 1,0/2 = 3,5 cm
Statička visina presjeka	d=h- d_1=20–3,5 = 16,5 cm

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P201a

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 25,52 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 2552 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,050 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,050 ξ = 0,075 ζ = 0,971

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 2552 kNcm / (0,971 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 3,45 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

3,45 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 424***	***$A_{s1,prov}$ = 4,24 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD UNUTARNJIH OSLONACA (UZ STUBIŠTE I DIZALO) I IZNAD POZICIJA STUPOVA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 32,72 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

μ = M_{Ed} / (b · d^2 · f_{cd})

μ = 3272 kNcm / (100 cm · (17,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,064 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,064 ξ = 0,091 ζ = 0,964

Potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Ed} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 3272 kNcm / (0,964 · 17,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,46 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 17,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 17,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{2,37 cm²; 2,28 cm²}

$A_{s,min}$ = 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,46 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 20 cm = 80,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 503***	***$A_{s1,prov}$ = 5,03 cm²***

Zonu iznad rubnih oslonaca armirati armaturom- Q- 283.

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 1,00 · 550,00 cm = 550,00 cm

Statička visina: d = 17,60 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 31,3 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: M_A = 0,00

		kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-23,82 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Ed} =	18,34 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	0,00 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-23,86 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Eds} =	14,82 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	20 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	2,40 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	2,40 cm
Statička visina presjeka:	d =	17,60 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	4,24 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6,89$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0,00212$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0,00241$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

A_I = 0,01286

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_I = 0,01461

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,01660

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,01660

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,50547

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,16638

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 10,11 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 9,89 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 2,93 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

I_0 = 66667 cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 68092 cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 7127 cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

A_c = *100 cm · 20 cm = 2000 cm²*

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

u = 1 · 100 cm = 100 cm

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

h_0 = 40,00 cm = 400 mm

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0)$ = 2,70

Proračunski modul elastičnosti betona:

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$$

$$E_{c,eff} = 8236 \text{ MPa}$$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$$

$$\alpha_e = 25{,}50$$

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

$$\rho_I = 0{,}00212$$

$$\rho_{II} = 0{,}00241$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0{,}04757$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

$$B_I = 0{,}05406$$

$$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_{II} = 0{,}06143$$

$$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

$$B_{II} = 0{,}06143$$

$$k_{xI} = (0{,}5 + A_I) / (1 + B_I)$$

$$k_{xI} = 0{,}51949$$

$$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$$

$$k_{xII} = 0{,}29443$$

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$$

$$y_{Ig} = 10{,}39 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = h - y_{Ig}$$

$$y_{Id} = 9{,}61 \text{ cm}$$

$$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$$

$$y_{IIg} = 5{,}18 \text{ cm}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$$I_c = b \cdot h^3 / 12$$

$$I_c = 66667 \text{ cm}^4$$

$$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$$

$$I_I = 72371 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$$

$$I_{II} = 21311 \text{ cm}^4$$

Statički momenti ploština armature:

$$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$$

$$S_I = 30{,}57 \text{ cm}^3$$

$$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$$

$$S_{II} = 52{,}65 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g = 0{,}30$ mm

$\beta = 1{,}70$

Proračunski moment savijanja u polju:

$M_{Ed} = 18{,}34$ kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 16{,}62$ cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 26{,}02$ kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $\quad f_{ctm} = 2{,}60$ MPa *- za beton klase C25/30*

$M_{cr} = 1733{,}33$ kNcm

$M_{Ed} = 18{,}34$ kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 24{,}59$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 1{,}00$ *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

$\varepsilon_{sm} = 1{,}3229\text{E-}04$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 = 0{,}80$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff}$ = $b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 569,06 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

ρ_r = $A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

ρ_r = 0,0075

Srednji razmak pukotina:

s_{rm} = $50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

s_{rm} = 157,37 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

w_k = $\beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

w_k = 0,04 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

M_{Eds} = 14,82 kNm

Krak unutarnjih sila:

z = $d - y_{IIg} / 3$

z = 15,87 cm

Naprezanje u armaturi:

σ_s = $M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 22,02 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 14,82 kNm < 17,33 kNm *- nema pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

σ_{sr} = $M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 25,76 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$$

$\varepsilon_{sm} =$ 3,3139E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 =$ 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\varphi =$ 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$$

$A_{c,eff} =$ 493,94 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$$

$\rho_r =$ 0,0086

Srednji razmak pukotina:

$$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$$

$s_{rm} =$ 143,20 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$$

$w_k =$ 0,08 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} =$ 18,34 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$$

$1 / r_1 =$ 8,84E-06 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$$z = d - y_{IIg} / 3$$

$z =$ 16,62 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 26{,}02$ kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 1{,}24E\text{-}03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 8{,}44E\text{-}05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 24{,}59$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 1{,}00$ *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = 0{,}107$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} = 1{,}69E\text{-}05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A = 0{,}00$ kNm ; $M_B = -23{,}82$ kNm ; $M_{Ed} = 18{,}34$ kNm

$L = 550$ cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta = 1{,}30$

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k = 0{,}09064$

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} = 0{,}46$ cm < $L / 300 = 1{,}83$ cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

M_{Eds} = 14,82 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1$ = 2,49E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 15,87 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 22,02 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

ε_{s1} = 1,05E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II}$ = 8,44E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 25,76 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

ζ = 0,316

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m$ = 4,37E-05 (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty}$ = 0,00054 *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I}$ = 5,82E-06 (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II}$ = 3,40E-05 (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm}$ = 1,47299E-05

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot}$ = 5,84E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

M_A = 0,00 kNm ; M_B = -23,86 kNm ; M_{Ed} = 14,82 kNm

L = 550 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 1,61

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

k = 0,08740

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 1,54 cm < L / 250 = 2,20 cm *- zadovoljen progib.*

Usvaja se ab ploča debljine 20 cm.

Polje P201a armirati s Q- 424 (donja zona).

Zonu uz stubište i dizalo i iznad stupova armirati s Q- 503, rubne ležajeve s Q- 283 (gornja zona).

2.2.6 PODNE PLOČE PRIZEMLJA- P100

Podne ploče prizemlja izvesti će se na pripremljenoj, dobro zbijenoj, podlozi. Betoniranje izvršiti betonom C25/30, ab ploča debljine 16 cm, armirati ju obostrano armaturnim mrežama Q- 283.

2.2.7 PRORAČUN GREDA POZICIJE 300

PRORAČUNSKE ČVRSTOĆE MATERIJALA

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Odabrana klasa betona: C25/30

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$

$f_{cd} = 1,00 \cdot 25\ N/mm^2 / 1,50 = 16,67\ N/mm^2 = 1,67\ kN/cm^2$

Proračunska posmična čvrstoća betona

$f_{vd} = f_{cvk} / \gamma_M$

$f_{vd} = 0,45\ N/mm^2 / 1,50 = 0,30\ N/mm^2$

$f_{vd} = 0,030\ kN/cm^2$

Srednja osna vlačna čvrstoća betona: $f_{ctm} = 0,26$ MPa

Proračunska čvrstoća čelika

Odabrana kvaliteta čelika: B500B

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$f_{yd} = 500\ N/mm^2 / 1,15 = 434,78\ N/mm^2 = 43,48\ kN/cm^2$

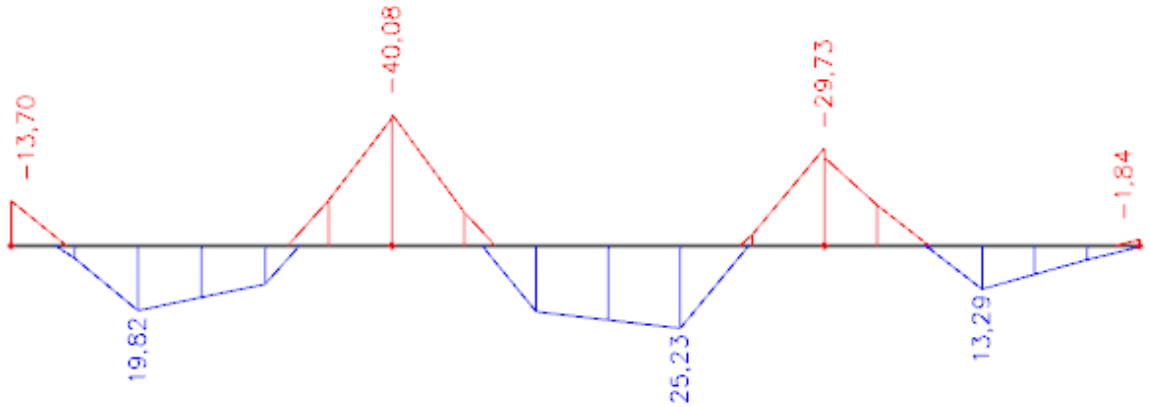
Udaljenost težišta vlačne armature od vlačnog ruba presjeka:

$d_1 = c_{nom} + \varphi / 2$

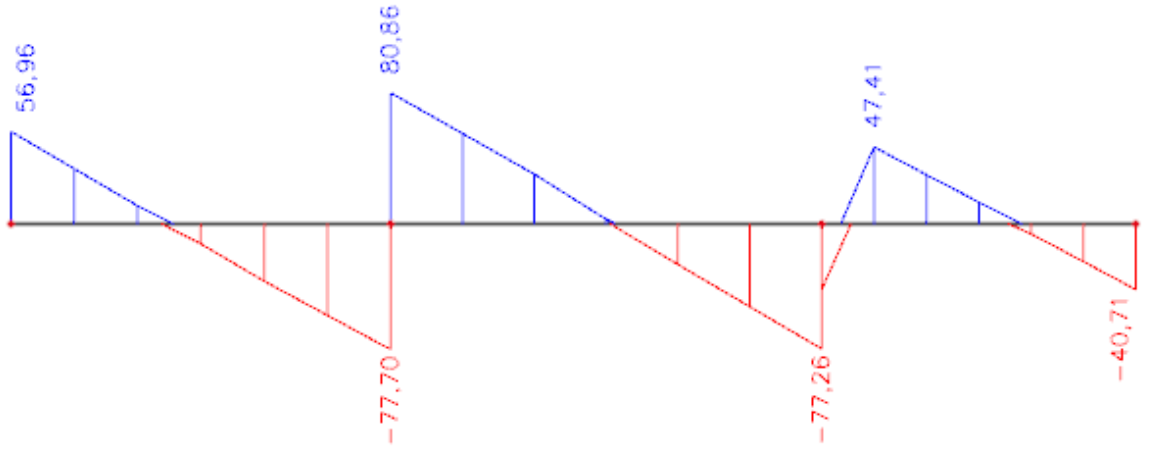
$d_1 = 30\ mm + 10\ mm / 2 = 35\ mm = 3,50\ cm$

G301a

My



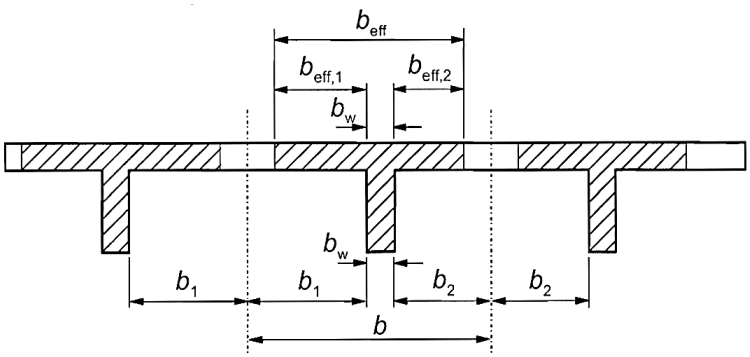
Vz



Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w = 30 cm
Visina grede:			h_w = 30 cm
Visina ploče:			h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm		$b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm
	$b_{2,c}$ = 270 cm		$b_2 = b_{2,c} / 2$ = 135 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h = 50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b = 165 cm
Proračunski raspon grede:			l = 220

cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: $k = 0{,}85$ $l_0 = k \cdot l =$ 187 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\ b_1 + 0{,}1\ l_0 \le 0{,}2\ l_0$ $\quad$ $b_{eff,2} = 0{,}2\ b_2 + 0{,}1\ l_0 \le 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,1} = 19\ cm < 37\ cm$ $\quad$ $b_{eff,2} = 46\ cm > 37\ cm$

$b_{eff,1} = 19\ cm$ $\quad$ $b_{eff,2} = 37\ cm$

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

$b_{eff} = 19\ cm + 37\ cm + 30\ cm = 86\ cm < 165\ cm$

$b_{eff} = 86\ cm$

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka: $h =$ 50 cm

Zaštitni sloj betona: $c_{nom} =$ 30 mm

Promjer vilica: $\varphi_w =$ 8 mm

Promjer uzdužne armature: $\varphi =$ 14 mm

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka: $d_1 =$ 4,50 cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} = 25{,}23\ kNm$

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 2523 kNcm / (86 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,008 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,008 ξ = 0,031 ζ = 0,990

Proračunski potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Eds} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 2523 kNcm / (0,990 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,29 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_{eff} · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{172,20 cm²; 94,71 cm²}

$A_{s,max}$ = 94,71 cm²

Odabrana armatura u polju:

2φ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 94,71 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 40,08 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} · d^2 · f_{cd})

μ_{Eds} = 4008 kNcm / (30 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,039 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,039 ξ = 0,063 ζ = 0,977

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 4008 kNcm / (0,977 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,07 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = min{172,20 cm²; 94,71 cm²}

$A_{s,max}$ = 94,71 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2φ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 94,71 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 80,86 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$ $k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ $\rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0023; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0023

$V_{Rd,c}$ = max{0,3552 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,3753 N/mm² · 136500 mm² = 51228 N

$V_{Rd,c}$ = 51,23 kN

Uvijet nosivosti:

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

80,86 kN > 51,23 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$

gdje je: α_{cw} = 1,0 $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max} = (1,0 \cdot 30\ cm \cdot 40,95\ cm \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / (1,20 + 1 / 1,20)$

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

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

80,86 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: **φ_w = 8 mm**

$A_{sw} = 2 \cdot 0,50\ cm^2$ površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1,00\ cm^2 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20) / 80,86\ kN$

s_{min} = 26,42 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0,07\ kN < 0,45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$

20,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60$ MPa

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$

$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$

$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 80{,}86\ kN / 543{,}76\ kN = 0{,}15$ $\quad 0{,}15 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0{,}75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0{,}75 \cdot 45{,}5\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34{,}13\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = 30{,}0\ cm$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30{,}00\ cm$

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20{,}00\ cm}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone φ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min} = [1{,}00 \cdot 40{,}95\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2 \cdot 1{,}20] / 20{,}00\ cm = 106{,}83\ kN$

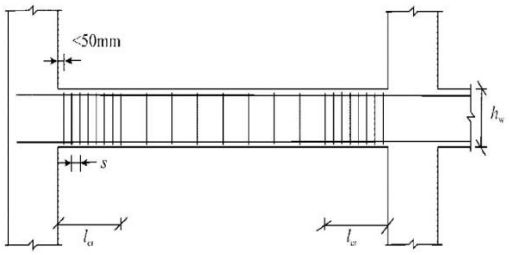
Gredu armirati sponama φ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50$ cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: $d_{bw} = 8$ mm

Najmanji promjer vlačne armature: $d_{bl} = 14$ mm

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot d_{bL}\}$

$s = \min\{500 \text{ mm} / 4; 24 \cdot 8 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot 14 \text{ mm}\}$

$s = \min\{125 \text{ mm}; 192 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 112 \text{ mm}\}$

$s = 112$ mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0{,}5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

$\rho_{min} = 0{,}5 \cdot (0{,}26 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa})$

$\rho_{min} = 0{,}0003$

$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_1 = 3{,}08 \text{ cm}^2 / (30 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm})$

$\rho_1 = 0{,}0021$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0{,}0021 > 0{,}0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: $s = 10{,}0$ cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: $l_{eff} = 350$ cm

Statička visina: $d = 45{,}50$ cm

Omjer: $\mathbf{l_{eff} / d = 7{,}7 < 25}$ - nije potrebna provjera progiba.

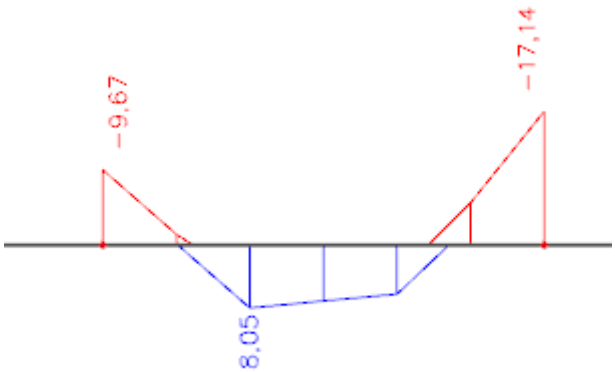
ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

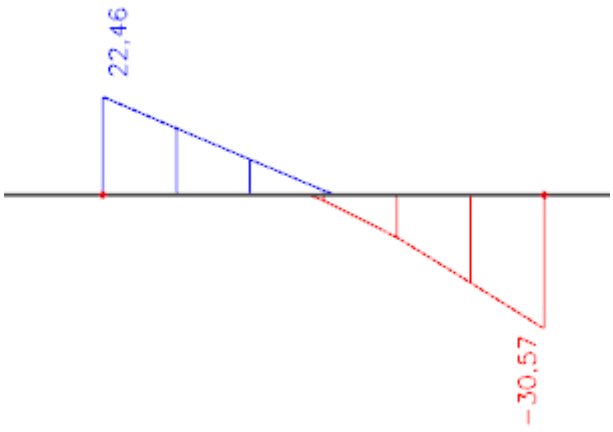
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G302a

My



Vz



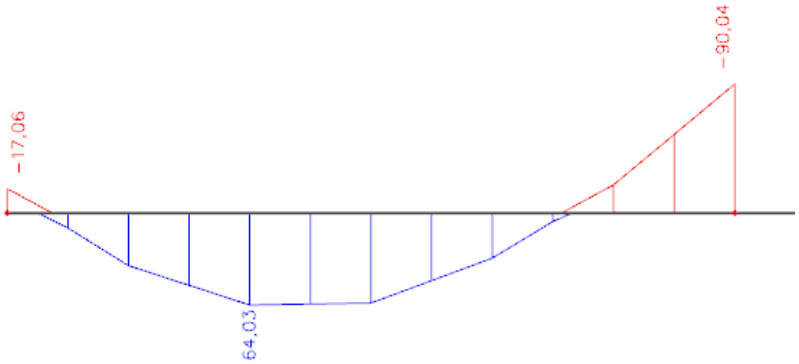
ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda se usvaja poprečnog presjeka i količine armature kao greda G301a.

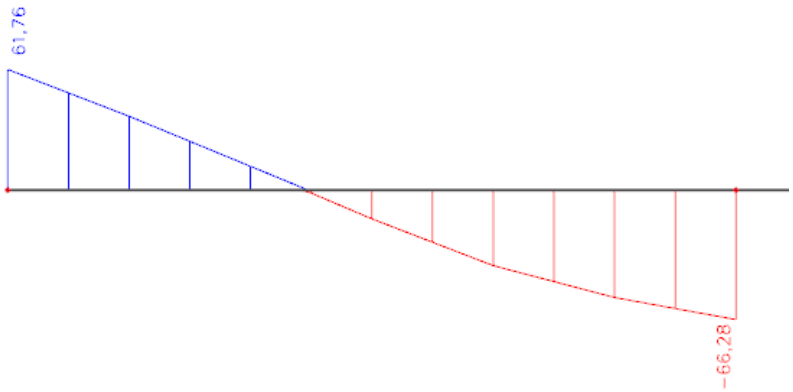
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G303a

My

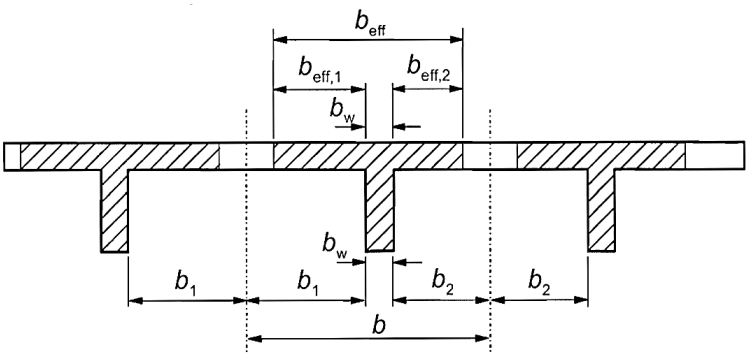


Vz



Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w = 30 cm
Visina grede:			h_w = 30 cm
Visina ploče:			h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ = 400 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	200 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h = 50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b = 230 cm
Proračunski raspon grede:			l = 540 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l$ = 540 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 54 \text{ cm} < 108 \text{ cm}$

$b_{eff,1} = 54 \text{ cm}$

$b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,2} = 94 \text{ cm} < 108 \text{ cm}$

$b_{eff,2} = 94 \text{ cm}$

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

$b_{eff} = 54 \text{ cm} + 94 \text{ cm} + 30 \text{ cm} = 178 \text{ cm} < 230 \text{ cm}$

$b_{eff} = 178 \text{ cm}$

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h =$	50 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	30 mm
Promjer vilica:	$\phi_w =$	8 mm
Promjer uzdužne armature:	$\phi =$	16 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	$d_1 =$	4,60 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 =$	45,40 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 64,03 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 6403 kNcm / (178 cm · (45,40 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,010 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,010 $\xi =$ 0,033 $\zeta =$ 0,989

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 6403 kNcm / (0,989 · 45,4 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 3,28 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18 \text{ cm}^2; 1,77 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{356,00 \text{ cm}^2; 195,80 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,max} =$ 195,80 cm²

Odabrana armatura u polju:

3ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 195,80 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,40 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 17,06 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 1706 kNcm / (30 cm · (45,40 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,017 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,017 ξ = 0,039 ζ = 0,987

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 1706 kNcm / (0,987 · 45,4 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 0,88 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} =$ min{356,00 cm²; 195,80 cm²}

$A_{s,max}$ = 195,80 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 195,80 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: V_{Ed} = **66,28 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$$

$C_{Rd,c}$ = $0,18 / \gamma_c$ $k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ $\rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 $k = \min\{1,66; 2,00\}$ $\rho_l = \min\{0,0034; 0,0200\}$

k = 1,66 ρ_l = 0,0034

$V_{Rd,c}$ = max{0,4071 N/mm²; 0,3755 N/mm²} · 300 mm · 454 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4071 N/mm² · 136200 mm² = 55451 N

$V_{Rd,c}$ = 55,45 kN

Uvijet nosivosti:

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

66,28 kN > 55,45 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$$

gdje je: α_{cw} = 1,0 $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

v_1 = 0,54 z = 40,86 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,86 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,20 + 1 / 1,20)

$V_{Rd,max}$ = 542,57 kN

Provjera nosivosti:

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

66,28 kN < 542,57 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: ϕ_w = **8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1{,}00\ cm^2 \cdot 40{,}86\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2 \cdot 1{,}20) / 66{,}28\ kN$

$s_{min} = 32{,}16\ cm$

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0{,}07\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$

$20{,}00\ cm > 3{,}22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60\ MPa$

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$

$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$

$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 66{,}28\ kN / 542{,}57\ kN = 0{,}12 \qquad 0{,}12 < 0{,}30$

$s_{l,max}2$ = min{0,75 · d; 30 cm} = min{0,75 · 45,4 cm; 30 cm}

$s_{l,max}2$ = min{34,05 cm; 30 cm}

$s_{l,max}2$ = 30,0 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 30,00 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano}}$ = **20,00 cm**

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = [1,00 · 40,86 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20] / 20,00 cm = 106,59 kN

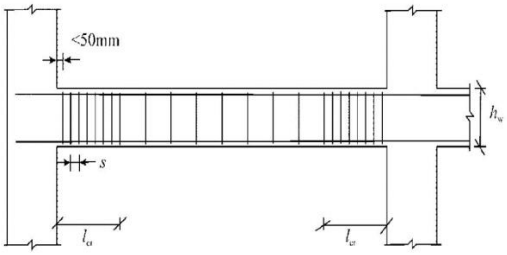
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

s = min{h_w / 4; 24 · d_{bw}; 225 mm; 8 · d_{bL}}

s = min{500 mm / 4; 24 · 8 mm; 225 mm; 8 · 14 mm}

s = min{125 mm; 192 mm; 225 mm; 112 mm}

s = 112 mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = $0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$ ρ_1 = $A_{s1} / (b \cdot h)$

ρ_{min} = 0,5 · (0,26 MPa / 500 MPa) ρ_1 = 4,62 cm² / (30 cm · 50 cm)

ρ_{min} = 0,0003 ρ_1 = 0,0031

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0031 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	540 cm	
Statička visina:	d =	45,40 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**11,9 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

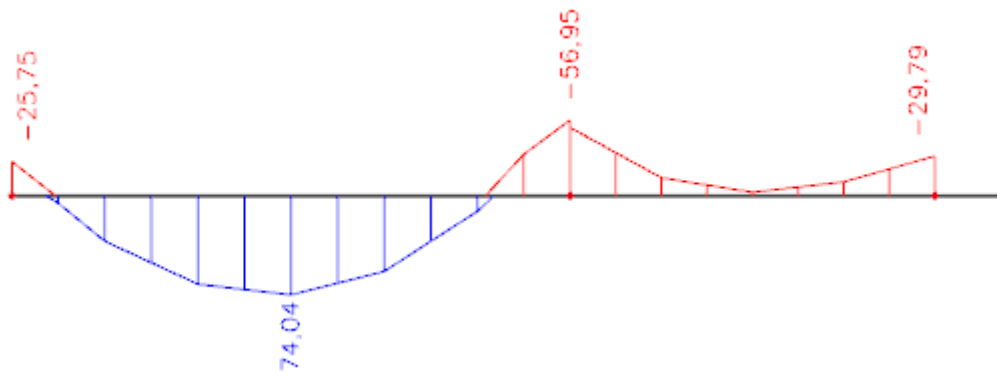
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 3φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni.

U duljini od 1,5 m uz stubište gornja zona se dodatno ojačava s još 2φ14- šipke se prepuštaju u zid stubišta u duljini od minimalno 1,5 m. .

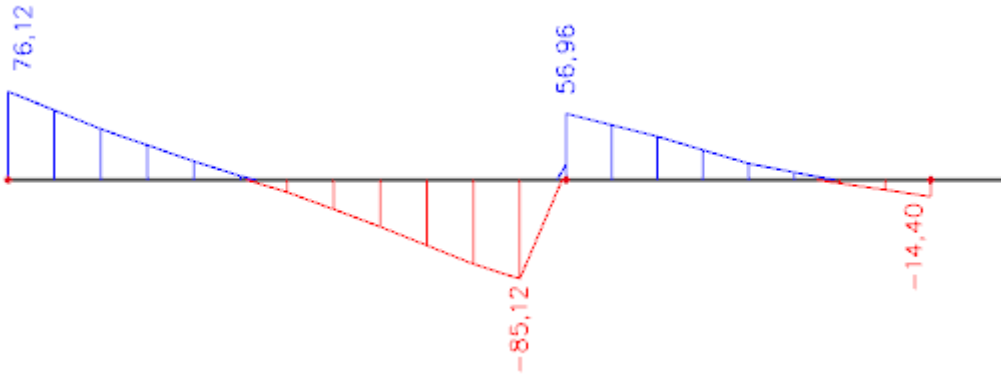
Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G304a

My



Vz



Dimenzije T presjeka

Širina grede: b_w = 30 cm

Visina grede: h_w = 30 cm

Visina ploče: h_f = 20 cm

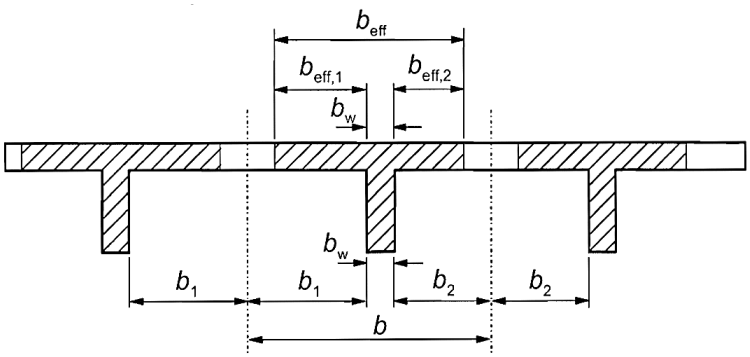
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca: $b_{1,c}$ = 0 cm → $b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm

$b_{2,c}$ = 275 cm → $b_2 = b_{2,c} / 2$ = 138 cm

Ukupna visina grede T presjeka: h = 50 cm

Srednja širina grede T presjeka: b = 168 cm

Proračunski raspon grede: l = 350 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 0,85 → $l_0 = k \cdot l$ = 298 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka **$b_{eff,1}$** i **$b_{eff,2}$**:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ $\qquad$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1}$ = 30 cm < 60 cm $b_{eff,2}$ = 57 cm < 60 cm

$b_{eff,1}$ = 30 cm $b_{eff,2}$ = 57 cm

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

b_{eff} = 30 cm + 57 cm + 30 cm = 117 cm < 168 cm

b_{eff} = 117 cm

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h = 50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} = 30 mm
Promjer vilica:	φ_w = 8 mm
Promjer uzdužne armature:	φ = 14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 = 4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1$ = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 74,04 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 7404 kNcm / (117 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,018 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,018 ξ = 0,041 ζ = 0,986

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 7404 kNcm / (0,986 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 3,80 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2; 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{234,00\ cm^2;\ 128,70\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 128,70 cm²

Odabrana armatura u polju:

4φ14	**$A_{s1,prov}$ = 6,16 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 6,16 cm² < 128,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 56,95 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 5695 kNcm / (30 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,055 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,055 ξ = 0,081 ζ = 0,969

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 5695 kNcm / (0,969 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,97 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = min{234,00 cm²; 128,70 cm²}

$A_{s,max}$ = 128,70 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2φ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 128,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 85,12 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = $\max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = $0,18 / \gamma_c$ k = $\min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ ρ_l = $\min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0045; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0045

$V_{Rd,c}$ = max{0,4476 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4476 N/mm² · 136500 mm² = 61094 N

$V_{Rd,c}$ = 61,09 kN

Uvijet nosivosti:

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

85,12 kN > 61,09 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = $(\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$

gdje je: α_{cw} = 1,0 v_1 = $0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ z = $\zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,20 + 1 / 1,20)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

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

85,12 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: **φ_w = 8 mm**

$A_{sw} = 2 \cdot 0{,}50\ cm^2$ površina presjeka spone: $A_{sw}^1 = 0{,}50\ cm^2$

$A_{sw} = 1{,}00\ cm^2$ reznost: $m = 2$

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1{,}00\ cm^2 \cdot 40{,}95\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2 \cdot 1{,}20) / 85{,}12\ kN$

$s_{min} = 25{,}10\ cm$

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0{,}07\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$

20,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60$ MPa

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$

$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1$ = (0,50 cm² · 2) / (30 cm · 0,0009)

$s_{l,max}^1$ = 37,16 cm

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ = 85,12 kN / 543,76 kN = 0,16 0,16 < 0,30

$s_{l,max}^2$ = min{0,75 · d; 30 cm} = min{0,75 · 45,5 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = min{34,13 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = 30,0 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 30,00 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: **$s_{l,max,odabrano}$ = 20,00 cm**

Poprečna sila koju nose minimalne spone φ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / $s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = [1,00 · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20] / 20,00 cm = 106,83 kN

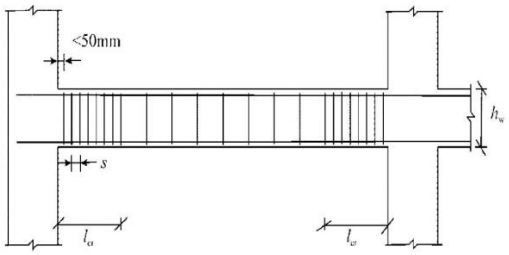
Gredu armirati sponama φ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

s = min{h_w / 4; 24 · d_{bw}; 225 mm; 8 · d_{bL}}

s = min{500 mm / 4; 24 · 8 mm; 225 mm; 8 · 14 mm}

s = min{125 mm; 192 mm; 225 mm; 112 mm}

s = 112 mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$ $\qquad$ $\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$ $\qquad$ $\rho_1 = 6,16\ cm^2 / (30\ cm \cdot 50\ cm)$

$\rho_{min} = 0,0003$ $\qquad$ $\rho_1 = 0,0041$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0,0041 > 0,0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: $s = 10,0$ cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	$l_{eff} =$	530 cm	
Statička visina:	$d =$	45,50 cm	
Omjer:	$\mathbf{l_{eff} / d =}$	**11,6 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 4φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

2.2.8 GREDE POZICIJE 200

PRORAČUNSKE ČVRSTOĆE MATERIJALA

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Odabrana klasa betona: C25/30

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$

$f_{cd} = 1,00 \cdot 25\ N/mm^2 / 1,50 = 16,67\ N/mm^2 = 1,67\ kN/cm^2$

Proračunska posmična čvrstoća betona

f_{vd} = f_{cvk} / γ_M

f_{vd} = 0,45 N/mm² / 1,50 = 0,30 N/mm²

f_{vd} = 0,030 kN/cm²

Srednja osna vlačna čvrstoća betona: f_{ctm} = 0,26 MPa

Proračunska čvrstoća čelika

Odabrana kvaliteta čelika: B500B

f_{yd} = f_{yk} / γ_s

f_{yd} = 500 N/mm² / 1,15 = 434,78 N/mm² = 43,48 kN/cm²

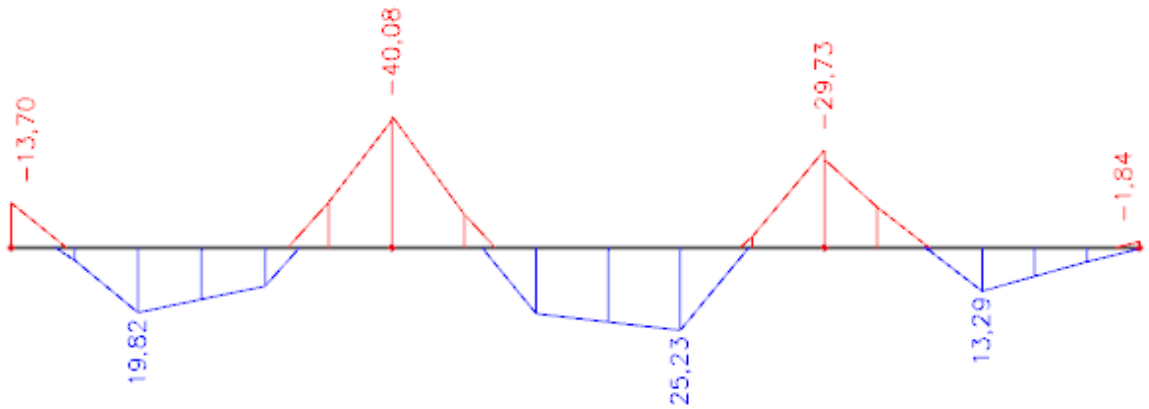
Udaljenost težišta vlačne armature od vlačnog ruba presjeka:

d_1 = c_{nom} + φ / 2

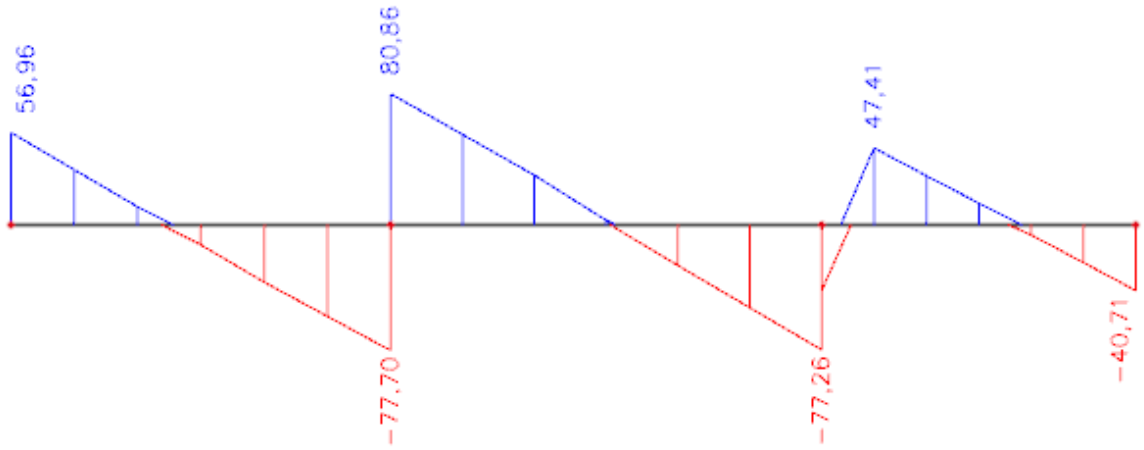
d_1 = 30 mm + 10 mm / 2 = 35 mm = 3,50 cm

G201a

My



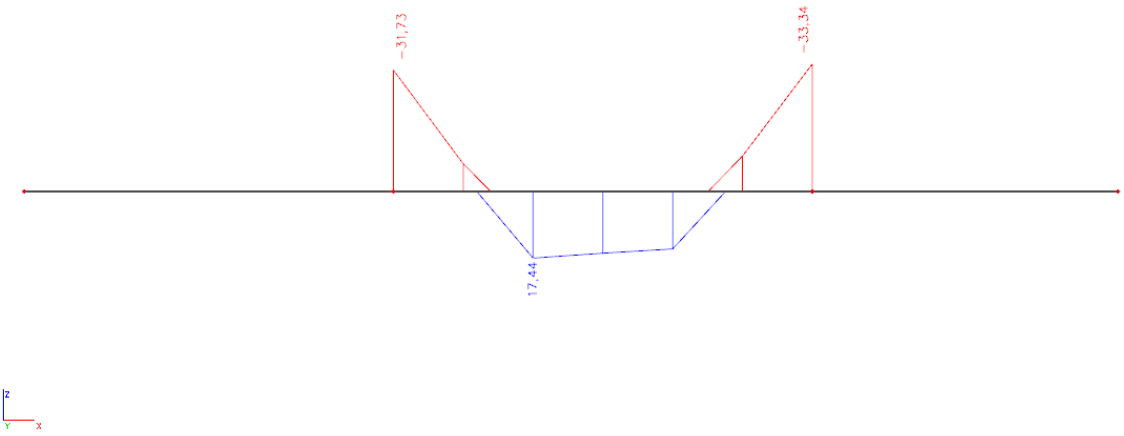
Vz



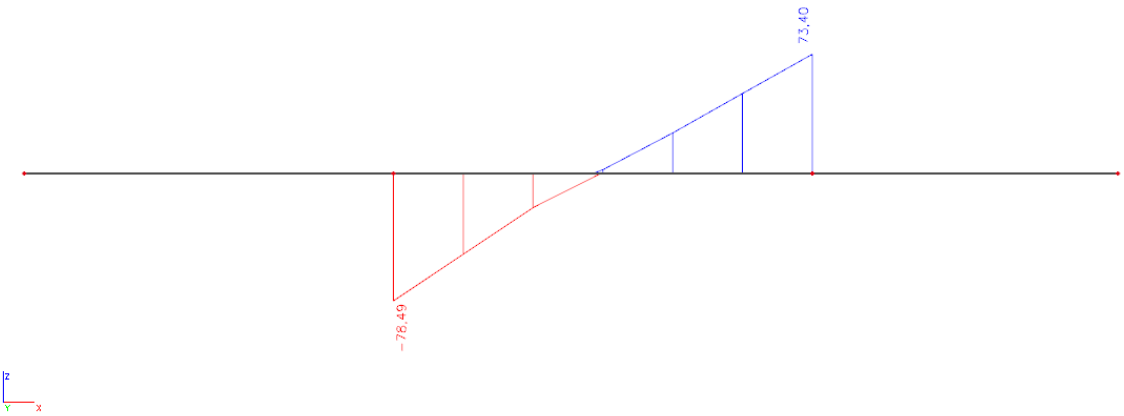
Usvajaju se iste dimenzije poprečnog presjeka i količine armature kao za gredu G301a.

G202a

My



Vz



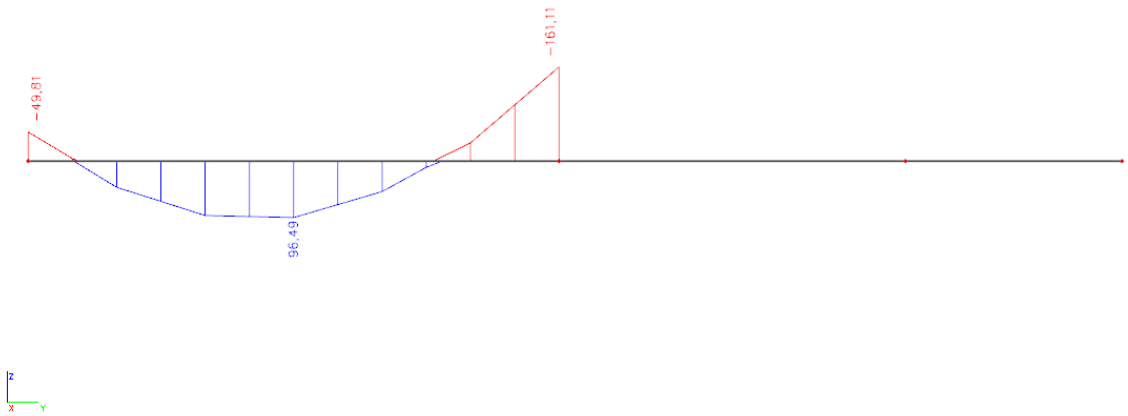
ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda se usvaja poprečnog presjeka i količine armature kao greda G301a.

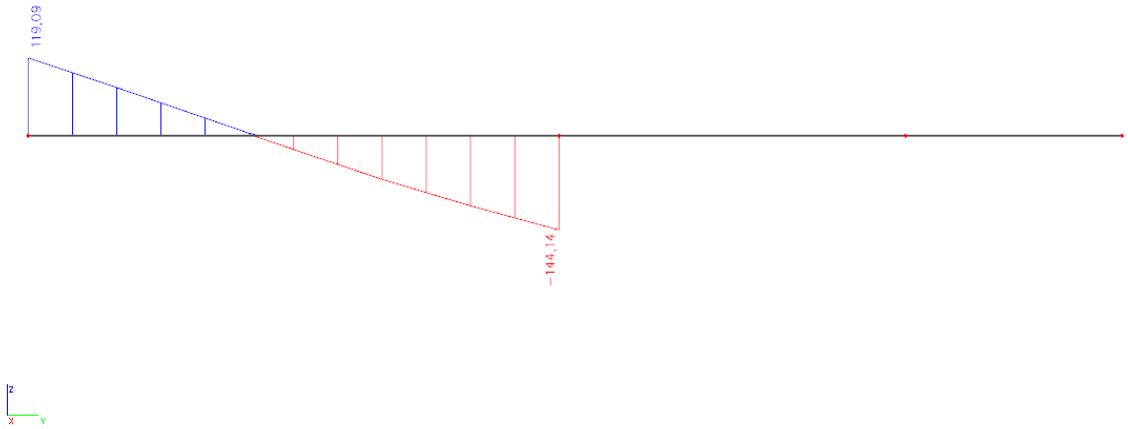
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G203a

My



Vz



Dimenzije T presjeka

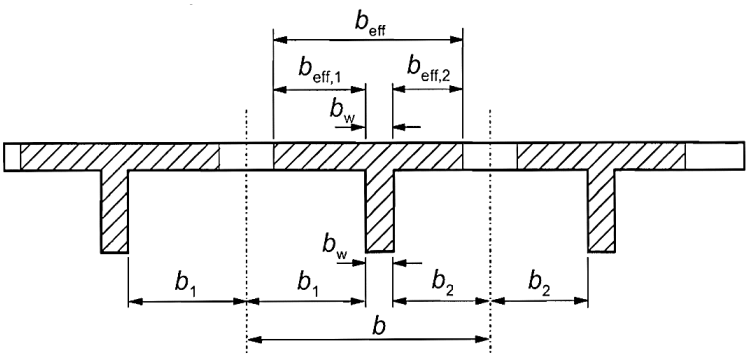
Širina grede:		b_w = 30 cm
Visina grede:		h_w = 30 cm
Visina ploče:		h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm

$b_{2,c}$ = 400 cm $b_2 = b_{2,c} / 2$ = 200 cm

Ukupna visina grede T presjeka: h = 50 cm

Srednja širina grede T presjeka: b = 230 cm

Proračunski raspon grede: l = 540 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l$ = 540 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1}$ = $0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ $b_{eff,2}$ = $0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1}$ = 54 cm < 108 cm $b_{eff,2}$ = 94 cm < 108 cm

$b_{eff,1}$ = 54 cm $b_{eff,2}$ = 94 cm

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

b_{eff} = 54 cm + 94 cm + 30 cm = 178 cm < 230 cm

b_{eff} = 178 cm

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka: h = 50 cm

Zaštitni sloj betona: c_{nom} = 30 mm

Promjer vilica: ϕ_w = 8 mm

Promjer uzdužne armature: ϕ = 14 mm

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka: d_1 = 4,50 cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 96,49 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 9649 kNcm / (178 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,016 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,016 $\xi =$ 0,039 $\zeta =$ 0,987

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 9649 kNcm / (0,987 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 4,94 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18$ cm²; 1,77 cm²$\}$

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{356,00$ cm²; 195,80 cm²$\}$

$A_{s,max} =$ 195,80 cm²

Odabrana armatura u polju:

5ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 7,70 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 7,70 cm² < 195,80 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: $d =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 49,81 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 4981 kNcm / (30 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,048 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,048 ξ = 0,073 ζ = 0,972

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 4981 kNcm / (0,972 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,59 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} =$ min{0,040 · b_w · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max} =$ min{356,00 cm²; 195,80 cm²}

$A_{s,max}$ = 195,80 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 195,80 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 144,14 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0056; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0056

$V_{Rd,c}$ = max{0,4821 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4821 N/mm² · 136500 mm² = 65812 N

$V_{Rd,c}$ = 65,81 kN

Uvijet nosivosti:

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

144,14 kN > 65,81 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: α_{cw} = 1,0 v_1 = 0,6 · [1 - f_{ck} / 250] z = ζ · d ≈ 0,90 · d

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,2 + 1 / 1,2)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

V_{Ed} ≤ $V_{Rd,max}$

144,14 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

A_{sw} = m · A_{sw}^1 promjer spona: **ϕ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

s_{min} = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / V_{Ed}

s_{min} = (1,00 cm² · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,2) / 144,14 kN

s_{min} = 14,82 cm

odabrani razmak s: **s = 10 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$
$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 10\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$
$0{,}14\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$
$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$
$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$
$10{,}00\ cm > 3{,}22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60$ MPa

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$
$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$
$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$
$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 144{,}14\ kN / 543{,}76\ kN = 0{,}27 \qquad 0{,}27 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0{,}75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0{,}75 \cdot 45{,}5\ cm; 30\ cm\}$
$s_{l,max}^2 = \min\{34{,}13\ cm; 30\ cm\}$
$s_{l,max}^2 = 30{,}0\ cm$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30{,}00\ cm$

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20{,}00\ cm}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min} = [1,00 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20] / 20,00\ cm = 106,83\ kN$

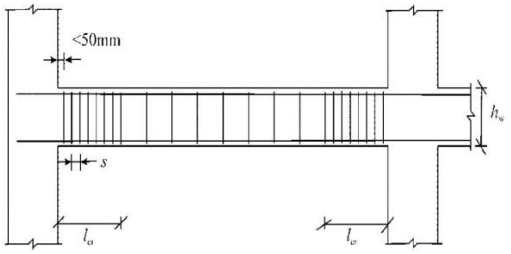
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm s progušćenjem na ϕ8/10 cm od oba kraja oslonca grede u potezu od 0,75 m i 0,35 m.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50\ cm$



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: $d_{bw} = 8\ mm$

Najmanji promjer vlačne armature: $d_{bl} = 14\ mm$

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225\ mm; 8 \cdot d_{bL}\}$

$s = \min\{500\ mm / 4; 24 \cdot 8\ mm; 225\ mm; 8 \cdot 14\ mm\}$

$s = \min\{125\ mm; 192\ mm; 225\ mm; 112\ mm\}$

$s = 112\ mm$

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$

$\rho_{min} = 0,0003$

$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_1 = 7,70\ cm^2 / (30\ cm \cdot 50\ cm)$

$\rho_1 = 0,0051$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0,0051 > 0,0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: $s = 10,0\ cm$

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

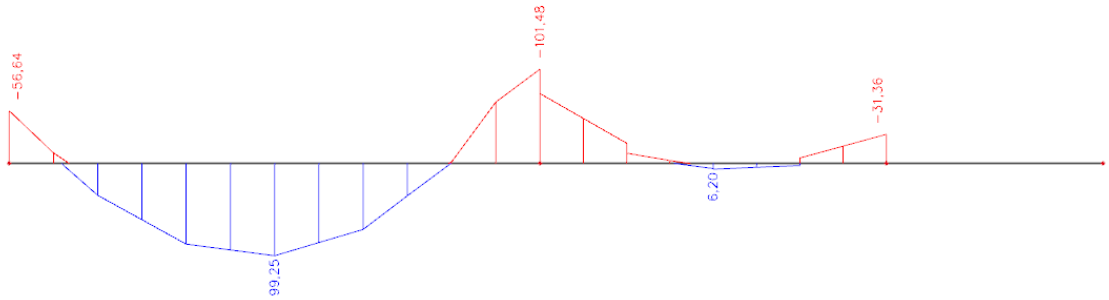
Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	540 cm	
Statička visina:	d =	45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**11,9 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

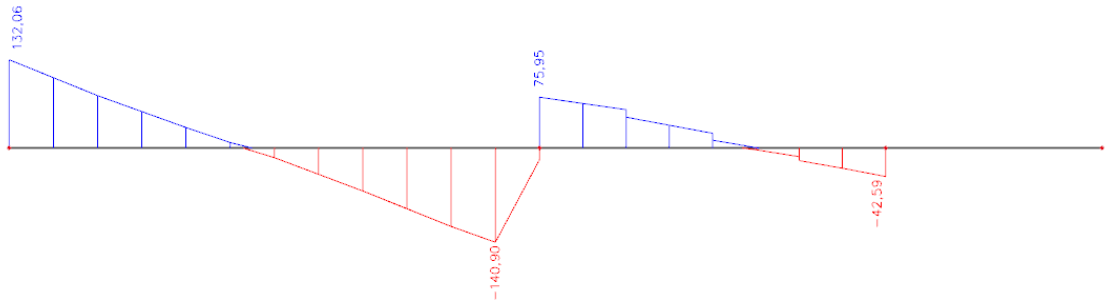
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 5φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni.
U duljini od 1,5 m uz stubište gornja zona se dodatno ojačava s još 4φ14- šipke se prepuštaju u zid stubišta u duljini od minimalno 1,5 m. .
Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G204a

My



Vz



Dimenzije T presjeka

Širina grede:

Visina grede:

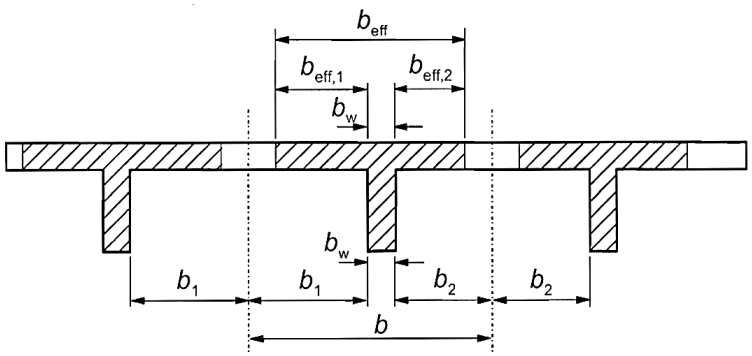
Visina ploče:

Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:

Ukupna visina grede T presjeka:

Srednja širina grede T presjeka:

Proračunski raspon grede:



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama:

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1}$ = 0,2

$b_{eff,1}$ = 30

$b_{eff,1}$ = 30

Proračunska širina T presjeka:

b_{eff} = Σb

b_{eff} = 30

b_{eff} = 11

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:

Zaštitni sloj betona:

Promjer vilica:

Promjer uzdužne armature:

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:

Statička visina presjeka:

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 99,25 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff}$

μ_{Eds} = 9925 kNcm

μ_{Eds} = 0,025

Za odabrani μ_{Eds}

Proračunski potrebna armatura:

$A_{s1} = M_{Eds} / (\zeta \cdot$

A_{s1} = 9925 kNcm

A_{s1} = 5,11 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26

$A_{s,min}$ = max{0,18

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040

$A_{s,max}$ = min{234,0

$A_{s,max}$ = 128,70 cm

Odabrana armatura u polju:

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 8,04 cm² < 128,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka:

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 56,64 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff}

μ_{Eds} = 5664 kNcm

μ_{Eds} = 0,055

Za odabrani μ_{Eds}

Proračunski potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Eds} / (ζ ·

A_{s1} = 5664 kNcm

A_{s1} = 2,96 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26

$A_{s,min}$ = max{0,18

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040

$A_{s,max}$ = min{234,0

$A_{s,max}$ = 128,70 cm

Odabrana armatura iznad oslonca:

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 128,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: V_{Ed} = **140,90 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c $\quad k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ $\quad \rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 $\quad k = \min\{1,66; 2,00\}$ $\quad \rho_l = \min\{0,0059; 0,0200\}$

$\quad k$ = 1,66 $\quad \rho_l$ = 0,0059

$V_{Rd,c}$ = max{0,4897 N/mm²; 0,3755 N/mm²} · 300 mm · 454 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4897 N/mm² · 136200 mm² = 66698 N

$V_{Rd,c}$ = 66,70 kN

Uvijet nosivosti:

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

140,90 kN > 66,70 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40° $\quad$ ctg(θ) = 1,20

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$$

gdje je: α_{cw} = 1,0 $\quad v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $\quad z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

$\quad v_1$ = 0,54 $\quad z$ = 40,86 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,86 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,2 + 1 / 1,2)

$V_{Rd,max}$ = 542,57 kN

Provjera nosivosti:

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

140,90 kN < 542,57 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ $\quad$ promjer spona: $\quad$ **ϕ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² $\quad$ površina presjeka spone: $\quad A_{sw}^1$ = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² $\quad$ reznost: $\quad m$ = 2

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1{,}00\ cm^2 \cdot 40{,}86\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2 \cdot 1{,}2) / 140{,}90\ kN$

$s_{min} = 15{,}13\ cm$

odabrani razmak s: **s = 10 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 10\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0{,}14\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$

$10{,}00\ cm > 3{,}22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60\ MPa$

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$

$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$

$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 140{,}90\ kN / 542{,}57\ kN = 0{,}26 \qquad 0{,}26 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2$ = min{0,75 · d; 30 cm} = min{0,75 · 45,4 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = min{34,05 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = 30,0 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 30,00 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: **$s_{l,max,odabrano}$ = 20,00 cm**

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = [1,00 · 40,86 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20] / 20,00 cm = 106,59 kN

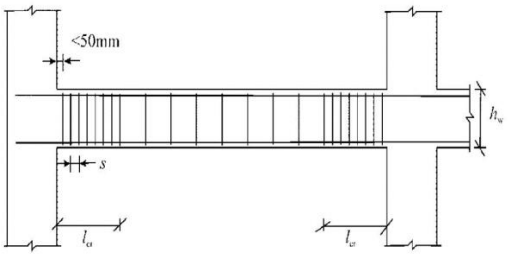
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm s progušćenjem na ϕ8/10 cm od oba kraja oslonca grede u potezu od 0,68 m i 0,50 m.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 16 mm

Razmak spona s:

s = min{h_w / 4; 24 · d_{bw}; 225 mm; 8 · d_{bL}}

s = min{500 mm / 4; 24 · 8 mm; 225 mm; 8 · 16 mm}

s = min{125 mm; 192 mm; 225 mm; 128 mm}

s = 125 mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 125 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = $0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$ ρ_1 = $A_{s1} / (b \cdot h)$

ρ_{min} = 0,5 · (0,26 MPa / 500 MPa) ρ_1 = 8,04 cm² / (30 cm · 50 cm)

ρ_{min} = 0,0003 ρ_1 = 0,0054

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0054 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

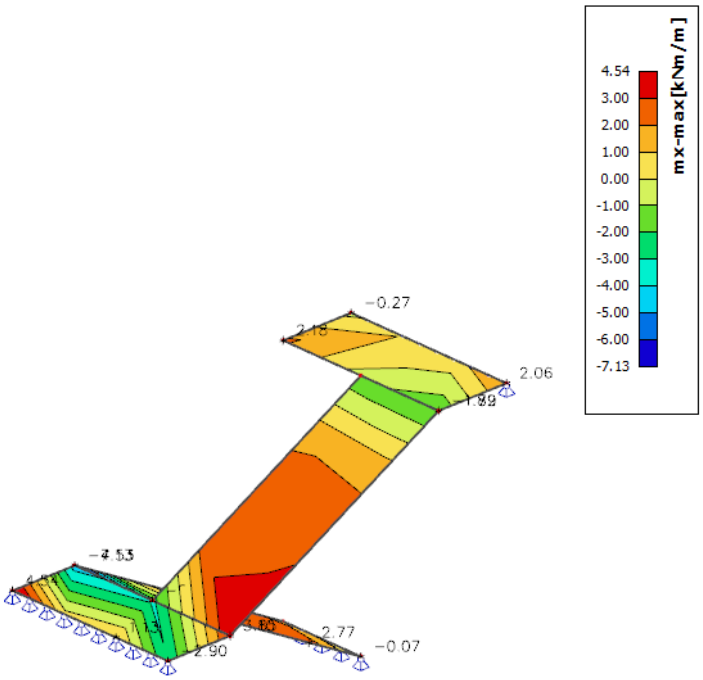
Proračunski raspon:	l_{eff} =	530 cm	
Statička visina:	d =	45,40 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**11,7 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 4φ16 te 2φ14 u gornjoj zoni. U duljini od 1,5 m obostranp iznad središnjeg ležaja gornja zona se dodatno ojačava s još 2φ14. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

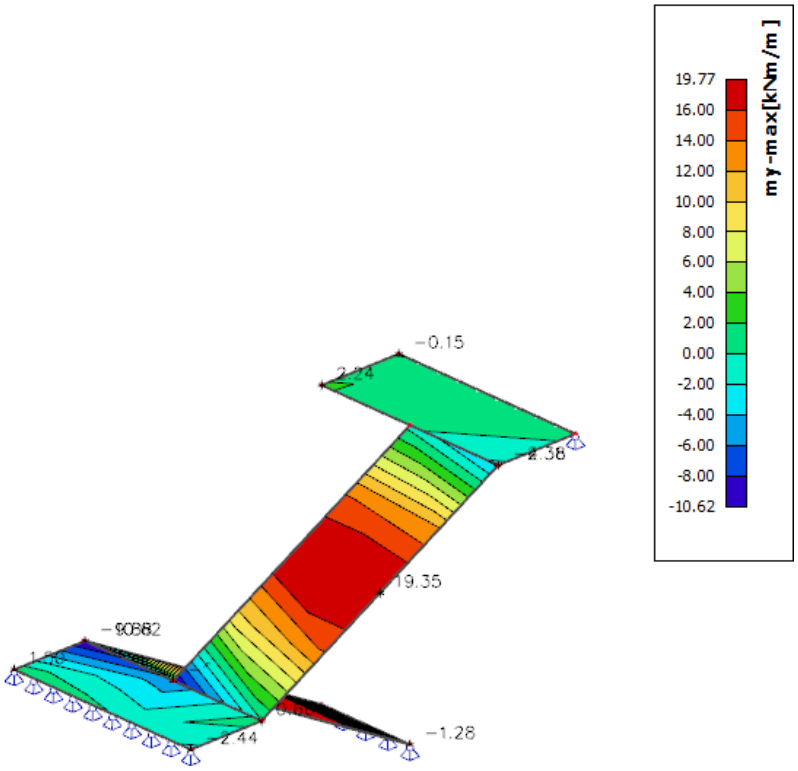
2.2.9 PRORAČUN STUBIŠTA

Mx


mx-max[kNm/m]
4.54
3.00
2.00
1.00
0.00
-1.00
-2.00
-3.00
-4.00
-5.00
-6.00
-7.13
-0.27
2.06
-4.53
2.77
-0.07
2.90

My

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com



ULAZNI PARAMETRI

debljina ploče: h = 16 cm

zaštitni sloj betona: c_{nom} = 2,0 cm

promjer šipke: φ_s = 10 mm

statička visina presjeka: d = 16 - 2,0 - 0,50 = 13,5 cm

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona za odabranu klasu betona: **C25/30**

f_{ck} = 25 N/mm² f_{ctm} = 2,60 N/mm²

f_{cd} = f_{ck} / 1,50

f_{cd} = 1,67 kN/cm²

Proračunska čvrstoća čelika za odabranu klasu čelika: **B500B**

f_{yk} = 500 N/mm²

f_{yd} = f_{yk} / 1,15

f_{yd} = 43,48 kN/cm²

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 19,77 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 1977\ kNcm / (100\ cm \cdot (13,50\ cm)^2 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$\mu = 0,065 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,065 ξ = 0,093 ζ = 0,964

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 1977\ kNcm / (0,964 \cdot 13,50\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 3,50 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d;\ 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (2,60\ MPa / 500\ MPa) \cdot 100\ cm \cdot 13,50\ cm;\ 0,0013 \cdot 100\ cm \cdot 13,50\ cm\}$

$A_{s,min} = \max\{1,83\ cm^2;\ 1,76\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,83 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

3,50 cm² > 1,83 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot 100\ cm \cdot 16\ cm = 64,00\ cm^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 385***	***$A_{s1,prov}$ = 3,85 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD LEŽAJA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 10,62 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ = 1062 kNcm / (100 cm · (13,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,035 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,035 ξ = 0,059 ζ = 0,978

Potrebna armatura:

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

A_{s1} = 1062 kNcm / (0,978 · 13,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,85 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 13,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 13,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{1,83 cm²; 1,76 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,83 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

1,85 cm² > 1,83 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature iznad ležaja:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 16 cm = 64,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 226***	***$A_{s1,prov}$ = 2,26 cm²***

ARMIRANOBETONSKA PLOČA STUBIŠTA

d = 16 cm

Donja zona: Q - 385

Gornja zona: Q - 226

2.2.10 DIMENZIONIRANJE ZIDA STUBIŠTA

- Minimalna vertikalna armatura:

Za zid debljine 30 cm:

$A_{s,v,min}$= 0,002 x A_c= 0,002 x 30 x 100= 6 cm^2/m

Usvojeno: Q- 335 obostrano

Za zid debljine 20 cm:

$A_{s,v,min}$= 0,002 x A_c= 0,002 x 20 x 100= 4 cm^2/m

Usvojeno: Q- 257 obostrano

Zidove debljine 30 cm armirati obostrano armaturnim mrežama Q- 335, zid debljine 20 cm Q-257 .

Svi detalji armiranja zidova prikazati će se u izvedebnom projektu.

2.2.11 DIMENZIONIRANJE OKNA LIFTA

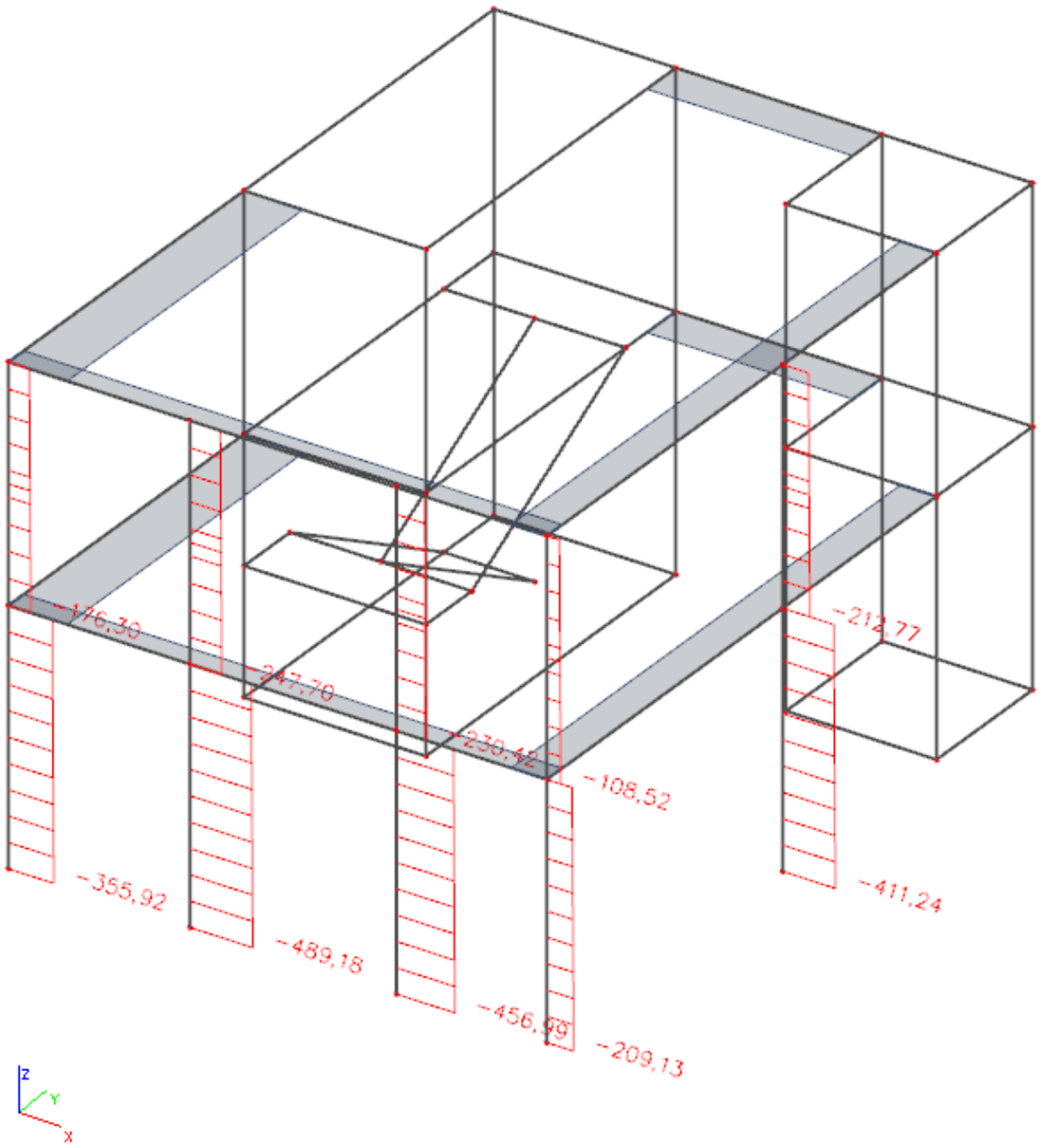
Ab zidovi okna lifta su izloženi manjim opterećnjima od onih stubišta zbog čega se zaključuje da zadovoljavaju granična stanja nosiovsti i stabilnosti.

Usvajaju se iste količine armature definirane za ab zidove stubišta- za zidove debljine 30 cm Q-335 obostrano i za zidove debljine 20 cm Q- 257 obostrano.

Svi detalji armiranja zidova prikazati će se u izvedebnom projektu.

Temeljnu ploču lifta izvesti debljine 30 cm i armirati s Q- 385 obostrano.

2.2.12 DIMENZIONIRANJE STUPOVA



Dimenzije stupa

Širina presjeka:	b =	30 cm
Visina presjeka:	h =	30 cm

Posebne odredbe za stupove opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1-1.

Ograničenje najveće proračunske tlačne sile

Proračunska uzdužna sila: $N_{Ed,s}$ = **500,00 kN**

Za razred duktilnosti **M** (**DCM**): $N_{Ed} \leq 0,65 \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}$

500 kN < 0,65 · 30 cm · 30 cm · 500 kN/cm² = 585,00 kN - Uvijet je zadovoljen!

Minimalna uzdužna armatura

$A_{s,min,potres}$ = 0,01 · A_c

$A_{s,min,potres}$ = 0,01 · 30 cm · 30 cm

$A_{s,min,potres}$ = 9,00 cm²

Maksimalna uzdužna armatura

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c

$A_{s,max}$ = 0,04 · 30 cm · 30 cm

$A_{s,max}$ = 36,00 cm²

Odabrana glavna armatura:

$A_{s1,prov}$ + $A_{s2,prov}$ = (4 + 4)φ14 = 8φ14 = 12,32 cm²

Predviđa se i dodatna armatura bočno, između šipki u kutovima i to:

$A_{s,dodatna}$ = (1 + 1)φ14 = 2φ14 = 3,08 cm²

$A_{s,min} \leq (A_{s1,prov} + A_{s2,prov} + A_{s,dodatna}) \leq A_{s,max}$

9,00 cm² < 15,40 cm² < 36,00 cm²

Razmak poprečne armature prema HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015

Odabire se manja vrijednost:

$s_{cl,tmax}$ = min(12 · $\varphi_{s,min}$; b_{min}; 30 cm)

$s_{cl,tmax}$ = min(16,8 cm; 30 cm; 30 cm)

$s_{cl,tmax}$ = 16,8 cm

$\varphi_{s,min}$ - promjer najmanje uzdužne šipke.

b_{min} - najmanja izmjera betonske jezgre.

Odabrani međusobni razmak poprečne armature (spona): s_{cl} = 15,0 cm

Određivanje duljine kritičnog područja stupa l_{cr}:

Za razred duktilnosti M:

Najveća izmjera presjeka stupa: h_c = 0,30 m

Svjetla visina stupa l_{cl}: l_{cl} = 4,00 m

$l_{cl} / h_c < 3$ l_{cl} / h_c = 13,33 > 3

Kako je odnos svjetle visine stupa i najveće izmjere presjeka stupa veći od 3, kritična područja su područja do udaljenosti lcr od krajeva stupa.

l_{cr} = max(h_c; l_{cl} / 6; 0,45 m)

l_{cr} = max(0,30 m; 0,67 m; 0,45 m)

l_{cr} = 0,67 m

Kritična duljina područja stupa iznosi 0,67 m.

Najveći razmak poprečne armature u kritičnim područjima prema HRN EN 1998-1:2011:

Progušćenje se izvodi na krajevima stupova na udaljenostima u vrijednosti lcr = 67 cm. Progušćena poprečna armatura se izvodi kroz cijeli čvor spoja stupa s gredama.

s_{max} = min(b_o / 2; 17,5 cm; 8 · d_{bL})

s_{max} = min(30 cm / 2; 17,5 cm; 8 · 1,4 cm)

s_{max} = min(5,9 cm; 17,5 cm; 11,20 cm)

s_{max} = 11,2 cm

b_o - najmanja izmjera betonske jezgre.

d_{bL} - promjer najmanje uzdužne šipke.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} = 180 cm	
Statička visina:	d = 44,00 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d = 4,1 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

Kako svi stupovi preuzimaju potresne sile za sve se usvajaju isti poprečni presjeci i količine armature kao za najopterećniji proračunati stup.

2.2.13 NADTEMELJNI ZIDOVI

Nadtemeljne zidove izvesti debljina 30 i 20 cm i armirati obostrano armaturnim mrežama Q-257.

Sjeverni nadtemeljni zid ima funkciju potpornog zida (promatramo ga kao jednostano ukopani) te se iz tog razloga armira obostrano armaturnim mrežama Q- 636.

2.2.14 PRORAČUN TRAKASTIH TEMELJA OBJEKTA

PROVJERA NOSIVOSTI TLA ISPOD TEMELJNE TRAKE

Dimenzije temelja:

širina temelja:	$a =$	*120 cm*
jedinična dužina temelja:	$b =$	*100 cm*
visina temelja:	$h =$	*60 cm*
zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	*4 cm*
promjer šipke:	$\phi_s =$	*14 mm*
statička visina presjeka poprečne armature:	$d_x = h - c_{nom} - \varphi_s / 2 =$	*55,3 cm*
statička visina presjeka uzdužne armature:	$d_y = d_x - \phi_s =$	*53,9 cm*
srednja statička visina presjeka:	$d_m = (d_x + d_y) / 2 =$	*54,6 cm*

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Beton C25/30: $f_{ck} =$ *25 N/mm²*

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

$f_{cd} =$ *1,67 kN/cm²*

Proračunska čvrstoća čelika

Čelik B500B: $f_{yk} =$ *500 N/mm²*

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

$f_{yd} =$ *43,48 kN/cm²*

Parametri materijala:

Dobro granulirani šljunak (GW)

Specifična težina tla u dreniranim uvjetima: $\gamma_s =$ *20,0 kN/m³*

Specifična težina tla u nedreniranim uvjetima: $\gamma_s' =$ *10,0 kN/m³*

Kut unutarnjeg trenja materijala: $\varphi'_k =$ *35,00°*

Kut trenja zida i tla: $\delta'_k = k \cdot \varphi'_k =$ *17,50°*

Kohezija u dreniranim uvjetima: $c_k' =$ *50,00 kPa*

Parcijalni faktori svojstva materijala:

Faktor tangensa efektivnog kuta trenja: $\gamma_{\varphi'} =$ *1,25*

Faktor efektivne kohezije: $\gamma_{c'} =$ *1,25*

Faktor nedrenirane posmične čvrstoće: $\gamma_{cu} =$ *1,40*

Proračunski parametri tla:

Kut efektivnog trenja: $\varphi'_d = arctg[tg(\varphi'_{1,k}) / \gamma_{\varphi'}] =$ *29,256°*

Proračunski kut trenja zida i tla: $\delta'_d = arctg[tg(\delta_k) / \gamma_{\varphi'}] =$ *14,157°*

Efektivna kohezija: $c'_d = c_k' / \gamma_{c'} =$ *40,00 kPa*

Nedrenirana posmična čvrstoća: $c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{c'} =$ *35,71 kPa*

Analiza opterećenja

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA TEMELJA

$G_{sw,d} = \gamma_G \cdot G_k$

$G_{sw,d} = 1,35 \cdot [(1,20\ m \cdot 1,00\ m \cdot 0,60\ m) \cdot 25\ kN/m^3]$

$G_{sw,d} = 24,30\ kN/m'$

Proračunska vertikalna komponenta reakcije konstrukcije na temelj:

$R_d = 500,00\ kN/m'$

Proračunska vrijednost ukupne vertikalne sile na temelj:

$V_d = G_{sw,d} + R_d$

$V_d =$ 24,30 kN/m + 500,00 kN/m = 524,30 kN/m

Proračunska horizontalne komponente reakcije na temelj:

$H_{d,x} = 4,89\ kN / 1,00\ m = 4,89\ kN/m'$

$H_{d,y} = 5,74\ kN / 1,00\ m = 5,74\ kN/m'$

Proračunske komponente momenata savijanja reakcije na temelj:

$M_{d,x} = 7,65\ kN / 1,00\ m = 7,65\ kN/m'$

$M_{d,y} = 3,67\ kN / 1,00\ m = 3,67\ kN/m'$

Određivanje ekscentriciteta djelovanja na temelju:

$e_x / a + e_y / b < 1 / 6$ - za osnovna opterećenja

$(e_x / a)^2 + (e_y / b)^2 < 1 / 9$ - za seizmička opterećenja

$e_{x,dod} =$ 0,00 m $\quad e_{y,dod} =$ 0,00 m

$e_x = M_{d,x} / V_d + e_{x,dod}$ $\quad e_y = M_{d,y} / V_d + e_{y,dod}$

$e_x =$ 0,01 m + 0,00 m = 0,01 m $\quad e_y =$ 0,01 m + 0,00 = 0,01 m

$e_x / a =$ 0,01 / 1,20 m = 0,01 $\quad e_y / b =$ 0,01 / 1,00 m = 0,01

$e_x \leq a / 6$ $\quad e_y \leq b / 6$

0,01 m < 1,20 m / 6 = 0,20 m $\quad$ 0,01 m < 1,00 m / 6 = 0,17 m

$0,01 + 0,01 = 0,02 < 1 / 6 = 0,17$ - Rezultanta opterećenja je unutar jezgre presjeka.

$u_x = a / 2 - e_x$ $\quad u_y = b / 2 - e_y$

$u_x =$ 0,60 m - 0,01 m = 0,59 m $\quad u_y =$ 0,50 m - 0,01 m = 0,49 m

Određivanje naprezanja ispod temelja

Površina temeljne stope: $A_{temelja} = a \cdot b =$ 1,20 m²

Moment otpora temeljne stope W_x: $W_x = a \cdot b^2 / 6 =$ 0,20 m³

Moment otpora temeljne stope W_y: $W_y = b \cdot a^2 / 6 =$ 0,24 m³

Proračunska širina temelja:

$a' = a \cdot (1 - 2 \cdot e_x / a)$ $\quad b' = b \cdot (1 - 2 \cdot e_y / b)$

$a' =$ 1,18 m $\quad b' =$ 0,98 m

Proračunska površina temelja:

$A'_{temelja} =$ $a' \cdot b' =$ 1,18 m · 0,98 m = 1,15 m²

(umanjenje za 4 % od ukupne površine od 1,20 m².)

Naprezanja ispod temelja:

Naprezanje na kraju temelja ako je djelovanje izvan jezgre presjeka u dva smjera:

$\sigma_{max,1} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_x \cdot a)$ $\quad \sigma_{max,2} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_y \cdot b)$

$\sigma_{max,1} =$ 497,56 kN/m² $\quad \sigma_{max,2} =$ 708,99 kN/m²

Kako proračunsko opterećenje djeluje unutar jezgre presjeka, vršno proračunsko naprezanje iznosi:

$q_{Ed} =$ **493,18 kN/m²**

Nosivost temeljnog tla procijenjuje se na 550 kN/m^2. Podatak se procijenjuje na osnovu obilaska terena i podataka dostupnih u dokumentaciji geotehničkih istraživanja provedenih na okolnim lokacijama. Prilikom izvođenja radova potrebno je utvrditi ako pretpostavljeni podaci odgovaraju stanju na terenu. Ukoliko se ukažu značajna odstupanja, proračun temelja je potrebno ponoviti. Procjena i ispitivanje nosivosti temeljnog tla odgovornost je nadzornog inženjera i izvođača.

Ekscentrično pozicionirani temelji sjevernog dijela objekta opterećni su cca 5x manjim opterećenjem zbog čega se usvaja da će ukupna širina temelja od 100 cm na tom dijelu biti zadovoljavajuća.

DIMENZIONIRANJE TEMELJNE TRAKE

Proračunski moment savijanja u temelju:

$M_{Sd,y} = 1 / 48 \cdot (5 \cdot \sigma_1 + \sigma_2) \cdot b^3$

$M_{Sd,y} = 115,09$ kNm/m'

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 11509$ kNcm / (120 cm · (53,90 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu = 0,020 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu = 0,020$ $\xi = 0,043$ $\zeta = 0,985$

Potrebna armatura:

$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd})$

$A_{s1} = 11509$ kNcm / (0,985 · 53,90 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 4,98 cm²

Minimalna armatura:

$A_{s,min,1} = 0,0015 \cdot b \cdot d_y$

$A_{s,min,1} = 9,70$ cm²

$A_{s,min,2} = (0,022 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,2} = 0,47$ cm²

$A_{s,min,3} = (0,60 \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,3} = 7,76$ cm²

Maksimalna armatura:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 258,72$ cm²

Odabrana uzdužna armatura:

8φ14	**$A_{s1,y}$ = 12,32 cm²**

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake):

$A_{s1,y} =$ min 20% · $A_{s1,x}$

$A_{s1,y} =$ 0,20 · 12,32 cm² = 2,46 cm²

Rekapitulacija armature temelja:

Odabrana uzdužna armatura temelja je 8ϕ14 sa sponama ϕ8/20 cm.

2.3 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11- JUGOISTOČNI ANEKS

2.3.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA

Vlastito opterećenje konstruktivnih elemenata se automatski izračunava u programskom paketu SCIA Engineer, stoga se u nastavku za ulazni podatak o stalnom opterećenju u programu unosi samo dodatno stalno opterećenje.
*Oznaka opterećenja od vlastite težine je **VT**.*

STALNO OPTEREĆENJE - DODATNO STALNO OPTEREĆENJE

Dodatno stalno opterećenje krova - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Šljunak, 80 mm - 152,00 kg/m²		1,52 kN/m²
2	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
3	Beton za pad, 80 mm - 192,00 kg/m²		1,92 kN/m²
4	XPS, 160 mm - 4,80 kg/m²		0,05 kN/m²
5	Instalacije - 75,00 kg/m²		0,75 kN/m²
6	Spušteni gipskartonski strop 25 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	4,64 kN/m² ~ 4,65 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje međukatnih ploča - projekcija /m²

Broj	Opis		Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²		0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²		1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²		0,01 kN/m²
5	Instalacije - 75,00 kg/m²		0,75 kN/m²
4	Spušteni gipskartonski strop 25 mm - 40,00 kg/m²		0,40 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	2,39 kN/m² ~ 2,40 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje ploča na tlu - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²	0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²	1,00 kN/m²

3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²		0,01 kN/m²
4	XPS, 60 mm - 1,80 kg/m²		0,02 kN/m²
5	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	1,26 kN/m² ~ 1,30 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje stubišta - projekcija /m² tlocrtne površine

Broj	Opis	Opterećenje
1	Stube i završna obloga - 300,00 kg/m²	3,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	3,00 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje ploča na tlu - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Keramičke pločice u ljepilu, 10 mm - 23,00 kg/m²	0,23 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²	1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²	0,01 kN/m²
4	XPS, 60 mm - 1,80 kg/m²	0,02 kN/m²
5	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²	0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	1,26 kN/m² ~ 1,30 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje od zidova - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Vapneno- cementna žbuka, 20 mm - 40,00 kg/m²	0,40 kN/m²
2	Zid od opeke 30cm - 330,00 kg/m²	3,30 kN/m²
3	Ventilirana fasada - 200,00 kg/m²	2,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	5,70 kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

Uporabno opterećenje krovišta - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja nagiba krova <20 planira se uporabno opterećenje krovišta u veličini od 0,60 kN/m2.

q_k = 0,60 kN/m2

Uporabno opterećenje unutarnjih prostorija - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja B2 i C1 planira se uporabno opterećenje unutarnjih prostorija u veličini od 3,00 kN/m2.

q_k = 3,00 kN/m2

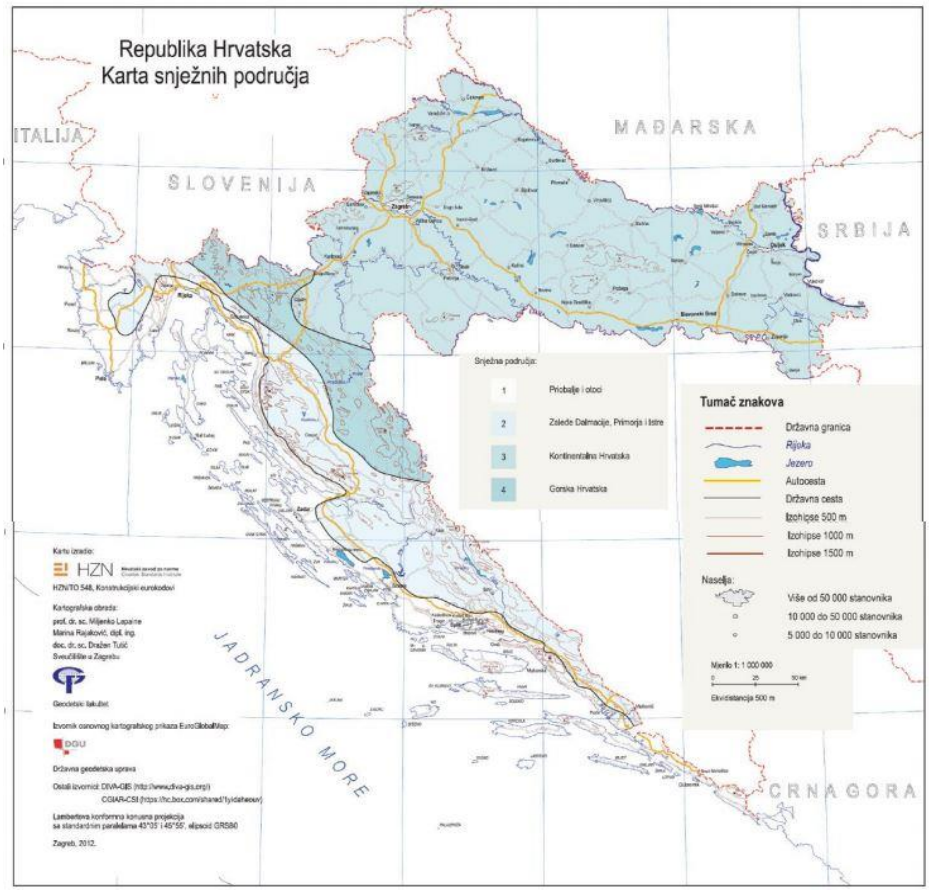
Uporabno opterećenje stubišta - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-1-1:2012/NA 2012, za kategoriju opterećenja S1 planira se uporabno opterećenje stubišta u veličini od 3,00 kN/m2.

q_k = 3,00 kN/m2

Promjenjivo djelovanje snijega - projekcija /m² tlocrtne površine - (SL)

Opterećenje snijegom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.



Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

Prema izvornoj karti snježnih područja, lokacija predmetne građevine spada u gorsku Hrvatsku na nadmorskoj visini do 100 m (30,00 m). Za istu visinu se iz priložene tablice očitava karakteristično opterećenje snijega koje iznosi:

$$s_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Koeficijenti oblika krova očitani su iz nacionalnog dodatka (HRN EN 1991-1-3:2012/A1:2016, tablica 5.2 – Koeficijenti oblika opterećenja snijegom)

Kut nagiba krova α	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0,8 \cdot (60° - \alpha) / 30°$	0
$\mu_2(\alpha)$	$0,8 + 0,8\ \alpha / 30$	1,6	-

Koeficijent oblika krova μ za projektirani nagib krovišta od 1° iznosi:

$$\mu_1(1°) = 0,80$$

Konačno, opterećenje snijegom za danu lokaciju iznosi:

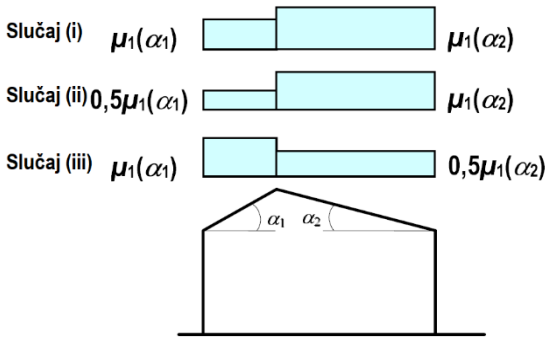
$s = s_k \cdot \mu \cdot C_t \cdot C_e = 0,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,80 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

gdje su:

C_t - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

C_e - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

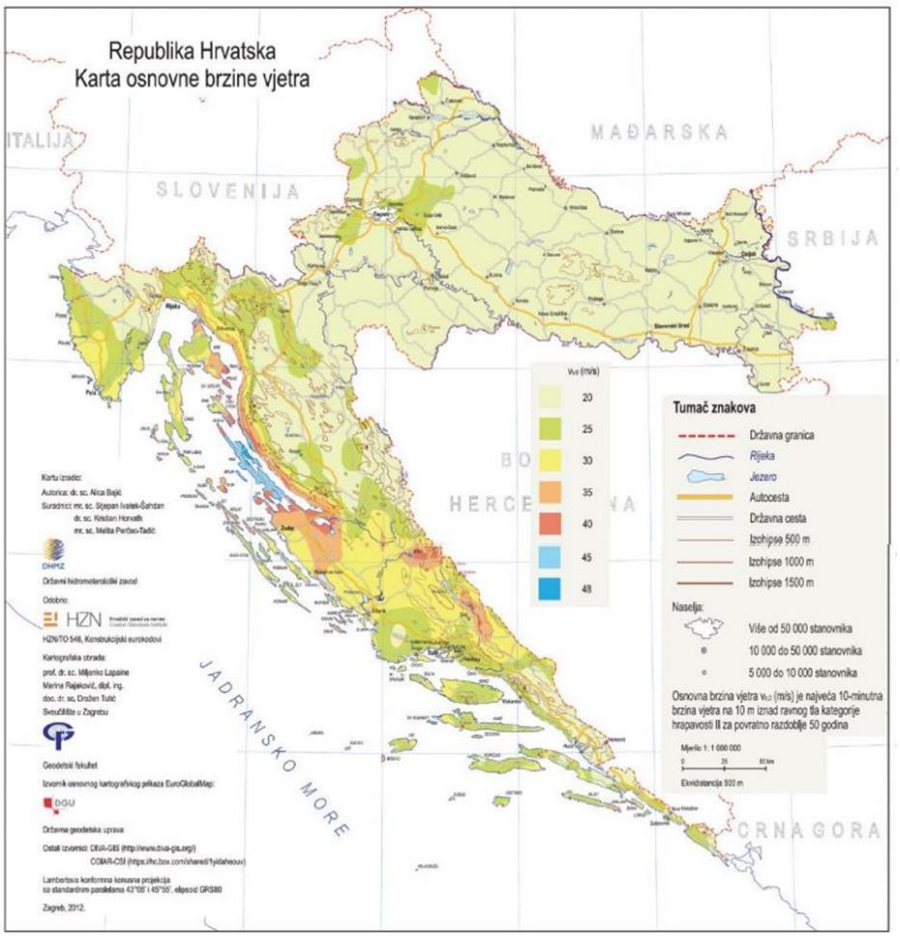
Raspored opterećenja snijegom koeficijentima oblika



Napomena: Zbog simetrije krova primjenjuje se samo simetrična raspodijela opterećenja

Promjenjivo djelovanje vjetra - projekcija /m² okomito na krovnu površinu

Opterećenje vjetrom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.



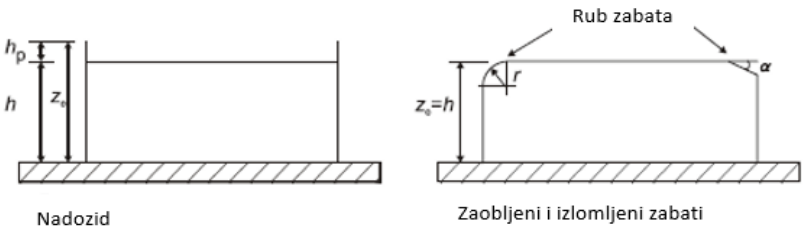
Karta osnovne brzine vjetra

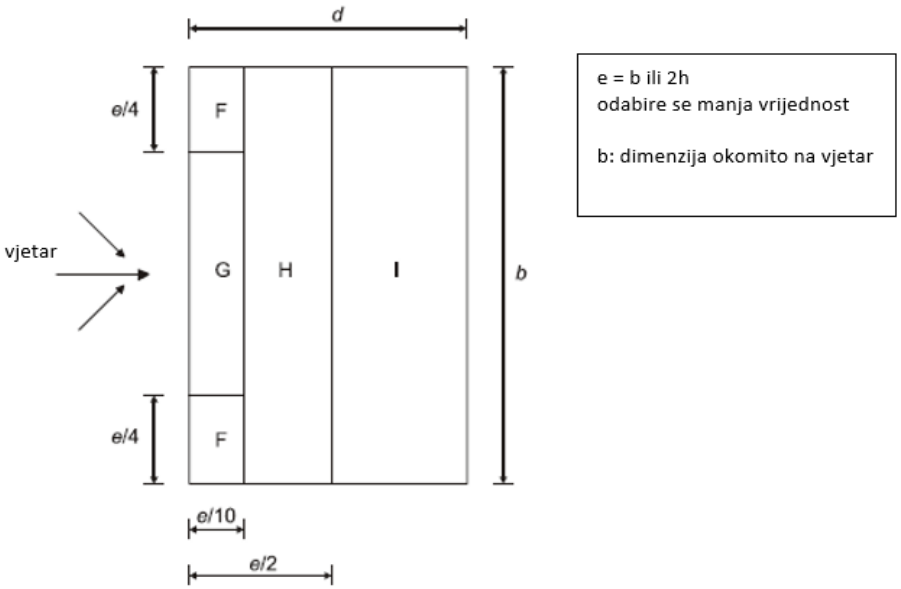
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Lokacija građevine:		**PULA**
Kategorija terena:		**3**
Referentna visina:	**z =**	**13,00 m**
Temeljna osnovna brzina vjetra:	$v_{b,0}$ =	25 m/s
Faktor smjera:	c_{dir} =	1,00
Faktor godišnjeg doba:	c_{season} =	1,00
Faktor orografije:	$c_{o(z)}$ =	1,00
Osnovna brzina vjetra:	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$ =	25,00 m/s
Visina kategorije terena II prema tablici 4.1:	$z_{0,II}$ =	0,05 m
Najmanja visina prema tablici 4.1:	z_{min} =	5,00 m
Duljina hrapavosti prema tablici 4.1:	z_0 =	0,30 m
Faktor terena:	$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07}$ =	0,22
Faktor hrapavosti:	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$ =	0,81
Srednja brzina vjetra:	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$ =	20,29 m/s
Faktor turbulencije:	k_I =	1,00
Standardna devijacija:	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I$ =	5,38
Jakost turbulencije:	$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z)$ =	0,27
Gustoća zraka:	ρ =	1,25 kg/m³
Osnovni pritisak brzine vjetra:	$q_b = \rho \cdot v_b^2 / 2$ =	0,39 kN/m²
Vršni pritisak brzine vjetra:	**$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \rho \cdot v_m^2(z) / 2$ =**	**0,74 kN/m²**
Faktor izloženosti:	**$c_e(z) = q_p(z) / q_b$ =**	**1,88**

Djelovanje vjetra na kose krovne površine

Djelovanje vjetra na krovnu plohu se dijeli na krovna područja prema normi za djelovanja vjetra HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove u poglavlju 7.2.3. prema slici 7.6 u nastavku.





Geometrija vjetrovnih zona na krovnoj površini za smjerove vjetra θ = 0° i 90°

Referentna visina za pritiske vjetrova:	$h = z_e =$	13,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 0°	$b_0 =$	27,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 90°	$b_{90} =$	23,00 m

Za vjetar θ = 0°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{27,00 m; 26,00 m} =	26,00 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	6,50 m
Dimenzija e/10:	e /10 =	2,60 m

Za vjetar θ = 90°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{23,00 m; 26,00 m} =	23,00 m
Dimenzija e/4:	e / 2 =	11,50 m

Dimenzija e/4: e / 4 = 5,75 m

Dimenzija e/10: e / 10 = 2,30 m

Vanjski i unutrašnji pritisci vjetra

Nagib krovnih ploha: α = 1°

Referentna visina za vanjski pritisak vjetra: z_e = 13,00 m

Referentna visina za unutrašnji pritisak vjetra: z_e = 13,00 m

Vršni pritisak brzine vjetra: $q_p(z_e)$ = 0,74 kN/m²

Faktor negativnog unutrašnjeg pritiska vjetra: c_{pi}^- = -0,30

Faktor pozitivnog unutrašnjeg pritiska vjetra: c_{pi}^+ = 0,20

Vanjski pritiska vjetra na krov - poprečni smjer vjetra (θ = 0°)

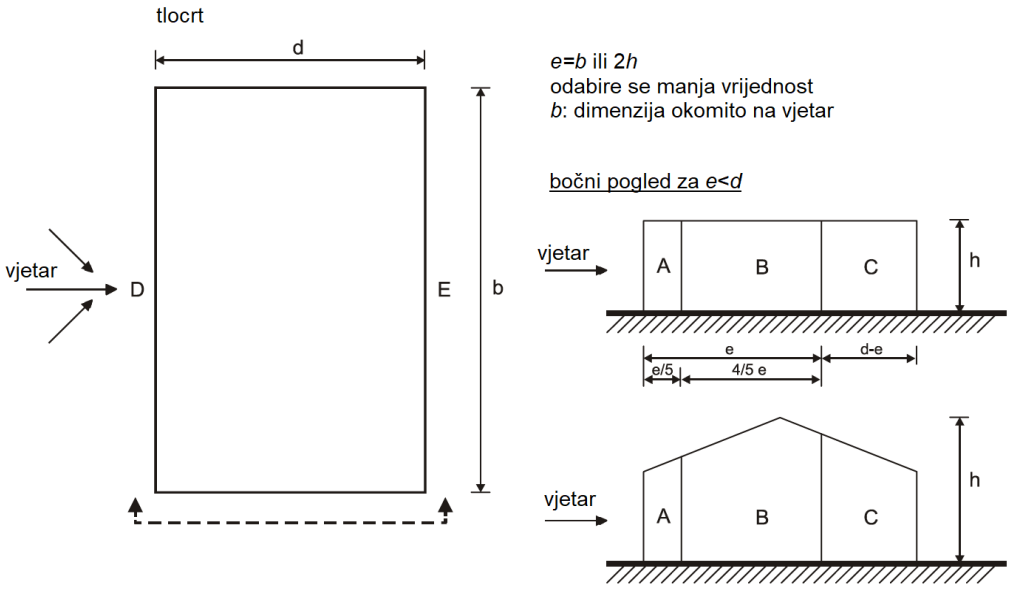
U nastavku se promatra izdvojeni dio tablice 7.2(N) iz norme HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove - poprečni smjer vjetra (θ = 0°) i za referentne površine veće od 10 m2

Odnos h_p / h: h_p / h = 0,80 / 9,00 = 0,09

Vrsta krova	Područja			
	F	G	H	I
S nadozidima hp / h = 0,100	-1,2	-0,8	-0,7	0,2
				-0,2

Djelovanje vjetra na vertikalne plohe

Koeficijenti vanjskog tlaka $c_{pe,10}$ za definirana područja su određeni na slici u nastavku.



Djelovanje vjetra na vertikalne površine

Koeficijenti vanjskog pritiska tlaka vjetra za vertikalne zidove su dobivene na temelju preporučenih vrijednosti iz norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 linearnom interpolacijom.

h = 13,0 m

d_0 = 26,00 m

d_{90} = 23,00 m

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 0°: **h/d_0 = 0,50**

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 90°: **h/d_{90} = 0,57**

HRN EN 1991-1-4 / tablica 7.1

PODRUČJE	A	B	C	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
5	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,5
≤ 0,25	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Za djelovanje vjetra smjera θ = 0°

Interpolacija: h/d = 0,50	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,73
w_e [kN/m^2]	-0,88	-0,59	-0,37	0,59	-0,53

Za djelovanje vjetra smjera θ = 90°

Interpolacija: h/d = 0,57	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,52
w_e [kN/m^2]	-0,88	-0,59	-0,37	0,59	-0,38

POTRESNO DJELOVANJE

POTRESNO DJELOVANJE ZA SMJER X I Y

Objekt se proračunava na djelovanje potresa u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1-:2011/NA: 2011/A1:2021
Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će sudjelovati u konstrukciji. Njihovi prikazi i kombinacije se prikazaju u nastavku proračuna.
Predmetni objekt se proračunava na horizontalno potresno djelovanje koje se definira dvama okomitim smjerovima djelovanja Sx i Sy koje djeluju neovisno istim spektrom odziva.
Vrijednosti za ove proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u vidu faktora važnosti γI. Predmetna građevina ima vrijednost faktora važnosti 1,2

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_I
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih za rušenje	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1,4

Elastični spektar odziva

EC8 propisuje dva elastična spektra odziva:
Tip 1 karakterizira veći intenzitet za duže periode i predlaže se za područje visoke seizmičnosti (Ms>5,5).
Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za dulje periode (Ms<5,5).

Predmetna građevina pripada spektru tipa 1

Tip tla

EC8 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D i E.

Za predmetni objekt je odabran tip tla A

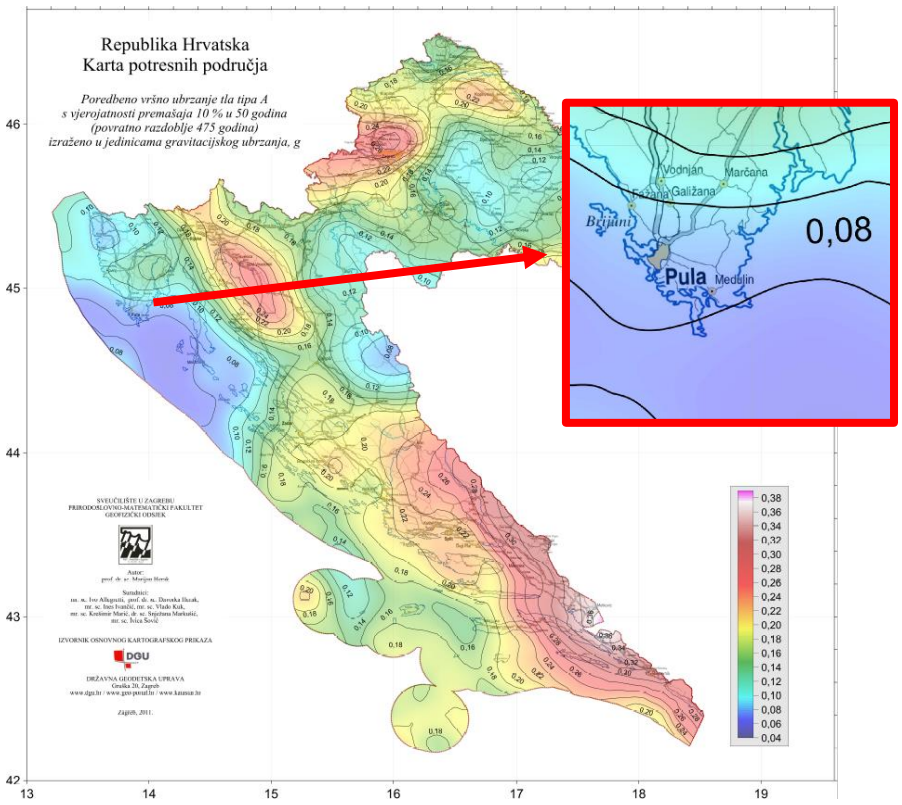
Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	A
Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine namjanje nekoliko desetak metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	B
Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetak metara do više stotina metara	C
Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	D
Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja s vrijednostima vs za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s vs > 800 m/s	E

Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti DCM.

Računsko ubrzanje tla

Za predmetnu lokaciju vršno ubrzanje tla za povratno razdoblje od 475 g iznosi agR = 0,079 g, odnosno 0,775 m/s2.
Računsko ubrzanje tla se množi s ranije definiranim faktorom važnosti građevine.
Prikaz računskih ubrzanja tla prema potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak:



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja nosivosti iznosi:

ag = 0,079 x 1,2 = 0,095 g = 0,930 ms/2

Faktor ponašanja

Faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnos da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u duktilnom području deformiranja. Sadrži podatak o vrsti elemenata, konstrukcije, vrsti gradiva i duktilnosti.

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1

Proračunski spektar odziva je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q koji se dobiva prema izrazu:

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

gdje je:

q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja koja ovisi o tipu konstrukcije, klasi duktilnosti i regularnosti konstrukcije

k_w - koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima

Osnovna vrijednost se očitava iz tablice 5.1. norme HRN EN 1998-1:2011

Tip konstrukcije	**Razred duktilnosti**	
	DCM	**DCH**
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	3,0 α_u/α_1	4,5 α_u/α_1
Sustav nepovezanih zidova	3	4,0 α_u/α_1
Torzijski savitljiv sustav	2	3
Sustav obrnutog njihala	1,5	2

Okvirni sustav, dvojni sustav istovrijedni okvirnom sustavu	α_u/α_1
Jednokatne zgrade	1,1
Višekatni okviri s jednim poljem	1,2
Višekatni okviri s više polja ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnim	1,3

Zidni sustav ili dvojni sustavi istovrijedni zidnim	α_u/α_1
Zidni sustavi sa samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom smjeru	1,0
Drugi sustavi nepovezanih sustava	1,1
Dvojni sustavi istovrijedni zidnim ili sustavi povezanih zidova	1,2

α_1 - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastifikacijskog zgloba

α_u - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma

Za predmetni objekt osnovni faktori ponašanja iznose:

$q_{0,x}$ = 3,0

$q_{0,y}$ = 3,0

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskih sustavima od zidovima	k_w
Za okvirne sustave i dvojne sustave istovrijedne okvirnim	1,0
Za konstrukcije od AB zidova, dvojne konstrukcije ekvivalentne zidovima i konstrukcijama s jezgrom	$0,5 \leq (1+\alpha_0)/3 \leq 1$

gdje je:

α_0 - prevladavajući omjer visine i duljine zida u konstrukciji $\alpha_0 = H_w/L_w$

H_w - ukupna visina dminantnog zida

$L_{w,x}$ - duljina dominantnog zida u smjeru x

$L_{w,y}$ - duljina dominantnog zida u smjeru y

Predmetnoj građevini odgovara:

$k_{w,x}$ = 1,00

$k_{w,y}$ = 1,00

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{Ei}$$

Faktor ponašanja za pojedini smjer iznose:

q_x = 3,0 · 1,0 = 3,0

q_y = 3,0 · 1,0 = 3,0

Proračunski spektar odgovora

Proračun se provodi preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje i promjenjivo opterećenje. Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

Koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje:

Ψ_{Ei} = $\varphi \Psi_{2i}$

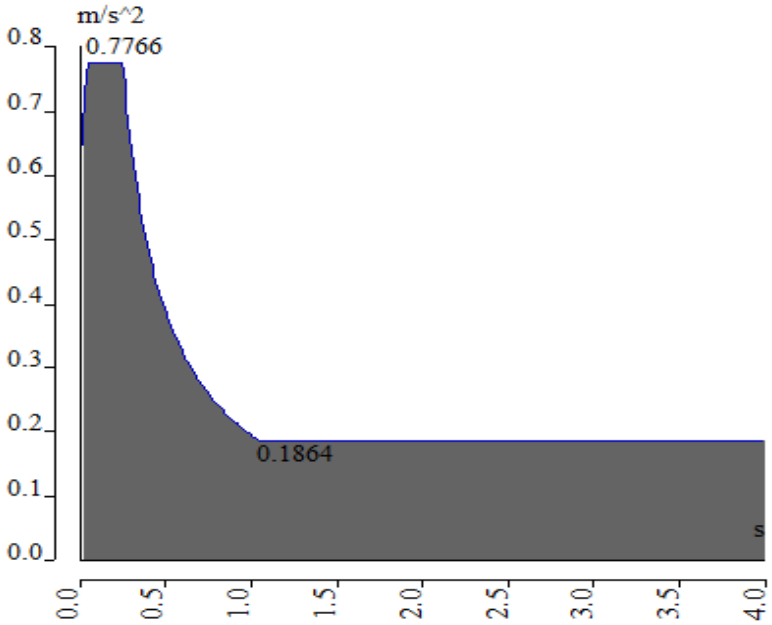
Ψ_{Ei} = 0,80 x 0,30 = 0,24

Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja se uzima prema formulama:

$$\mathbf{E_{dx} + 0,30\ E_{dy}}$$

$$\mathbf{0,30\ E_{dx} + E_{dy}}$$

Prikaz spektra odziva:



Prema HRN EN 1998-1:2011, suma svih upotrebljenih vlastitih oblika moraju aktivirati najmanje 90% ukupne mase. Izračunato je ukupno prvih 12 vlastitih oblika.

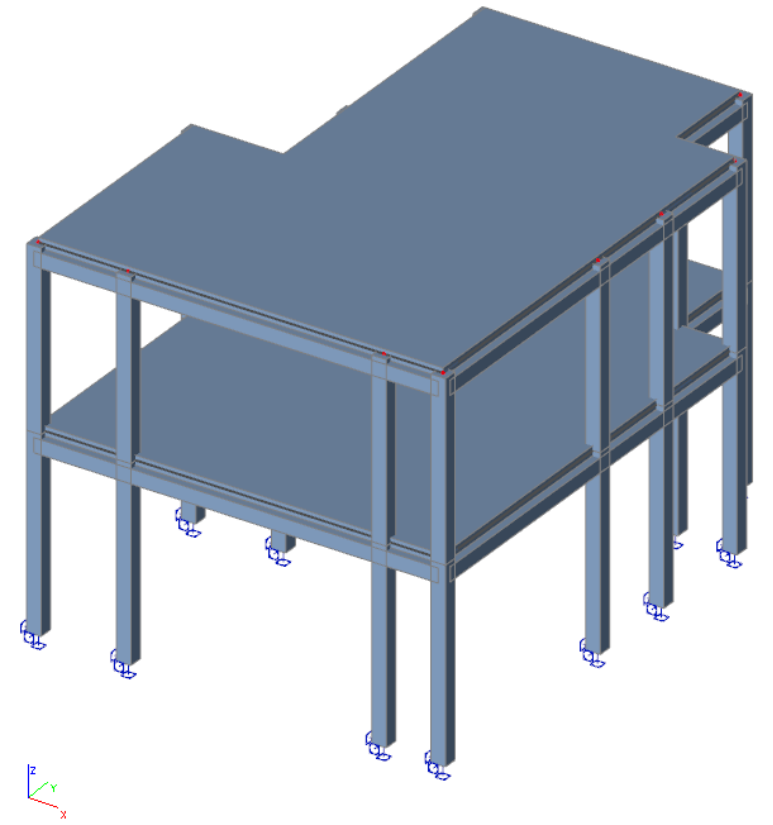
Prirodni modovi konstrukcije i sudjelujuće mase:

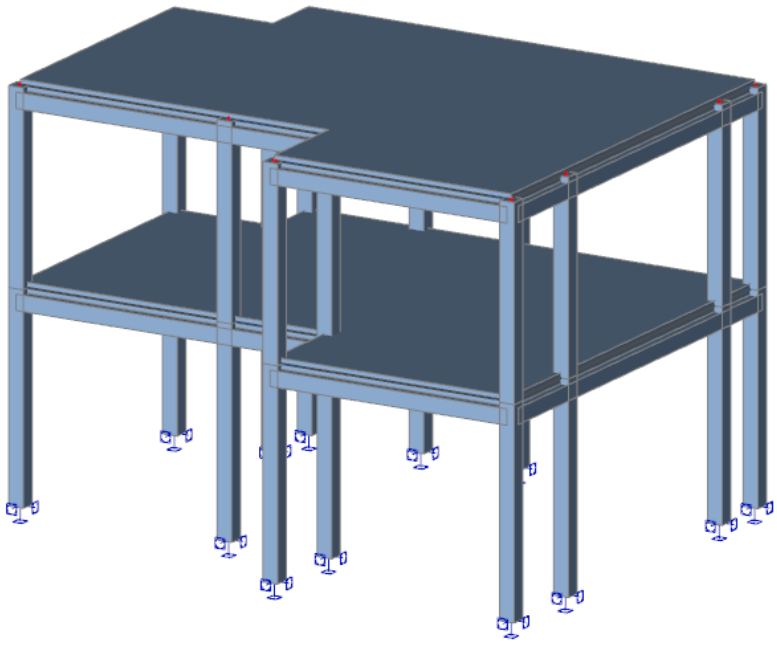
Modal participation factors

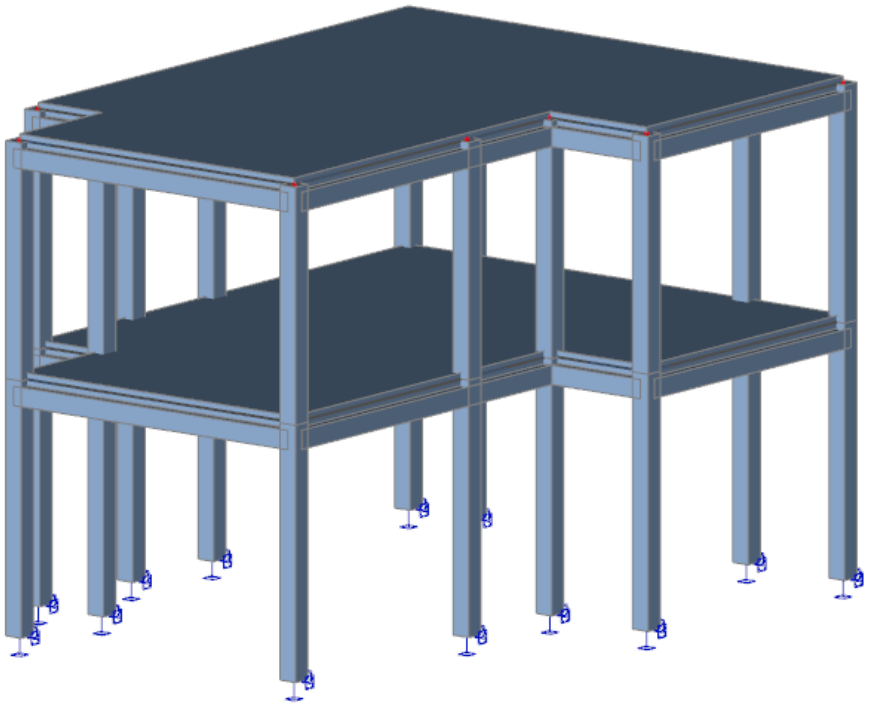
Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
1	11.8069	0.5322	1.8791	0.0217	0.9257	0.0000	0.0058	0.0003	0.0169
2	11.9876	0.5241	1.9079	0.9426	0.0203	0.0000	0.0001	0.0099	0.0029
3	14.6820	0.4280	2.3367	0.0011	0.0187	0.0000	0.0002	0.0000	0.9557
4	31.6706	0.1984	5.0405	0.0009	0.0342	0.0000	0.1697	0.0063	0.0004
5	31.9511	0.1966	5.0852	0.0335	0.0006	0.0001	0.0041	0.2794	0.0001
6	39.3147	0.1598	6.2571	0.0001	0.0005	0.0001	0.0038	0.0003	0.0239
7	69.5613	0.0903	11.0710	0.0000	0.0000	0.3170	0.0465	0.0024	0.0000
8	81.1377	0.0774	12.9135	0.0000	0.0001	0.1187	0.0445	0.0006	0.0000
9	86.5173	0.0726	13.7697	0.0000	0.0000	0.1308	0.3458	0.0001	0.0000
10	91.2498	0.0689	14.5228	0.0000	0.0000	0.0080	0.0164	0.0026	0.0000
11	105.0469	0.0598	16.7187	0.0000	0.0000	0.0178	0.0190	0.1291	0.0000
12	106.0782	0.0592	16.8829	0.0000	0.0000	0.0137	0.0001	0.0339	0.0000
				0.9999	0.9999	0.6063	0.6560	0.4650	0.9999

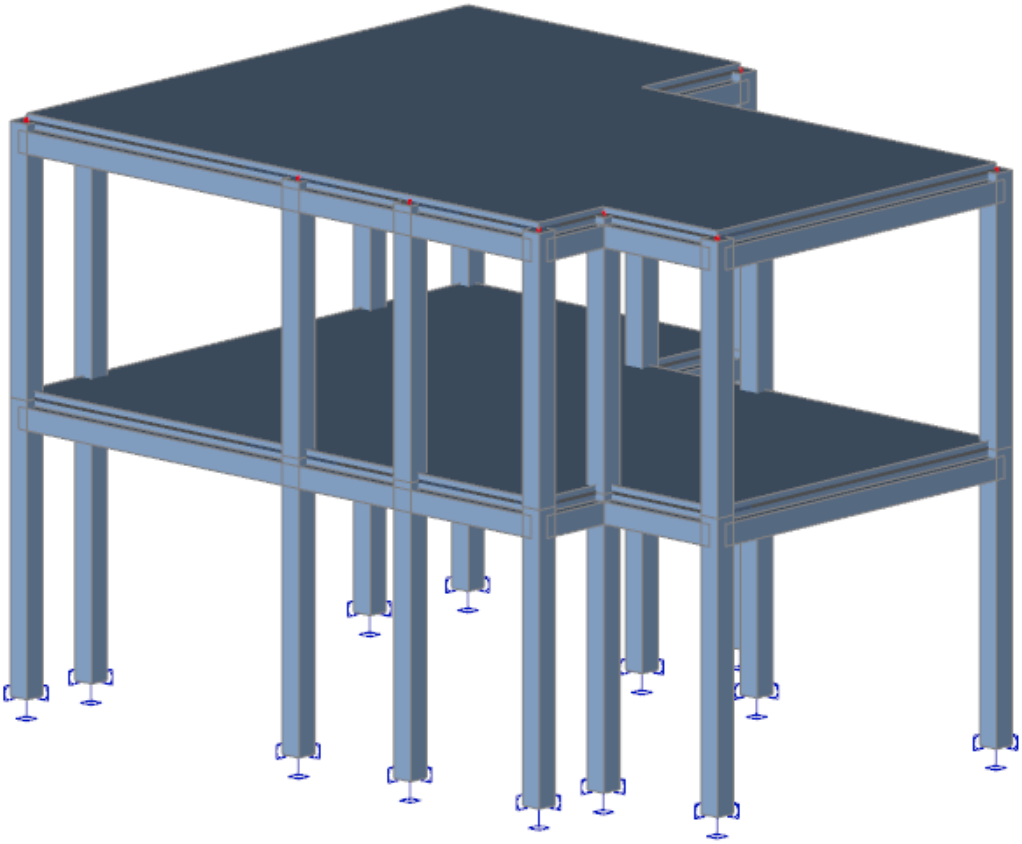
Ukupna aktivirana masa konstrukcije u X smjeru iznosi 99,9 % dok u Y smjeru iznosi 99,9 %. Kao što vidimo u prethodnoj tablici zadovoljen je uvjet aktivacije preko 90 % ukupne mase konstrukcije.

2.3.2 PRORAČUNSKI MODEL GRAĐEVINE









2.3.3 KOMBINACIJE DJELOVANJA

Za dokaz nosivosti elemenata konstrukcije predmetne građevine, djelovanja se kombiniraju za sljedeća granična stanja i iznose:

Granično stanje nosivosti

GSN

1,35*VT+1,35*dg

1,00*VT+1,00*dg

1,35*VT+1,35*dg+1,50*q+0,75*s+0,90*w

1,00*VT+1,00*dg+1,50*q+0,75*s+0,90*w

1,35*VT+1,35*dg+1,05*q+1,50*s+0,90*w

1,00*VT+1,00*dg+1,05*q+1,50*s+0,90*w

1,35*VT+1,35*dg+1,05*q+0,75*s+1,50*w

1,00*VT+1,00*dg+1,05*q+0,75*s+1,50*w

1,00*VT+1,00*dg+0,30*q+1,00*SEIS_X+0,30*SEIS_Y

1,00*VT+1,00*dg+0,30*q+0,30*SEIS_X+1,00*SEIS_Y

Granično stanje uporabljivosti

GSU karakt

1,00*G + 1,0*dg

1,00*G + 1,0*dg+1,00*q+0,50*s+0,60*w

1,00*G + 1,0*dg+0,70*q+1,00*s+0,60*w

1,00*G + 1,0*dg+0,70*q+0,50*s+1,00*w

GSU kvazi

1,00*G + 1,0*dg

1,00*G + 1,0*dg+0,30*q

2.3.4 PRORAČUN KROVNE PLOČE

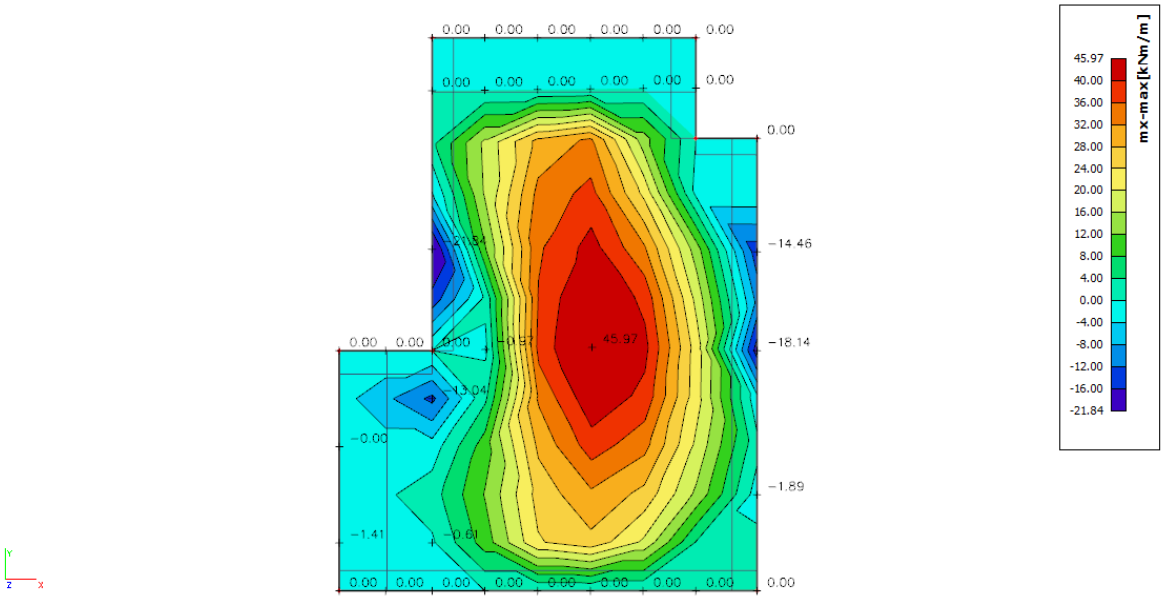
Pretpostavlja se AB ploča debljine 25 cm.

PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

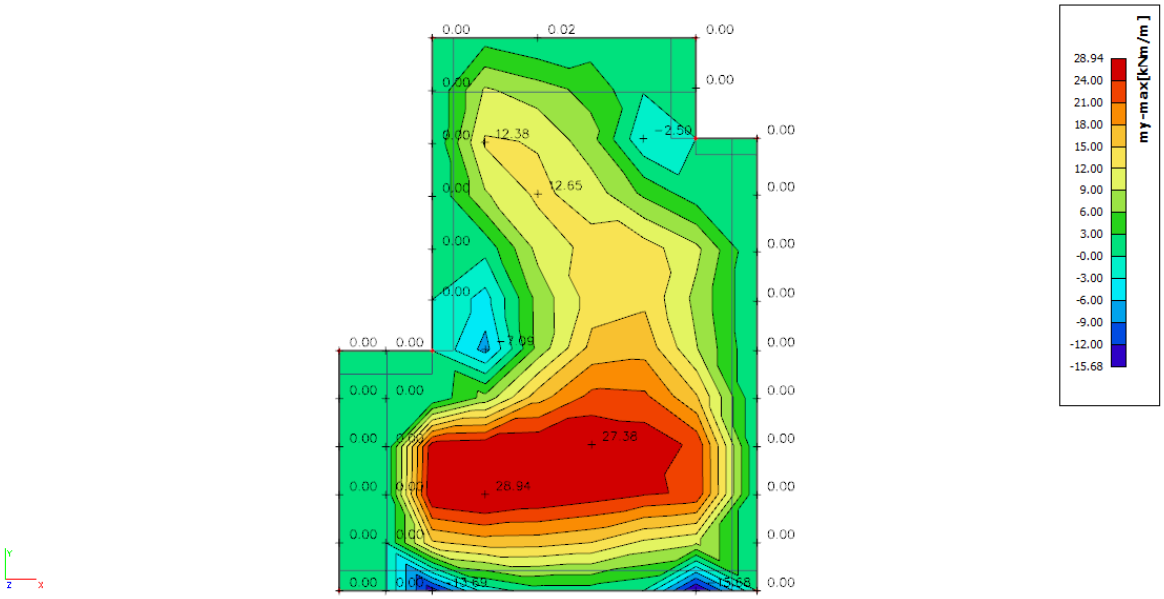
MATERIJAL	
Beton C25/30	f_{ck} = 25 N/mm^2, f_{cd} = 16,67 N/mm^2
Čelik B500B	f_{yk} = 500 N/mm^2, f_{yd} = 434,80 N/mm^2, E_s = 20000 kN/mm^2

DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 25 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 3,0 cm
Udaljenost do težišta armature	d_1= c + Ø/2 = 3,0 + 1,0/2 = 3,5 cm
Statička visina presjeka	d=h- d_1=25–3,5 = 21,5 cm

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P301b

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 45,97 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 4597\ kNcm / (100\ cm \cdot (21,50\ cm)^2 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$\mu = 0,059 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,062 ξ = 0,103 ζ = 0,960

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 4597\ kNcm / (0,960 \cdot 21,50\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 5,12 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (2,60\ MPa / 500\ MPa) \cdot 100\ cm \cdot 21,50\ cm; 0,0013 \cdot 100\ cm \cdot 21,50\ cm\}$

$A_{s,min} = \max\{2,91\ cm^2; 2,80\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

5,12 cm² > 2,91 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot 100\ cm \cdot 25\ cm = 100,00\ cm^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 636***	***$A_{s1,prov}$ = 6,36 cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 21,84 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 2184 kNcm / (100\ cm \cdot (21,50\ cm)^2 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$\mu = 0,028 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,029 ξ = 0,065 ζ = 0,977

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 2184\ kNcm / (0,977 \cdot 21,50\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 2,39 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d;\ 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (2,60\ MPa / 500\ MPa) \cdot 100\ cm \cdot 21,50\ cm;\ 0,0013 \cdot 100\ cm \cdot 21,50\ cm\}$

$A_{s,min} = \max\{2,91\ cm^2;\ 2,80\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 2,91 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

2,39 cm² < 2,91 cm² - mjerodavna je minimalna armatura.

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm} = 100,00 \text{ cm}^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 283***	$A_{s1,prov} = 2,83 \text{ cm}^2$

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: $l_{eff} = 1,00 \cdot 595,00 \text{ cm} = 595,00 \text{ cm}$

Statička visina: $d = 21,60 \text{ cm}$

Omjer: $\mathbf{l_{eff} / d = 27,5 > 25}$ - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: $M_A = -23,66$ kNm

Momenti savijanja na kraju: $M_B = -19,65$ kNm

Momenti savijanja u polju: $M_{Ed} = 33,58$ kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku: $M_A = -23,66$ kNm

Momenti savijanja na kraju: $M_B = -19,65$ kNm

Momenti savijanja u polju: $M_{Eds} = 29,84$ kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	25 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	3,40 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	3,40 cm
Statička visina presjeka:	d =	21,60 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	6,36 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6,89$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0,00254$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0,00294$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0,01515$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

$$B_I = 0,01753$$

$$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_{II} = 0,02029$$

$$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

$$B_{II} = 0,02029$$

$$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$$

$$k_{xI} = 0,50627$$

$$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$$

$$k_{xII} = 0,18218$$

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$$

$$y_{Ig} = 12{,}66 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = h - y_{Ig}$$

$$y_{Id} = 12{,}34 \text{ cm}$$

$$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$$

$$y_{IIg} = 3{,}94 \text{ cm}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$$I_0 = b\, h^3 / 12$$

$$I_0 = 130208 \text{ cm}^4$$

$$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$$

$$I_I = 133267 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$$

$$I_{II} = 15709 \text{ cm}^4$$

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

$$A_c = \textit{100 cm} \cdot \textit{25 cm} = \textit{2500 cm}^2$$

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

$$u = 1 \cdot 100 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$$

Srednji polumjer ploče:

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u$$

$$h_0 = 50{,}00 \text{ cm} = 500 \text{ mm}$$

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$$\rho(\infty, t_0) = 2{,}70$$

Proračunski modul elastičnosti betona:

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$$

$$E_{c,eff} = 8236 \text{ MPa}$$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$$

$$\alpha_e = 25{,}50$$

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

$$\rho_I = 0{,}00254$$

$$\rho_{II} = 0{,}00294$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

A_I = 0,05605

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_I = 0,06487

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,07508

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,07508

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,52217

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,31963

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 13,05 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 11,95 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 6,90 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

I_c = 130208 cm⁴

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 142355 cm⁴

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 45995 cm⁴

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

S_I = 54,35 cm³

$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

S_{II} = 93,47 cm³

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju:

M_{Ed} = 33,58 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 20,29 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 26,02 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ f_{ctm} = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 2708,33 kNcm

M_{Ed} = 33,58 kNm > 27,08 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 20,99 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 4,3313E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

ϕ = 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 702,16 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

ρ_r = 0,0091

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / \rho_r$

s_{rm} = 138,32 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ 0,10 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g =$ 0,30 mm

$\beta =$ 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

$M_{Eds} =$ 29,84 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 19,30 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 24,31 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} =$ 2708,33 kNcm

$M_{Ed} =$ 29,84 kNm > 27,08 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} =$ 22,07 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

$\varepsilon_{sm} =$ 6,8086E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 =$ 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\phi =$ 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 603,20 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

ρ_r = 0,0105

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / \rho_r$

s_{rm} = 125,87 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

w_k = 0,15 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

M_{Eds}= 33,58 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$

$1 / r_1$ = 8,27E-06 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 20,29 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 26,02 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

ε_{s1} = 1,24E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II}$ = 7,02E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 20,99 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta =$ 0,350

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} =$ 2,99E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A =$ -23,66 kNm ; $M_B =$ -19,65 kNm ; $M_{Ed} =$ 33,58 kNm

$L =$ 595 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta =$ 1,29

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

$k =$ 0,09073

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} =$ 0,96 cm < L / 300 = 1,98 cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

$M_{Eds} =$ 29,84 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 2,55E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 19,30 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 24{,}31$ kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 1{,}16E\text{-}03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 7{,}88E\text{-}05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 22{,}07$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0{,}50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = 0{,}588$

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m = 5{,}68E\text{-}05$ (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty} = 0{,}00054$ *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I} = 5{,}26E\text{-}06$ (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II} = 2{,}80E\text{-}05$ (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm} = 1{,}86215E\text{-}05$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot} = 7{,}54E\text{-}05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A =$ -23,66 kNm ; $M_B =$ -19,65 kNm ; $M_{Ed} =$ 29,84 kNm

$L =$ 595 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta = 1{,}45$

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k = 0{,}08905$

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} =$ 2,38 cm < L / 250 = 2,38 cm *- zadovoljen progib.*

Usvaja se ab ploča debljine 25 cm.

Polje P301b armirati s Q- 636 (donja zona).

Zonu iznad ležajeva armirati s Q- 283.

2.3.5 PRORAČUN MEĐUKATNE PLOČE

Pretpostavlja se AB ploča debljine 20 cm.

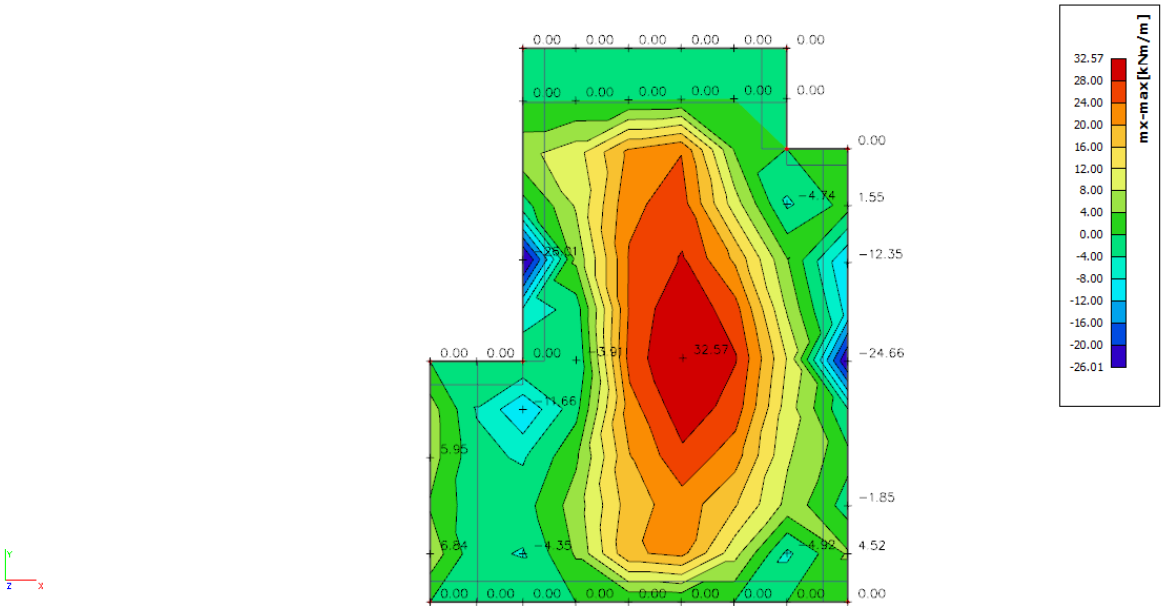
PRETPOSTAVLJENI MATERIJAL I DIMENZIJE

MATERIJAL	
Beton C25/30	$f_{ck} = 25$ N/mm^2, $f_{cd} = 16{,}67$ N/mm^2
Čelik B500B	$f_{yk} = 500$ N/mm^2, $f_{yd} = 434{,}80$ N/mm^2, $E_s = 20000$ kN/mm^2

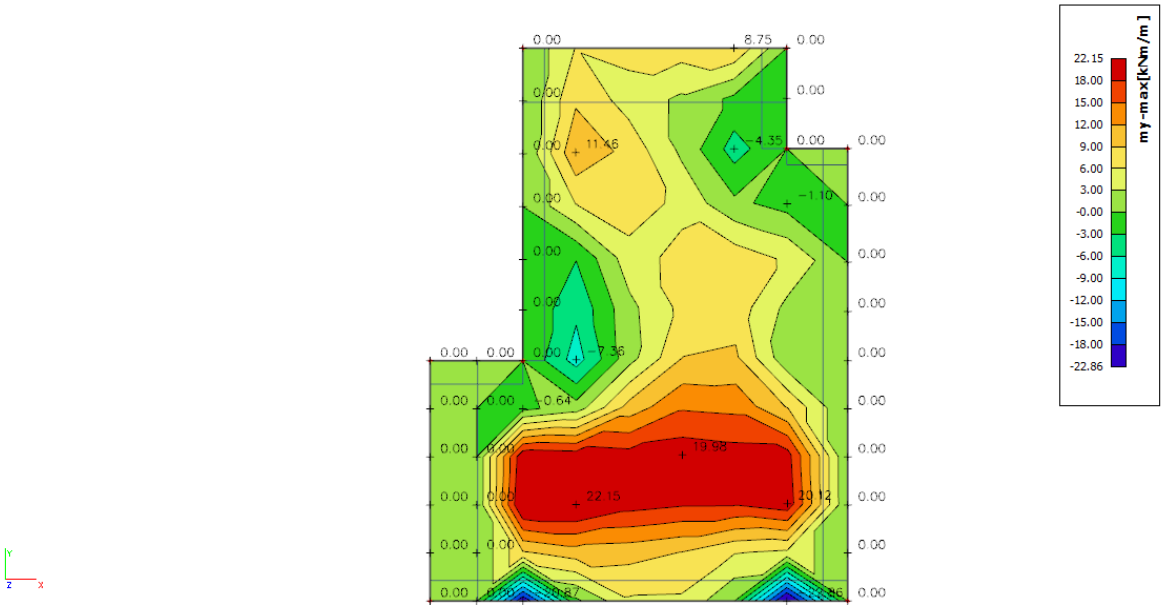
DIMENZIJE: h=20 cm, b=100 cm	
Visina presjeka	h = 20 cm
Debljina zaštitnog sloja	c = 2,0 cm
Udaljenost do težišta armature	$d_1 = c + Ø/2 = 2{,}0 + 1{,}0/2 = 2{,}5$ cm
Statička visina presjeka	$d = h - d_1 = 20 – 2{,}5 = 17{,}5$ cm

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Moment savijanja M_x



Moment savijanja My



PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU P201b

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 32,57 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 3257\ kNcm / (100\ cm \cdot (17,50\ cm)^2 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$\mu = 0,064 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu =$ 0,066 $\xi =$ 0,111 $\zeta =$ 0,957

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 3257\ kNcm / (0,957 \cdot 17,50\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2)$

$A_{s1} =$ 4,47 cm²

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} =$ 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d;\ 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (2,60\ MPa / 500\ MPa) \cdot 100\ cm \cdot 17,50\ cm;\ 0,0013 \cdot 100\ cm \cdot 17,50\ cm\}$

$A_{s,min} = \max\{2,37\ cm^2;\ 2,28\ cm^2\}$

$A_{s,min} =$ 2,37 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,47 cm² > 2,37 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0,04 \cdot 100\ cm \cdot 20\ cm = 80,00\ cm^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 636***	***$A_{s1,prov}$ = 6,36***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD OSLONACA

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} =$ 26,01 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 2601\ kNcm / (100\ cm \cdot (17{,}50\ cm)^2 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$\mu = 0{,}051 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu = 0{,}053$ $\xi = 0{,}095$ $\zeta = 0{,}964$

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 2601\ kNcm / (0{,}964 \cdot 17{,}50\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2)$

$A_{s1} = 3{,}55\ cm^2$

Najmanja ploština armature:

$f_{ctm} = 2{,}60\ MPa$ Za beton klase: C25/30

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d;\ 0{,}0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (2{,}60\ MPa / 500\ MPa) \cdot 100\ cm \cdot 17{,}50\ cm;\ 0{,}0013 \cdot 100\ cm \cdot 17{,}50\ cm\}$

$A_{s,min} = \max\{2{,}37\ cm^2;\ 2{,}28\ cm^2\}$

$A_{s,min} = 2{,}37\ cm^2$

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

$4{,}46\ cm^2 > 2{,}37\ cm^2$ - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature:

$A_{s,max} = 0{,}04 \cdot A_c = 0{,}04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 0{,}04 \cdot 100\ cm \cdot 20\ cm = 80{,}00\ cm^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 503***	***$A_{s1,prov}$ = 5,03 cm²***

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 1,00 · 595,00 cm = 595,00 cm

Statička visina: d = 17,60 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 33,8 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	-31,69 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-27,09 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Ed} =	23,37 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku:	M_A =	-31,69 kNm
Momenti savijanja na kraju:	M_B =	-31,97 kNm
Momenti savijanja u polju:	M_{Eds} =	18,56 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	20 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	2,40 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	2,40 cm
Statička visina presjeka:	d =	17,60 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	6,36 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

E_{cm} = 30472 MPa

Modul elastičnosti čelika:

E_s = 210000 MPa

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

α_e = 6,89

Koeficijenti armiranja:

$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$

$\rho_I = 0{,}00318$

$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$

$\rho_{II} = 0{,}00361$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_I = 0{,}01929$

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_I = 0{,}02192$

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_{II} = 0{,}02490$

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_{II} = 0{,}02490$

$k_{xI} = (0{,}5 + A_I) / (1 + B_I)$

$k_{xI} = 0{,}50815$

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

$k_{xII} = 0{,}19966$

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

$y_{Ig} = 10{,}16$ cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

$y_{Id} = 9{,}84$ cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

$y_{IIg} = 3{,}51$ cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

$I_0 = 66667$ cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I = 68792$ cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

$I_{II} = 10143$ cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

$A_c = 100\ cm \cdot 20\ cm = 2000\ cm^2$

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

$$u = 1 \cdot 100 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$$

Srednji polumjer ploče:

$$h_0 = 2 \cdot A_c / u$$

$$h_0 = 40{,}00 \text{ cm} = 400 \text{ mm}$$

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$$\rho(\infty, t_0) = 2{,}70$$

Proračunski modul elastičnosti betona:

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$$

$$E_{c,eff} = 8236 \text{ MPa}$$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$$

$$\alpha_e = 25{,}50$$

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

$$\rho_I = 0{,}00318$$

$$\rho_{II} = 0{,}00361$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0{,}07136$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

$$B_I = 0{,}08109$$

$$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_{II} = 0{,}09214$$

$$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

$$B_{II} = 0{,}09214$$

$$k_{xI} = (0{,}5 + A_I) / (1 + B_I)$$

$$k_{xI} = 0{,}52850$$

$$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$$

$$k_{xII} = 0{,}34692$$

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$$

$$y_{Ig} = 10{,}57 \text{ cm}$$

$$y_{Id} = h - y_{Ig}$$

$$y_{Id} = 9{,}43 \text{ cm}$$

$$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$$

$$y_{IIg} = 6{,}11 \text{ cm}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

$I_c = 66667\ cm^4$

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I = 75017\ cm^4$

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

$I_{II} = 29014\ cm^4$

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

$S_I = 44{,}71\ cm^3$

$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

$S_{II} = 73{,}10\ cm^3$

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g = 0{,}30$ mm

$\beta = 1{,}70$

Proračunski moment savijanja u polju:

$M_{Ed} = 23{,}37$ kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 16{,}43$ cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 22{,}37\ kN/cm^2$

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $\qquad f_{ctm} = 2{,}60$ MPa *- za beton klase C25/30*

$M_{cr} = 1733{,}33$ kNcm

$M_{Ed} = 23{,}37$ kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 16{,}59\ kN/cm^2$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 1{,}00$ *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

$\varepsilon_{sm} =$ 4,7917E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 =$ 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\phi =$ 8 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff} =$ 549,53 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r =$ 0,0116

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / \rho_r$

$s_{rm} =$ 119,12 mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ 0,10 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g =$ 0,30 mm

$\beta =$ 1,70

Maksimalni moment savijanja u polju:

$M_{Eds} =$ 18,56 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 15,56 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 18,75 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} =$ 1733,33 kNcm

$M_{Ed} =$ 18,56 kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 17,51$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1,00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0,50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

$\varepsilon_{sm} = 5,0346E-04$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 = 0,80$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 = 0,50$ *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\phi = 8$ mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff} = 463,14$ cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r = 0,0137$

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \phi / \rho_r$

$s_{rm} = 108,26$ mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k = 0,09$ mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} = 23,37$ kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$

$1 / r_1 = 1,11E-05$ (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 16,43$ cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 22,37$ kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 1,07E-03$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 7,56E-05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 16,59$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1,00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 1,00$ *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = 0,450$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} = 4,02E-05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A = -31,69$ kNm ; $M_B = -27,09$ kNm ; $M_{Ed} = 23,37$ kNm

$L = 595$ cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta = 2,52$

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

$k = 0,07797$

progib od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} = 1,11 \text{ cm} < L / 300 = 1,98 \text{ cm}$ *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju iznosi:

$M_{Eds} = 18,56 \text{ kNm}$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1 = 3,00E\text{-}05 \text{ (1/cm)}$

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 15,56 \text{ cm}$

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 18,75 \text{ kN/cm}^2$

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} = 8,93E\text{-}04$

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 7,77E\text{-}05 \text{ (1/cm)}$

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 17,51 \text{ kN/cm}^2$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1,00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0,50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta =$ 0,564

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m =$ 5,69E-05 (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty} =$ 0,00054 *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I} =$ 8,21E-06 (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II} =$ 3,47E-05 (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm} =$ 2,3143E-05

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot} =$ 8,00E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba:

$M_A =$ -31,69 kNm ; $M_B =$ -31,97 kNm ; $M_{Ed} =$ 18,56 kNm

$L =$ 595 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta =$ 3,43

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

$k =$ 0,06844

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} =$ 1,94 cm < L / 250 = 2,38 cm *- zadovoljen progib.*

Usvaja se ab ploča debljine 20 cm.

Polje P201b armirati s Q- 636 (donja zona).

Zonu iznad ležajeva armirati s Q- 503.

2.3.6 PODNE PLOČE PRIZEMLJA- P100b

Podne ploče prizemlja izvesti će se na pripremljenoj, dobro zbijenoj, podlozi. Betoniranje izvršiti betonom C25/30, ab ploča debljine 16 cm, armirati ju obostrano armaturnim mrežama Q- 283.

2.3.7 PRORAČUN GREDA POZICIJE 300

PRORAČUNSKE ČVRSTOĆE MATERIJALA

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Odabrana klasa betona: C25/30

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$

$f_{cd} = 1,00 \cdot 25\ N/mm^2 / 1,50 = 16,67\ N/mm^2 = 1,67\ kN/cm^2$

Proračunska posmična čvrstoća betona

$f_{vd} = f_{cvk} / \gamma_M$

$f_{vd} = 0,45\ N/mm^2 / 1,50 = 0,30\ N/mm^2$

$f_{vd} = 0,030\ kN/cm^2$

Srednja osna vlačna čvrstoća betona: $f_{ctm} = 0,26$ MPa

Proračunska čvrstoća čelika

Odabrana kvaliteta čelika: B500B

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$f_{yd} = 500\ N/mm^2 / 1,15 = 434,78\ N/mm^2 = 43,48\ kN/cm^2$

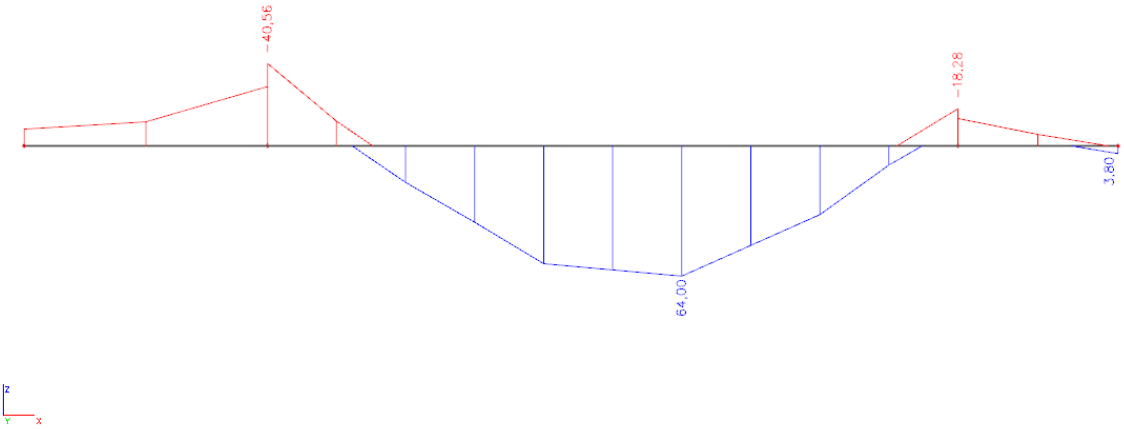
Udaljenost težišta vlačne armature od vlačnog ruba presjeka:

$d_1 = c_{nom} + \varphi / 2$

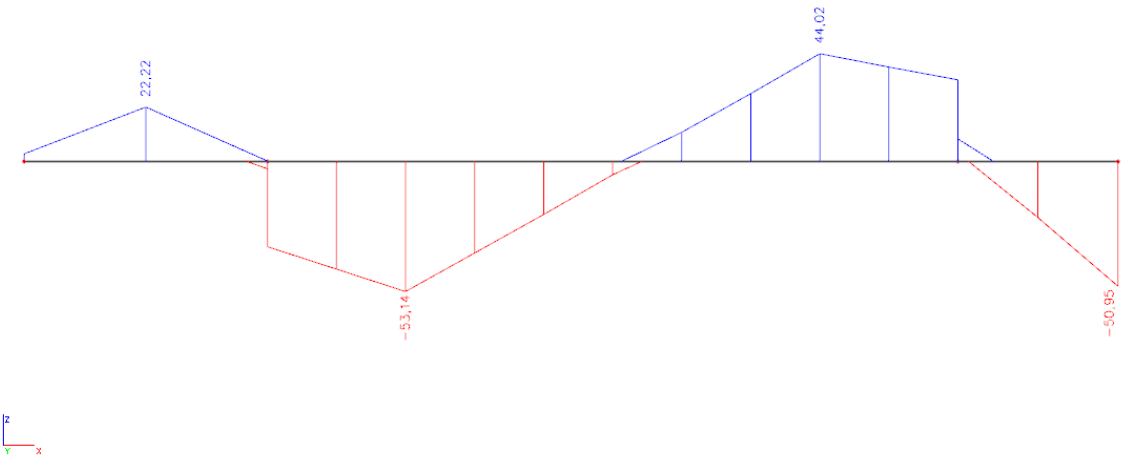
$d_1 = 30\ mm + 10\ mm / 2 = 35\ mm = 3,50\ cm$

G301b

My



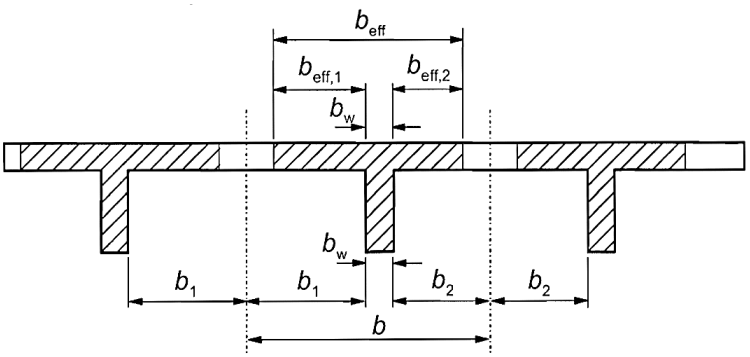
Vz



Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w = 30 cm
Visina grede:		h_w = 30 cm
Visina ploče:		h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm
	$b_{2,c}$ = 210 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ = 105 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h = 50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b = 135 cm

Proračunski raspon grede: l = 155 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 0,85 $l_0 = k \cdot l$ = 132 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ $\quad$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1}$ = 0 cm < 26 cm $\quad$ $b_{eff,2}$ = 34 cm > 26 cm

$b_{eff,1}$ = 0 cm $\quad$ $b_{eff,2}$ = 26 cm

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

b_{eff} = 0 cm + 26 cm + 30 cm = 56 cm < 135 cm

b_{eff} = 56 cm

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka: h = 50 cm

Zaštitni sloj betona: c_{nom} = 30 mm

Promjer vilica: ϕ_w = 8 mm

Promjer uzdužne armature: ϕ = 14 mm

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka: d_1 = 4,50 cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1$ = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 64,00 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 6400 kNcm / (56 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,062 < $\mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,062 $\xi =$ 0,089 $\zeta =$ 0,965

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 6400 kNcm / (0,965 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 3,35 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2; 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{112,70\ cm^2; 61,99\ cm^2\}$

$A_{s,max} =$ 61,99 cm²

Odabrana armatura u polju:

3ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 61,99 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: $d =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 40,56 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 4056 kNcm / (56 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,039 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,039 ξ = 0,063 ζ = 0,976

Proračunski potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Eds} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 4056 kNcm / (0,976 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,10 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_w · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{112,70 cm²; 61,99 cm²}

$A_{s,max}$ = 61,99 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 61,99 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 53,14 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$ · k · (100 · ρ_l · f_{ck})$^{1/3}$; 0,035 · $k^{3/2}$ · $f_{ck}^{1/2}$} · b_w · d

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0034; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0034

$V_{Rd,c}$ = max{0,4067 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4067 N/mm² · 136500 mm² = 55508 N

$V_{Rd,c}$ = 55,51 kN

Uvijet nosivosti:

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

53,14 kN < 55,51 kN - nije potreban proračun poprečne armature.

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	470 cm	
Statička visina:	d =	45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**10,3 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

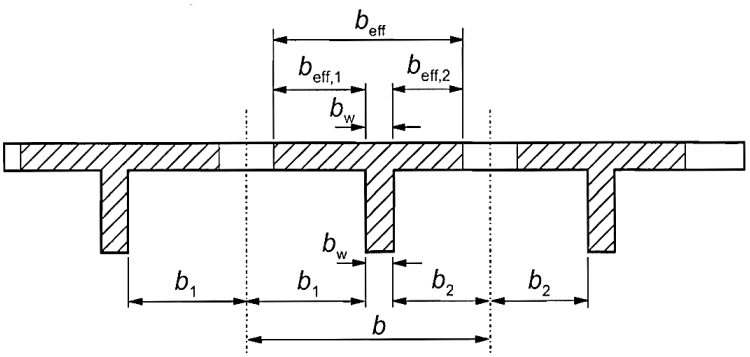
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 3ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G302b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w =	30 cm
Visina grede:			h_w =	30 cm
Visina ploče:			h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ =	0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ =	210 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	105 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b =	135

Proračunski raspon grede: l = 160 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l$ = 160 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} =$ 0 cm < 32 cm $b_{eff,2} =$ 37 cm > 32 cm

$b_{eff,1} =$ 0 cm $b_{eff,2} =$ 32 cm

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

$b_{eff} =$ 0 cm + 32 cm + 30 cm = 62 cm < 135 cm

$b_{eff} =$ 62 cm

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h =$	50 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	30 mm
Promjer vilica:	$\phi_w =$	8 mm
Promjer uzdužne armature:	$\phi =$	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	$d_1 =$	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 =$	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 0,00 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 0 kNcm / (62 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,000 < $\mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,000 ξ = 0,023 ζ = 0,994

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 0 kNcm / (0,994 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 0,00 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18 \text{ cm}^2; 1,77 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{124,00 \text{ cm}^2; 68,20 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,max}$ = 68,20 cm²

Odabrana armatura u polju:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 68,20 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 74,11 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 7411 kNcm / (62 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,072 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,072 ξ = 0,100 ζ = 0,960

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 7411\ kNcm / (0{,}960 \cdot 45{,}5\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2)$

$\mathbf{A_{s1} = 3{,}90\ cm^2}$

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0{,}0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0{,}18\ cm^2;\ 1{,}77\ cm^2\}$

$\mathbf{A_{s,min} = 1{,}77\ cm^2}$

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0{,}040 \cdot b_w \cdot h;\ 0{,}022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{124{,}00\ cm^2;\ 68{,}20\ cm^2\}$

$\mathbf{A_{s,max} = 68{,}20\ cm^2}$

Odabrana armatura iznad oslonca:

3ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

$1{,}77\ cm^2 < 4{,}62\ cm^2 < 68{,}20\ cm^2$

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: $\mathbf{V_{Ed} = 51{,}70\ kN}$

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3};\ 0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c} = 0{,}18 / \gamma_c$ $\quad k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2};\ 2{,}0\}$ $\quad \rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d);\ 0{,}0200\}$

$C_{Rd,c} = 0{,}12$ $\quad k = \min\{1{,}66;\ 2{,}00\}$ $\quad \rho_l = \min\{0{,}0023;\ 0{,}0200\}$

$k = 1{,}66$ $\quad \rho_l = 0{,}0023$

$V_{Rd,c} = \max\{0{,}3552\ N/mm^2;\ 0{,}3753\ N/mm^2\} \cdot 300\ mm \cdot 455\ mm$

$V_{Rd,c} = 0{,}3753\ N/mm^2 \cdot 136500\ mm^2 = 51228\ N$

$V_{Rd,c} = 51{,}23\ kN$

Uvijet nosivosti:

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

51,70 kN > 51,23 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: $\theta =$ 40˚ $ctg(\theta) =$ 1,20

$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$

gdje je: $\alpha_{cw} =$ 1,0 $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

$v_1 =$ 0,54 $z =$ 40,95 cm

$V_{Rd,max} = (1,0 \cdot 30\ cm \cdot 40,95\ cm \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / (1,20 + 1 / 1,20)$

$V_{Rd,max} =$ 543,76 kN

Provjera nosivosti:

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

51,70 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: $\phi_w =$ **8 mm**

$A_{sw} = 2 \cdot 0,50\ cm^2$ površina presjeka spone: $A_{sw}^1 = 0,50\ cm^2$

$A_{sw} = 1,00\ cm^2$ reznost: $m =$ 2

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1,00\ cm^2 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20) / 51,70\ kN$

$s_{min} =$ 41,33 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0,07\ kN < 0,45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30,00\ cm \cdot 1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

s_{min} = 3,22 cm

$s > s_{min}$

20,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min}$ = $0,15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: f_{ctm} = 2,60 MPa

$\rho_{w,min}$ = $0,15 \cdot (2,60\ MPa / 434,78\ MPa)$

$\rho_{w,min}$ = 0,0009

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1$ = $(A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1$ = $(0,50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0,0009)$

$s_{l,max}^1$ = 37,16 cm

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max}$ = 51,70 kN / 543,76 kN = 0,10 0,10 < 0,30

$s_{l,max}^2$ = $\min\{0,75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0,75 \cdot 45,5\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2$ = $\min\{34,13\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2$ = 30,0 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 30,00 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: **$s_{l,max,odabrano}$ = 20,00 cm**

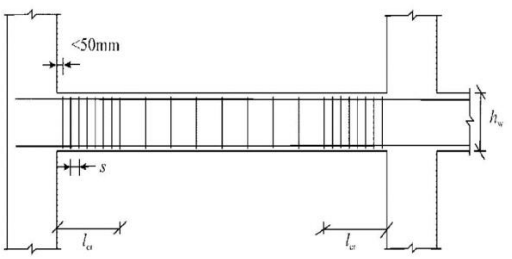
Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[1,00 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20] / 20,00\ cm = 106,83\ kN$

Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.



Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50$ cm

Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: $d_{bw} = 8$ mm

Najmanji promjer vlačne armature: $d_{bl} = 14$ mm

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot d_{bL}\}$

$s = \min\{500 \text{ mm} / 4; 24 \cdot 8 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot 14 \text{ mm}\}$

$s = \min\{125 \text{ mm}; 192 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 112 \text{ mm}\}$

$s = 112$ mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$ $\qquad$ $\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa})$ $\qquad$ $\rho_1 = 3,08 \text{ cm}^2 / (30 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm})$

$\rho_{min} = 0,0003$ $\qquad$ $\rho_1 = 0,0021$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0,0021 > 0,0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: $s = 10,0$ cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: $l_{eff} = 160$ cm

Statička visina: $d = 45,50$ cm

Omjer: $l_{eff} / d =$ **3,5 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

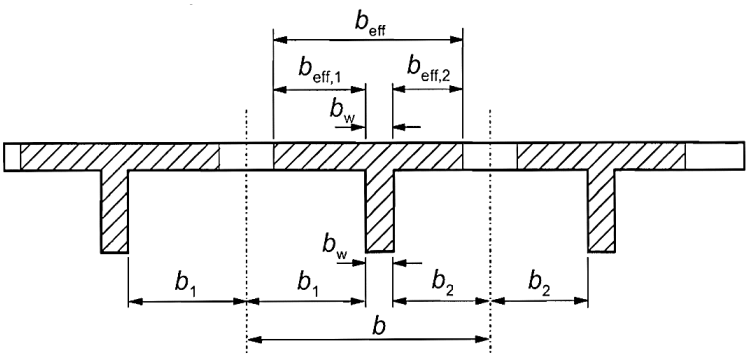
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2ϕ14 te 3ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G303b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		$b_w =$	30 cm
Visina grede:		$h_w =$	30 cm
Visina ploče:		$h_f =$	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c} =$ 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2 =$	0 cm
	$b_{2,c} =$ 425 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2 =$	213 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		$h =$	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		$b =$	243 cm
Proračunski raspon grede:		$l =$	90 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: $k =$ 1 $l_0 = k \cdot l =$ 90 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \leq 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 9\ cm < 18\ cm$

$b_{eff,1} = 9\ cm$

$b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \leq 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,2} = 52\ cm > 18\ cm$

$b_{eff,2} = 18\ cm$

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 9\ cm + 18\ cm + 30\ cm = 57\ cm < 243\ cm$

$b_{eff} = 57\ cm$

My



Vz





DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h = 50\ cm$
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} = 30\ mm$
Promjer vilica:	$\phi_w = 8\ mm$
Promjer uzdužne armature:	$\phi = 14\ mm$

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka: $d_1 =$ 4,50 cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 0,00 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 0 kNcm / (57 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,000 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,000 $\xi =$ 0,023 $\zeta =$ 0,994

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 0 kNcm / (0,994 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 0,00 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18 \text{ cm}^2; 1,77 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{114,00 \text{ cm}^2; 62,70 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,max} =$ 62,70 cm²

Odabrana armatura u polju:

2ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 62,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: $d =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 19,26 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 1926 kNcm / (57 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,019 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,019 ξ = 0,042 ζ = 0,986

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 1926 kNcm / (0,986 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 0,99 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2; 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{114,00\ cm^2; 62,70\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 62,70 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 62,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 64,20 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0023; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0023

$V_{Rd,c}$ = max{0,3552 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,3753 N/mm² · 136500 mm² = 51228 N

$V_{Rd,c}$ = 51,23 kN

Uvijet nosivosti:

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

64,20 kN > 51,23 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: α_{cw} = 1,0 v_1 = 0,6 · [1 - f_{ck} / 250] z = ζ · d ≈ 0,90 · d

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,20 + 1 / 1,20)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

V_{Ed} ≤ $V_{Rd,max}$

64,20 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

A_{sw} = m · A_{sw}^1 promjer spona: **ϕ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

s_{min} = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / V_{Ed}

s_{min} = (1,00 cm² · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20) / 64,20 kN

s_{min} = 33,28 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0{,}07\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$

$20{,}00\ cm > 3{,}22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60\ MPa$

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$

$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$

$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 64{,}20\ kN / 543{,}76\ kN = 0{,}12 \qquad 0{,}12 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0{,}75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0{,}75 \cdot 45{,}5\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34{,}13\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = 30{,}0\ cm$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30{,}00\ cm$

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20{,}00\ cm}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[1,00 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20] / 20,00\ cm = 106,83\ kN$

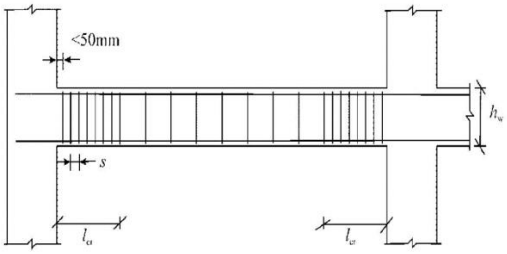
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm s progušćenjem na ϕ8/20 cm u potezu od -0,19 m od jednog kraja oslonca grede - gdje djeluje najveća poprečna sila.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

s = $\min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225\ mm; 8 \cdot d_{bL}\}$

s = $\min\{500\ mm / 4; 24 \cdot 8\ mm; 225\ mm; 8 \cdot 14\ mm\}$

s = $\min\{125\ mm; 192\ mm; 225\ mm; 112\ mm\}$

s = 112 mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = $0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

ρ_{min} = $0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$

ρ_{min} = 0,0003

ρ_1 = $A_{s1} / (b \cdot h)$

ρ_1 = $3,08\ cm^2 / (30\ cm \cdot 50\ cm)$

ρ_1 = 0,0021

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0021 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} = 90 cm	
Statička visina:	d = 45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d = 2,0 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

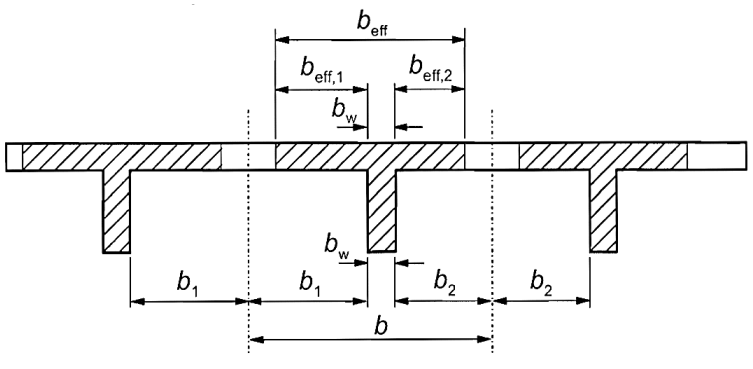
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 20 cm, odnosno 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G304b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w = 30 cm
Visina grede:		h_w = 30 cm
Visina ploče:		h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm
	$b_{2,c}$ = 525 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ = 263 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h = 50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b = 293 cm
Proračunski raspon grede:		l = 470 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: $k = 1$ $l_0 = k \cdot l = 470$ cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \leq 0{,}2\, l_0$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \leq 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 47 \text{ cm} < 94 \text{ cm}$ $b_{eff,2} = 100 \text{ cm} > 94 \text{ cm}$

$b_{eff,1} = 47 \text{ cm}$ $b_{eff,2} = 94 \text{ cm}$

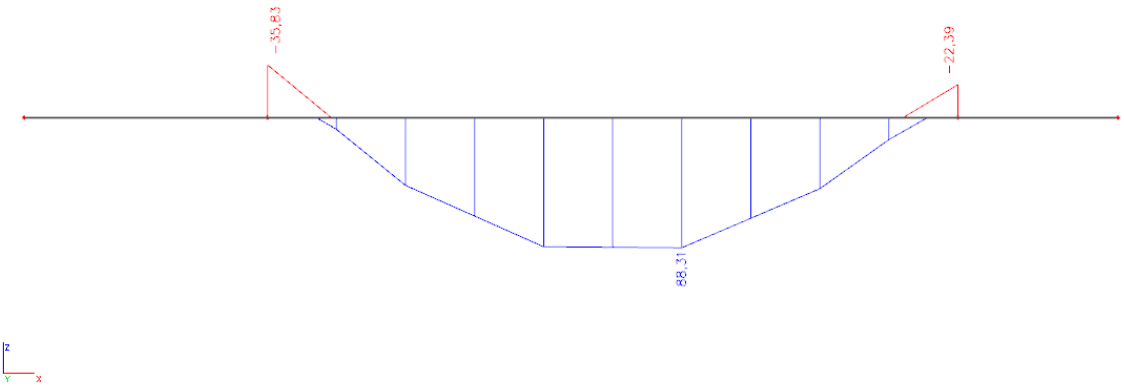
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 47 \text{ cm} + 94 \text{ cm} + 30 \text{ cm} = 171 \text{ cm} < 293 \text{ cm}$

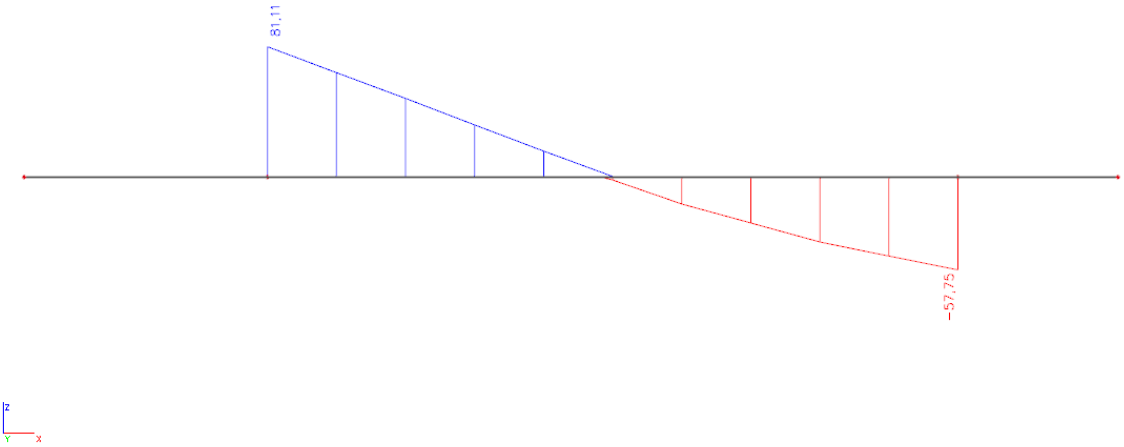
$b_{eff} = 171 \text{ cm}$

My



Vz

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h =	50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} =	30 mm
Promjer vilica:	ϕ_w =	8 mm
Promjer uzdužne armature:	ϕ =	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 =	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1$ =	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 88,31 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 8831 \text{ kNcm} / (171 \text{ cm} \cdot (45{,}50 \text{ cm})^2 \cdot 1{,}67 \text{ kN/cm}^2)$

$\mu_{Eds} = 0{,}085 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,085 ξ = 0,117 ζ = 0,953

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 8831 \text{ kNcm} / (0{,}953 \cdot 45{,}5 \text{ cm} \cdot 43{,}48 \text{ kN/cm}^2)$

A_{s1} = 4,68 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0{,}0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_{eff} · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{342,00 cm²; 188,10 cm²}

$A_{s,max}$ = 188,10 cm²

Odabrana armatura u polju:

4ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 6,16 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 6,16 cm² < 188,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 35,83 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} · d^2 · f_{cd})

μ_{Eds} = 3583 kNcm / (171 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,035 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,035 ξ = 0,058 ζ = 0,979

Proračunski potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Eds} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 3583 kNcm / (0,979 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,85 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_w · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{342,00 cm²; 188,10 cm²}

$A_{s,max}$ = 188,10 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 188,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 81,11 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$ · k · (100 · ρ_l · f_{ck})$^{1/3}$; 0,035 · $k^{3/2}$ · $f_{ck}^{1/2}$} · b_w · d

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0045; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0045

$V_{Rd,c}$ = max{0,4476 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4476 N/mm² · 136500 mm² = 61094 N

$V_{Rd,c}$ = 61,09 kN

Uvijet nosivosti:

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

81,11 kN > 61,09 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: α_{cw} = 1,0 v_1 = 0,6 · [1 - f_{ck} / 250] z = ζ · d ≈ 0,90 · d

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,20 + 1 / 1,20)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

V_{Ed} ≤ $V_{Rd,max}$

81,11 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

A_{sw} = m · A_{sw}^1 promjer spona: **ϕ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

s_{min} = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / V_{Ed}

s_{min} = (1,00 cm² · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20) / 81,11 kN

s_{min} = 26,34 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

($A_{sw,max}$ · f_{ywd}) / (b_w · s) ≤ (α_{cw} · v_1 · f_{cd}) / [2 · sin(α)]

(1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30 cm · 20 cm) ≤ (1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / [2 · sin(90°)]

0,07 kN < 0,45 kN/cm²

s_{min} = (2 · $A_{s,max}$ · f_{yd}) / (b_w · α_{cw} · v_1 · f_{cd})

s_{min} = (2 · 1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30,00 cm · 1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²)

s_{min} = 3,22 cm

s > s_{min}

20,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (f_{ctm} / f_{yd}) za beton klase C25/30: f_{ctm} = 2,60 MPa

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (2,60 MPa / 434,78 MPa)

$\rho_{w,min}$ = 0,0009

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$

$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 81{,}11\ kN / 543{,}76\ kN = 0{,}15 \qquad 0{,}15 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0{,}75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0{,}75 \cdot 45{,}5\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34{,}13\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = 30{,}0\ cm$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30{,}00\ cm$

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20{,}00\ cm}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min} = [1{,}00 \cdot 40{,}95\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2 \cdot 1{,}20] / 20{,}00\ cm = 106{,}83\ kN$

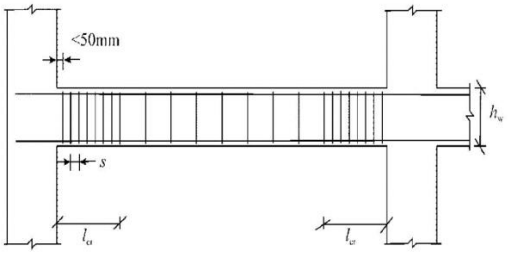
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50\ cm$



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: $d_{bw} = 8\ mm$

Najmanji promjer vlačne armature: $d_{bl} = 14\ mm$

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225\ mm; 8 \cdot d_{bL}\}$

s = min{500 mm / 4; 24 · 8 mm; 225 mm; 8 · 14 mm}

s = min{125 mm; 192 mm; 225 mm; 112 mm}

s = 112 mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa})$

$\rho_{min} = 0,0003$

$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_1 = 6,16 \text{ cm}^2 / (30 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm})$

$\rho_1 = 0,0041$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0041 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	470 cm	
Statička visina:	d =	45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**10,3 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

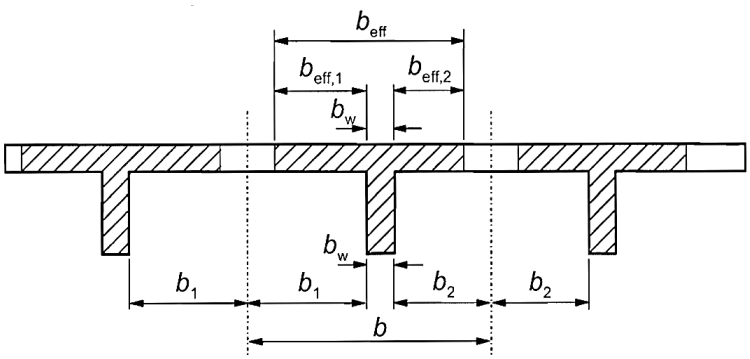
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 4ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G305b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w = 30 cm
Visina grede:			h_w = 30 cm
Visina ploče:			h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm		$b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm
	$b_{2,c}$ = 390 cm		$b_2 = b_{2,c} / 2$ = 195 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h = 50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b = 225 cm
Proračunski raspon grede:			l = 420 cm



Određivanje pro

Udaljenost nul-to $l_0 = k \cdot l$ = 420 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 0$ cm < 84 cm

$b_{eff,1} = 0$ cm

$b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,2} = 81$ cm < 84 cm

$b_{eff,2} = 81$ cm

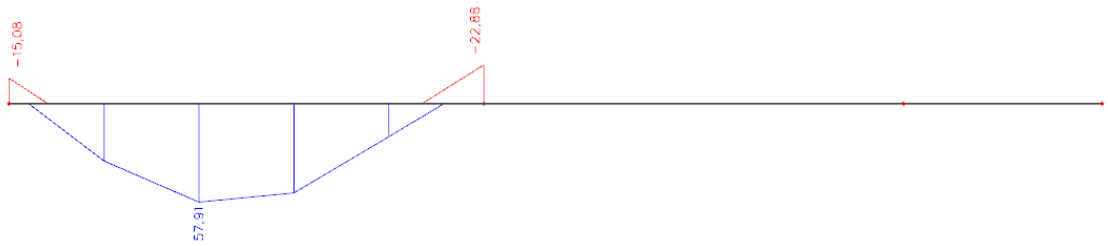
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

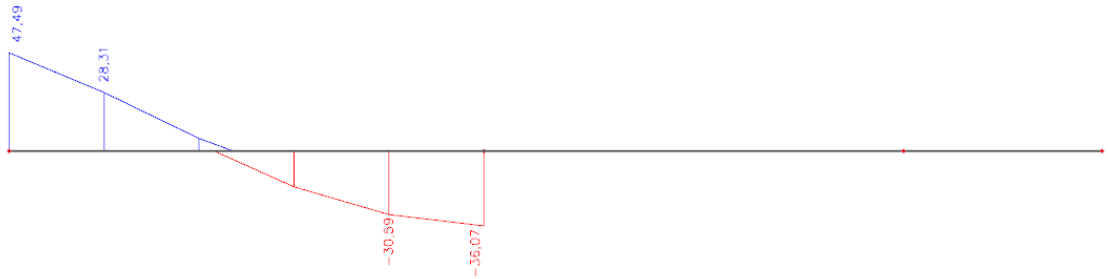
b_{eff} = 0 cm + 81 cm + 30 cm = 111 cm < 225 cm

b_{eff} = 111 cm

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h =	50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} =	30 mm
Promjer vilica:	ϕ_w =	8 mm
Promjer uzdužne armature:	ϕ =	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 =	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1$ =	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 57,91 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 5791 kNcm / (111 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,056 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,056 ξ = 0,082 ζ = 0,968

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 5791 kNcm / (0,968 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 3,02 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2; 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{222,00\ cm^2; 122,10\ cm^2\}$

$A_{s,max} =$ 122,10 cm²

Odabrana armatura u polju:

3ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 122,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: $d =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 22,88 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 2288 kNcm / (111 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,022 < $\mu_{Rds,lim} =$ 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,022 $\xi =$ 0,045 $\zeta =$ 0,984

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 2288 kNcm / (0,984 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,18 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_w · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{222,00 cm²; 122,10 cm²}

$A_{s,max}$ = 122,10 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 122,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 47,49 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$ · k · (100 · ρ_l · f_{ck})$^{1/3}$; 0,035 · $k^{3/2}$ · $f_{ck}^{1/2}$} · b_w · d

$C_{Rd,c}$ =	0,18 / γ_c	k =	min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0}	ρ_l =	min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}
$C_{Rd,c}$ =	0,12	k =	min{1,66; 2,00}	ρ_l =	min{0,0034; 0,0200}
		k =	1,66	ρ_l =	0,0034

$V_{Rd,c}$ = max{0,4067 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4067 N/mm² · 136500 mm² = 55508 N

$V_{Rd,c}$ = 55,51 kN

Uvijet nosivosti:

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

47,49 kN < 55,51 kN - nije potreban proračun poprečne armature.

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	420 cm	
Statička visina:	d =	45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**9,2 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

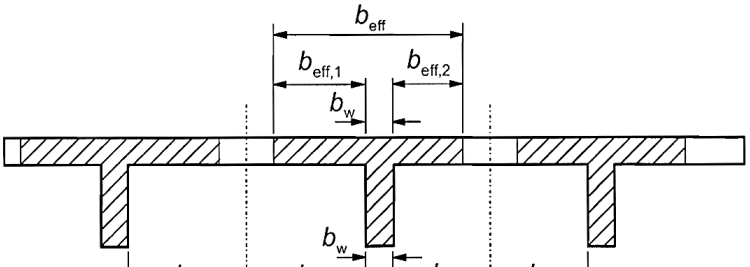
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 3ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G306b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w =	30 cm
Visina grede:			h_w =	30 cm
Visina ploče:			h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ =	0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ =	300 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	150 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b =	180 cm
Proračunski raspon grede:			l =	165 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: $k = 0{,}85$ $l_0 = k \cdot l = 140$ cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \leq 0{,}2\, l_0$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \leq 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 0$ cm < 28 cm $b_{eff,2} = 44$ cm > 28 cm

$b_{eff,1} = 0$ cm $b_{eff,2} = 28$ cm

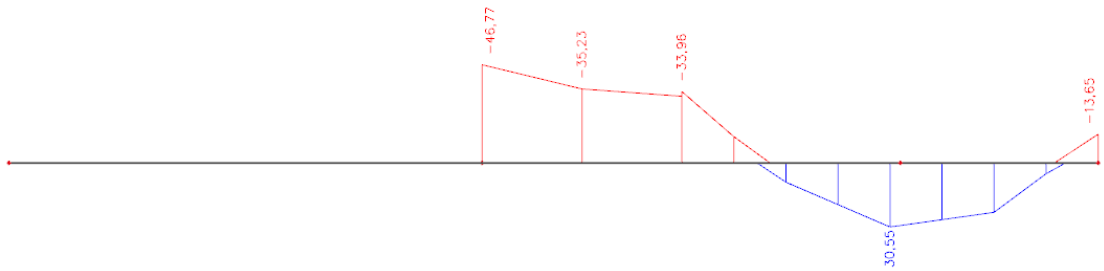
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 0$ cm + 28 cm + 30 cm = 58 cm < 180 cm

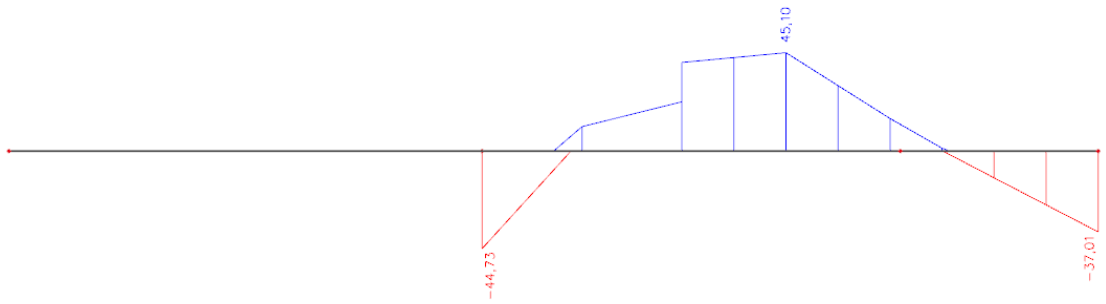
$b_{eff} = 58$ cm

My



Vz

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h =	50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} =	30 mm
Promjer vilica:	ϕ_w =	8 mm
Promjer uzdužne armature:	ϕ =	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 =	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1$ =	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 30,55 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 3055\ kNcm / (58\ cm \cdot (45{,}50\ cm)^2 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$\mu_{Eds} = 0{,}030 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,030 ξ = 0,053 ζ = 0,981

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 3055\ kNcm / (0{,}981 \cdot 45{,}5\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 1,57 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0{,}0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0{,}18\ cm^2;\ 1{,}77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{116,10\ cm^2;\ 63,86\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 63,86 cm²

Odabrana armatura u polju:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 63,86 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 46,77 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = $M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 4677 kNcm / (58 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,045 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,045 ξ = 0,070 ζ = 0,973

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 4677 kNcm / (0,973 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,43 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0,040 \cdot b_w \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{116,10\ cm^2;\ 63,86\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 63,86 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 63,86 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 45,10 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$ $k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ $\rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c} = 0,12$ $k = \min\{1,66; 2,00\}$ $\rho_l = \min\{0,0023; 0,0200\}$

$k = 1,66$ $\rho_l = 0,0023$

$V_{Rd,c} = \max\{0,3552 \text{ N/mm}^2; 0,3753 \text{ N/mm}^2\} \cdot 300 \text{ mm} \cdot 455 \text{ mm}$

$V_{Rd,c} = 0,3753 \text{ N/mm}^2 \cdot 136500 \text{ mm}^2 = 51228 \text{ N}$

$V_{Rd,c} = 51,23 \text{ kN}$

Uvijet nosivosti:

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

45,10 kN < 51,23 kN - nije potreban proračun poprečne armature.

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 165 cm

Statička visina: d = 45,50 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 3,6 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

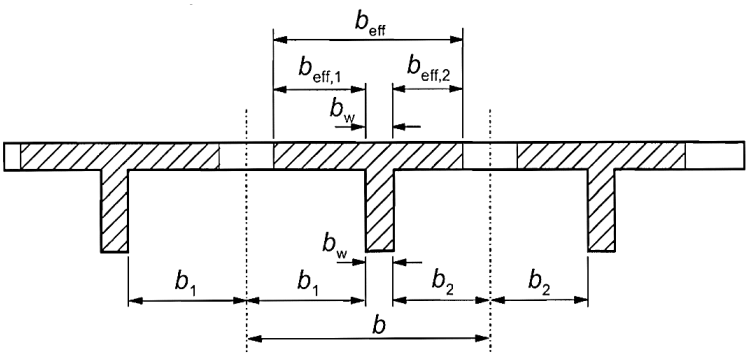
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G307b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w =	30 cm
Visina grede:		h_w =	30 cm
Visina ploče:		h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ = 300 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	150 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b =	180 cm
Proračunski raspon grede:		l =	175 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama:	k = 1	$l_0 = k \cdot l$ =	175 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\ b_1 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,1} = 0\ cm < 35\ cm$

$b_{eff,1} = 0\ cm$

$b_{eff,2} = 0{,}2\ b_2 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,2} = 48\ cm > 35\ cm$

$b_{eff,2} = 35\ cm$

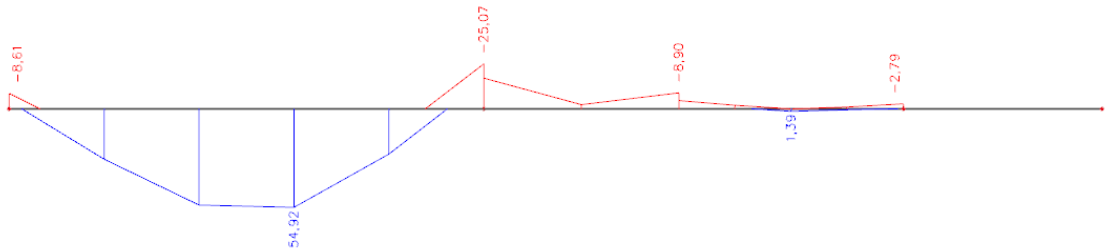
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

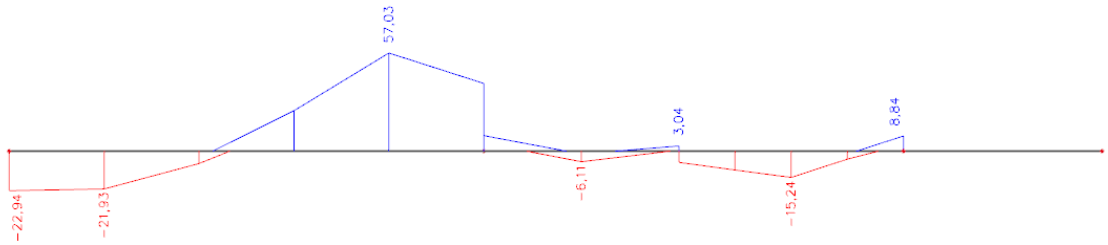
$b_{eff} = 0\ cm + 35\ cm + 30\ cm = 65\ cm < 180\ cm$

$b_{eff} = 65\ cm$

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h =$	50 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	30 mm
Promjer vilica:	$\phi_w =$	8 mm
Promjer uzdužne armature:	$\phi =$	14 mm

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka: $d_1 =$ 4,50 cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 54,92 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 5492 kNcm / (65 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,053 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,053 $\xi =$ 0,079 $\zeta =$ 0,970

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 5492 kNcm / (0,970 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 2,86 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2; 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{130,00\ cm^2; 71,50\ cm^2\}$

$A_{s,max} =$ 71,50 cm²

Odabrana armatura u polju:

3ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 71,50 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: $d =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 25,07 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 2507 kNcm / (65 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,024 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,024 ξ = 0,047 ζ = 0,983

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 2507 kNcm / (0,983 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,29 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} =$ min{130,00 cm²; 71,50 cm²}

$A_{s,max}$ = 71,50 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 71,50 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 57,03 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0034; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0034

$V_{Rd,c}$ = max{0,4067 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4067 N/mm² · 136500 mm² = 55508 N

$V_{Rd,c}$ = 55,51 kN

Uvijet nosivosti:

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

57,03 kN > 55,51 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40° ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: α_{cw} = 1,0 v_1 = 0,6 · [1 - f_{ck} / 250] z = ζ · d ≈ 0,90 · d

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,20 + 1 / 1,20)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

V_{Ed} ≤ $V_{Rd,max}$

57,03 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

A_{sw} = m · A_{sw}^1 promjer spona: **ϕ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

s_{min} = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / V_{Ed}

s_{min} = (1,00 cm² · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20) / 57,03 kN

s_{min} = 37,46 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0{,}07\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$

$20{,}00\ cm > 3{,}22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60\ MPa$

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$

$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$

$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 57{,}03\ kN / 543{,}76\ kN = 0{,}10 \qquad 0{,}10 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0{,}75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0{,}75 \cdot 45{,}5\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34{,}13\ cm; 30\ cm\}$

$s_{l,max}^2 = 30{,}0\ cm$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30{,}00\ cm$

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20{,}00\ cm}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[1,00 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20] / 20,00\ cm = 106,83\ kN$

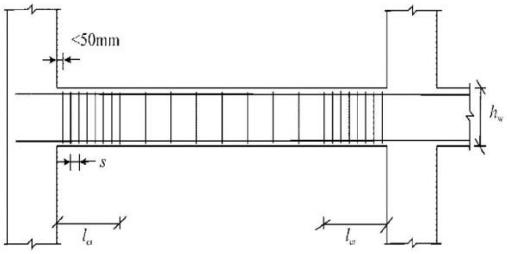
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

s = $\min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225\ mm; 8 \cdot d_{bL}\}$

s = $\min\{500\ mm / 4; 24 \cdot 8\ mm; 225\ mm; 8 \cdot 14\ mm\}$

s = $\min\{125\ mm; 192\ mm; 225\ mm; 112\ mm\}$

s = 112 mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = $0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

ρ_{min} = $0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$

ρ_{min} = 0,0003

ρ_1 = $A_{s1} / (b \cdot h)$

ρ_1 = $4,62\ cm^2 / (30\ cm \cdot 50\ cm)$

ρ_1 = 0,0031

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0031 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} = 423 cm	
Statička visina:	d = 45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d = 9,3 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

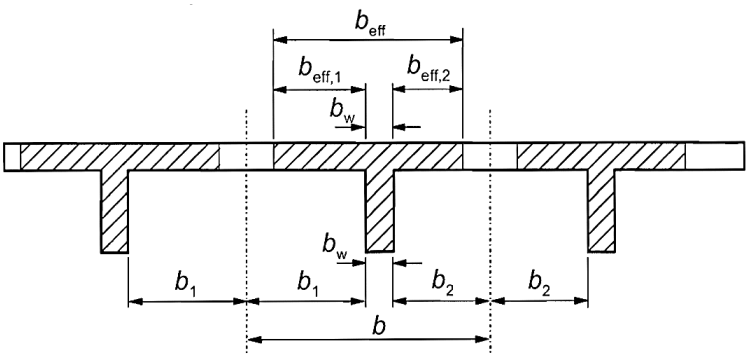
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 3ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G308b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w =	30 cm
Visina grede:		h_w =	30 cm
Visina ploče:		h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ = 235 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	118 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b =	148 cm
Proračunski raspon grede:		l =	175 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l =$ 175 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\ b_1 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$ $b_{eff,2} = 0{,}2\ b_2 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,1} = 0\ cm < 35\ cm$ $b_{eff,2} = 41\ cm > 35\ cm$

$b_{eff,1} = 0\ cm$ $b_{eff,2} = 35\ cm$

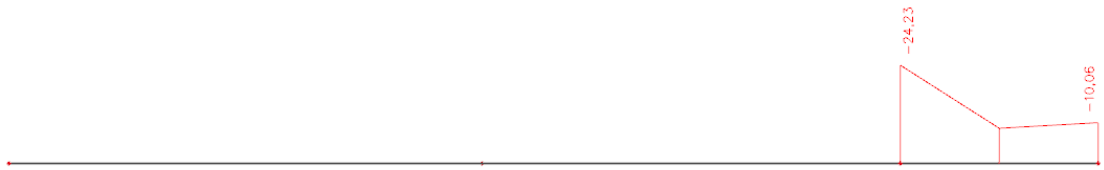
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 0\ cm + 35\ cm + 30\ cm = 65\ cm < 148\ cm$

$b_{eff} = 65\ cm$

My



Vz



ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

2.3.8 GREDE POZICIJE 200

PRORAČUNSKE ČVRSTOĆE MATERIJALA

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Odabrana klasa betona: C25/30

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$

$f_{cd} = 1,00 \cdot 25\ N/mm^2 / 1,50 = 16,67\ N/mm^2 = 1,67\ kN/cm^2$

Proračunska posmična čvrstoća betona

$f_{vd} = f_{cvk} / \gamma_M$

$f_{vd} = 0,45\ N/mm^2 / 1,50 = 0,30\ N/mm^2$

$f_{vd} = 0,030\ kN/cm^2$

Srednja osna vlačna čvrstoća betona: $f_{ctm} = 0,26$ MPa

Proračunska čvrstoća čelika

Odabrana kvaliteta čelika: B500B

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$f_{yd} = 500\ N/mm^2 / 1,15 = 434,78\ N/mm^2 = 43,48\ kN/cm^2$

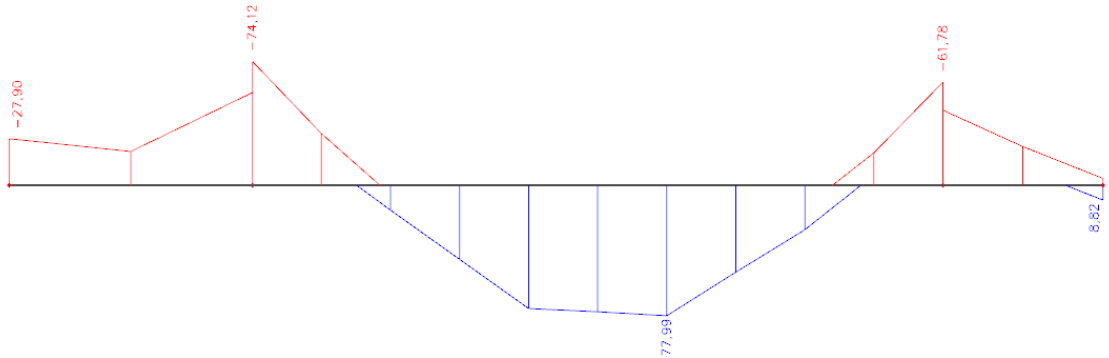
Udaljenost težišta vlačne armature od vlačnog ruba presjeka:

$d_1 = c_{nom} + \varphi / 2$

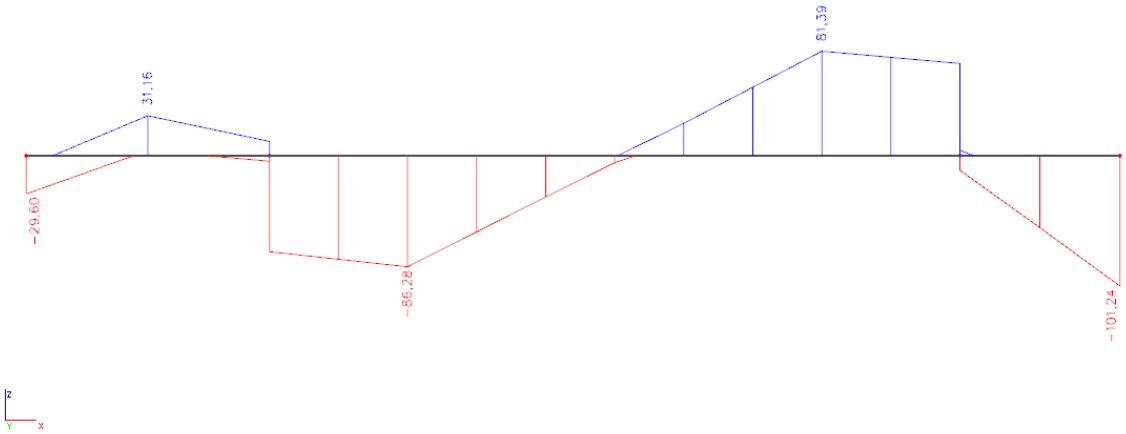
$d_1 = 30\ mm + 10\ mm / 2 = 35\ mm = 3,50\ cm$

G201b

My

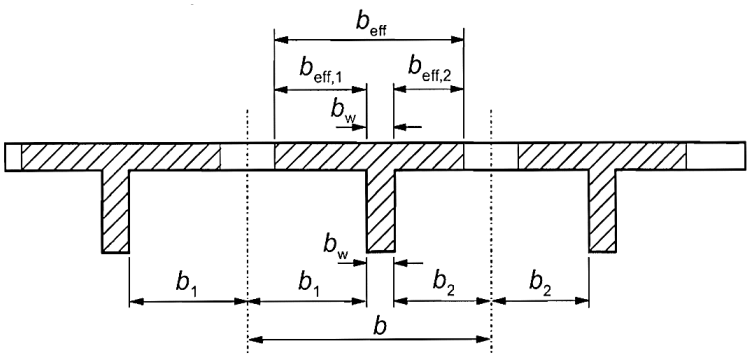


Vz



Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w =	30 cm
Visina grede:			h_w =	30 cm
Visina ploče:			h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ =	0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ =	210 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	105 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b =	135 cm
Proračunski raspon grede:			l =	155 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: $k = 0,85$ $l_0 = k \cdot l = 132$ cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0,2\, b_1 + 0,1\, l_0 \leq 0,2\, l_0$ $\quad$ $b_{eff,2} = 0,2\, b_2 + 0,1\, l_0 \leq 0,2\, l_0$

$b_{eff,1} = 0$ cm < 26 cm $\quad$ $b_{eff,2} = 34$ cm > 26 cm

$b_{eff,1} = 0$ cm $\quad$ $b_{eff,2} = 26$ cm

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 0$ cm $+ 26$ cm $+ 30$ cm $= 56$ cm < 135 cm

$b_{eff} = 56$ cm

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka: $h = 50$ cm

Zaštitni sloj betona: $c_{nom} = 30$ mm

Promjer vilica: $\phi_w = 8$ mm

Promjer uzdužne armature: $\phi = 14$ mm

Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka: $d_1 = 4,50$ cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 = 45,50$ cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} = 77,99$ kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 7799$ kNcm $/ (56$ cm $\cdot (45,50$ cm$)^2 \cdot 1,67$ kN/cm$^2)$

$\mu_{Eds} = 0,075 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} = 0,075$ $\quad$ $\xi = 0,105$ $\quad$ $\zeta = 0,958$

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 7799$ kNcm $/ (0,958 \cdot 45,5$ cm $\cdot 43,48$ kN/cm$^2)$

A_{s1} = **4,11 cm²**

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{112,70\ cm^2;\ 61,99\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 61,99 cm²

Odabrana armatura u polju:

4ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 6,16 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 6,16 cm² < 61,99 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 74,12 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 7412\ kNcm / (56\ cm \cdot (45,50\ cm)^2 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

μ_{Eds} = 0,072 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,072 ξ = 0,100 ζ = 0,960

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 7412\ kNcm / (0,960 \cdot 45,5\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 3,90 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0,040 \cdot b_w \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{112,70\ cm^2;\ 61,99\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 61,99 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

3ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 61,99 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 101,24 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = $\max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3};\ 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = $0,18 / \gamma_c$ k = $\min\{1 + (200 / d)^{1/2};\ 2,0\}$ ρ_l = $\min\{A_{s1} / (b_w \cdot d);\ 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = $\min\{1,66;\ 2,00\}$ ρ_l = $\min\{0,0045;\ 0,0200\}$

k = 1,66 ρ_l = 0,0045

$V_{Rd,c}$ = $\max\{0,4476\ N/mm^2;\ 0,3753\ N/mm^2\} \cdot 300\ mm \cdot 455\ mm$

$V_{Rd,c}$ = $0,4476\ N/mm^2 \cdot 136500\ mm^2 = 61094\ N$

$V_{Rd,c}$ = 61,09 kN

Uvijet nosivosti:

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

101,24 kN > 61,09 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40° ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$

gdje je: $\alpha_{cw} = 1,0$ $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

$v_1 = 0,54$ $z = 40,95$ cm

$V_{Rd,max} = (1,0 \cdot 30\ cm \cdot 40,95\ cm \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / (1,2 + 1 / 1,2)$

$V_{Rd,max} = 543,76$ kN

Provjera nosivosti:

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

$101,24\ kN < 543,76\ kN$

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw1}$ promjer spona: $\phi_w =$ **8 mm**

$A_{sw} = 2 \cdot 0,50\ cm^2$ površina presjeka spone: $A_{sw1} = 0,50\ cm^2$

$A_{sw} = 1,00\ cm^2$ reznost: $m = 2$

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1,00\ cm^2 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,2) / 101,24\ kN$

$s_{min} = 21,10$ cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0,07\ kN < 0,45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30,00\ cm \cdot 1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3,22$ cm

$s > s_{min}$

$20,00\ cm > 3,22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2,60$ MPa

$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot (2,60 \text{ MPa} / 434,78 \text{ MPa})$

$\rho_{w,min} = 0,0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0,50 \text{ cm}^2 \cdot 2) / (30 \text{ cm} \cdot 0,0009)$

$s_{l,max}^1 = 37,16$ cm

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 101,24 \text{ kN} / 543,76 \text{ kN} = 0,19 \qquad 0,19 < 0,30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0,75 \cdot d; 30 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 45,5 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34,13 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\}$

$s_{l,max}^2 = 30,0$ cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30,00$ cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20,00 \text{ cm}}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \text{ctg}(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min} = [1,00 \cdot 40,95 \text{ cm} \cdot 43,48 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1,20] / 20,00 \text{ cm} = 106,83$ kN

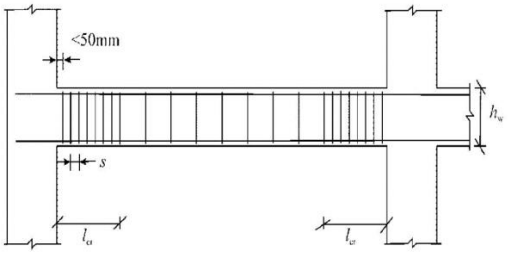
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm s progušćenjem na ϕ8/20 cm u potezu od -0,04 m od jednog kraja oslonca grede - gdje djeluje najveća poprečna sila.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50$ cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot d_{bL}\}$

$s = \min\{500 \text{ mm} / 4; 24 \cdot 8 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot 14 \text{ mm}\}$

$s = \min\{125 \text{ mm}; 192 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 112 \text{ mm}\}$

s = 112 mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa})$

$\rho_{min} = 0,0003$

$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_1 = 6,16 \text{ cm}^2 / (30 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm})$

$\rho_1 = 0,0041$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0041 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 470 cm

Statička visina: d = 45,50 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 10,3 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

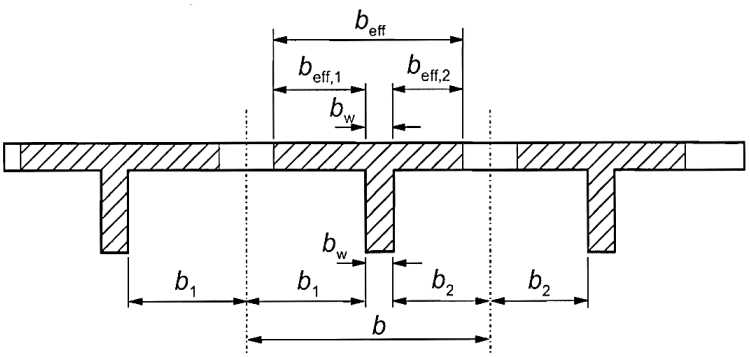
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 4ϕ14 te 3ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se

izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 20 cm, odnosno 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G202b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w =	30 cm
Visina grede:		h_w =	30 cm
Visina ploče:		h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ = 210 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	105 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b =	135 cm
Proračunski raspon grede:		l =	160 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama:	k = 1	$l_0 = k \cdot l$ =	160 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 0 \text{ cm} < 32 \text{ cm}$

$b_{eff,1} = 0 \text{ cm}$

$b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,2} = 37 \text{ cm} > 32 \text{ cm}$

$b_{eff,2} = 32 \text{ cm}$

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 0\ cm + 32\ cm + 30\ cm = 62\ cm < 135\ cm$

$b_{eff} = 62\ cm$

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h =$	50 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	30 mm
Promjer vilica:	$\phi_w =$	8 mm
Promjer uzdužne armature:	$\phi =$	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	$d_1 =$	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 =$	45,50

cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 0,00 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 0\ kNcm / (62\ cm \cdot (45{,}50\ cm)^2 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$\mu_{Eds} = 0{,}000 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,000 ξ = 0,023 ζ = 0,994

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 0\ kNcm / (0{,}994 \cdot 45{,}5\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 0,00 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0{,}0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0{,}18\ cm^2;\ 1{,}77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0{,}040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0{,}022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{124{,}00\ cm^2;\ 68{,}20\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 68,20 cm²

Odabrana armatura u polju:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 68,20 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 64,73 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 6473 kNcm / (62 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,063 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,063 ξ = 0,090 ζ = 0,965

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 6473 kNcm / (0,965 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 3,39 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = min{124,00 cm²; 68,20 cm²}

$A_{s,max}$ = 68,20 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

3ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 68,20 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 41,46 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c | k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} | ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 | k = min{1,66; 2,00} | ρ_l = min{0,0023; 0,0200}

k = 1,66 | ρ_l = 0,0023

$V_{Rd,c}$ = max{0,3552 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,3753 N/mm² · 136500 mm² = 51228 N

$V_{Rd,c}$ = 51,23 kN

Uvijet nosivosti:

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

41,46 kN < 51,23 kN - nije potreban proračun poprečne armature.

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	160 cm	
Statička visina:	d =	45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**3,5 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

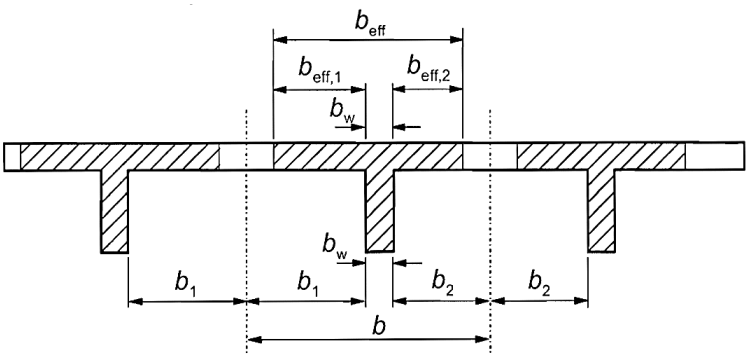
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2ϕ14 te 3ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G203b

Dimenzije T presjeka

Širina grede: b_w = 30 cm

Visina grede:		h_w =	30 cm
Visina ploče:		h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ = 425 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	213 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b =	243 cm
Proračunski raspon grede:		l =	90 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l$ = 90 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1}$ = 9 cm < 18 cm

$b_{eff,1}$ = 9 cm

$b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,2}$ = 52 cm > 18 cm

$b_{eff,2}$ = 18 cm

Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

b_{eff} = 9 cm + 18 cm + 30 cm = 57 cm < 243 cm

b_{eff} = 57 cm

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h =	50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} =	30 mm
Promjer vilica:	ϕ_w =	8 mm
Promjer uzdužne armature:	ϕ =	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 =	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1$ =	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 6,57 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 657\ kNcm / (57\ cm \cdot (45{,}50\ cm)^2 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

μ_{Eds} = 0,006 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,006 ξ = 0,029 ζ = 0,991

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 657 kNcm / (0,991 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 0,34 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = min{114,00 cm²; 62,70 cm²}

$A_{s,max}$ = 62,70 cm²

Odabrana armatura u polju:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 62,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 35,00 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 3500 kNcm / (57 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,034 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,034 ξ = 0,057 ζ = 0,979

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 3500 kNcm / (0,979 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 1,81 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18 cm^2; 1,77 cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{114,00 cm^2; 62,70 cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 62,70 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 62,70 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 83,09 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$ $k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ $\rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 $k = \min\{1,66; 2,00\}$ $\rho_l = \min\{0,0023; 0,0200\}$

k = 1,66 ρ_l = 0,0023

$V_{Rd,c} = \max\{0,3552 N/mm^2; 0,3753 N/mm^2\} \cdot 300 mm \cdot 455 mm$

$V_{Rd,c}$ = 0,3753 N/mm² · 136500 mm² = 51228 N

$V_{Rd,c}$ = 51,23 kN

Uvijet nosivosti:

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

83,09 kN > 51,23 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: $\theta =$ 40° $ctg(\theta) =$ 1,20

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$$

gdje je: $\alpha_{cw} =$ 1,0 $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

$v_1 =$ 0,54 $z =$ 40,95 cm

$$V_{Rd,max} = (1,0 \cdot 30\ cm \cdot 40,95\ cm \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / (1,2 + 1 / 1,2)$$

$$V_{Rd,max} = 543,76\ kN$$

Provjera nosivosti:

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

83,09 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: $\phi_w =$ **8 mm**

$A_{sw} = 2 \cdot 0,50\ cm^2$ površina presjeka spone: $A_{sw}^1 = 0,50\ cm^2$

$A_{sw} = 1,00\ cm^2$ reznost: $m =$ 2

$$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$$

$$s_{min} = (1,00\ cm^2 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,2) / 83,09\ kN$$

$$s_{min} = 25,71\ cm$$

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$$

$$(1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$$

$0,07\ kN < 0,45\ kN/cm^2$

$$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$$

s_{min} = (2 · 1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30,00 cm · 1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²)

s_{min} = 3,22 cm

$s > s_{min}$

20,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (f_{ctm} / f_{yd}) za beton klase C25/30: f_{ctm} = 2,60 MPa

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (2,60 MPa / 434,78 MPa)

$\rho_{w,min}$ = 0,0009

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1$ = (A_{sw}^1 · m) / (b_w · $\rho_{w,min}$)

$s_{l,max}^1$ = (0,50 cm² · 2) / (30 cm · 0,0009)

$s_{l,max}^1$ = 37,16 cm

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ = 83,09 kN / 543,76 kN = 0,15 0,15 < 0,30

$s_{l,max}^2$ = min{0,75 · d; 30 cm} = min{0,75 · 45,5 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = min{34,13 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = 30,0 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 30,00 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: **$s_{l,max,odabrano}$ = 20,00 cm**

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / $s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = [1,00 · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20] / 20,00 cm = 106,83 kN

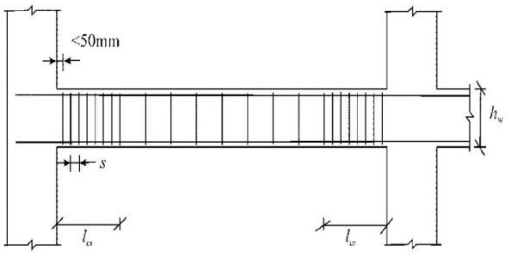
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50$ cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: $d_{bw} = 8$ mm

Najmanji promjer vlačne armature: $d_{bl} = 14$ mm

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot d_{bL}\}$

$s = \min\{500 \text{ mm} / 4; 24 \cdot 8 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot 14 \text{ mm}\}$

$s = \min\{125 \text{ mm}; 192 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 112 \text{ mm}\}$

$s = 112$ mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0{,}5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

$\rho_{min} = 0{,}5 \cdot (0{,}26 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa})$

$\rho_{min} = 0{,}0003$

$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_1 = 3{,}08 \text{ cm}^2 / (30 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm})$

$\rho_1 = 0{,}0021$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0{,}0021 > 0{,}0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: $s = 10{,}0$ cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: $l_{eff} = 90$ cm

Statička visina:	d = 45,50 cm	
Omjer:	l_{eff} / d = **2,0 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

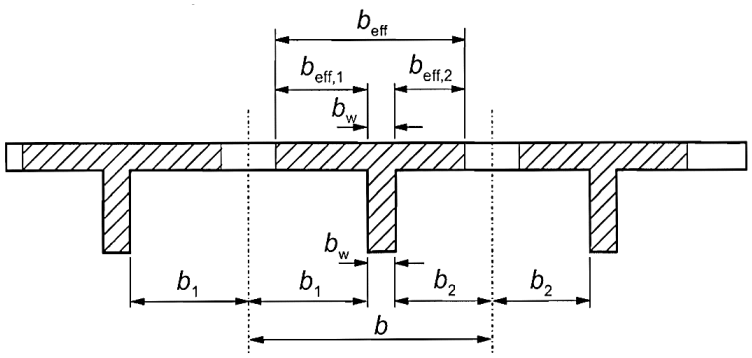
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G204b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w = 30 cm
Visina grede:		h_w = 30 cm
Visina ploče:		h_f = 20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm
	$b_{2,c}$ = 525 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ = 263 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h = 50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b = 293 cm
Proračunski raspon grede:		l = 470 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama:	k = 1	$l_0 = k \cdot l$ = 470 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\ b_1 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,1} = 47\ cm < 94\ cm$

$b_{eff,1} = 47\ cm$

$b_{eff,2} = 0{,}2\ b_2 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,2} = 100\ cm > 94\ cm$

$b_{eff,2} = 94\ cm$

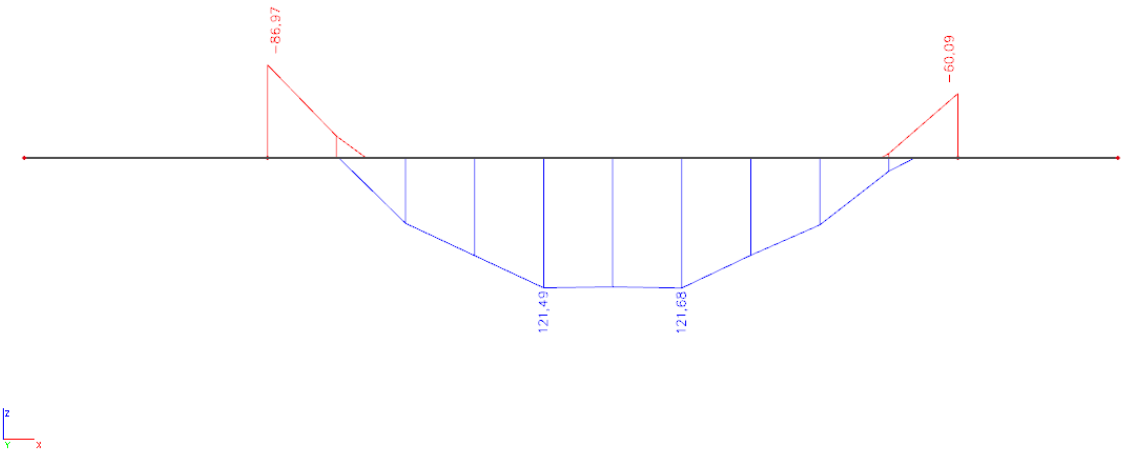
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

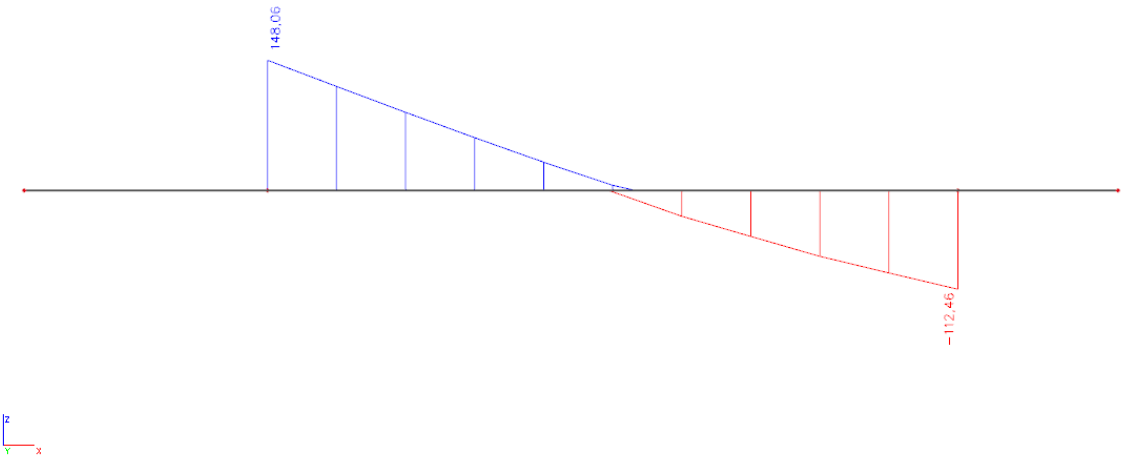
$b_{eff} = 47\ cm + 94\ cm + 30\ cm = 171\ cm < 293\ cm$

$b_{eff} = 171\ cm$

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h =$	50 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	30 mm
Promjer vilica:	$\phi_w =$	8 mm
Promjer uzdužne armature:	$\phi =$	16 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	$d_1 =$	4,60 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 =$	45,40 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 121,68 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 12168 kNcm / (171 cm · (45,40 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,118 < $\mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,118 $\xi =$ 0,159 $\zeta =$ 0,935

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 12168 kNcm / (0,935 · 45,4 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 6,59 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_{eff} · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{342,00 cm²; 188,10 cm²}

$A_{s,max}$ = 188,10 cm²

Odabrana armatura u polju:

5ϕ16	**$A_{s1,prov}$ = 10,05 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 10,05 cm² < 188,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,40 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 86,97 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} · d^2 · f_{cd})

μ_{Eds} = 8697 kNcm / (171 cm · (45,40 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,084 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,084 ξ = 0,116 ζ = 0,954

Proračunski potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Eds} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 8697 kNcm / (0,954 · 45,4 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,62 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$\mathbf{A_{s,min} = 1,77\ cm^2}$

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{342,00\ cm^2;\ 188,10\ cm^2\}$

$\mathbf{A_{s,max} = 188,10\ cm^2}$

Odabrana armatura iznad oslonca:

3ϕ14	$\mathbf{A_{s1,prov} = 4,62\ cm^2}$

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

$1,77\ cm^2 < 4,62\ cm^2 < 188,10\ cm^2$

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: $\mathbf{V_{Ed} = 148,06\ kN}$

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3};\ 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$ $\quad k = \min\{1 + (200 / d)^{1/2};\ 2,0\}$ $\quad \rho_l = \min\{A_{s1} / (b_w \cdot d);\ 0,0200\}$

$C_{Rd,c} = 0,12$ $\quad k = \min\{1,66;\ 2,00\}$ $\quad \rho_l = \min\{0,0074;\ 0,0200\}$

$k = 1,66$ $\quad \rho_l = 0,0074$

$V_{Rd,c} = \max\{0,5275\ N/mm^2;\ 0,3755\ N/mm^2\} \cdot 300\ mm \cdot 454\ mm$

$V_{Rd,c} = 0,5275\ N/mm^2 \cdot 136200\ mm^2 = 71848\ N$

$V_{Rd,c} = 71,85\ kN$

Uvijet nosivosti:

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

$148,06\ kN > 71,85\ kN$ - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: $\theta = 40^\circ$ $\quad ctg(\theta) = 1,20$

$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [ctg(\theta) + tg(\theta)]$

gdje je: $\alpha_{cw} = 1,0$ $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

$v_1 = 0,54$ $z = 40,86$ cm

$V_{Rd,max} = (1,0 \cdot 30\ cm \cdot 40,86\ cm \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / (1,2 + 1 / 1,2)$

$V_{Rd,max} = 542,57$ kN

Provjera nosivosti:

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

$148,06\ kN < 542,57\ kN$

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: $\boldsymbol{\phi_w = 8\ mm}$

$A_{sw} = 2 \cdot 0,50\ cm^2$ površina presjeka spone: $A_{sw}^1 = 0,50\ cm^2$

$A_{sw} = 1,00\ cm^2$ reznost: $m = 2$

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1,00\ cm^2 \cdot 40,86\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,2) / 148,06\ kN$

$s_{min} = 14,40$ cm

odabrani razmak s: **s = 10 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 10\ cm) \leq (1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0,14\ kN < 0,45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30,00\ cm \cdot 1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3,22$ cm

$s > s_{min}$

$10,00\ cm > 3,22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2,60$ MPa

$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot (2,60 \text{ MPa} / 434,78 \text{ MPa})$

$\rho_{w,min} = 0,0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0,50 \text{ cm}^2 \cdot 2) / (30 \text{ cm} \cdot 0,0009)$

$s_{l,max}^1 = 37,16 \text{ cm}$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 148,06 \text{ kN} / 542,57 \text{ kN} = 0,27 \qquad 0,27 < 0,30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0,75 \cdot d; 30 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 45,4 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34,05 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\}$

$s_{l,max}^2 = 30,0 \text{ cm}$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30,00$ cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20,00 \text{ cm}}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \text{ctg}(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min} = [1,00 \cdot 40,86 \text{ cm} \cdot 43,48 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1,20] / 20,00 \text{ cm} = 106,59 \text{ kN}$

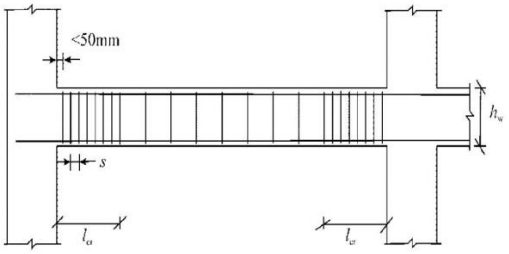
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm s progušćenjem na ϕ8/10 cm od oba kraja oslonca grede u potezu od 0,75 m i 0,50 m.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50 \text{ cm}$



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 16 mm

Razmak spona s:

s = min{h_w / 4; 24 · d_{bw}; 225 mm; 8 · d_{bL}}

s = min{500 mm / 4; 24 · 8 mm; 225 mm; 8 · 16 mm}

s = min{125 mm; 192 mm; 225 mm; 128 mm}

s = 125 mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 125 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = 0,5 · (f_{ctm} / f_{yk})

ρ_{min} = 0,5 · (0,26 MPa / 500 MPa)

ρ_{min} = 0,0003

ρ_1 = A_{s1} / (b · h)

ρ_1 = 10,05 cm² / (30 cm · 50 cm)

ρ_1 = 0,0067

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0067 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 470 cm

Statička visina: d = 45,40 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 10,4 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

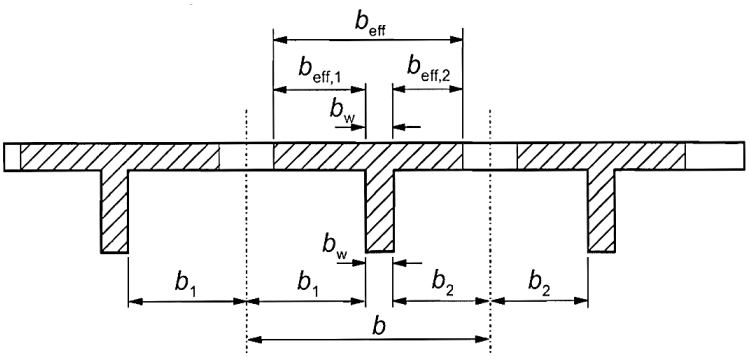
Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 5ϕ16 te 3ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se

izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm, odnosno 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G205b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:		b_w =	30 cm
Visina grede:		h_w =	30 cm
Visina ploče:		h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ = 0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ = 390 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	195 cm
Ukupna visina grede T presjeka:		h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:		b =	225 cm
Proračunski raspon grede:		l =	420 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama:	k = 1	$l_0 = k \cdot l$ =	420 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\ b_1 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,1} = 0\ cm < 84\ cm$

$b_{eff,1} = 0\ cm$

$b_{eff,2} = 0{,}2\ b_2 + 0{,}1\ l_0 \leq 0{,}2\ l_0$

$b_{eff,2} = 81\ cm < 84\ cm$

$b_{eff,2} = 81\ cm$

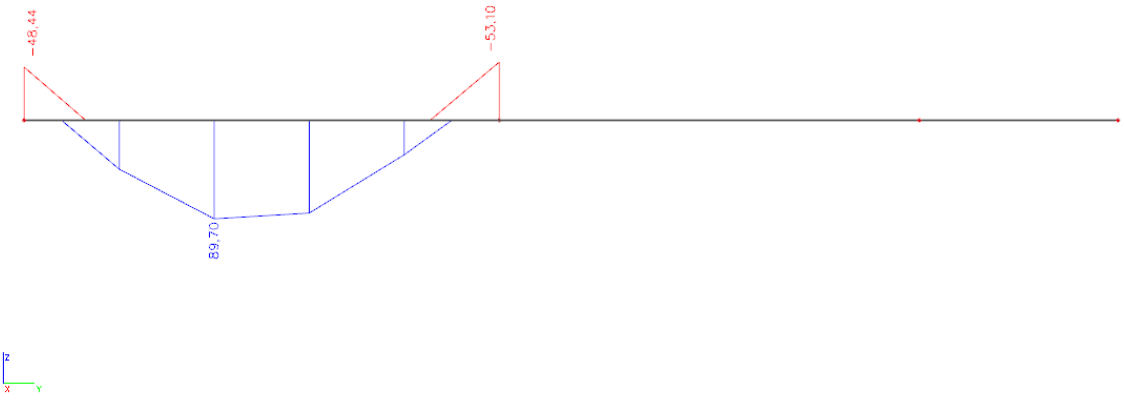
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

$b_{eff} = 0\ cm + 81\ cm + 30\ cm = 111\ cm < 225\ cm$

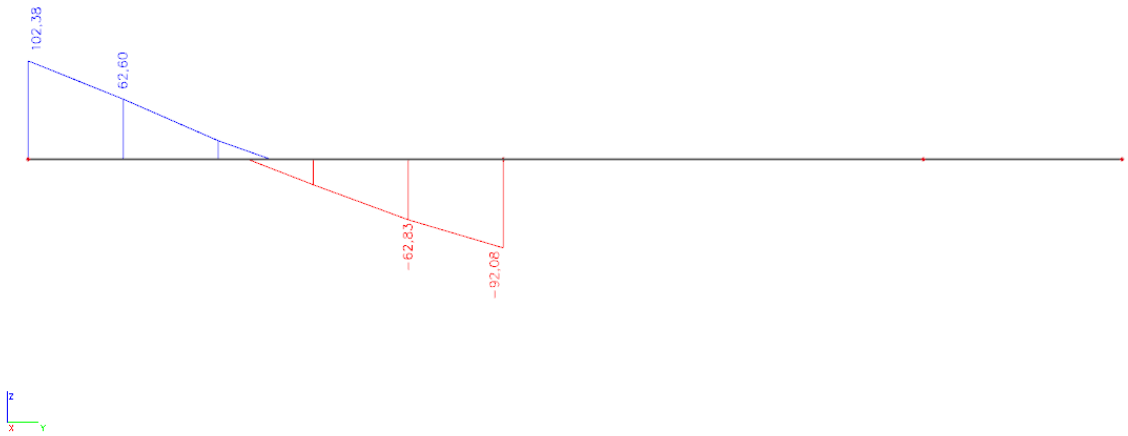
$b_{eff} = 111\ cm$

My



Vz

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	$h =$	50 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	30 mm
Promjer vilica:	$\phi_w =$	8 mm
Promjer uzdužne armature:	$\phi =$	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	$d_1 =$	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 =$	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 89,70 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 8970 kNcm / (111 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,087 < $\mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,087 $\xi =$ 0,119 $\zeta =$ 0,952

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 8970 kNcm / (0,952 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 4,76 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{222,00\ cm^2;\ 122,10\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 122,10 cm²

Odabrana armatura u polju:

4ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 6,16 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 6,16 cm² < 122,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 53,10 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = $M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 5310 kNcm / (111 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,051 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,051 ξ = 0,077 ζ = 0,971

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 5310 kNcm / (0,971 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,77 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_w · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{222,00 cm²; 122,10 cm²}

$A_{s,max}$ = 122,10 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 122,10 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 102,38 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$ · k · (100 · ρ_l · f_{ck})$^{1/3}$; 0,035 · $k^{3/2}$ · $f_{ck}^{1/2}$} · b_w · d

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0045; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0045

$V_{Rd,c}$ = max{0,4476 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4476 N/mm² · 136500 mm² = 61094 N

$V_{Rd,c}$ = 61,09 kN

Uvijet nosivosti:

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

102,38 kN > 61,09 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: α_{cw} = 1,0 $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,2 + 1 / 1,2)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

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

102,38 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: ϕ_w = **8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

s_{min} = (1,00 cm² · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,2) / 102,38 kN

s_{min} = 20,87 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

(1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30 cm · 20 cm) ≤ (1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / [2 · sin(90°)]

0,07 kN < 0,45 kN/cm²

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

s_{min} = (2 · 1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30,00 cm · 1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²)

s_{min} = 3,22 cm

$s > s_{min}$

20,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2,60$ MPa

$\rho_{w,min} = 0,15 \cdot (2,60 \text{ MPa} / 434,78 \text{ MPa})$

$\rho_{w,min} = 0,0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1 = (0,50 \text{ cm}^2 \cdot 2) / (30 \text{ cm} \cdot 0,0009)$

$s_{l,max}^1 = 37,16 \text{ cm}$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 102,38 \text{ kN} / 543,76 \text{ kN} = 0,19 \qquad 0,19 < 0,30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0,75 \cdot d; 30 \text{ cm}\} = \min\{0,75 \cdot 45,5 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\}$

$s_{l,max}^2 = \min\{34,13 \text{ cm}; 30 \text{ cm}\}$

$s_{l,max}^2 = 30,0 \text{ cm}$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30,00$ cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20,00 \text{ cm}}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \text{ctg}(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min} = [1,00 \cdot 40,95 \text{ cm} \cdot 43,48 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1,20] / 20,00 \text{ cm} = 106,83 \text{ kN}$

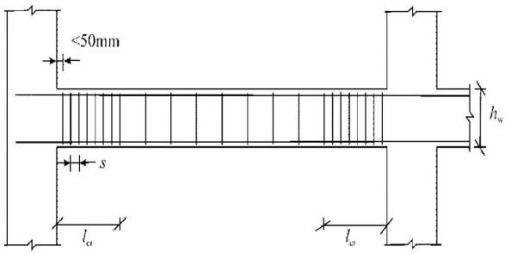
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

$l_{cr} = h_w$

$l_{cr} = 50 \text{ cm}$



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

$s = \min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225\ mm; 8 \cdot d_{bL}\}$

$s = \min\{500\ mm / 4; 24 \cdot 8\ mm; 225\ mm; 8 \cdot 14\ mm\}$

$s = \min\{125\ mm; 192\ mm; 225\ mm; 112\ mm\}$

$s = 112\ mm$

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$

$\rho_{min} = 0,0003$

$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_1 = 6,16\ cm^2 / (30\ cm \cdot 50\ cm)$

$\rho_1 = 0,0041$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0,0041 > 0,0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 420 cm

Statička visina: d = 45,50 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 9,2 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 4ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G206b

Dimenzije T presjeka

Širina grede: b_w = 30 cm

Visina grede: h_w = 30 cm

Visina ploče: h_f = 20 cm

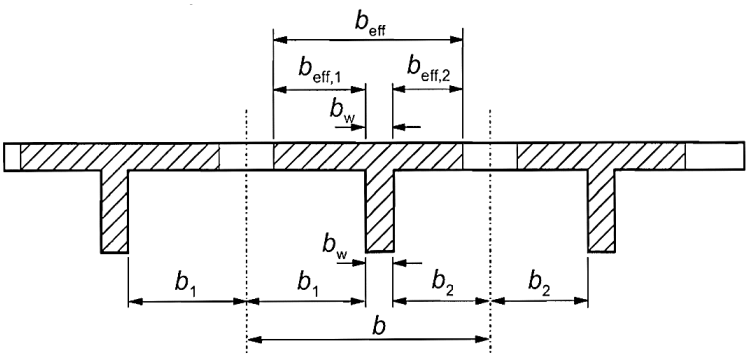
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca: $b_{1,c}$ = 0 cm → $b_1 = b_{1,c} / 2$ = 0 cm

$b_{2,c}$ = 300 cm → $b_2 = b_{2,c} / 2$ = 150 cm

Ukupna visina grede T presjeka: h = 50 cm

Srednja širina grede T presjeka: b = 180 cm

Proračunski raspon grede: l = 165 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 0,85 → $l_0 = k \cdot l$ = 140 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ → $b_{eff,1}$ = 0 cm < 28 cm

$b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ → $b_{eff,2}$ = 44 cm > 28 cm

$b_{eff,1}$ = 0 cm $b_{eff,2}$ = 28 cm

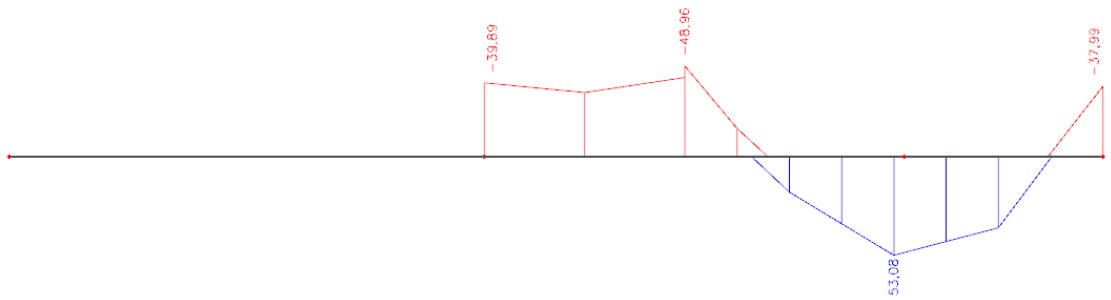
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

b_{eff} = 0 cm + 28 cm + 30 cm = 58 cm < 180 cm

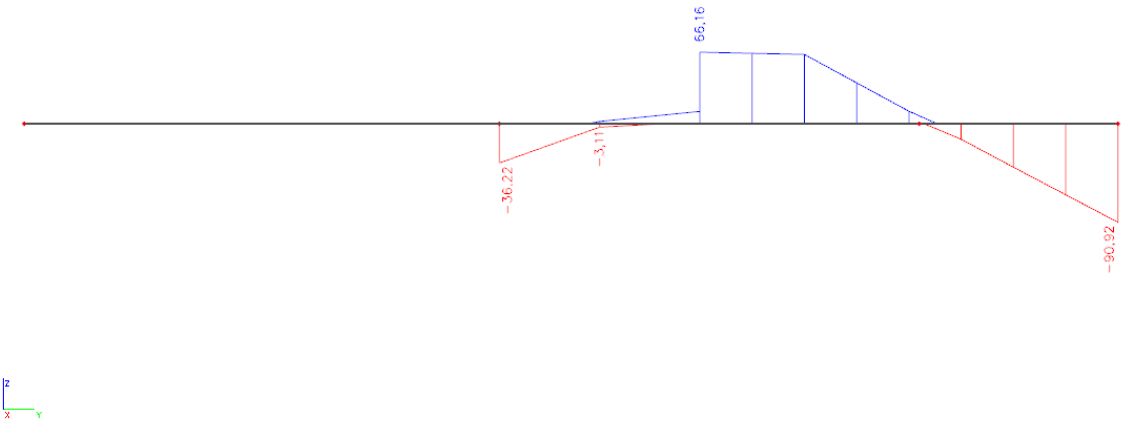
b_{eff} = 58 cm

My



Vz

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h =	50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} =	30 mm
Promjer vilica:	ϕ_w =	8 mm
Promjer uzdužne armature:	ϕ =	14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 =	4,50 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1$ =	45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 53,08 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 5308\ kNcm / (58\ cm \cdot (45{,}50\ cm)^2 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$

$\mu_{Eds} = 0{,}051 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,051 ξ = 0,077 ζ = 0,971

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 5308\ kNcm / (0{,}971 \cdot 45{,}5\ cm \cdot 43{,}48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 2,76 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{0,18\ cm^2;\ 1,77\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{116,10\ cm^2;\ 63,86\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 63,86 cm²

Odabrana armatura u polju:

3ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 63,86 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: d = 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 48,96 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

μ_{Eds} = $M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

μ_{Eds} = 4896 kNcm / (58 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ_{Eds} = 0,047 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,047 ξ = 0,072 ζ = 0,972

Proračunski potrebna armatura:

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

A_{s1} = 4896 kNcm / (0,972 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 2,54 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b_w · d; 0,0013 · b_w · d}

$A_{s,min}$ = max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = min{0,040 · b_w · h; 0,022 · A_c}

$A_{s,max}$ = min{116,10 cm²; 63,86 cm²}

$A_{s,max}$ = 63,86 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

2ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 3,08 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 3,08 cm² < 63,86 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 90,92 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c}$ = max{$C_{Rd,c}$ · k · (100 · ρ_l · f_{ck})$^{1/3}$; 0,035 · $k^{3/2}$ · $f_{ck}^{1/2}$} · b_w · d

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0034; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0034

$V_{Rd,c}$ = max{0,4067 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4067 N/mm² · 136500 mm² = 55508 N

$V_{Rd,c}$ = 55,51 kN

Uvijet nosivosti:

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

90,92 kN > 55,51 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: $\alpha_{cw} = 1,0$ $v_1 = 0,6 \cdot [1 - f_{ck} / 250]$ $z = \zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

$v_1 = 0,54$ $z = 40,95$ cm

$V_{Rd,max} = (1,0 \cdot 30\ cm \cdot 40,95\ cm \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / (1,2 + 1 / 1,2)$

$V_{Rd,max} = 543,76$ kN

Provjera nosivosti:

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

$90,92\ kN < 543,76\ kN$

Proračun potrebne poprečne armature

$A_{sw} = m \cdot A_{sw}^1$ promjer spona: $\phi_w =$ **8 mm**

$A_{sw} = 2 \cdot 0,50\ cm^2$ površina presjeka spone: $A_{sw}^1 = 0,50\ cm^2$

$A_{sw} = 1,00\ cm^2$ reznost: $m = 2$

$s_{min} = [A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

$s_{min} = (1,00\ cm^2 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,2) / 90,92\ kN$

$s_{min} = 23,50$ cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

$(1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$

$0,07\ kN < 0,45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

$s_{min} = (2 \cdot 1,00\ cm^2 \cdot 43,48\ kN/cm^2) / (30,00\ cm \cdot 1,00 \cdot 0,54 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$s_{min} = 3,22$ cm

$s > s_{min}$

$20,00\ cm > 3,22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (f_{ctm} / f_{yd}) za beton klase C25/30: f_{ctm} = 2,60 MPa

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (2,60 MPa / 434,78 MPa)

$\rho_{w,min}$ = 0,0009

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1$ = (A_{sw}^1 · m) / (b_w · $\rho_{w,min}$)

$s_{l,max}^1$ = (0,50 cm² · 2) / (30 cm · 0,0009)

$s_{l,max}^1$ = 37,16 cm

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ = 90,92 kN / 543,76 kN = 0,17 0,17 < 0,30

$s_{l,max}^2$ = min{0,75 · d; 30 cm} = min{0,75 · 45,5 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = min{34,13 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = 30,0 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 30,00 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: **$s_{l,max,odabrano}$ = 20,00 cm**

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / $s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = [1,00 · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20] / 20,00 cm = 106,83 kN

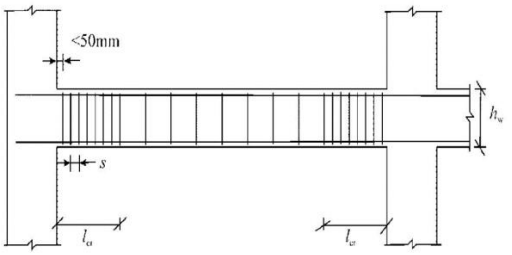
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm s progušćenjem na ϕ8/20 cm u potezu od -0,18 m od jednog kraja oslonca grede - gdje djeluje najveća poprečna sila.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

s = $\min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot d_{bL}\}$

s = $\min\{500 \text{ mm} / 4; 24 \cdot 8 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 8 \cdot 14 \text{ mm}\}$

s = $\min\{125 \text{ mm}; 192 \text{ mm}; 225 \text{ mm}; 112 \text{ mm}\}$

s = 112 mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = $0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

ρ_{min} = $0,5 \cdot (0,26 \text{ MPa} / 500 \text{ MPa})$

ρ_{min} = 0,0003

ρ_1 = $A_{s1} / (b \cdot h)$

ρ_1 = $4,62 \text{ cm}^2 / (30 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm})$

ρ_1 = 0,0031

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0031 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 390 cm

Statička visina: d = 45,50 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 8,6 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

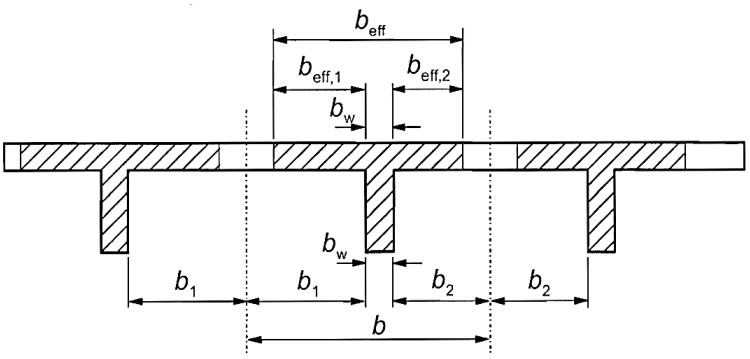
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 3ϕ14 te 2ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 20 cm, odnosno 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G207b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w =	30 cm
Visina grede:			h_w =	30 cm
Visina ploče:			h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ =	0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ =	300 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	150 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b =	180 cm
Proračunski raspon grede:			l =	175 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l$ = 175 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ $\quad$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1}$ = 0 cm < 35 cm $\quad$ $b_{eff,2}$ = 48 cm > 35 cm

$b_{eff,1}$ = 0 cm $\quad$ $b_{eff,2}$ = 35 cm

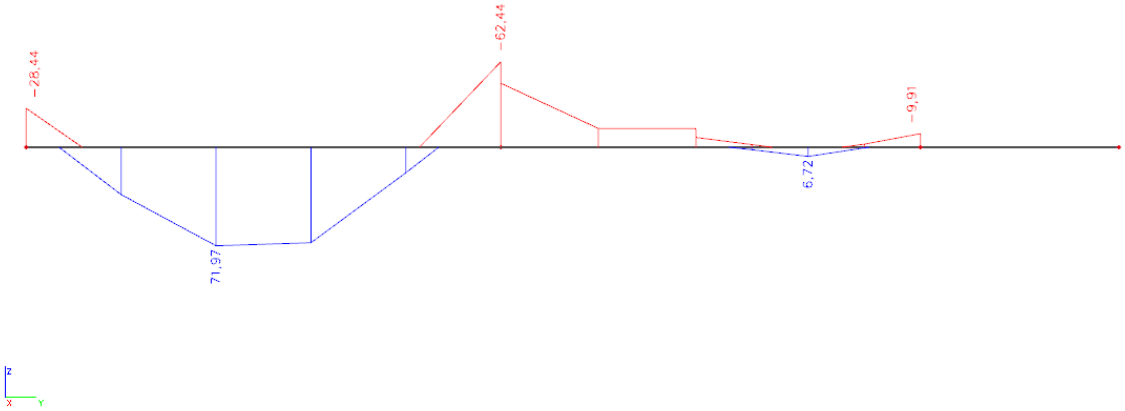
Proračunska širina T presjeka:

b_{eff} = $\Sigma b_{eff,i} + b_w \leq b$

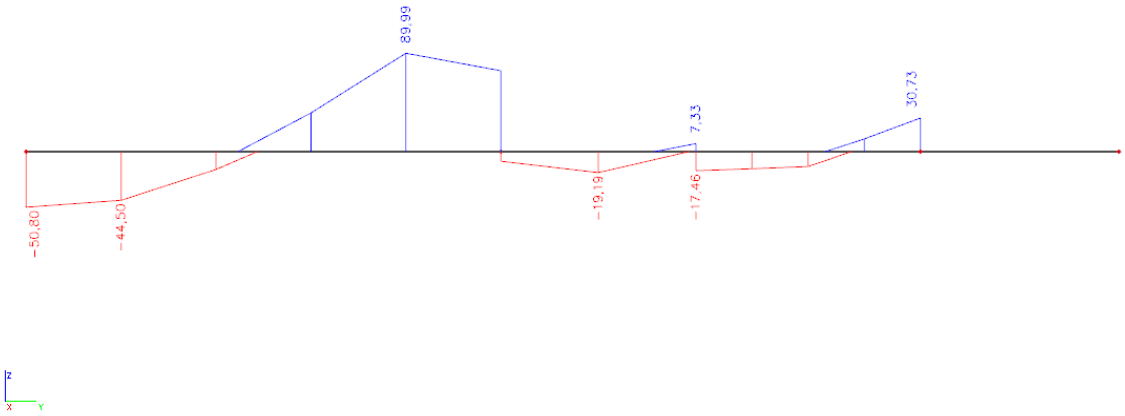
b_{eff} = 0 cm + 35 cm + 30 cm = 65 cm < 180 cm

b_{eff} = 65 cm

My



Vz



DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE U POLJU GREDE

Ukupna visina presjeka:	h = 50 cm
Zaštitni sloj betona:	c_{nom} = 30 mm
Promjer vilica:	ϕ_w = 8 mm
Promjer uzdužne armature:	ϕ = 14 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	d_1 = 4,50 cm

Statička visina presjeka: $d = h - d_1 =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 71,97 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 7197 kNcm / (65 cm · (45,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,070 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,070 $\xi =$ 0,098 $\zeta =$ 0,961

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 7197 kNcm / (0,961 · 45,5 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 3,78 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} =$ max{0,18 cm²; 1,77 cm²}

$A_{s,min} =$ 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_{eff} \cdot h; 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} =$ min{130,00 cm²; 71,50 cm²}

$A_{s,max} =$ 71,50 cm²

Odabrana armatura u polju:

4ϕ14	**$A_{s1,prov} =$ 6,16 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 6,16 cm² < 71,50 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

Statička visina presjeka: $d =$ 45,50 cm

Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 62,24 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 6224 \text{ kNcm} / (65 \text{ cm} \cdot (45{,}50 \text{ cm})^2 \cdot 1{,}67 \text{ kN/cm}^2)$

$\mu_{Eds} = 0{,}060 < \mu_{Rds,lim} = 0{,}296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,060 ξ = 0,087 ζ = 0,966

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 6224 \text{ kNcm} / (0{,}966 \cdot 45{,}5 \text{ cm} \cdot 43{,}48 \text{ kN/cm}^2)$

A_{s1} = 3,26 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0{,}26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0{,}0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0{,}18 \text{ cm}^2;\ 1{,}77 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,77 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0{,}040 \cdot b_w \cdot h;\ 0{,}022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{130{,}00 \text{ cm}^2;\ 71{,}50 \text{ cm}^2\}$

$A_{s,max}$ = 71,50 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

3ϕ14	**$A_{s1,prov}$ = 4,62 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

1,77 cm² < 4,62 cm² < 71,50 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: **V_{Ed} = 89,99 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3};\ 0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c k = min{1 + (200 / d)$^{1/2}$; 2,0} ρ_l = min{A_{s1} / (b_w · d); 0,0200}

$C_{Rd,c}$ = 0,12 k = min{1,66; 2,00} ρ_l = min{0,0045; 0,0200}

k = 1,66 ρ_l = 0,0045

$V_{Rd,c}$ = max{0,4476 N/mm²; 0,3753 N/mm²} · 300 mm · 455 mm

$V_{Rd,c}$ = 0,4476 N/mm² · 136500 mm² = 61094 N

$V_{Rd,c}$ = 61,09 kN

Uvijet nosivosti:

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

89,99 kN > 61,09 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ ctg(θ) = 1,20

$V_{Rd,max}$ = (α_{cv} · b_w · z · v_1 · f_{cd}) / [ctg(θ) + tg(θ)]

gdje je: α_{cw} = 1,0 v_1 = 0,6 · [1 - f_{ck} / 250] z = ζ · d ≈ 0,90 · d

v_1 = 0,54 z = 40,95 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 30 cm · 40,95 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,2 + 1 / 1,2)

$V_{Rd,max}$ = 543,76 kN

Provjera nosivosti:

V_{Ed} ≤ $V_{Rd,max}$

89,99 kN < 543,76 kN

Proračun potrebne poprečne armature

A_{sw} = m · A_{sw}^1 promjer spona: **ϕ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

s_{min} = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / V_{Ed}

s_{min} = (1,00 cm² · 40,95 cm · 43,48 kN/cm² · 1,2) / 89,99 kN

s_{min} = 23,74 cm

odabrani razmak s: **s = 20 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$
$(1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30\ cm \cdot 20\ cm) \leq (1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2) / [2 \cdot \sin(90°)]$
$0{,}07\ kN < 0{,}45\ kN/cm^2$

$s_{min} = (2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$
$s_{min} = (2 \cdot 1{,}00\ cm^2 \cdot 43{,}48\ kN/cm^2) / (30{,}00\ cm \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}54 \cdot 1{,}67\ kN/cm^2)$
$s_{min} = 3{,}22\ cm$

$s > s_{min}$
$20{,}00\ cm > 3{,}22\ cm$

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: $f_{ctm} = 2{,}60\ MPa$

$\rho_{w,min} = 0{,}15 \cdot (2{,}60\ MPa / 434{,}78\ MPa)$
$\rho_{w,min} = 0{,}0009$

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1 = (A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$
$s_{l,max}^1 = (0{,}50\ cm^2 \cdot 2) / (30\ cm \cdot 0{,}0009)$
$s_{l,max}^1 = 37{,}16\ cm$

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

$V_{Ed} / V_{Rd,max} = 89{,}99\ kN / 543{,}76\ kN = 0{,}17$ $\quad 0{,}17 < 0{,}30$

$s_{l,max}^2 = \min\{0{,}75 \cdot d; 30\ cm\} = \min\{0{,}75 \cdot 45{,}5\ cm; 30\ cm\}$
$s_{l,max}^2 = \min\{34{,}13\ cm; 30\ cm\}$
$s_{l,max}^2 = 30{,}0\ cm$

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max} = 30{,}00\ cm$

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: $\mathbf{s_{l,max,odabrano} = 20{,}00\ cm}$

Poprečna sila koju nose minimalne spone ϕ8/20 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = $[1,00 \cdot 40,95\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2 \cdot 1,20] / 20,00\ cm = 106,83\ kN$

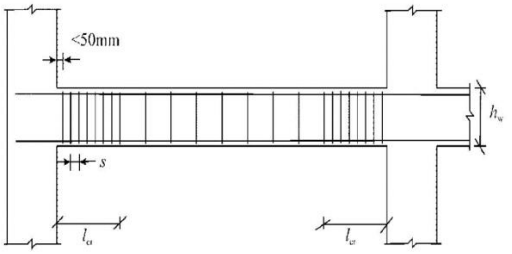
Gredu armirati sponama ϕ8/20 cm.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 50 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 14 mm

Razmak spona s:

s = $\min\{h_w / 4; 24 \cdot d_{bw}; 225\ mm; 8 \cdot d_{bL}\}$

s = $\min\{500\ mm / 4; 24 \cdot 8\ mm; 225\ mm; 8 \cdot 14\ mm\}$

s = $\min\{125\ mm; 192\ mm; 225\ mm; 112\ mm\}$

s = 112 mm

<u>Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 112 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 50 cm.</u>

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

ρ_{min} = $0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$

ρ_{min} = $0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$

ρ_{min} = 0,0003

ρ_1 = $A_{s1} / (b \cdot h)$

ρ_1 = $6,16\ cm^2 / (30\ cm \cdot 50\ cm)$

ρ_1 = 0,0041

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

0,0041 > 0,0003 - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	423 cm	
Statička visina:	d =	45,50 cm	
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**9,3 < 25**	- nije potrebna provjera progiba.

ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

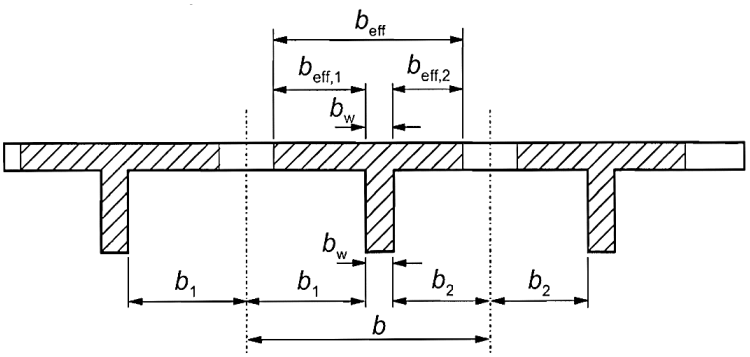
Greda zadovoljava sve provedene provjere te se pretpostavljeni parametri usvajaju.

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 4ϕ14 te 3ϕ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera ϕ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

G208b

Dimenzije T presjeka

Širina grede:			b_w =	30 cm
Visina grede:			h_w =	30 cm
Visina ploče:			h_f =	20 cm
Svjetla širina do susjedne grede/oslonca:	$b_{1,c}$ =	0 cm	$b_1 = b_{1,c} / 2$ =	0 cm
	$b_{2,c}$ =	235 cm	$b_2 = b_{2,c} / 2$ =	118 cm
Ukupna visina grede T presjeka:			h =	50 cm
Srednja širina grede T presjeka:			b =	148 cm
Proračunski raspon grede:			l =	175 cm



Određivanje proračunske širine grede T presjeka

Udaljenost nul-točke momentnog dijagrama: k = 1 $l_0 = k \cdot l =$ 175 cm

Proračunske udaljenosti lijeve i desne strane presjeka $\mathbf{b_{eff,1}}$ i $\mathbf{b_{eff,2}}$:

$b_{eff,1} = 0{,}2\, b_1 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$ $\quad$ $b_{eff,2} = 0{,}2\, b_2 + 0{,}1\, l_0 \le 0{,}2\, l_0$

$b_{eff,1} = 0$ cm < 35 cm $\quad$ $b_{eff,2} = 41$ cm > 35 cm

$b_{eff,1} = 0$ cm $\quad$ $b_{eff,2} = 35$ cm

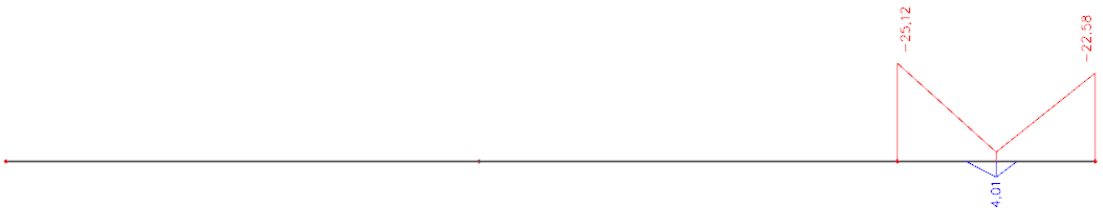
Proračunska širina T presjeka:

$b_{eff} = \Sigma b_{eff,i} + b_w \le b$

$b_{eff} = 0$ cm $+ 35$ cm $+ 30$ cm $= 65$ cm < 148 cm

$b_{eff} = 65$ cm

My



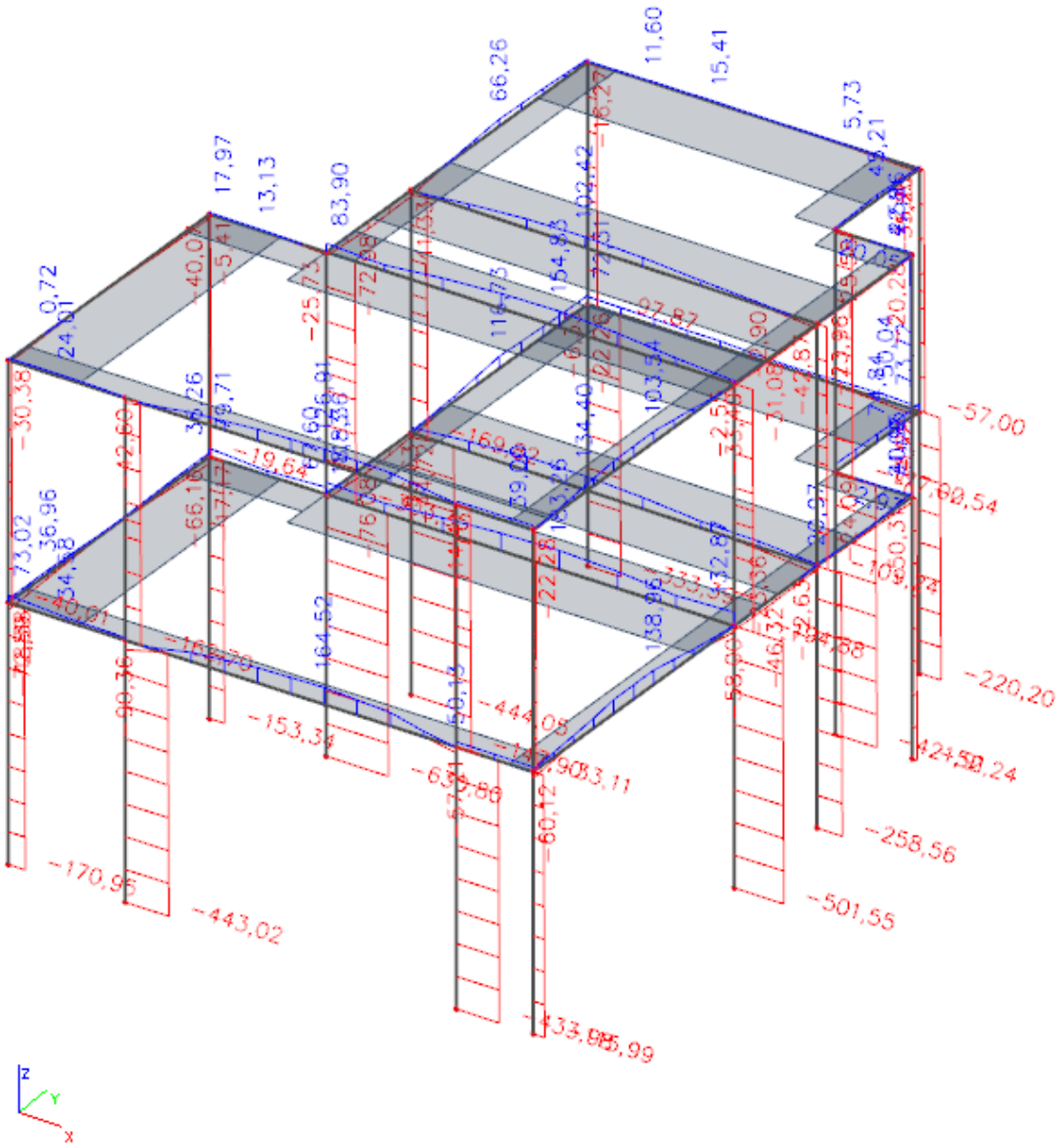
Vz



ZAKLJUČAK DIMENZIONIRANJA:

Greda se izvodi betonom klase C25/30 s vlačnom armaturom u donjoj zoni 2φ14 te 2φ14 u gornjoj zoni. Spone se izvode šipkama promjera φ8/20 cm s progušćenjem na 10 cm. Reznost spona iznosi 2.

2.3.9 DIMENZIONIRANJE STUPOVA



DIMENZIONIRANJE NAJOPTEREĆNIJEG STUPA- 30/40 cm

Dimenzije stupa

Širina presjeka: b = 30 cm

Visina presjeka: h = 40 cm

Posebne odredbe za stupove opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1-1.

Ograničenje najveće proračunske tlačne sile

Proračunska uzdužna sila: $N_{Ed,s}$ = **672,83 kN**

Za razred duktilnosti **M** (**DCM**): $N_{Ed} \leq 0,65 \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}$

672,83 kN < 0,65 · 30 cm · 40 cm · 500 kN/cm² = 780,00 kN - Uvijet je zadovoljen!

Minimalna uzdužna armatura

$A_{s,min,potres}$ = 0,01 · A_c

$A_{s,min,potres}$ = 0,01 · 30 cm · 40 cm

$A_{s,min,potres}$ = 12,00 cm²

Maksimalna uzdužna armatura

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c

$A_{s,max}$ = 0,04 · 30 cm · 40 cm

$A_{s,max}$ = 48,00 cm²

Odabrana glavna armatura:

$A_{s1,prov} + A_{s2,prov}$ = (4 + 4)φ14 = 8φ14 = 12,32 cm²

Predviđa se i dodatna armatura bočno, između šipki u kutovima i to:

$A_{s,dodatna}$ = (1 + 1)φ14 = 2φ14 = 3,08 cm²

$A_{s,min} \leq (A_{s1,prov} + A_{s2,prov} + A_{s,dodatna}) \leq A_{s,max}$

12,00 cm² < 15,40 cm² < 48,00 cm²

Razmak poprečne armature prema HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015

Odabire se manja vrijednost:

$s_{cl,tmax}$ = min(12 · $\varphi_{s,min}$; b_{min}; 30 cm)

$s_{cl,tmax}$ = min(16,8 cm; 30 cm; 30 cm)

$s_{cl,tmax}$ = 16,8 cm

$\varphi_{s,min}$ - promjer najmanje uzdužne šipke.

b_{min} - najmanja izmjera betonske jezgre.

Odabrani međusobni razmak poprečne armature (spona): s_{cl} = 15,0 cm

Određivanje duljine kritičnog područja stupa l_{cr}:

Za razred duktilnosti M:

Najveća izmjera presjeka stupa: h_c = 0,40 m

Svjetla visina stupa l_{cl}: l_{cl} = 4,00 m

$l_{cl} / h_c < 3$ l_{cl} / h_c = 10 > 3

Kako je odnos svjetle visine stupa i najveće izmjere presjeka stupa veći od 3, kritična područja su područja do udaljenosti lcr od krajeva stupa.

l_{cr} = max(h_c; l_{cl} / 6; 0,45 m)

l_{cr} = max(0,40 m; 0,67 m; 0,45 m)

l_{cr} = 0,67 m

Kritična duljina područja stupa iznosi 0,67 m.

Najveći razmak poprečne armature u kritičnim područjima prema HRN EN 1998-1:2011:

Progušćenje se izvodi na krajevima stupova na udaljenostima u vrijednosti lcr = 67 cm. Progušćena poprečna armatura se izvodi kroz cijeli čvor spoja stupa s gredama.

s_{max} = min(b_o / 2; 17,5 cm; 8 · d_{bL})

s_{max} = min(30 cm / 2; 17,5 cm; 8 · 1,4 cm)

s_{max} = min(5,9 cm; 17,5 cm; 11,20 cm)

s_{max} = 11,2 cm

b_o - najmanja izmjera betonske jezgre.

d_{bL} - promjer najmanje uzdužne šipke.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 330 cm

Statička visina: d = 46,00 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 7,2 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

DIMENZIONIRANJE OSTALIH STUPOVA

Dimenzije stupa

Širina presjeka: b = 30 cm

Visina presjeka: h = 30 cm

Posebne odredbe za stupove opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1-1.

Ograničenje najveće proračunske tlačne sile

Proračunska uzdužna sila: $N_{Ed,s}$ = **498,76 kN**

Za razred duktilnosti **M** (**DCM**): $N_{Ed} \leq 0,65 \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}$

498,76 kN < 0,65 · 30 cm · 30 cm · 500 kN/cm² = 585,00 kN - Uvijet je zadovoljen!

Minimalna uzdužna armatura

$A_{s,min,potres}$ = 0,01 · A_c

$A_{s,min,potres}$ = 0,01 · 30 cm · 30 cm

$A_{s,min,potres}$ = 9,00 cm²

Maksimalna uzdužna armatura

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c

$A_{s,max}$ = 0,04 · 30 cm · 30 cm

$A_{s,max}$ = 36,00 cm²

Odabrana glavna armatura:

$A_{s1,prov} + A_{s2,prov}$ = (3 + 3)φ14 = 6φ14 = 9,24 cm²

Predviđa se i dodatna armatura bočno, između šipki u kutovima i to:

$A_{s,dodatna}$ = (1 + 1)φ14 = 2φ14 = 3,08 cm²

$A_{s,min} \leq (A_{s1,prov} + A_{s2,prov} + A_{s,dodatna}) \leq A_{s,max}$

9,00 cm² < 12,32 cm² < 36,00 cm²

Razmak poprečne armature prema HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015

Odabire se manja vrijednost:

$s_{cl,tmax}$ = min(12 · $\varphi_{s,min}$; b_{min}; 30 cm)

$s_{cl,tmax}$ = min(16,8 cm; 30 cm; 30 cm)

$s_{cl,tmax}$ = 16,8 cm

$\varphi_{s,min}$ - promjer najmanje uzdužne šipke.

b_{min} - najmanja izmjera betonske jezgre.

Odabrani međusobni razmak poprečne armature (spona): s_{cl} = 15,0 cm

Određivanje duljine kritičnog područja stupa l_{cr}:

Za razred duktilnosti M:

Najveća izmjera presjeka stupa: h_c = 0,30 m

Svjetla visina stupa l_{cl}: l_{cl} = 4,00 m

$l_{cl} / h_c < 3$ l_{cl} / h_c = 13,33 > 3

Kako je odnos svjetle visine stupa i najveće izmjere presjeka stupa veći od 3, kritična područja su područja do udaljenosti lcr od krajeva stupa.

l_{cr} = max(h_c; l_{cl} / 6; 0,45 m)

l_{cr} = max(0,30 m; 0,67 m; 0,45 m)

l_{cr} = 0,67 m

Kritična duljina područja stupa iznosi 0,67 m.

Najveći razmak poprečne armature u kritičnim područjima prema HRN EN 1998-1:2011:

Progušćenje se izvodi na krajevima stupova na udaljenostima u vrijednosti lcr = 67 cm. Progušćena poprečna armatura se izvodi kroz cijeli čvor spoja stupa s gredama.

s_{max} = min(b_o / 2; 17,5 cm; 8 · d_{bL})

s_{max} = min(30 cm / 2; 17,5 cm; 8 · 1,4 cm)

s_{max} = min(5,9 cm; 17,5 cm; 11,20 cm)

s_{max} = 11,2 cm

b_o - najmanja izmjera betonske jezgre.

d_{bL} - promjer najmanje uzdužne šipke.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: s = 10,0 cm

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme ačiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 330 cm

Statička visina: d = 46,00 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 7,2 < 25** - nije potrebna provjera progiba.

Kako svi stupovi preuzimaju potresne sile za sve se usvajaju isti poprečni presjeci i količine armature kao za prethodno proračunati stup.

2.3.10 NADTEMELJNI ZIDOVI

Nadtemeljne zidove izvesti debljina 30 cm i armirati obostrano armaturnim mrežama Q- 257.

Sjeverni nadtemeljni zid ima funkciju potpornog zida (promatramo ga kao jednostano ukopani) te se iz tog razloga armira obostrano armaturnim mrežama Q- 636.

2.3.11 PRORAČUN TRAKASTIH TEMELJA OBJEKTA

PROVJERA NOSIVOSTI TLA ISPOD TEMELJNE TRAKE

Dimenzije temelja:

širina temelja:	$a =$	*120 cm*
jedinična dužina temelja:	$b =$	*100 cm*
visina temelja:	$h =$	*60 cm*
zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	*4 cm*
promjer šipke:	$\phi_s =$	*14 mm*
statička visina presjeka poprečne armature:	$d_x = h - c_{nom} - \varphi_s / 2 =$	*55,3 cm*
statička visina presjeka uzdužne armature:	$d_y = d_x - \phi_s =$	*53,9 cm*
srednja statička visina presjeka:	$d_m = (d_x + d_y) / 2 =$	*54,6 cm*

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Beton C25/30: $f_{ck} = 25\ N/mm^2$

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

$f_{cd} = 1,67\ kN/cm^2$

Proračunska čvrstoća čelika

Čelik B500B: $f_{yk} = 500\ N/mm^2$

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

$f_{yd} = 43,48\ kN/cm^2$

Parametri materijala:

Dobro granulirani šljunak (GW)

Specifična težina tla u dreniranim uvjetima: $\gamma_s = 20,0\ kN/m^3$

Specifična težina tla u nedreniranim uvjetima: $\gamma_s' = 10,0\ kN/m^3$

Kut unutarnjeg trenja materijala: $\varphi'_k =$ *35,00°*

Kut trenja zida i tla: $\delta'_k = k \cdot \varphi'_k =$ *17,50°*

Kohezija u dreniranim uvjetima: $c_k' =$ *50,00 kPa*

Parcijalni faktori svojstva materijala:

Faktor tangensa efektivnog kuta trenja: $\gamma_{\varphi'} =$ *1,25*

Faktor efektivne kohezije: $\gamma_{c'} =$ *1,25*

Faktor nedrenirane posmične čvrstoće: $\gamma_{cu} =$ *1,40*

Proračunski parametri tla:

Kut efektivnog trenja: $\varphi'_d = arctg[tg(\varphi'_{1,k}) / \gamma_{\varphi'}] =$ *29,256°*

Proračunski kut trenja zida i tla: $\delta'_d = arctg[tg(\delta_k) / \gamma_{\varphi'}] =$ *14,157°*

Efektivna kohezija: $c'_d = c_k' / \gamma_{c'} =$ *40,00 kPa*

Nedrenirana posmična čvrstoća: $c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{c'} =$ *35,71 kPa*

Analiza opterećenja

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA TEMELJA

$G_{sw,d} = \gamma_G \cdot G_k$

$G_{sw,d} = 1,35 \cdot [(1,20\ m \cdot 1,00\ m \cdot 0,60\ m) \cdot 25\ kN/m^3]$

$G_{sw,d} = 24,30\ kN/m'$

Proračunska vertikalna komponenta reakcije konstrukcije na temelj:

$R_d =$ *500,00 kN / 1,00 m = 500,00 kN/m'* - *prosječna vrijednost djelovanja na potezu od 1m'.*

Proračunska vrijednost ukupne vertikalne sile na temelj:

$V_d = G_{sw,d} + R_d$

$V_d =$ 24,30 kN/m + 500,00 kN/m = 524,30 kN/m

Proračunska horizontalne komponente reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$H_{d,x} = 8,99\ kN / 1,00\ m = 8,99\ kN/m'$

$H_{d,y} = 7,01\ kN / 1,00\ m = 7,01\ kN/m'$

Proračunske komponente momenata savijanja reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$M_{d,x} = 12,79\ kN / 1,00\ m = 12,79\ kN/m'$

$M_{d,y} = 13,76\ kN / 1,00\ m = 13,76\ kN/m'$

Određivanje ekscentriciteta djelovanja na temelju:

$e_x / a + e_y / b < 1 / 6$ - za osnovna opterećenja

$(e_x / a)^2 + (e_y / b)^2 < 1 / 9$ - za seizmička opterećenja

$e_{x,dod} =$ *0,00 m* $e_{y,dod} =$ *0,00 m*

$e_x = M_{d,x} / V_d + e_{x,dod}$ $\quad e_y = M_{d,y} / V_d + e_{y,dod}$

$e_x = 0,02\ m + 0,00\ m = 0,02\ m$ $\quad e_y = 0,03\ m + 0,00 = 0,03\ m$

$e_x / a = 0,02 / 1,20\ m = 0,02$ $\quad e_y / b = 0,03 / 1,00\ m = 0,03$

$e_x \leq a / 6$ $\quad e_y \leq b / 6$

$0,02\ m < 1,20\ m / 6 = 0,20\ m$ $\quad 0,03\ m < 1,00\ m / 6 = 0,17\ m$

$0,02 + 0,03 = 0,05 < 1 / 6 = 0,17$

- Rezultanta opterećenja je unutar jezgre presjeka.

$u_x = a / 2 - e_x$ $\quad u_y = b / 2 - e_y$

$u_x = 0,60\ m - 0,02\ m = 0,58\ m$ $\quad u_y = 0,50\ m - 0,03\ m = 0,47\ m$

Određivanje naprezanja ispod temelja

Površina temeljne stope: $A_{temelja} = a \cdot b = 1,20\ m^2$

Moment otpora temeljne stope W_x: $W_x = a \cdot b^2 / 6 = 0,20\ m^3$

Moment otpora temeljne stope W_y: $W_y = b \cdot a^2 / 6 = 0,24\ m^3$

Proračunska širina temelja:

$a' = a \cdot (1 - 2 \cdot e_x / a)$ $\quad b' = b \cdot (1 - 2 \cdot e_y / b)$

$a' = 1,15\ m$ $\quad b' = 0,94\ m$

Proračunska površina temelja:

$A'_{temelja} = a' \cdot b' = 1,15\ m \cdot 0,94\ m = 1,08\ m^2$

(umanjenje za 10 % od ukupne površine od 1,20 m².)

Naprezanja ispod temelja:

Naprezanje na kraju temelja ako je djelovanje izvan jezgre presjeka u dva smjera:

$\sigma_{max,1} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_x \cdot a)$ $\quad \sigma_{max,2} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_y \cdot b)$

$\sigma_{max,1} = 506,04\ kN/m^2$ $\quad \sigma_{max,2} = 737,79\ kN/m^2$

Kako proračunsko opterećenje djeluje unutar jezgre presjeka, vršno proračunsko naprezanje iznosi:

$$\boldsymbol{q_{Ed} = 548,12\ kN/m^2}$$

DIMENZIONIRANJE TEMELJNE TRAKE

Proračunski moment savijanja u temelju:

$M_{Sd,y} = 1 / 48 \cdot (5 \cdot \sigma_1 + \sigma_2) \cdot b^3$

$M_{Sd,y} = 117,65\ kNm/m'$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd})$

μ = 11765 kNcm / (120 cm · (53,90 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,020 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,020 ξ = 0,043 ζ = 0,985

Potrebna armatura:

$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd})$

A_{s1} = 11765 kNcm / (0,985 · 53,90 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 5,10 cm²

Minimalna armatura:

$A_{s,min,1} = 0,0015 \cdot b \cdot d_y$

$A_{s,min,1}$ = 9,70 cm²

$A_{s,min,2} = (0,022 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,2}$ = 0,47 cm²

$A_{s,min,3} = (0,60 \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,3}$ = 7,76 cm²

Maksimalna armatura:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max}$ = 258,72 cm²

Odabrana uzdužna armatura:

8φ14	**$A_{s1,y}$ = 12,32 cm²**

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake):

$A_{s1,y} = \min 20\% \cdot A_{s1,x}$

$A_{s1,y}$ = 0,20 · 12,32 cm² = 2,46 cm²

Rekapitulacija armature temelja:

Odabrana uzdužna armatura temelja je 8ϕ14 sa sponama ϕ8/20 cm.

OJAČANI DIO TEMELJNE TRAKE ISPOD NAJOPTEREĆENIJEG STUPA

Dimenzije temelja:

širina temelja: *a = 150 cm*

jedinična dužina temelja:	$b =$	*150 cm*
visina temelja:	$h =$	*60 cm*
zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	*4 cm*
promjer šipke:	$\phi_s =$	*14 mm*
statička visina presjeka poprečne armature:	$d_x = h - c_{nom} - \varphi_s / 2 =$	*55,3 cm*
statička visina presjeka uzdužne armature:	$d_y = d_x - \phi_s =$	*53,9 cm*
srednja statička visina presjeka:	$d_m = (d_x + d_y) / 2 =$	*54,6 cm*

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Beton C25/30: $f_{ck} =$ *25 N/mm²*

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

$f_{cd} =$ *1,67 kN/cm²*

Proračunska čvrstoća čelika

Čelik B500B: $f_{yk} =$ *500 N/mm²*

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

$f_{yd} =$ *43,48 kN/cm²*

Parametri materijala:

Dobro granulirani šljunak (GW)

Specifična težina tla u dreniranim uvjetima:	$\gamma_s =$	*20,0 kN/m³*
Specifična težina tla u nedreniranim uvjetima:	$\gamma_s' =$	*10,0 kN/m³*
Kut unutarnjeg trenja materijala:	$\varphi'_k =$	*35,00°*
Kut trenja zida i tla:	$\delta'_k = k \cdot \varphi'_k =$	*17,50°*
Kohezija u dreniranim uvjetima:	$c_k' =$	*50,00 kPa*

Parcijalni faktori svojstva materijala:

Faktor tangensa efektivnog kuta trenja:	$\gamma_{\varphi'} =$	*1,25*
Faktor efektivne kohezije:	$\gamma_{c'} =$	*1,25*
Faktor nedrenirane posmične čvrstoće:	$\gamma_{cu} =$	*1,40*

Proračunski parametri tla:

Kut efektivnog trenja: $\varphi'_d = arctg[tg(\varphi'_{1,k}) / \gamma_{\varphi'}] =$ *29,256°*

Proračunski kut trenja zida i tla: $\delta'_d = arctg[tg(\delta_k) / \gamma_\varphi'] =$ *14,157°*

Efektivna kohezija: $c'_d = c_k' / \gamma_{c'} =$ *40,00 kPa*

Nedrenirana posmična čvrstoća: $c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{c'} =$ *35,71 kPa*

Analiza opterećenja

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA TEMELJA

$G_{sw,d} = \gamma_G \cdot G_k$

$G_{sw,d} = 1,35 \cdot [(1,50\ m \cdot 1,50\ m \cdot 0,60\ m) \cdot 25\ kN/m^3]$

$G_{sw,d} = 45,56\ kN/m'$

Proračunska vertikalna komponenta reakcije konstrukcije na temelj:

$R_d =$ *680,00 kN / 1,00 m = 680,00 kN/m'* - *prosječna vrijednost djelovanja na potezu od 1m'.*

Proračunska vrijednost ukupne vertikalne sile na temelj:

$V_d = G_{sw,d} + R_d$

$V_d =$ 45,56 kN/m + 680,00 kN/m = 725,56 kN/m

Proračunska horizontalne komponente reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$H_{d,x} = 18,41\ kN / 1,00\ m = 18,41\ kN/m'$

$H_{d,y} = 13,41\ kN / 1,00\ m = 13,41\ kN/m'$

Proračunske komponente momenata savijanja reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$M_{d,x} = 25,32\ kN / 1,00\ m = 25,32\ kN/m'$

$M_{d,y} = 31,12\ kN / 1,00\ m = 31,12\ kN/m'$

Određivanje ekscentriciteta djelovanja na temelju:

$e_x / a + e_y / b < 1 / 6$ - za osnovna opterećenja

$(e_x / a)^2 + (e_y / b)^2 < 1 / 9$ - za seizmička opterećenja

$e_{x,dod} = 0,00\ m$ $\quad e_{y,dod} = 0,00\ m$

$e_x = M_{d,x} / V_d + e_{x,dod}$ $\quad e_y = M_{d,y} / V_d + e_{y,dod}$

$e_x = 0,03\ m + 0,00\ m = 0,03\ m$ $\quad e_y = 0,04\ m + 0,00 = 0,04\ m$

$e_x / a = 0,03 / 1,50\ m = 0,02$ $\quad e_y / b = 0,04 / 1,50\ m = 0,03$

$e_x \leq a / 6$ $\quad e_y \leq b / 6$

$0,03\ m < 1,50\ m / 6 = 0,25\ m$ $\quad 0,04\ m < 1,50\ m / 6 = 0,25\ m$

$0,02 + 0,03 = 0,05 < 1 / 6 = 0,17$ - Rezultanta opterećenja je unutar jezgre presjeka.

$u_x = a / 2 - e_x$ $\quad u_y = b / 2 - e_y$

u_x = *0,75 m - 0,03 m = 0,72 m* u_y = *0,75 m - 0,04 m = 0,71 m*

Određivanje naprezanja ispod temelja

Površina temeljne stope: $A_{temelja} = a \cdot b =$ *2,25 m²*

Moment otpora temeljne stope W_x: $W_x = a \cdot b^2 / 6 =$ *0,56 m³*

Moment otpora temeljne stope W_y: $W_y = b \cdot a^2 / 6 =$ *0,56 m³*

Proračunska širina temelja:

$a' = a \cdot (1 - 2 \cdot e_x / a)$ $b' = b \cdot (1 - 2 \cdot e_y / b)$

$a' =$ *1,44 m* $b' =$ *1,41 m*

Proračunska površina temelja:

$A'_{temelja} = a' \cdot b' = 1,44\ m \cdot 1,41\ m = 2,03\ m^2$

(umanjenje za 10 % od ukupne površine od 2,25 m².)

Naprezanja ispod temelja:

Naprezanje na kraju temelja ako je djelovanje izvan jezgre presjeka u dva smjera:

$\sigma_{max,1} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_x \cdot a)$ $\sigma_{max,2} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_y \cdot b)$

$\sigma_{max,1} =$ *450,95 kN/m²* $\sigma_{max,2} =$ *456,04 kN/m²*

Kako proračunsko opterećenje djeluje unutar jezgre presjeka, vršno proračunsko naprezanje iznosi:

$q_{Ed} =$ ***412,67 kN/m²***

DIMENZIONIRANJE TEMELJNE TRAKE NA PROŠIRENOJ POZICIJI

Proračunski moment savijanja u temelju:

$M_{Sd,y} = 1 / 48 \cdot (5 \cdot \sigma_1 + \sigma_2) \cdot b^3$

$M_{Sd,y} =$ 190,60 kNm/m'

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd})$

$\mu =$ 19060 kNcm / (150 cm · (53,90 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu =$ 0,026 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,026 ξ = 0,049 ζ = 0,982

Potrebna armatura:

$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd})$

$A_{s1} =$ 19060 kNcm / (0,982 · 53,90 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 8,28 cm²

Minimalna armatura:

$A_{s,min,1} = 0,0015 \cdot b \cdot d_y$

$A_{s,min,1} = 12,13\ cm^2$

$A_{s,min,2} = (0,022 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,2} = 0,59\ cm^2$

$A_{s,min,3} = (0,60 \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,3} = 9,70\ cm^2$

Maksimalna armatura:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 323,40\ cm^2$

Odabrana uzdužna armatura:

8φ14	**$A_{s1,y}$ = 12,32 cm²**

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake):

$A_{s1,y} = \min 20\% \cdot A_{s1,x}$

$A_{s1,y} = 0,20 \cdot 12,32\ cm^2 = 2,46\ cm^2$

Rekapitulacija armature temelja:

Odabrana uzdužna armatura temelja je 8ϕ14 sa sponama ϕ8/20 cm.

Nosivost temeljnog tla procijenjuje se na 550 kN/m^2. Podatak se procijenjuje na osnovu obilaska terena i podataka dostupnih u dokumentaciji geotehničkih istraživanja provedenih na okolnim lokacijama. Prilikom izvođenja radova potrebno je utvrditi ako pretpostavljeni podaci odgovaraju stanju na terenu. Ukoliko se ukažu značajna odstupanja, proračun temelja je potrebno ponoviti. Procjena i ispitivanje nosivosti temeljnog tla odgovornost je nadzornog inženjera i izvođača.

Ekscentrično pozicionirani temelji sjevernog dijela objekta opterećni su cca 3x manjim opterećenjem zbog čega se usvaja da će ukupna širina temelja od 120 cm na tom dijelu biti zadovoljavajuća.

2.4 PJEŠAČKI MOST- ZGRADA 22

2.4.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA

Vlastito opterećenje konstruktivnih elemenata se automatski izračunava u programskom paketu SCIA Engineer, stoga se u nastavku za ulazni podatak o stalnom opterećenju u programu unosi samo dodatno stalno opterećenje.

*Oznaka opterećenja od vlastite težine je **SW**.*

STALNO OPTEREĆENJE - DODATNO STALNO OPTEREĆENJE STAMBENOG OBJEKTA

Dodatno stalno opterećenje krova pješačkog mosta - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Šljunak, 80 mm - 152,00 kg/m²	1,52 kN/m²
2	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²	0,00 kN/m²
3	Beton za pad, 40 mm - 96,00 kg/m²	0,96 kN/m²
4	XPS, 120 mm - 3,60 kg/m²	0,04 kN/m²
5	Gipskartonski spušteni strop, 12,5 mm - 8,80 kg/m²	0,09 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	2,60 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje pješačkog mosta - projekcija /m²

Opterećenje od slojeva poda

Broj	Opis	Opterećenje
1	Epoxy pod, 5 mm - 7,50 kg/m²	0,08 kN/m²
2	Cementni estrih, 50 mm - 100,00 kg/m²	1,00 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²	0,01 kN/m²
4	Hidroizolacija - 0,00 kg/m²	0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:	ΣG_k =	1,09 kN/m² ~ 1,10 kN/m²

Opterećenje estetskih stupova

$g_{k,2}$ = 0,0022 m2 × 3,28 m × 78,5 kN/m3 = 0,56 kN ~ 0,60 kN

UPORABNO OPTEREĆENJE

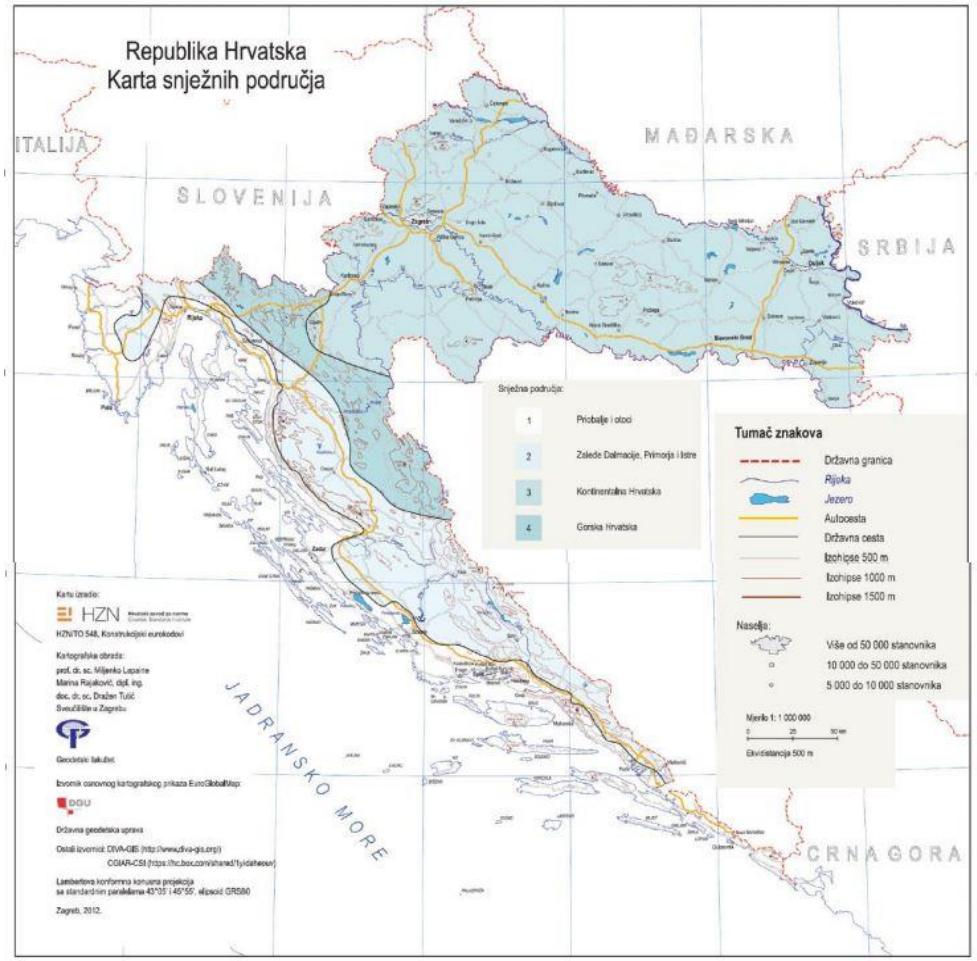
Uporabno opterećenje pješačkog mosta - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-2:2012 i HRN EN 1991-2:2012/NA 2012; prema točki 5.3.2.1 definira se veličina opterećenja za pješačke mostove s redovitim prometom u veličini od 5,00 kN/m2.

q_k = 5,00 kN/m2

Promjenjivo djelovanje snijega - projekcija /m² tlocrtne površine - (SL)

Opterećenje snijegom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.



Karta snježnih područja

Tablica karakterističnih vrijednosti opterećenja snijega

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

Prema izvornoj karti snježnih područja, lokacija predmetne građevine spada u gorsku Hrvatsku na nadmorskoj visini do 100 m (30,00 m). Za istu visinu se iz priložene tablice očitava karakteristično opterećenje snijega koje iznosi:

$$s_k = 0{,}50 \text{ kN/m}^2$$

Koeficijenti oblika krova očitani su iz nacionalnog dodatka (HRN EN 1991-1-3:2012/A1:2016, tablica 5.2 – Koeficijenti oblika opterećenja snijegom)

Kut nagiba krova α	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0{,}8 \cdot (60° - \alpha) / 30°$	0
$\mu_2(\alpha)$	$0{,}8 + 0{,}8\ \alpha / 30$	1,6	-

Koeficijent oblika krova μ za projektirani nagib krovišta od 1° iznosi:

$$\mu_1(1°) = 0{,}80$$

Konačno, opterećenje snijegom za danu lokaciju iznosi:

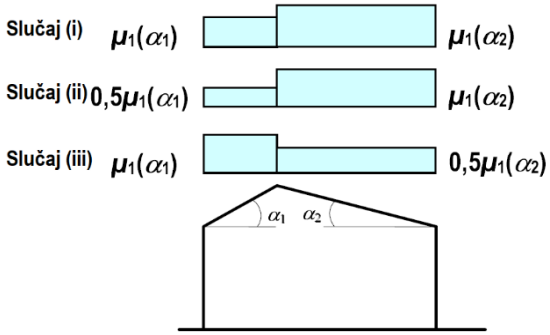
$s = s_k \cdot \mu \cdot C_t \cdot C_e = 0{,}50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0{,}80 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 0{,}40 \text{ kN/m}^2$

gdje su:

C_t - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

C_e - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

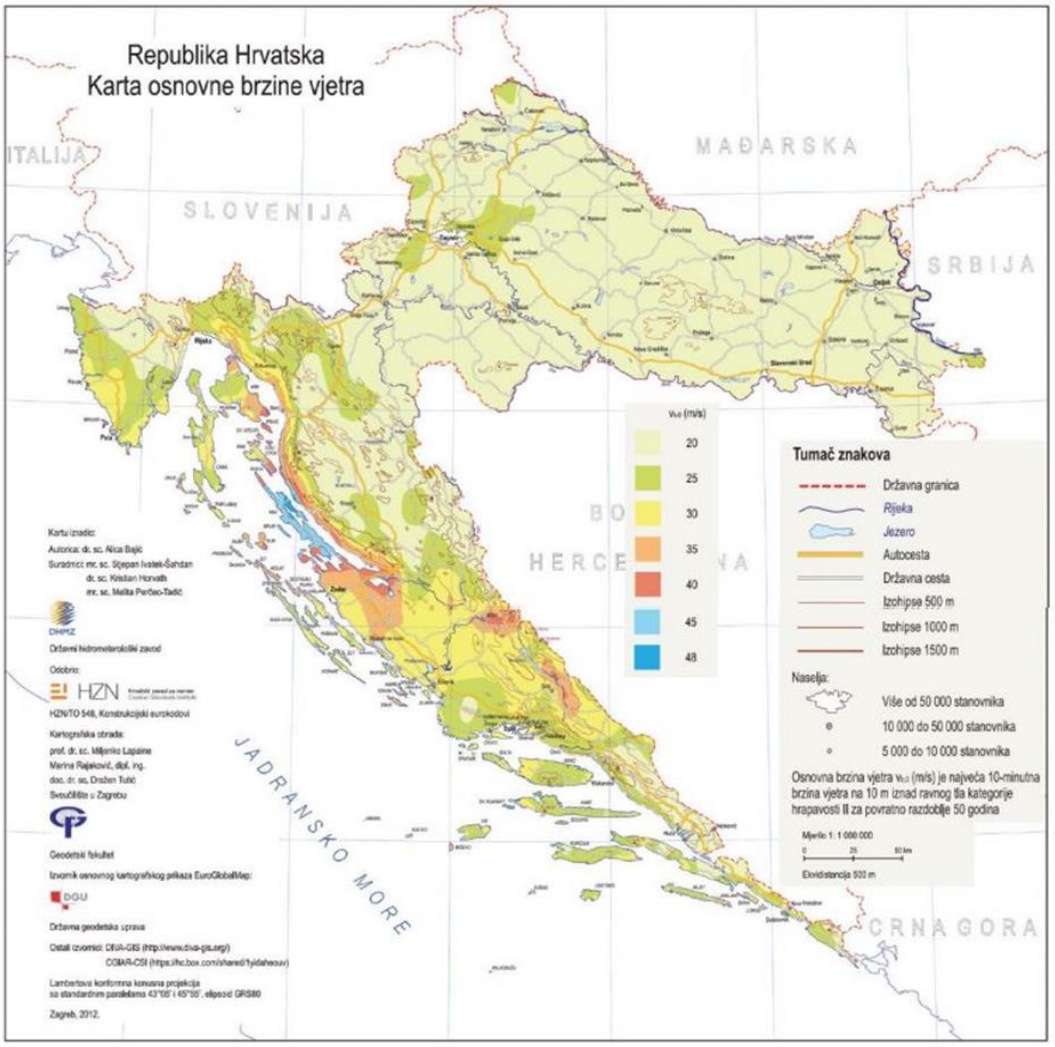
Raspored opterećenja snijegom koeficijentima oblika



Napomena: Zbog simetrije krova primjenjuje se samo simetrična raspodijela opterećenja

Promjenjivo djelovanje vjetra - projekcija /m² okomito na krovnu površinu

Opterećenje vjetrom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.



Karta osnovne brzine vjetra

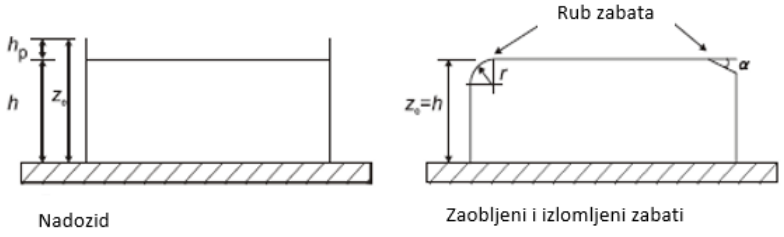
Lokacija građevine:	**PULA**	
Kategorija terena:	**3**	
Referentna visina:	**z =**	**6,50 m**
Temeljna osnovna brzina vjetra:	$v_{b,0}$ =	25 m/s
Faktor smjera:	c_{dir} =	1,00
Faktor godišnjeg doba:	c_{season} =	1,00
Faktor orografije:	$c_{o(z)}$ =	1,00

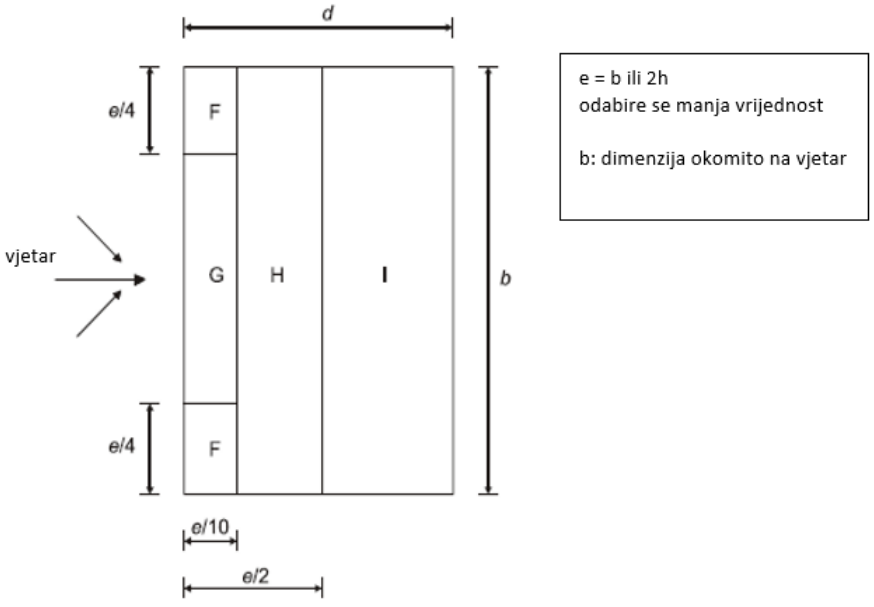
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Osnovna brzina vjetra:	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} =$	25,00 m/s
Visina kategorije terena II prema tablici 4.1:	$z_{0,II} =$	0,05 m
Najmanja visina prema tablici 4.1:	$z_{min} =$	5,00 m
Duljina hrapavosti prema tablici 4.1:	$z_0 =$	0,30 m
Faktor terena:	$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07} =$	0,22
Faktor hrapavosti:	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) =$	0,66
Srednja brzina vjetra:	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b =$	16,56 m/s
Faktor turbulencije:	$k_I =$	1,00
Standardna devijacija:	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I =$	5,38
Jakost turbulencije:	$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) =$	0,33
Gustoća zraka:	$\rho =$	1,25 kg/m³
Osnovni pritisak brzine vjetra:	$q_b = \rho \cdot v_b^2 / 2 =$	0,39 kN/m²
Vršni pritisak brzine vjetra:	**$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \rho \cdot v_m^2(z) / 2 =$**	**0,56 kN/m²**
Faktor izloženosti:	**$c_e(z) = q_p(z) / q_b =$**	**1,44**

Djelovanje vjetra na kose krovne površine

Djelovanje vjetra na krovnu plohu se dijeli na krovna područja prema normi za djelovanja vjetra HRN EN 1991-1-4:2012 za dvostrešna krovišta u poglavlju 7.2.5. prema slici 7.8 u nastavku.





Geometrija vjetrovnih zona na krovnoj površini za smjerove vjetra θ = 0° i 90°

Referentna visina za pritiske vjetrova:	$h = z_e =$	6,50 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 0°	$b_0 =$	20,00 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 90°	$b_{90} =$	3,50 m

Za vjetar θ = 0°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{20,00 m; 13,00 m} =	13,00 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	3,25 m
Dimenzija e/10:	e /10 =	1,30 m

Za vjetar θ = 90°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{3,50 m; 13,00 m} =	3,50 m
Dimenzija e/4:	e / 2 =	1,75 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	0,88 m
Dimenzija e/10:	e / 10 =	0,35 m

Vanjski i unutrašnji pritisci vjetra

Nagib krovnih ploha:	α =	1°
Referentna visina za vanjski pritisak vjetra:	$z_e =$	6,50 m
Referentna visina za unutrašnji pritisak vjetra:	$z_e =$	6,50 m
Vršni pritisak brzine vjetra:	$q_p(z_e) =$	0,56 kN/m²
Faktor negativnog unutrašnjeg pritiska vjetra:	$c_{pi}^- =$	-0,30
Faktor pozitivnog unutrašnjeg pritiska vjetra:	$c_{pi}^+ =$	0,20

Vanjski pritiska vjetra na krov - poprečni smjer vjetra (θ = 0°)

U nastavku se promatra izdvojeni dio tablice 7.2(N) iz norme HRN EN 1991-1-4:2012 za ravne krovove - poprečni smjer vjetra (θ = 0°) i za referentne površine veće od 10 m2

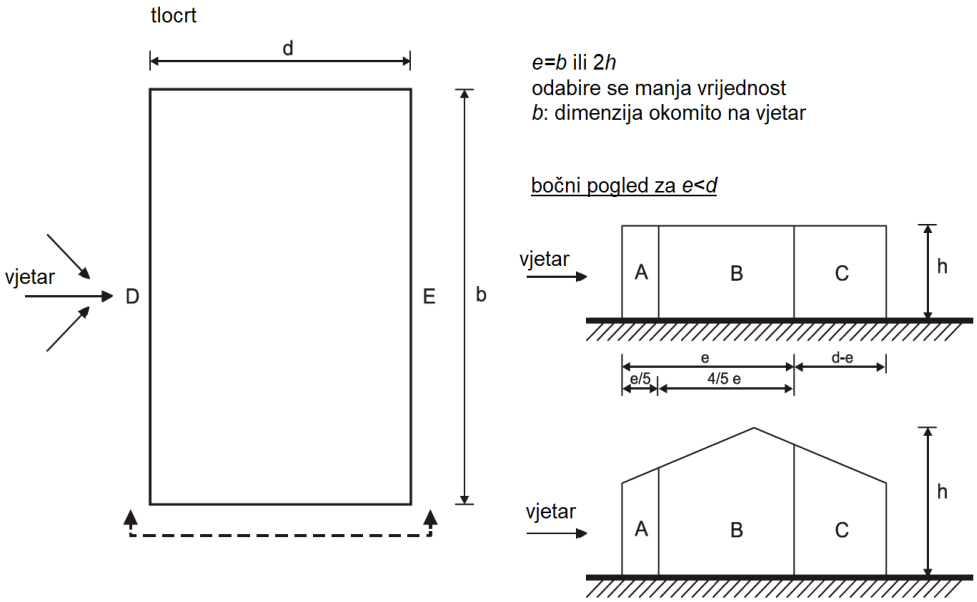
Odnos h_p / h: $h_p / h =$ 0,40 / 3,26 = 0,12

Vrsta krova	Područja			
	F	G	H	I
S nadozidima hp / h = 0,100	-1,2	-0,8	-0,7	0,2
				-0,2

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Djelovanje vjetra na vertikalne plohe

Koeficijenti vanjskog tlaka $c_{pe,10}$ za definirana područja su određeni na slici u nastavku.



Djelovanje vjetra na vertikalne površine

Koeficijenti vanjskog pritiska tlaka vjetra za vertikalne zidove su dobivene na temelju preporučenih vrijednosti iz norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 linearnom interpolacijom.

h = 6,5 m

d_0 = 20,00 m

d_{90} = 3,50 m

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 0°: **h/d_0 = 0,33**

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 90°: **h/d_{90} = 1,86**

HRN EN 1991-1-4 / tablica 7.1

PODRUČJE	A	B	C	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
5	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,5
≤ 0,25	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Za djelovanje vjetra smjera θ = 0°

Interpolacija: h/d = 0,33	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,73
w_e [kN/m^2]	-0,67	-0,45	-0,28	0,45	-0,41

Za djelovanje vjetra smjera θ = 90°

Interpolacija: h/d = 1,86	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,54
w_e [kN/m^2]	-0,67	-0,45	-0,28	0,45	-0,30

POTRESNO DJELOVANJE

POTRESNO DJELOVANJE ZA SMJER X I Y

Objekt se proračunava na djelovanje potresa u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1-:2011/NA: 2011/A1:2021

Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će sudjelovati u konstrukciji. Njihovi prikazi i kombinacije se prikazaju u nastavku proračuna.

Predmetni objekt se proračunava na horizontalno potresno djelovanje koje se definira dvama okomitim smjerovima djelovanja Sx i Sy koje djeluju neovisno istim spektrom odziva.

Vrijednosti za ove proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u vidu faktora važnosti γI.

Predmetna građevina ima vrijednost faktora važnosti 1,2

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_I
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih za rušenje	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1,4

Elastični spektar odziva

EC8 propisuje dva elastična spektra odziva:
Tip 1 karakterizira veći intenzitet za za duže periode i predlaže se za područje visoke seizmičnosti (Ms>5,5).
Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za dulje periode (Ms<5,5).

Predmetna građevina pripada spektru tipa 2.

Tip tla

EC8 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D i E.

Za predmetni objekt je odabran tip tla A

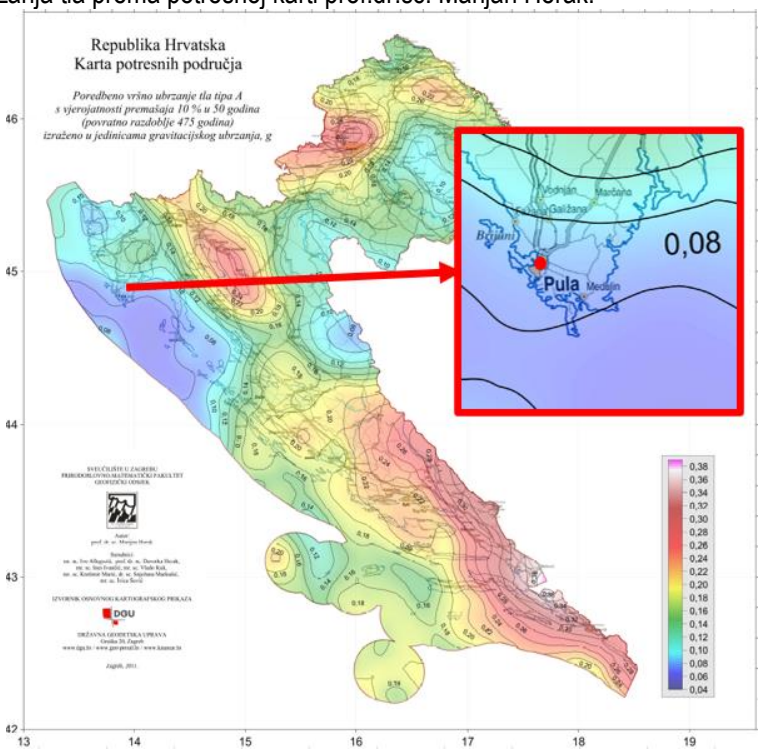
Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	A
Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine namjanje nekoliko desetak metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	B
Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetak metara do više stotina metara	C
Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	D
Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja s vrijednostima vs za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s vs > 800 m/s	E

Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti DCM.

Računsko ubrzanje tla

Za predmetnu lokaciju vršno ubrzanje tla za povratno razdoblje od 475 g iznosi agR = 0,079 g, odnosno 0,775 m/s2.
Računsko ubrzanje tla se množi s ranije definiranim faktorom važnosti građevine.
Prikaz računskih ubrzanja tla prema potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak:



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja nosivosti iznosi:

ag = 0,079 x 1,2 = 0,095 g = 0,930 ms/2

Faktor ponašanja

Faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnos da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u duktilnom području deformiranja. Sadrži podatak o vrsti elemenata, konstrukcije, vrsti gradiva i duktilnosti.

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1

Proračunski spektar odziva je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q koji se dobiva prema izrazu:

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

gdje je:

- q_0 - osnovna vrijednost faktora ponašanja koja ovisi o tipu konstrukcije, klasi duktilnosti i regularnosti konstrukcije
- k_w - koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima

Osnovna vrijednost se očitava iz tablice 5.1. norme HRN EN 1998-1:2011

Tip konstrukcije	**Razred duktilnosti**	
	DCM	**DCH**
Okvirni sustav, dvojni sustav, sustav povezanih zidova	3,0 α_u/α_1	4,5 α_u/α_1
Sustav nepovezanih zidova	3	4,0 α_u/α_1
Torzijski savitljiv sustav	2	3
Sustav obrnutog njihala	1,5	2

Okvirni sustav, dvojni sustav istovrijedni okvirnom sustavu	**α_u/α_1**
Jednokatne zgrade	1,1
Višekatni okviri s jednim poljem	1,2
Višekatni okviri s više polja ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnim	1,3

Zidni sustav ili dvojni sustavi istovrijedni zidnim	**α_u/α_1**
Zidni sustavi sa samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom smjeru	1,0
Drugi sustavi nepovezanih sustava	1,1
Dvojni sustavi istovrijedni zidnim ili sustavi povezanih zidova	1,2

α_1 - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastifikacijskog zgloba

α_u - množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma

Za predmetni objekt osnovni faktori ponašanja iznose:

$q_{0,x}$ = 3,3

$q_{0,y}$ = 3,3

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskih sustavima od zidovima	k_w
Za okvirne sustave i dvojne sustave istovrijedne okvirnim	1,0
Za konstrukcije od AB zidova, dvojne konstrukcije ekvivalentne zidovima i konstrukcijama s jezgrom	$0,5 \leq (1+\alpha_0)/3 \leq 1$

gdje je:

α_0 - prevladavajući omjer visine i duljine zida u konstrukciji $\alpha_0 = H_w/L_w$

H_w - ukupna visina dminantnog zida

$L_{w,x}$ - duljina dominantnog zida u smjeru x

$L_{w,y}$ - duljina dominantnog zida u smjeru y

Predmetnoj građevini odgovara:

$k_{w,x}$ = 1,00

$k_{w,y}$ = 1,00

Faktor ponašanja za pojedini smjer iznose:

q_x = 3,3 · 1,0 = 3,3

q_y = 3,3 · 1,0 = 3,3

Proračunski spektar odgovora

Proračun se provodi preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje i promjenjivo opterećenje. Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{Ei}$$

Koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje:

Ψ_{Ei} = $\varphi \Psi_{2i}$

Ψ_{Ei} = 0,50 x 0,00 = 0,00

Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja se uzima prema formulama:

$$\mathbf{E_{dx} + 0{,}30\ E_{dy}}$$

$$\mathbf{0{,}30\ E_{dx} + E_{dy}}$$

2.4.2 DIMENZIONIRANJE NOSIVOG SKLOPA GRAĐEVINE

1. Postavke proračuna za beton

Trajnost i betonska ploča

Δcdur,γ - dodatni sigurnosni element zaštitnog sloja 4.4.1.2(6) [mm]	0,0
Δcdur,st - redukcija minimalnog zašt. sloja kod korištenja nehrđajućeg čelika 4.4.1.2(7) [mm]	0,0
Δcdur,add - redukcija minimalnog zašt. sloja kod korištenja dodatne zaštite 4.4.1.2(8) [mm]	0,0
kXM - vrijednosti za klase habanja XM 1,2,3 4.4.1.2(13)	5,0[mm] / 10,0[mm] / 15,0[mm]
Δcdev - vrijednost devijacije zaštitnog sloja 4.4.1.3(3)	5,0[mm] / 10,0[mm] / 5,0[mm]
kcmin - minimalna vrijednost zaštitnog sloja 4.4.1.3(4)	40,0[mm] / 75,0[mm] / 5,0[mm]
Klauzula 4.4.1.2 (5)	Tablice 4.3N, 4.4N, 4.5N

Beton

γSH-parcijalni faktor sa skupljanje [-]	1,00
γC - parcijalni faktor za proračunske vrijednosti betona	1,50[-] / 1,20[-]
fck,max - maksimalna vrijednost katakteristične čvrstoće valjka 3.1.2(2)P [MPa]	90,00
\f2 alfacc - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka tlačne čvrstoće 3.1.6(1)P [-]	1,00
\f2 alfact - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka vlačne čvrstoće 3.1.6(2)P [-]	1,00
k1,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,44
k2,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4)	Formula
k3,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,54
k4,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4)	Formula
k5,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,70
k6,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,80
\f2 alfacc,pl-koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka tlačne čvrstoće za obični ili slabo armirani beton prema 12.3.1(1) [-]	0,80
\f2 alfact,pl-koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka vlačne čvrstoće za obični ili slabo armirani beton prema 12.3.1(1) [-]	0,80
\f2 alfacc - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka tlačne čvrstoće 3.1.6(101)P [-]	0,85
\f2 alfact - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka vlačne čvrstoće 3.1.6(102)P [-]	1,00
fck,min - minimalna vrijednost katakteristične čvrstoće valjka 3.1.2(102)P [MPa]	30,00
fck,max - maksimalna vrijednost katakteristične čvrstoće valjka 3.1.2(102)P [MPa]	70,00
k1,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104) [-]	0,40
k2,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104)	Formula
k3,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104) [-]	0,54
k4,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104)	Formula
k5,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104) [-]	0,85
γc,φ - parcijalni faktor za beton, KGS, vatrootpornost 2.3.(2)P [-]	1,00

General-MS = Mezn stav nosnosti - Općenito

θ0=1/x - osnovna vrijednost nagiba 5.2(105) [-]	200,00
λlim 5.8.3.1(1)	Formula
Vrsta pojednostavljene metode za proračun učinaka drugog reda	Metoda se temelji na nominalnu zakrivljenost (5.8.8)
CRd,c [-]	0,18
k1,posmik - koef. za proračun Vrd,c 6.2.2(1) [-]	0,15
vmin - koef. za proračun Vrd,c za posmik 6.2.2(1)	Formula
v - faktor redukcije čvrstoće za posmično raspucali beton 6.2.2(6)	Formula
θmin - min. kut između betonske tlačne dijagonale i osi nosača 6.2.3(2) [deg]	21,80
θmax - max. angle between the concrete compression strut and the axis beam 6.2.3(2) [deg]	45,00
v1a - faktor redukcije čvrstoće za posmično raspucali beton (fck<60MPa,fywd<0,8fywk) 6.2.3(3) [-]	0,60
v1b - faktor redukcije čvrstoće za posmično raspucali beton (fck>60MPa,fywd<0,8fywk) 6.2.3(3)	Formula
\f2 alfacw (konstrukcije bez prednaprezanja) [-]	1,00
\f2 alfacw (prednapregnute konstrukcije)	Formula
θmin,c - Najmanji kut između betonske tlačne dijagonale i osi nosača za tlačnu pojasnicu [deg]	26,50
θmin,t - Najmanji kut između betonskog tlačne dijagonale i osi nosača for vlačne pojasnice [deg]	38,60
θmax,f - Maksimalni kut između tlačne dijagonale i osi pojasnice nosača [deg]	45,00
k - koeficijent za obračun uzdužnog smicanja opiru [-]	0,40
k - proračunski posmični faktor za običan i blago armirani beton 12.6.3 (2) [-]	1,50
k1-koeficijent za proračun σRd,max 6.5.4(4) [-]	1,00
k2-koeficijent za proračun σRd,max 6.5.4(4) [-]	0,85
v1-koeficijent za proračun σRd,max 6.5.2(2)	Formula

Proboj

CRd,c [-]	0,18
k1 - faktor učinaka aksijalne sile na posmičnu otpornost [-]	0,10

Non-prenapregnut pojačanje

γS - parcijalni faktor za konstrukcijske vrijednosti čvrstoće neprednapregnute armature	1,15[-] / 1,00[-]
εud/εuk - omjer dimenzionirane i karakteristične granične čvrstoće 3.2.7(2) [-]	0,90
fyk,up [MPa]	600,00
gamma_s_fi. - parcijalni faktor za ULS, vatra situacija 2.3 (2) P [-]	1,00
Rastezljivost - dozvoljeno klasa pojačanje 3.2.4 (101) P	B+C

Opće

k3,crack - koeficijent za proračun maksimalnog konačnog razmaka pukotina sr,max 7.3.4(3) [-]	3,40
k4,crack - koeficijent za proračun maksimalnog konačnog razmaka pukotina sr,max 7.3.4(3) [-]	0,42
wmax - za klasičnu konstrukciju 7.3.1(5)	0,4[mm] / 0,3[mm] / 0,3[mm]
wmax - za klasičnu konstrukciju 7.3.1(105)	0,3[mm] / 0,3[mm] / 0,3[mm]

Stupovi

Min. Postotak uzdužne armature	Yes
Max. Postotak uzdužne armature	Da
Min. bar Promjer uzdužne armature	Da
Max. Bar udaljenost od uzdužne armature	Da
Max. bar udaljenost 9.2.3 (4) [m]	0,35
Min. Broj long.bars u kružnom stupcu	Da
Min. Broj barova u kružnom stupcu 9.5.2 (4) [-]	4,00
Max. uzdužni razmak poprečne armature	Da
Max. poprečni razmak tranverse pojačanja	Ne
Max. poprečni razmak nogu 9.2.2 (8) x * d; x =	0.75
Max. poprečni razmak nogu 9.2.2 (8) [m]	0,600
Min. bar Promjer poprečne armature	Da
Min. bar Promjer poprečne armature	6,0[mm] / 0,25[-]
Min. reinf. Postotak 9.5.2 (2) [%]	0,20[%] / 0,10[-]
Max. reinf. Postotak 9.5.2 (3) [%] [%]	4,00
Min. Promjer bar 9.5.2 (1) [mm]	8,0
Max. Bar udaljenost - 9.5.3 (3)	20,00[-] / 0,40[m]
Minimalni promjer poprečne armature za stupove 9.5.3 (101)	6,0[mm] / 0,25[-]

Grede

Dodatni moment nad ležajem	Ne
Min. Postotak uzdužne armature	Da
Max. Postotak uzdužne armature	Da
Min. Omjer (postotak) posmične armature	Da
Max. Omjer (postotak) posmične armature	Da
Max. uzdužni razmak posmične armature (smicanje)	Da
Max. poprečni razmak posmične armature	Da
β1 [-]	0,15
Min. Postotak uzdužne armature	0,26[-] / 0,13[%]
Max. Postotak uzdužne armature [%]	4,00
Min. Omjer (postotak) posmične armature [-]	0,08
Max. dugo. razmak nogu [-]	0,75
Max. poprečni razmak posmične armature	0,75[-] / 0,60[m]
Max. Razmak šipki	3,00[-] / 0,40[m]
Max. Bar udaljenost od uzdužne armature	Da
Max. bar udaljenost 9.2.3 (4) [m]	0,35
Max. uzdužni razmak posmične armature (torzija)	Da
Razmak Max.long u / x 9.2.3 (3) [-]	8,00

2D konstrukcije i ploče

Minimalna pojačanje tlaka [%]	0,20
Minimalna napetost gornjeg pojačanje	Automatski proračun minimalne vlačne armature
Minimalna napetost niža pojačanje	Automatski proračun minimalne vlačne armature
Maksimalni omjer pojačanja [%]	4,00

Proboj

Uzmite u obzir minimalnu posmičnu armaturu	Da
Faktor minimalnog područja posmične armature [-]	0,08
Minimalna udaljenost prvog opsega veze uz rub oslonca 9.4.3(1) x*d, x = [-]	0,30
Maksimalni razmak veze uzduž opsega 9.4.3(1) x*d, x = [-]	1,50
Maksimalni razmak veze opsega 9.4.3(1) x*d, x = [-]	0,75
Minimalni broj na link nogu perimeters po kontrolom perimetralnu 9.4.3 (1)	2

2. Materijali

Čelik EC3

Naziv	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Boja
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40	80	215,0	360,0	

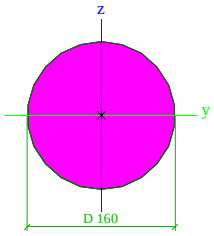
Naziv	Vrsta	ρ [kg/m³]	Gustoća u svježem stanju [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Boja
C25/30	Beton	2500,00	2600,00	3,1500e+04	0.2	0,01e-003	25,00	

Objašnjenja simbola	
Gustoća u svježem stanju	Vrijednost svojstva gustoće u svježem stanju koristi se samo za spregnute ploeč i računa svoju vlastitu težinu kao opterećenje.

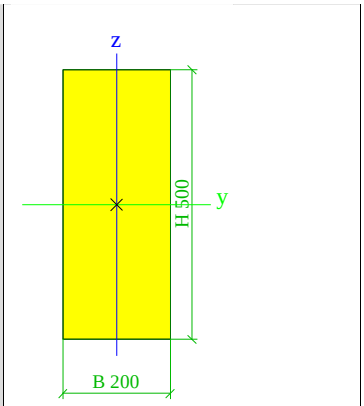
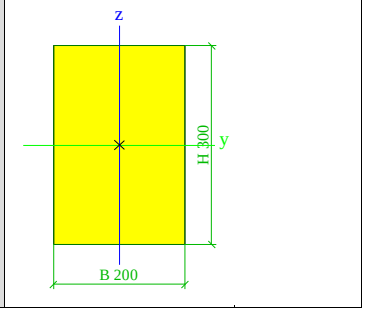
Armatura EC2

Naziv	Vrsta	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	$f_{y.k}$ [MPa]
B 500B	Armaturni čelik	7850,00	2,0000e+05	8,3333e+04	0,01e-003	500,0

3. Poprečni-presjeci

CS1 - stupovi		
Vrsta	Circle	
Detaljno	160	
Vrsta oblika	Masivni	
materijal predmeta	C25/30	
Proizvodnja	beton	
Boja		
A [m²]	2,0106e-02	
A_y [m²], A_z [m²]	1,7235e-02	1,7235e-02
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	5,0263e-01	5,0263e-01
$c_{Y,UCS}$ [mm], $c_{Z,UCS}$ [mm]	80	80
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	3,2170e-05	3,2170e-05
i_y [mm], i_z [mm]	40	40
$W_{el,y}$ [m³], $W_{el,z}$ [m³]	4,0212e-04	4,0212e-04
$W_{pl,y}$ [m³], $W_{pl,z}$ [m³]	6,8267e-04	6,8267e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	0,00	0,00
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	0,00	0,00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	6,4299e-05	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Slika		

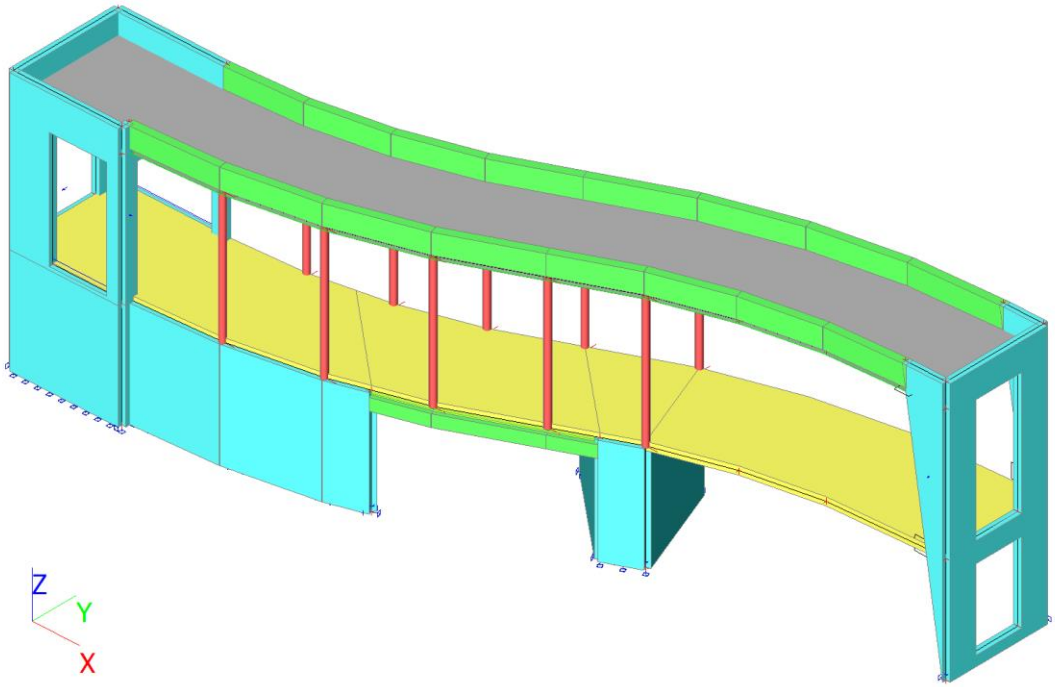
CS2 - grede		
Vrsta	Rectangle	
Detaljno	500; 200	
Vrsta oblika	Masivni	
materijal predmeta	C25/30	
Proizvodnja	beton	
Boja		
A [m²]	1,0000e-01	
A_y [m²], A_z [m²]	8,3333e-02	8,3333e-02
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	1,4000e+00	1,4000e+00
$c_{Y,UCS}$ [mm], $c_{Z,UCS}$ [mm]	100	250
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	2,0833e-03	3,3333e-04
i_y [mm], i_z [mm]	144	58
$W_{el,y}$ [m³], $W_{el,z}$ [m³]	8,3333e-03	3,3333e-03
$W_{pl,y}$ [m³], $W_{pl,z}$ [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	0,00	0,00
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	0,00	0,00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	9,9759e-04	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0

Slika		
CS3 - grede		
Vrsta	Rectangle	
Detaljno	300; 200	
Vrsta oblika	Masivni	
materijal predmeta	C25/30	
Proizvodnja	beton	
Boja		
A [m²]	6,0000e-02	
A_y [m²], A_z [m²]	5,0000e-02	5,0000e-02
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	1,0000e+00	1,0000e+00
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	100	150
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	4,5000e-04	2,0000e-04
i_y [mm], i_z [mm]	87	58
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	3,0000e-03	2,0000e-03
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	0,00	0,00
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	0,00	0,00
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	4,6998e-04	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Slika		

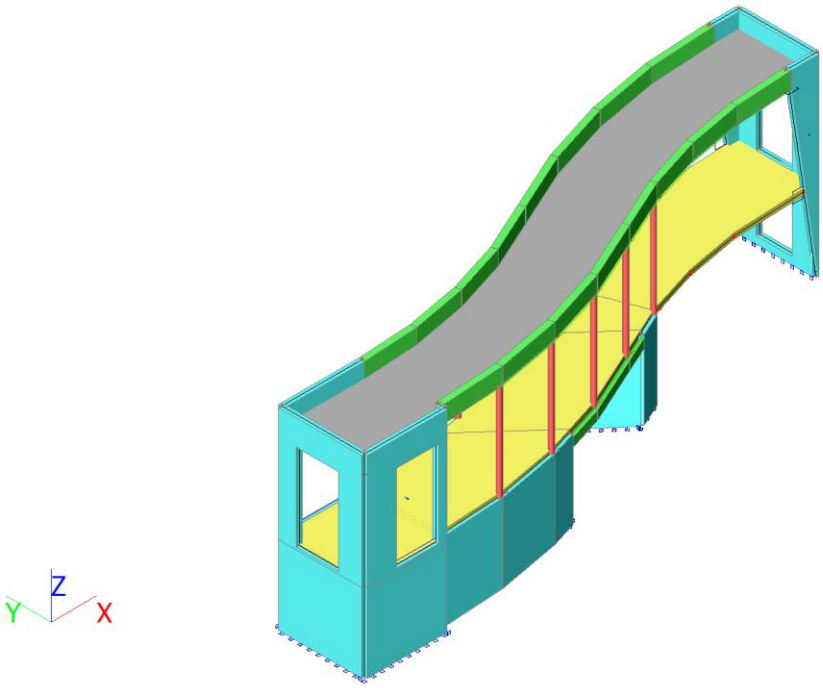
Objašnjenja simbola	
A	Površina
A_y	Površina posmika u glavnom y-smjeru - Proračunato po 2D MKE analizi
A_z	Površina posmika u glavnom z-smjeru - Proračunato po 2D MKE analizi
A_L	Opseg po jedinici duljine
A_D	Površina Sušenje po jedinici duljine
$c_{Y.UCS}$	Težište koordinirata u Y-smjeru unosa
$c_{Z.UCS}$	Težište koordinirata u Z-smjeru unosa
$I_{Y.LCS}$	Drugi moment površine oko YLKS osi
$I_{Z.LCS}$	Drugi moment površine oko ZLKS osi
$I_{YZ.LCS}$	Trenutak Proizvod prostora u LCS sustav
α	Kut zakretanja glavne osi sustava
I_y	Drugi moment površine oko glavne y-osi
I_z	Drugi moment površine oko glavne z-osi

Objašnjenja simbola	
i_y	Radijus giracije o glavnoj osi y
i_z	Radijus giracije o glavnoj osi z
$W_{el.y}$	Modula elastičnosti sekcije o glavnoj osi y
$W_{el.z}$	Modula elastičnosti sekcije o glavnoj osi z
$W_{pl.y}$	Plastika Moment otpora o glavnoj osi y
$W_{pl.z}$	Plastika Moment otpora o glavnoj osi z
$M_{pl.y.+}$	Plastični trenutak o glavnoj osi y za pozitivan moj trenutak
$M_{pl.y.-}$	Plastični trenutak o glavnoj osi y za negativnu moj trenutak
$M_{pl.z.+}$	Plastični trenutak o glavnom z-osi za pozitivan MZ trenutku
$M_{pl.z.-}$	Plastični trenutak o glavnom z-osi za negativnu MZ trenutku
d_y	Koordinata središta posmika u glavnom y-smjeru mjereno iz težišta - Proračunato po 2D MKE analizi
d_z	Koordinata središta posmika u glavnom z-smjeru mjereno iz težišta - Proračunato po 2D MKE analizi
I_t	Konstanta torzije - Proračunato po 2D MKE analizi
I_w	Konstanta vitoperenja - Proračunato po 2D MKE analizi
β_y	Mono-simetrija stalna o glavnoj osi y
β_z	Mono-simetrija stalna o glavnoj osi z

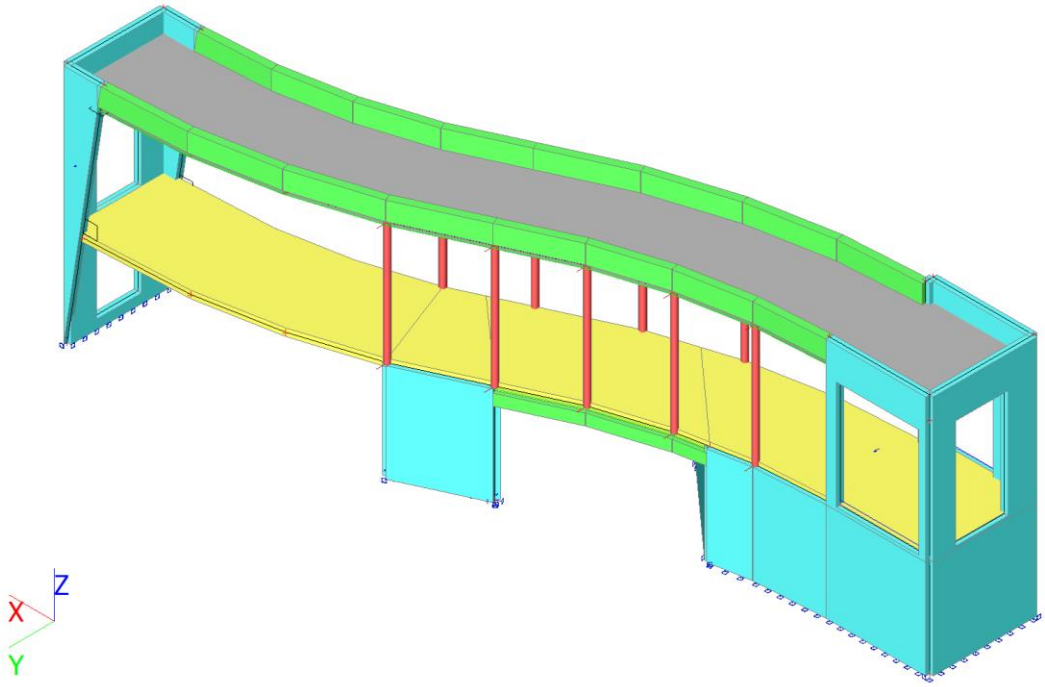
4. Proračunski model



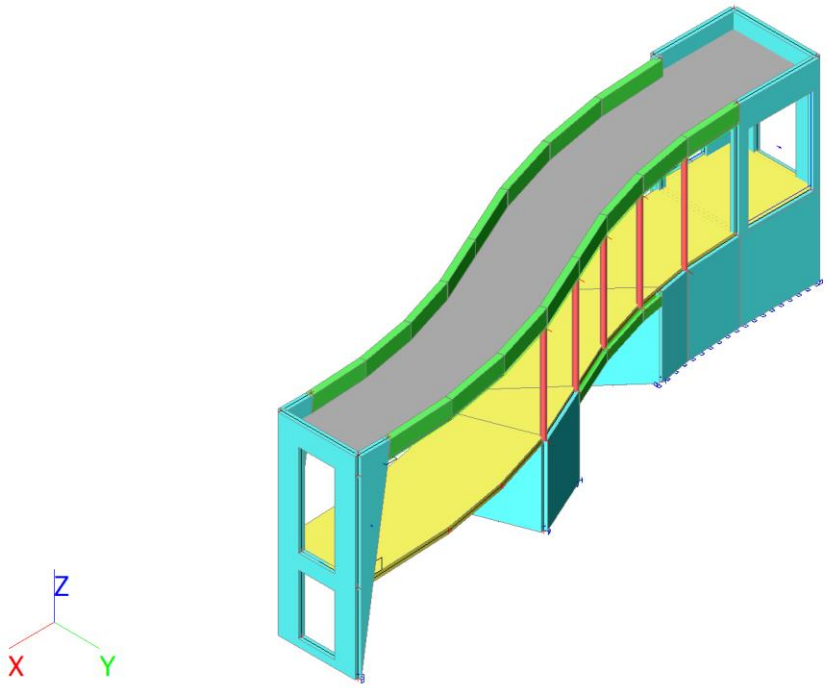
5. Proračunski model



6. Proračunski model



7. Proračunski model

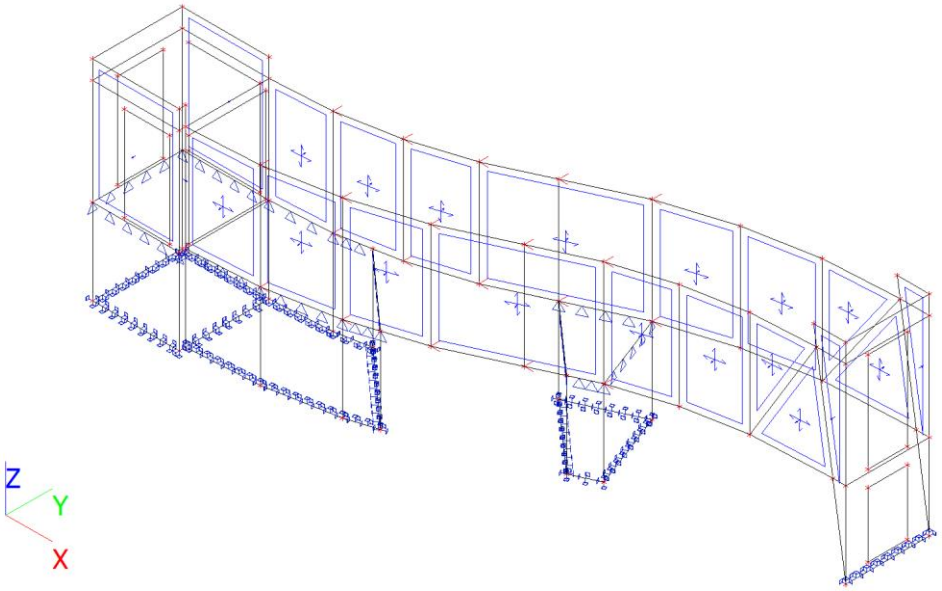


8. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA

8.1. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC1

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Smjer
LC1	SW	Trajno	LG1	Vlastita težina	-Z

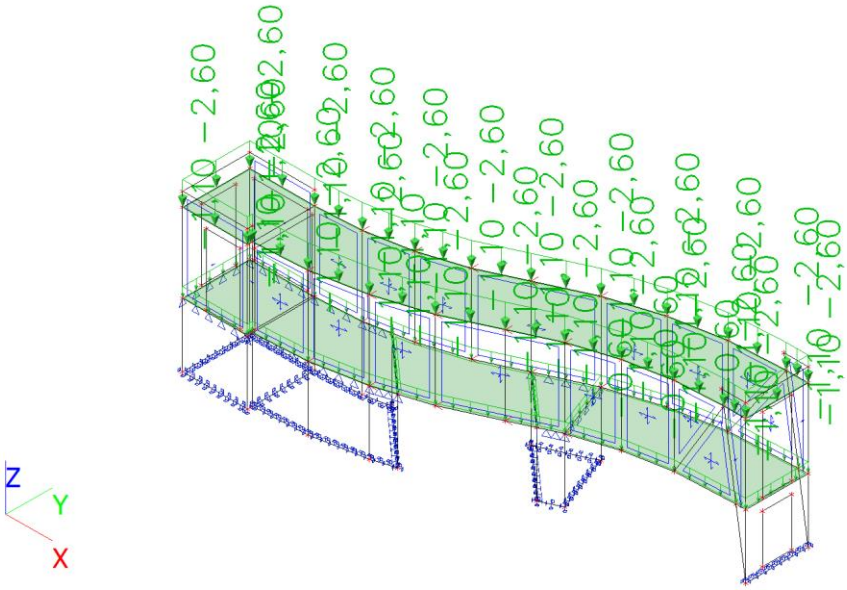
8.1.



8.2. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC2

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja
LC2	DW	Trajno	LG1	Standardno

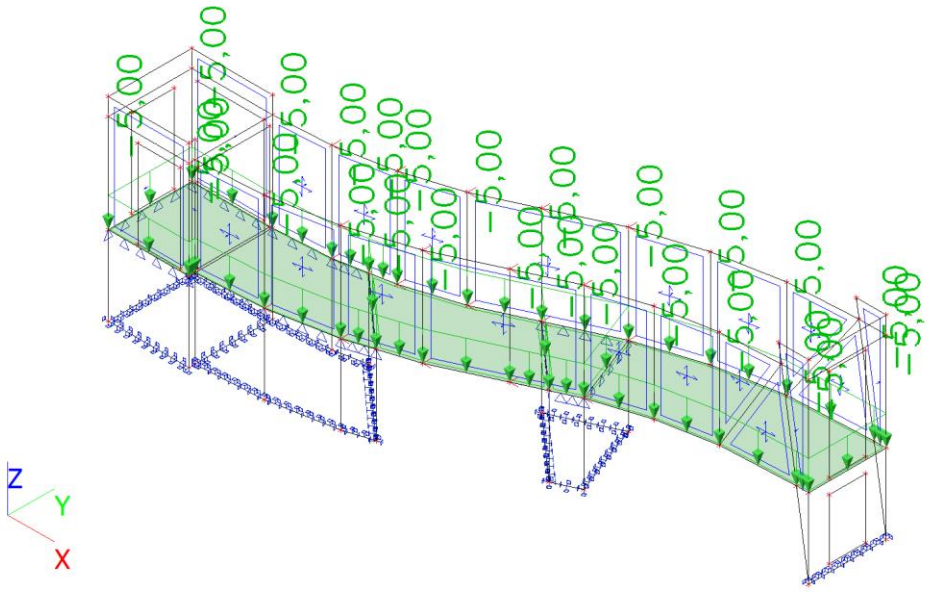
8.2.



8.3. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC3

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec	Trajanje
LC3	LL	Varijabla	LG2	Stat.	Standardno	Kratko

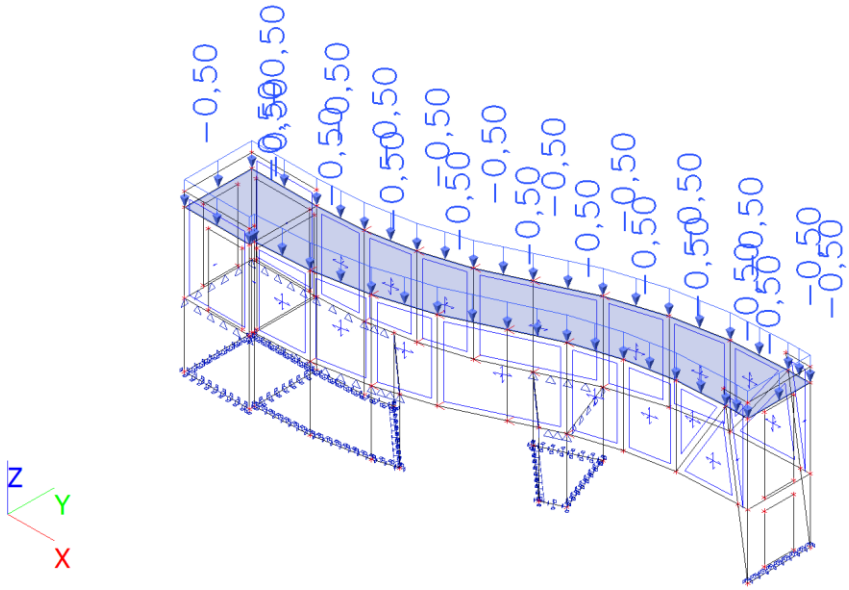
8.3.



8.4. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC4

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec	Trajanje
LC4	SL	Varijabla	LG3	Stat.	Standardno	Kratko

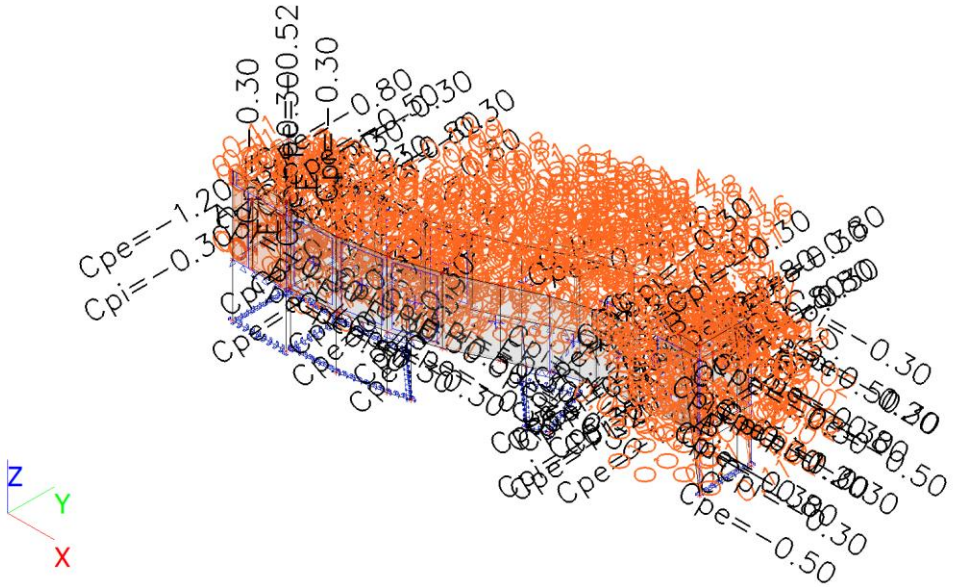
8.4.



8.5. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind1

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind1	0, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

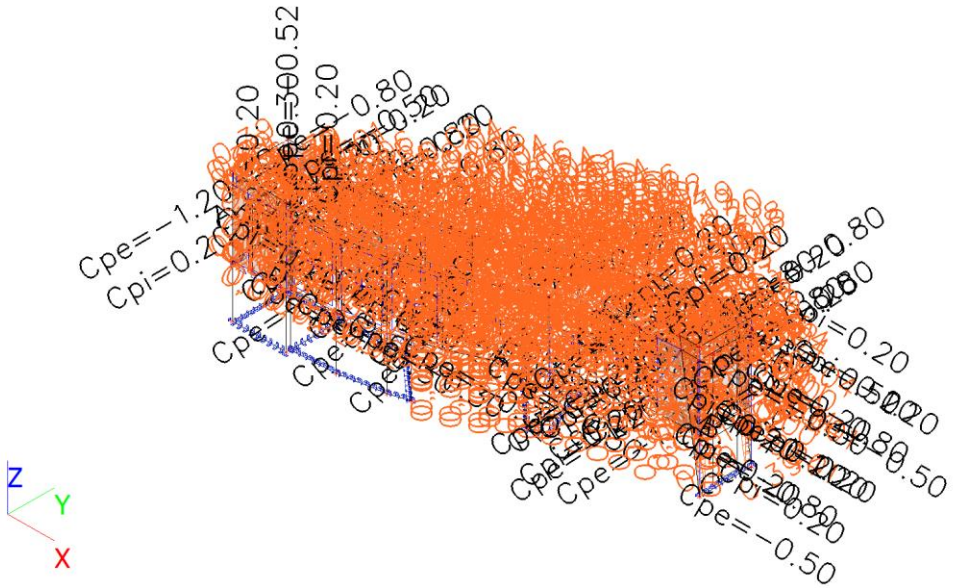
8.5.



8.6. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind2

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind2	0, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

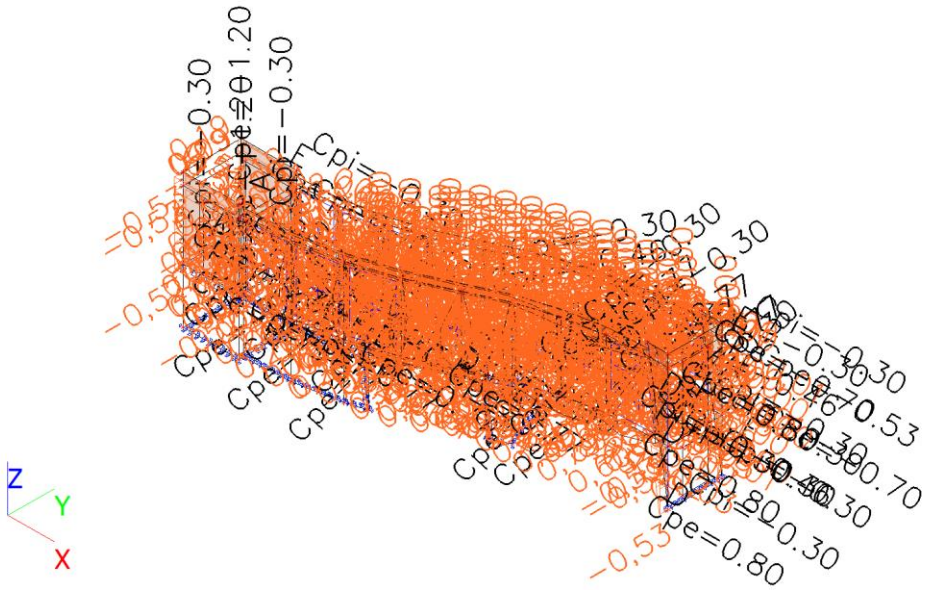
8.6.



8.7. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind3

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind3	90, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

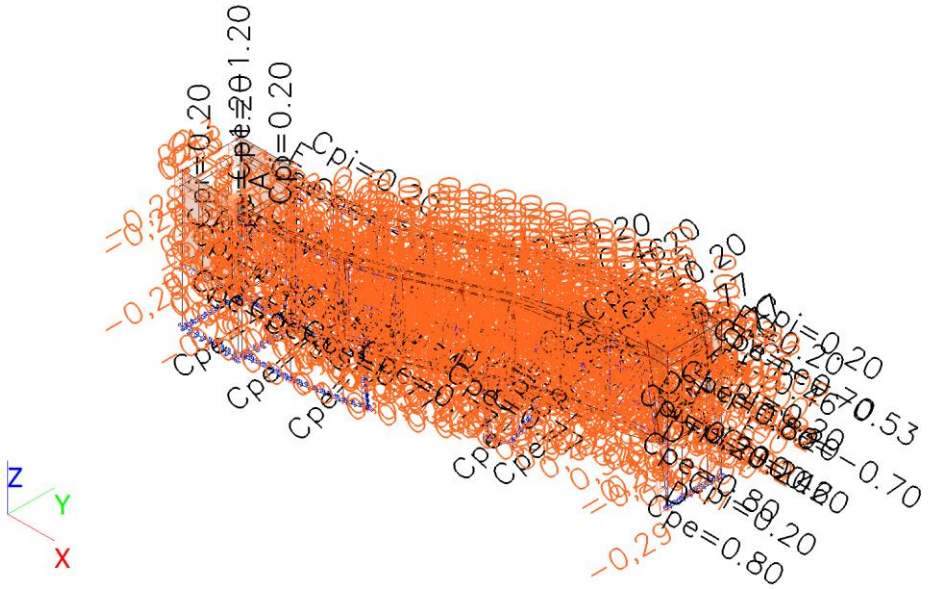
8.7.



8.8. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind4

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind4	90, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

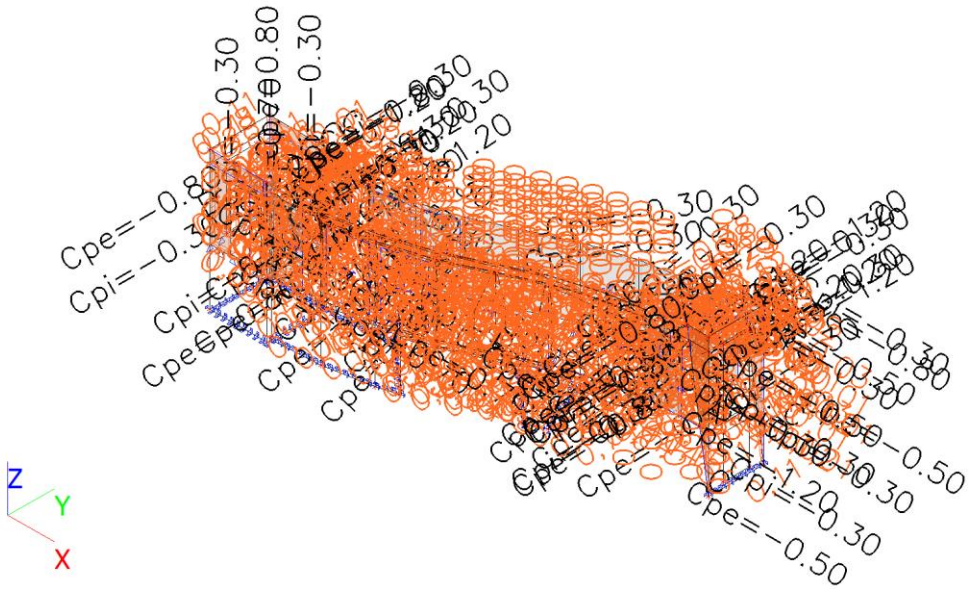
8.8.



8.9. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind5

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind5	180, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

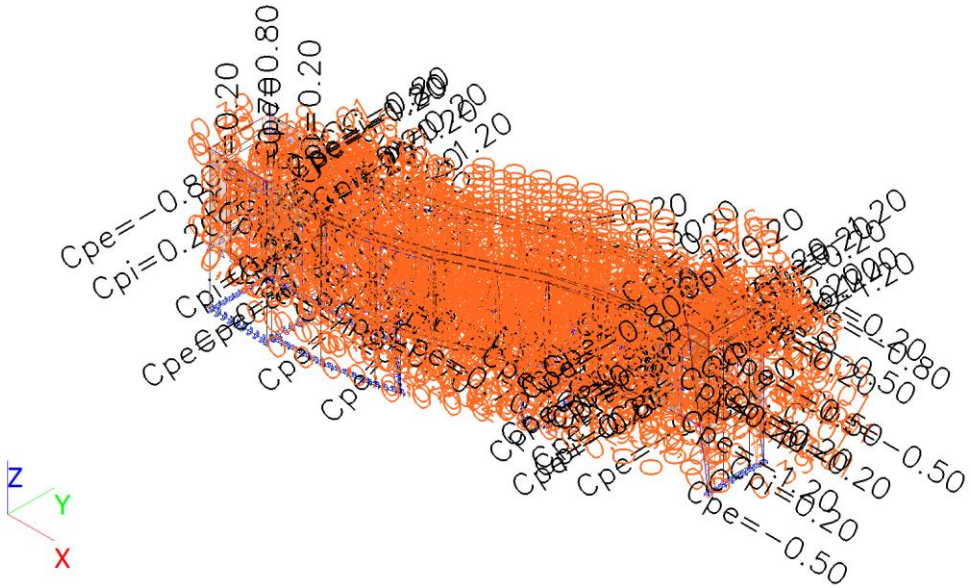
8.9.



8.10. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind6

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind6	180, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

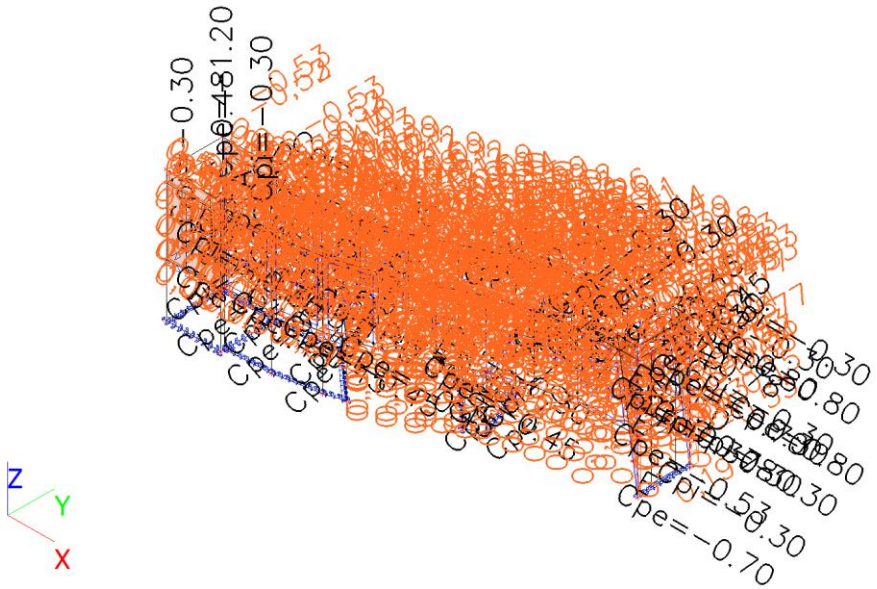
8.10.



8.11. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind7

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind7	270, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

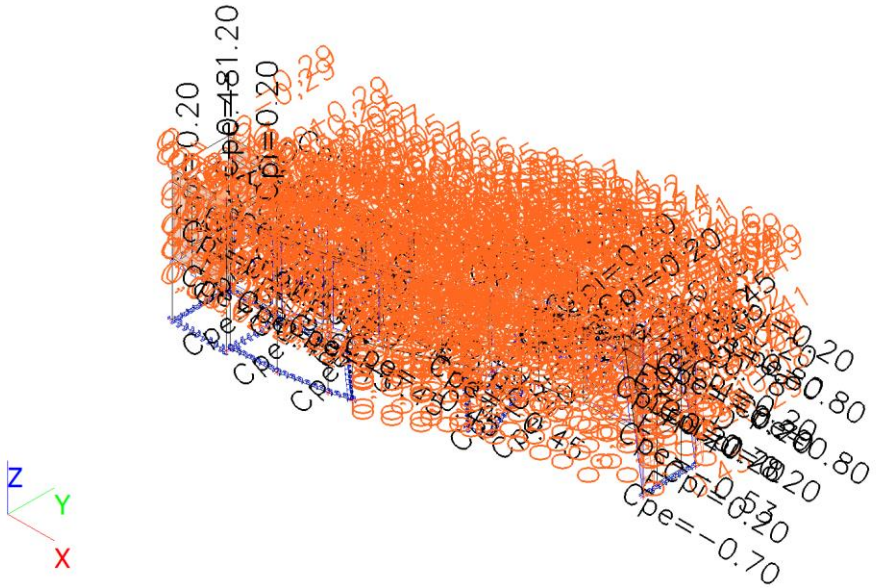
8.11.



8.12. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind8

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind8	270, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4	Stat.	Statički vjetar

8.12.



9. Slučajevi opterećenja

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Smjer	Trajanje
	Spec	Vrsta opterećenja			
LC1	SW	Trajno	LG1	-Z	
		Vlastita težina			
LC2	DW	Trajno	LG1		
		Standardno			
LC3	LL	Varijabla	LG2		Kratko
	Standardno	Stat.			
LC4	SL	Varijabla	LG3		Kratko
	Standardno	Stat.			
3DWind1	0, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind2	0, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind3	90, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind4	90, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind5	180, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind6	180, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind7	270, + CPE, - CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind8	270, - CPE, + CPI	Varijabla	LG4		
	Statički vjetar	Stat.			
Seismic_X		Varijabla	LG2		
	Seizmičnost	Statički ekvivalent			
Seismic_Y		Varijabla	LG2		
	Seizmičnost	Statički ekvivalent			

10. Kombinacije

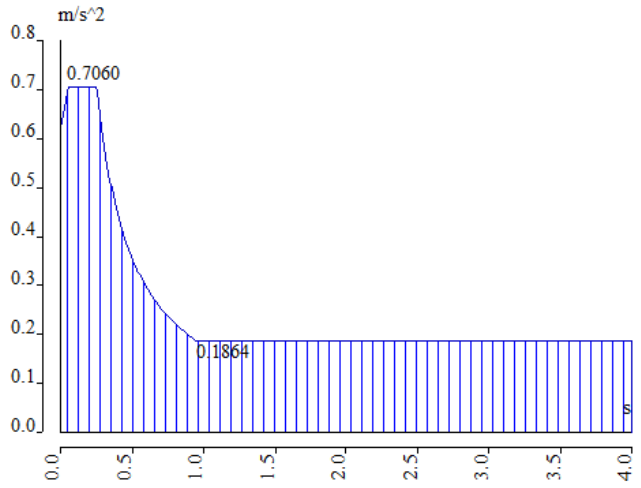
Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
ULS-Set B (auto)	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000
ULS-Seis (auto)	HR-Seizmička	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000
		Seismic_X	1,000
		Seismic_Y	1,000
SLS-Char (auto)	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000

Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000
SLS-Quasi (auto)	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000
GSN_Set-B_1	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
GSN_Set-B_2	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
GSN_Set-B_3	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
GSN_Set-B_4	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
GSN_Set-B_5	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
GSN_Set-B_6	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
GSN_Set-B_7	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
GSN_Set-B_8	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000
GSN_Seis_X	HR-Seizmička	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		Seismic_X	1,000
		Seismic_Y	0,300
GSN_Seis_Y	HR-Seizmička	LC1 - SW	1,000

Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		Seismic_X	0,300
		Seismic_Y	1,000
GSU_Char_1	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Char_2	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Char_3	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Char_4	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Char_5	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Char_6	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Char_7	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Char_8	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Quasi_1	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Quasi_2	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Quasi_3	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind3 - 90, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Quasi_4	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind4 - 90, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Quasi_5	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000

Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind5 - 180, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Quasi_6	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind6 - 180, - CPE, + CPI	1,000
GSU_Quasi_7	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind7 - 270, + CPE, - CPI	1,000
GSU_Quasi_8	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - SL	1,000
		3DWind8 - 270, - CPE, + CPI	1,000

11. Seizmički spektri

Naziv JedinstvenilD	Vrsta crteža	Informacije	Crtež
FS1	Razdoblje	Vrsta norme - EN 1998-1:2004 – Eurocode Podtlo vrsta - A Smjer - Horizontalno Vrsta spektra - vrsta 2 Koef ubrzanja. ag - 0.095 ag - proračunsko ubrzanje tla - 0.93195 beta - 0.2 q - faktor ponašanja - 3.3	

12. Grupe mase

Naziv	Slučaj opterećenja	Opis
MG1	LC1 - SW	SW
MG2	LC2 - DW	DW
MG3	LC3 - LL	LL

13. Kombinacija grupa masa

Naziv	Grupa mase	Koef. [-]
CM1	MG1 - SW	1,000
	MG2 - DW	1,000
	MG3 - LL	0,000

14. Klasa rezultata

Naziv	Popis
GSN_Set-B	GSN_Set-B_1 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_2 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_3 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_4 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_5 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_6 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_7 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_8 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
GSN_Seis	GSN_Seis_X - HR-Seizmička
	GSN_Seis_Y - HR-Seizmička
GSN	GSN_Set-B_1 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_2 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_3 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_4 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_5 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_6 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_7 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Set-B_8 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN_Seis_X - HR-Seizmička
	GSN_Seis_Y - HR-Seizmička
GSU_Char	GSU_Char_1 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_2 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_3 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_4 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_5 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_6 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_7 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_8 - HR-SLS Karakterističan
GSU_Quasi	GSU_Quasi_1 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_2 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_3 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_4 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_5 - HR-SLS Kvazi-trajna

Naziv	Popis
	GSU_Quasi_6 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_7 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_8 - HR-SLS Kvazi-trajna
GSU	GSU_Char_1 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_2 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_3 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_4 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_5 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_6 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_7 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Char_8 - HR-SLS Karakterističan
	GSU_Quasi_1 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_2 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_3 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_4 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_5 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_6 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_7 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU_Quasi_8 - HR-SLS Kvazi-trajna

15. Vlastite frekvencije

N	f [Hz]	ω [1/s]	ω² [1/s²]	T [s]
Kombinacija mase : CM1				
1	6,65	41,77	1745,00	0,15
2	8,16	51,27	2628,81	0,12
3	12,08	75,92	5764,39	0,08
4	13,43	84,36	7116,38	0,07
5	18,89	118,67	14083,59	0,05
6	26,20	164,60	27093,88	0,04
7	27,58	173,26	30018,32	0,04
8	28,94	181,83	33063,43	0,03
9	35,35	222,12	49339,15	0,03
10	42,96	269,90	72847,87	0,02
11	54,83	344,52	118693,26	0,02
12	57,85	363,49	132126,86	0,02
13	60,77	381,82	145784,26	0,02
14	82,17	516,30	266563,09	0,01
15	83,61	525,31	275951,71	0,01
16	88,02	553,02	305836,46	0,01
17	103,49	650,25	422829,85	0,01
18	111,41	699,97	489960,08	0,01
19	116,12	729,60	532320,93	0,01
20	131,80	828,07	685704,17	0,01
21	178,70	1122,76	1260591,62	0,01
22	257,86	1620,11	2624743,74	0,00
23	360,40	2264,37	5127365,46	0,00
24	436,62	2743,29	7525643,69	0,00

16. Proračunski protokol

Rješenje slobodne vibracije

Broj 2D elemenata	2248
Broj 1D elemenata	143
Broj mreža čvorova	2393
Broj jednadžbi	14358
Kombinacija grupa masa	MC1 CM1
Modifikacijska grupa	None
Broj frekvencija	24
način	Lanczos
Teorija savijanja	Mindlin
Vrsta proračunskog modela	Standard koristeći poboljšani umanjeni sustav (IRS)
Pokreni proračun	16.09.2022 09:23
Kraj proračuna	16.09.2022 09:23

Sum of masses

	Vrsta mase	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	Moving mass	96420,12	96420,12	96420,12
1	Total mass	96600,68	96600,68	96600,68

Relative modal masses

Mod	Omega [rad / s]	Razdoblje [s]	Frekv. [Hz]	W_{xi}/W_{xtot}	W_{yi}/W_{ytot}	W_{zi}/W_{ztot}	W_{xi_R}/W_{xtot_R}	W_{yi_R}/W_{ytot_R}	W_{zi_R}/W_{ztot_R}
1	41.7745	0,15	6,65	0,1087	0,4326	0,0012	0,1351	0,0008	0,0577
2	51.2734	0,12	8,16	0,4300	0,1379	0,0040	0,0180	0,0036	0,0064
3	75.9258	0,08	12,08	0,0098	0,0000	0,0834	0,0506	0,0827	0,0011
4	84.3611	0,07	13,43	0,0219	0,0045	0,0000	0,0129	0,0008	0,5888
5	118.678	0,05	18,89	0,0083	0,0002	0,1708	0,0957	0,1163	0,0045
6	164.607	0,04	26,20	0,0091	0,0675	0,0270	0,0020	0,0048	0,0160
7	173.263	0,04	27,58	0,0000	0,0052	0,2129	0,0583	0,0310	0,0012
8	181.839	0,03	28,94	0,0001	0,0065	0,0030	0,0000	0,0135	0,0001
9	222.131	0,03	35,35	0,0014	0,0002	0,0038	0,0031	0,0506	0,0057
10	269.911	0,02	42,96	0,0142	0,0515	0,0008	0,0835	0,0003	0,1412
11	344.529	0,02	54,83	0,0045	0,0020	0,0216	0,0000	0,0057	0,0000
12	363.503	0,02	57,85	0,2234	0,0303	0,0022	0,0240	0,0248	0,0001
13	381.828	0,02	60,77	0,0146	0,0700	0,0013	0,0444	0,0016	0,0037
14	516.313	0,01	82,17	0,0020	0,0038	0,1230	0,0434	0,1849	0,0018
15	525.327	0,01	83,61	0,0392	0,1486	0,0022	0,0779	0,0001	0,0700
16	553.041	0,01	88,02	0,0006	0,0017	0,1108	0,0297	0,1668	0,0015
17	650.273	0,01	103,49	0,0009	0,0000	0,0000	0,0007	0,0004	0,0002
18	699.992	0,01	111,41	0,0034	0,0056	0,0014	0,0159	0,0011	0,0091
19	729.625	0,01	116,12	0,0004	0,0036	0,0241	0,0850	0,0271	0,0003
20	828.097	0,01	131,80	0,0042	0,0001	0,0006	0,0279	0,0553	0,0001
21	1122.79	0,01	178,70	0,0019	0,0044	0,0002	0,0112	0,0000	0,0036
22	1620.15	0,00	257,86	0,0000	0,0003	0,0022	0,0000	0,0042	0,0043
23	2264.44	0,00	360,40	0,0000	0,0000	0,0249	0,0098	0,0276	0,0000
24	2743.37	0,00	436,62	0,0059	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0005
				0,9046	0,9765	0,8213	0,8295	0,8039	0,9178

17. 2D kontaktna naprezanja

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Položaj: U čvorova prosj.. Sustav: Element mreže LCS

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	τ_{zx} [kPa]	τ_{yz} [kPa]	σ_z [kPa]
P7	Čvoru: 58	12,949 3,180 2,650	GSN_Set-B_4/1	**-1,3**	-0,7	1,1
P4	Čvoru: 9	0,100 0,100 2,650	GSN_Seis_X/2	**1,2**	0,6	1,1
P7	Čvoru: 59	12,018 5,607 2,650	GSN_Set-B_4/3	-0,5	**-1,0**	0,8
P4	Čvoru: 9	0,100 0,100 2,650	GSN_Seis_Y/4	0,7	**0,9**	1,0
P7	Čvoru: 1615	12,020 3,963 2,650	GSN_Set-B_4/1	-0,6	-0,6	**-2,2**
P4	Čvoru: 1369	4,745 1,627 2,650	GSN_Set-B_3/5	-0,2	-0,3	**2,6**

Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_4/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Seis_X/2	LC1 + LC2 + 0.30*LC3 - Equivalent lateral forces for Seismic_X - 0.30*Equivalent lateral forces for Seismic_Y
GSN_Set-B_4/3	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind4
GSN_Seis_Y/4	LC1 + LC2 + 0.30*LC3 - 0.30*Equivalent lateral forces for Seismic_X - Equivalent lateral forces for Seismic_Y
GSN_Set-B_3/5	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind3

18. Reakcije

Linearni proračun
Klasa: GSN
Sustav: Globalni
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Linijski intenzitet

Naziv	dx [m]	Slučaj	R_x [kN/m]	R_y [kN/m]	R_z [kN/m]	M_x [kNm/m]	M_y [kNm/m]	M_z [kNm/m]
Sle2/Z107	0,000	GSN_Set-B_4/1	**-54,69**	-92,68	662,88	-22,48	-22,44	-1,55
Sle32/Z11	0,293	GSN_Set-B_7/2	**17,46**	13,62	92,30	-1,54	-0,27	0,05
Sle2/Z107	2,600	GSN_Seis_Y/3	-19,86	-7,56	**-98,52**	-1,80	-11,17	0,68
Sle2/Z107	0,000	GSN_Set-B_4/4	-50,74	**-94,50**	**684,68**	**-23,02**	-19,66	-1,29
Sle2/Z107	2,600	GSN_Set-B_7/5	-39,66	**61,57**	404,10	**14,00**	-18,13	1,36
Sle2/Z107	0,000	GSN_Set-B_8/6	-50,71	-68,61	469,34	-16,62	**-22,66**	-1,59
Sle33/Z12	1,300	GSN_Set-B_6/7	7,94	-3,07	114,25	-1,46	**3,91**	0,02
Sle2/Z107	1,950	GSN_Set-B_4/1	-6,35	-22,93	123,21	-1,86	-10,74	**-3,00**
Sle2/Z107	0,650	GSN_Set-B_7/2	-6,89	18,90	109,68	3,33	-10,96	**3,02**

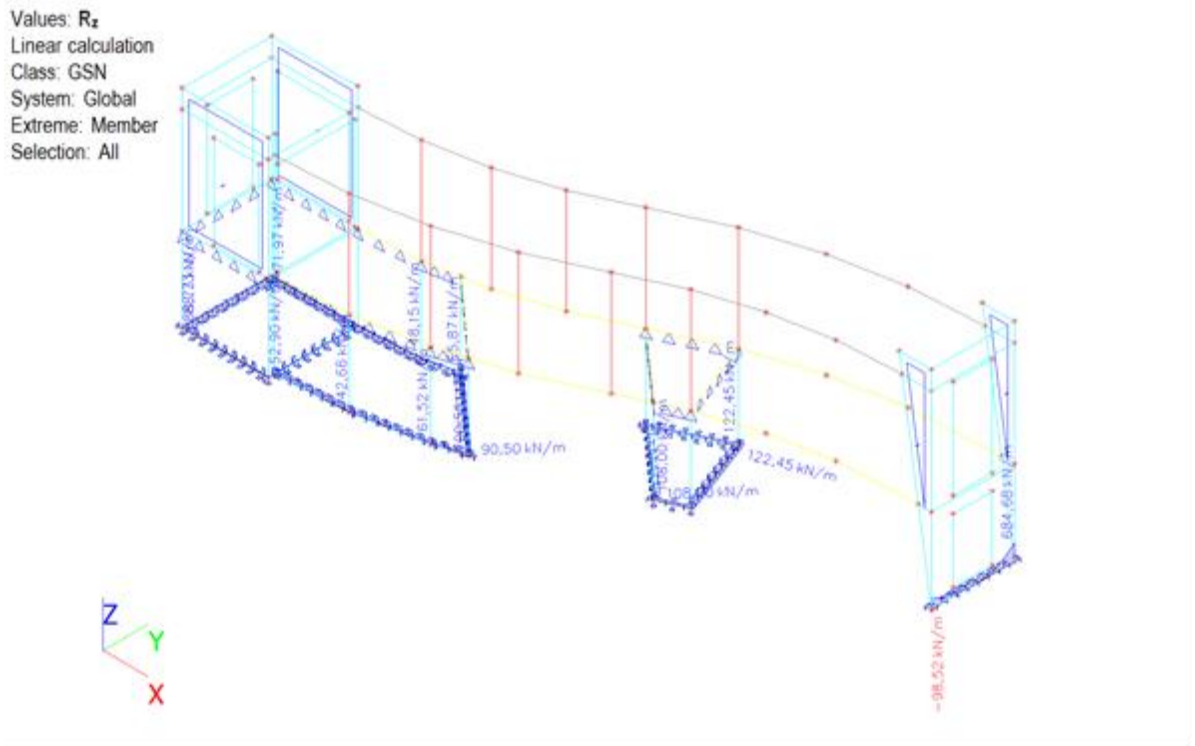
Reakcije na linijskim osloncima

Naziv	dx [m]	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e [mm]
Sle2/Z107	0,325	GSN_Set-B_6/7	**-9,24**	7,37	101,69	1,89	-5,84	0,48	-632,1
Sle31/Z14	2,841	GSN_Set-B_8/6	**5,27**	5,68	32,83	0,18	0,13	0,06	-5,8
Sle2/Z107	2,600	GSN_Set-B_7/5	-6,44	**10,00**	65,67	2,27	-2,95	0,22	-457,2
Sle2/Z107	2,600	GSN_Seis_Y/3	-3,23	-1,23	**-16,01**	-0,29	-1,82	0,11	-562,3

Naziv	dx [m]	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e [mm]
Sle2/Z107	0,000	GSN_Set-B_4/4	-8,25	**-15,36**	**111,26**	**-3,74**	-3,20	-0,21	-387,6
Sle2/Z107	0,325	GSN_Set-B_4/4	-8,10	8,51	106,92	**2,29**	-5,01	0,40	-619,0
Sle2/Z107	0,325	GSN_Set-B_7/2	-9,18	5,19	87,47	1,20	**-5,89**	0,49	-641,2
Sle33/Z12	1,300	GSN_Set-B_6/7	2,58	-1,00	37,13	-0,48	**1,27**	0,01	-660,5
Sle2/Z107	1,950	GSN_Set-B_4/1	-2,06	-7,45	40,04	-0,60	-3,49	**-0,97**	-1692,0
Sle2/Z107	0,650	GSN_Set-B_7/2	-2,24	6,14	35,65	1,08	-3,56	**0,98**	-1591,0

Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_4/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_7/2	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind7
GSN_Seis_Y/3	LC1 + LC2 - 0.30*Equivalent lateral forces for Seismic_X + Equivalent lateral forces for Seismic_Y
GSN_Set-B_4/4	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind4
GSN_Set-B_7/5	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind7
GSN_Set-B_8/6	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_6/7	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind6

19. Reactions; R_z



19. Rezultati unutrašnjih sila za 1D elemente

19.1. 1D rezne sile

Linearni proračun
Klasa: GSN
Koordinatni sustav: Glavni
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: Svi

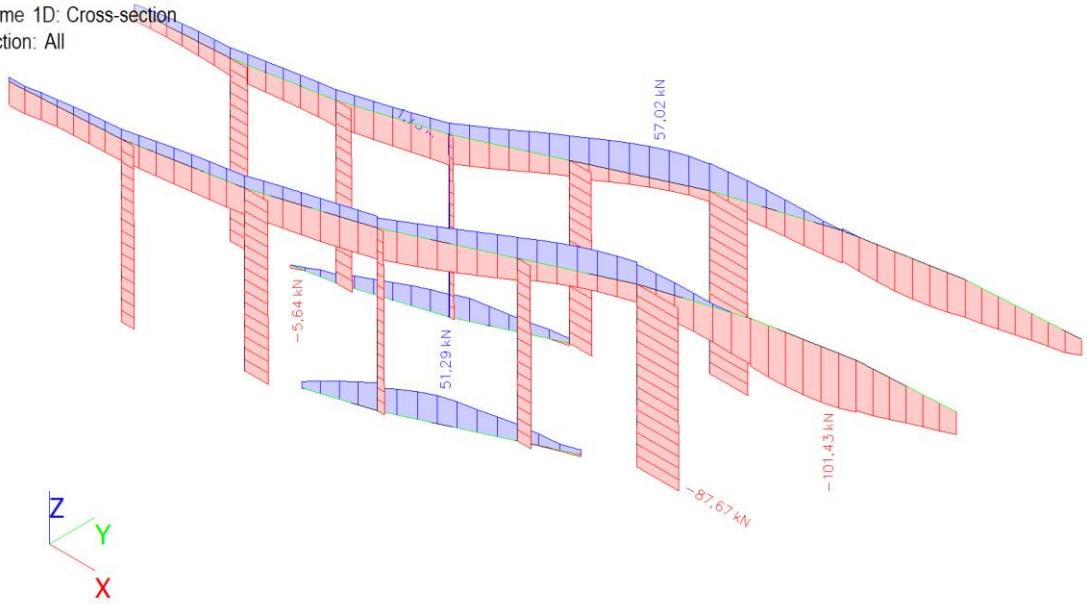
Naziv	dx [m]	Slučaj	Poprečni presjek	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_r [kN/m]
B9	0,000	GSN_Set-B_8/1	CS1 - stupovi - Circle (160)	**-87,67**	0,95	-0,01	-0,01	0,39	-0,76	-
B6	3,280	GSN_Set-B_4/2	CS1 - stupovi - Circle (160)	**1,73**	0,25	0,01	0,00	-0,27	-0,30	-
B2	0,000	GSN_Set-B_6/3	CS1 - stupovi - Circle (160)	-37,05	**-2,00**	-0,40	0,00	0,46	1,37	-
B1	3,280	GSN_Set-B_3/4	CS1 - stupovi - Circle (160)	-24,60	**2,16**	0,11	-0,02	-0,07	1,63	-
B7	3,280	GSN_Set-B_3/5	CS1 - stupovi - Circle (160)	-26,59	1,57	**0,80**	-0,02	0,59	1,15	-
B10	0,000	GSN_Set-B_2/6	CS1 - stupovi - Circle (160)	-78,27	0,28	-0,39	**-0,03**	0,77	-0,11	-
B2	0,000	GSN_Seis_Y/7	CS1 - stupovi - Circle (160)	-24,80	-0,03	-0,07	**0,01**	0,08	-0,04	-
B10	3,280	GSN_Set-B_7/8	CS1 - stupovi - Circle (160)	-75,40	-1,93	**-1,22**	-0,02	**-1,38**	-1,53	-
B10	0,000	GSN_Set-B_4/9	CS1 - stupovi - Circle (160)	-79,47	-1,57	-1,06	-0,03	**1,18**	1,18	-
B8	3,280	GSN_Set-B_1/10	CS1 - stupovi - Circle (160)	-45,10	-1,86	-0,88	-0,01	-0,87	**-1,67**	-
B4	3,280	GSN_Set-B_5/11	CS1 - stupovi - Circle (160)	-46,95	2,01	0,32	-0,01	0,09	**1,64**	-
G108	0,626-	GSN_Set-B_4/9	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	**-101,43**	-1,47	-1,23	-0,50	23,43	11,40	2,52
G116	1,568-	GSN_Seis_Y/12	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	**57,02**	0,85	-9,51	-1,53	-16,72	-8,43	19,46
G109	0,939-	GSN_Set-B_7/13	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	-19,66	**-27,78**	-34,75	-6,56	-5,08	-2,59	71,22
G104	0,941-	GSN_Set-B_3/14	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	10,13	**29,96**	42,53	13,56	5,74	1,38	-88,82
G109	1,565-	GSN_Set-B_8/1	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	1,00	-25,00	**-45,98**	-6,15	-26,44	-10,07	**94,23**
G106	1,305-	GSN_Set-B_8/15	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	-44,83	-21,94	-31,83	**-7,55**	21,69	12,17	66,77
G104	0,627-	GSN_Set-B_4/16	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	19,40	26,60	47,34	**13,85**	-6,86	-4,52	-98,86
G109	1,878	GSN_Set-B_8/1	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	7,91	-13,93	-33,42	-4,01	**-40,19**	-13,69	68,48
G105	1,254-	GSN_Set-B_4/17	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	-50,24	3,63	3,76	2,74	**51,91**	26,77	-7,86
G109	1,878	GSN_Set-B_7/13	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	7,65	-14,56	-33,33	-3,94	-40,13	**-13,69**	68,30
G105	1,254-	GSN_Set-B_2/18	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	-65,44	2,01	2,93	2,29	51,31	**26,80**	-6,12
G104	0,000	GSN_Set-B_4/16	CS2 - grede - Rectangle (500; 200)	34,63	10,70	**56,83**	12,03	-37,04	-12,55	**-118,67**

Naziv	dx [m]	Slučaj	Poprečni presjek	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_r [kN/m]
G6	0,813	GSN_Set-B_7/19	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	**-5,64**	8,09	17,28	4,57	-10,53	-2,10	50,78
G2	1,254-	GSN_Set-B_4/20	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	**51,29**	-4,99	1,73	-0,92	23,89	-15,30	5,16
G2	0,000	GSN_Set-B_7/21	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	24,58	**-22,97**	14,88	2,04	12,45	-5,96	44,44
G4	0,313-	GSN_Set-B_3/22	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	10,72	**27,88**	31,42	-0,79	-4,33	-1,68	93,85
G3	0,000	GSN_Set-B_8/23	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	44,70	10,63	-22,96	**-5,10**	18,48	-7,54	-68,36
G6	0,813	GSN_Set-B_4/20	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	-4,99	8,57	17,05	**4,73**	-10,91	-2,13	50,09
G1	0,000	GSN_Set-B_4/20	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	6,93	4,48	-21,67	4,48	**-17,80**	4,38	-63,78
G2	1,568-	GSN_Set-B_7/21	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	46,67	2,47	-2,93	-1,46	**24,35**	-15,66	-8,74
G2	1,568-	GSN_Set-B_2/6	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	48,00	2,64	-2,94	-1,44	24,32	**-15,67**	-8,79
G5	0,000	GSN_Set-B_6/24	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	40,99	0,05	3,37	-3,47	19,79	**12,96**	10,06
G6	0,271-	GSN_Set-B_4/20	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	12,51	-10,32	**-36,13**	3,39	-4,23	-1,47	**-106,16**
G1	0,665-	GSN_Set-B_8/25	CS3 - grede - Rectangle (300; 200)	16,37	-17,07	**39,72**	2,86	0,71	0,29	**116,92**

Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_8/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_4/2	LC1 + LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_6/3	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind6
GSN_Set-B_3/4	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind3
GSN_Set-B_3/5	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind3
GSN_Set-B_2/6	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind2
GSN_Seis_Y/7	LC1 + LC2 + 0.30*Equivalent lateral forces for Seismic_X - Equivalent lateral forces for Seismic_Y
GSN_Set-B_7/8	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind7
GSN_Set-B_4/9	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind4
GSN_Set-B_1/10	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind1
GSN_Set-B_5/11	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind5
GSN_Seis_Y/12	LC1 + LC2 - 0.30*Equivalent lateral forces for Seismic_X + Equivalent lateral forces for Seismic_Y
GSN_Set-B_7/13	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind7
GSN_Set-B_3/14	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind3
GSN_Set-B_8/15	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_4/16	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_4/17	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_2/18	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind2
GSN_Set-B_7/19	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind7
GSN_Set-B_4/20	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_7/21	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind7
GSN_Set-B_3/22	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind3
GSN_Set-B_8/23	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind8
GSN_Set-B_6/24	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind6
GSN_Set-B_8/25	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind8

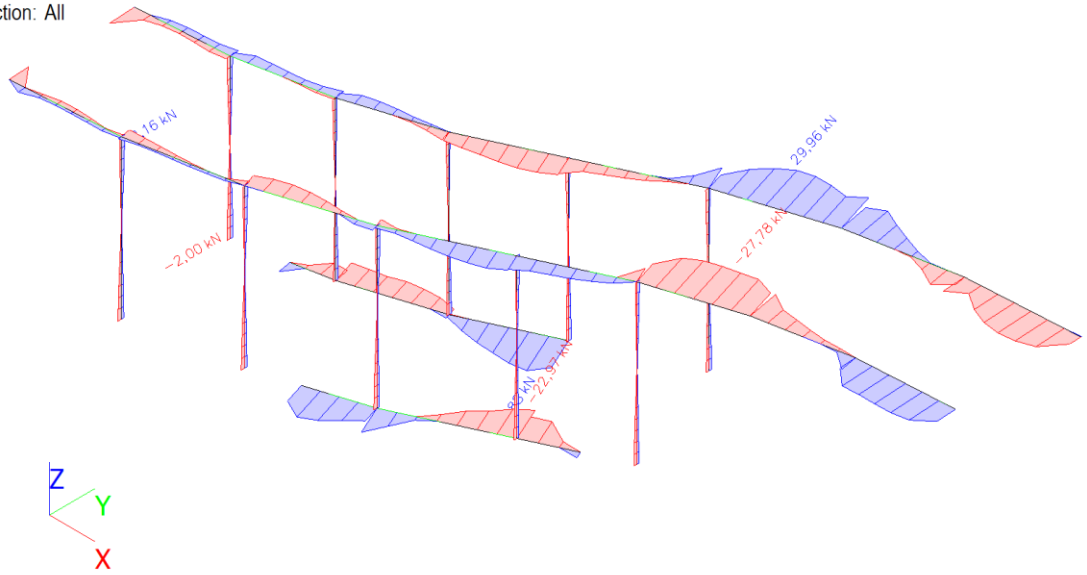
19.2. 1D internal forces; M_y - N

Values: **N**
Linear calculation
Class: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Cross-section
Selection: All



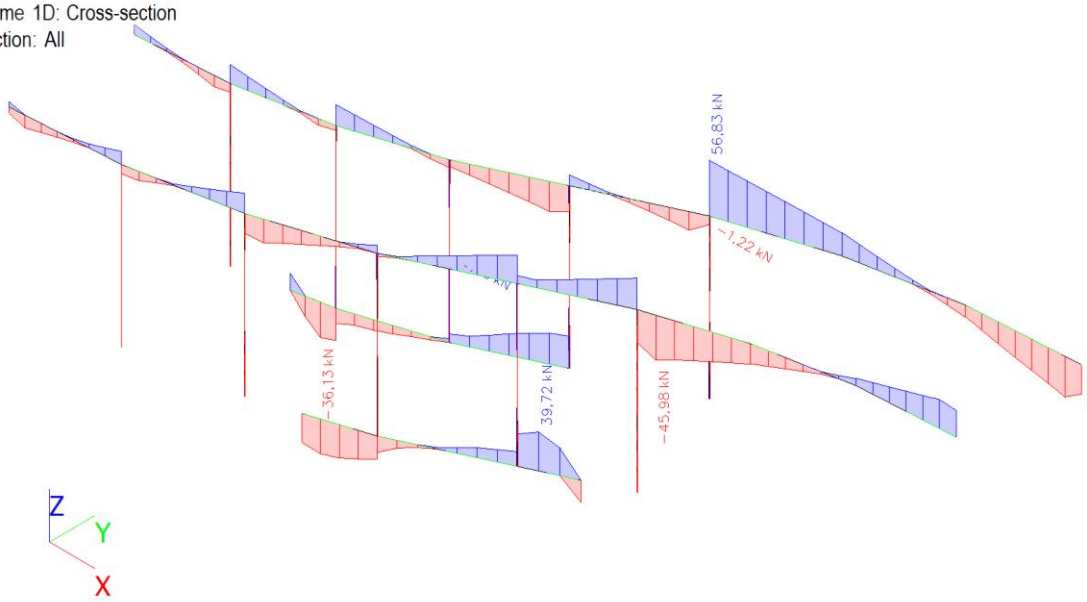
19.3. 1D internal forces; M_y - V_y

Values: **V_y**
Linear calculation
Class: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Cross-section
Selection: All



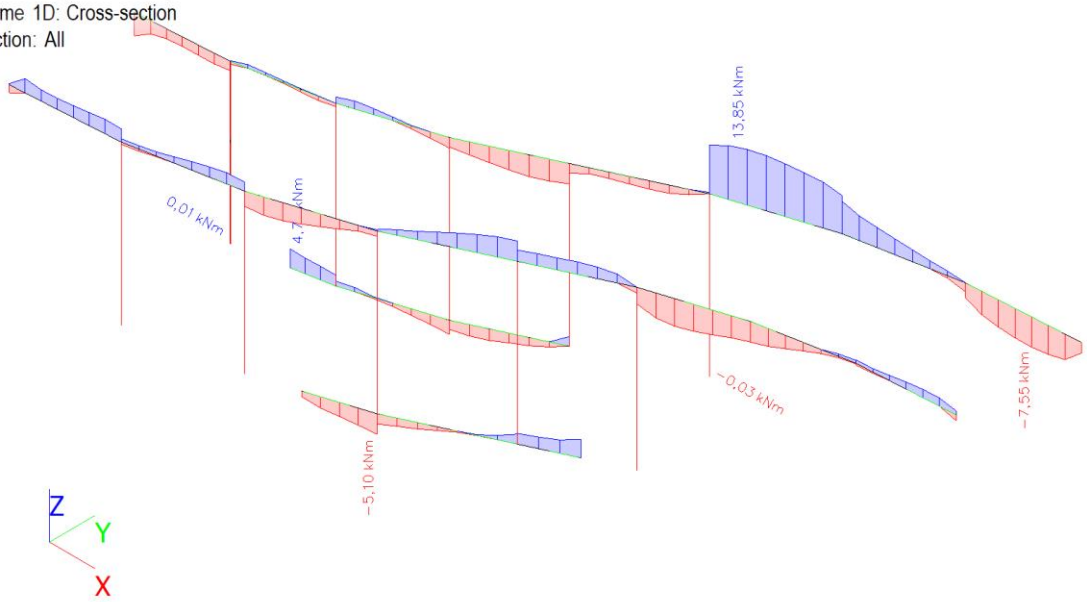
19.4. 1D internal forces; M_y - V_z

Values: V_z
Linear calculation
Class: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Cross-section
Selection: All

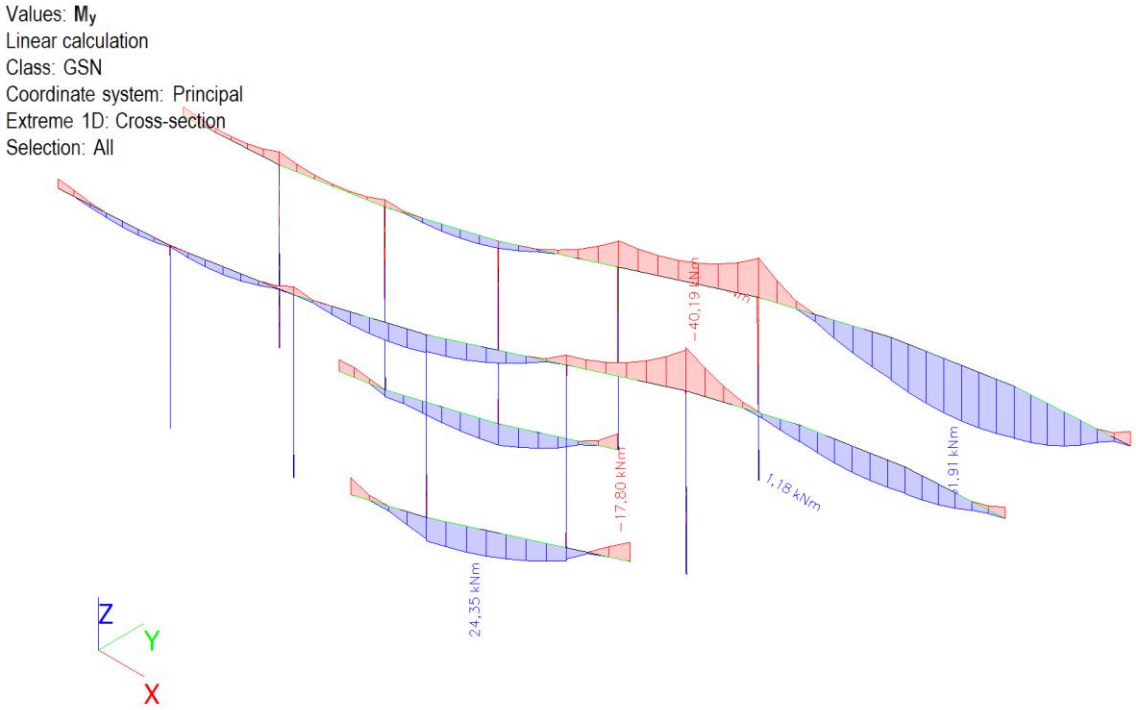


19.5. 1D internal forces; M_y - M_x

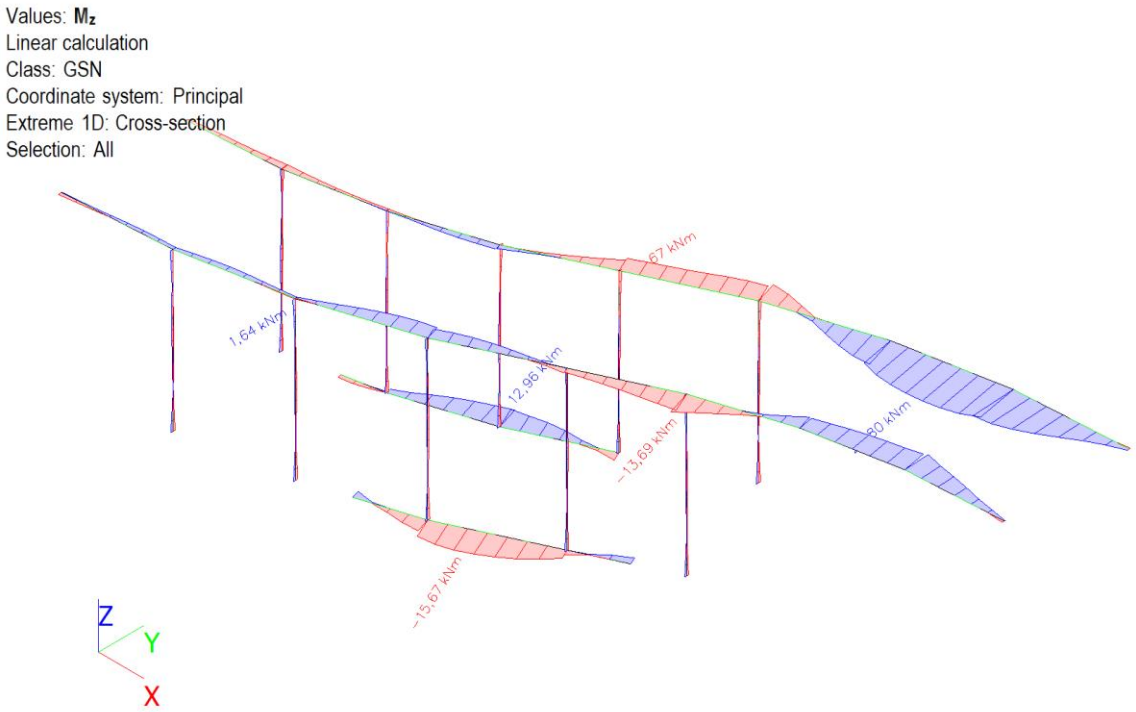
Values: M_x
Linear calculation
Class: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Cross-section
Selection: All



19.6. 1D internal forces; M_y - M_y



19.7. 1D internal forces; M_y - M_z



20. Rezultati unutrašnjih sila krovne ploče

20.1. 2D rezne sile

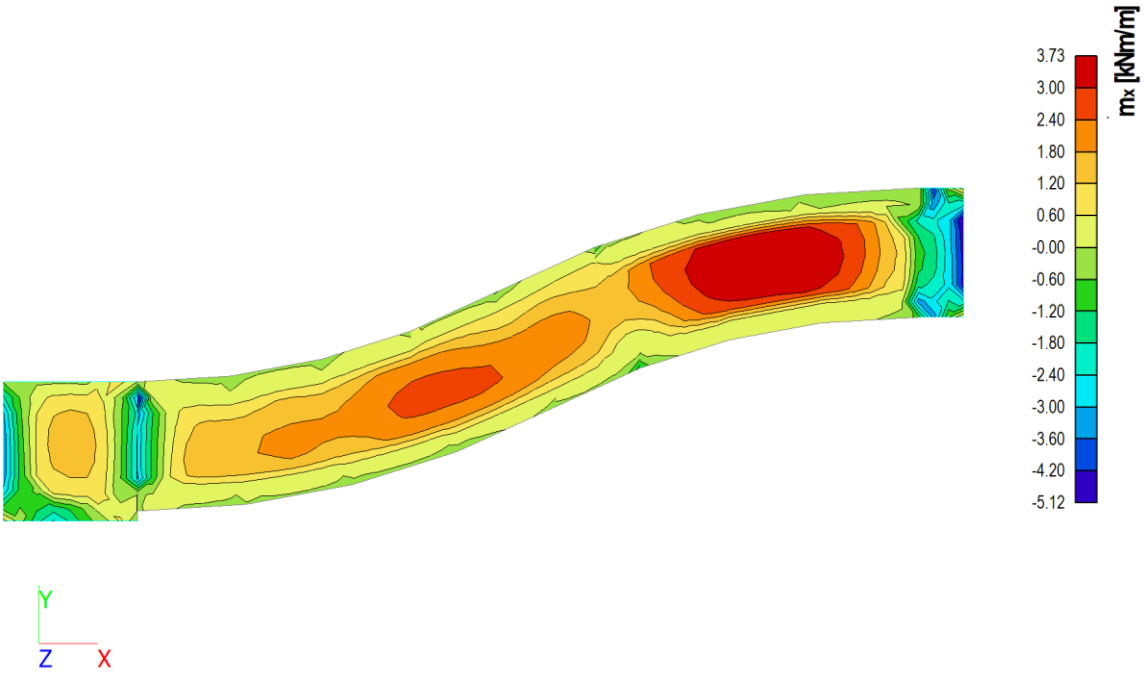
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = krovna ploča
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
P3	Element: 568 Čvoru: 425	19,460 6,150 5,930	GSN_Set-B_4/1	**-5,12** -2,33	-0,90	-19,35 5,43	-9,86 -17,67	-8,15
P3	Element: 610 Čvoru: 767	15,348 5,506 5,930	GSN_Set-B_3/2	**3,73** 5,63	-0,62	0,42 -3,64	78,28 18,65	3,67
P3	Element: 510 Čvoru: 45	18,549 6,800 5,930	GSN_Set-B_3/2	-0,02 **-7,90**	0,45	3,14 -52,16	-0,07 -15,18	2,21
P3	Element: 637 Čvoru: 793	7,133 2,189 5,930	GSN_Set-B_8/3	2,02 **7,09**	-1,36	0,39 0,22	-2,60 -6,13	-2,04
P3	Element: 654 Čvoru: 810	12,056 4,199 5,930	GSN_Set-B_4/4	1,71 6,42	**-3,09**	-0,35 0,81	-46,23 -27,99	-1,24
P3	Element: 393 Čvoru: 292	2,462 2,900 5,930	GSN_Set-B_4/1	0,50 0,18	-0,40	**-42,46** 4,36	15,62 6,01	-2,39
P3	Element: 511 Čvoru: 485	18,853 6,800 5,930	GSN_Seis_X/5	-3,72 -4,17	0,18	**101,27** -3,86	-15,27 3,28	-11,76
P3	Element: 510 Čvoru: 45	18,549 6,800 5,930	GSN_Seis_X/5	-0,02 -6,41	0,38	3,23 **-54,62**	-0,04 -8,87	0,86
P3	Element: 877 Čvoru: 51	12,949 3,180 5,930	GSN_Set-B_5/6	-1,51 -7,31	**3,33**	-26,80 **58,89**	-5,53 -26,67	12,14
P3	Element: 766 Čvoru: 920	12,652 3,736 5,930	GSN_Set-B_4/1	0,28 3,99	-2,60	-3,70 9,68	**-77,23** -28,39	-3,69
P3	Element: 555 Čvoru: 713	15,347 5,836 5,930	GSN_Set-B_4/7	3,45 3,63	-0,42	1,05 -6,10	**108,70** 15,29	7,09
P3	Element: 418 Čvoru: 534	2,800 1,600 5,930	GSN_Set-B_4/4	-2,32 2,51	-0,08	-6,48 -0,07	-3,49 **-53,28**	-1,16
P3	Element: 733 Čvoru: 428	19,460 5,175 5,930	GSN_Set-B_4/7	-3,91 0,18	0,80	-9,04 -12,11	5,26 **49,09**	-6,22
P3	Element: 734 Čvoru: 550	2,800 0,950 5,930	GSN_Set-B_8/8	-3,18 0,57	-0,48	4,33 5,20	-8,56 -28,62	**-37,30**
P3	Element: 459 Čvoru: 510	2,800 2,575 5,930	GSN_Set-B_4/1	-5,00 -0,14	-0,17	27,91 -5,05	0,69 -14,62	**36,71**

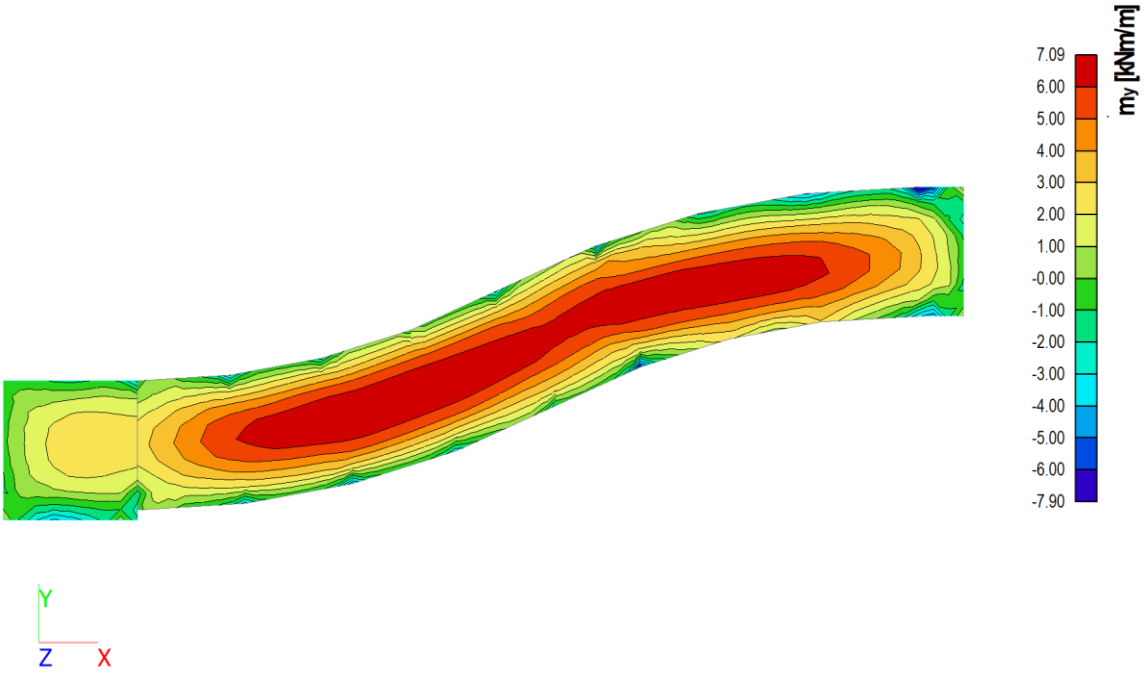
Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_4/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind4
GSN_Set-B_3/2	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind3
GSN_Set-B_8/3	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_4/4	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Seis_X/5	LC1 + LC2 + Equivalent lateral forces for Seismic_X + 0.30*Equivalent

Naziv	Kombinacijski ključ
	lateral forces for Seismic_Y
GSN_Set-B_5/6	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind5
GSN_Set-B_4/7	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind4
GSN_Set-B_8/8	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind8

20.2. 2D internal forces; m_x - m_x



20.3. 2D internal forces; m_x - m_y



21. Rezultati unutrašnjih sila podne ploče

21.1. 2D rezne sile

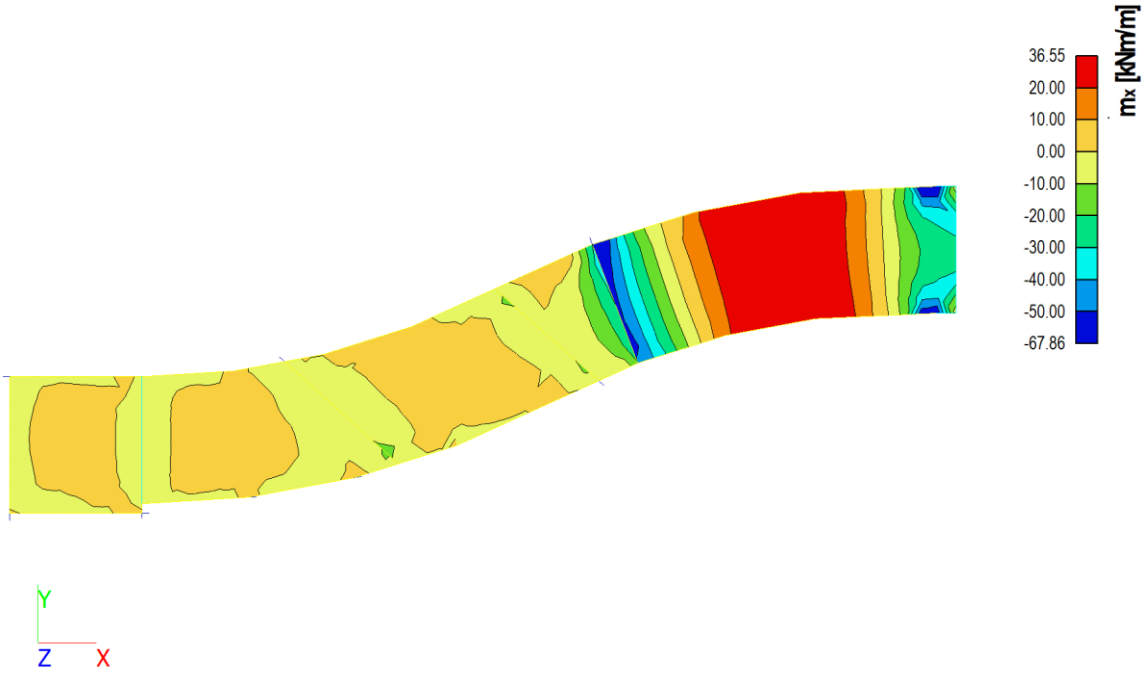
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = podna ploča
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
P2	Element: 936 Čvoru: 59	12,018 5,607 2,650	GSN_Set-B_4/1	**-67,86** -0,67	-8,93	-27,45 43,30	-138,96 -2,99	-30,83
P2	Element: 976 Čvoru: 1086	16,278 4,029 2,650	GSN_Set-B_3/2	**36,55** 1,02	5,52	-13,01 -1,80	29,80 -0,10	4,99
P2	Element: 959 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_6/3	-64,85 **-41,54**	-14,11	6,12 -350,48	28,47 16,62	16,94
P7	Element: 1443 Čvoru: 1597	12,548 2,997 2,650	GSN_Set-B_8/4	-1,16 **9,07**	-4,59	28,02 -82,82	121,22 38,04	36,63
P2	Element: 928 Čvoru: 58	12,949 3,180 2,650	GSN_Set-B_7/5	-47,04 -21,99	**-25,66**	-26,63 -44,76	-59,99 -44,86	-37,22
P2	Element: 966 Čvoru: 371	19,460 4,525 2,650	GSN_Set-B_8/6	-16,90 3,72	**14,52**	94,02 -71,48	17,47 4,66	26,48
P2	Element: 958	18,744	GSN_Set-B_7/5	-62,83	1,82	**-223,84**	44,77	6,28

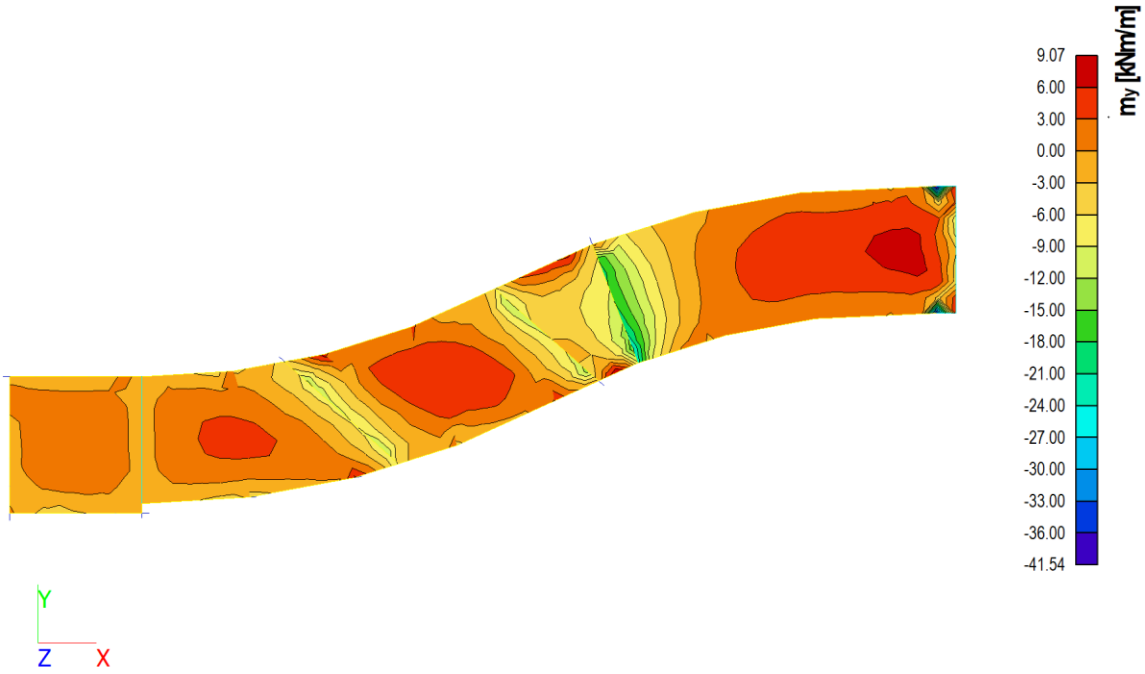
Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
	Čvoru: 1077	6,785 2,650		0,68		-6,06	1,91	
P2	Element: 960 Čvoru: 63	19,460 6,800 2,650	GSN_Set-B_7/5	-4,73 5,52	4,50	**321,07** 89,93	8,08 31,92	-6,92
P2	Element: 959 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_2/7	-65,12 -41,54	-14,01	4,20 **-351,96**	31,86 15,54	17,76
P2	Element: 967 Čvoru: 65	19,053 4,200 2,650	GSN_Set-B_2/7	-59,46 -38,17	12,32	15,59 **330,92**	35,98 14,05	-13,89
P2	Element: 936 Čvoru: 59	12,018 5,607 2,650	GSN_Set-B_3/8	-57,38 -0,33	-7,51	-31,86 39,68	**-145,95** -3,49	-31,08
P7	Element: 1442 Čvoru: 58	12,949 3,180 2,650	GSN_Set-B_4/9	-18,45 -7,26	-12,24	-53,52 -72,81	**303,17** 121,43	50,60
P2	Element: 964 Čvoru: 369	19,460 5,175 2,650	GSN_Set-B_3/8	-22,28 -0,75	4,79	-1,30 -51,39	-35,90 **-111,39**	-6,75
P7	Element: 1442 Čvoru: 58	12,949 3,180 2,650	GSN_Set-B_2/10	-18,96 -7,83	-11,21	-51,76 -58,14	292,75 **123,04**	32,76
P2	Element: 928 Čvoru: 58	12,949 3,180 2,650	GSN_Set-B_7/11	-39,73 -19,06	-21,98	-26,82 -43,80	-74,17 -43,18	**-42,26**
P7	Element: 1442 Čvoru: 1596	12,748 3,089 2,650	GSN_Set-B_3/12	-5,88 3,03	-7,84	-23,49 -94,69	188,20 83,66	**58,62**

Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_4/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_3/2	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind3
GSN_Set-B_6/3	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind6
GSN_Set-B_8/4	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_7/5	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind7
GSN_Set-B_8/6	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_2/7	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind2
GSN_Set-B_3/8	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind3
GSN_Set-B_4/9	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_2/10	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind2
GSN_Set-B_7/11	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 1.50*3DWind7
GSN_Set-B_3/12	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind3

21.2. 2D internal forces; m_x - m_x



21.3. 2D internal forces; m_x - m_y



22. Rezultati unutrašnjih sila zidova

22.1. 2D rezne sile

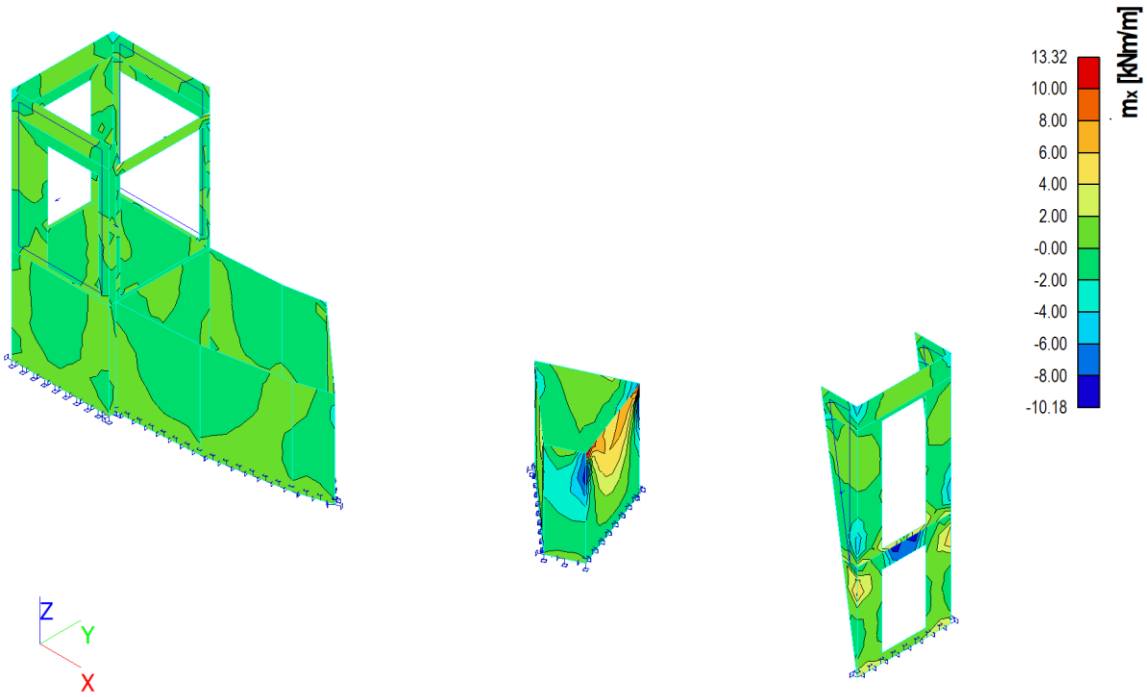
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = zidovi
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
Z12	Element: 2097 Čvoru: 2258	12,018 5,607 1,987	GSN_Set-B_4/1	**-10,18** -2,58	0,83	-42,69 12,11	-12,50 -178,95	47,68
Z12	Element: 2120 Čvoru: 58	12,949 3,180 2,650	GSN_Set-B_8/2	**13,32** 37,99	5,23	-31,31 224,11	-140,23 -533,67	44,88
Z106	Element: 230 Čvoru: 65	19,053 4,200 2,650	GSN_Set-B_3/3	0,55 **-30,51**	**11,32**	-0,83 -112,05	-295,30 -593,70	323,92
Z108	Element: 357 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_7/4	1,20 -29,80	**-11,69**	4,28 -114,52	-311,22 -624,85	-344,73
Z12	Element: 2105 Čvoru: 2266	12,018 5,607 2,319	GSN_Set-B_3/3	-9,96 2,52	-0,44	**-119,50** 64,87	-41,78 -305,42	33,33
Z12	Element: 2112 Čvoru: 2188	12,949 3,180 2,319	GSN_Set-B_7/4	-9,71 3,64	0,94	**113,24** 89,44	-55,86 -319,73	-27,61
Z108	Element: 358 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_6/5	3,69 37,10	-10,22	5,36 **-154,57**	599,74 1213,88	-430,89
Z14	Element: 2184 Čvoru: 80	12,148 2,815 2,650	GSN_Set-B_8/6	11,55 **41,20**	2,55	58,23 **270,82**	-47,47 -275,65	84,90
Z108	Element: 368 Čvoru: 45	18,549 6,800 5,930	GSN_Set-B_8/7	-1,88 -11,15	-6,10	-8,02 -39,95	**-419,98** -458,17	-282,75
Z108	Element: 358 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_2/8	3,44 36,37	-10,34	4,50 -151,69	**603,95** 1234,25	-436,68
Z108	Element: 348 Čvoru: 25	19,460 6,800 0,000	GSN_Set-B_4/9	1,77 8,40	0,82	-18,50 -38,83	-58,16 **-874,76**	-67,14
Z108	Element: 358 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_8/2	3,19 35,24	-10,43	3,14 -145,68	603,41 **1240,07**	-438,73
Z108	Element: 358 Čvoru: 62	19,053 6,800 2,650	GSN_Set-B_7/10	3,16 35,16	-10,45	3,15 -144,94	603,50 1237,92	**-439,59**
Z106	Element: 217 Čvoru: 65	19,053 4,200 2,650	GSN_Set-B_4/1	2,47 30,18	9,67	1,23 -131,07	546,36 1133,03	**418,28**

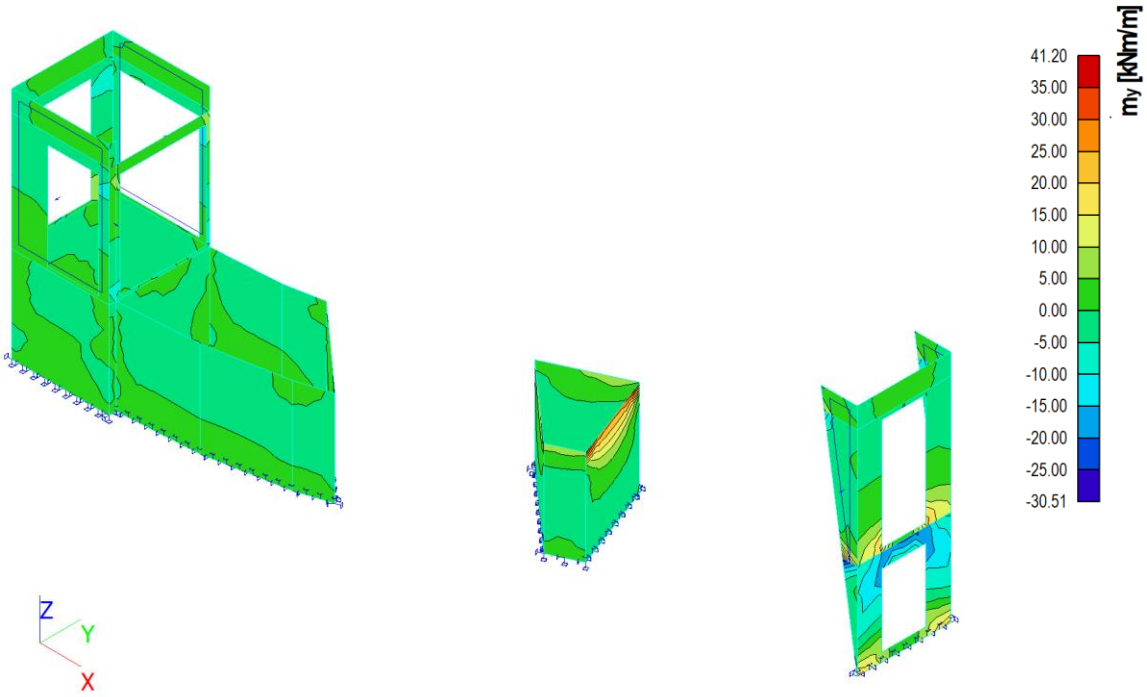
Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_4/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind4
GSN_Set-B_8/2	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_3/3	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind3
GSN_Set-B_7/4	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.90*3DWind7
GSN_Set-B_6/5	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind6
GSN_Set-B_8/6	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_8/7	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC4 + 0.90*3DWind8
GSN_Set-B_2/8	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind2

Naziv	Kombinacijski ključ
GSN_Set-B_4/9	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.05*LC3 + 0.75*LC4 + 1.50*3DWind4
GSN_Set-B_7/10	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3 + 0.75*LC4 + 0.90*3DWind7

22.2. 2D internal forces; m_x - m_x



22.3. 2D internal forces; m_x - m_y



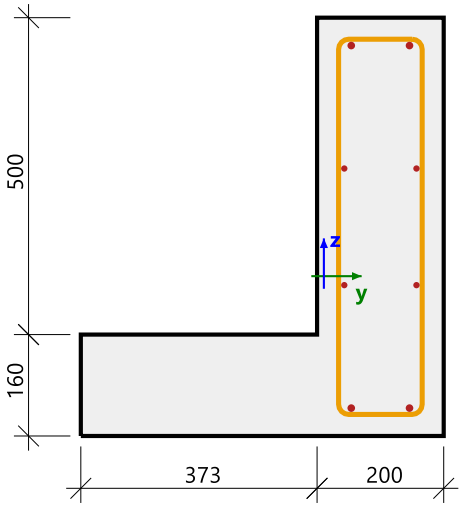
3. Dimenzioniranje greda pozicije G100 i G000

23.1. Ukupna provjera

Linearni proračun
Klasa: GSN
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = greda

Rebro G116	**L g (660; 573; 160; 200)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 11 [dx = 1.88 m]

Dužina elementa: L = 2.19 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 3.41 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 4.06 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3

Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ10+4ϕ12 (767 mm^2)
ρ_l = 0,400 % (6.02 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/116 (101 mm^2)
ρ_w = 0,435 % (6.83 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Naziv	dx [m]	Combikey	UC_{resp}	UC_{int}	UC_{VT}	UC_{stress}	UC_{crack}	UC_{defl}	UC_{det}	UC
G116	1,881	1.35*LC1+1.35*LC2+ 1.05*LC3+0.75*LC4+ 1.50*3DWind3	0,66	0,48	0,10	-	-	-	-	0,66

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

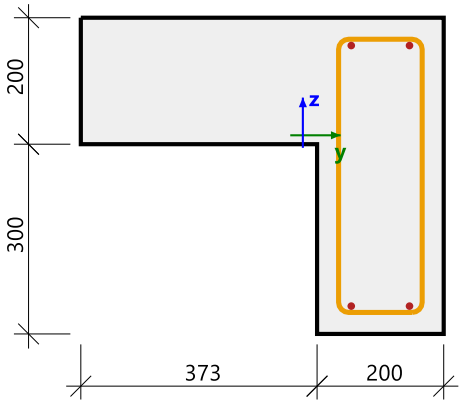
Rebro G2

L g (500; 573; 200; 200)

EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008

Presjek 7 [dx = 1.25 m]

Dužina elementa: L = 2.19 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 2.83 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 3.55 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3

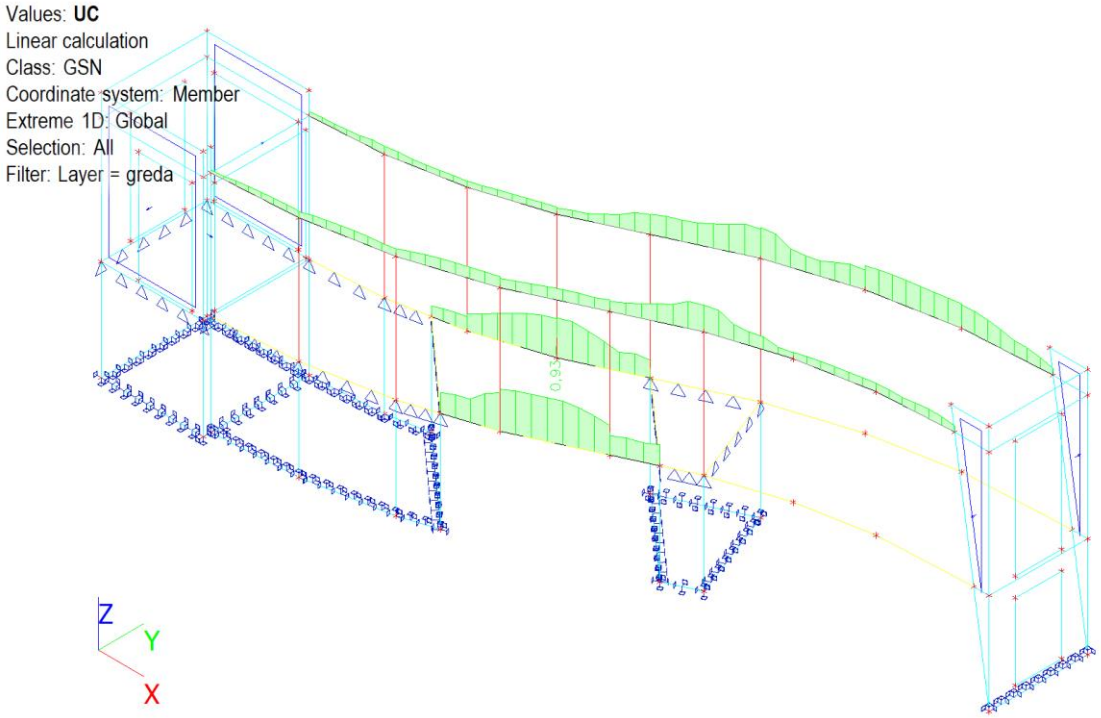
Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ12 (452 mm^2)
ρ_l = 0,259 % (3.55 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/200 (101 mm^2)
ρ_w = 0,252 % (3.96 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Naziv	dx [m]	Combikey	UC_{resp}	UC_{int}	UC_{VT}	UC_{stress}	UC_{crack}	UC_{defl}	UC_{det}	UC
G2	1,254	1.35*LC1+1.35*LC2+ 1.50*LC3+0.75*LC4+ 0.90*3DWind4	0,93	0,77	0,03	-	-	-	-	0,93

23.2. Overall check; UC

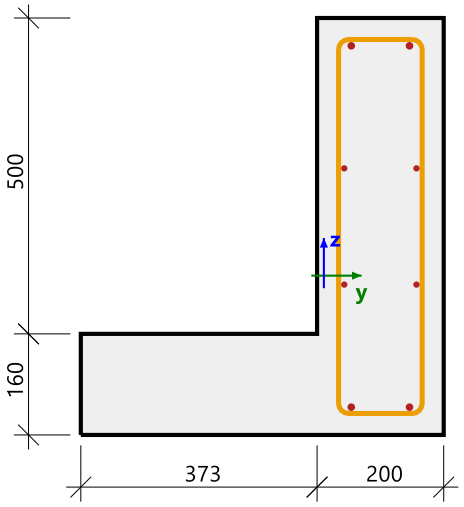


23.3. Provjeri širinu pukotine (GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSU
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = greda

Rebro G116	**L g (660; 573; 160; 200)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 9 [dx = 1.57 m]

Dužina elementa: L = 2.19 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 3.41 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 4.06 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3

Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ10+4ϕ12 (767 mm^2)
ρ_l = 0,400 % (6.02 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/156 (101 mm^2)
ρ_w = 0,636 % (5.07 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Sažetak provjere

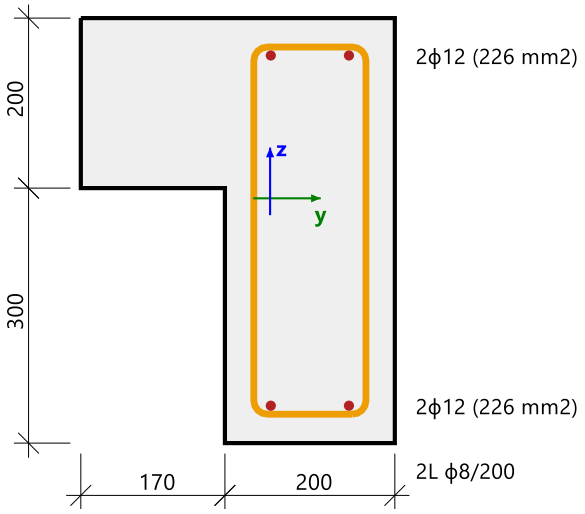
N_{cr} = 91.5 kN M_{cry} = -40.9 kN M_{crz} = 0 kN σ_s = 0 MPa $s_{r.max}$ = 0 mm ε_{sm_cm} = 0 ‰

σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Napuknuti	w [mm]	w_{lim} [mm]	UC [-]	Granična provjera [-]	Status
1.34	2.6	NE	0	0.3	0,00	1	U REDU

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Rebro G1	**L g (500; 370; 200; 200)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 3 [dx = 0.665 m]

Dužina elementa: L = 0.998 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 2.42 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 1.67 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3

Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ12 (452 mm^2)
ρ_l = 0,338 % (3.55 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/200 (101 mm^2)
ρ_w = 0,252 % (3.95 kg/m)

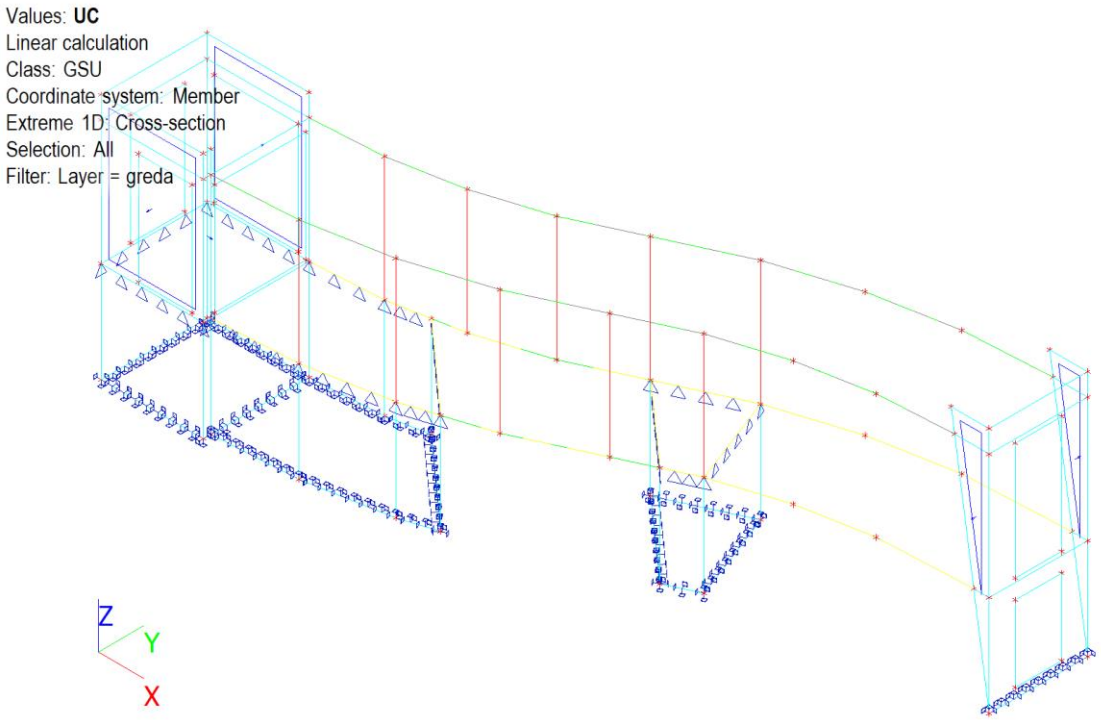
Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Sažetak provjere

N_{cr} = 273 kN M_{cry} = 6.09 kN M_{crz} = 0 kN σ_s = 0 MPa $s_{r.max}$ = 0 mm ε_{sm_cm} = 0 ‰

σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Napuknuti	w [mm]	w_{lim} [mm]	UC [-]	Granična provjera [-]	Status
0.151	2.6	NE	0	0.3	0,00	1	U REDU

23.4. Check crack width (SLS); UC



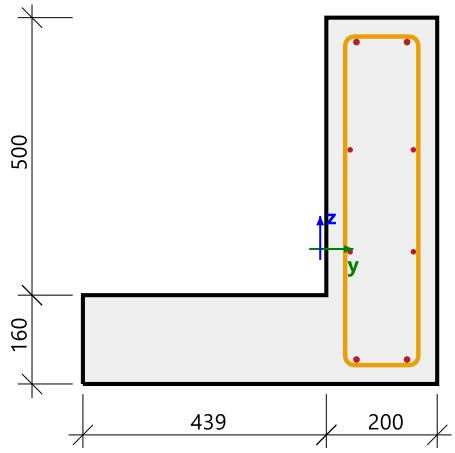
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

23.5. Provjeri progib

Linearni proračun
Klasa: GSU
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = greda

Rebro G105	**L g (660; 639; 160; 200)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 7 [dx = 1.25 m]

Dužina elementa: L = 2.19 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 5.46 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 5.8 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3
Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ10+4ϕ12 (767 mm^2)
ρ_l = 0,379 % (6.02 kg/m)
Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/185 (101 mm^2)
ρ_w = 0,272 % (4.27 kg/m)
Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Osnovne vrijednosti progiba

Vrsta progiba	Omjer kratki [-]	Omjer dugo [-]	δ_{lin} [mm]	δ_{imm} [mm]	δ_{add} [mm]	δ_{short} [mm]	δ_{long} [mm]	$\delta_{long+creep}$ [mm]	δ_{creep} [mm]
u_y	0.99	3.59	0.43	0.3	0.91	0.13	0.3	1.09	0.79
u_z	0.96	3.29	-1.07	-0.72	-2.04	-0.31	-0.72	-2.46	-1.74

Provjera dodatnih i ukupnih progiba

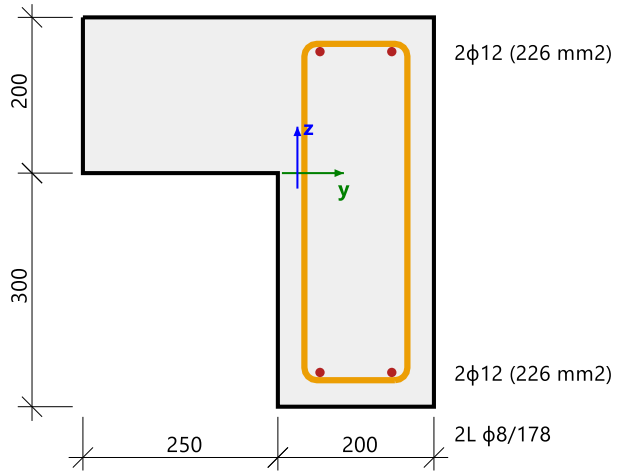
Vrsta progiba	L [m]	δ_{add} [mm]	$\delta_{add,lim}$ [mm]	UC_{add} [-]	δ_{tot} [mm]	$\delta_{tot,lim}$ [mm]	UC_{tot} [-]	UC [-]	Limit [-]	Status
u_y	2.2	0.91	4.39	0.21	1.21	8.78	0.14	0.21	1	U REDU
u_z	2.2	-2.04	-4.39	0.47	-2.77	-8.78	0.32	0.47	1	U REDU

Popis pogrešaka / upozorenja / napomena: N8/5

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Rebro G3	**L g (500; 450; 200; 200)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 0 [dx = 0 m]

Dužina elementa: L = 1.25 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 2.66 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 1.86 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3

Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ12 (452 mm^2)
ρ_l = 0,302 % (3.55 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/178 (101 mm^2)
ρ_w = 0,282 % (4.42 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Osnovne vrijednosti progiba

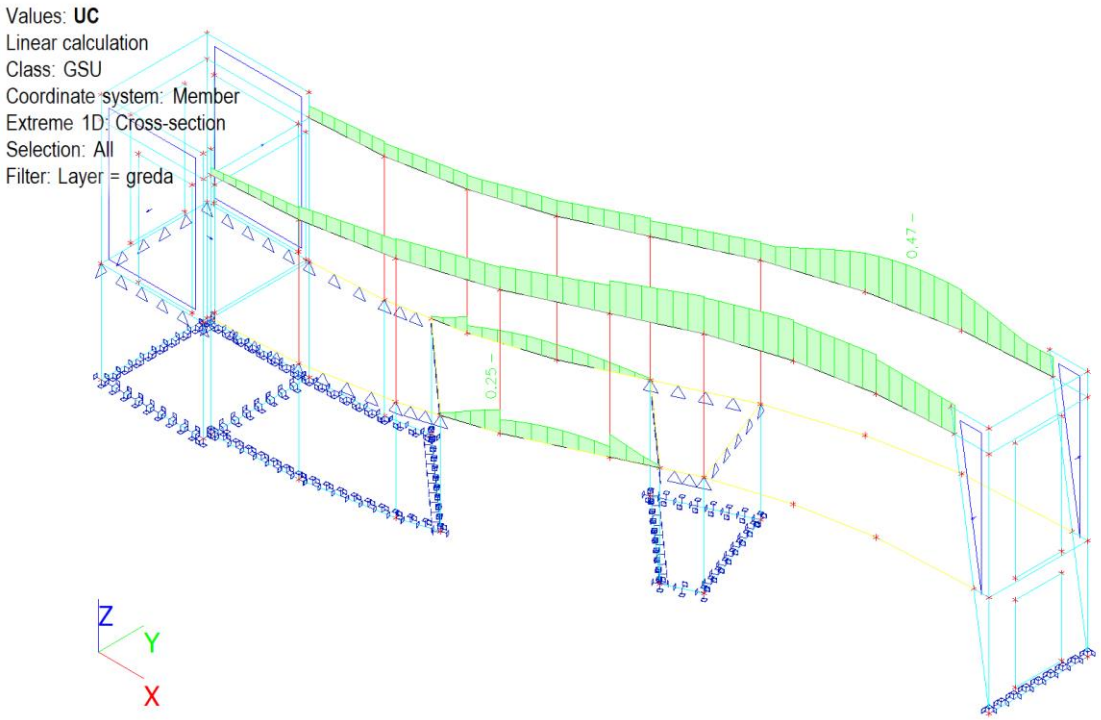
Vrsta progiba	Omjer kratki [-]	Omjer dugo [-]	δ_{lin} [mm]	δ_{imm} [mm]	δ_{add} [mm]	δ_{short} [mm]	δ_{long} [mm]	$\delta_{long+creep}$ [mm]	δ_{creep} [mm]
u_y	0.99	3.6	-0.01	-0.01	-0.02	0	-0.01	-0.02	-0.01
u_z	0.96	3.21	-0.34	-0.23	-0.63	-0.1	-0.23	-0.76	-0.53

Provjera dodatnih i ukupnih progiba

Vrsta progiba	L [m]	δ_{add} [mm]	$\delta_{add,lim}$ [mm]	UC_{add} [-]	δ_{tot} [mm]	$\delta_{tot,lim}$ [mm]	UC_{tot} [-]	UC [-]	Limit [-]	Status
u_y	1.25	-0.02	-2.5	0.01	-0.02	-5	0	0.01	1	U REDU
u_z	1.25	-0.63	-2.5	0.25	-0.85	-5	0.17	0.25	1	U REDU

Popis pogrešaka / upozorenja / napomena: N8/5

23.6. Check deflection; UC



GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

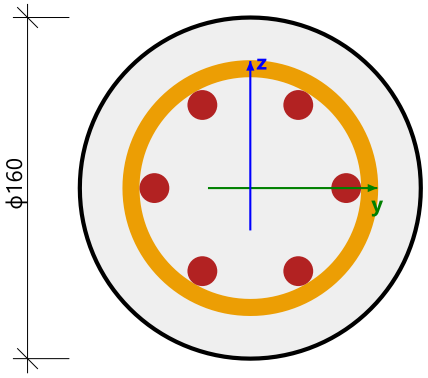
24. Dimenzioniranje stupova pozicije S100

24.1. Ukupna provjera

Linearni proračun
Klasa: GSN
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = stupovi

Stup B9	**Circle (160)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 0 [dx = 0 m]

Dužina elementa: L = 3.28 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 3.31 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 3.3 m (Utjecaj)



2L ϕ8/149

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC3

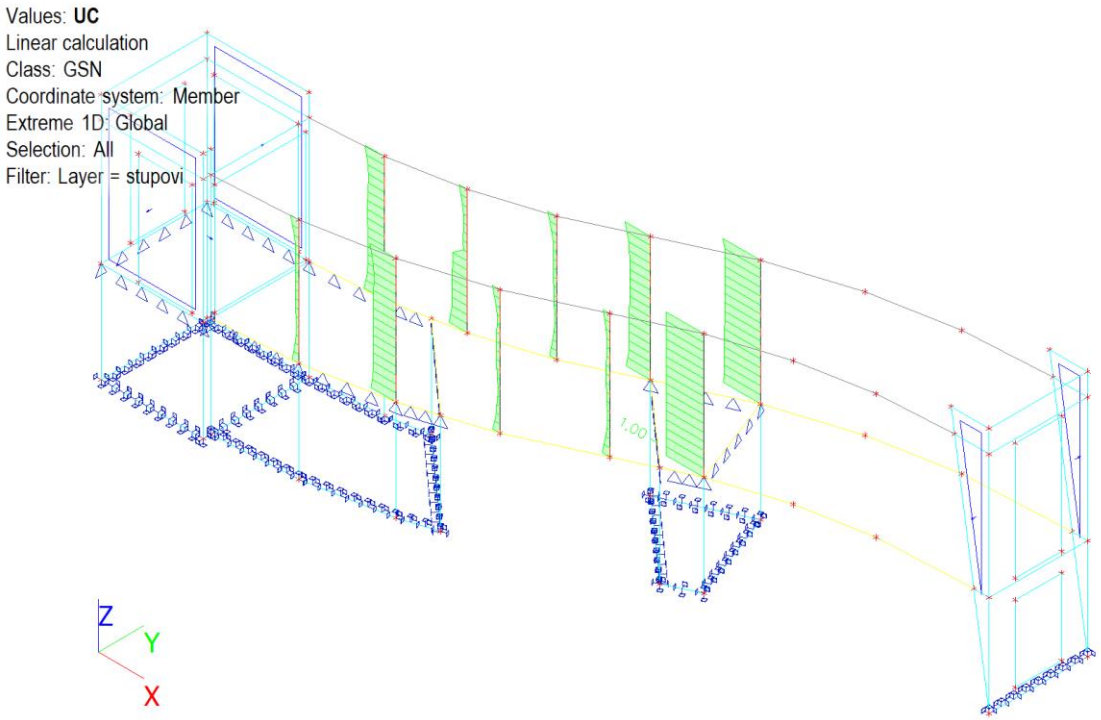
Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
6ϕ14 (924 mm^2)
ρ_l = 4,594 % (7.25 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/149 (101 mm^2)
ρ_w = 0,702 % (5.29 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Krug: 20 mm

Naziv	dx [m]	Combikey	UC_{resp}	UC_{int}	UC_{VT}	UC_{stress}	UC_{crack}	UC_{defl}	UC_{det}	UC
B9	0,000	1.35*LC1+1.35*LC2+ 1.05*LC3+1.50*LC4+ 0.90*3DWind8	1,00	0,60	0,05	-	-	-	-	1,00

24.2. Overall check; UC



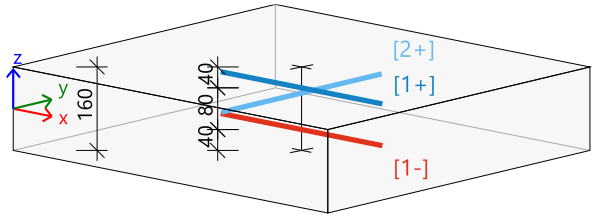
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

25. Dimenzioniranje krovne ploče pozicije P200

25.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = krovna ploča
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča P3	**h=160 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 51/1965 [X= 12,949, Y=3,180, Z=5,930 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC4, XF3
Zaštitni sloj 35 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ6,0/150
[2+] ϕ6,0/150 + ϕ10,0/150
[1-] ϕ7,0/150

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	ϕ6,0/150	---	---	0,0	162	73	---	**162**	**188**	6400	144	150	**U REDU**
								0,10%	0,12%		≥37	≤400	
[2+]	ϕ6,0/150	---	ϕ10,0/150	90,0	149	220	---	**220**	**712**	6400	71	75	**U REDU**
								0,14%	0,45%		≥37	≤400	
[1-]	ϕ7,0/150	---	---	0,0	162	64	---	**162**	**257**	6400	143	150	**U REDU**
								0,10%	0,16%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	GSN_Set-B_7	0,0	ϕ10	**-0,21**	**57,95**	120,0	0,0	108,0	-2666,7	-22,5	**73**
[2+]	GSN_Set-B_7	90,0	ϕ10	**-6,04**	**55,51**	110,0	3,2	108,7	-40,2	95,7	**220**
[1-]	GSN_Set-B_5	0,0	ϕ10	**-0,07**	**57,36**	120,0	0,0	108,0	-2615,9	-27,8	**64**

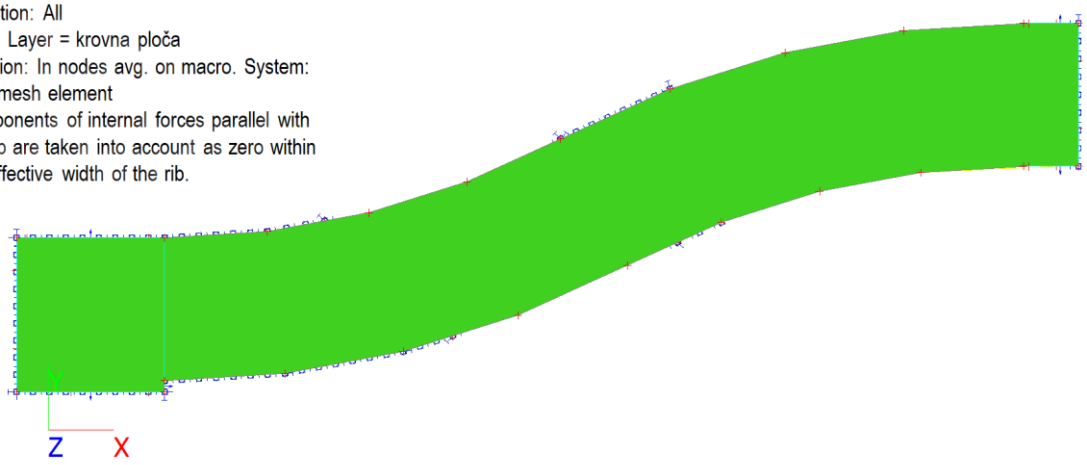
GSN_Set-B_5	1.35*LC1+1.35*LC2+1.05*LC3+1.50*LC4+0.90*3DWind5
GSN_Set-B_7	1.35*LC1+1.35*LC2+1.05*LC3+0.75*LC4+1.50*3DWind7
GSN_Set-B_7	1.35*LC1+1.35*LC2+1.05*LC3+1.50*LC4+0.90*3DWind7

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm²]	[mm²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm²/m²]	
[+]	GSN_Set-B_5	40,0	**29,7**	188	712	0,318	57,5	498,4	---	**U REDU**

25.2. Usvojena armatura; As,prov,1+

Values: **Reinf**$_{Prov,1+}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = krovna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.

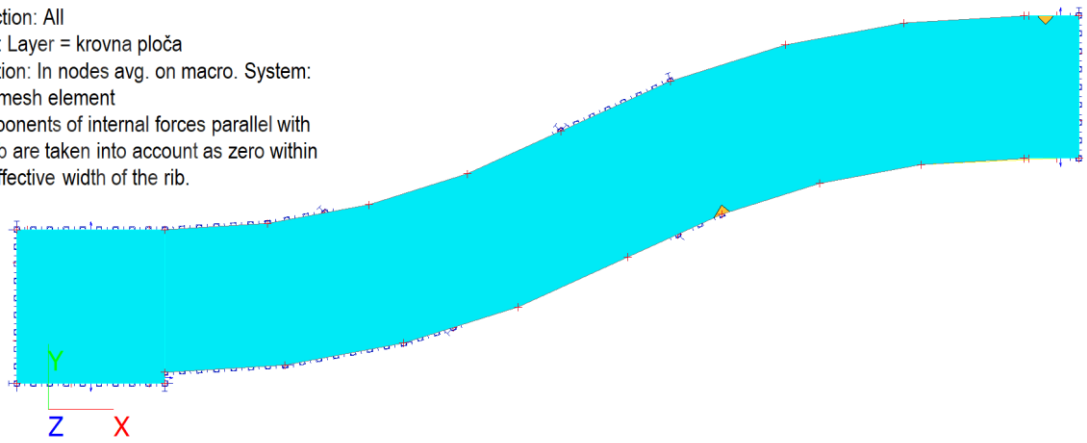


Reinf $_{Prov,1+}$

φ6,0/150

25.3. Usvojena armatura; As,prov,2+

Values: **Reinf**$_{Prov,2+}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = krovna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.

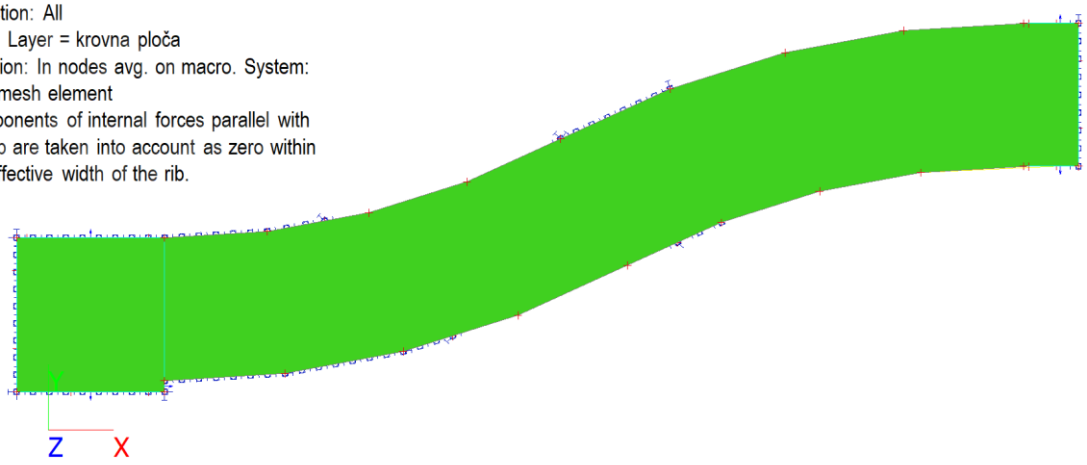


Reinf $_{Prov,2+}$

φ6,0/150 + φ10,0/150 | φ6,0/150

25.4. Usvojena armatura; As,prov,1-

Values: $\mathbf{Reinf}_{Prov,1-}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = krovna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.

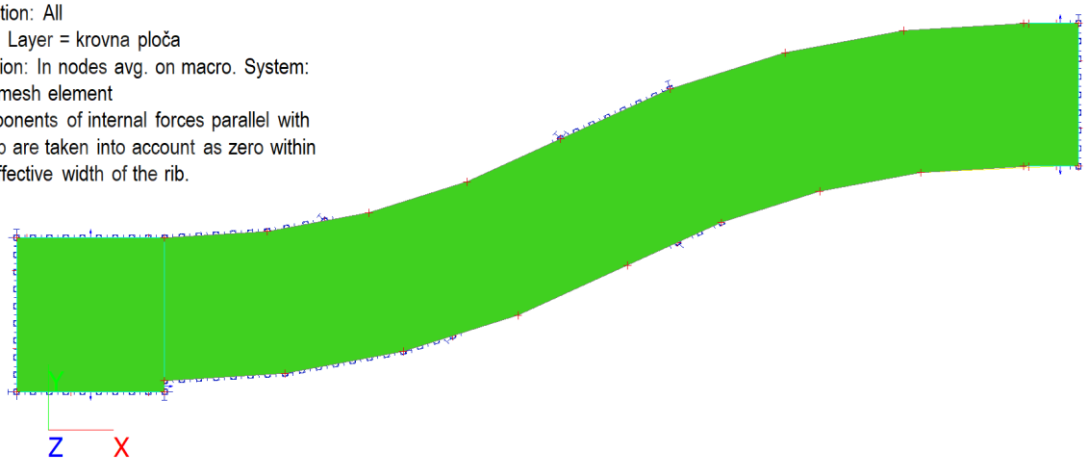


Reinf $_{Prov,1-}$

φ7,0/150

25.5. Usvojena armatura; As,prov,2-

Values: $\mathbf{Reinf}_{Prov,2-}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = krovna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.



Reinf $_{Prov,2-}$

φ7,0/150

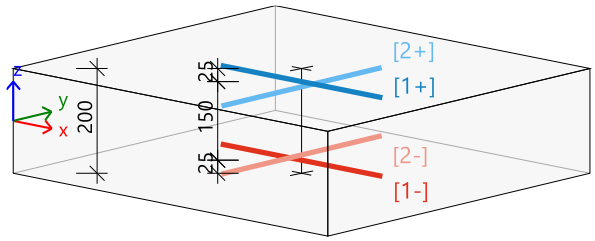
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

26. Dimenzioniranje zidova pozicije Z100 i Z000

26.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Z102, Z101, Z105..Z108, Z103, Z104, Z1..Z14
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča Z108	**h=200 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 62/41 [X= 19,053, Y=6,800, Z=2,650 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Zaštitni sloj 20 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ10,0/100 + ϕ10,0/100
[2+] ϕ14,0/100
[1-] ϕ10,0/100 + ϕ10,0/100
[2-] ϕ14,0/100 + ϕ14,0/100

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	ϕ10,0/100	---	ϕ10,0/100	0,0	237	972	---	**972**	**1570**	8000	45	50	**U REDU**
								0,49%	0,79%		≥37	≤400	
[2+]	ϕ14,0/100	---	---	90,0	223	1103	---	**1103**	**1539**	8000	86	100	**U REDU**
								0,55%	0,77%		≥37	≤400	
[1-]	ϕ10,0/100	---	ϕ10,0/100	0,0	237	1427	---	**1427**	**1570**	8000	45	50	**U REDU**
								0,71%	0,79%		≥37	≤400	
[2-]	ϕ14,0/100	---	ϕ14,0/100	90,0	223	2769	---	**2769**	**3078**	8000	43	50	**U REDU**
								1,38%	1,54%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

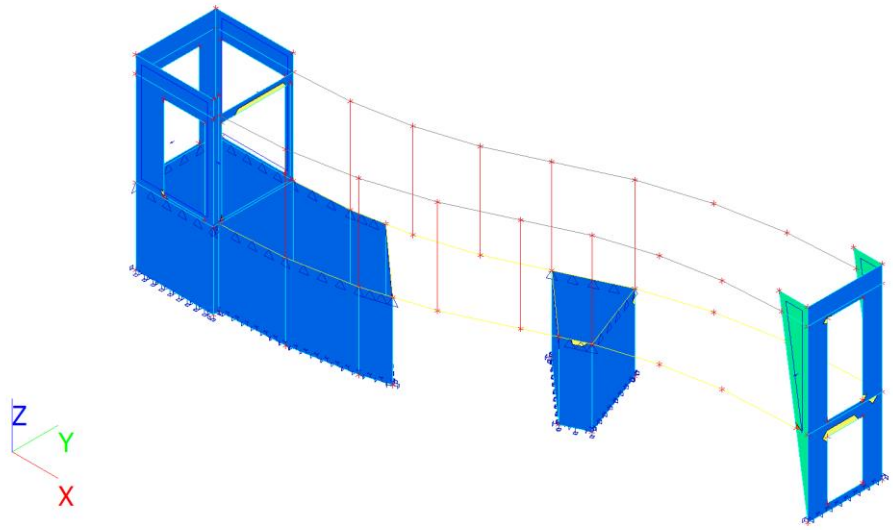
	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	GSN_Set-B_7	0,0	ϕ10	**14,84**	**1043,09**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-422,6	**972**
[2+]	GSN_Set-B_7	90,0	ϕ10	**46,76**	**1678,68**	165,0	0,0	148,5	-3333,3	-479,6	**1103**
[1-]	GSN_Set-B_7	0,0	ϕ10	**14,84**	**1043,09**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-415,1	**1427**
[2-]	GSN_Set-B_2	90,0	ϕ10	**47,83**	**1672,10**	165,0	0,0	148,5	-3333,3	-978,5	**2769**

GSN_Set-B_7	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3+0.75*LC4+0.90*3DWind7
GSN_Set-B_2	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3+0.90*3DWind2
GSN_Set-B_7	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3+0.90*3DWind7

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm^2]	[mm^2]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm^2/m^2]	
[-]	GSN_Set-B_6	40,0	**154,7**	1570	3078	1,293	14,4	678,0	**1951**	**U REDU**

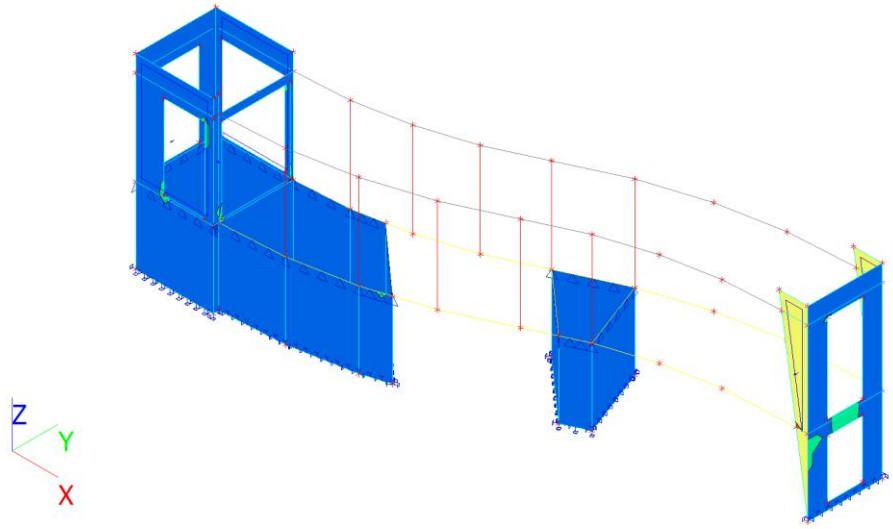
26.2. Usvojena armatura; As,prov,1+



Reinf Prov,1+

φ10,0/100 + φ10,0/100		φ7,0/150 + φ12,0/150		φ10,0/100	
φ7,0/150					

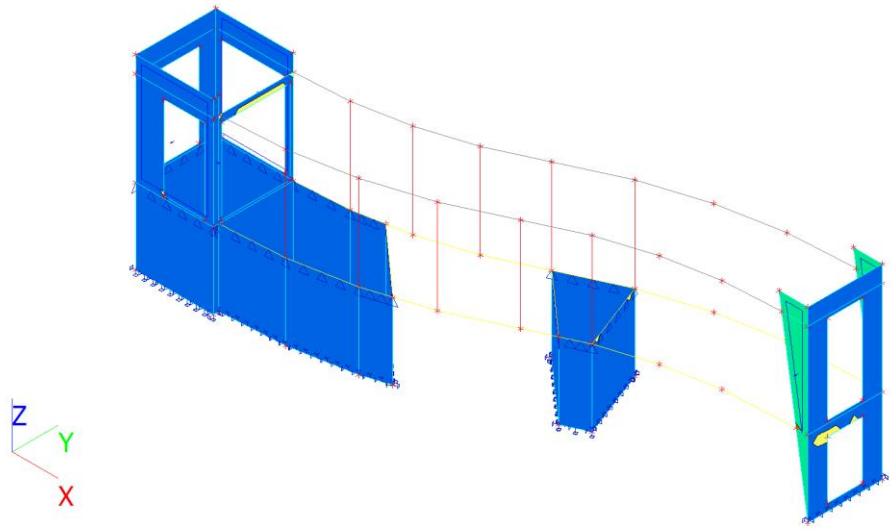
26.3. Usvojena armatura; As,prov,2+



Reinf Prov,2+

φ14,0/100 + φ14,0/100		φ14,0/100		φ7,0/150 + φ14,0/150	
φ7,0/150					

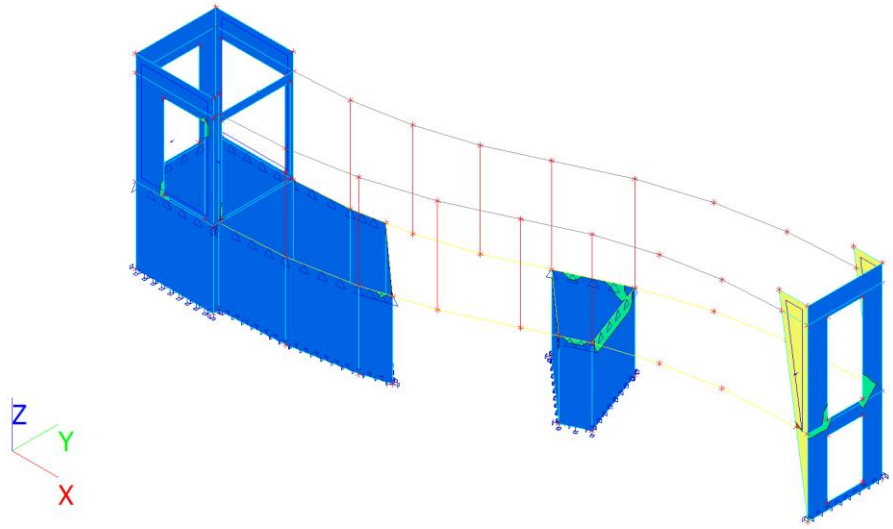
26.4. Usvojena armatura; As,prov,1-



Reinf Prov,1-

φ10,0/100 + φ10,0/100		φ7,0/150 + φ12,0/150		φ10,0/100	
φ7,0/150					

26.5. Usvojena armatura; As,prov,2-



Reinf Prov,2-

φ14,0/100 + φ14,0/100		φ14,0/100		φ7,0/150 + φ14,0/150	
φ7,0/150					

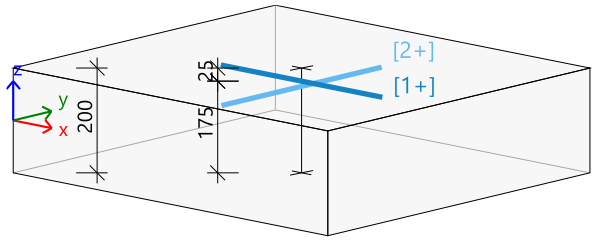
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

27. Dimenzioniranje podne ploče pozicije P100

27.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = podna ploča
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča P2	**h=200 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 1048/118 [X= 12,832, Y=3,483, Z=2,650 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Zaštitni sloj 20 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ7,0/150 + ϕ14,0/150
[2+] ϕ7,0/150 + ϕ12,0/150

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	ϕ7,0/150	---	ϕ14,0/150	0,0	237	1189	---	**1189**	**1283**	8000	70	75	**U REDU**
								0,59%	0,64%		≥37	≤400	
[2+]	ϕ7,0/150	---	ϕ12,0/150	90,0	223	752	---	**752**	**1011**	8000	70	75	**U REDU**
								0,38%	0,51%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	GSN_Set-B_3	0,0	ϕ10	**-56,63**	**327,24**	175,0	15,2	169,1	-189,8	517,0	**1189**
[2+]	GSN_Set-B_4	90,0	ϕ10	**-23,23**	**306,67**	165,0	1,6	164,4	-20,1	326,8	**752**

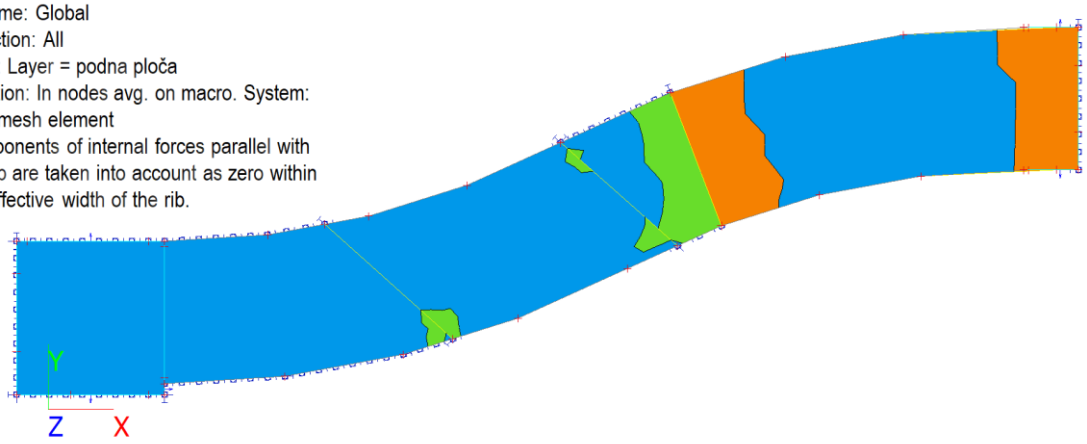
GSN_Set-B_3	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3+0.75*LC4+0.90*3DWind3
GSN_Set-B_4	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3+0.75*LC4+0.90*3DWind4

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm²]	[mm²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm²/m²]	
[+]	GSN_Set-B_8	40,0	**118,8**	1283	1011	0,670	100,9	694,8	**1463**	**U REDU**

27.2. Usvojena armatura; As,prov,1+

Values: $Reinf_{Prov,1+}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = podna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.

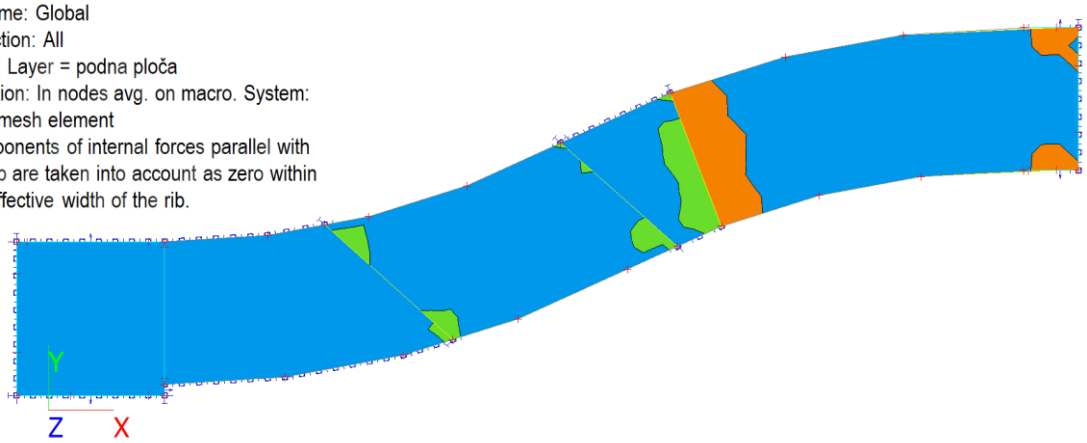


Reinf Prov,1+

φ7,0/150 + φ14,0/150	φ7,0/150 + φ12,0/150	φ7,0/150

27.3. Usvojena armatura; As,prov,2+

Values: $Reinf_{Prov,2+}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = podna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.

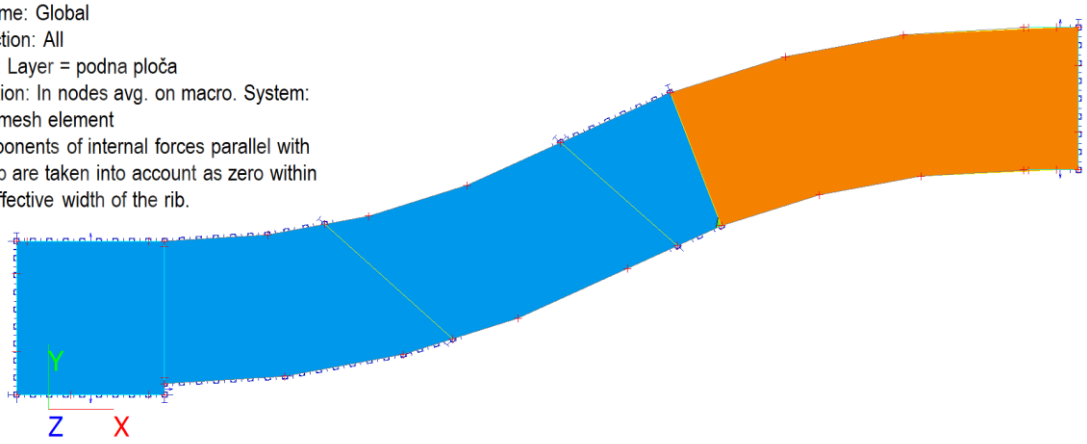


Reinf Prov,2+

φ7,0/150 + φ12,0/150	φ7,0/150 + φ8,0/150	φ7,0/150

27.4. Usvojena armatura; As,prov,1-

Values: **Reinf**$_{Prov,1-}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = podna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.

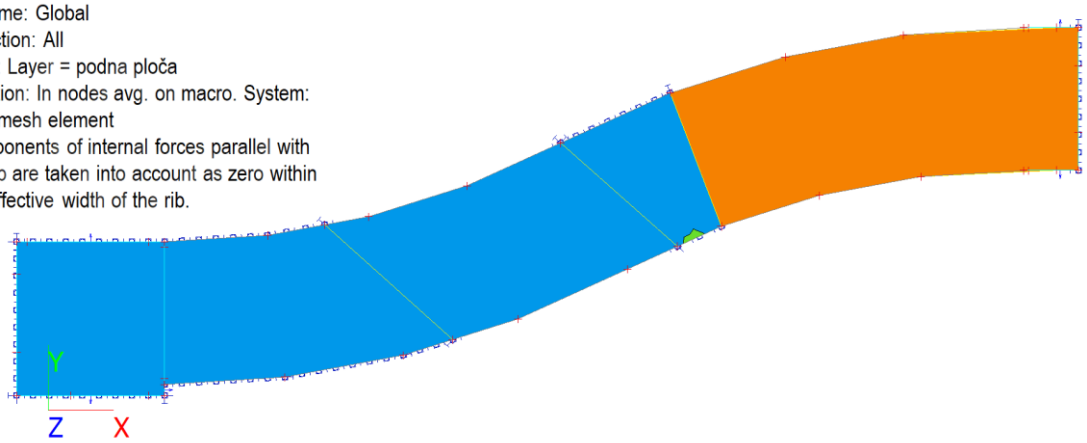


Reinf $_{Prov,1-}$

φ9,0/100	φ7,0/150 + φ8,0/150	φ7,0/150

27.5. Usvojena armatura; As,prov,2-

Values: **Reinf**$_{Prov,2-}$
Linear calculation
Class: GSN
Extreme: Global
Selection: All
Filter: Layer = podna ploča
Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
Components of internal forces parallel with the rib are taken into account as zero within the effective width of the rib.



Reinf $_{Prov,2-}$

φ9,0/100	φ7,0/150 + φ8,0/150	φ7,0/150

2.4.3 GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI PLOČE PJEŠAČKOG MOSTA

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon:	l_{eff} =	1,00 · 713,50 cm = 713,50 cm
Statička visina:	d =	17,40 cm
Omjer:	**l_{eff} / d =**	**41,0 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Unatoč ispunjavanja kriterija, u nastavku se provodi kontrola minimalne armature, najvećeg promjera šipke armature, najvećeg razmaka armature, širine pukotine za dugotrajno opterećenje, te provjera progiba za kratkotrajno i dugotrajno djelovanje.

Faktori ψ za uporabna i/ili promjenjiva djelovanja:

Za pješački most:	$\psi_{0,1}$ =	0,40	$\psi_{1,1}$ =	0,40	$\psi_{2,1}$ =	0,00
Za promjenjivo djelovanje snijega:	$\psi_{0,2}$ =	0,50	$\psi_{1,2}$ =	0,20	$\psi_{2,2}$ =	0,00
Za promjenjivo djelovanje vjetra:	$\psi_{0,3}$ =	0,60	$\psi_{1,3}$ =	0,20	$\psi_{2,3}$ =	0,00

Kombinacija opterećenja za kratkotrajna djelovanja:

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j}" + "Q_{k,1}" + " \sum_{i\geq 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinacija opterećenja za česta djelovanja:

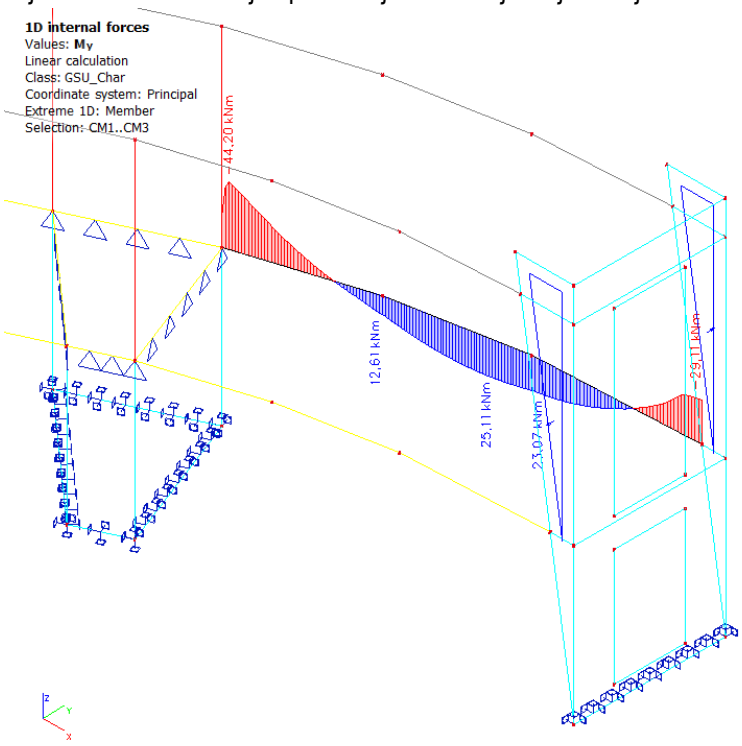
$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j}" + "\Psi_{1,1} Q_{k,1}" + " \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Kombinacija opterećenja za nazovistalna djelovanja:

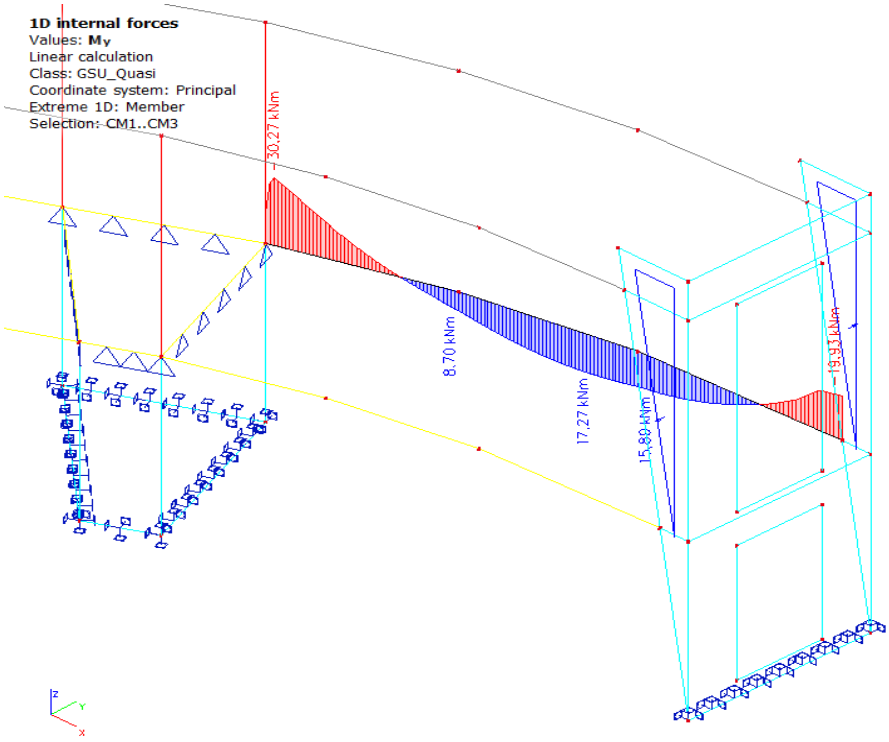
$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j}" + " \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

IZLAZNE VRIJEDNOSTI UNUTRAŠNJIH SILA U POLJU

Momenti savijanja za mjerodavnu kombinaciju opterećenja kratkotrajnih djelovanja:



Momenti savijanja za mjerodavnu kombinaciju opterećenja dugotrajnih djelovanja:



Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku grede:	M_A =	-44,20 kNm
Momenti savijanja na kraju grede:	M_B =	-29,11 kNm
Momenti savijanja u polju grede:	M_{Ed} =	25,11 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku grede:	M_A =	-30,27 kNm
Momenti savijanja na kraju grede:	M_B =	-19,93 kNm
Momenti savijanja u polju grede:	M_{Eds} =	17,27 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	20 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	2,60 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	2,60 cm
Statička visina presjeka:	d =	17,40 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	7,54 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	2,57 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6,89$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0,00377$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0,00433$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0,02376$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

B_I = 0,03484

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,03138

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,04004

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,50612

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,21368

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 10,12 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 9,88 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 3,72 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka grede:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

I_0 = 66667 cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 69906 cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 11459 cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

A_c = *100 cm · 20 cm = 2000 cm²*

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

u = 1 · 100 cm = 100 cm

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

h_0 = 40,00 cm = 400 mm

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0)$ = 2,60

Proračunski modul elastičnosti betona:

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$

$E_{c,eff} = 8464$ MPa

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$

$\alpha_e = 24,81$

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

$\rho_I = 0,00377$

$\rho_{II} = 0,00433$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_I = 0,08552$

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_I = 0,12541$

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_{II} = 0,11299$

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_{II} = 0,14415$

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

$k_{xI} = 0,52027$

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

$k_{xII} = 0,35259$

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

$y_{Ig} = 10,41$ cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

$y_{Id} = 9,59$ cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

$y_{IIg} = 6,14$ cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka grede:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

$I_c = 66667$ cm⁴

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I = 79507$ cm⁴

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

$I_{II} = 32201$ cm⁴

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

$S_I = 32,68 \text{ cm}^3$

$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

$S_{II} = 75,85 \text{ cm}^3$

Proračun pukotina ploče u polju

Određivanje minimalne ploštine armature za ograničavanje širine pukotina

Koeficjent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi pukotine:

$k_c = 0,40$

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela naprezanja po presjeku izavanog temperaturnim promjenamai/ili skupljanjem unutar elementa:

$k = 1,0 \text{ za } h \leq 300 \text{ mm}; 0,65 \text{ za } h \geq 800 \text{ mm}$

$k = 1,00$

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine.
Kada starost nije moguće točno utvrditi, radi sigurnosti uzima se da je $f_{ct,eff} = f_{ctm}$:

$f_{ct,eff} = 2,60 \text{ MPa} = 0,26 \text{ kN/cm}^2$

Vlačna ploština presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

$A_{ct} = b \cdot h / 2$

$A_{ct} = 1000,00 \text{ cm}^2$

Proračunski moment u polju grede za dugotrajno djelovanje:

$M_{Eds} = 17,27 \text{ kNm}$

Krak unutarnjih sila

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 15,35 \text{ cm}$

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 14,92 \text{ kN/cm}^2$

Minimalna ploština armature za ograničavanje širine pukotina:

$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$

$A_{s1,min} = 6,97 \text{ cm}^2$

$A_{s1,prov} = 7,54 \text{ cm}^2 > 6,97 \text{ cm}^2$ *- Zadovoljen je uvjet minimalne armature.*

Kontrola najvećeg promjera šipke u betonskom presjeku

Za razred izloženosti XC4, XD1, XF3 te za nazovistalnu kombinaciju opterećenja, granična vrijednost širine pukotina iznosi:

w_{max} = 0,30 mm

Najveći promjer šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći promjer šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Prema GSN-u usvojeni promjer šipki od 12 mm ispunjava kriterij najvećeg promjera šipke od 32 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 160 MPa.

Kontrola najvećeg razmaka šipke u betonskom presjeku

Najveći razmak šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći razmak šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Prema GSN-u usvojeni razmak šipki od 150 mm ispunjava kriterij najvećeg razmaka šipke od 300 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 160 MPa.

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju grede:

M_{Ed} = 25,11 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 16,16 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 20,61 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ f_{ctm} = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 25,11 kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 14,22 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 5,1370E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 12 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 542,73 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r = 0,0139$

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} = 136,38$ mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k = 0,12$ mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g = 0,30$ mm

$\beta = 1,70$

Maksimalni moment savijanja u polju grede:

$M_{Eds} = 17,27$ kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 15,35$ cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 14,92$ kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = 1733,33$ kNcm

$M_{Ed} = 17,27$ kNm < 17,33 kNm *- nema pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 14,97$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1,00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0,50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

$\varepsilon_{sm} = 3,5255E-04$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 = 0,80$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\varphi =$ 12 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff} =$ 462,17 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r =$ 0,0163

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} =$ 123,55 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ 0,07 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba grede u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} =$ 25,11 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 1,18E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 16,16 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 20,61 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} =$ 9,81E-04

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} = 7{,}17E\text{-}05$ (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 14{,}22$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1{,}00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 1{,}00$ *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta = 0{,}523$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} = 4{,}32E\text{-}05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba grede:

$M_A = -44{,}20$ kNm ; $M_B = -29{,}11$ kNm ; $M_{Ed} = 25{,}11$ kNm

$L = 714$ cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta = 2{,}92$

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k = 0{,}07375$

progib grede od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} = 1{,}62$ cm < $L / 300 = 2{,}38$ cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba grede u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju grede iznosi:

$M_{Eds} = 17{,}27$ kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 2,57E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 15,35 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 14,92 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} =$ 7,10E-04

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} =$ 6,31E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} =$ 14,97 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta =$ 0,496

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m =$ 4,42E-05 (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty} =$ 0,00054 *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I} = 5{,}51E\text{-}06$ (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II} = 3{,}16E\text{-}05$ (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm} = 1{,}84374E\text{-}05$

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot} = 6{,}27E\text{-}05$ (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba grede:

$M_A =$ -30,27 kNm ; $M_B =$ -19,93 kNm ; $M_{Ed} =$ 17,27 kNm

$L =$ 714 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta = 2{,}91$

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k = 0{,}07389$

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} =$ 2,36 cm < L / 300 = 2,38 cm *- zadovoljen progib.*

<u>Provjera vlastitih frekvencija od dinamičkog opterećenja</u>

Prema normi HRN EN 1990:2011/NA:2011 određuju se minimalne vrijednosti vlastitih frekvencija od dinamičkog opterećenja koraka korisnika prostora, kao i najveći progib ploče neovisno o rasponu.

Dinamičko opterećenje	Granične vrijednosti za karakteristične kombinacije djelovanja	
	vlastita frekvencija veća od	progib w_{tot} manji od
Koraci	3 Hz	28 mm
Ples ili tjelovježba	5 Hz	10 mm

Modalnom analizom građevine u nastavku se ispisuju vlastite frekvencije

N	f	ω	ω²	T
	[Hz]	[1/s]	[1/s²]	[s]
1	6,65	41,77	1745	0,15
2	8,16	51,27	2628,8	0,12
3	12,08	75,92	5764,4	0,08
4	13,43	84,36	7116,4	0,07
5	18,89	118,67	14084	0,05
6	26,2	164,6	27094	0,04
7	27,58	173,26	30018	0,04
8	28,94	181,83	33063	0,03
9	35,35	222,12	49339	0,03
10	42,96	269,9	72848	0,02
11	54,83	344,52	118693	0,02
12	57,85	363,49	132127	0,02
13	60,77	381,82	145784	0,02
14	82,17	516,3	266563	0,01
15	83,61	525,31	275952	0,01
16	88,02	553,02	305836	0,01
17	103,49	650,25	422830	0,01
18	111,41	699,97	489960	0,01
19	116,12	729,6	532321	0,01
20	131,8	828,07	685704	0,01
21	178,7	1122,8	1E+06	0,01
22	257,86	1620,1	3E+06	0
23	360,4	2264,4	5E+06	0
24	436,62	2743,3	8E+06	0

Prema ovome, građevina ispunjava kriterije vlastitih frekvencija.

2.4.4 PROVJERA NOSIVOSTI TLA ISPOD TEMELJNE TRAKE POZICIJE: T001

Dimenzije temelja:

širina temelja:	a = 100 cm
jedinična dužina temelja:	b = 100 cm
visina temelja:	h = 50 cm
zaštitni sloj betona:	c_{nom} = 4 cm
promjer šipke:	ϕ_s = 14 mm
statička visina presjeka poprečne armature:	$d_x = h - c_{nom} - \varphi_s / 2$ = 45,3 cm
statička visina presjeka uzdužne armature:	$d_y = d_x - \phi_s$ = 43,9 cm
srednja statička visina presjeka:	$d_m = (d_x + d_y) / 2$ = 44,6 cm

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Beton C25/30: f_{ck} = 25 N/mm²

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

f_{cd} = 1,67 kN/cm²

Proračunska čvrstoća čelika

Čelik B500B: f_{yk} = 500 N/mm²

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

f_{yd} = 43,48 kN/cm²

Analiza opterećenja

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA TEMELJA

$G_{sw,d} = \gamma_G \cdot G_k$

$G_{sw,d} = 1,35 \cdot [(1,00\ m \cdot 1,00\ m \cdot 0,50\ m) \cdot 25\ kN/m^3]$

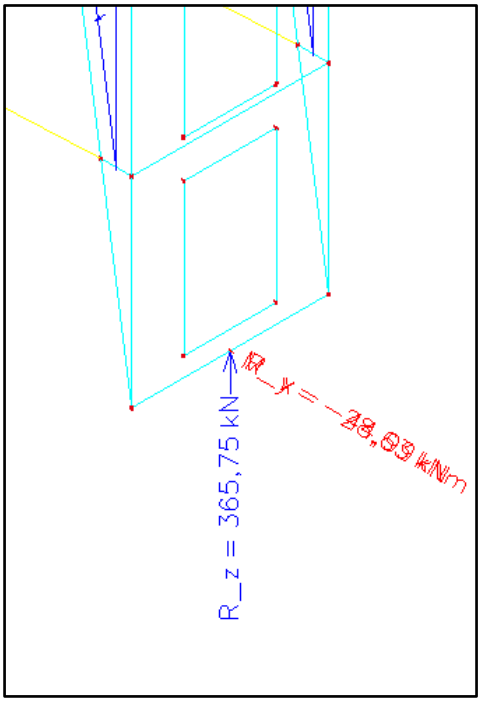
$G_{sw,d}$ = 16,88 kN/m'

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

DODATNO PRORAČUNSKO OPTEREĆENJE

Ispis rezultanti reakcija konstrukcije stubište na temeljnu ploču za mjerodavnu kombinaciju opterećenja

Case	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
GSN_Set-B_4/1	-44,99	365,35	-28,6
GSN_Seis_X/2	-14,67	219,37	-8,98
GSN_Seis_Y/3	-25,12	229,95	-15,39
GSN_Seis_X/4	-25,22	214,42	-15,39
GSN_Set-B_7/5	-44,05	365,75	-28,21
GSN_Seis_Y/6	-18,26	217,66	-11,37
GSN_Set-B_6/7	-44,97	365,36	-28,63
GSN_Seis_X/8	-14,74	219,35	-8,89



Proračunska vertikalna komponenta reakcije konstrukcije na temelj:

R_d = *365,75 kN / 2,60 m = 365,75 kN/m'* *- prosječna vrijednost djelovanja na potezu od 1m'.*

Proračunska vrijednost ukupne vertikalne sile na temelj:

V_d = $G_{sw,d} + R_d$

V_d = 16,88 kN/m + 365,75 kN/m = 382,63 kN/m

Proračunska horizontalne komponente reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$H_{d,x}$ = *16,94 kN / 2,60 m = 16,94 kN/m'*

Proračunske komponente momenata savijanja reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$M_{d,x}$ = *10,85 kN / 2,60 m = 10,85 kN/m'*

Određivanje ekscentriciteta djelovanja na temelju:

$e_x / a + e_y / b < 1 / 6$ - za osnovna opterećenja

$(e_x / a)^2 + (e_y / b)^2 < 1 / 9$ - za seizmička opterećenja

$e_{x,dod}$ = *0,30 m*

$e_x = M_{d,x} / V_d + e_{x,dod}$

e_x = *0,03 m + 0,30 m = 0,33 m*

e_x / a = *0,03 / 1,00 m = 0,33*

$e_x \leq a / 6$

0,03 m < 1,00 m / 6 = 0,17 m

$e_{y,dod}$ = *0,00 m*

$e_y = M_{d,y} / V_d + e_{y,dod}$

e_y = *0,00 m + 0,00 = 0,00 m*

e_y / b = *0,00 / 1,00 m = 0,00*

$e_y \leq b / 6$

0,00 m < 1,00 m / 6 = 0,17 m

0,33 + 0,00 = 0,33 > 1 / 6 = 0,17 - Rezultanta opterećenja je izvan jezgre presjeka.

$u_x = a / 2 - e_x$

u_x = *0,50 m - 0,03 m = 0,47 m*

$u_y = b / 2 - e_y$

u_y = *0,50 m - 0,00 m = 0,50 m*

Određivanje naprezanja ispod temelja

Površina temeljne stope: $A_{temelja} = a \cdot b$ = *1,00 m²*

Moment otpora temeljne stope W_x: $W_x = a \cdot b^2 / 6$ = *0,17 m³*

Moment otpora temeljne stope W_y: $W_y = b \cdot a^2 / 6$ = *0,17 m³*

Proračunska širina temelja:

$a' = a \cdot (1 - 2 \cdot e_x / a)$

a' = *0,34 m*

$b' = b \cdot (1 - 2 \cdot e_y / b)$

b' = *1,00 m*

Proračunska površina temelja:

$A'_{temelja}$ = $a' \cdot b'$ = *0,34 m · 1,00 m = 0,34 m²*

(umanjenje za 66 % od ukupne površine od 1,00 m².)

Naprezanja ispod temelja:

<u>*Naprezanje na kraju temelja ako je djelovanje izvan jezgre presjeka u dva smjera:*</u>

$\sigma_{max,1} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_x \cdot a)$

$\sigma_{max,1}$ = *540,84 kN/m²*

$\sigma_{max,2} = 2 \cdot V_d / (3 \cdot u_y \cdot b)$

$\sigma_{max,2}$ = *510,17 kN/m²*

Kako proračunsko opterećenje djeluje izvan jezgre presjeka, proračunsko naprezanje iznosi:

q_{Ed} = ***540,84 kN/m²***

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Određivnje proračunske otpornost tla za drenirano stanje prema HRN EN 1997-1:2012

Nosivost temeljnog tla procijenjuje se na 550 kN/m2. Podatak se procijenjuje na osnovu obilaska terena i podataka dostupnih u dokumentaciji geotehničkih istraživanja provedenih na okolnim lokacijama.
Prilikom izvođenja radova potrebno je utvrditi ako pretpostavljeni podaci odgovaraju stanju na terenu. Ukoliko se ukažu značajna odstupanja, proračun temelja je potrebno ponoviti. Procjena i ispitivanje nosivosti temeljnog tla odgovornost je nadzornog inženjera i izvođača.

Provjera otpornosti:

$q_{Ed} / q_{Rd} \leq 1,0$

540,84 kPa / 550,00 kPa ≤ 1,0

0,98 < 1,0 - Zadovoljena provjera

Orjentacijske vrijednosti prosječnih računskih kontaktnih naprezanja:

Grupa	Vrsta	Naprezanje (kPa)	Napomena
Stijene	eruptivne i gnajs, dobre	10 000	Ispod razine trošenja stijene
	tvrdi vapenenac i pješčanik	4 000	
	šist i škriljevac	3 000	
	tvrdi šejl, prahovac	2 000	
	meki šejl i prahovac	600	
	tvrda kreda i mekani vapenenac	600	
Tlo	zbijeni šljunak	600	širina temelja ne manja od 1 m, voda na većoj dubini
	rahli šljunak	200	
	zbijeni pijesak	300	
	rahli pijesak	100	
	krute gline	150 - 300	Tla podložna konsolidaciji
	čvrste gline	75 - 150	
	meke gline i prahovi	< 75	

DIMENZIONIRANJE TEMELJNE TRAKE

Proračunski moment savijanja u temelju:

$M_{Sd,y} = 1 / 48 \cdot (5 \cdot \sigma_1 + \sigma_2) \cdot b^3$

$M_{Sd,y} = 66,97$ kNm/m'

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 6697$ kNcm / (100 cm · (43,90 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu = 0,021 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu = 0,021$ $\xi = 0,044$ $\zeta = 0,985$

Potrebna armatura:

$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd})$

$A_{s1} = 6697$ kNcm / (0,985 · 43,90 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} = 3,56$ cm²

Minimalna armatura:

$A_{s,min,1} = 0,0015 \cdot b \cdot d_y$

$A_{s,min,1} = 6,59$ cm²

$A_{s,min,2} = (0,022 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,2} = 0,32$ cm²

$A_{s,min,3} = (0,60 \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,3} = 5,27$ cm²

Maksimalna armatura:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 175,60$ cm²

Odabrana uzdužna armatura:

6φ12	**$A_{s1,y} = 6,78$ cm²**

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake):

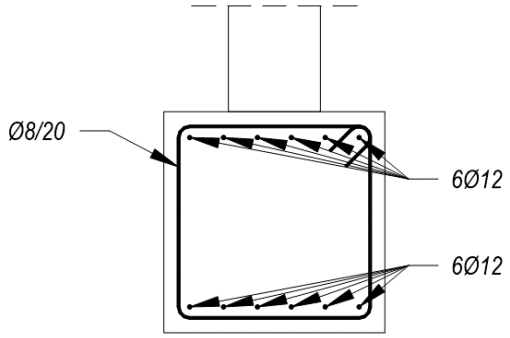
$A_{s1,y}$ = min 20% · $A_{s1,x}$

$A_{s1,y}$ = 0,20 · 6,78 cm² = 1,36 cm²

Rekapitulacija armature temelja:

Odabrana uzdužna armatura temelja samca je 6ϕ12 sa sponama ϕ8/20 cm.

SKICA ARMIRANJA TEMELJNE TRAKE



Ovom provjerom definira se temelj na odabranoj poziciji. Za ostale pozicije smije se predvidjeti manji temelj zbog manjih vrijednosti reakcija.

2.5 EX.INTERNA- ZGRADA 33

2.5.1 ANALIZA OPTEREĆENJA

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA

Vlastito opterećenje konstruktivnih elemenata se automatski izračunava u programskom paketu SCIA Engineer, stoga se u nastavku za ulazni podatak o stalnom opterećenju u programu unosi samo dodatno stalno opterećenje.
*Oznaka opterećenja od vlastite težine je **SW**.*

STALNO OPTEREĆENJE - DODATNO STALNO OPTEREĆENJE STAMBENOG OBJEKTA

Dodatno stalno opterećenje međukatnih konstrukcija - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Epoxy pod, 5 mm - 7,50 kg/m²	0,08 kN/m²
2	Cementni estrih, 60 mm - 120,00 kg/m²	1,20 kN/m²
3	EPS, 40 mm - 1,20 kg/m²	0,01 kN/m²
4	gipskartonski spušteni strop, 12,5 mm - 8,80 kg/m²	0,09 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m$^{2:}$	ΣG_k =	1,37 kN/m² ~ 1,40 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje međukatnih konstrukcija iznad aule - projekcija /m²

Broj	Opis	Opterećenje
1	Epoxy pod, 2 mm - 3,00 kg/m²	0,03 kN/m²
2	Tlačna ploča, 50 mm - 100,00 kg/m²	1,00 kN/m²
3	Čelični lim, 3 mm - 23,60 kg/m²	0,24 kN/m²
4	Gumeni, elastični sloj, 100/10 mm - 0,00 kg/m²	0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m$^{2:}$	ΣG_k =	1,27 kN/m² ~ 1,30 kN/m²

Dodatno stalno opterećenje krovišta - projekcija /m²

Opterećenje od slojeva poda

Broj	Opis	Opterećenje
1	Crijep - 40,00 kg/m²	0,40 kN/m²
2	Krovna letva, 30/50 mm - 1,90 kg/m²	0,02 kN/m²
3	Kontraletva, 30/50 mm - 0,80 kg/m²	0,01 kN/m²
4	Paropropusna - vodonepropusna folija - 0,00 kg/m²	0,00 kN/m²
5	Toplinska izolacija - MW, 160 mm - 4,80 kg/m²	0,05 kN/m²

6	Parna brana - 0,00 kg/m²		0,00 kN/m²
Ukupno stalno opterećenje - projekcija /m²:		ΣG_k =	0,48 kN/m² ~ 0,50 kN/m²

UPORABNO OPTEREĆENJE

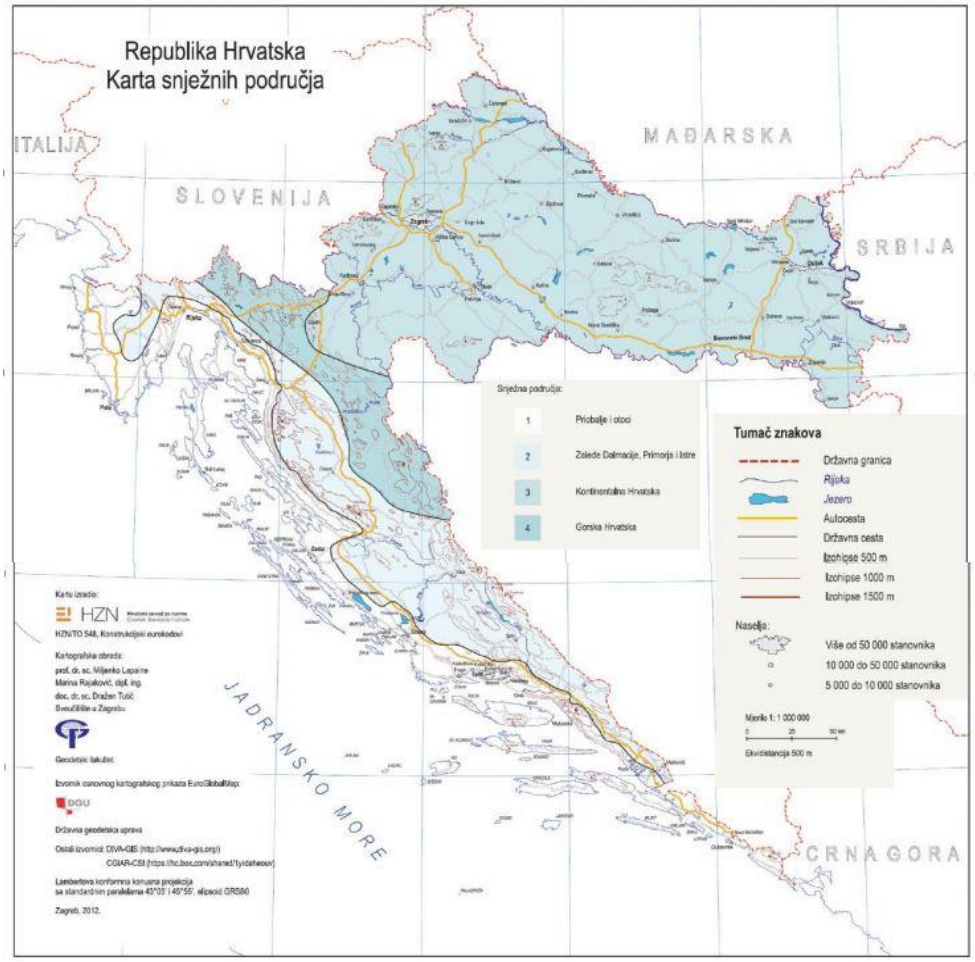
Uporabno opterećenje uredskih prostora, radnih prostora i hodnika - projekcija /m2 tlocrtne površine

Prema HRN EN 1991-2:2012 i HRN EN 1991-2:2012/NA 2012; prema točki 5.3.2.1 definira se veličina opterećenja za pješačke mostove s redovitim prometom u veličini od 3,00 kN/m2.

q_k = 3,00 kN/m2

Promjenjivo djelovanje snijega - projekcija /m² tlocrtne površine - (SL)

Opterećenje snijegom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-3: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.



Karta snježnih područja

Tablica karakterističnih vrijednosti opterećenja snijega

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

Prema izvornoj karti snježnih područja, lokacija predmetne građevine spada u gorsku Hrvatsku na nadmorskoj visini do 100 m (30,00 m). Za istu visinu se iz priložene tablice očitava karakteristično opterećenje snijega koje iznosi:

$$s_k = 0{,}50 \text{ kN/m}^2$$

Koeficijenti oblika krova očitani su iz nacionalnog dodatka (HRN EN 1991-1-3:2012/A1:2016, tablica 5.2 – Koeficijenti oblika opterećenja snijegom)

Kut nagiba krova α	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0{,}8 \cdot (60° - \alpha) / 30°$	0
$\mu_2(\alpha)$	$0{,}8 + 0{,}8\ \alpha / 30$	1,6	-

Koeficijent oblika krova μ za projektirani nagib krovišta od 1° iznosi:

$$\mu_1(1°) = 0{,}80$$

Konačno, opterećenje snijegom za danu lokaciju iznosi:

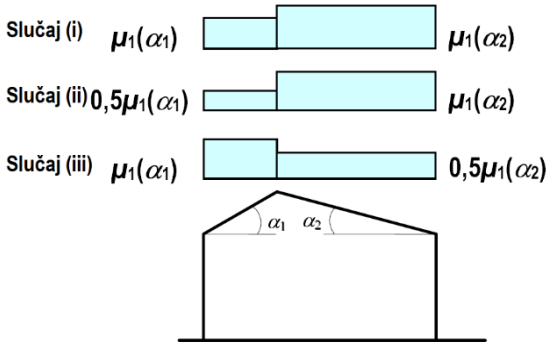
$s = s_k \cdot \mu \cdot C_t \cdot C_e = 0{,}50 \text{ kN/m}^2 \cdot 0{,}80 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 0{,}40 \text{ kN/m}^2$

gdje su:

C_t - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

C_e - toplinski koeficijent zbog zagrijavanja zgrade - (= 1,00)

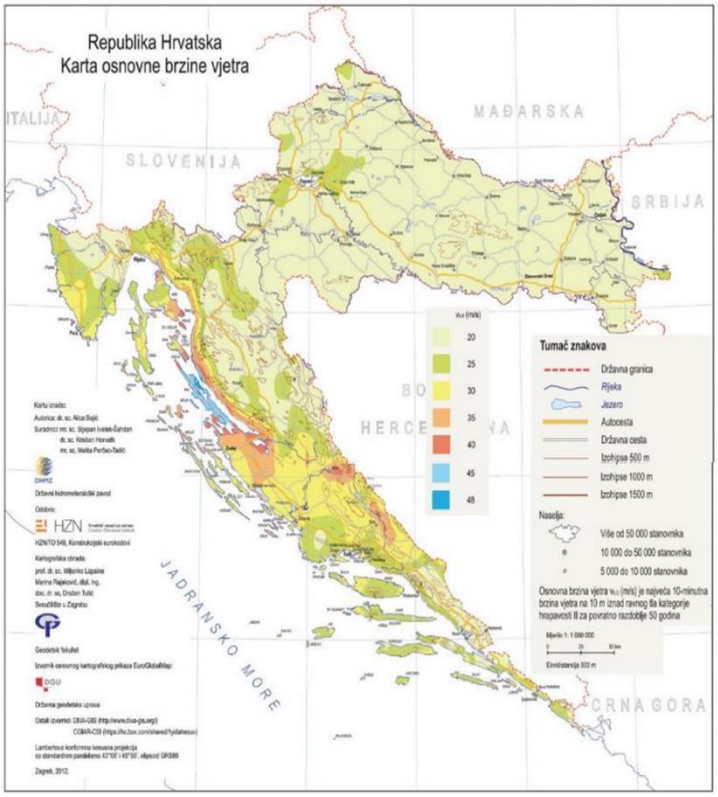
Raspored opterećenja snijegom koeficijentima oblika



Napomena: Zbog simetrije krova primjenjuje se samo simetrična raspodijela opterećenja

Promjenjivo djelovanje vjetra - projekcija /m² okomito na krovnu površinu

Opterećenje vjetrom predmetne zgrade je određeno prema Nacionalnom dodatku Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanje vjetra –Nacionalni dodatak oznaka norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.



Karta osnovne brzine vjetra

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Rijeka, rujan 2022.

građevina: REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA: ex.Interna i aneks ex.Neurologija

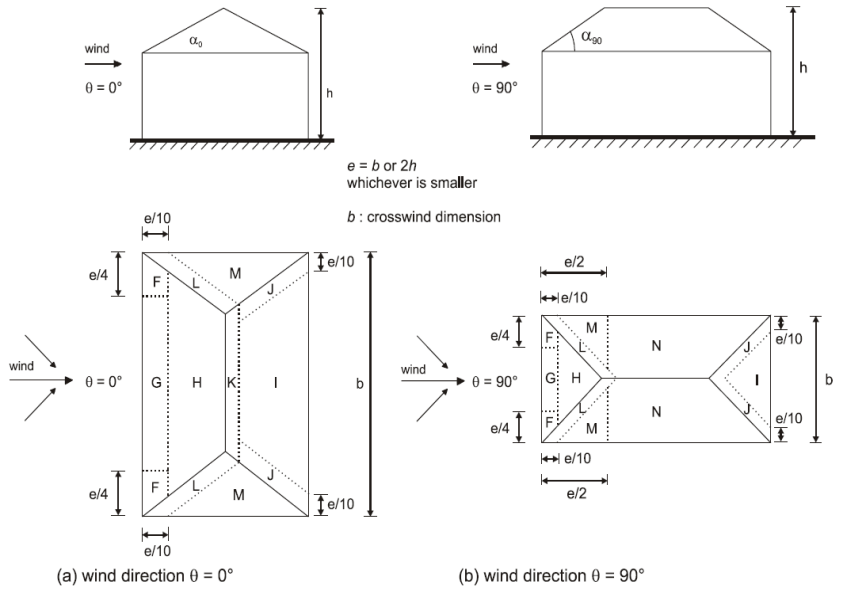
broj projekta 02/28GP-2022-V

Lokacija građevine:		**PULA**
Kategorija terena:		**3**
Referentna visina:	**z =**	**18,60 m**
Temeljna osnovna brzina vjetra:	$v_{b,0}$ =	25 m/s
Faktor smjera:	c_{dir} =	1,00
Faktor godišnjeg doba:	c_{season} =	1,00
Faktor orografije:	$c_{o(z)}$ =	1,00
Osnovna brzina vjetra:	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$ =	25,00 m/s
Visina kategorije terena II prema tablici 4.1:	$z_{0,II}$ =	0,05 m
Najmanja visina prema tablici 4.1:	z_{min} =	5,00 m
Duljina hrapavosti prema tablici 4.1:	z_0 =	0,30 m
Faktor terena:	$k_r = 0,19 \cdot \ln(z_0 / z_{0,II})^{0,07}$ =	0,22
Faktor hrapavosti:	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0)$ =	0,89
Srednja brzina vjetra:	$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$ =	22,22 m/s
Faktor turbulencije:	k_I =	1,00
Standardna devijacija:	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I$ =	5,38
Jakost turbulencije:	$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z)$ =	0,24
Gustoća zraka:	ρ =	1,25 kg/m³
Osnovni pritisak brzine vjetra:	$q_b = \rho \cdot v_b^2 / 2$ =	0,39 kN/m²
Vršni pritisak brzine vjetra:	**$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \rho \cdot v_m^2(z) / 2$ =**	**0,83 kN/m²**
Faktor izloženosti:	**$c_e(z) = q_p(z) / q_b$ =**	**2,13**

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

Djelovanje vjetra na kose krovne površine

Djelovanje vjetra na krovnu plohu se dijeli na krovna područja prema normi za djelovanja vjetra HRN EN 1991-1-4:2012 za dvostrešna krovišta u poglavlju 7.2.5. prema slici 7.8 u nastavku.



Geometrija vjetrovnih zona na krovnoj površini za smjerove vjetra θ = 0° i 90°

Referentna visina za pritiske vjetrova:	$h = z_e =$	18,60 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 0°	$b_0 =$	90,97 m
Dimenzija okomita na vjetar smjera θ = 90°	$b_{90} =$	13,76 m

Za vjetar θ = 0°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{90,97 m; 37,20 m} =	37,20 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	9,30 m
Dimenzija e/10:	e /10 =	3,72 m

Za vjetar θ = 90°

Dimenzija e:	e = min{b; 2h} = min{13,76 m; 37,20 m} =	13,76 m
Dimenzija e/4:	e / 2 =	6,88 m
Dimenzija e/4:	e / 4 =	3,44 m
Dimenzija e/10:	e / 10 =	1,38 m

Vanjski i unutrašnji pritisci vjetra

Nagib krovnih ploha:	α =	21˚
Referentna visina za vanjski pritisak vjetra:	$z_e =$	0,00 m
Referentna visina za unutrašnji pritisak vjetra:	$z_e =$	0,00 m
Vršni pritisak brzine vjetra:	$q_p(z_e) =$	0,83 kN/m²

Faktor negativnog unutrašnjeg pritiska vjetra: c_{pi}^{-} = -0,30

Faktor pozitivnog unutrašnjeg pritiska vjetra: c_{pi}^{+} = 0,20

Vanjski pritiska vjetra na krov - poprečni smjer vjetra (θ = 0° i 90°)

U nastavku se promatra izdvojeni dio tablice 7.4a(N) iz norme HRN EN 1991-1-4:2012 za dvostrešne krovove - poprečni smjer vjetra (θ = 0°) i za referentne površine veće od 10 m2

Izdvojene vrijednosti za provođenje interpolacije

α	F	G	H	I	J
15°	-0,90	-0,80	-0,30	-0,40	-1,00
	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00
30°	-0,50	-0,50	-0,20	-0,40	-0,50
	0,70	0,70	0,40	0,00	0,00

Vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska vjetra za kut nagiba α = 21°

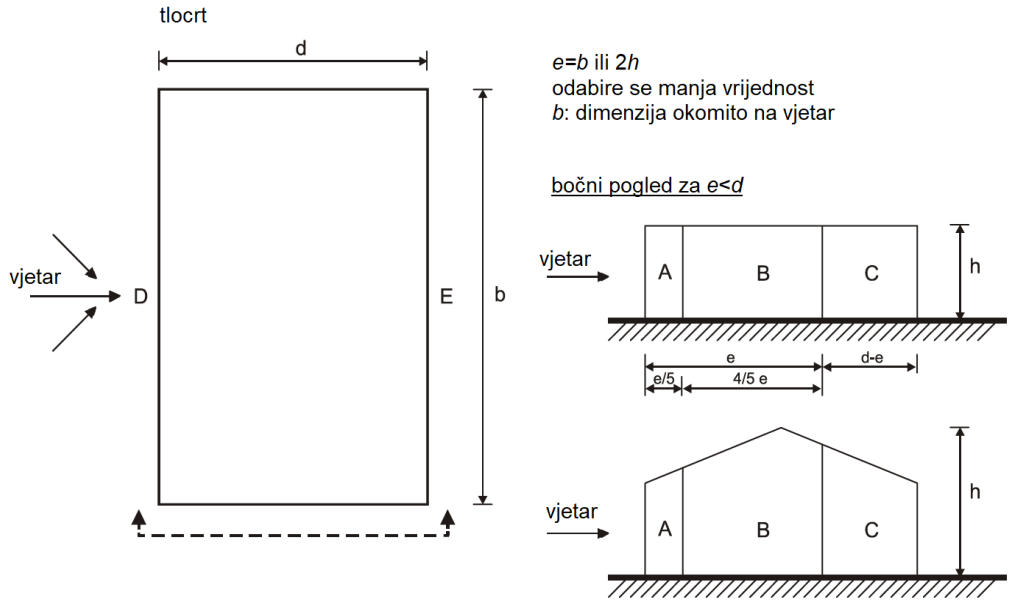
α	F	G	H	I	J
21°	-0,74	-0,68	-0,26	-0,40	-0,80
	0,40	0,40	0,28	0,00	0,00

Određivanje rezultantnog pritiska vjetra na krov - poprečni smjer vjetra (θ = 0°)

	F	G	H	I	J
w_e [kN/m^2]	-0,62	-0,57	-0,22	-0,33	-0,67
	0,33	0,33	0,23	0,00	0,00
w_i(-) [kN/m^2]	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25
w_i(+) [kN/m^2]	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
w_e - w_i(-) [kN/m^2]	-0,37	-0,32	0,03	-0,08	-0,42
	0,58	0,58	0,48	0,25	0,25
w_e - w_i(+) [kN/m^2]	-0,78	-0,73	-0,38	-0,50	-0,83
	0,17	0,17	0,07	-0,17	-0,17

Djelovanje vjetra na vertikalne plohe

Koeficijenti vanjskog tlaka $c_{pe,10}$ za definirana područja su određeni na slici u nastavku.



Djelovanje vjetra na vertikalne površine

Koeficijenti vanjskog pritiska tlaka vjetra za vertikalne zidove su dobivene na temelju preporučenih vrijednosti iz norme HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 linearnom interpolacijom.

h = 18,6 m

d_0 = 13,76 m

d_{90} = 90,97 m

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 0°: **h/d_0 = 1,35**

Odnos h/d za djelovanje vjetra θ = 90°: **h/d_{90} = 0,20**

HRN EN 1991-1-4 / tablica 7.1

PODRUČJE	A	B	C	D	E
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
5	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	+0,8	-0,5
≤ 0,25	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Za djelovanje vjetra smjera θ = 0°

Interpolacija: h/d = 1,35	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,68
w_e [kN/m^2]	-1,00	-0,67	-0,42	0,67	-0,57

Za djelovanje vjetra smjera θ = 90°

Interpolacija: h/d = 0,20	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,54
w_e [kN/m^2]	-1,00	-0,67	-0,42	0,67	-0,45

POTRESNO DJELOVANJE

POTRESNO DJELOVANJE ZA SMJER X I Y

Objekt se proračunava na djelovanje potresa u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1-:2011/NA: 2011/A1:2021
Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će sudjelovati u konstrukciji. Njihovi prikazi i kombinacije se prikazaju u nastavku proračuna.
Predmetni objekt se proračunava na horizontalno potresno djelovanje koje se definira dvama okomitim smjerovima djelovanja Sx i Sy koje djeluju neovisno istim spektrom odziva.
Vrijednosti za ove proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u vidu faktora važnosti γI.
Predmetna građevina ima vrijednost faktora važnosti 1,2

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_I
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0,8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1,0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih za rušenje	1,2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1,4

Elastični spektar odziva

EC8 propisuje dva elastična spektra odziva:
Tip 1 karakterizira veći intenzitet za za duže periode i predlaže se za područje visoke seizmičnosti (Ms>5,5).
Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za dulje periode (Ms<5,5).

Predmetna građevina pripada spektru tipa 2

Tip tla

EC8 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D i E.

Za predmetni objekt je odabran tip tla A

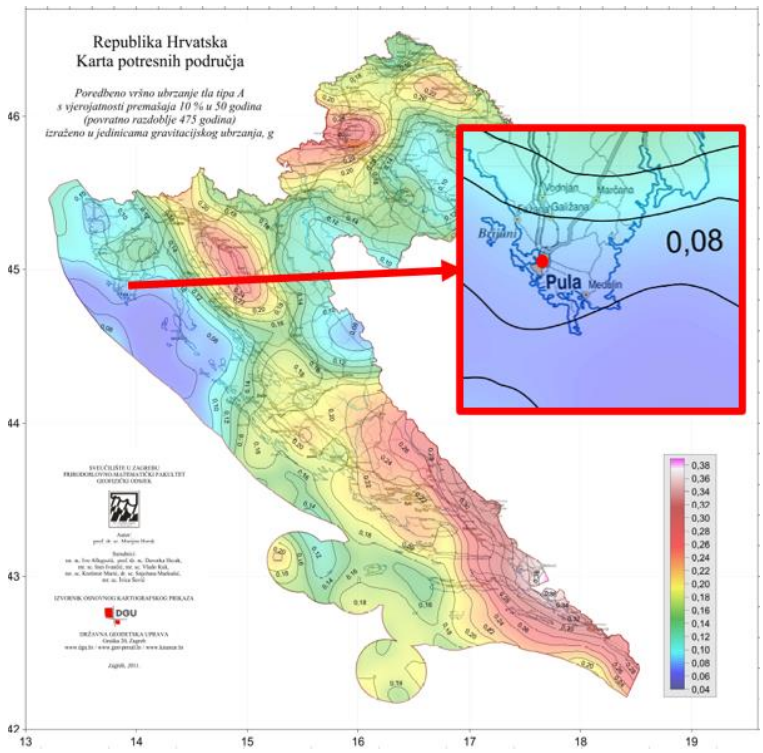
Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	A
Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine namjanje nekoliko desetak metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	B
Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetak metara do više stotina metara	C
Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	D
Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijalnog sloja s vrijednostima vs za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s vs > 800 m/s	E

Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti DCM.

Računsko ubrzanje tla

Za predmetnu lokaciju vršno ubrzanje tla za povratno razdoblje od 475 g iznosi agR = 0,079 g, odnosno 0,775 m/s2.
Računsko ubrzanje tla se množi s ranije definiranim faktorom važnosti građevine.
Prikaz računskih ubrzanja tla prema potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak:



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja nosivosti iznosi:

ag = 0,079 x 1,2 = 0,095 g = 0,930 ms/2

Faktor ponašanja

Faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnos da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u duktilnom području deformiranja. Sadrži podatak o vrsti elemenata, konstrukcije, vrsti gradiva i duktilnosti.

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011

Za zidane građevine određuje se faktor ponašanja prema poglavlju 9.3 navedene norme, te se razlikuje ovisno o tipu gradnje.

Prema tablici 9.1, odnosno prema točki 2.48 nacionalnog dodatka definiraju se vrijednosti faktora ponašanja q, ovisno o tipu gradnje

Tip gradnje	Faktor ponašanja q
Nearmirano zide u skladu s normom EN 1996 (preporučeno samo za područje male seizmičnosti)	1,5
Nearmirano zide u skladu s normom EN 1998-1	2,0
Omeđeno zide	2,5
Armirano zide	2,5

Za zgrade koje su po visini nepravilne faktor ponašanja treba umanjiti za 20% ali ne treba biti manji od 1,5.

$q_{x,y}$ = 1,50 × 0,80 = 1,20 < 1,50 => 1,50

Tako je za navedenu građevinu faktor ponašanja u veličini od 1,50.

Proračunski spektar odgovora

Proračun se provodi preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje i promjenjivo opterećenje. Mase se računaju iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:

$$\sum G_{k,j} + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$$

Koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje:

Ψ_{Ei} = $\varphi \Psi_{2i}$

Ψ_{Ei} = 0,50 x 0,00 = 0,00

Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja se uzima prema formulama:

E_{dx} + 0,30 E_{dy}

0,30 E_{dx} + E_{dy}

2.5.2 DIMENZIONIRANJE NOSIVOG SKLOPA GRAĐEVINE

1. Postavke proračuna za beton

Trajnost i betonska ploča

Δcdur,γ - dodatni sigurnosni element zaštitnog sloja 4.4.1.2(6) [mm]	0,0
Δcdur,st - redukcija minimalnog zašt. sloja kod korištenja nehrđajućeg čelika 4.4.1.2(7) [mm]	0,0
Δcdur,add - redukcija minimalnog zašt. sloja kod korištenja dodatne zaštite 4.4.1.2(8) [mm]	0,0
kXM - vrijednosti za klase habanja XM 1,2,3 4.4.1.2(13)	5,0[mm] / 10,0[mm] / 15,0[mm]
Δcdev - vrijednost devijacije zaštitnog sloja 4.4.1.3(3)	5,0[mm] / 10,0[mm] / 5,0[mm]
kcmin - minimalna vrijednost zaštitnog sloja 4.4.1.3(4)	40,0[mm] / 75,0[mm] / 5,0[mm]
Klauzula 4.4.1.2 (5)	Tablice 4.3N, 4.4N, 4.5N

Beton

γSH-parcijalni faktor sa skupljanje [-]	1,00
γC - parcijalni faktor za proračunske vrijednosti betona	1,50[-] / 1,20[-]
fck,max - maksimalna vrijednost katakteristične čvrstoće valjka 3.1.2(2)P [MPa]	90,00
\f2 alfacc - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka tlačne čvrstoće 3.1.6(1)P [-]	1,00
\f2 alfact - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka vlačne čvrstoće 3.1.6(2)P [-]	1,00
k1,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,44
k2,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4)	Formula
k3,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,54
k4,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4)	Formula
k5,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,70
k6,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(4) [-]	0,80
\f2 alfacc,pl-koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka tlačne čvrstoće za obični ili slabo armirani beton prema 12.3.1(1) [-]	0,80
\f2 alfact,pl-koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka vlačne čvrstoće za obični ili slabo armirani beton prema 12.3.1(1) [-]	0,80
\f2 alfacc - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka tlačne čvrstoće 3.1.6(101)P [-]	0,85
\f2 alfact - koef. za uračunavanje dugotrajnih učinaka vlačne čvrstoće 3.1.6(102)P [-]	1,00
fck,min - minimalna vrijednost katakteristične čvrstoće valjka 3.1.2(102)P [MPa]	30,00
fck,max - maksimalna vrijednost katakteristične čvrstoće valjka 3.1.2(102)P [MPa]	70,00
k1,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104) [-]	0,40
k2,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104)	Formula
k3,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104) [-]	0,54
k4,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104)	Formula
k5,red - koef. za proračun omjera raspoređenog momenta 5.5(104) [-]	0,85
γc,φ - parcijalni faktor za beton, KGS, vatrootpornost 2.3.(2)P [-]	1,00

General-MS = Mezn stav nosnosti - Općenito

θ0=1/x - osnovna vrijednost nagiba 5.2(105) [-]	200,00
λlim 5.8.3.1(1)	Formula
Vrsta pojednostavljene metode za proračun učinaka drugog reda	Metoda se temelji na nominalnu zakrivljenost (5.8.8)
CRd,c [-]	0,18
k1,posmik - koef. za proračun Vrd,c 6.2.2(1) [-]	0,15
vmin - koef. za proračun Vrd,c za posmik 6.2.2(1)	Formula
v - faktor redukcije čvrstoće za posmično raspucali beton 6.2.2(6)	Formula
θmin - min. kut između betonske tlačne dijagonale i osi nosača 6.2.3(2) [deg]	21,80
θmax - max. angle between the concrete compression strut and the axis beam 6.2.3(2) [deg]	45,00
v1a - faktor redukcije čvrstoće za posmično raspucali beton (fck<60MPa,fywd<0,8fywk) 6.2.3(3) [-]	0,60
v1b - faktor redukcije čvrstoće za posmično raspucali beton (fck>60MPa,fywd<0,8fywk) 6.2.3(3)	Formula
\f2 alfacw (konstrukcije bez prednaprezanja) [-]	1,00
\f2 alfacw (prednapregnute konstrukcije)	Formula
θmin,c - Najmanji kut između betonske tlačne dijagonale i osi nosača za tlačnu pojasnicu [deg]	26,50
θmin,t - Najmanji kut između betonskog tlačne dijagonale i osi nosača for vlačne pojasnice [deg]	38,60
θmax,f - Maksimalni kut između tlačne dijagonale i osi pojasnice nosača [deg]	45,00
k - koeficijent za obračun uzdužnog smicanja opiru [-]	0,40
k - proračunski posmični faktor za običan i blago armirani beton 12.6.3 (2) [-]	1,50
k1-koeficijent za proračun σRd,max 6.5.4(4) [-]	1,00
k2-koeficijent za proračun σRd,max 6.5.4(4) [-]	0,85
v1-koeficijent za proračun σRd,max 6.5.2(2)	Formula

Proboj

CRd,c [-]	0,18
k1 - faktor učinaka aksijalne sile na posmičnu otpornost [-]	0,10

Non-prenapregnut pojačanje

γS - parcijalni faktor za konstrukcijske vrijednosti čvrstoće neprednapregnute armature	1,15[-] / 1,00[-]
εud/εuk - omjer dimenzionirane i karakteristične granične čvrstoće 3.2.7(2) [-]	0,90
fyk,up [MPa]	600,00
gamma_s_fi. - parcijalni faktor za ULS, vatra situacija 2.3 (2) P [-]	1,00
Rastezljivost - dozvoljeno klasa pojačanje 3.2.4 (101) P	B+C

Opće

k3,crack - koeficijent za proračun maksimalnog konačnog razmaka pukotina sr,max 7.3.4(3) [-]	3,40
k4,crack - koeficijent za proračun maksimalnog konačnog razmaka pukotina sr,max 7.3.4(3) [-]	0,42
wmax - za klasičnu konstrukciju 7.3.1(5)	0,4[mm] / 0,3[mm] / 0,3[mm]
wmax - za klasičnu konstrukciju 7.3.1(105)	0,3[mm] / 0,3[mm] / 0,3[mm]

Stupovi

Min. Postotak uzdužne armature	Da
Max. Postotak uzdužne armature	Da
Min. bar Promjer uzdužne armature	Da
Max. Bar udaljenost od uzdužne armature	Da
Max. bar udaljenost 9.2.3 (4) [m]	0,35
Min. Broj long.bars u kružnom stupcu	Da
Min. Broj barova u kružnom stupcu 9.5.2 (4) [-]	4,00
Max. uzdužni razmak poprečne armature	Da
Max. poprečni razmak tranverse pojačanja	Ne
Max. poprečni razmak nogu 9.2.2 (8) x * d; x =	0.75
Max. poprečni razmak nogu 9.2.2 (8) [m]	0,600
Min. bar Promjer poprečne armature	Da
Min. bar Promjer poprečne armature	6,0[mm] / 0,25[-]
Min. reinf. Postotak 9.5.2 (2) [%]	0,20[%] / 0,10[-]
Max. reinf. Postotak 9.5.2 (3) [%] [%]	4,00
Min. Promjer bar 9.5.2 (1) [mm]	8,0
Max. Bar udaljenost - 9.5.3 (3)	20,00[-] / 0,40[m]
Minimalni promjer poprečne armature za stupove 9.5.3 (101)	6,0[mm] / 0,25[-]

Grede

Dodatni moment nad ležajem	Ne
Min. Postotak uzdužne armature	Da
Max. Postotak uzdužne armature	Da
Min. Omjer (postotak) posmične armature	Da
Max. Omjer (postotak) posmične armature	Da
Max. uzdužni razmak posmične armature (smicanje)	Da
Max. poprečni razmak posmične armature	Da
β1 [-]	0,15
Min. Postotak uzdužne armature	0,26[-] / 0,13[%]
Max. Postotak uzdužne armature [%]	4,00
Min. Omjer (postotak) posmične armature [-]	0,08
Max. dugo. razmak nogu [-]	0,75
Max. poprečni razmak posmične armature	0,75[-] / 0,60[m]
Max. Razmak šipki	3,00[-] / 0,40[m]
Max. Bar udaljenost od uzdužne armature	Da
Max. bar udaljenost 9.2.3 (4) [m]	0,35
Max. uzdužni razmak posmične armature (torzija)	Da
Razmak Max.long u / x 9.2.3 (3) [-]	8,00

2D konstrukcije i ploče

Minimalna pojačanje tlaka [%]	0,20
Minimalna napetost gornjeg pojačanje	Automatski proračun minimalne vlačne armature
Minimalna napetost niža pojačanje	Automatski proračun minimalne vlačne armature
Maksimalni omjer pojačanja [%]	4,00

Proboj

Uzmite u obzir minimalnu posmičnu armaturu	Da
Faktor minimalnog područja posmične armature [-]	0,08
Minimalna udaljenost prvog opsega veze uz rub oslonca 9.4.3(1) x*d, x = [-]	0,30
Maksimalni razmak veze uzduž opsega 9.4.3(1) x*d, x = [-]	1,50
Maksimalni razmak veze opsega 9.4.3(1) x*d, x = [-]	0,75
Minimalni broj na link nogu perimeters po kontrolom perimetralnu 9.4.3 (1)	2

2. Postavke proračuna za drvo

Nacionalni dodatak

γM – Puno drvo [-]	1,30
γM – Lijepljeno lamelirano drvo [-]	1,25
γM – Izvanredne kombinacije [-]	1,00
Modifikacija faktor k_ cr	Zadani EN metoda

3. Materijali

Naziv	Vrsta	ρ [kg/m³]	Gustoća u svježem stanju [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Boja
C25/30	Beton	2500,00	2600,00	3,1500e+04	0.2	0,01e-003	25,00	

Objašnjenja simbola	
Gustoća u svježem stanju	Vrijednost svojstva gustoće u svježem stanju koristi se samo za spregnute ploeč i računa svoju vlastitu težinu kao opterećenje.

Armatura EC2

Naziv	Vrsta	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	$f_{y.k}$ [MPa]
B 500B	Armaturni čelik	7850,00	2,0000e+05	8,3333e+04	0,01e-003	500,0

Drvo EC5

Naziv	Vrsta drveta	μ	E_{mod} [MPa]	$f_{m.k}$ [MPa]	$f_{t.0.k}$ [MPa]	$f_{t.90.k}$ [MPa]	$f_{c.0.k}$ [MPa]	$f_{c.90.k}$ [MPa]	$f_{v.k}$ [MPa]	Boja
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	G_{mod} [MPa]							

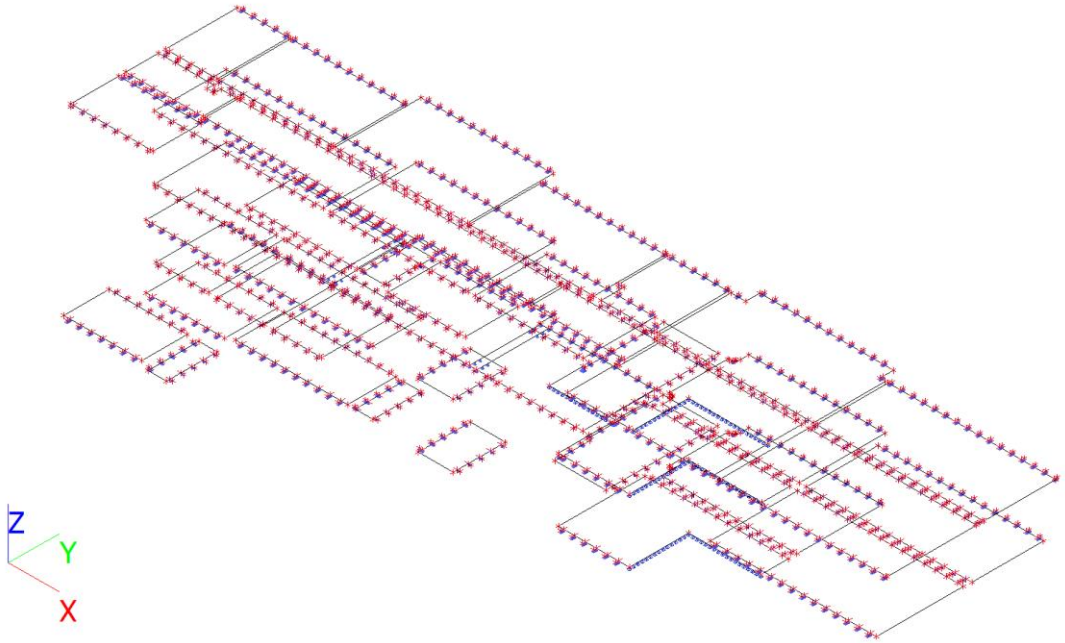
Naziv	Vrsta drveta	μ	E_{mod} [MPa]	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	Boja
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	G_{mod} [MPa]							
C24 (EN 338)	Čvrst	0	1,1000e+04	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	
	420,00	0,01e-003	6,9000e+02							

4. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA

4.1. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC1

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Smjer
LC1	SW	Trajno	LG1	Vlastita težina	-Z

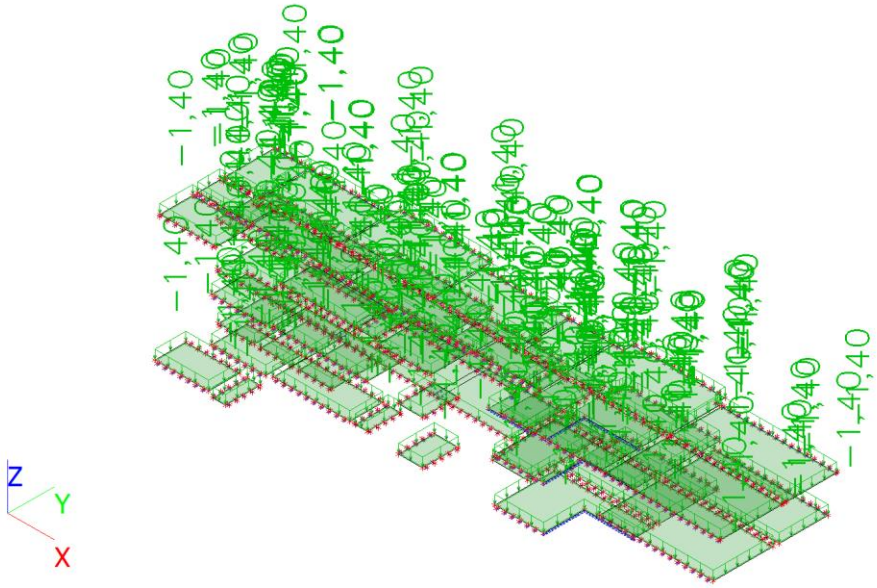
4.1.



4.2. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC2

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja
LC2	DW	Trajno	LG1	Standardno

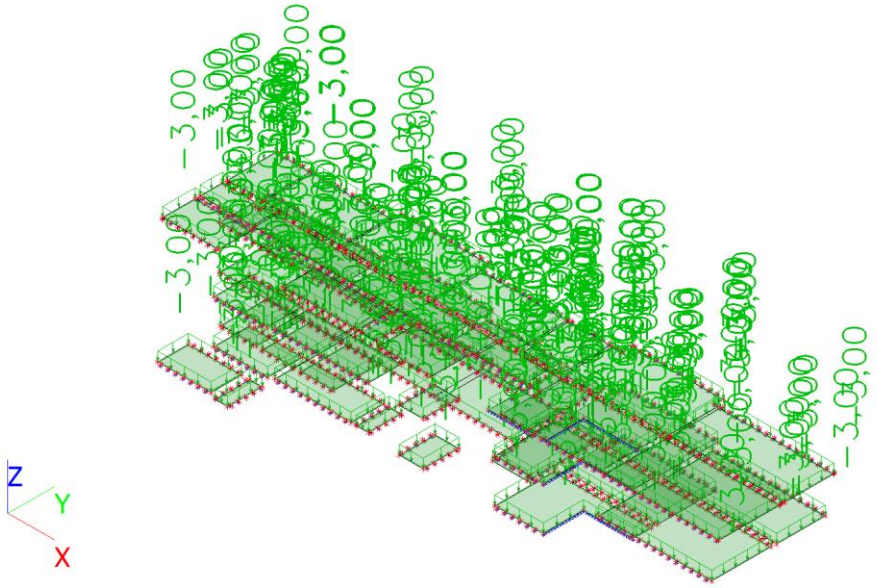
4.2.



4.3. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC3

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec	Trajanje
LC3	LL	Varijabla	LG2	Stat.	Standardno	Kratko

4.3.



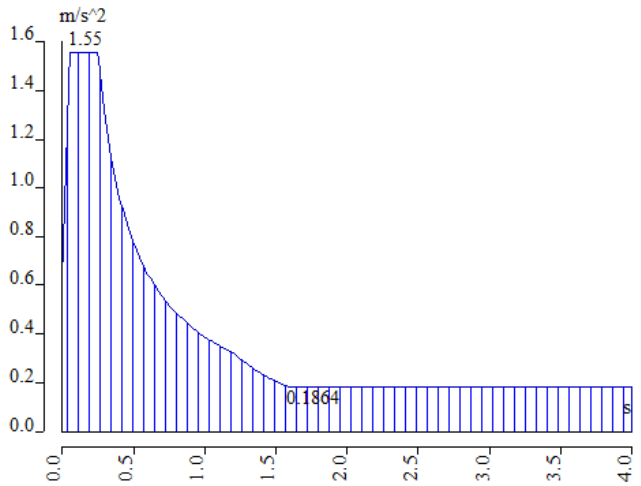
5. Slučajevi opterećenja

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Smjer	Trajanje
	Spec	Vrsta opterećenja			
LC1	SW	Trajno	LG1	-Z	
		Vlastita težina			
LC2	DW	Trajno	LG1		
		Standardno			
LC3	LL	Varijabla	LG2		Kratko
	Standardno	Stat.			
LC4	Seismic_X	Varijabla	LG2		
	Seizmičnost	Dinamičko			
LC5	Seismic_Y	Varijabla	LG2		
	Seizmičnost	Dinamičko			

6. Kombinacije

Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
ULS-Set B (auto)	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
SLS-Char (auto)	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
SLS-Quasi (auto)	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
ULS-Seis (auto)	HR-Seizmička	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
		LC4 - Seismic_X	1,000
		LC5 - Seismic_Y	1,000

7. Seizmički spektri

Naziv	Vrsta crteža	Informacije	Crtež
JedinstvenilD			
FS1	Razdoblje	Vrsta norme - EN 1998-1:2004 – Eurocode Podtlo vrsta - A Smjer - Horizontalno Vrsta spektra - vrsta 2 Koef ubrzanja. ag - 0.095 ag - proračunsko ubrzanje tla - 0.93195 beta - 0.2 q - faktor ponašanja - 1.5	

8. Grupe mase

Naziv	Slučaj opterećenja	Opis
MG1	LC1 - SW	SW
MG2	LC2 - DW	DW
MG3	LC3 - LL	LL

9. Kombinacija grupa masa

Naziv	Grupa mase	Koef. [-]
CM1	MG1 - SW	1,000
	MG2 - DW	1,000
	MG3 - LL	0,240

10. Klasa rezultata

Naziv	Popis
GSN	ULS-Set B (auto) - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	ULS-Seis (auto) - HR-Seizmička
GSU	SLS-Char (auto) - HR-SLS Karakterističan
	SLS-Quasi (auto) - HR-SLS Kvazi-trajna
GSU_Char	SLS-Char (auto) - HR-SLS Karakterističan
GSU_Quasi	SLS-Quasi (auto) - HR-SLS Kvazi-trajna

11. Reakcije

Linearni proračun
Klasa: GSN
Sustav: Globalni
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi

Reakcije čvora

Naziv	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn2/N734	ULS-Set B (auto)/1	**1,10**	**23,15**	**16,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0
Sn2/N734	ULS-Set B (auto)/2	**0,55**	**11,77**	**8,44**	0,00	0,00	**0,00**	0,0	0,0

Linijski intenzitet

Naziv	dx [m]	Slučaj	R_x [kN/m]	R_y [kN/m]	R_z [kN/m]	M_x [kNm/m]	M_y [kNm/m]	M_z [kNm/m]
Slb831/B956	4,400	ULS-Set B (auto)/1	**59,89**	-551,84	1441,40	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb830/B957	4,400	ULS-Set B (auto)/1	**-59,98**	**-552,05**	1442,73	0,00	0,00	0,00
Slb827/B957	0,800	ULS-Set B (auto)/1	-56,00	**617,84**	1845,72	0,00	0,00	0,00
Slb324/B401	0,200	ULS-Set B (auto)/1	0,00	0,00	**-1512,31**	0,00	0,00	0,00
Slb928/B1080	0,000	ULS-Set B (auto)/1	0,00	0,00	**2064,77**	0,00	0,00	0,00

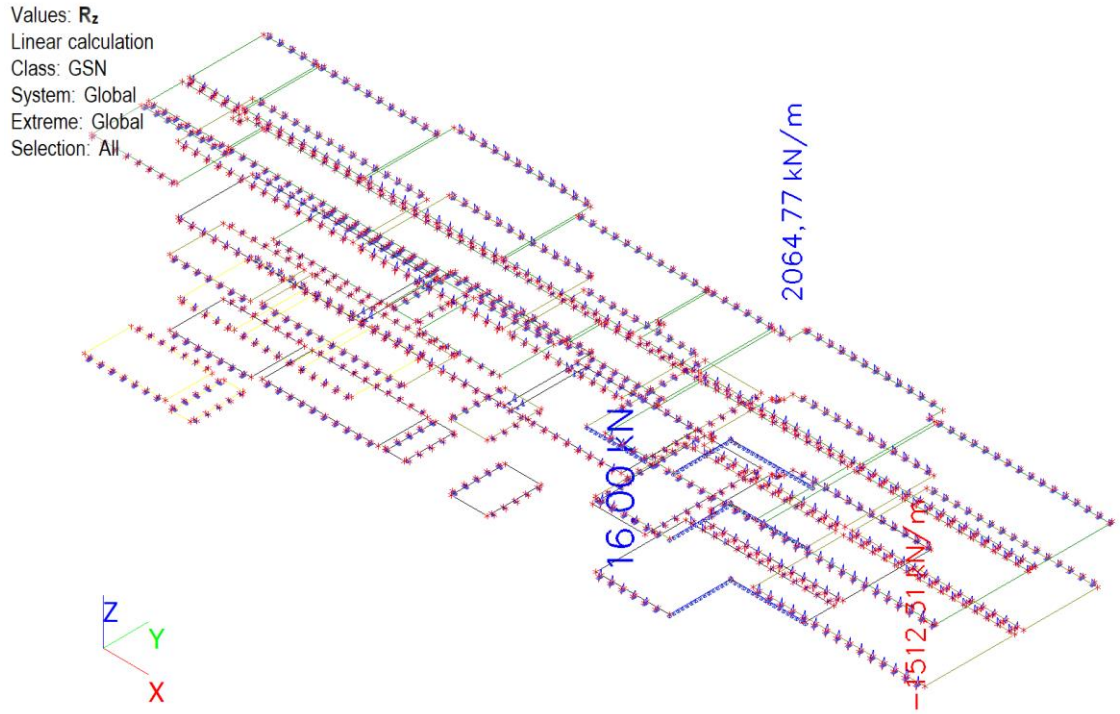
Reakcije na linijskim osloncima

Naziv	dx [m]	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e [mm]
Slb831/B956	4,400	ULS-Set B (auto)/1	**5,99**	-55,18	144,14	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0
Slb830/B957	4,400	ULS-Set B (auto)/1	**-6,00**	**-55,21**	144,27	0,00	0,00	0,00	0,0
Slb827/B957	0,800	ULS-Set B (auto)/1	-5,60	**61,78**	184,57	0,00	0,00	0,00	0,0

Naziv	dx [m]	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e [mm]
Slb324/B401	0,200	ULS-Set B (auto)/1	0,00	0,00	**-151,23**	0,00	0,00	0,00	0,0
Slb928/B1080	0,000	ULS-Set B (auto)/1	0,00	0,00	**206,48**	0,00	0,00	0,00	0,0

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3
ULS-Set B (auto)/2	LC1 + LC2

12. Reactions; R_z



13. Rezultati unutrašnjih sila greda međukatne ploče pozicije G200

13.1. 1D rezne sile

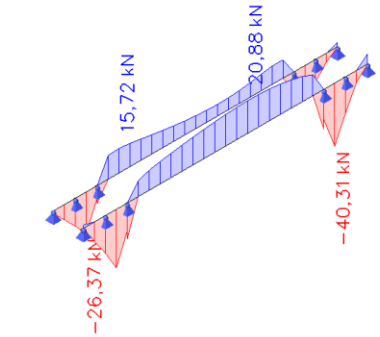
Linearni proračun
Klasa: GSN
Koordinatni sustav: Glavni
Ekstrem 1D: Element
Odabir: Ime je dobio izbor - G200

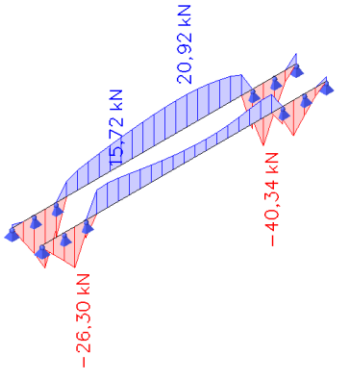
Naziv	dx [m]	Slučaj	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_r [kN/m]
B955	4,600-	ULS-Set B (auto)/1	**-26,37**	6,75	**48,94**	**20,06**	-16,46	9,18	**120,38**
B955	4,000-	ULS-Set B (auto)/1	**15,72**	9,99	-39,93	-7,02	-8,91	-4,13	-98,22
B955	1,000-	ULS-Set B (auto)/1	11,75	**-11,39**	34,21	5,93	-19,00	-1,31	84,13
B955	4,200-	ULS-Set B (auto)/1	15,18	**11,15**	-43,98	-7,30	-18,60	-2,94	-108,18
B955	4,400-	ULS-Set B (auto)/1	-11,38	8,92	-31,00	-2,54	**-26,71**	4,87	-76,24
B955	2,600-	ULS-Set B (auto)/1	8,23	-0,05	1,94	0,47	**24,62**	**-10,70**	4,77
B955	0,600-	ULS-Set B	-22,78	-8,74	**-47,11**	**-19,03**	-15,58	**9,42**	**-115,86**

Naziv	dx [m]	Slučaj	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_r [kN/m]
		(auto)/1							
B956	2,200-	ULS-Set B (auto)/1	**20,88**	6,51	15,86	-5,60	30,20	18,12	38,72
B956	4,200-	ULS-Set B (auto)/1	10,02	**-12,40**	-60,79	10,40	-24,14	1,56	-148,44
B956	4,600-	ULS-Set B (auto)/1	-37,56	-6,58	64,43	**-33,01**	-22,58	-15,92	157,34
B956	0,800+	ULS-Set B (auto)/1	-25,40	11,52	66,51	-16,22	**-39,10**	-12,42	162,41
B956	2,600-	ULS-Set B (auto)/1	20,15	-0,74	-0,71	-2,46	**32,48**	**19,09**	-1,74
B956	0,600-	ULS-Set B (auto)/1	**-40,31**	7,63	**-72,19**	**30,48**	-24,57	**-18,40**	**-176,27**
B956	1,000-	ULS-Set B (auto)/1	13,19	**14,16**	**81,31**	-21,58	-24,27	2,06	**198,55**
B957	2,200-	ULS-Set B (auto)/1	**20,92**	-6,52	15,86	5,60	30,22	-18,14	38,74
B957	1,000-	ULS-Set B (auto)/1	13,18	**-14,17**	**81,38**	21,60	-24,28	-2,05	**198,72**
B957	4,200-	ULS-Set B (auto)/1	10,01	**12,41**	-60,86	-10,42	-24,14	-1,55	-148,61
B957	4,600-	ULS-Set B (auto)/1	-37,59	6,58	64,46	**33,03**	-22,59	15,94	157,41
B957	0,800+	ULS-Set B (auto)/1	-25,43	-11,53	66,58	16,24	**-39,11**	12,44	162,57
B957	2,600-	ULS-Set B (auto)/1	20,19	0,74	-0,71	2,46	**32,49**	**-19,11**	-1,74
B957	0,600-	ULS-Set B (auto)/1	**-40,34**	-7,63	**-72,22**	**-30,49**	-24,58	**18,41**	**-176,34**
B958	4,000-	ULS-Set B (auto)/1	**15,72**	-9,91	-39,83	7,01	-8,89	4,13	-97,96
B958	4,200-	ULS-Set B (auto)/1	15,20	**-11,05**	-43,85	7,29	-18,56	2,95	-107,86
B958	1,000-	ULS-Set B (auto)/1	11,76	**11,31**	34,08	-5,92	-18,96	1,32	83,82
B958	4,600-	ULS-Set B (auto)/1	**-26,30**	-6,71	**48,78**	**-20,02**	-16,41	-9,13	**119,98**
B958	4,400-	ULS-Set B (auto)/1	-11,28	-8,93	-30,93	2,54	**-26,64**	-4,84	-76,07
B958	2,600-	ULS-Set B (auto)/1	8,16	0,06	1,94	-0,47	**24,56**	**10,67**	4,77
B958	0,600-	ULS-Set B (auto)/1	-22,71	8,70	**-46,94**	**18,98**	-15,53	**-9,38**	**-115,46**

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

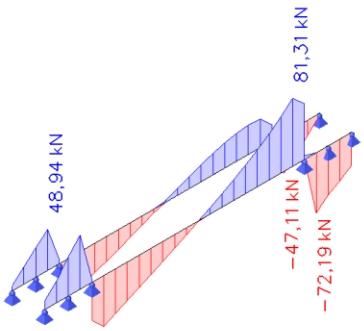
13.2. Unutrašnje sile - N

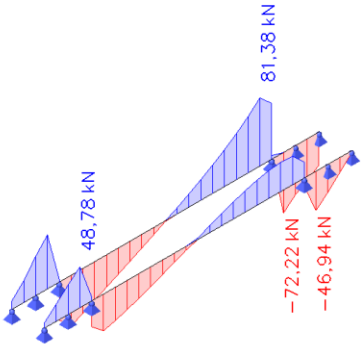






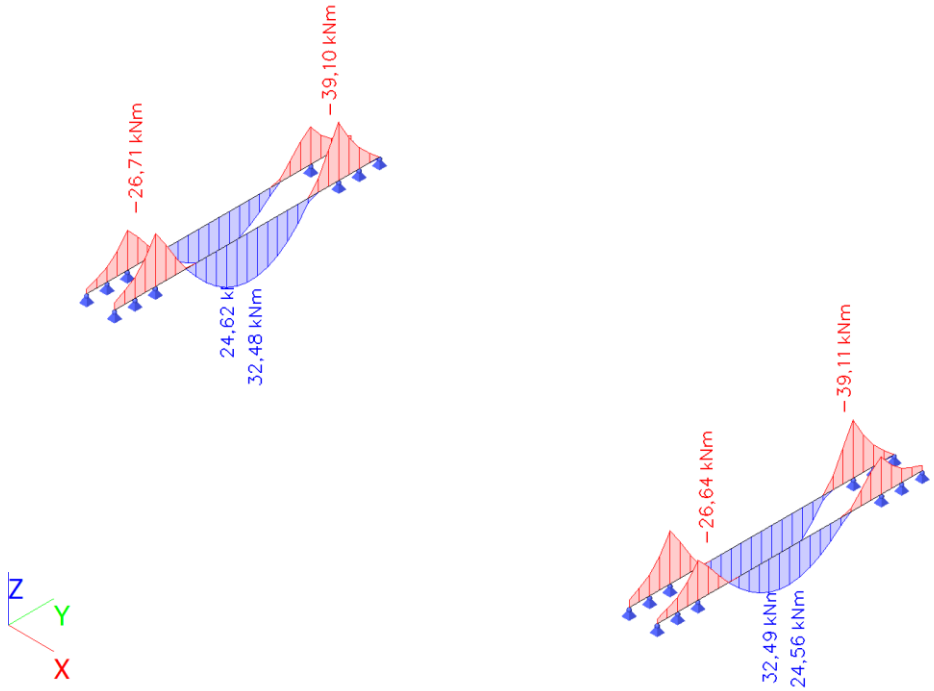
13.3. Unutrašnje sile - V_z







13.4. Unutrašnje sile - M_y



14. Rezultati unutrašnjih sila međukatne ploče pozicije P400

14.1. 2D rezne sile

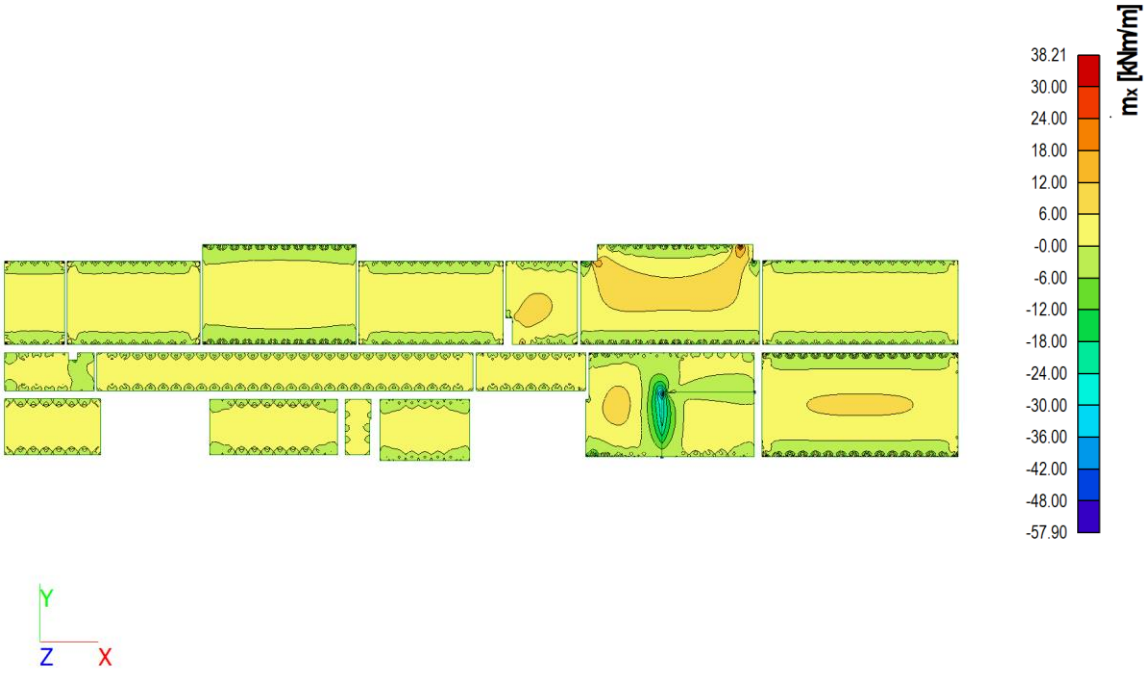
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_4
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
S51	Element: 35007 Čvoru: 856	42,100 4,960 15,890	ULS-Set B (auto)/1	**-57,90** -44,42	-0,80	531,53 -279,14	0,00 0,00	0,00
S48	Element: 29174 Čvoru: 782	46,995 14,180 15,890	ULS-Set B (auto)/1	**38,21** -16,94	18,82	-158,38 -56,04	**0,00** **0,00**	**0,00**
S50	Element: 33312 Čvoru: 35462	48,350 4,076 15,890	ULS-Set B (auto)/1	0,12 **33,23**	0,12	1,19 4,73	0,00 0,00	0,00
S50	Element: 32443 Čvoru: 814	60,580 0,920 15,890	ULS-Set B (auto)/1	-18,32 -83,11	**-49,97**	-180,03 541,93	0,00 0,00	0,00
S50	Element: 32442 Čvoru: 834	60,485 0,920 15,890	ULS-Set B (auto)/1	10,37 -83,11	**49,97**	198,62 541,93	0,00 0,00	0,00
S48	Element: 29152 Čvoru: 783	47,795 13,190 15,890	ULS-Set B (auto)/1	-18,21 -72,01	-16,03	**-816,67** -583,50	0,00 0,00	0,00
S48	Element: 29151 Čvoru: 783	47,795 13,190 15,890	ULS-Set B (auto)/1	-18,21 -72,01	16,03	**816,67** -583,50	0,00 0,00	0,00

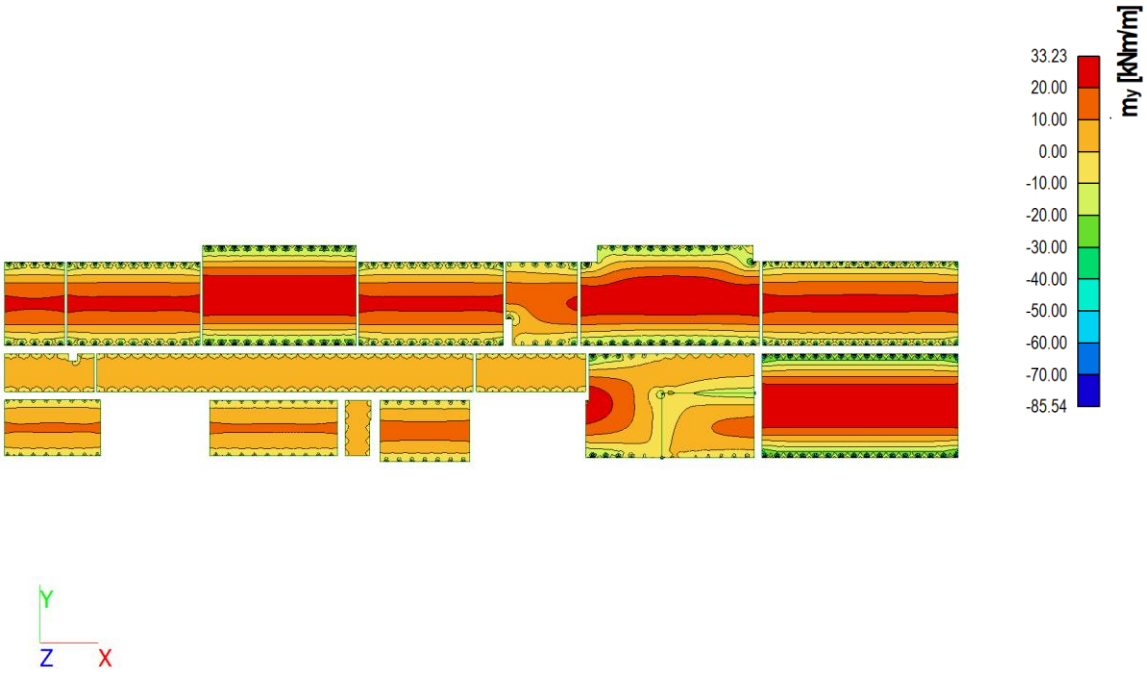
Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
S48	Element: 29193 Čvoru: 771	37,395 13,150 15,890	ULS-Set B (auto)/1	-9,12 **-85,54**	39,67	46,04 **-682,19**	0,00 0,00	0,00
S50	Element: 32438 Čvoru: 833	59,685 0,920 15,890	ULS-Set B (auto)/1	2,43 -85,36	45,63	71,22 **617,74**	0,00 0,00	0,00

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

14.2. 2D internal forces; m_x - m_x



14.3. 2D internal forces; m_x - m_y



15. Rezultati unutrašnjih sila međukatne ploče pozicije P300

15.1. 2D rezne sile

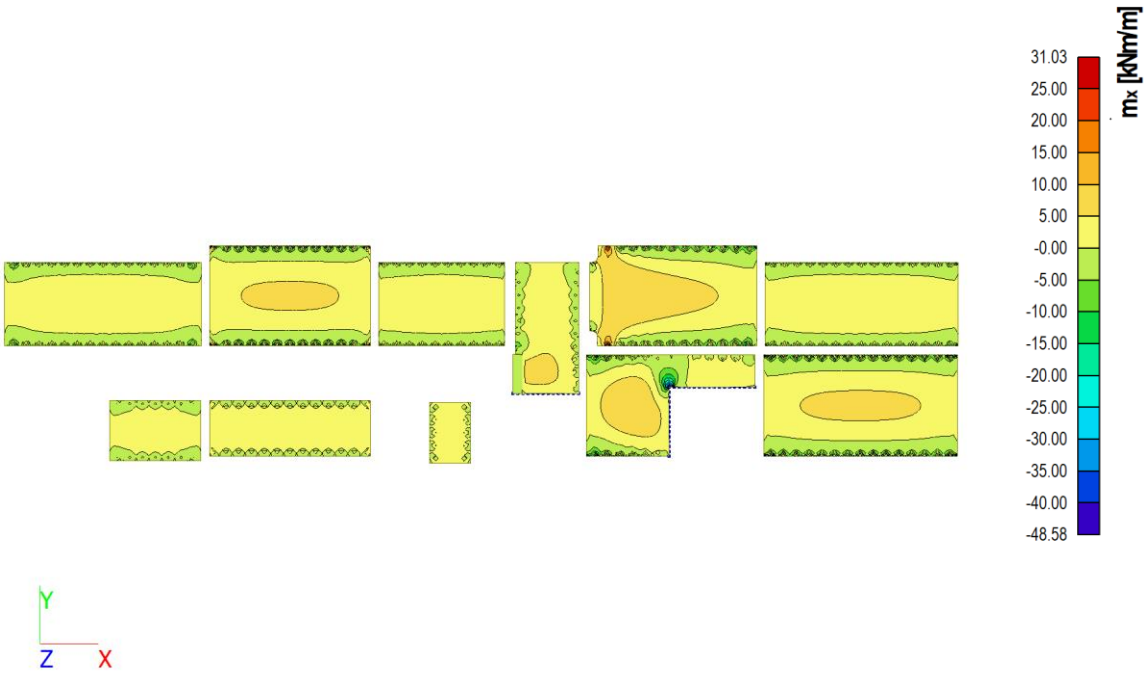
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_3
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
S42	Element: 23545 Čvoru: 611	42,100 4,960 12,000	ULS-Set B (auto)/1	**-48,58** -17,24	-18,16	-53,96 324,54	0,00 0,00	0,00
S20	Element: 15061 Čvoru: 434	38,255 7,550 12,000	ULS-Set B (auto)/1	**31,03** -22,50	18,62	214,43 113,80	0,00 0,00	0,00
S20	Element: 15105 Čvoru: 432	47,055 7,550 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-0,73 **-89,31**	**43,58**	-69,14 **659,48**	0,00 0,00	0,00
S18	Element: 12221 Čvoru: 13079	48,000 3,815 12,000	ULS-Set B (auto)/1	0,11 **32,11**	0,00	1,59 0,00	0,00 0,00	0,00
S20	Element: 15106 Čvoru: 432	47,055 7,550 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-0,73 -89,31	**-43,58**	-69,14 659,48	0,00 0,00	0,00
S24	Element: 17667 Čvoru: 473	23,450 7,550 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-36,16 -16,72	-36,16	**-360,70** -535,49	0,00 0,00	0,00
S42	Element: 23546	42,298	ULS-Set B	-34,27	7,00	**403,46**	0,00	0,00

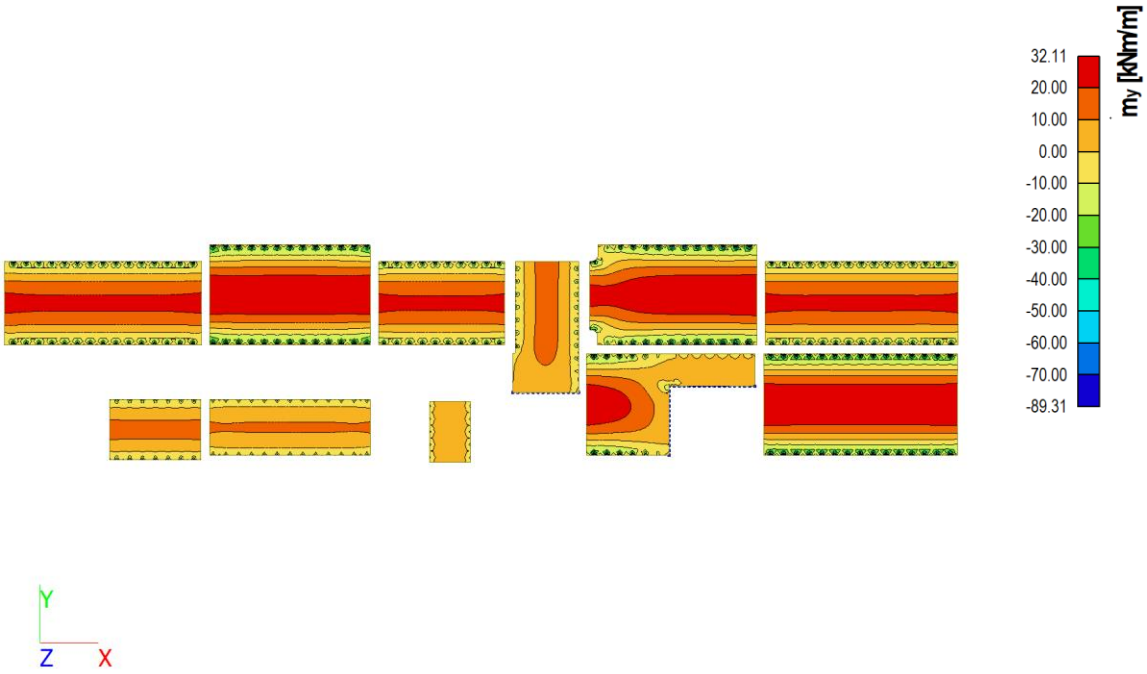
Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
	Čvoru: 25101	4,960 12,000	(auto)/1	5,96		-167,34	0,00	
S42	Element: 23044 Čvoru: 627	37,420 6,980 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-5,61 -83,61	-40,48	6,53 **-630,37**	0,00 0,00	0,00
S39	Element: 22316 Čvoru: 24397	33,131 5,975 12,000	ULS-Set B (auto)/1	6,37 4,90	3,44	0,65 -6,69	**-3,79** -11,83	0,38
S39	Element: 22346 Čvoru: 23654	32,500 7,260 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-6,40 -2,48	-2,38	-24,02 105,35	**31,35** 2,41	-1,10
S39	Element: 22318 Čvoru: 24416	32,936 5,780 12,000	ULS-Set B (auto)/1	0,00 3,58	0,00	0,00 -7,18	0,00 **-13,04**	0,00
S39	Element: 22334 Čvoru: 585	32,350 4,580 12,000	ULS-Set B (auto)/1	0,00 8,41	0,00	0,00 139,62	0,00 **38,11**	0,00
S39	Element: 22348 Čvoru: 24257	32,714 7,425 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-3,56 -15,40	-0,51	-17,89 -155,30	11,47 4,54	**-4,76**
S39	Element: 22348 Čvoru: 595	32,500 7,490 12,000	ULS-Set B (auto)/1	-11,19 -39,18	-13,44	-42,25 -302,00	-2,39 -8,24	**9,80**

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

15.2. 2D internal forces; m_x - m_x



15.3. 2D internal forces; m_x - m_y



16. Rezultati unutrašnjih sila međukatne ploče pozicije P200

16.1. 2D rezne sile

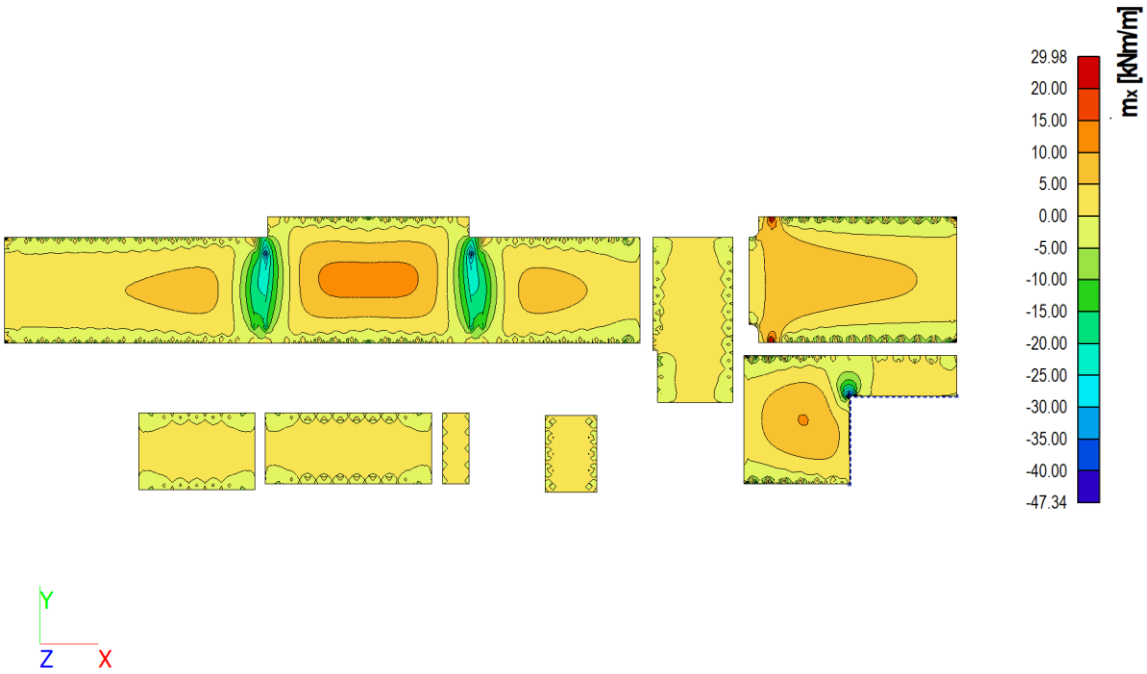
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_2
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
S9	Element: 6906 Čvoru: 169	42,100 4,960 7,390	ULS-Set B (auto)/1	**-47,34** -16,83	-18,01	-55,25 319,91	0,00 0,00	0,00
S10	Element: 7590 Čvoru: 217	38,255 7,600 7,390	ULS-Set B (auto)/1	**29,98** -23,87	18,55	205,62 126,98	0,00 0,00	0,00
S9	Element: 6336 Čvoru: 186	37,300 0,650 7,390	ULS-Set B (auto)/1	-1,56 **-79,74**	**42,38**	35,76 **620,03**	0,00 0,00	0,00
S10	Element: 8977 Čvoru: 7936	47,350 10,790 7,390	ULS-Set B (auto)/1	0,11 **30,35**	0,12	-1,55 -3,32	0,00 0,00	0,00
S9	Element: 6337 Čvoru: 186	37,300 0,650 7,390	ULS-Set B (auto)/1	-1,56 -79,74	**-42,38**	-35,76 620,03	0,00 0,00	0,00
S10	Element: 7648 Čvoru: 198	47,350 13,780 7,390	ULS-Set B (auto)/1	-44,61 -5,26	25,68	**-401,75** 483,94	0,00 0,00	0,00
S9	Element: 6933	42,302	ULS-Set B	-33,05	7,09	**388,58**	0,00	0,00

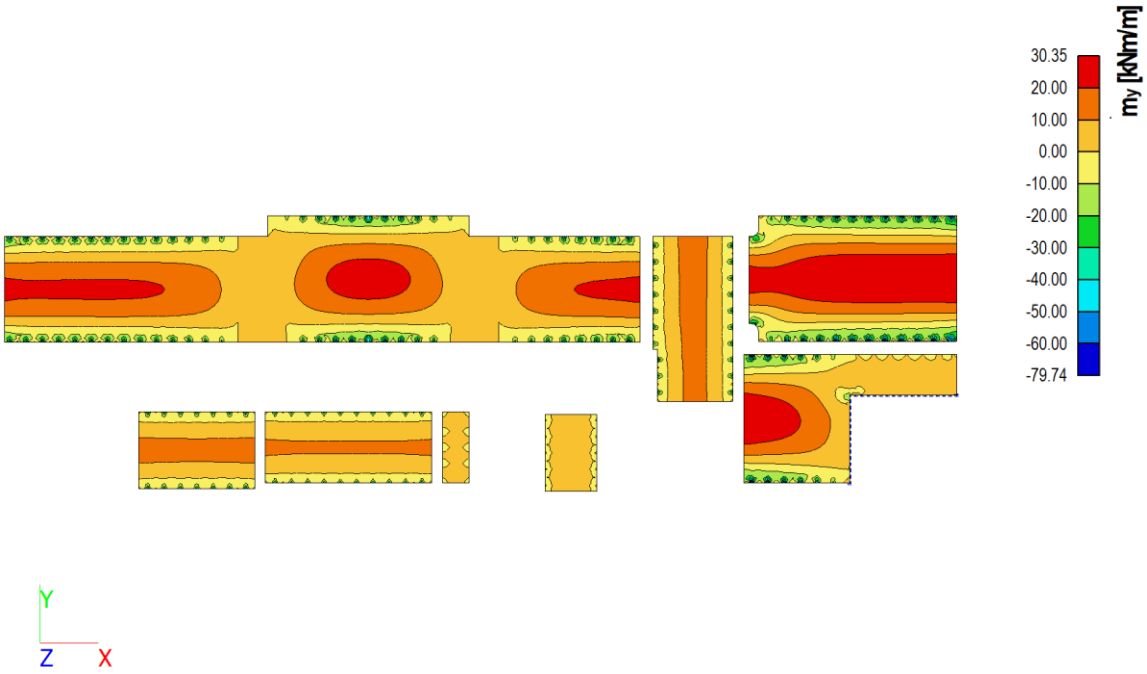
Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
	Čvoru: 7336	4,960 7,390	(auto)/1	6,06		-177,40	0,00	
S9	Element: 7376 Čvoru: 185	37,300 6,960 7,390	ULS-Set B (auto)/1	-1,68 -79,58	-42,04	35,80 **-618,52**	0,00 0,00	0,00
S1	Element: 2025 Čvoru: 18	23,550 11,950 7,390	ULS-Set B (auto)/1	-38,65 0,00	0,00	-167,95 0,00	**-28,04** 0,00	0,00
S1	Element: 3521 Čvoru: 24	24,100 7,550 7,390	ULS-Set B (auto)/1	6,17 0,00	0,00	-59,05 0,00	**17,26** 0,00	0,00
S1	Element: 3948 Čvoru: 4032	25,088 10,150 7,390	ULS-Set B (auto)/1	-0,93 5,80	-0,05	15,45 -0,06	-7,26 **-9,86**	0,37
S1	Element: 1936 Čvoru: 36	22,500 13,780 7,390	ULS-Set B (auto)/1	2,95 -19,94	-12,05	61,95 -154,03	-0,55 **9,64**	6,46
S1	Element: 1941 Čvoru: 98	23,300 13,780 7,390	ULS-Set B (auto)/1	5,52 -0,18	2,30	-16,58 21,13	2,23 8,78	**-6,48**
S1	Element: 1940 Čvoru: 98	23,300 13,780 7,390	ULS-Set B (auto)/1	5,52 -0,18	-2,30	16,58 21,13	2,23 8,78	**6,48**

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

16.2. 2D internal forces; m_x - m_x



16.3. 2D internal forces; m_x - m_y



17. Rezultati unutrašnjih sila međukatne ploče pozicije P100

17.1. 2D rezne sile

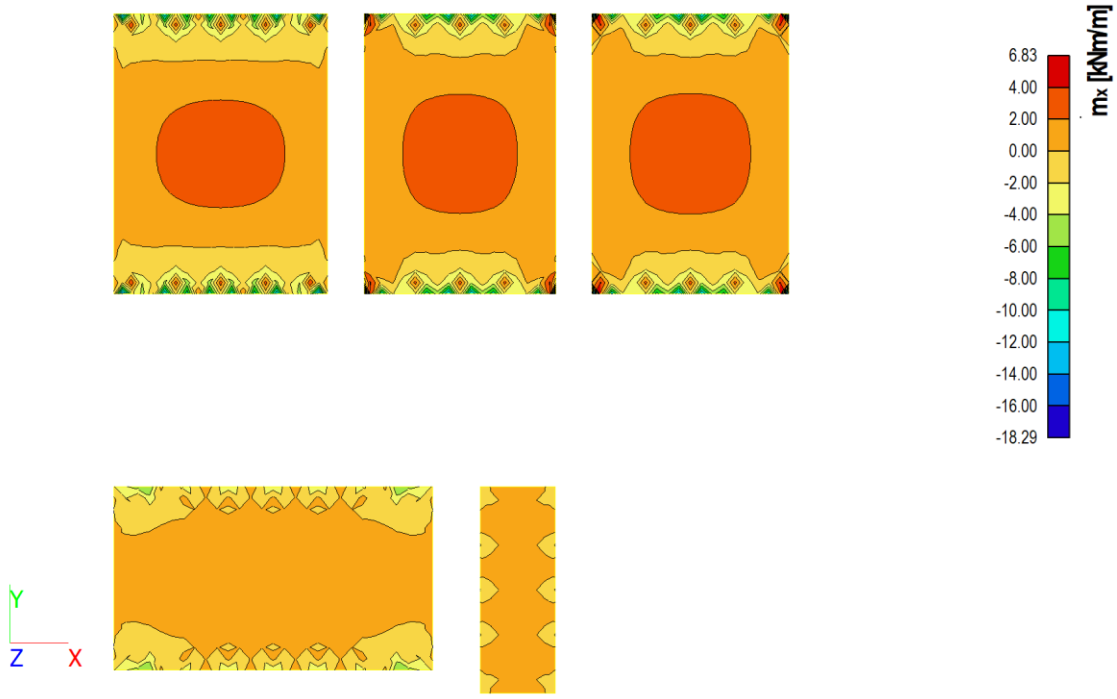
Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_1
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.
Osnovni iznosi

Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
S15	Element: 10297 Čvoru: 285	9,280 7,560 2,500	ULS-Set B (auto)/1	**-18,29** -13,71	25,01	173,21 -323,03	0,00 0,00	0,00
S15	Element: 10729 Čvoru: 289	9,440 12,560 2,500	ULS-Set B (auto)/1	**6,83** -63,99	-24,60	-19,97 -411,30	**0,00** **0,00**	**0,00**
S14	Element: 9847 Čvoru: 280	5,330 7,560 2,500	ULS-Set B (auto)/1	4,71 **-69,42**	27,13	-54,58 388,70	0,00 0,00	0,00
S13	Element: 9567 Čvoru: 10175	0,750 10,160 2,500	ULS-Set B (auto)/1	0,10 **20,57**	-0,10	1,03 -3,79	0,00 0,00	0,00
S15	Element: 10297 Čvoru: 10966	9,280 7,760 2,500	ULS-Set B (auto)/1	-0,10 -19,83	-8,16	**-183,98** -55,35	0,00 0,00	0,00
S15	Element: 10314 Čvoru: 11000	12,800 7,760 2,500	ULS-Set B (auto)/1	-0,10 -19,83	8,16	**183,98** -55,35	0,00 0,00	0,00
S13	Element: 9348	1,060	ULS-Set B	-5,42	**-34,41**	-5,51	0,00	0,00

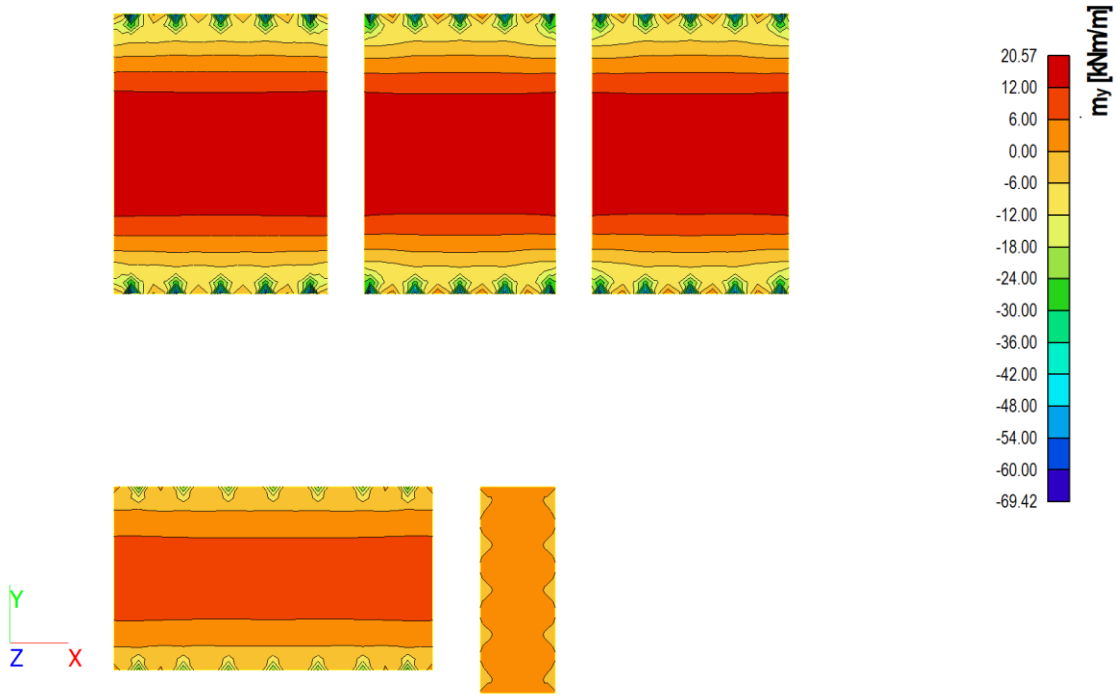
Naziv	Mreža	Položaj [m]	Slučaj	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
	Čvoru: 261	12,560 2,500	(auto)/1	-63,85		**-461,46**	0,00	
S13	Element: 9828 Čvoru: 266	1,060 7,560 2,500	ULS-Set B (auto)/1	-5,42 -63,85	**34,41**	-5,51 **461,46**	0,00 0,00	0,00

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

17.2. 2D internal forces; m_x - m_x



17.3. 2D internal forces; m_x - m_y



GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

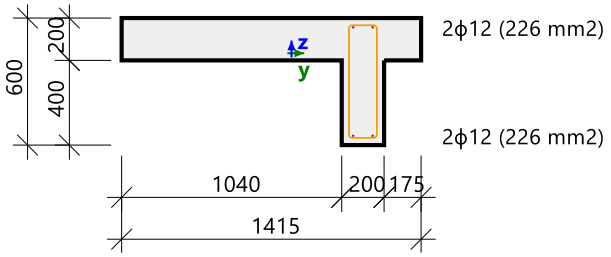
18. Dimenzioniranje greda pozicije G201

18.1. Ukupna provjera

Linearni proračun
Klasa: GSN
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: Ime je dobio izbor - G200

Rebro B957	**General cross-section**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 9 [dx = 1 m]

Dužina elementa: L = 5.2 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 5.2 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 5.2 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1

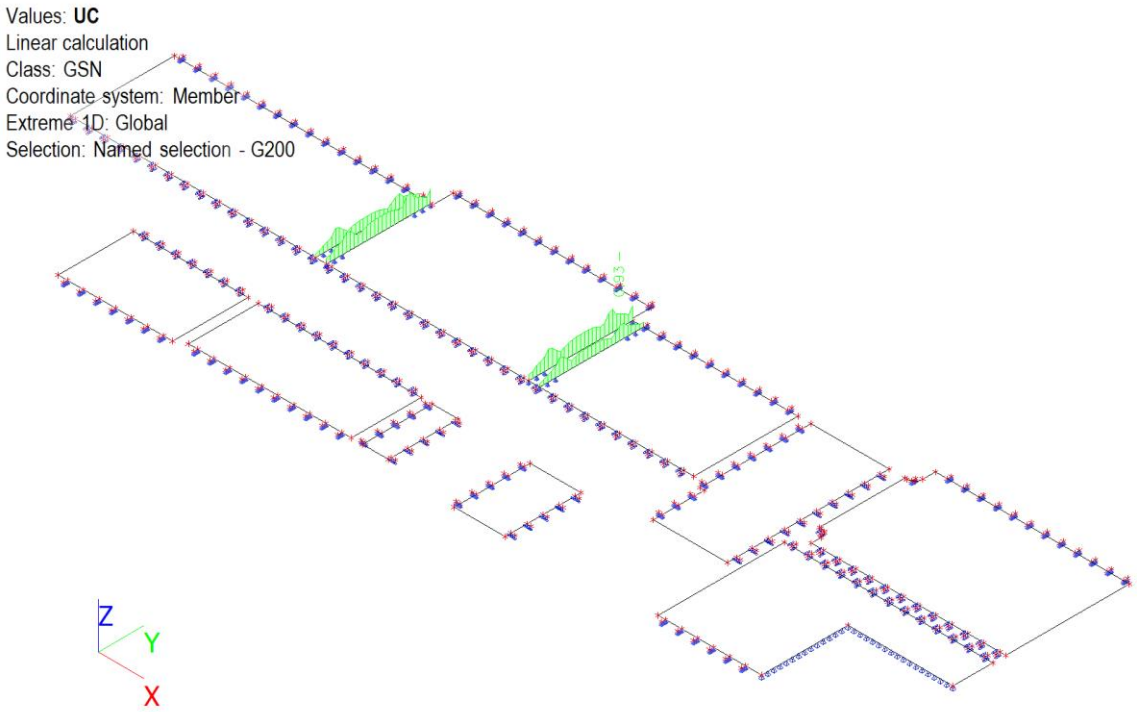
Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ12 (452 mm^2)
ρ_l = 0,125 % (3.55 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/156 (101 mm^2)
ρ_w = 0,322 % (5.05 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Naziv	dx [m]	Combikey	UC_{resp}	UC_{int}	UC_{VT}	UC_{stress}	UC_{crack}	UC_{defl}	UC_{det}	UC
B957	1,000	1.35*LC1+1.35*LC2+ 1.50*LC3	0,93	0,82	0,53	-	-	-	-	0,93

18.2. Overall check; UC

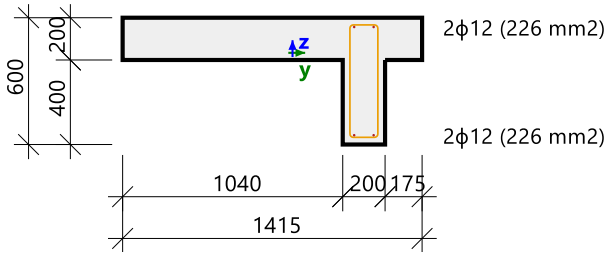


18.3. Provjeri širinu pukotine (GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSU
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: B957

Rebro B957	**General cross-section**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 21 [dx = 2.2 m]

Dužina elementa: L = 5.2 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 5.2 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 5.2 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1

Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ12 (452 mm^2)
ρ_l = 0,125 % (3.55 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/231 (101 mm^2)
ρ_w = 0,217 % (3.41 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Sažetak provjere

N_{cr} = 31.6 kN M_{cry} = 45.7 kN M_{crz} = 0 kN σ_s = 0 MPa $s_{r,max}$ = 0 mm ε_{sm_cm} = 0 ‰

σ_{ct} [MPa]	σ_{cr} [MPa]	Napuknuti	w [mm]	w_{lim} [mm]	UC [-]	Granična provjera [-]	Status
1.33	2.6	NE	0	0.4	0,00	1	U REDU

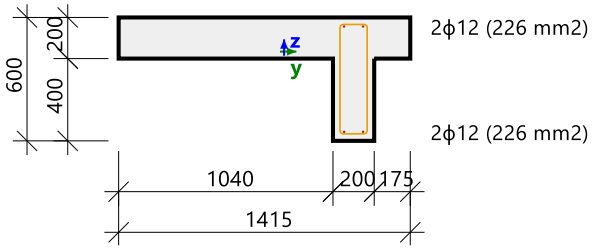
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

18.4. Provjeri progib

Linearni proračun
Klasa: GSU
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Poprečni presjek
Odabir: B957

Rebro B957	**General cross-section**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 25 [dx = 2.6 m]

Dužina elementa: L = 5.2 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 5.2 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 5.2 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
4ϕ12 (452 mm^2)
ρ_l = 0,125 % (3.55 kg/m)
Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/231 (101 mm^2)
ρ_w = 0,031 % (3.41 kg/m)
Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Osnovne vrijednosti progiba

Vrsta progiba	Omjer kratki [-]	Omjer dugo [-]	δ_{lin} [mm]	δ_{imm} [mm]	δ_{add} [mm]	δ_{short} [mm]	δ_{long} [mm]	$\delta_{long+creep}$ [mm]	δ_{creep} [mm]
u_y	0.99	3.6	0.08	0.05	0.16	0.02	0.05	0.2	0.14
u_z	0.97	3.29	-0.15	-0.11	-0.3	-0.05	-0.11	-0.36	-0.25

Provjera dodatnih i ukupnih progiba

Vrsta progiba	L [m]	δ_{add} [mm]	$\delta_{add,lim}$ [mm]	UC_{add} [-]	δ_{tot} [mm]	$\delta_{tot,lim}$ [mm]	UC_{tot} [-]	UC [-]	Limit [-]	Status
u_y	5.2	0.16	10.4	0.02	0.22	20.8	0.01	0.02	1	U REDU
u_z	5.2	-0.3	-10.4	0.03	-0.4	-20.8	0.02	0.03	1	U REDU

Popis pogrešaka / upozorenja / napomena: N8/5

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

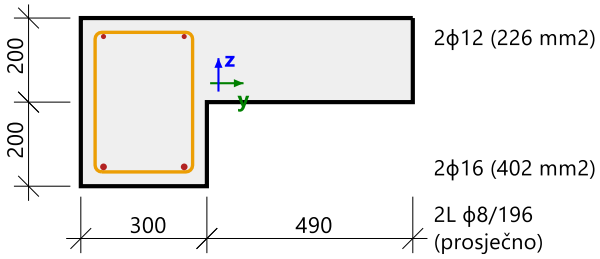
19. Dimenzioniranje nadvoja pozicije N201

19.1. Ukupna provjera

Linearni proračun
Klasa: GSN
Koordinatni sustav: Element
Ekstrem 1D: Globalni
Odabir: B845

Rebro B845	**L g (400; 790; 200; 300)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Presjek 0 [dx = 0 m]

Dužina elementa: L = 2.45 m
Izvijanje y-y⊥ L_y = 3.63 m (Utjecaj)
Izvijanje z-z⊥ L_z = 3.67 m (Utjecaj)



Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1

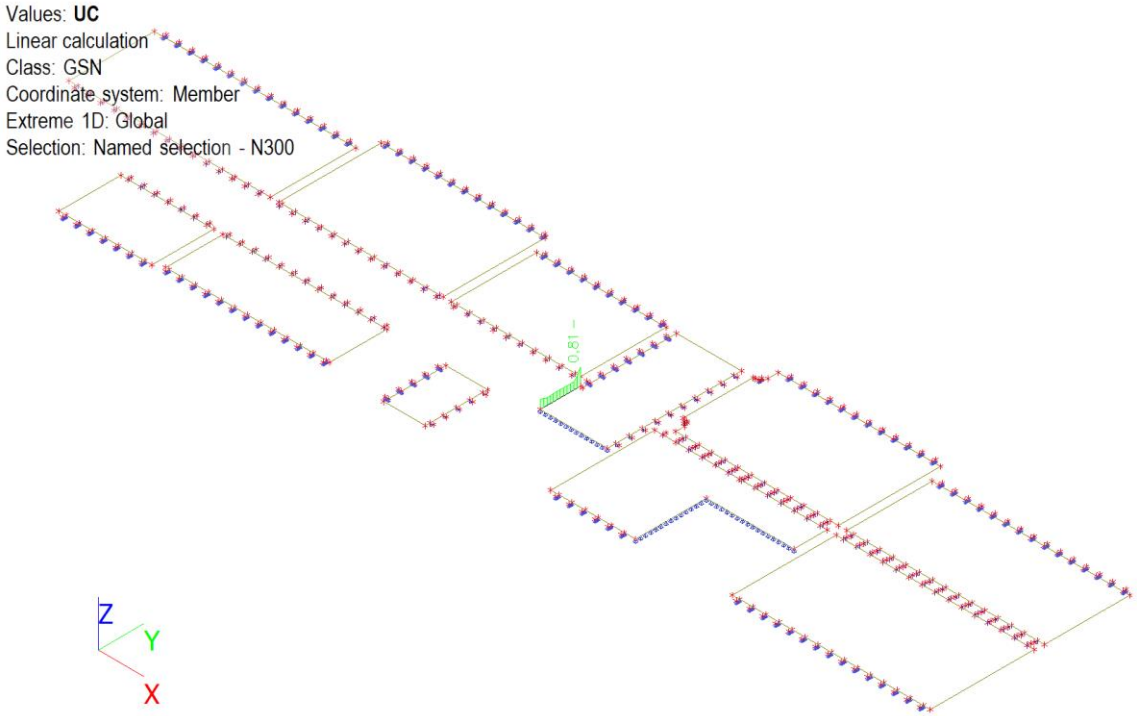
Uzdužna armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2ϕ12+2ϕ16 (628 mm^2)
ρ_l = 0,288 % (4.93 kg/m)

Posmična armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grane
2L ϕ8/196 (101 mm^2)
ρ_w = 0,241 % (4.03 kg/m)

Zaštitni sloj vilica:
Vrh: 30 mm
Dno: 30 mm
Lijevo: 30 mm
Desno: 30 mm

Naziv	dx [m]	Combikey	UC_{resp}	UC_{int}	UC_{VT}	UC_{stress}	UC_{crack}	UC_{defl}	UC_{det}	UC
B845	0,000	1.35*LC1+1.35*LC2+ 1.50*LC3	0,32	0,25	0,81	-	-	-	-	0,81

19.2. Overall check; UC



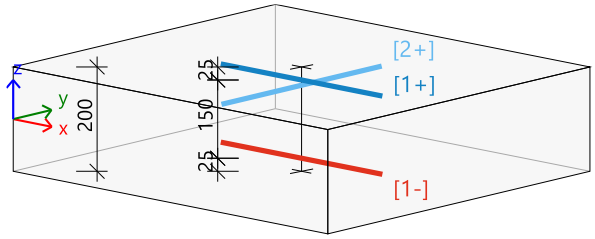
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

20. Dimenzioniranje međukatne ploče pozicije P400

20.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_4
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča S50	**h=200 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 813/0 [X= 48,350, Y=0,920, Z=15,890 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Zaštitni sloj 20 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ6,0/100 + ϕ12,0/100
[2+] ϕ6,0/100 + ϕ16,0/100
[1-] ϕ10,0/150

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	---	ϕ6,0/100	ϕ12,0/100	0,0	237	1188	---	**1188**	**1414**	8000	45	50	**U REDU**
								0,59%	0,71%		≥37	≤400	
[2+]	---	ϕ6,0/100	ϕ16,0/100	90,0	223	2059	---	**2059**	**2294**	8000	44	50	**U REDU**
								1,03%	1,15%		≥37	≤400	
[1-]	ϕ10,0/150	---	---	0,0	237	349	---	**349**	**524**	8000	140	150	**U REDU**
								0,17%	0,26%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

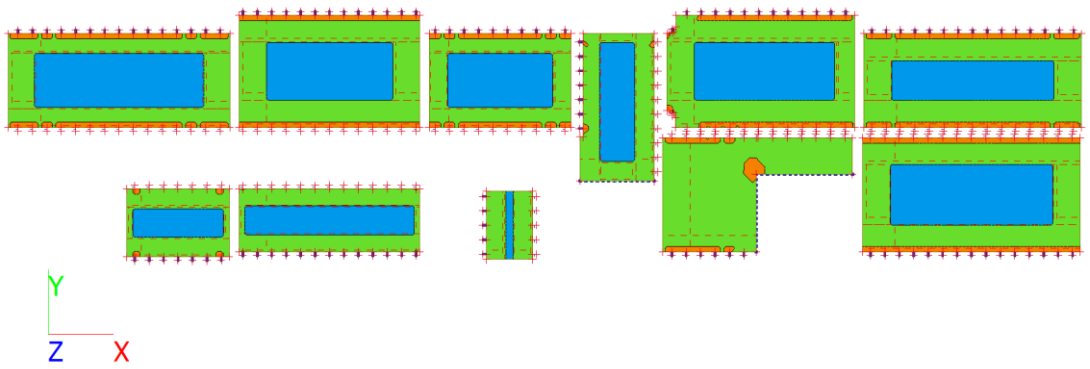
	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-27,35**	**668,14**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-431,3	**1188**
[2+]	ULS-Set B (auto)/2	90,0	ϕ10	**-79,27**	**668,14**	165,0	18,2	157,9	-226,9	895,1	**2059**
[1-]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-27,35**	**668,14**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-151,8	**349**

ULS-Set B (auto)/2	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm²]	[mm²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm²/m²]	
[+]	ULS-Set B (auto)/2	40,0	**642,8**	1414	2294	1,059	121,6	649,0	**8471**	**U REDU**

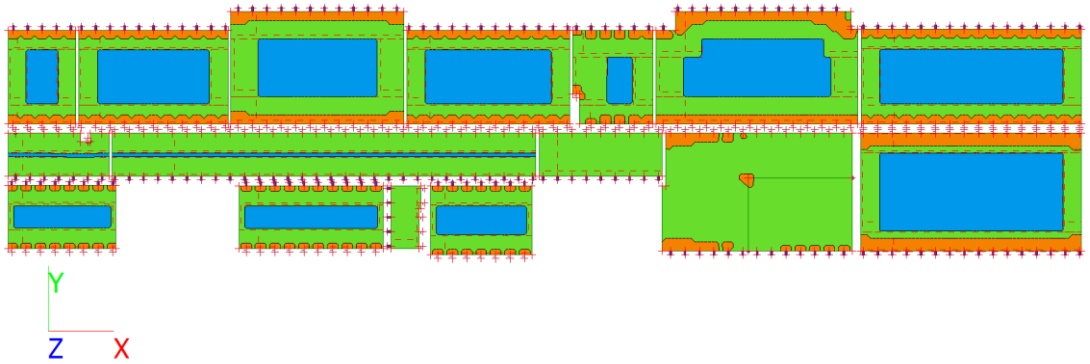
20.2. Usvojena armatura; As,prov,1+



Reinf Prov,1+

φ6,0/100 + φ12,0/100	φ6,0/100	no reinf.

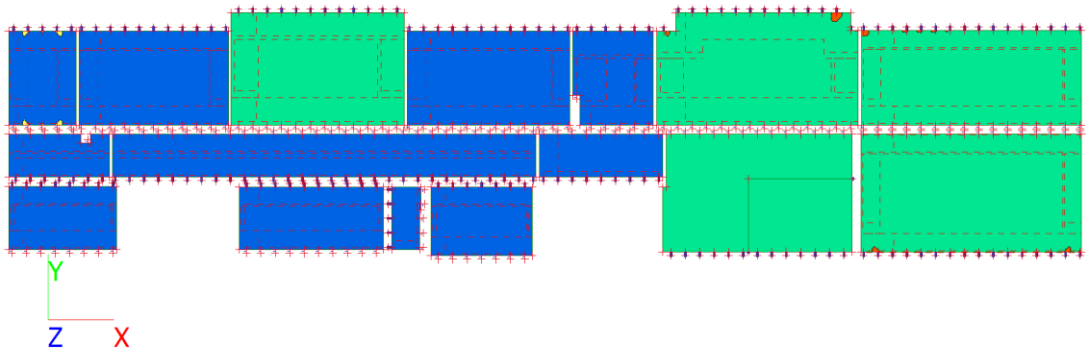
20.3. Usvojena armatura; As,prov,2+



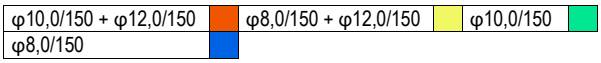
Reinf Prov,2+

φ6,0/100 + φ16,0/100	φ6,0/100	bez armat.

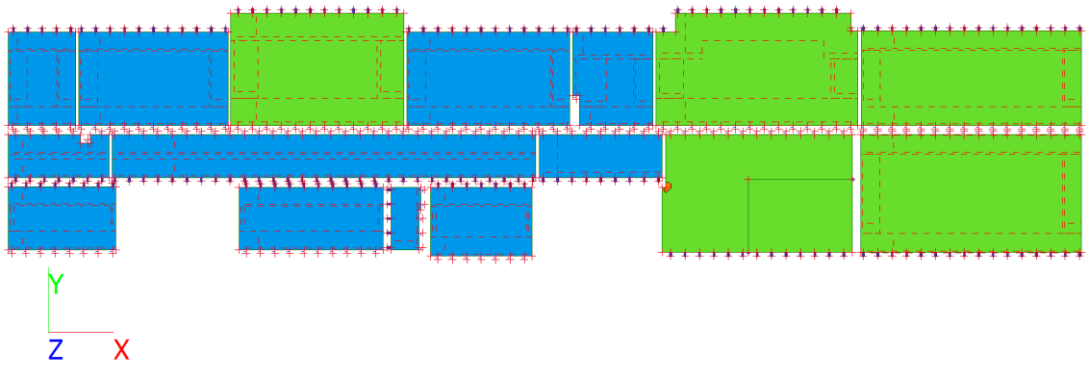
20.4. Usvojena armatura; As,prov,1-



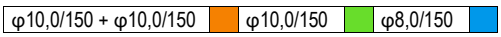
Reinf Prov,1-



20.5. Usvojena armatura; As,prov,2-



Reinf Prov,2-



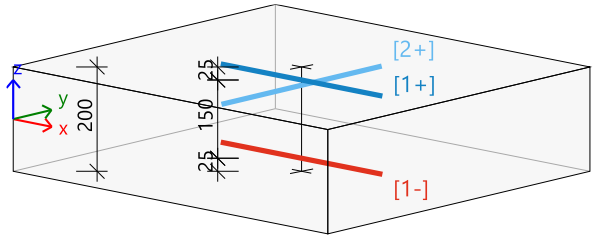
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

21. Dimenzioniranje međukatne ploče pozicije P300

21.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_3
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča S24	**h=200 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 473/0 [X= 23,450, Y=7,550, Z=12,000 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Zaštitni sloj 20 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ6,0/100 + ϕ12,0/100
[2+] ϕ6,0/100 + ϕ16,0/100
[1-] ϕ10,0/150

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	---	ϕ6,0/100	ϕ12,0/100	0,0	237	1081	---	**1081**	**1414**	8000	45	50	**U REDU**
								0,54%	0,71%		≥37	≤400	
[2+]	---	ϕ6,0/100	ϕ16,0/100	90,0	223	1634	---	**1634**	**2294**	8000	44	50	**U REDU**
								0,82%	1,15%		≥37	≤400	
[1-]	ϕ10,0/150	---	---	0,0	237	53	---	**237**	**524**	8000	140	150	**U REDU**
								0,12%	0,26%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

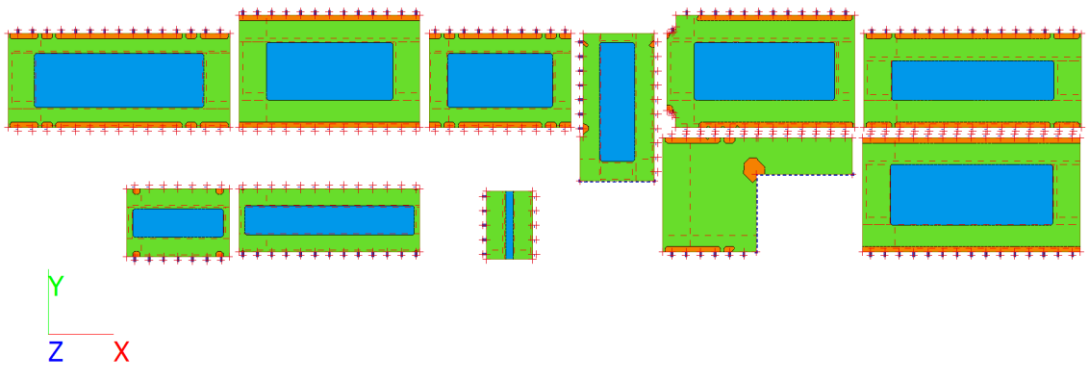
	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-33,51**	**492,86**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-450,0	**1081**
[2+]	ULS-Set B (auto)/2	90,0	ϕ10	**-66,44**	**492,86**	165,0	17,4	158,2	-217,4	710,3	**1634**
[1-]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-33,51**	**492,86**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-23,0	**53**

ULS-Set B (auto)/2	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm²]	[mm²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm²/m²]	
[+]	ULS-Set B (auto)/2	40,0	**645,6**	1414	2294	1,059	121,6	668,1	**8265**	**U REDU**

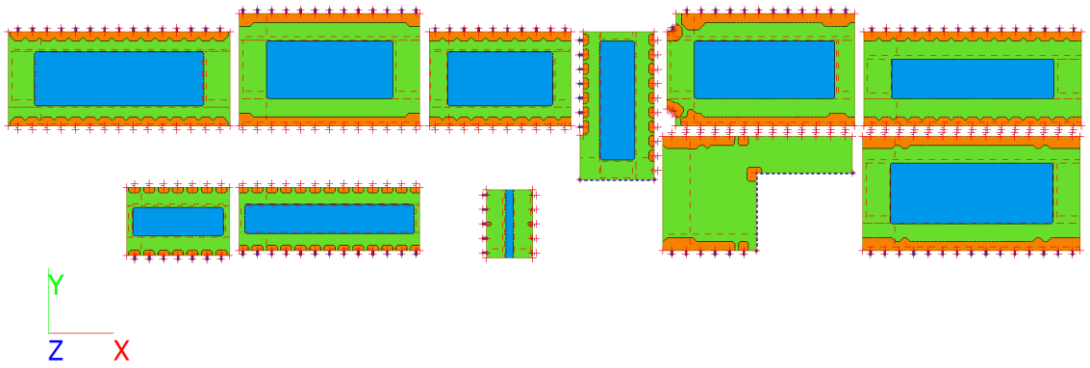
21.2. Usvojena armatura; As,prov,1+



Reinf Prov,1+

φ6,0/100 + φ12,0/100	φ6,0/100	no reinf.

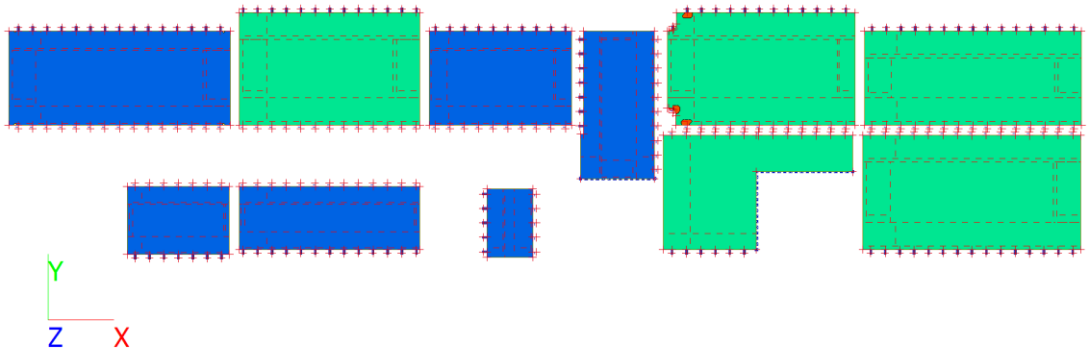
21.3. Usvojena armatura; As,prov,2+



Reinf Prov,2+

φ6,0/100 + φ16,0/100	φ6,0/100	no reinf.

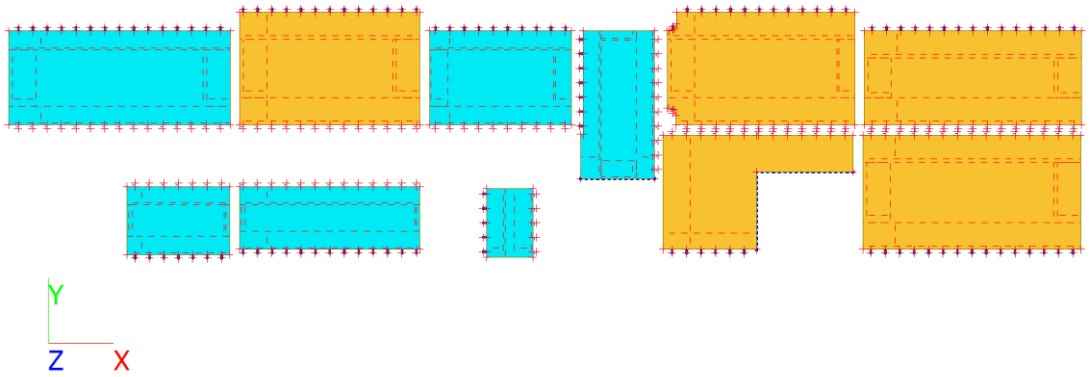
21.4. Usvojena armatura; As,prov,1-



Reinf Prov,1-

φ10,0/150 + φ12,0/150		φ8,0/150 + φ12,0/150		φ10,0/150	
φ8,0/150					

21.5. Usvojena armatura; As,prov,2-



Reinf Prov,2-

φ10,0/150		φ8,0/150	

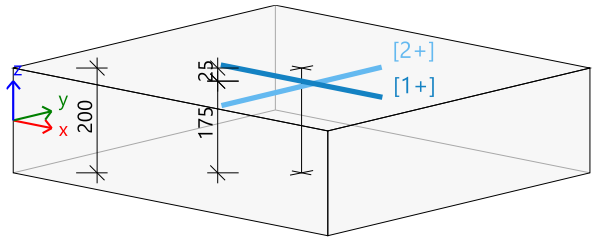
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

22. Dimenzioniranje međukatne ploče pozicije P200

22.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_2
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča S10	**h=200 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 198/885 [X= 47,350, Y=13,780, Z=7,390 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Zaštitni sloj 20 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ7,0/100 + ϕ12,0/100
[2+] ϕ7,0/100 + ϕ16,0/100

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	---	ϕ7,0/100	ϕ12,0/100	0,0	237	1055	---	**1055**	**1516**	8000	45	50	**U REDU**
								0,53%	0,76%		≥37	≤400	
[2+]	---	ϕ7,0/100	ϕ16,0/100	90,0	223	1181	---	**1181**	**2396**	8000	44	50	**U REDU**
								0,59%	1,20%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

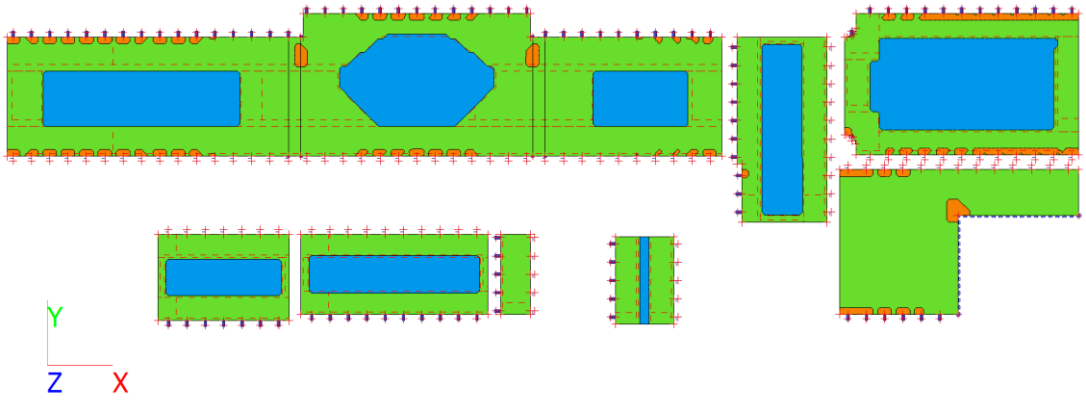
	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-41,81**	**382,85**	175,0	6,1	172,6	-75,8	458,7	**1055**
[2+]	ULS-Set B (auto)/2	90,0	ϕ10	**-45,93**	**382,85**	165,0	10,5	160,9	-130,8	513,6	**1181**

ULS-Set B (auto)/2	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm²]	[mm²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm²/m²]	
[+]	ULS-Set B (auto)/2	40,0	**629,0**	1516	2396	1,121	123,9	685,3	**7850**	**U REDU**

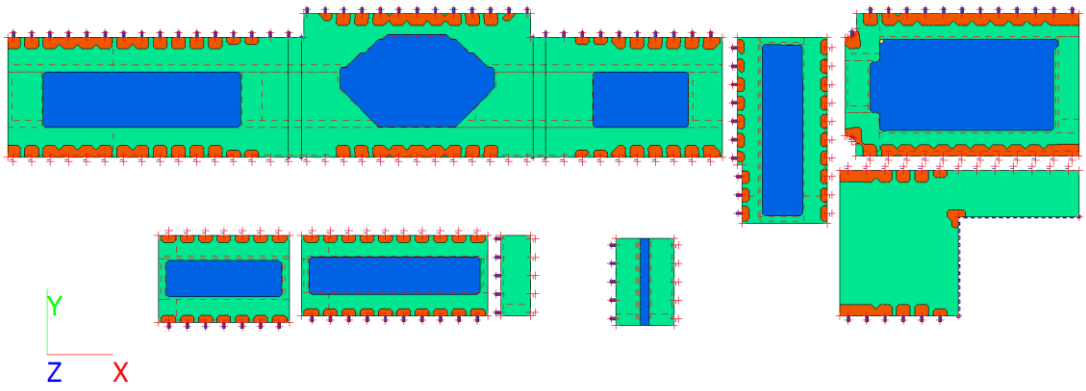
22.2. Usvojena armatura; As,prov,1+



Reinf Prov,1+

φ7,0/100 + φ12,0/100		φ7,0/100		bez armat.	

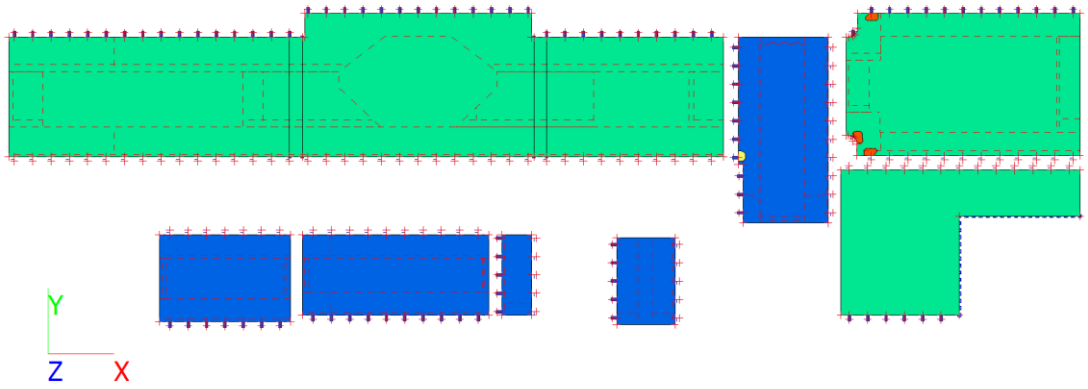
22.3. Usvojena armatura; As,prov,2+



Reinf Prov,2+

φ7,0/100 + φ16,0/100		φ16,0/100		φ7,0/100	
bez armat.					

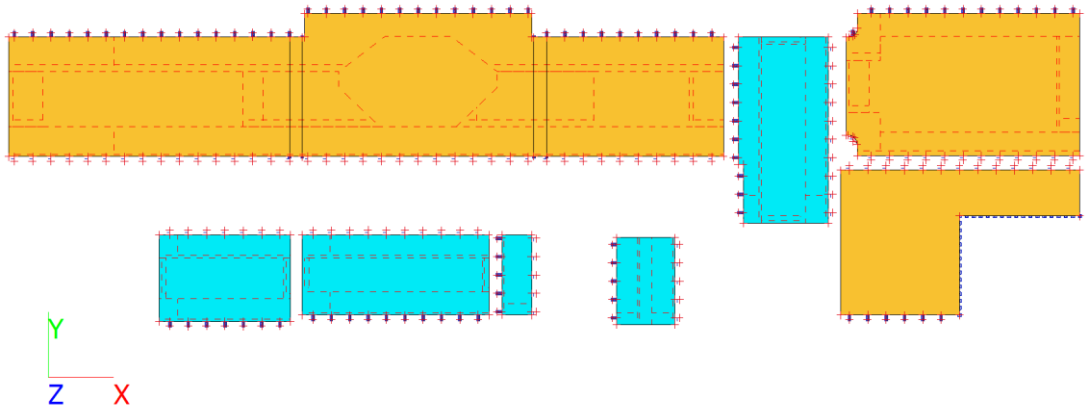
22.4. Usvojena armatura; As,prov,1-



Reinf Prov,1-

φ10,0/150 + φ12,0/150		φ7,0/150 + φ12,0/150		φ10,0/150	
φ7,0/150					

22.5. Usvojena armatura; As,prov,2-



Reinf Prov,2-

φ10,0/150		φ7,0/150	

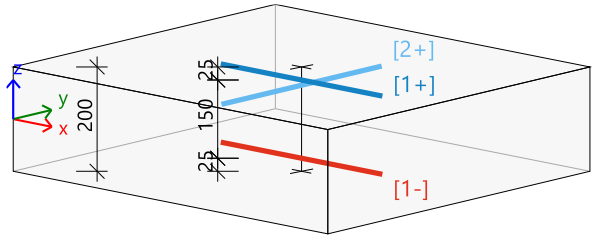
GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

23. Dimenzioniranje međukatne ploče pozicije P100

23.1. Dimenzioniranje armature (GSN+GSU)

Linearni proračun
Klasa: GSN
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = ploče_1
Položaj: U čvorova prosj. na makro. Sustav: Element mreže LCS
Komponente unutarnje sile paralelne s rebrom se uzimaju u obzir kao nula u okviru stvarne širine rebra.

Ploča S15	**h=200 mm**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Čvor 285/0 [X= 9,280, Y=7,560, Z=2,500 m]



Projektirana širina: b = 1.0 m

Beton: C25/30
Dvosmjerni dijagram naprezanja i deformacije
Razred izloženosti: XC1
Zaštitni sloj 20 mm

Armatura: B 500B
Dvosmjerni s nagnutim vrhom grana
[1+] ϕ7,0/100 + ϕ12,0/100
[2+] ϕ7,0/100 + ϕ16,0/100
[1-] ϕ9,0/150

Uzdužna armatura

Proračunati slojevi armature (u smjeru lokalne x osi elementa):

	Osnovno	Dodatno		α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,serv}$	$A_{s,req}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,max}$	$s_{min(cl)}$	s_{max}	Status
		Korisnčk...	Auto	[°]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm²]	[mm]	[mm]	
[1+]	---	ϕ7,0/100	ϕ12,0/100	0,0	237	704	---	**704**	**1516**	8000	45	50	**U REDU**
								0,35%	0,76%		≥37	≤400	
[2+]	---	ϕ7,0/100	ϕ16,0/100	90,0	223	1440	---	**1440**	**2396**	8000	44	50	**U REDU**
								0,72%	1,20%		≥37	≤400	
[1-]	ϕ9,0/150	---	---	0,0	237	230	---	**237**	**424**	8000	141	150	**U REDU**
								0,12%	0,21%		≥37	≤400	

Granično stanje nosivosti (GSN)

Savijanje sa/bez aksijalne sile (u smjeru armature)

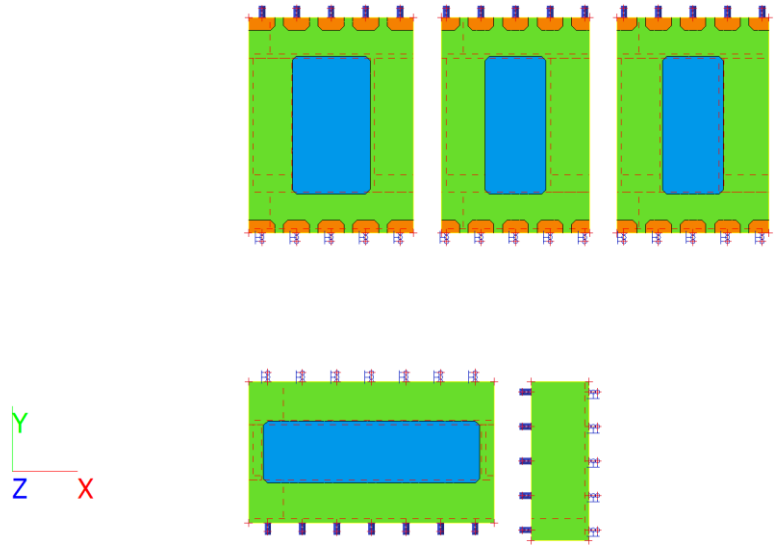
	Slučaj	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{cd}	F_{sd}	$A_{s,ult}$
		[°]	[mm]	[kNm]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm²]
[1+]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-15,47**	**406,07**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-250,7	**704**
[2+]	ULS-Set B (auto)/2	90,0	ϕ10	**-61,17**	**406,07**	165,0	17,6	158,2	-219,9	626,0	**1440**
[1-]	ULS-Set B (auto)/2	0,0	ϕ10	**-15,47**	**406,07**	175,0	0,0	157,5	-3333,3	-99,9	**230**

ULS-Set B (auto)/2	1.35*LC1+1.35*LC2+1.50*LC3

Posmična armatura

	Slučaj	θ	v_{Ed}	$A_{sl,x}$	$A_{sl,y}$	ρ_l	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,max}$	$A_{sw,req}$	Status
		[°]	[kN/m]	[mm²]	[mm²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm²/m²]	
[+]	ULS-Set B (auto)/2	40,0	**366,5**	1516	2396	1,121	123,9	681,8	**4598**	**U REDU**

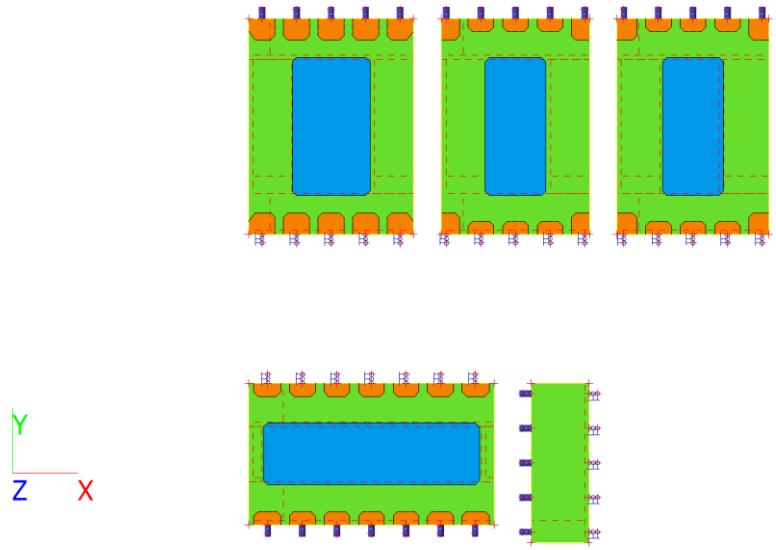
23.2. Usvojena armatura; As,prov,1+



Reinf Prov,1+

φ7,0/100 + φ12,0/100	φ7,0/100	bez armat.

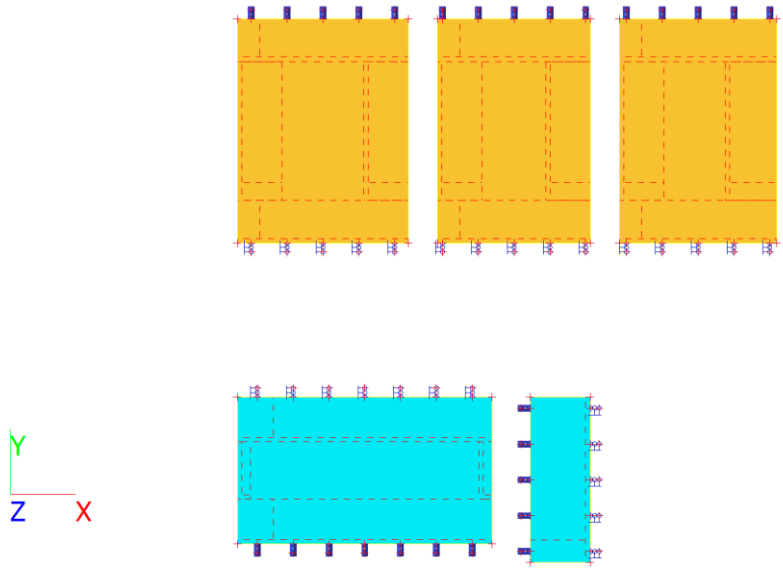
23.3. Usvojena armatura; As,prov,2+



Reinf Prov,2+

φ7,0/100 + φ16,0/100	φ7,0/100	bez armat.

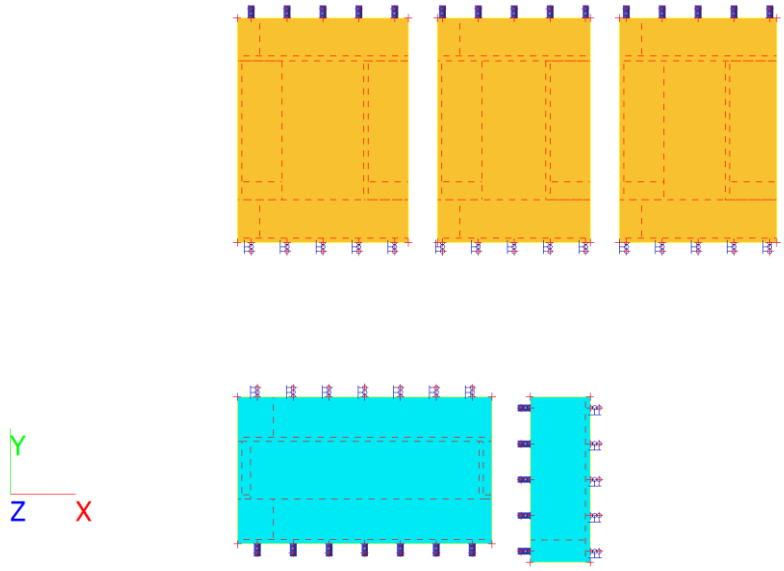
23.4. Usvojena armatura; As,prov,1-



Reinf Prov,1-

φ9,0/150 φ7,0/150

23.5. Usvojena armatura; As,prov,2-



Reinf Prov,2-

φ9,0/150 φ7,0/150

2.5.3 DIMENZIONIRANJE LEŽAJNIH ČEPOVA MEĐUKATNIH KONSTRUKCIJA

U ovom dijelu dimenzioniraju se čepovi armiranobetonske ploče na poprečne sile kako bi se definirala armatura koja će nositi AB ploču.

PRORAČUNSKE ČVRSTOĆE MATERIJALA

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Odabrana klasa betona: **C25/30**

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$

$f_{cd} = 1,00 \cdot 25\ N/mm^2 / 1,50 = 16,67\ N/mm^2 = 1,67\ kN/cm^2$

Proračunska posmična čvrstoća betona

$f_{vd} = f_{cvk} / \gamma_M$

$f_{vd} = 0,45\ N/mm^2 / 1,50 = 0,30\ N/mm^2$

$f_{vd} = 0,030\ kN/cm^2$

Srednja osna vlačna čvrstoća betona: $f_{ctm} = 0,26\ MPa$

Proračunska čvrstoća čelika

Odabrana kvaliteta čelika: **B500B**

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

$f_{yd} = 500\ N/mm^2 / 1,15 = 434,78\ N/mm^2 = 43,48\ kN/cm^2$

NAZIVNA VELIČINA ZAŠTITNOG SLOJA BETONA - c_{nom}

Parametri za određivanje nazivne debljine zaštitnog sloja betona za razred izloženosti XC1 te razred konstrukcije S2 su definirani u nastavku:

$\Delta c_{min,dur} = 10\ mm$ $\Delta c_{min,\gamma} = 0\ mm$ $\Delta c_{min,st} = 0\ mm$ $\Delta c_{min,add} = 0\ mm$

$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{min,\gamma} - \Delta c_{min,st} - \Delta c_{min,add}; 10\ mm\}$

$c_{min} = \max\{10\ mm; 10\ mm; 10\ mm\} = 10\ mm$

Debljina zaštitnog sloja betona:

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

$c_{nom} = 10\ mm + 10\ mm = 20\ mm$

Udaljenost težišta vlačne armature od vlačnog ruba presjeka:

$d_1 = c_{nom} + \varphi / 2$

$d_1 =$ 20 mm + 10 mm / 2 = 25 mm = 2,50 cm

PODACI O ČEPOVIMA

Ukupna visina presjeka:	$h =$	20 cm
Širina presjeka:	$b =$	30 cm
Zaštitni sloj betona:	$c_{nom} =$	2,0 cm
Promjer vilica:	$\varphi_w =$	10 mm
Promjer uzdužne armature:	$\varphi =$	20 mm
Udaljenost težišta armature od vlačnog ruba presjeka:	$d_1 =$	2,20 cm
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 =$	17,80 cm
Predviđena vlačna armatura:	$A_{s1,prov} =$	14,41 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE ČEPA U VLAČNOM DIJELU

Očitani moment savijanja:

$M_{Eds} =$ 27,91 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} =$ 2791 kNcm / (20 cm · (17,80 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu_{Eds} =$ 0,264 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu_{Eds} =$ 0,264 $\xi =$ 0,389 $\zeta =$ 0,838

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} =$ 2791 kNcm / (0,838 · 17,8 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} =$ 4,30 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d; 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,05$ cm²; 0,46 cm²$\}$

$A_{s,min} =$ 0,46 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max}$ = $\min\{0{,}040 \cdot b_{eff} \cdot h;\ 0{,}022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max}$ = $\min\{46{,}80\ cm^2;\ 25{,}74\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 25,74 cm²

Odabrana armatura u polju:

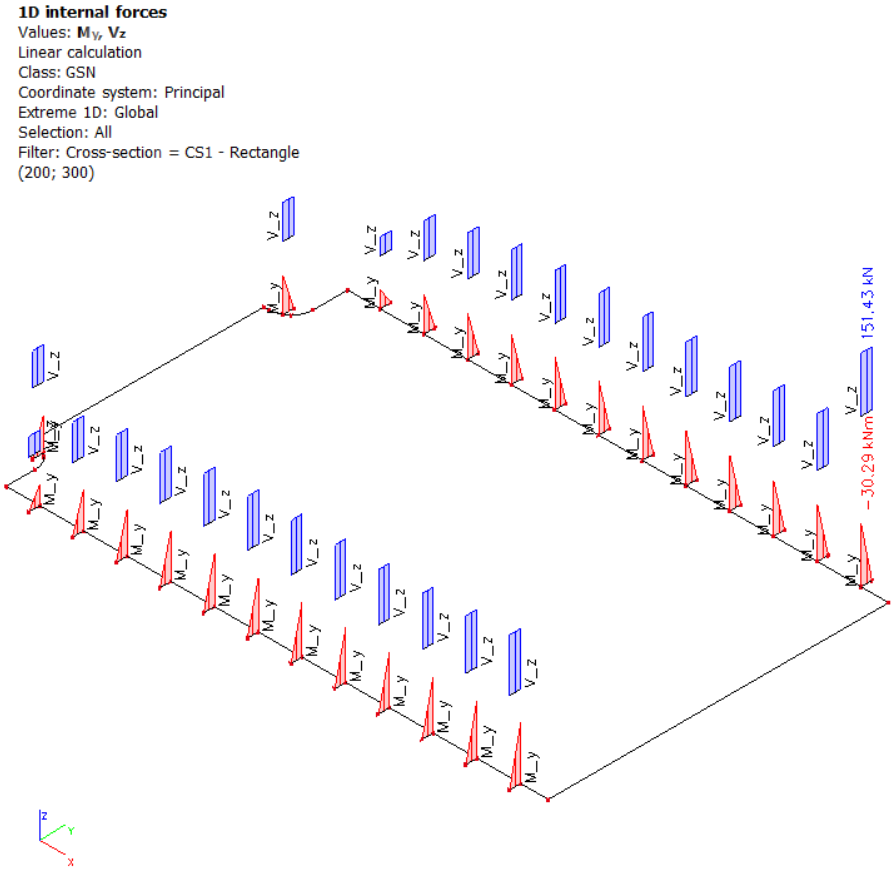
2φ16	**$A_{s1,prov}$ = 4,02 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

0,46 cm² < 4,02 cm² < 25,74 cm²

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE IZNAD OSLONCA

U nastavku se prikazuju najveća vrijednosti unutrašnjih sila čepa ploče



Očitani moment savijanja:

M_{Eds} = 30,29 kNm

Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja za djelovanje:

$\mu_{Eds} = M_{Eds} / (b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu_{Eds} = 3029\ kNcm / (30\ cm \cdot (17,80\ cm)^2 \cdot 1,67\ kN/cm^2)$

$\mu_{Eds} = 0,191 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ_{Eds} = 0,191 ξ = 0,265 ζ = 0,890

Proračunski potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 3029\ kNcm / (0,890 \cdot 17,8\ cm \cdot 43,48\ kN/cm^2)$

A_{s1} = 4,40 cm²

Najmanja potrebna ploština armature:

$A_{s,min} = \max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b_w \cdot d;\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d\}$

$A_{s,min} = \max\{0,07\ cm^2;\ 0,69\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 0,69 cm²

Najveća ploština uzdužne armature:

$A_{s,max} = \min\{0,040 \cdot b_w \cdot h;\ 0,022 \cdot A_c\}$

$A_{s,max} = \min\{46,80\ cm^2;\ 25,74\ cm^2\}$

$A_{s,max}$ = 25,74 cm²

Odabrana armatura iznad oslonca:

3φ16	**$A_{s1,prov}$ = 6,03 cm²**

$A_{s,min} \geq A_{s1,prov} \leq A_{s,max}$

0,69 cm² < 6,03 cm² < 25,74 cm²

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNE SILE

Proračunska poprečna sila: V_{Ed} = **151,43 kN**

Provjera nosivosti elementa na poprečnu silu bez poprečne armature

Proračun najmanje poprečne armature se smije izostaviti pod uvijetom da je zadovoljen uvijet nosivosti $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$.

$$V_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b_w \cdot d$$

$C_{Rd,c}$ = 0,18 / γ_c $\quad$ k = $\min\{1 + (200 / d)^{1/2}; 2,0\}$ $\quad$ ρ_l = $\min\{A_{s1} / (b_w \cdot d); 0,0200\}$

$C_{Rd,c}$ = 0,12 $\quad$ k = $\min\{2,06; 2,00\}$ $\quad$ ρ_l = $\min\{0,0113; 0,0200\}$

k = 2,00 $\quad$ ρ_l = 0,0113

$V_{Rd,c}$ = $\max\{0,7308$ N/mm²; $0,4950$ N/mm²$\} \cdot 200$ mm $\cdot 178$ mm

$V_{Rd,c}$ = 0,7308 N/mm² · 35600 mm² = 26016 N

$V_{Rd,c}$ = 26,02 kN

Uvijet nosivosti:

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

151,43 kN > 26,02 kN - potreban je proračun poprečne armature.

Provjera nosivosti tlačnih štapova - $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

Usvojeni nagib tlačnih štapova: θ = 40˚ $\quad$ ctg(θ) = 1,20

$$V_{Rd,max} = (\alpha_{cv} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [\mathrm{ctg}(\theta) + \mathrm{tg}(\theta)]$$

gdje je: α_{cw} = 1,0 $\quad$ v_1 = 0,6 · [1 - f_{ck} / 250] $\quad$ z = $\zeta \cdot d \approx 0,90 \cdot d$

v_1 = 0,54 $\quad$ z = 16,02 cm

$V_{Rd,max}$ = (1,0 · 20 cm · 16,02 cm · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / (1,20 + 1 / 1,20)

$V_{Rd,max}$ = 212,72 kN

Provjera nosivosti:

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

151,43 kN < 212,72 kN

Proračun potrebne poprečne armature

A_{sw} = m · A_{sw}^1 promjer spona: **φ_w = 8 mm**

A_{sw} = 2 · 0,50 cm² površina presjeka spone: A_{sw}^1 = 0,50 cm²

A_{sw} = 1,00 cm² reznost: m = 2

s_{min} = $[A_{sw} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot ctg(\theta)] / V_{Ed}$

s_{min} = (1,00 cm² · 16,02 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20) / 151,43 kN

s_{min} = 5,52 cm

odabrani razmak s: **s = 5 cm**

Najveća djelotvorna površina presjeka poprečne armature koja se smije ugraditi za ctgθ = 1,0:

$(A_{sw,max} \cdot f_{ywd}) / (b_w \cdot s) \leq (\alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd}) / [2 \cdot \sin(\alpha)]$

(1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30 cm · 5 cm) ≤ (1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²) / [2 · sin(90°)]

0,43 kN < 0,45 kN/cm²

s_{min} = $(2 \cdot A_{s,max} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot \alpha_{cw} \cdot v_1 \cdot f_{cd})$

s_{min} = (2 · 1,00 cm² · 43,48 kN/cm²) / (30,00 cm · 1,00 · 0,54 · 1,67 kN/cm²)

s_{min} = 3,22 cm

$s > s_{min}$

5,00 cm > 3,22 cm

Najmanja poprečna armatura

Minimalni koeficijent armiranja:

$\rho_{w,min}$ = $0,15 \cdot (f_{ctm} / f_{yd})$ za beton klase C25/30: f_{ctm} = 2,60 MPa

$\rho_{w,min}$ = 0,15 · (2,60 MPa / 434,78 MPa)

$\rho_{w,min}$ = 0,0009

Najveći uzdužni razmak spona:

$s_{l,max}^1$ = $(A_{sw}^1 \cdot m) / (b_w \cdot \rho_{w,min})$

$s_{l,max}^1$ = (0,50 cm² · 2) / (20 cm · 0,0009)

$s_{l,max}^1$ = 55,74 cm

Najveći uzdužni razmak spona iz odnosa V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ prema tablici 9.1 norme HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013

V_{Ed} / $V_{Rd,max}$ = 151,43 kN / 212,72 kN = 0,71 0,60 < 0,71 < 1,0

$s_{l,max}^2$ = min{0,30 · d; 30 cm} = min{0,30 · 17,8 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = min{5,34 cm; 30 cm}

$s_{l,max}^2$ = 5,3 cm

Mjerodavna najveća vrijednost razmaka spona: $s_{l,max}$ = 5,34 cm

Odabrana najveća vrijednost razmaka spona: **$s_{l,max,odabrano}$ = 5,00 cm**

Poprečna sila koju nose minimalne spone φ8/5 cm

$V_{Rd,s}^{min}$ = [A_{sw} · z · f_{ywd} · ctg(θ)] / $s_{l,max}$

$V_{Rd,s}^{min}$ = [1,00 · 16,02 cm · 43,48 kN/cm² · 1,20] / 5,00 cm = 167,17 kN

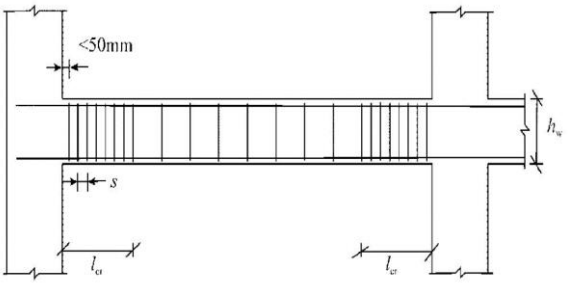
Gredu armirati sponama φ8/5 cm u svom cjelokupnom rasponu.

Posebne odredbe za grede opterećene na potres prema normi HRN EN 1998-1.

Duljina kritičnog područja l_{cr}:

l_{cr} = h_w

l_{cr} = 20 cm



Poprečna armatura u krtičnim područjima grede.

Najmanji promjer spona d_{bw}: d_{bw} = 8 mm

Najmanji promjer vlačne armature: d_{bl} = 16 mm

Razmak spona s:

s = min{h_w / 4; 24 · d_{bw}; 225 mm; 8 · d_{bL}}

s = min{200 mm / 4; 24 · 8 mm; 225 mm; 8 · 16 mm}

s = min{50 mm; 192 mm; 225 mm; 128 mm}

s = 50 mm

Treba predvidjeti razmak spona u vrijednosti od 50 mm po cijeloj duljini kritičnog područja koji iznosi 20 cm.

Minimalni koefijent armiranja vlačnom armaturom uzduž cijele grede mora biti veći od najmanje vrijednosti ρ_{min} dobivene izrazom:

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (f_{ctm} / f_{yk})$ $\qquad$ $\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot h)$

$\rho_{min} = 0,5 \cdot (0,26\ MPa / 500\ MPa)$ $\qquad$ $\rho_1 = 4,02\ cm^2 / (20\ cm \cdot 20\ cm)$

$\rho_{min} = 0,0003$ $\qquad$ $\rho_1 = 0,0101$

$\rho_1 \geq \rho_{min}$

$0,0101 > 0,0003$ - Uvjet je zadovoljen.

Usvojeni razmak poprečne armature u kritičnim područjima: $s = 5,0\ cm$

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI MEĐUKATNE PLOČE

Prema HRN EN 1992-1-1:2004, kontrolu progiba ne treba provoditi ukoliko vitkost konstrukcijskog sustava ne prelazi određenu graničnu vrijednost određenoj prema tablici 7.4N navedene norme a čiji uvjet glasi $l_{eff}/d \leq 25$.

Proračunski raspon: l_{eff} = 1,00 · 650,00 cm = 650,00 cm

Statička visina: d = 17,50 cm

Omjer: **l_{eff} / d = 37,1 > 25** - potrebna je provjera progiba.

Unatoč ispunjavanja kriterija, u nastavku se provodi kontrola minimalne armature, najvećeg promjera šipke armature, najvećeg razmaka armature, širine pukotine za dugotrajno opterećenje, te provjera progiba za kratkotrajno i dugotrajno djelovanje.

Faktori ψ za uporabna i/ili promjenjiva djelovanja:

Za urede (kategorija B2): $\psi_{0,1}$ = 0,70 $\psi_{1,1}$ = 0,50 $\psi_{2,1}$ = 0,30

Kombinacija opterećenja za kratkotrajna djelovanja:

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j}" + "Q_{k,1}" + " \sum_{i\geq 1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Kombinacija opterećenja za česta djelovanja:

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j}" + "\Psi_{1,1} Q_{k,1}" + " \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

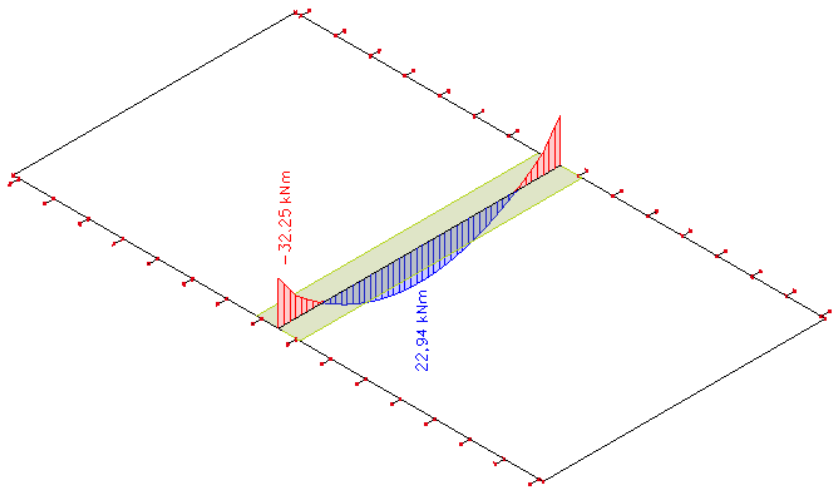
Kombinacija opterećenja za nazovistalna djelovanja:

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j}" + " \sum_{i\geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

IZLAZNE VRIJEDNOSTI UNUTRAŠNJIH SILA U POLJU

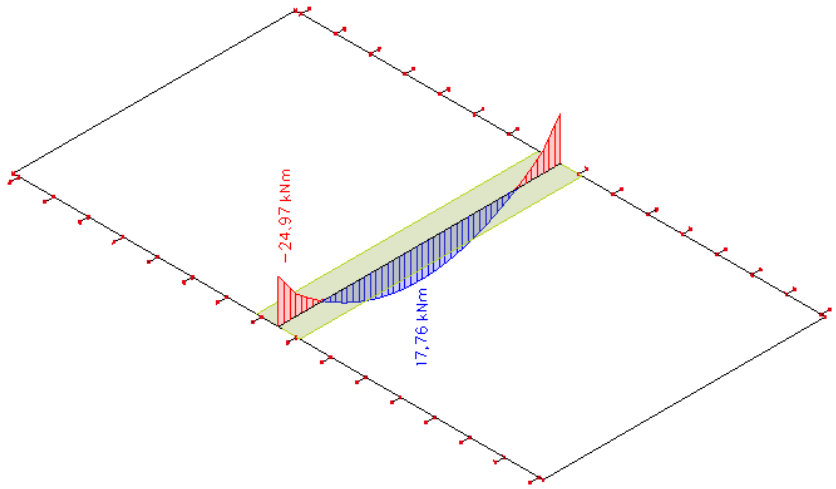
Momenti savijanja za mjerodavnu kombinaciju opterećenja kratkotrajnih djelovanja:

1D internal forces
Values: **My**
Linear calculation
Class: GSU_Char
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: CM3



Momenti savijanja za mjerodavnu kombinaciju opterećenja dugotrajnih djelovanja:

1D internal forces
Values: **My**
Linear calculation
Class: GSU_Quasi
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: CM3



Očitane unutrašnje sile za kratkotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku grede:	M_A =	-32,25 kNm
Momenti savijanja na kraju grede:	M_B =	-32,25 kNm
Momenti savijanja u polju grede:	M_{Ed} =	22,94 kNm

Očitane unutrašnje sile za dugotrajna djelovanja:

Momenti savijanja na početku grede:	M_A =	-24,97 kNm
Momenti savijanja na kraju grede:	M_B =	-24,97 kNm
Momenti savijanja u polju grede:	M_{Eds} =	17,76 kNm

Polazne karakteristike armiranobetonskog poprečnog presjeka:

Širina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	b =	100 cm
Visina armiranobetonskog poprečnog presjeka:	h =	20 cm
Visina težišta vlačne armature od donjeg ruba:	d_1 =	2,50 cm
Visina težišta tlačne armature od tlačnog ruba:	d_2 =	2,50 cm
Statička visina presjeka:	d =	17,50 cm
Površina usvojene vlačne armature:	$A_{s1,prov}$ =	6,92 cm²
Površina usvojene tlačne armature:	$A_{s2,prov}$ =	0,00 cm²

Geometrijske karakteristike presjeka za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Sekantni modul elastičnosti betona:

$$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$$

$$E_{cm} = 30472 \text{ MPa}$$

Modul elastičnosti čelika:

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Odnos modula elastičnosti:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm}$$

$$\alpha_e = 6{,}56$$

Koeficijenti armiranja:

$$\rho_I = A_{s1,prov} / (b \cdot h)$$

$$\rho_I = 0{,}00346$$

$$\rho_{II} = A_{s1,prov} / (b \cdot d)$$

$$\rho_{II} = 0{,}00395$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$$

$$A_I = 0{,}01986$$

$$B_I = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$$

B_I = 0,02269

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

A_{II} = 0,02594

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_1 \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

B_{II} = 0,02594

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

k_{xI} = 0,50832

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2\,A_{II})^{1/2}$

k_{xII} = 0,20329

Udaljenost neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

y_{Ig} = 10,17 cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

y_{Id} = 9,83 cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

y_{IIg} = 3,56 cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka grede:

$I_0 = b\,h^3 / 12$

I_0 = 66667 cm⁴

$I_I = b / 3 \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

I_I = 68791 cm⁴

$I_{II} = b_{eff} \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

I_{II} = 10324 cm⁴

Geometrijske karakterstike za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Površina betonskog presjeka:

A_c = *100 cm · 20 cm = 2000 cm²*

Opseg elementa u dodiru s okolišem:

u = 1 · 100 cm = 100 cm

Srednji polumjer ploče:

$h_0 = 2 \cdot A_c / u$

h_0 = 40,00 cm = 400 mm

Za suhe uvjete okoliša i za t_0 = 28 dana, linearnom interpolacijom iz tablice u normi HRN EN 1992-1-1:2013 očitani konačni koeficijent puzanja iznosi:

$\rho(\infty, t_0)$ = 2,80

Proračunski modul elastičnosti betona:

$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \rho(\infty, t0))$

$E_{c,eff} = 8019$ MPa

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za t = ∞:

$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$

$\alpha_e = 24,94$

Koeficijent armiranja su jednaki onima za t = 0:

$\rho_I = 0,00346$

$\rho_{II} = 0,00395$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$A_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (d / h) \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_I = 0,07546$

$B_I = \alpha_e \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_I = 0,08624$

$A_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot [1 + A_{s2,prov} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)]$

$A_{II} = 0,09856$

$B_{II} = \alpha_e \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2,prov} / A_{s1,prov})$

$B_{II} = 0,09856$

$k_{xI} = (0,5 + A_I) / (1 + B_I)$

$k_{xI} = 0,52977$

$k_{xII} = -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 A_{II})^{1/2}$

$k_{xII} = 0,35623$

Udaljenosti neutralne osi poprečnog presjeka ploče:

$y_{Ig} = k_{xI} \cdot h$

$y_{Ig} = 10,60$ cm

$y_{Id} = h - y_{Ig}$

$y_{Id} = 9,40$ cm

$y_{IIg} = k_{xII} \cdot d$

$y_{IIg} = 6,23$ cm

Momenti tromosti poprečnog presjeka grede:

$I_c = b \cdot h^3 / 12$

$I_c = 66667$ cm⁴

$I_I = b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) / 3 + (\alpha_e - 1) \cdot [A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2]$

$I_I = 75269$ cm⁴

$I_{II} = b \cdot y_{IIg}^3 / 3 + \alpha_e \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2$

$I_{II} = 29968$ cm⁴

Statički momenti ploština armature:

$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{Ig} - d_2)$

$S_I = 47,75 \text{ cm}^3$

$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2,prov} \cdot (y_{IIg} - d_2)$

$S_{II} = 77,91 \text{ cm}^3$

Određivanje minimalne ploštine armature za ograničavanje širine pukotina

Koeficijent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi pukotine:

$k_c = 0,40$

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela naprezanja po presjeku izavanog temperaturnim promjenama i/ili skupljanjem unutar elementa:

$k = 1,0 \text{ za } h \leq 300 \text{ mm}; 0,65 \text{ za } h \geq 800 \text{ mm}$

$k = 1,00$

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine.
Kada starost nije moguće točno utvrditi, radi sigurnosti uzima se da je $f_{ct,eff} = f_{ctm}$:

$f_{ct,eff} = 2,60 \text{ MPa} = 0,26 \text{ kN/cm}^2$

Vlačna ploština presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

$A_{ct} = b \cdot h / 2$

$A_{ct} = 1000,00 \text{ cm}^2$

Proračunski moment u polju grede za dugotrajno djelovanje:

$M_{Eds} = 17,76 \text{ kNm}$

Krak unutarnjih sila

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 15,42 \text{ cm}$

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 16,65 \text{ kN/cm}^2$

Minimalna ploština armature za ograničavanje širine pukotina:

$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$

$A_{s1,min} = 6,25 \text{ cm}^2$

$A_{s1,prov} = 6,92 \text{ cm}^2 > 6,25 \text{ cm}^2$ *- Zadovoljen je uvjet minimalne armature.*

Kontrola najvećeg promjera šipke u betonskom presjeku

Za razred izloženosti XC4, XD1, XF3 te za nazovistalnu kombinaciju opterećenja, granična vrijednost širine pukotina iznosi:

w_{max} = 0,30 mm

Najveći promjer šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći promjer šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Prema GSN-u usvojeni promjer šipki od 10 mm ispunjava kriterij najvećeg promjera šipke od 25 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 200 MPa.

Kontrola najvećeg razmaka šipke u betonskom presjeku

Najveći razmak šipki za kontrolu širine pukotina

Naprezanje u čeliku [MPa]	najveći razmak šipki [mm]		
	w = 0,4 mm	w = 0,3 mm	w = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Prema GSN-u usvojeni razmak šipki od 150 mm ispunjava kriterij najvećeg razmaka šipke od 250 mm za ograničenje pukotina od 0,30 mm i naprezanje u armaturi do 200 MPa.

PRORAČUN PUKOTINA

Proračun širine pukotina u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

w_g = 0,30 mm

β = 1,70

Proračunski moment savijanja u polju grede:

M_{Ed} = 22,94 kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 16,31 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Ed} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 20,33 kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ f_{ctm} = 2,60 MPa *- za beton klase C25/30*

M_{cr} = 1733,33 kNcm

M_{Ed} = 22,94 kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri kritičnom momentu:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 15,36 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

ε_{sm} = 4,3623E-04

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

k_1 = 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

k_2 = 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

φ = 10 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff}$ = 548,08 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r = 0,0126$

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} = 129,25$ mm

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k = 0,10$ mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

Proračun širine pukotina u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Širina pukotine mora biti manja od granične koja iznosi:

$w_g = 0,30$ mm

$\beta = 1,70$

Maksimalni moment savijanja u polju grede:

$M_{Eds} = 17,76$ kNm

Krak unutarnjih sila:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z = 15,42$ cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Eds} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s = 16,65$ kN/cm²

Moment savijanja pri kojem dolazi do pojave prve pukotine u poprečnom presjeku:

$M_{cr} = 1733,33$ kNcm

$M_{Ed} = 17,76$ kNm > 17,33 kNm *- ima pukotina u betonu.*

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} = 16,25$ kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 = 1,00$ *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 = 0,50$ *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Srednja relativna deformacija armature za kratkotrajno djelovanje iznosi:

$\varepsilon_{sm} = \sigma_s \cdot [1 - \beta_1 \cdot \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] / E_s$

$\varepsilon_{sm} = 4,3607E-04$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$k_1 =$ 0,80 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija

$k_2 =$ 0,50 *- za savijanje.*

Promjer šipke armature:

$\varphi =$ 10 mm

Sudjeljujuća vlačna površina presjeka:

$A_{c,eff} = b \cdot (h - y_{IIg}) / 3$

$A_{c,eff} =$ 458,86 cm²

Djelotvorni koeficijent armiranja:

$\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$

$\rho_r =$ 0,0151

Srednji razmak pukotina:

$s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$

$s_{rm} =$ 116,35 mm

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje iznosi:

$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$

$w_k =$ 0,09 mm < 0,30 mm *- zadovoljavajuća širina pukotina.*

PRORAČUN PROGIBA PLOČE

Proračun progiba grede u polju za kratkotrajno djelovanje (t = 0)

Maksimalni moment savijanja u polju ploče iznosi:

$M_{Eds} =$ 22,94 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{cm} \cdot I_I)$

$1 / r_1 =$ 1,09E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

$z =$ 16,31 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_s =$ 20,33 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

$\varepsilon_{s1} =$ 1,02E-03

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II} =$ 7,29E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

$\sigma_{sr} =$ 15,36 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

$\beta_1 =$ 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

$\beta_2 =$ 1,00 *- za kratkotrajno djelovanje:*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

$\zeta =$ 0,429

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka grede:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_{tot} =$ 3,75E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba grede:

$M_A =$ -32,25 kNm ; $M_B =$ -32,25 kNm ; $M_{Ed} =$ 22,94 kNm

$L =$ 650 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

$\beta =$ 2,81

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0{,}1 \cdot \beta)$

$k =$ 0,07488

progib grede od kratkotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

$v_{tot} =$ 1,19 cm < L / 300 = 2,17 cm *- zadovoljen progib.*

Proračun progiba grede u polju za dugotrajno djelovanje (t = ∞)

Maksimalni moment savijanja u polju grede iznosi:

M_{Eds} = 17,76 kNm

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja I:

$1 / r_1 = M_{Eds} / (E_{c,eff} \cdot I_I)$

$1 / r_1$ = 2,94E-05 (1/cm)

Krak unutarnjih sila za stanje naprezanja II:

$z = d - y_{IIg} / 3$

z = 15,42 cm

Naprezanje u armaturi:

$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_s = 16,65 kN/cm²

Relativna deformacija vlačne armature:

$\varepsilon_{s1} = \sigma_s / E_s$

ε_{s1} = 8,33E-04

Zakrivljenost poprečnog presjeka za stanje naprezanja II:

$1 / r_{II} = \varepsilon_{s1} / (d - y_{IIg})$

$1 / r_{II}$ = 7,39E-05 (1/cm)

Naprezanje u armaturi pri pojavi prve pukotine:

$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z)$

σ_{sr} = 16,25 kN/cm²

Koeficijent kojim se uzima u obzir prijonjivosti armature i betona:

β_1 = 1,00 *- za rebrastu armaturu.*

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja:

β_2 = 0,50 *- za dugotrajno djelovanje ili promjenjivo učestalo djelovnje.*

Koeficijent raspodjele zakrivljenosti:

$\zeta = 1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2$

ζ = 0,524

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka od opterećenja, puzanja i skupljanja betona:

$1 / r_m = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_I) + \zeta \cdot (1 / r_{II})$

$1 / r_m$ = 5,27E-05 (1/cm)

Konačna vrijednost relativne deformacije betona od skupljanja betona iznosi:

$\varepsilon_{cs\infty}$ = 0,00054 *- linearna interpolacija*

Zakrivljenosti poprečnog presjeka grede od skupljanja betona za stanje naprezanja I i II:

$1 / r_{cs,I} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_I / I_I$

$1 / r_{cs,I}$ = 8,54E-06 (1/cm)

$1 / r_{cs,II} = \varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha_e \cdot S_{II} / I_{II}$

$1 / r_{cs,II}$ = 3,50E-05 (1/cm)

Srednja zakrivljenost poprečnog presjeka grede od skupljanja betona:

$1 / r_{csm} = (1 - \zeta) \cdot (1 / r_{cs,I}) + \zeta \cdot (1 / r_{cs,II})$

$1 / r_{csm}$ = 2,24077E-05

Ukupna zakrivljenost poprečnog presjeka:

$1 / r_{tot} = 1 / r_m + 1 / r_{csm}$

$1 / r_{tot}$ = 7,51E-05 (1/cm)

Određivanje koeficijenta *k* za određivanje progiba grede:

M_A = -24,97 kNm ; M_B = -24,97 kNm ; M_{Ed} = 17,76 kNm

L = 650 cm *- proračunski raspon ploče*

$\beta = |M_A + M_B| / |M_{Ed}|$

β = 2,81

$k = 5 / 48 \cdot (1 - 0,1 \cdot \beta)$

k = 0,07488

Progib od dugotrajnog djelovanja:

$v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1 / r_{tot}$

v_{tot} = 2,38 cm < L / 250 = 2,60 cm *- zadovoljen progib.*

NAPOMENA:

- Provjera progiba zadovoljava pod uvjetom da se uz osnovnu armaturu prema GSN-u dodatno armira šipkama φ8/30 cm.
- Navedeno ojačanje se izvodi za one ploče čiji raspon je veći od 6,0 m.

2.5.4 DIMENZIONIRANJE ČELIČNOG NOSIVOG SKLOPA AULE

1. Postavke proračuna za čelik

Provjera elementa

y-y	Yes
z-z	Ne
Max. omjer k [-]	10,00
Maks. vitkost [-]	1000,00
koeficijent izvijanja 2gog reda	Prema unosu
Lateralnog torzijske izvijanje krivulje	Valjani presjek ili ekvivalentni zavar
Metoda za C1 C2 C3	ECCS 119/Galea
Metoda za k_ c	Određuje se iz C1
Elastična provjera	Ne
Provjeri samo presjek	Ne
Čvrstoća izvijanje iznosio je 2 nd obračuna narudžbi	Ne
Trenutke na stupovima u jednostavne konstrukcije	Ne
Metoda interakcija	Dodatak A (alternativna metoda 1)
Gama M0 [-]	1,00
Gama M1 [-]	1,10
Gama M2 [-]	1,25
a0 (1/Value) [-]	350,00
a (1/vrijednost) [-]	300,00
b (1/Vrijednost) [-]	250,00
c (1/Vrijednost) [-]	200,00
d (1/Value) [-]	150,00
a0 (1/Value) [-]	300,00
a (1/vrijednost) [-]	250,00
b (1/Vrijednost) [-]	200,00
c (1/Vrijednost) [-]	150,00
d (1/Value) [-]	100,00
k [-]	0,50
a [-]	0,21
b [-]	0,34
c [-]	0,49
d [-]	0,76
LTB Krivulje	Koristi tablicu 6.4
Lambda,LT,0 [-]	0,40
Beta [-]	0,75
LTB Krivulje	Koristi tablicu 6.5
Izmjena faktor f	Zadani EN metoda

Otpornost na požar

Krivulja temperatura-vrijeme	ISO 834 krivulja
Koeficijent prijenosa topline konvekcijom \f2 alpha_ c [W/m²K]	25,00
Emisivnost se odnose na vatru Pretinac \f2 epsilon_ f [-]	1,00
Emisivnost odnose na površini materijala \f2 epsilon_ m [-]	0,70
Faktor Konfiguracija \f2 Phi za zračenja toplinskog toka [-]	1,00
Vrsta proračuna	Područje otpornosti
Gamma M,fi [-]	1,00
Koristi faktor prilagodbe za učinak sjene k_{sh}	Da
Ograničenje temperature Theta, Crit [°C]	350,00
Otpornost presjeka klase 4	Dodatak E

kritična temperatura	Zadani EN metoda

Hladno oblikovani

Iteracija ukrute	Da
Sveukupno Presjek iteracija	Da
Interakcija	EN 1993/01/01 čl. 6.3.3
Limit za velike aksijalne sile	0.1
Dužina ležaja S_s [mm]	10

Nacionalni Prilog

Gamma,M0 [-]	1,00
Gamma,M1 [-]	1,00
Gamma,M2 [-]	1,25
Gamma,M3 [-]	1,25
Gamma,c [-]	1,50
faktor modifikacija [-]	1,00
Granica triangulacije	Zadani EN metoda

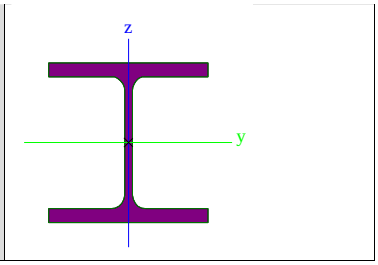
2. Materijali

Čelik EC3

Naziv	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Boja
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,00	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,01e-003	40	80	215,0	360,0	

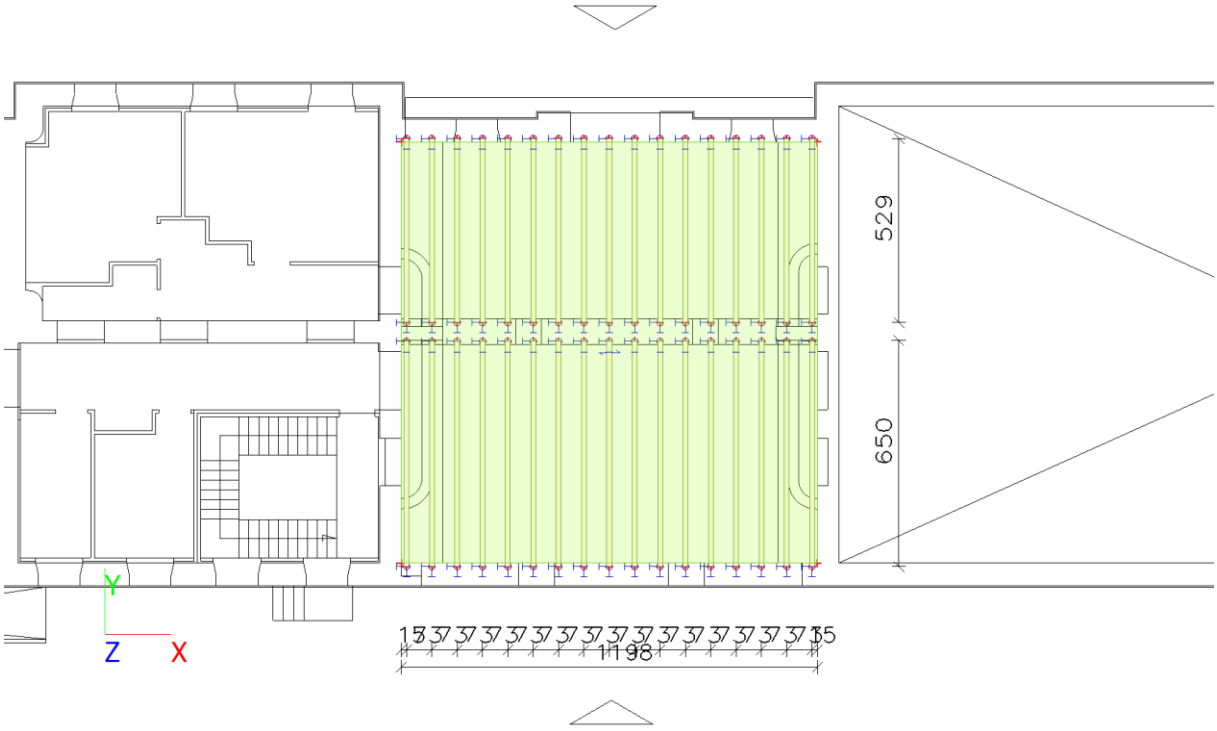
3. Poprečni presjeci

CS4		
Vrsta	HEB140	
Formcode	1 - I presjek	
Vrsta oblika	Tankostjeni	
materijal predmeta	S 355	
Proizvodnja	uvaljani	
Boja		
Čvrstoća izvijanje y-y, Čvrstoća izvijanje z-z	b	c
A [m²]	4,2960e-03	
A_y [m²], A_z [m²]	3,2839e-03	1,0326e-03
A_L [m²/m], A_D [m²/m]	8,0500e-01	8,0530e-01
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	70	70
α [deg]	0,00	
I_y [m⁴], I_z [m⁴]	1,5090e-05	5,4970e-06
i_y [mm], i_z [mm]	59	36
$W_{el.y}$ [m³], $W_{el.z}$ [m³]	2,1560e-04	7,8520e-05
$W_{pl.y}$ [m³], $W_{pl.z}$ [m³]	2,4540e-04	1,1980e-04
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	87169,92	87169,92
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	42530,07	42530,07
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m⁴], I_w [m⁶]	1,9719e-07	2,1925e-08
$β_y$ [mm], $β_z$ [mm]	0	0

Slika	

Objašnjenja simbola	
Formcode	h - Height b - Flange širina t - Flange debljina s - Web debljina r - Radius na prirubnici korijena R1 - Radius na prirubnici pete a - Flange nagib W - Internal vijak udaljenost wm - Unit savijanje na prirubnici nožni prst
A	Površina
A_y	Površina posmika u glavnom y-smjeru - Proračunato po 2D MKE analizi
A_z	Površina posmika u glavnom z-smjeru - Proračunato po 2D MKE analizi
A_L	Opseg po jedinici duljine
A_D	Površina Sušenje po jedinici duljine
$c_{Y.UCS}$	Težište koordinirata u Y-smjeru unosa
$c_{Z.UCS}$	Težište koordinirata u Z-smjeru unosa
$I_{Y.LCS}$	Drugi moment površine oko YLKS osi
$I_{Z.LCS}$	Drugi moment površine oko ZLKS osi
$I_{YZ.LCS}$	Trenutak Proizvod prostora u LCS sustav
α	Kut zakretanja glavne osi sustava
I_y	Drugi moment površine oko glavne y-osi
I_z	Drugi moment površine oko glavne z-osi
i_y	Radijus giracije o glavnoj osi y
i_z	Radijus giracije o glavnoj osi z
$W_{el.y}$	Modula elastičnosti sekcije o glavnoj osi y
$W_{el.z}$	Modula elastičnosti sekcije o glavnoj osi z
$W_{pl.y}$	Plastika Moment otpora o glavnoj osi y
$W_{pl.z}$	Plastika Moment otpora o glavnoj osi z
$M_{pl.y.+}$	Plastični trenutak o glavnoj osi y za pozitivan moj trenutak
$M_{pl.y.-}$	Plastični trenutak o glavnoj osi y za negativnu moj trenutak
$M_{pl.z.+}$	Plastični trenutak o glavnom z-osi za pozitivan MZ trenutku
$M_{pl.z.-}$	Plastični trenutak o glavnom z-osi za negativnu MZ trenutku
d_y	Koordinata središta posmika u glavnom y-smjeru mjereno iz težišta - Proračunato po 2D MKE analizi
d_z	Koordinata središta posmika u glavnom z-smjeru mjereno iz težišta - Proračunato po 2D MKE analizi
I_t	Konstanta torzije - Proračunato po 2D MKE analizi
I_w	Konstanta vitoperenja - Proračunato po 2D MKE analizi
β_y	Mono-simetrija stalna o glavnoj osi y
β_z	Mono-simetrija stalna o glavnoj osi z

4. Proračunski model

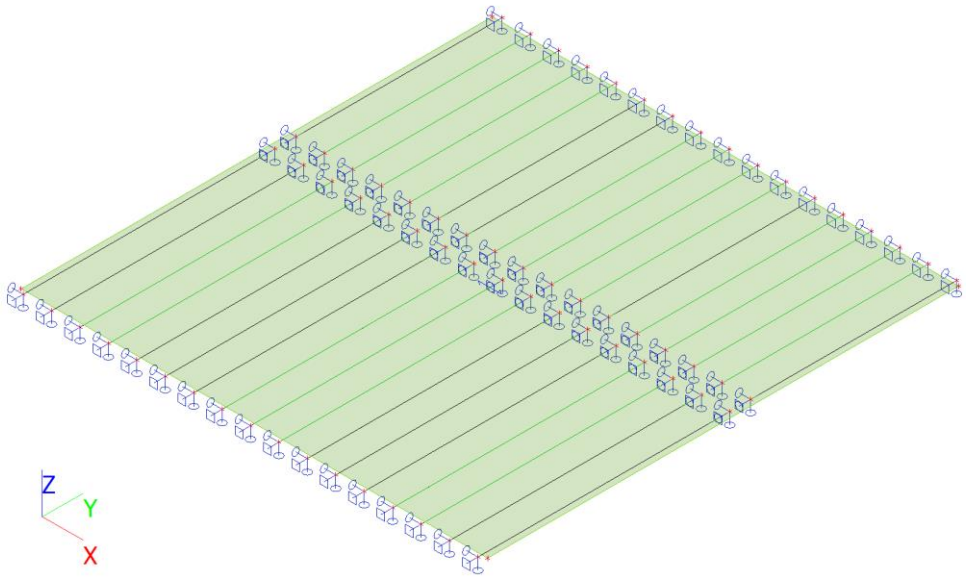


5. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA

5.1. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC1

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Smjer
LC1	SW	Trajno	LG1	Vlastita težina	-Z

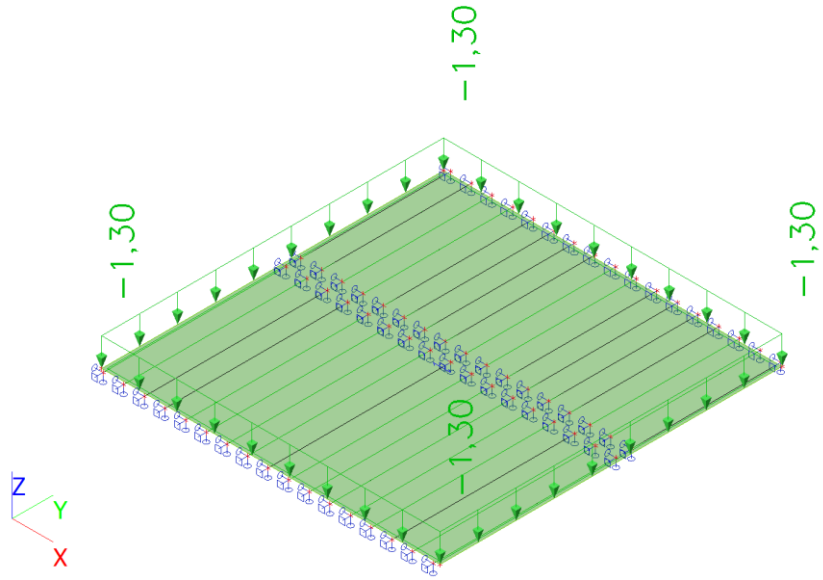
5.1.



5.2. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC2

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja
LC2	DW	Trajno	LG1	Standardno

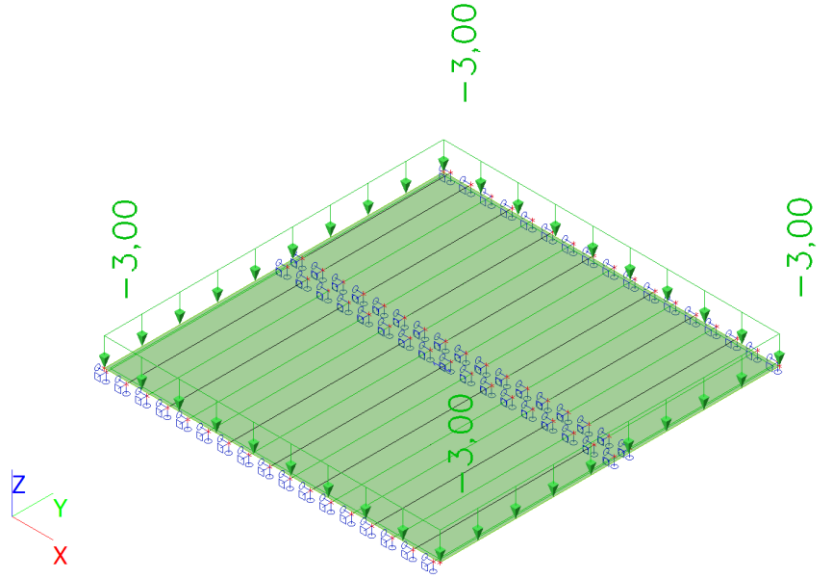
5.2.



5.3. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC3

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec	Trajanje
LC3	LL	Varijabla	LG2	Stat.	Standardno	Kratko

5.3.



6. Slučajevi opterećenja

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Smjer	Trajanje
	Spec	Vrsta opterećenja			
LC1	SW	Trajno	LG1	-Z	
		Vlastita težina			
LC2	DW	Trajno	LG1		
		Standardno			
LC3	LL	Varijabla	LG2		Kratko
	Standardno	Stat.			

7. Kombinacije opterećenja

Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
ULS-Set B (auto)	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
SLS-Char (auto)	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000
ULS-Fire	HR-kod slučajnog 2	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - LL	1,000

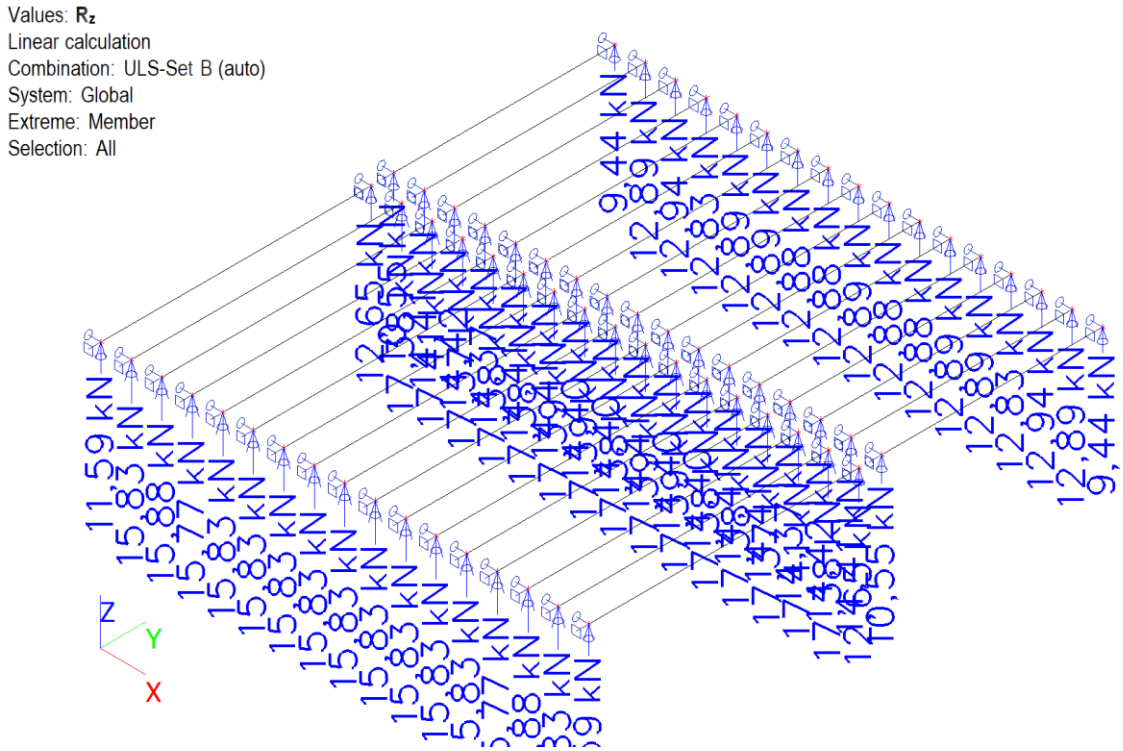
8. Reakcije

Linearni proračun
Kombinacija: ULS-Set B (auto)
Sustav: Globalni
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Reakcije čvora

Naziv	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn121/N114	ULS-Set B (auto)/1	0,00	0,00	**2,03**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn150/N147	ULS-Set B (auto)/2	**0,00**	**0,00**	**17,41**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0

Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	LC1 + LC2
ULS-Set B (auto)/2	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

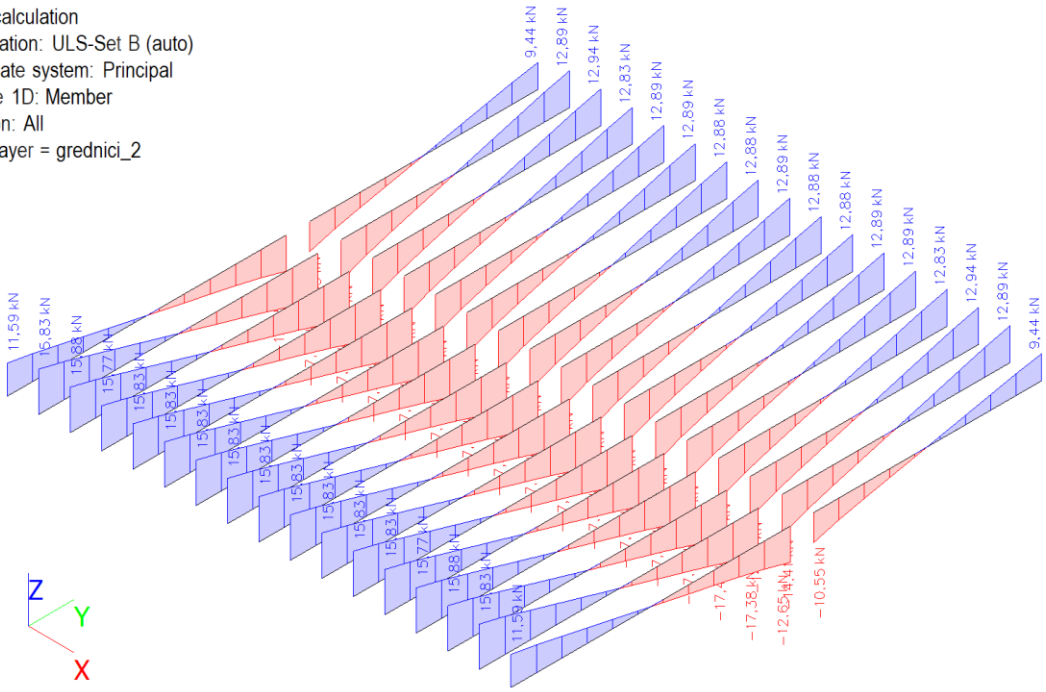
9. Reactions; R_z



10. Rezultati unutrašnjih sila

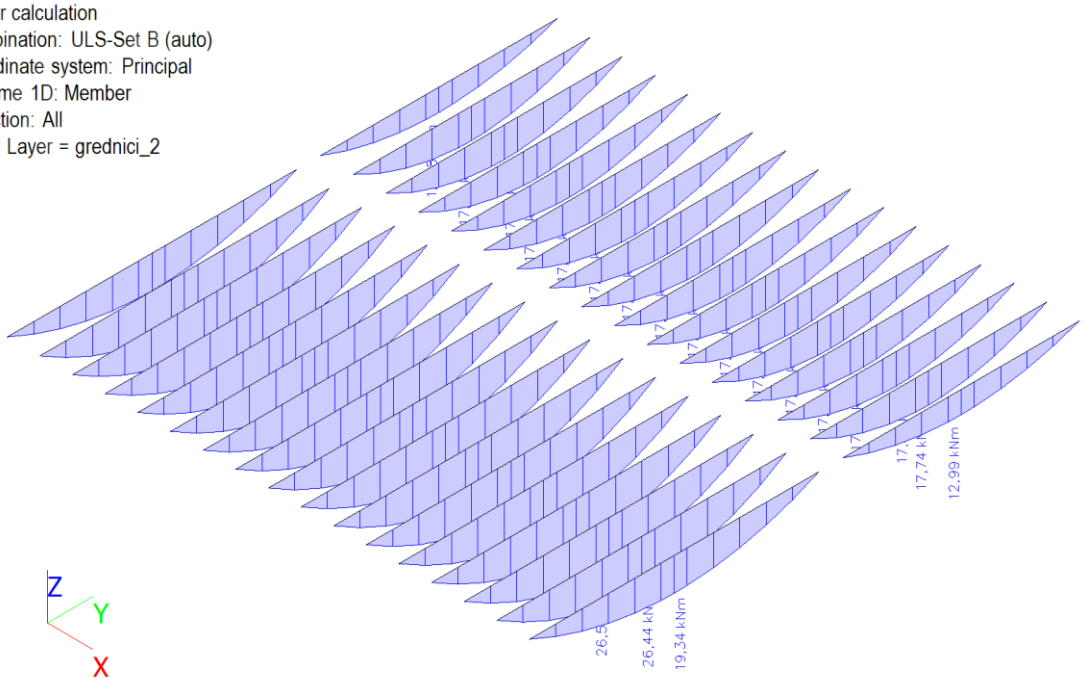
10.1. Unutrašnje sile - V_z

Values: V_z
Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Member
Selection: All
Filter: Layer = grednici_2



10.2. Unutrašnje sile - M_y

Values: M_y
Linear calculation
Combination: ULS-Set B (auto)
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Member
Selection: All
Filter: Layer = grednici_2



11. Dimenzioniranje glavne nosive grede pozicije G200 u sklopu pozicije P211

11.1. EC-EN 1993 Provjera KGS metalne konstrukcije

Linearni proračun
Kombinacija: ULS-Set B (auto)
Koordinatni sustav: Glavni
Ekstrem 1D: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = grednici_2

EN 1993-1-1 Norma provjere
Nacionalni dodatak: Standard EN

Element B71	**3,235 / 6,470 m**	**HEB140**	**S 355**	**ULS-Set B (auto)**	**0,50 -**

Podaci nosača	
Proizvodnja	Valjani
Grupa izvijanja	Zadano

Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto) / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

N_{Ed} [kN]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	T_{Ed} [kNm]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0,00	0,00	0,04	0,00	26,55	0,00

Provjera presjeka	
Klasifikacija dijelova	1
Provjera momenta savijanja za M_y	0,30 -
Provjera posmika za V_z	0,00 -
Zaključak - provjera presjeka	0,30 -

Os izvijanja	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	6,470	747,14		1,43	1,00
z-z	1,00	6,470	272,18		2,37	1,00
y-z	1,00	6,470	3550,05		0,66	1,00
LTB	1,00	6,470		76,69	1,07	0,68

Provjera stabilnosti	
Klasifikacija stabilnosti	1
Lateralna provjera Torzijska izvijanje	0,50 -
Zaključak - provjera stabilnosti	0,50 -

11.2. EC-EN 1993 Provjera vatrootpornosti čelika

Linearni proračun
Kombinacija: ULS-Fire
Koordinatni sustav: Glavni
Ekstrem 1D: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = grednici_2

EN 1993-1-2 Norma provjere vatrootpornosti
Nacionalni dodatak: Standard EN

Element B71	**3,235 / 6,470 m**	**HEB140**	**S 355**	**ULS-Fire**	**0,93 -**

Kombinacijski ključ
ULS-Fire / LC1 + LC2 + 0.30*LC3

Parcijalni koeficijenti sigurnosti	
γ_{M0} za otpor presjeka	1,00

Parcijalni koeficijenti sigurnosti	
γ_{M1} za otpornost na nestabilnost	1,10
γ_{M2} za otpornos presjeka	1,25
$\gamma_{M,fi}$ otpornost na požar	1,00

Materijal			
Granica popuštanja	f_y	355,0	MPa
Granična čvrstoća	f_u	490,0	MPa
Proizvodnja		Valjani	

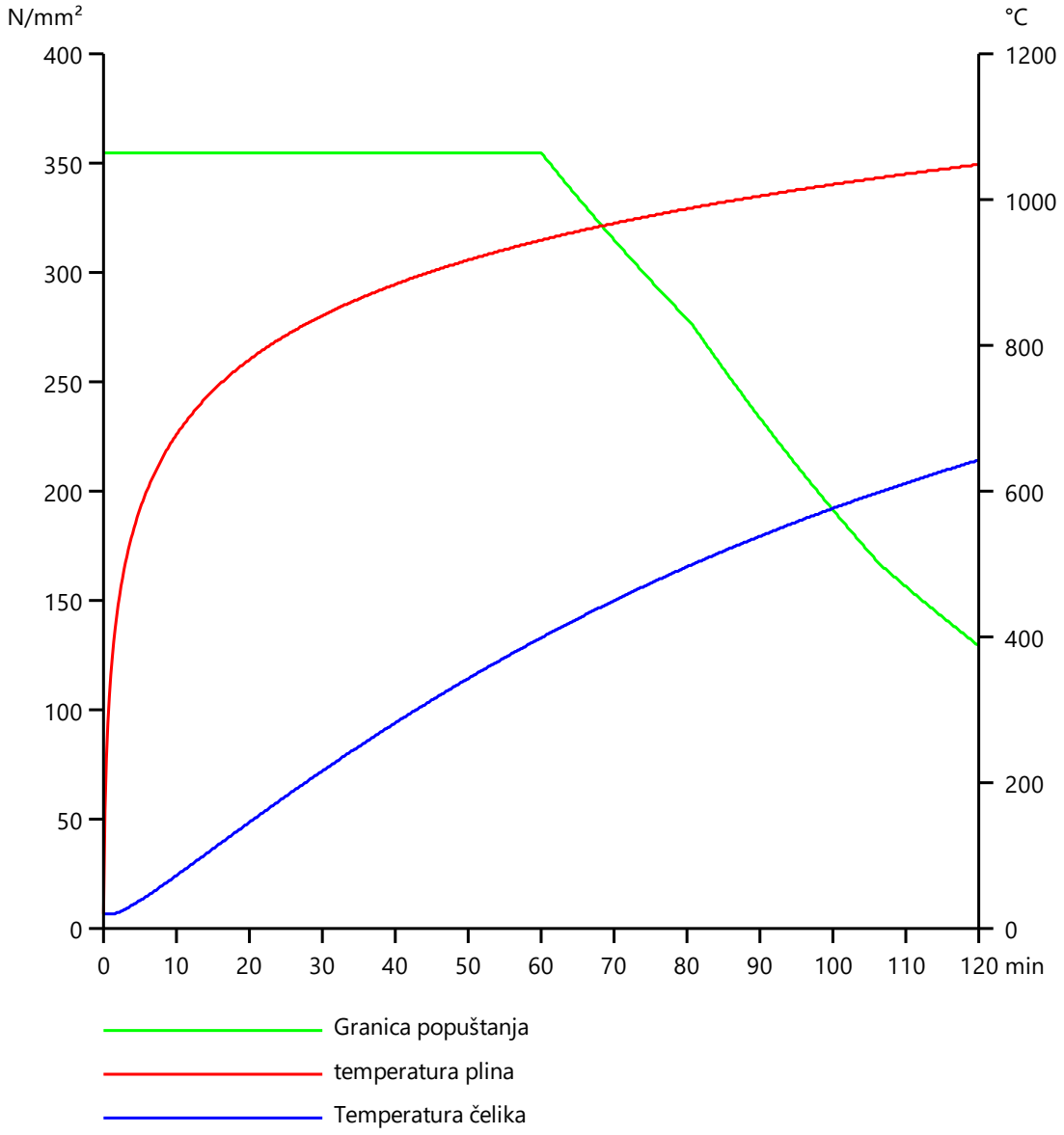
Otpornost na požar
Provjera otpornosti prema EN 1993-1-2 članak 4.2.3

Otpornost na požar			
Krivulja temperatura-vrijeme		ISO 834 krivulja	
Koeficijent prijenosa topline konvekcijom	α_c	25,00	W/m²K
Emisivnost se odnose na vatru pretinac	ε_f	1,00	
Emisivnost se odnose na površinu materijala	ε_m	0,70	
faktor Konfiguracija za tok zračenja topline	φ	1,00	
Potrebna vatrootpornost	R	120,00	min
temperatura plina	θ_g	1049,04	°C
Materijal temperatura	$\theta_{a,t}$	643,72	°C
Izloženost nosača		3 strane	
Natkrivena prirubnica		Gornja pojasnica	
Faktor prilagodbe za popr. presjek	κ_1	0,85	
Faktor prilagodbe za nosače	κ_2	1,00	
Redukcijski faktor za snagu prinosa	$k_{y,\theta}$	0,37	
Redukcijski faktor za E modula	$k_{E,\theta}$	0,23	

izolacijska svojstva			
Naziv		Vermiculite and gypsum (high density)	
Vrsta Učvršćivanje		Contour Pakovanje	
Vrsta izolacije		Mlaz	
Debljina	d_p	15	mm
Jedinična masa	ρ_p	310,00	kg/m³
Toplinska vodljivost	λ_p	8,0000e-02	W/mK
Specifična toplina	c_p	1,1000e+00	J/gK
Faktor presjeka za izolirane čelične elemente	A_p/V	1,5480e+02	1/m

Ovdje prikazani rezultati provjere su dani u potrebnom vremenu t = 120,00 min.

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com



...::PROVJERA PRESJEKA::...

Provjera kritičnog je na poziciji 3,235 m

Unutarnje sile		Proračunato	Jedinica
Okomita sila	$N_{fi,Ed}$	0,00	kN
Posmična sila	$V_{y,fi,Ed}$	0,00	kN
Posmična sila	$V_{z,fi,Ed}$	0,01	kN
Torzija	$T_{fi,Ed}$	0,00	kNm
Moment savijanja	$M_{y,fi,Ed}$	10,25	kNm
Moment savijanja	$M_{z,fi,Ed}$	0,00	kNm

Klasifikacija presjeka za dimenzioniranje
Klasifikacija prema EN 1993-1-2 članku 4.2.2
Klasifikacija unutarnjih i vanjskih dijelova uglova prema normi EN 1993-1-1 tablici 5.2 list 1 & 2

Id	Vrsta	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Granica Klasa 1 [-]	Ograničenje klasa 2 [-]	Ograničenje Klasa 3 [-]	Klasa
1	SO	55	12	-43446,001	-43446,001								
3	SO	55	12	-43446,001	-43446,001								
4	I	92	7	-31226,813	31226,813	-1,0		0,5	13,1	49,8	57,4	85,8	1
5	SO	55	12	43446,001	43446,001	1,0	0,4	1,0	4,5	6,2	6,9	9,7	1
7	SO	55	12	43446,001	43446,001	1,0	0,4	1,0	4,5	6,2	6,9	9,7	1

Bilješka: Granica klasifikacije je postavljena prema Semi-Comp+.
Popr. presjek je klasificiran kao Klasa 1

Provjera momenta savijanja za M_y
Prema EN 1993-1-2 članak 4.2.3.3 i formula (4.10)

Plastični modul presjeka	$W_{pl,y}$	2,4540e-04	m^3
Plastični moment savijanja	$M_{pl,y,Rd}$	87,12	kNm
Nosivost savijanja	$M_{y,fi,\theta,Rd}$	31,80	kNm
Dizajn otpora na savijanje	$M_{y,fi,t,Rd}$	37,42	kNm
Provjera jedinica		0,27	-

Provjera posmika za V_z
Prema EN 1993-1-2 članak 4.2.3.3 i formula (4.16)

Faktor korekcije posmika	η	1,20	
Posmik površina	A_v	1,3080e-03	m^2
Plastični otpora smicanja za V_ z	$V_{pl,z,Rd}$	268,09	kN
Plastični otpora smicanja za V_ z	$V_{z,fi,t,Rd}$	97,87	kN
Provjera jedinica		0,00	-

Element zadovoljava provjeru presjeka.

...::PROVJERA STABILNOSTI::...

Klasifikacija za izvijanje
Odlučujuće pozicija za razvrstavanje stabilnosti: 3,235 m
Odlučujući faktor iskoristivosti η: 0,27
Klasifikacija prema EN 1993-1-2 članku 4.2.2
Klasifikacija unutarnjih i vanjskih dijelova uglova prema normi EN 1993-1-1 tablici 5.2 list 1 & 2

Id	Vrsta	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Granica Klasa 1 [-]	Ograničenje klasa 2 [-]	Ograničenje Klasa 3 [-]	Klasa
1	SO	55	12	-43446,001	-43446,001								
3	SO	55	12	-43446,001	-43446,001								
4	I	92	7	-31226,813	31226,813	-1,0		0,5	13,1	49,8	57,4	85,8	1
5	SO	55	12	43446,001	43446,001	1,0	0,4	1,0	4,5	6,2	6,9	9,7	1

Id	Vrsta	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Granica Klasa 1 [-]	Ograničenje klasa 2 [-]	Ograničenje Klasa 3 [-]	Klasa
7	SO	55	12	43446,001	43446,001	1,0	0,4	1,0	4,5	6,2	6,9	9,7	1

Bilješka: Granica klasifikacije je postavljena prema Semi-Comp+.
Popr. presjek je klasificiran kao Klasa 1
Bilješka: Odlučujući položaj za klasifikaciju stabilnosti temelji se na faktoru iskoristivosti η prema Semi-Comp+.

Lateralna provjera Torzijska izvijanje
Prema EN 1993-1-2 članak 4.2.3.3 i formula (4.11)

parametri LTB			
Plastični modul presjeka	$W_{pl,y}$	2,4540e-04	m^3
Elastična kritični trenutak	M_{cr}	76,69	kNm
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,LT}$	1,07	
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,LT,\theta}$	1,34	
Nesavršenost	α_{LT}	0,53	
Redukcijski faktor	$\chi_{LT,fi}$	0,35	
Dizajn izvijanje otpornost	$M_{b,fi,t,Rd}$	11,05	kNm
Provjera jedinica		0,93	-

Mcr parametri			
duljina LTB	l_{LT}	6,470	m
Utjecaj položaja opterećenja		bez utjecaja	
korektivni faktor	k	1,00	
korektivni faktor	k_w	1,00	
LTB faktor trenutak	C_1	1,13	
LTB faktor trenutak	C_2	0,45	
LTB faktor trenutak	C_3	0,53	
Udaljenost centra posmika	d_z	0	mm
Udaljenost od primjene opterećenja	z_g	0	mm
Mono-simetrija stalna	β_y	0	mm
Mono-simetrija stalna	z_j	0	mm

Bilješka: C parametri se utvrđuju prema ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Provjera posmičnog izvijanja
Prema EN 1993-1-2 članak 4.2.3
Prema EN 1993-1-5 članak 5 & 7.1 i formula (5.10) & (7.1)

Parametri posmičnog izvijanja			
Dužina izvijanja	a	6,470	m
Hrbat		nepričvršćen	
Visina hrpta	h_w	116	mm
Debljina hrbata	t	7	mm
Materijal koeficijent	ε	0,69	
Faktor korekcije posmika	η	1,20	

Provjera posmičnog izvijanja		
Vitkost hrbata	h_w/t	16,57
Granična vitkost hrpta		41,49

Bilješka: Vitkost hrpta je takva da učinci izvijanja posmikom mogu biti zanemareni prema EN 1993-1-5 članak 5.1(2).

Element zadovoljava provjeru stabilnosti.

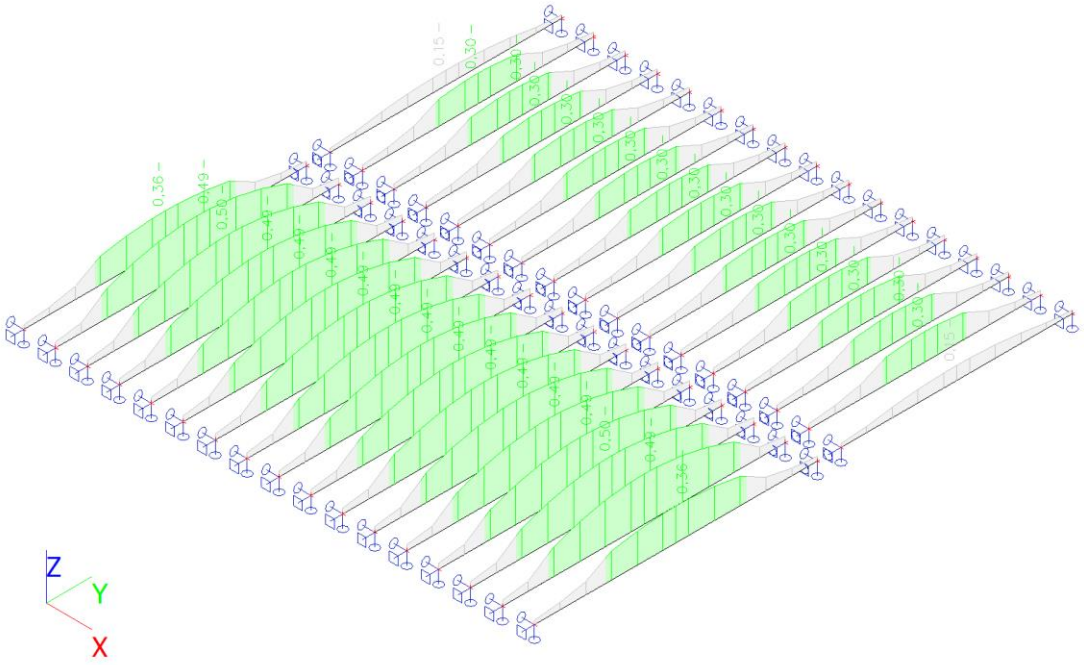
11.3. EC-EN 1993 provjera čelika na GSU

Linearni proračun
Kombinacija: SLS-Char (auto)
Koordinatni sustav: Glavni
Ekstrem 1D: Globalni
Odabir: Svi
Filtar: Sloj = grednici_2
Ukupna Unity Provjera

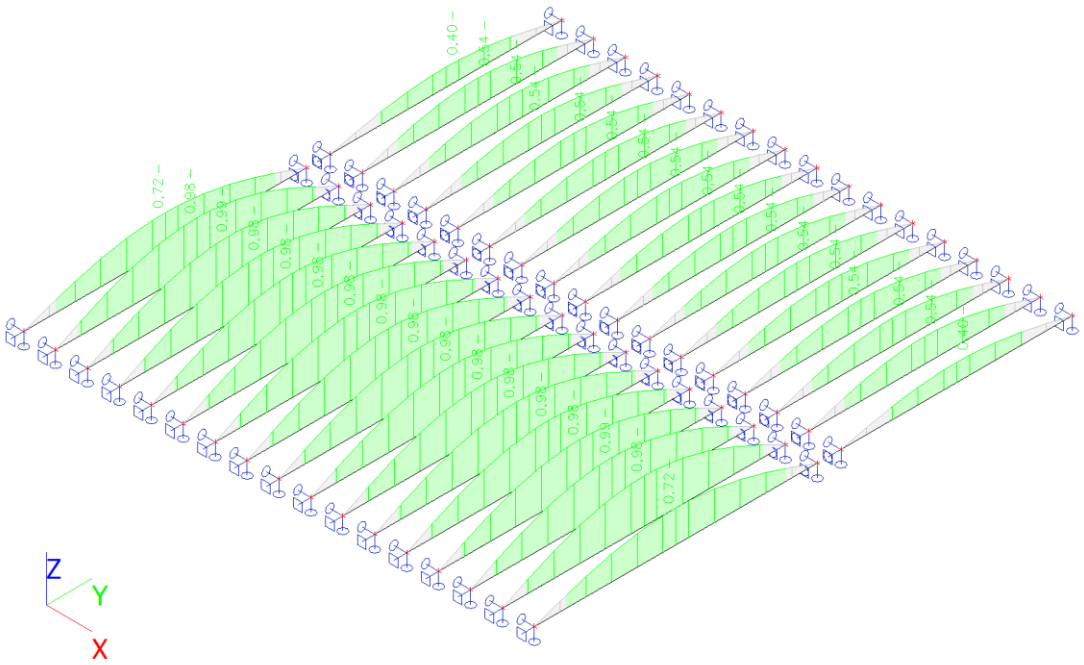
Naziv	dx [m]	Slučaj	$u_{y,max}$ [mm] $u_{z,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm] $u_{z,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm] Lim. $u_{z,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm] Lim. $u_{z,var}$ [mm]	Provjeri $u_{y,max}$ [-] Provjeri $u_{z,max}$ [-]	Provjeri $u_{y,var}$ [-] Provjeri $u_{z,var}$ [-]	Nadvišenje dx u_z [mm] Nadvišenje [mm]	Provjera Overall [-]
B71	3,235-	SLS-Char (auto)/1	0,0 -25,5	0,0 -16,1	25,9 25,9	18,0 18,0	0,00 0,99	0,00 0,90	- -	**0,99**

Naziv	Kombinacijski ključ
SLS-Char (auto)/1	LC1 + LC2 + LC3

11.4. EC-EN 1993 Steel check ULS; Overall check

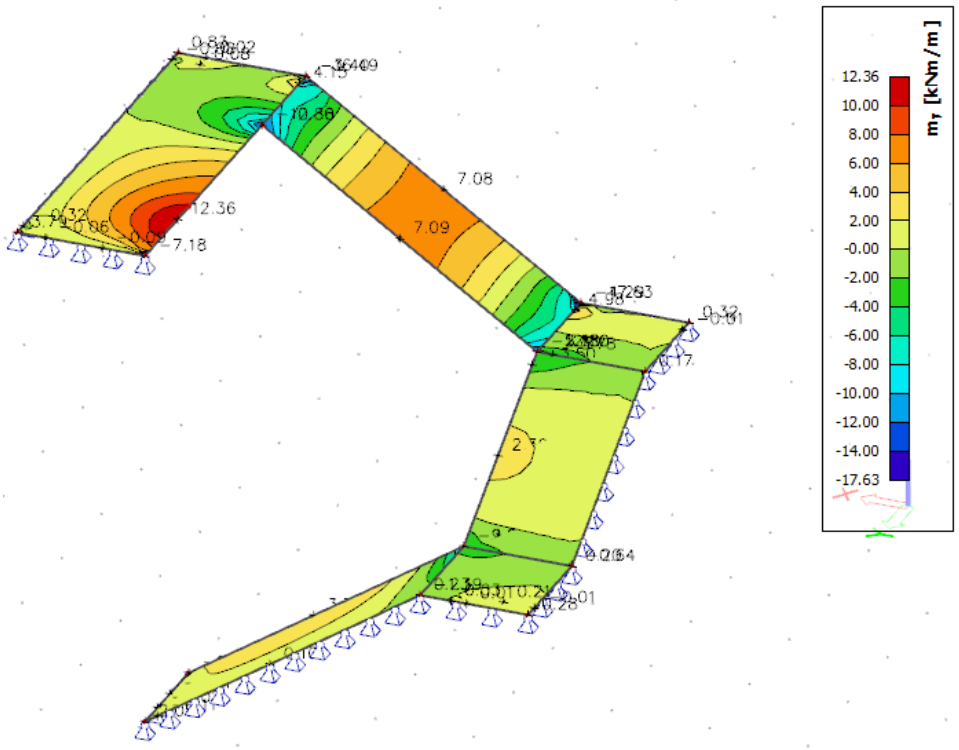


11.5. EC-EN 1993 Steel Check SLS; Check Overall

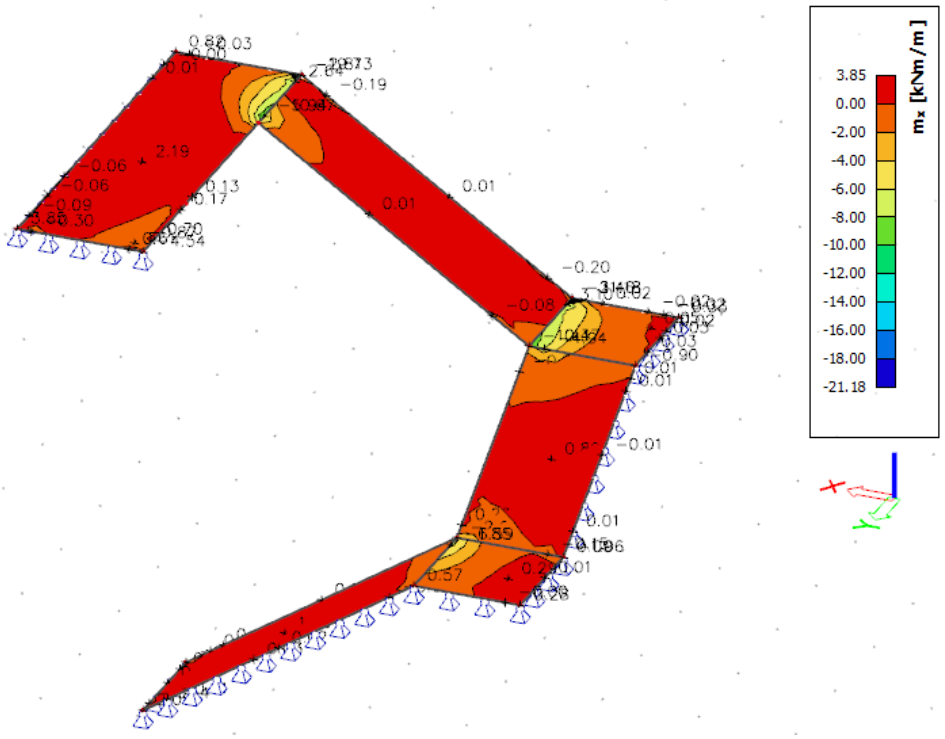


2.5.5 PRORAČUN STUBIŠTA POZICIJE K200-300

My



Mx



GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

ULAZNI PARAMETRI

debljina ploče: $h = 15$ cm

zaštitni sloj betona: $c_{nom} = 2,0$ cm

promjer šipke: $\varphi_s = 10$ mm

statička visina presjeka: $d = 16 - 2,0 - 0,50 = 12,5$ cm

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona za odabranu klasu betona: **C25/30**

$f_{ck} = 25$ N/mm² $\quad f_{ctm} = 2,60$ N/mm²

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

$f_{cd} = 1,67$ kN/cm²

Proračunska čvrstoća čelika za odabranu klasu čelika: **B500B**

$f_{yk} = 500$ N/mm²

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

$f_{yd} = 43,48$ kN/cm²

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE U POLJU

Očitani moment savijanja:

$M_{Ed} = 12,36$ kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 1236$ kNcm / (100 cm · (12,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu = 0,050 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu = 0,053 \quad \xi = 0,095 \quad \zeta = 0,964$

Potrebna armatura:

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

$A_{s1} = 1236$ kNcm / (0,964 · 12,50 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} = 2,42$ cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (f_{ctm} / f_{yk}) · b · d; 0,0013 · b · d}

$A_{s,min}$ = max{0,26 · (2,60 MPa / 500 MPa) · 100 cm · 12,50 cm; 0,0013 · 100 cm · 12,50 cm}

$A_{s,min}$ = max{1,69 cm²; 1,63 cm²}

$A_{s,min}$ = 1,69 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

2,42 cm² > 1,69 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature u polju:

$A_{s,max}$ = 0,04 · A_c = 0,04 · b · h

$A_{s,max}$ = 0,04 · 100 cm · 16 cm = 60,00 cm²

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 283***	***$A_{s1,prov}$ = 2,83cm²***

PROVJERA MOMENTA SAVIJANJA PLOČE IZNAD LEŽAJA

Očitani moment savijanja:

M_{Ed} = 21,18 kNm

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

μ = M_{Ed} / (b · d^2 · f_{cd})

μ = 2118 kNcm / (100 cm · (12,50 cm)² · 1,67 kN/cm²)

μ = 0,085 < $\mu_{Rds,lim}$ = 0,296 *jednostruko armiranje.*

Za odabrani μ = 0,088 ξ = 0,138 ζ = 0,943

Potrebna armatura:

A_{s1} = M_{Ed} / (ζ · d · f_{yd})

A_{s1} = 2118 kNcm / (0,978 · 12,50 cm · 43,48 kN/cm²)

A_{s1} = 4,23 cm²

Najmanja ploština armature:

f_{ctm} = 2,60 MPa Za beton klase: C25/30

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (f_{ctm} / f_{yk}) \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{0,26 \cdot (2,60\ MPa / 500\ MPa) \cdot 100\ cm \cdot 12,50\ cm; 0,0013 \cdot 100\ cm \cdot 12,50\ cm\}$

$A_{s,min}$ = $\max\{1,69\ cm^2; 1,63\ cm^2\}$

$A_{s,min}$ = 1,69 cm²

$A_{s1,rqd} \geq A_{s,min}$

4,23 cm² > 1,69 cm² - mjerodavna je proračunski potrebna armatura.

Najveća ploština vlačne armature iznad ležaja:

$A_{s,max}$ = $0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max}$ = $0,04 \cdot 100\ cm \cdot 15\ cm = 60,00\ cm^2$

Odabrane armature u vlačnoj zoni presjeka:

Vlačna zona presjeka:	***Q - 424***	***$A_{s1,prov}$ = 4,24cm²***

ARMIRANOBETONSKA PLOČA STUBIŠTA

d = 15 cm

Donja zona: Q - 283

Gornja zona: Q - 424

DIMENZIONIRANJE ZIDA STUBIŠTA

Minimalna vertikalna armatura:

$A_{s,v,min}$= 0,002 x A_c= 0,002 x 20 x 100= 4 cm^2/m

Usvojeno: Q- 257 obostrano

Zidove armirati obostrano armaturnim mrežama Q- 257.

Svi detalji armiranja zidova prikazati će se u izvedebnom projektu.

NADTEMELJNI ZIDOVI

Nadtemeljni zidove izvesti debljine 20 cm i armirati obostrano armaturnim mrežama Q- 257.

PRORAČUN TRAKASTIH TEMELJA OBJEKTA

Nosivost temeljnog tla procijenjuje se na 550 kN/m^2. Podatak se procijenjuje na osnovu obilaska terena i podataka dostupnih u dokumentaciji geotehničkih istraživanja provedenih na okolnim lokacijama. Prilikom izvođenja radova potrebno je utvrditi ako pretpostavljeni podaci odgovaraju stanju na terenu. Ukoliko se ukažu značajna odstupanja, proračun temelja je potrebno ponoviti. Procjena i ispitivanje nosivosti temeljnog tla odgovornost je nadzornog inženjera i izvođača.

Ekscentrično pozicionirani temelji sjevernog dijela objekta opterećni su cca 5x manjim opterećenjem zbog čega se usvaja da će ukupna širina temelja od 100 cm na tom dijelu biti zadovoljavajuća.

PROVJERA NOSIVOSTI TLA ISPOD TEMELJNE TRAKE

Dimenzije temelja:

širina temelja:	a = 80 cm
jedinična dužina temelja:	b = 100 cm
visina temelja:	h = 60 cm
zaštitni sloj betona:	c_{nom} = 4 cm
promjer šipke:	ϕ_s = 12 mm
statička visina presjeka poprečne armature:	$d_x = h - c_{nom} - \varphi_s / 2$ = 55,4 cm
statička visina presjeka uzdužne armature:	$d_y = d_x - \phi_s$ = 54,2 cm
srednja statička visina presjeka:	$d_m = (d_x + d_y) / 2$ = 54,8 cm

Proračunske čvrstoće materijala:

Proračunska tlačna čvrstoća betona

Beton C25/30: f_{ck} = 25 N/mm²

$f_{cd} = f_{ck} / 1,50$

f_{cd} = 1,67 kN/cm²

Proračunska čvrstoća čelika

Čelik B500B: f_{yk} = 500 N/mm²

$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$

f_{yd} = 43,48 kN/cm²

Analiza opterećenja

STALNO OPTEREĆENJE - VLASTITA TEŽINA TEMELJA

$G_{sw,d} = \gamma_G \cdot G_k$

$G_{sw,d} = 1,35 \cdot [(0,80\ m \cdot 1,00\ m \cdot 0,60\ m) \cdot 25\ kN/m^3]$

$G_{sw,d} = 16,20\ kN/m'$

Proračunska vertikalna komponenta reakcije konstrukcije na temelj:

$R_d = 287,60\ kN / 1,00\ m = 287,60\ kN/m'$ - prosječna vrijednost djelovanja na potezu od 1m'.

Proračunska vrijednost ukupne vertikalne sile na temelj:

$V_d = G_{sw,d} + R_d$

$V_d =$ 16,20 kN/m + 287,60 kN/m = 303,80 kN/m

Proračunska horizontalne komponente reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$H_{d,x} = 0,00\ kN / 1,00\ m = 0,00\ kN/m'$

Proračunske komponente momenata savijanja reakcije konstrukcije stubišta na temelj:

$M_{d,x} = 0,00\ kN / 1,00\ m = 0,00\ kN/m'$

Određivanje ekscentriciteta djelovanja na temelju:

$e_x / a + e_y / b < 1 / 6$ - za osnovna opterećenja

$(e_x / a)^2 + (e_y / b)^2 < 1 / 9$ - za seizmička opterećenja

$e_{x,dod} = 0,00\ m$

$e_x = M_{d,x} / V_d + e_{x,dod}$

$e_x = 0,00\ m + 0,00\ m = 0,00\ m$

$e_x / a = 0,00 / 0,80\ m = 0,00$

$e_x \leq a / 6$

$0,00\ m < 0,80\ m / 6 = 0,13\ m$

$e_{y,dod} = 0,00\ m$

$e_y = M_{d,y} / V_d + e_{y,dod}$

$e_y = 0,00\ m + 0,00 = 0,00\ m$

$e_y / b = 0,00 / 1,00\ m = 0,00$

$e_y \leq b / 6$

$0,00\ m < 1,00\ m / 6 = 0,17\ m$

$0,00 + 0,00 = 0,00 < 1 / 6 = 0,17$ - Rezultanta opterećenja je unutar jezgre presjeka.

$u_x = a / 2 - e_x$

$u_x = 0,40\ m - 0,00\ m = 0,40\ m$

$u_y = b / 2 - e_y$

$u_y = 0,50\ m - 0,00\ m = 0,50\ m$

Određivanje naprezanja ispod temelja

Površina temeljne stope: $A_{temelja} = a \cdot b = 0,80\ m^2$

Moment otpora temeljne stope W_x: $W_x = a \cdot b^2 / 6 = 0,13\ m^3$

Moment otpora temeljne stope W_y: $W_y = b \cdot a^2 / 6 = 0,11\ m^3$

Proračunska širina temelja:

$a' = a \cdot (1 - 2 \cdot e_x / a)$ $\quad b' = b \cdot (1 - 2 \cdot e_y / b)$

$a' = 0{,}80\ m$ $\quad b' = 1{,}00\ m$

Proračunska površina temelja:

$A'_{temelja} = a' \cdot b' = 0{,}80\ m \cdot 1{,}00\ m = 0{,}80\ m^2$

(umanjenje za 0 % od ukupne površine od 0,80 m².)

Naprezanja ispod temelja:

<u>*Naprezanje ispod temelja za centrično opterećen temelj*</u>

$\sigma_0 = V_d / A'$

$\sigma_0 = 303{,}80\ kN / 0{,}80\ m^2 = 379{,}75\ kN/m^2$

Kako proračunsko opterećenje djeluje unutar jezgre presjeka, vršno proračunsko naprezanje iznosi:

$\boldsymbol{q_{Ed} = 379{,}75\ kN/m^2}$

Određivnje proračunske otpornost tla za drenirano stanje prema HRN EN 1997-1:2012

Nosivost temeljnog tla procijenjuje se na 550 kN/m2. Podatak se procijenjuje na osnovu obilaska terena i podataka dostupnih u dokumentaciji geotehničkih istraživanja provedenih na okolnim lokacijama.
Prilikom izvođenja radova potrebno je utvrditi ako pretpostavljeni podaci odgovaraju stanju na terenu. Ukoliko se ukažu značajna odstupanja, proračun temelja je potrebno ponoviti. Procjena i ispitivanje nosivosti temeljnog tla odgovornost je nadzornog inženjera i izvođača.

Provjera otpornosti:

$q_{Ed} / q_{Rd} \leq 1{,}0$

$379{,}75\ kPa / 550{,}00\ kPa \leq 1{,}0$

$0{,}69 < 1{,}0$ *- Zadovoljena provjera*

Orjentacijske vrijednosti prosječnih računskih kontaktnih naprezanja:

Grupa	Vrsta	Naprezanje (kPa)	Napomena
Stijene	eruptivne i gnajs, dobre	10 000	Ispod razine trošenja stijene
	tvrdi vapenenac i pješčanik	4 000	
	šist i škriljevac	3 000	
	tvrdi šejl, prahovac	2 000	
	meki šejl i prahovac	600	
	tvrda kreda i mekani vapenenac	600	
Tlo	zbijeni šljunak	600	širina temelja ne manja od 1 m, voda na većoj dubini
	rahli šljunak	200	
	zbijeni pijesak	300	
	rahli pijesak	100	
	krute gline	150 - 300	Tla podložna

čvrste gline	75 - 150	konsolidaciji
meke gline i prahovi	< 75	

DIMENZIONIRANJE TEMELJNE TRAKE

Proračunski moment savijanja u temelju:

$M_{Sd,y} = 1 / 48 \cdot (5 \cdot \sigma_1 + \sigma_2) \cdot b^3$

$M_{Sd,y} = 38,08$ kNm/m'

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd})$

$\mu = 3808$ kNcm / (80 cm · (54,20 cm)² · 1,67 kN/cm²)

$\mu = 0,010 < \mu_{Rds,lim} = 0,296$ *jednostruko armiranje.*

Za odabrani $\mu = 0,010$ $\xi = 0,033$ $\zeta = 0,990$

Potrebna armatura:

$A_{s1} = M_{Ed} / (\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd})$

$A_{s1} = 3808$ kNcm / (0,990 · 54,20 cm · 43,48 kN/cm²)

$A_{s1} = 1,63$ cm²

Minimalna armatura:

$A_{s,min,1} = 0,0015 \cdot b \cdot d_y$

$A_{s,min,1} = 6,50$ cm²

$A_{s,min,2} = (0,022 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,2} = 0,32$ cm²

$A_{s,min,3} = (0,60 \cdot b \cdot d_y) / f_{yk}$

$A_{s,min,3} = 5,20$ cm²

Maksimalna armatura:

$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h$

$A_{s,max} = 173,44$ cm²

Odabrana uzdužna armatura:

6φ12	**$A_{s1,y}$ = 6,78 cm²**

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake):

$A_{s1,y}$ = min 20% · $A_{s1,x}$

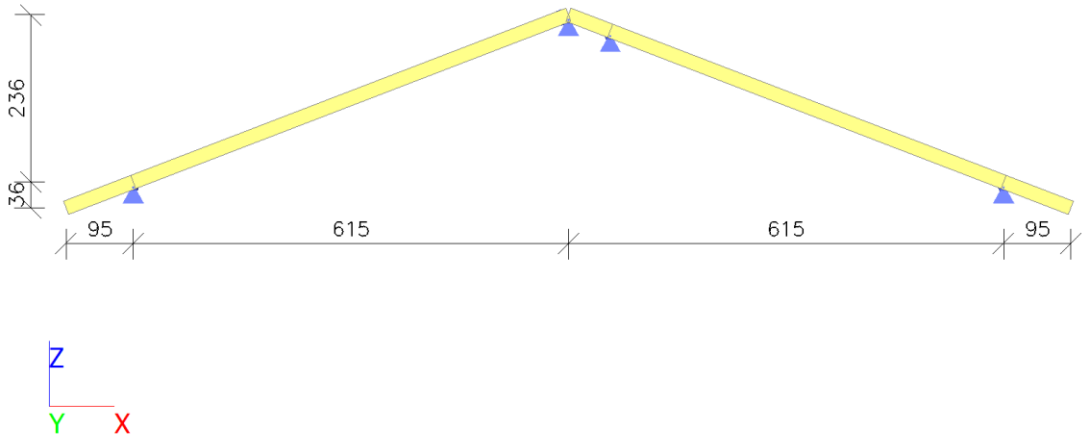
$A_{s1,y}$ = 0,20 · 6,78 cm² = 1,36 cm²

Rekapitulacija armature temelja:

Odabrana uzdužna armatura temelja samca je 6ϕ12 sa sponama ϕ8/20 cm.

2.5.6 DIMENZIONIRANJE ROGOVA KROVIŠTA

1. Proračunski model

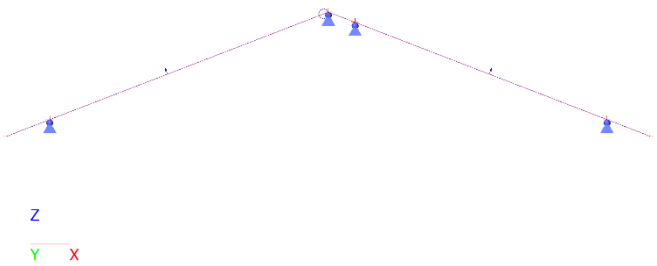


2. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA

2.1. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC1

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Smjer
LC1	SW	Trajno	LG1	Vlastita težina	-Z

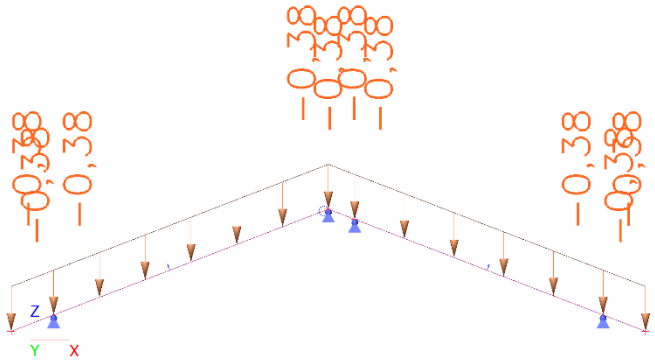
2.1.



2.2. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC2

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja
LC2	DW	Trajno	LG1	Standardno

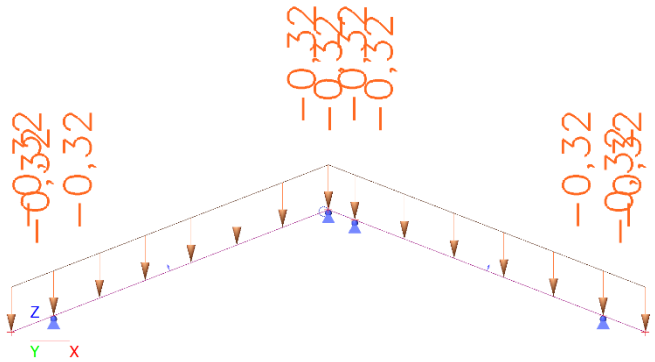
2.2.



2.3. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - LC3

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec	Trajanje
LC3	SL	Varijabla	LG2	Stat.	Standardno	Kratko

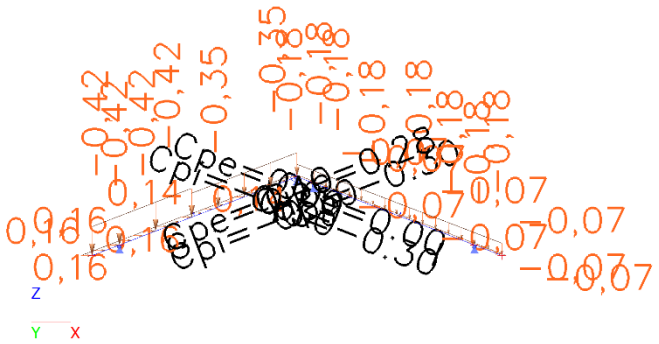
2.3.



2.4. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind1

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind1	0, + CPE, - CPI	Varijabla	LG5	Stat.	Statički vjetar

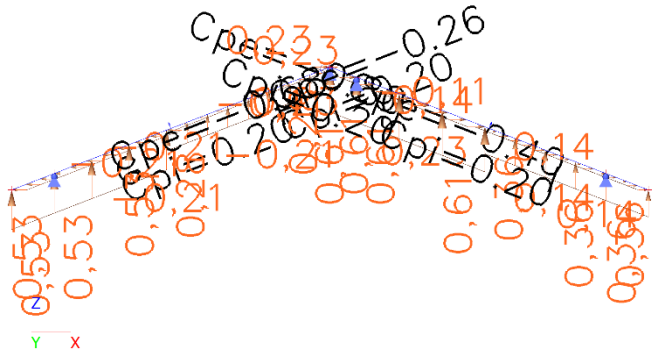
2.4.



2.5. SLUČAJEVI OPTEREĆENJA - 3DWind2

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Vrsta opterećenja	Spec
3DWind2	0, - CPE, + CPI	Varijabla	LG5	Stat.	Statički vjetar

2.5.



3. Slučajevi opterećenja

Naziv	Opis	Vrsta aktivnosti	Grupa opterećenja	Smjer	Trajanje
	Spec	Vrsta opterećenja			
LC1	SW	Trajno	LG1	-Z	
		Vlastita težina			
LC2	DW	Trajno	LG1		
		Standardno			
LC3	SL	Varijabla	LG2		Kratko
	Standardno	Stat.			
3DWind1	0, + CPE, - CPI	Varijabla	LG5		
	Statički vjetar	Stat.			
3DWind2	0, - CPE, + CPI	Varijabla	LG5		
	Statički vjetar	Stat.			

4. Kombinacije

Naziv	Vrsta	Slučajevi opterećenja	Koef. [-]
ULS-Set B (auto)	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
SLS-Char (auto)	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
		3DWind1 - 0, + CPE, - CPI	1,000
		3DWind2 - 0, - CPE, + CPI	1,000
GSN-Set B_1	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
GSN-Set B_2	HR-GSN (STR / GEO) Set B	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
GSU-Char_1	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
GSU-Char_2	HR-SLS Karakterističan	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
GSU-Quasi_1	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000
GSU-Quasi_2	HR-SLS Kvazi-trajna	LC1 - SW	1,000
		LC2 - DW	1,000
		LC3 - SL	1,000

5. Klasa rezultata

Naziv	Popis
GSN	GSN-Set B_1 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
	GSN-Set B_2 - HR-GSN (STR / GEO) Set B
GSU_Char	GSU-Char_1 - HR-SLS Karakterističan
	GSU-Char_2 - HR-SLS Karakterističan
GSU_Quasi	GSU-Quasi_1 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU-Quasi_2 - HR-SLS Kvazi-trajna
GSU	GSU-Char_1 - HR-SLS Karakterističan
	GSU-Char_2 - HR-SLS Karakterističan
	GSU-Quasi_1 - HR-SLS Kvazi-trajna
	GSU-Quasi_2 - HR-SLS Kvazi-trajna

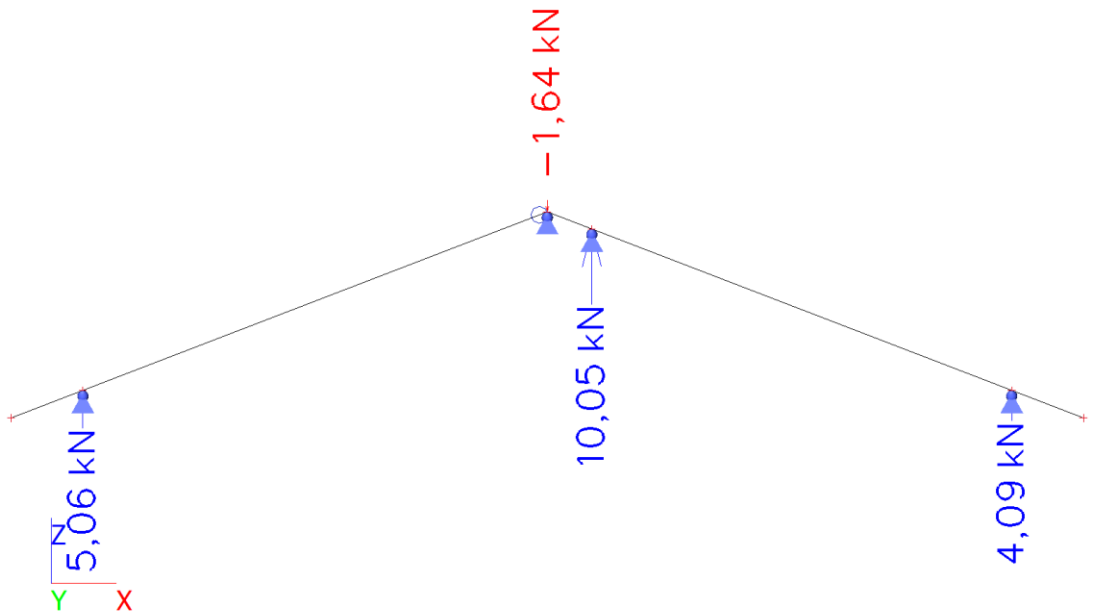
6. Reakcije

Linearni proračun
Klasa: GSN
Sustav: Globalni
Ekstrem: Globalni
Odabir: Svi
Reakcije čvora

Naziv	Slučaj	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn6/N9	GSN-Set B_1/1	**-2,17**	0,00	**-1,64**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn3/N22	GSN-Set B_1/1	**2,40**	**0,00**	**10,05**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0

Naziv	Kombinacijski ključ
GSN-Set B_1/1	1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

7. Reactions; R_z



8. Dimenzioniranje rogova pozicije R500

8.1. GSN provjera drva

Linearni proračun, Ekstrem : Poprečni presjek
Odabir : Svi
Klasa : GSN
Poprečni presjek : CS1 - RECT (140; 200)

HR 1995/01/01 kod Check

Greda B3	**6,588 m**	**CS1 - RECT (140; 200)**	**C24 (EN 338)**	**GSN**	**0,48 -**

Kombinacijski ključ
GSN / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

Osnovni podaci	
Djelomična faktor sigurnosti \f2 gamma_ M za Solid drva	1,30

Materijal podataka		
Savijanje (fm,k)	24,0	MPa
Vlak (ft,0,k)	14,5	MPa
Vlak (ft,90,k)	0,4	MPa
Kompresija (F_ c, 0, k)	21,0	MPa
Kompresija (F_ c, 90, k)	2,5	MPa
Posmik (fv,k)	4,0	MPa
Vrsta drveta	Čvrst	

Provjera kritičnog je na poziciji **0,000** m.

Unutarnje sile		
NEd	-1,36	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	3,63	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-0,56	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

faktor modifikacija	
Uporabna klasa	2
trajanje opterećenja	Kratkotrajno
Modifikacija faktor k_ mod	0,90

..:: PROVJERA PRESJEKA ::..

Tlak paralelno s vlakancima
Prema EN 1995-1-1 članak 6.1.4 i formula (6.2)

σc,0,d	0,0	MPa
fc,0,d	14,5	MPa
Provjera jedinica	0,00	-

Tlak okomito na vlakaca
Napomena: Provjera za kompresiju okomito na zrnu je zanemarena zbog korisničkog unosa.
Savijanje
Prema EN 1995-1-1 članak 6.1.6 i formula (6.11),(6.12)

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

Provjera cjelovitosti (6.11) = 0,04 + 0,00 = 0,04 -
Provjera cjelovitosti (6.12) = 0,03 + 0,00 = 0,03 -

Posmik
Prema EN 1995-1-1 članak 6.1.7 i formula (6.13)

kcr	0,67	
τz,d	0,3	MPa
fv,d	2,8	MPa
Provjera cjelovitosti τz	0,10	-

Kombinirano savijanje i aksijalno kompresije
Prema EN 1995-1-1 članak 6.2.4 i formula (6.19),(6.20)

fc,0,d	14,5	MPa
fm,y,d	16,6	MPa
km	0,70	

Provjera cjelovitosti (6.19) = 0,00 + 0,04 + 0,00 = 0,04 -
Provjera cjelovitosti (6.20) = 0,00 + 0,03 + 0,00 = 0,03 -

Element zadovoljava provjeru presjeka.

..:: PROVJERA STABILNOSTI ::..

Stučovi u tlaku ili u kombinaciji tlaka i savijanja
Prema EN 1995-1-1 članak 6.3.2 i formula (6.23),(6.24)

Parametri izvijanja	yy	zz	
Vrsta izvijanja	horizontalni pomak	bez horizontalnog pomaka	
Sistemska dužina L	6,588	6,588	m
Faktor izvijanja k	5,93	1,00	
Dužina izvijanja Lcr	39,056	6,587	m
Vitkost λ	676,470	162,995	-
Relativna vitkost λ	11,471	2,764	-
granična vitkost	0,300	0,300	-
Nesavršenost \f2 beta_ c	0,200	0,200	-
Redukcijski faktor k_ c	0,007	0,122	-

Provjera cjelovitosti (6.23) = 0,45 + 0,04 + 0,00 = 0,48 -
Provjera cjelovitosti (6.24) = 0,03 + 0,03 + 0,00 = 0,05 -

Upozorenje: Vitkost 676,470 je veća od granične vrijednosti 200,000!

Nosači izloženi savijanju ili savijanju i tlaku
Prema EN 1995-1-1 članak 6.3.3 i formula (6.33),(6.35)

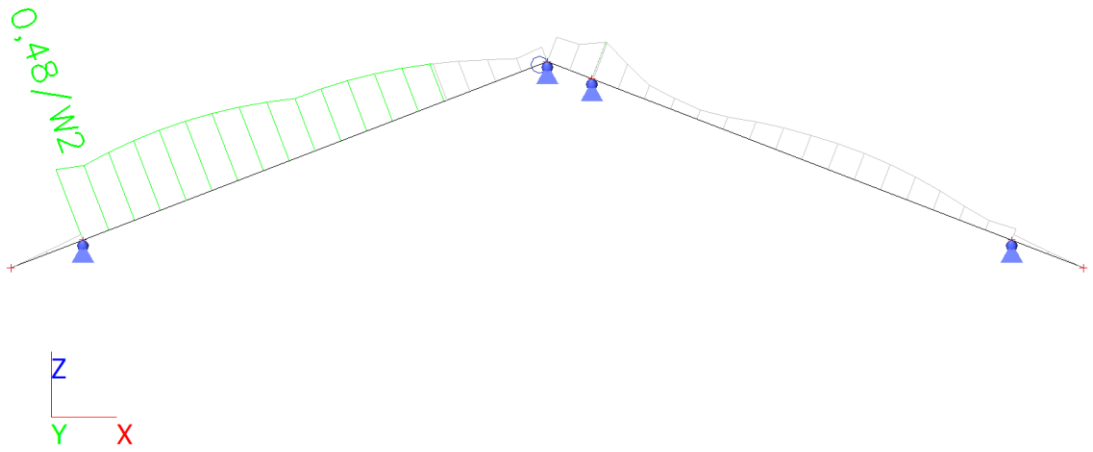
LTB Parametri		
Elastična kritični trenutak M_ y, krit	67,62	kNm
Kritična stres savijanje \f2 sigma_ m, krit	72,5	MPa
Relativna vitkost λrel,m	0,576	-
Redukcijski faktor k_ krit	1,000	-

Provjera cjelovitosti (6.33) = 0,04 -
Provjera cjelovitosti (6.35) = 0,00 + 0,03 = 0,03 -

My,crit Parametri		
G0,05	462,5	MPa
LTB duljina L	6,588	m
Lef/L	0,90	
Efektivna duljina L_ ef	5,929	m
Utjecaj položaja opterećenja	bez utjecaja	

Element zadovoljava provjeru stabilnosti.

8.2. Prostorni prikaz provjere



8.3. Provjera progiba

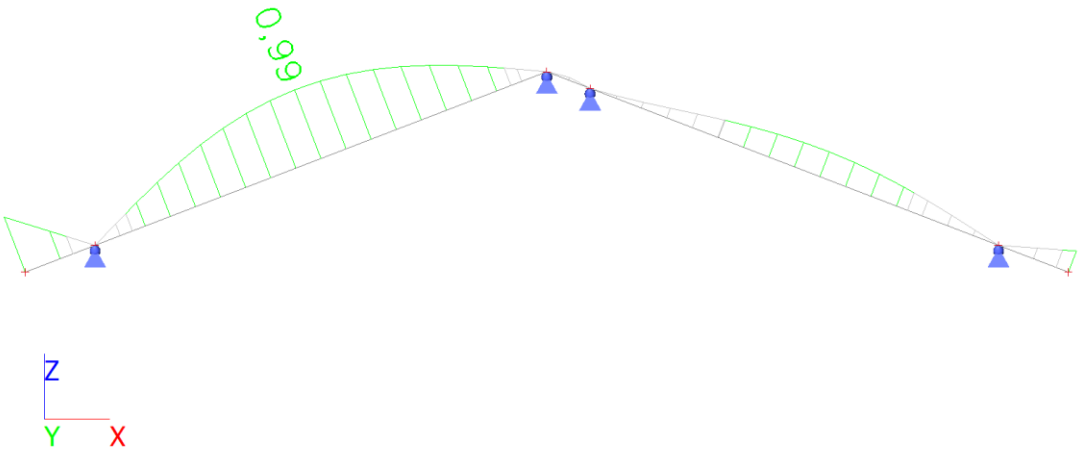
Linearni proračun, Ekstrem : Globalni
Odabir : Svi
Klasa : GSU
Poprečni presjek : CS1 - RECT (140; 200)

Element	Poprečni presjek	dx [m]	Slučaj opterećenja	Unity check [-]	uy inst [mm]	Rel uy inst [1/xx]	Check uy inst [-]	uy fin [mm]	Rel uy fin [1/xx]	Check uy fin [-]
	Materijal		k_{def} [-]		uz inst [mm]	Rel uz inst [1/xx]	Check uz inst [-]	uz fin [mm]	Rel uz fin [1/xx]	Check uz fin [-]
B3	CS1 - RECT	3,294	GSU/1	**0,99**	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
	C24 (EN 338)		0,80		-17,5	1/377	0,80	-26,0	1/253	0,99

Popis kombinirane ključeva

Slučaj	Opis kombinacija
GSU/1	LC1 + LC2 + LC3

8.4. Prostorni prikaz provjere



2.6 UTJECAJ POŽARA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

Zakonom o gradnji, Zakonom o prostornom uređenju te Zakonom o zaštiti od požara potrebno je ispuniti uvjet bitnog zahtjeva zaštite od požara da se očuva nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena definirana elaboratom ZOP-a. Elaboratom ZOP-a dane su tražene vatrootpornosti za pojedine nosive dijelove postojeće građevine te se iste u nastavku dokazuju.

Projektom se dokazuje da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitne zahtjeve mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornosti na požar, te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima.

Primjenjuju se Tehnički propis za građevinske konstrukcije NN17/17, 75/20 ; HRN EN 1991-1-2 Eurokod 1 – Djelovanje na konstrukcije izložene požaru ; HRN EN 1996-1-1:2012 Eurokod 6 Projektiranje zidanih konstrukcija na djelovanje požara; Tehnički propisi za čelične konstrukcije NN 112/08 ; HRN EN 1993-1-2 Eurokod 3 Projektiranje čeličnih konstrukcija na djelovanje požara;HRN EN 1992-1-2 Projektiranje betonskih konstrukcija na djelovanje požara.

2.6.1 ANEKS EX.NEUROLOGIJA- ZGRADA 11

Osnovna građevina izgrađena je tradicionalnim i klasičnim sustavom gradnje. Građevina je katnosti S+2. Pretpostavlja se da je građevina dijelom izvedena na kamenim temeljima, a dijelom temeljena na stijeni. Nosivi zidovi izgrađeni su od kamena debljine 45- 70 cm. Međukatne konstrukcije izvedene su kao drveni grednici. Krovište je neprohodno, ravno.

Osnovna građevina rekonstruirati će se na način da će se zadržati nosivi vanjski zidovi, koji su arhitektonski vrijedni i njihovo očuvanje je uvjetovano posebnim uvjetima konzervatorskog odjela. Svi ostali dijelovi konstrukcije, izuzev sjeveroistočnog dijela građevine u kojem je smješteno stubište koje se planira zadržati, (unutarnji nosivi zidovi, krovna konstrukcija, međukatne konstrukcije) se uklanaju.

<u>Nosivi zidovi</u>

Nosivi masivni zidovi izvedeni su od kamena i veziva u vidu vapna, cementa i pijeska. Prilikom povišenih temperatura proces raspadanja kamena zahvaća površinski sloj koji djeluje kao toplinski izolator, te na taj način sprečava prodiranje topline dublje u kamen te njegovo razaranje. Što je konstrukcija masivnija, to je otpornija na požar.

Svi prethodno nabrojeni materijali nosive konstrukcije prema tablici 1. – klasifikaciji materijali prema gorivosti (HR DIN 4102) svrstavaju se u klasu „A1“ – negorivi materijali, dok se u tablici 2. – klase građevinskih materijala s obzirom na reakcije na požar u skladu s HRN EN 13501-1 svrstavaju u A1 – materijale koji ne doprinose požaru. Postojeći zidovi ojačati će se na način da će se s unutarnje strane izvršiti betoniranje ab zidova minimalne debljine 20 cm, koji se također svrstavaju u klasu „A1“ – negorivi materijali, te iz istog proizlazi da nije potrebno proračunati nosivost zidova pri utjecaju požarnog djelovanje

<u>Međukatne konstrukcije i krov</u>

Postojeće međukatne konstrukcije izvedene kao drveni grednici uklanjaju se i izvode nove kao ab ploče debljine 20 cm. Postojeći ravni krov se uklanja i izvodi se kao ravna ab ploča debljine 25 cm

koja se također svrstava u klasu „A1“ – negorivi materijali, te iz istog proizlazi da nije potrebno proračunati nosivost međukatne konstrukcije i ravnog krova pri utjecaju požarnog djelovanja.

Svime navedenim zaključuje se da je postignuta vatrootpornost svih nosivih elemenata konstrukcije koja je tražena Elaboratom ZOP-a.

2.6.2 PJEŠAČKI MOST- ZGRADA 22

Most je svojom konstrukcijom odvojen, te dilatiran od postojećih građevina.

Čitava konstrukcija mosta izvodi se kao armirano betonska. Amriani beton se kao materijal svrstava u klasu „A1“ – negorivi materijali, te iz istog proizlazi da nije potrebno proračunati nosivost konstrukcije pri utjecaju požarnog djelovanje

Svime navedenim zaključuje se da je postignuta vatrootpornost svih nosivih elemenata konstrukcije koja je tražena Elaboratom ZOP-a.

2.6.3 EX.INTERNA- ZGRADA 33

<u>Nosivi zidovi</u>

Nosivi masivni zidovi izvedeni su od kamena i veziva u vidu vapna, cementa i pijeska. Prilikom povišenih temperatura proces raspadanja kamena zahvaća površinski sloj koji djeluje kao toplinski izolator, te na taj način sprečava prodiranje topline dublje u kamen te njegovo razaranje. Što je konstrukcija masivnija, to je otpornija na požar.

Svi prethodno nabrojeni materijali nosive konstrukcije prema tablici 1. – klasifikaciji materijali prema gorivosti (HR DIN 4102) svrstavaju se u klasu „A1“ – negorivi materijali, dok se u tablici 2. – klase građevinskih materijala s obzirom na reakcije na požar u skladu s HRN EN 13501-1 svrstavaju u A1 – materijale koji ne doprinose požaru. Postojeći zidovi dodatno će se ojačati na način da će se s vanjske i unutarnje strane izvršiti betoniranje ab zidova minimalne debljine 8 cm, koji se također svrstavaju u klasu „A1“ – negorivi materijali, te iz istog proizlazi da nije potrebno proračunati nosivost zidova pri utjecaju požarnog djelovanje

<u>Međukatne konstrukcije</u>

Postojeće međukatne konstrukcije u najvećoj mjeri su izvedene kao drveni grednici. Isti se uklanjaju i izvode se nove ab ploče debljine 20 cm koje se svrstavaju u klasu „A1“ – negorivi materijali, te iz istog proizlazi da nije potrebno proračunati nosivost međukatne pri utjecaju požarnog djelovanja.

Iznimka je strop klasicističke aule koji će se rekonstruirati na način da se sačuva postojeći podgled stropne konstrukcije koji je arhitektonski vrijedan. Rekonstruckija će se izvesti na način da će se ukloniti svi slojevi postojeće međukatne konstrukcije s gornje strane, do nosivih drvenih greda. Između njih, umetnuti će se čelične grede na koje će se osloniti nova ab podna ploča. Čelične grede biti će premazane protupožarnim premazom kako bi se osigurala tražena vatrootpornost konstrukcije.

Pojedine međukatne konstrukcije čine svodovi od opeke s udjelom kamena, raznih raspona iznad kojih je izveden sloj pijeska te završni sloj betona. Iste su izvedene u vidu svodova što u vidu statičkog sustava pruža bolju nosivost od klasičnih ravnih ploča.

Svi prethodno nabrojeni materijali nosive konstrukcije prema tablici 1. – klasifikaciji materijali prema gorivosti (HR DIN 4102) svrstavaju se u klasu „A1“ – negorivi materijali, dok se u tablici 2. – klase građevinskih materijala s obzirom na reakcije na požar u skladu s HRN EN 13501-1 svrstavaju u A1 – materijale koji ne doprinose požaru, te iz istog proizlazi da nije potrebno provesti proračun.

Prema HRN EN 1996-1-2 2.4.1. Proračun za požarnu situaciju može se provesti na definirane načine, u ovom slučaju budući da se radi o postojećoj konstrukciji odabire se metoda tabličnih podataka. Tablične vrijednosti osnovane su na normiranoj krivulji temperatura-vrijeme u skladu s normom EN 1363. Na ovaj se dio norme primjenjuju zahtjevi za zidne elemente navedeni normom EN 1996-1-1.

Ocjenjivanje se može dodatno dokazati uporabom tablica B.1 do B.6. u Dodatku B koje daju minimalnu zahtjevanu debljinu svoda za postizanje navedenog vremena požarne otpornosti.Za ovaj slučaj odabire se tablica N.B.1.6. Potrebna minimalna prosječna visina svoda iznosi cca 50 cm za nosive ploče kriterij REI 90, postojeća prosječna debljina je veća od potrebne.

Stubište

U dijelu postojećeg objekta unutar postojećih gabarita planira se izvedba novog unutarnjeg armiranobetonskog stubišta. Stubište se proteže kroz etaže prizemlje – 2. kat.

Prema HRN EN 1992-1-2 2.4.1.Projektiranje betonskih konstrukcija – dio 1-2- Opća pravila – proračun konstrukcija na djelovanje požara. Proračun za požarnu situaciju može se provesti na definirane načine, u ovom slučaju budući da se radi o postojećoj konstrukciji odabire se metoda tabličnih podataka. Tablične vrijednosti osnovane su na normiranoj krivulji temperatura-vrijeme u skladu s normom EN 1363.

Ocjenjivanje se vrši tabličnim prikazom. Najmanje dimenzije punih armirano betonskih ploča može se dokazati uporabom tablica 5.8. koje daju minimalnu zahtjevanu debljinu AB ploče za postizanje navedenog vremena požarne otpornosti. Tražena minimalna debljina iznosi 10 cm za nosive zidove kriterij REI 90. Planirana debljina novih AB ploča zadovoljava vatrootpornosti traženu elaboratom ZOP-a.

Svime navedenim zaključuje se da je postignuta vatrootpornost svih nosivih elemenata konstrukcije koja je tražena Elaboratom ZOP-a.

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

3. PRILOZI

3.1 GEODETSKI SNIMAK VERTIKALNOSTI OBJEKATA

GEO-RAD d.o.o.
za geodetske usluge

Titov trg 2, 51000 Rijeka
Tel. +385 51 230 058 / Faks +385 51 614 089
E-mail: georad.jelenje@gmail.com
www.geo-rad.hr

IBAN HR1324020061100037024
IBAN HR9223300031152120979
OIB 81881137964

Katastarska općina: PULA, MBR 324256

Broj katastarskog plana: 39

Katastarske čestice: 6220/8.

GEODETSKI SNIMAK VERTIKALNOSTI OBJEKATA

Izradio:	Odgovorna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova:	Direktor:
Edi Bolf, geod. teh.	Danijel Nilaš dipl. Ing. geod.	Ivan Radetić

Rijeka, 14. rujan 2022. godine

Danijel Nilaš
Digitalno potpisao: Danijel Nilaš
Datum: 2022.09.16 09:22:57 +02'00'

GEO-RAD d.o.o.

za geodetske usluge

Titov trg 2, 51000 Rijeka
Tel. +385 51 230 058 / Faks +385 51 614 089
E-mail: georad.jelenje@gmail.com
www.geo-rad.hr

IBAN HR1324020061100037024
IBAN HR9223300031152120979
OIB 81881137964

TEHNIČKO IZVJEŠĆE

Sastavljeno dana: 14. rujna 2022. godine
Katastarska općina: PULA, MBR 324256
Katastarske čestice: 6220/8

NALAZ

Na zahtjev investitora snimljene su vertikalnosti objekata na terenu i na osnovu tog mjerenja napravljen je geodetska snimak vertikalnosti u mjerilu 1:500. Snimalo se u k.o. PULA, MBR 324256, na k.č. 6220/8. Objekti su mjereni na 23 pozicije tako da je laserom mjerena točka na dnu objekta i ista ta točka na vrhu objekta. Mjerenjima je ustanovljeno da objekti nigdje nemaju odklon veči od 5 cm u odnosu na vertikalnu plohu.

Geodetska i programska oprema korištena za mjerenja, obradu podataka i izradu geodetskog elaborata:

- GNSS uređaj "Trimble R4"
- Totalna mjerna stanica "Trimble M3 DR2“
- Windows 10 PRO (operativni sustav)
- "Geo PLUS" (za obradu snimljenih podataka)
- ZWCAD 2017 (program za grafičku obradu)
- Microsoft Word (program za obradu teksta)
- Microsoft Excel (program za računsku obradu)

Obrada podataka izvršena je na PC-u i to programima "Geo PLUS" za obradu snimljenih podataka te ZWCAD 2017 program za grafičku obradu. Plotanje na papirni medij obavljeno je sa ploterom Develop Ineo+ 224e.

Odgovorna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova:
Danijel Nilaš dipl.ing.geod.

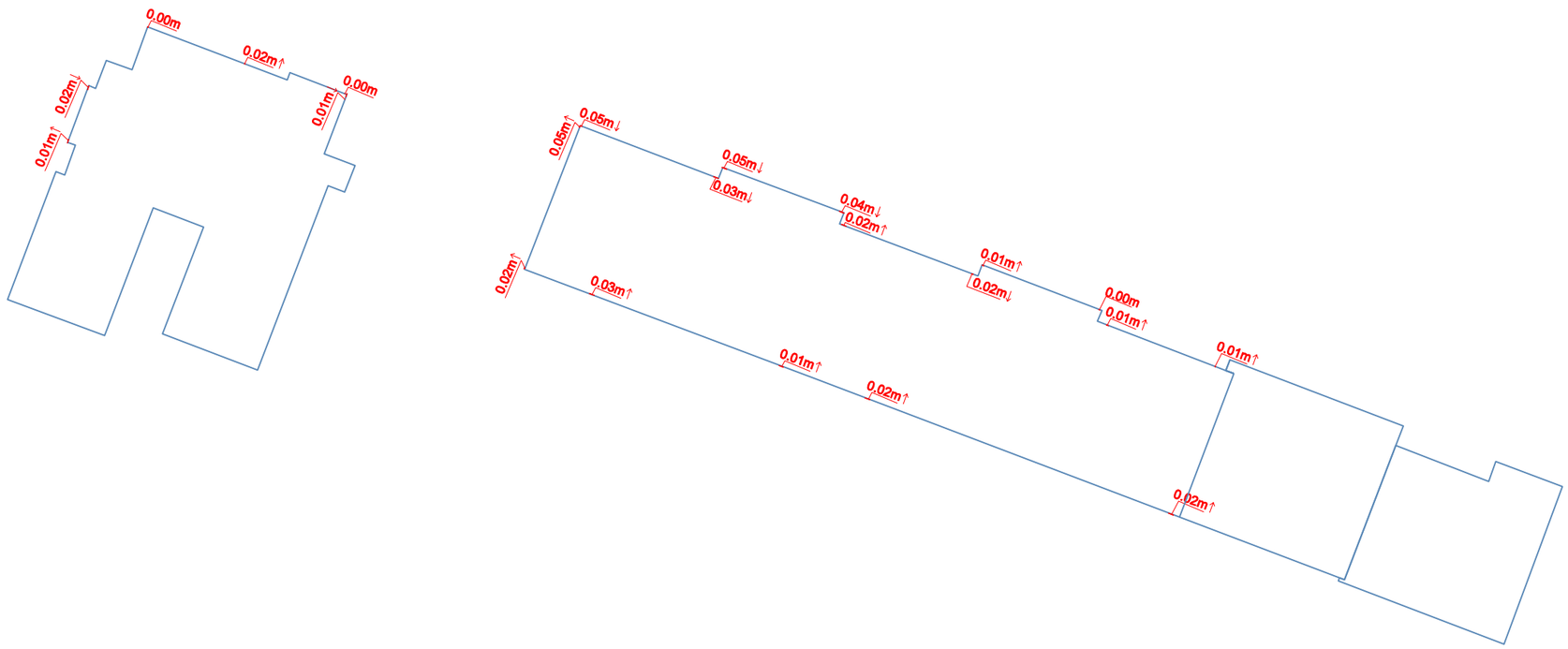
Danijel Nilaš
Digitalno potpisao: Danijel Nilaš
Datum: 2022.09.16 09:24:53 +02'00'

GEO-RAD d.o.o.
za geodetske poslove i savjetovanje
Titov trg 2, 51000 Rijeka
Tel. +385 51 230 058 / Faks +385 51 614 089
E-mail: georad.jelenje@gmail.com
www.geo-rad.hr
IBAN HR1324020061100037024
IBAN HR9223300031152120979
OIB 81881137964

Katastarska općina: PULA
MBR: 324256
Detaljni list: 39

GEODETSKI SNIMAK VERTIKALNOSTI OBJEKATA

Mjerilo 1:500



Izradio
Edi Bolf, geod. teh.
Rijeka, rujan, 2022. godine

Odgovorna osoba za obavljanje stručnih geodetskih poslova
Danijel Nilaš, dipl. ing. geod.

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

3.2 IZVJEŠTAJ POKUSNOG ISPITAVANJA SLOJEVITOSTI PODOVA I NOSIVE KONSTRUKCIJE PRVOG KATA ZGRADE INTERNE MEDICINE I SLIJEPIH VRATA ZGRADE NEUROLOGIJE

PULSKA BOLNICA

IZVJEŠTAJ POKUSNOG ISPITIVANJA SLOJEVITOSTI PODOVA I NOSIVE KONSTRUKCIJE PRVOG KATA ZGRADE INTERNE MEDICINE I SLIJEPIH VRATA ZGRADE NEUROLOGIJE

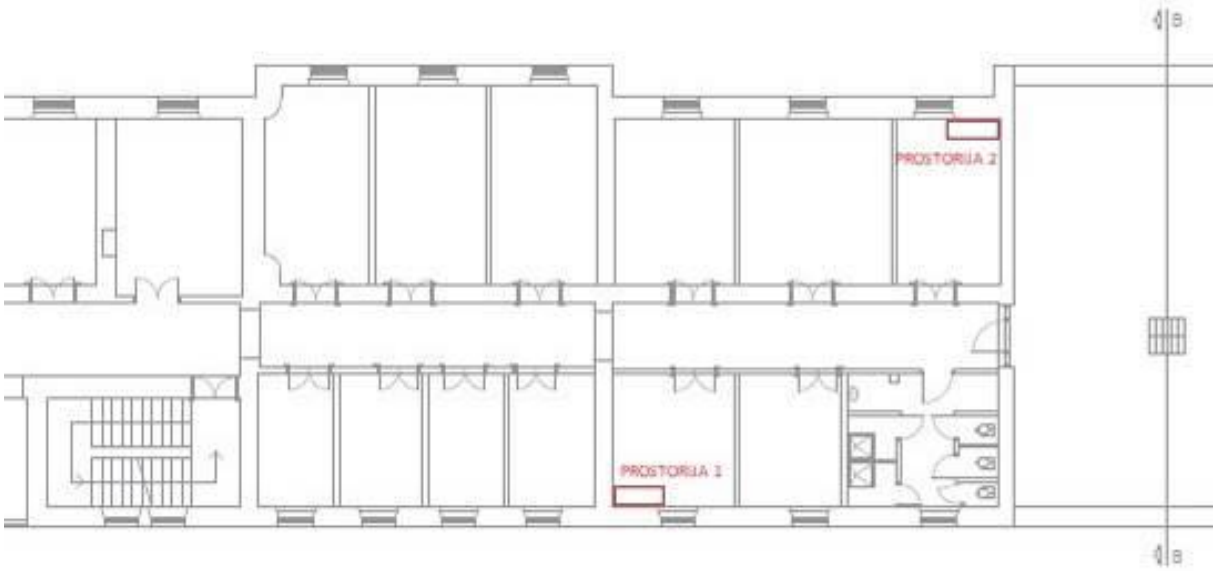


Rijeka, rujan 2022.

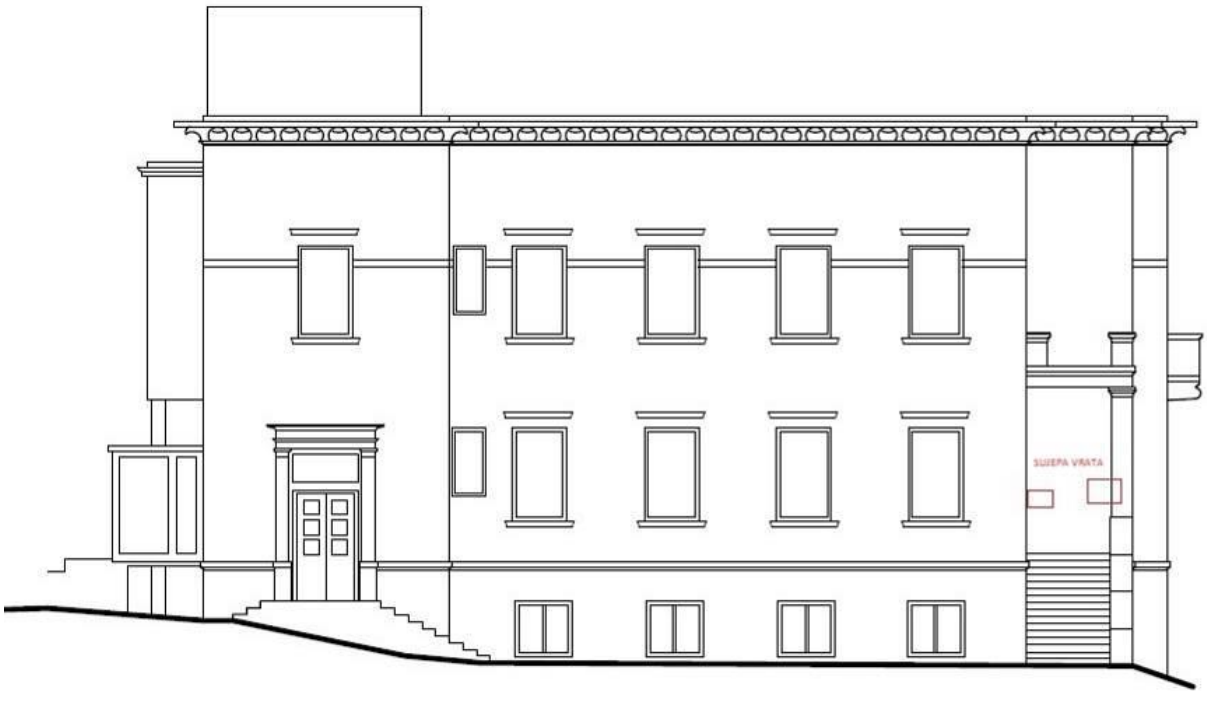
1. UVODNE NAPOMENE

Temeljem poziva Alena Kontušića djelatnika Sveučilišta „Juraj Dobrila“ u Puli, dogovoreno je ispitivanje slojevitosti podova i nosive konstrukcije prvoga kata zgrade interne medicine i slijepih vrata neurologije zbog izrade elaborata integralnog procesa rekonstrukcije i prenamjene građevine. Radovi su se sastojali od sondiranja, uzimanje mjera debljine slojevitog poda i podnih greda te stropa i stropne konstrukcije. Svi nalazi su nakon radova fotografirani te je izrađeno izvješća s opisom rezultata ispitivanja.

2. DOKUMENTACIJA S UCRTANIM POLOŽAJEM SONDI PRVOG KATA ZGRADE INTERNE MEDICINE



3. DOKUMENTACIJA S UCRTANIM POLOŽAJEM SODNI SLIJEPIH VRATA ZGRADE NEUROLOGIJE



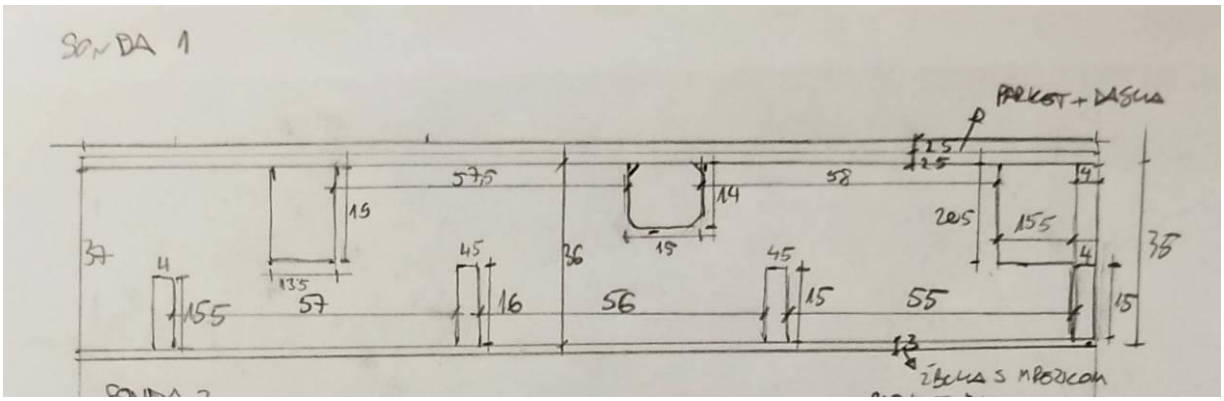
4. OPIS IZVEDENIH SONDI

ZGRADA INTERNE MEDICINE, PRVI KAT	PROSTORIJA 01









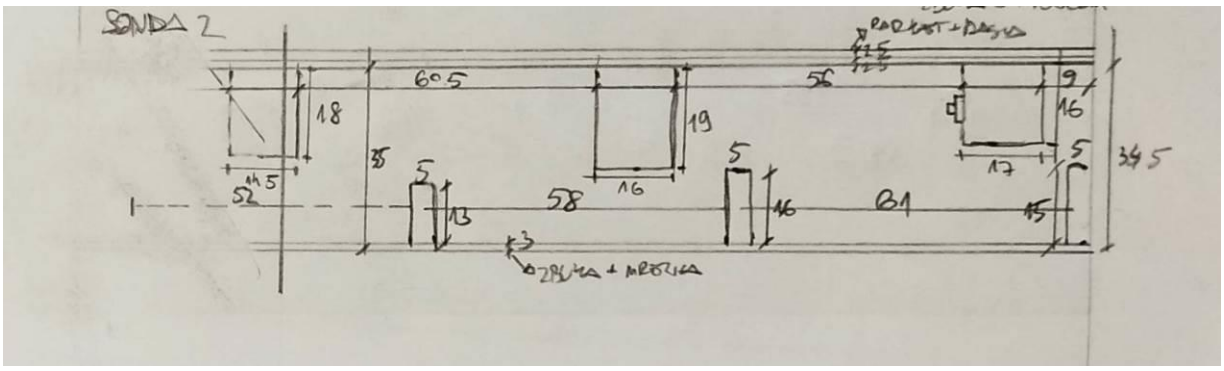
Uklanjanjem laminata utvrđen je parket debljine 2,5 cm slagan u riblju kost koji je položen na piljene daske debljine 2,5 cm. Pod je oslonjen na okomito slagane drvene grede debljine otprilike 19 x 15 cm položene u međusobnom razmaku od otprilike 58 cm. Strop aule nose drevne piljene daske debljine otprilike 4 x 15 cm položene u međusobnom razmaku od otprilike 56 cm. Stropna konstrukcija (drvene daske) je okomito položena otprilike 35 cm ispod poda prvog kata zgrade. Na drvene daske učvršćena je željezna mreža 2 x 2 cm koja je zaštićena pretpostavlja se keramikom ili finom žbukom crvene boje na koju je nanesena fina siva žbuka debljine otprilike 3 cm.

ZGRADA INTERNE MEDICINE, PRVI KAT	PROSTORIJA 02









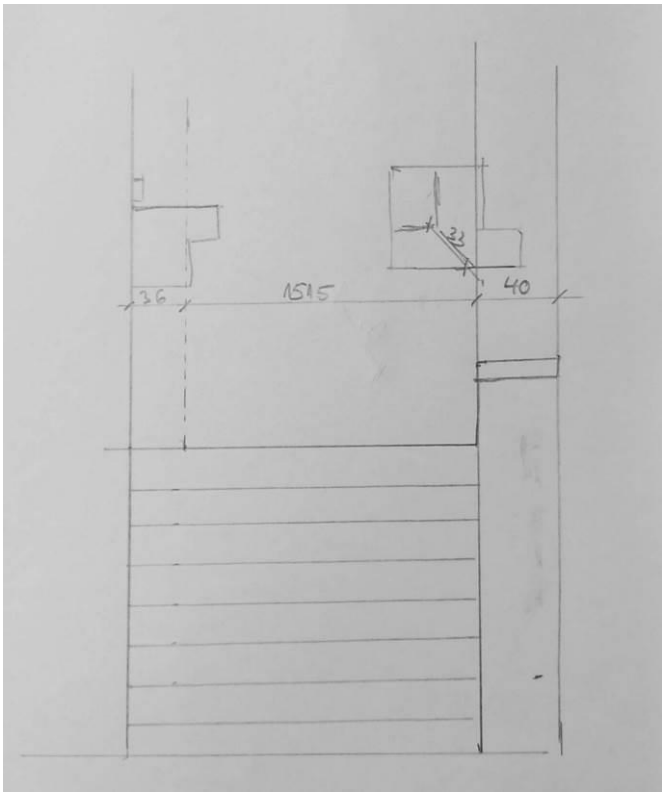
Uklanjanjem nagorenog tepiha i laminata utvrđen je parket debeo 2,5 cm slagan u riblju kost koji je položen na piljene daske debljine 2,5 cm. Pod je oslonjen na okomito slagane drvene grede debljine cca 19 x 16 cm položene u međusobnom razmaku od otprilike 58 cm. Prva greda uz zid dodatno je ojačana željeznom lamelom. Strop aule nose drevne piljene daske debljine otprilike 5 x 15 cm položene u međusobnom razmaku od otprilike 59 cm. Stropna konstrukcija (drvene daske) okomito je položena otprilike 35 cm ispod poda prvog kata zgrade. Na drvene daske učvršćena je željezna mreža 2 x 2 cm koja je zaštićena pretpostavlja se keramikom ili finom žbukom crvene boje na koju je nanesena fina siva žbuka debljine otprilike 3 cm. Dodatnih pregledom konstrukcije stropa aule utvrđeno je da su drvene daske s druge strane oslonjene na čeličnu gredu.

ZGRADA NEUROLOGIJE, PROČELJE	SLIJEPA VRATA









Uklanjanjem sloja recentne žbuke i građe slijepih vrata utvrđeno je da su vrata naknadno zazidana najvjerojatnije prilikom posljednje obnove zgrade. Vrata su zazidana šupljim opečenim blokovima u debljini od otprilike 33 cm. Građa zida s istočne strane zazidanih vrata sastoji se od armiranog betona širine otprilike 40 cm, a građa s zapadne strane vrata sastoji se od opeke i lomljenog kamena širine otprilike 36 cm. Otvor zazidanih vrata je širine otprilike 151,5 cm.

Izvještaj sastavio:

Toni Šaina

GEO-RAD d.o.o.
Matije Gupca 11, 51000 Rijeka
Tel 051/ 230 058, Fax 051/ 614 089
e-mail : georad.jelenje@gmail.com

4. NACRTNA DOKUMENTACIJA

KORPUS 11

List 1 – Tlocrt temelja- plan pozicija 000

List 2 – Tlocrt suterena- plan pozicija 100

List 3 – Tlocrt prizemlja- plan pozicija 200

List 4 – Tlocrt kata- plan pozicija 300

KORPUS 22

List 5 – Plan pozicija 000 – tlocrt temelja

List 6 – Plan pozicija 100 – tlocrt nadtemeljnih zidova

List 7 – Plan pozicija 100 – tlocrt zidova, stupova i podnih ploča

List 8 – Plan pozicija 200 – tlocrt krova i greda

List 9 – Presjek 22-A

List 10 – Presjek 22-B i 22-C

KORPUS 33

List 11 – Plan pozicija 100 – tlocrt suterena

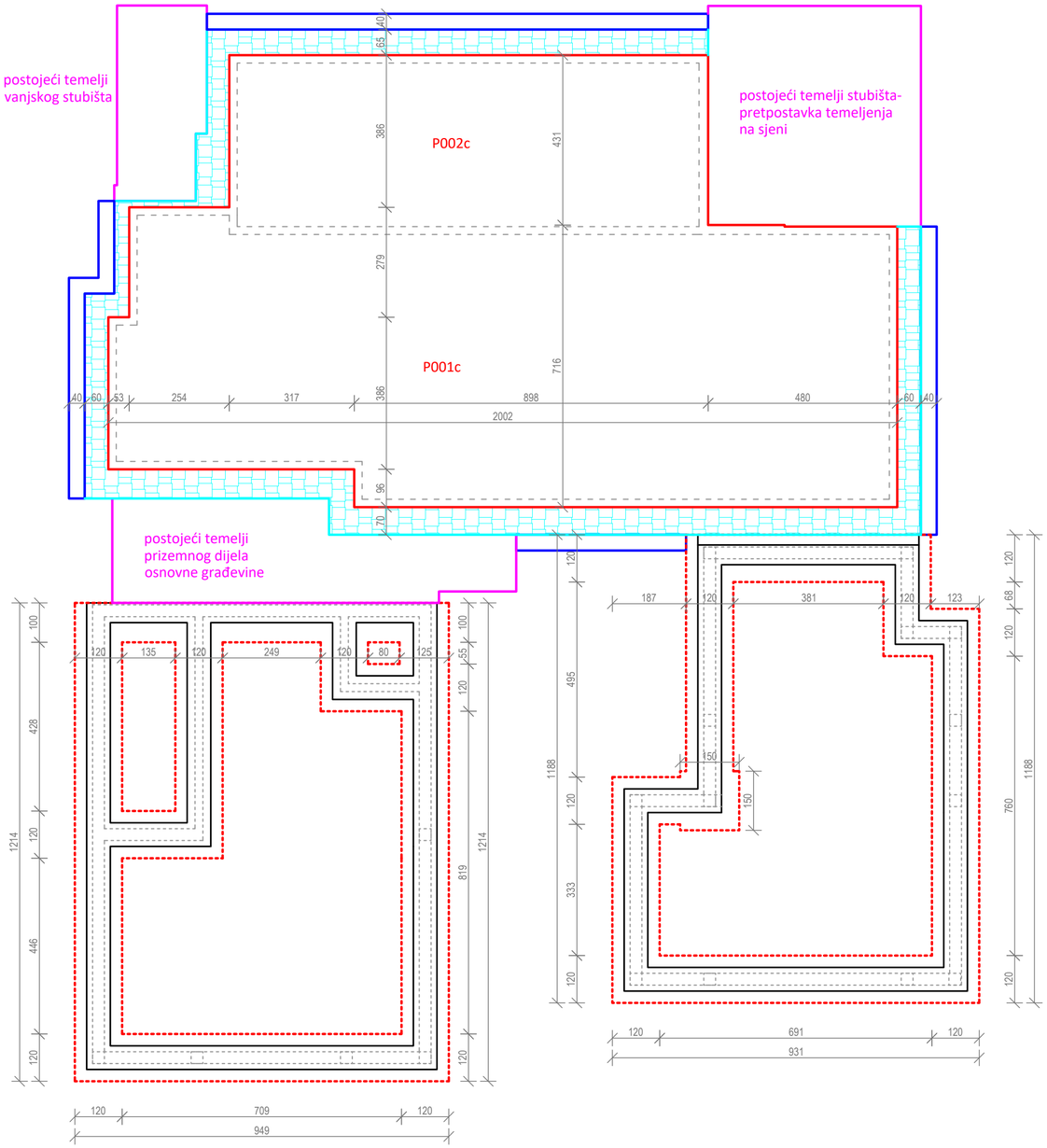
List 12 – Plan pozicija 200 – tlocrt prizemlja

List 13 – Plan pozicija 300 – tlocrt 1. kata

List 14 – Plan pozicija 400 – tlocrt 2. kata

List 15 – Plan pozicija 500 – tlocrt potkrovlja i krovišta

List 16 – Presjek 33-A i 33-B



pretpostavljeni temelji postojećih kamenih zidova

ojačanje postojećih temelja- ab traka 40/80 cm
armaturno povezana s novom ab temeljnom pločom svakih cca 100 cm
(proboj kroz postojeći kameni zid)

TEMELJNA AB PLOČA
C 25/30, B500B, h= 30 cm

polja

oznaka pozicije	armatura donje zone	armatura gornje zone
P001c	Q503	Q503
P002c	Q503	Q503 + Ø12/15 cm

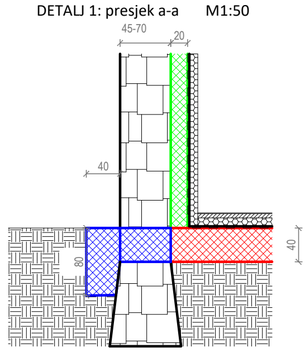
ispod zidova

oznaka pozicije	armatura donje zone	armatura gornje zone
središnji zid	Q503 + Ø12/5 cm	Q503
rubni zidovi	Q503 + Ø12/20 cm	Q503

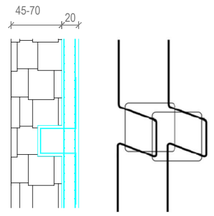
TRAKASTI TEMELJI
C 25/30, B500B, b/h= 120/60 cm

uzdužna armatura	vilice
8Ø14	8Ø20

DETALJ 1: presjek a-a M1:50



DETALJ 2: povezivanje zida s novim ab zidom M 1:50



GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

11

EL BR **2/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**

PROJEKT **G L A V N I P R O J E K T**
građevinski projekt- projekt konstrukcije

ZGRADA REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA :
ex.Interna i aneks ex.Neurologija
na k.č. 6220/8, k.o. PULA

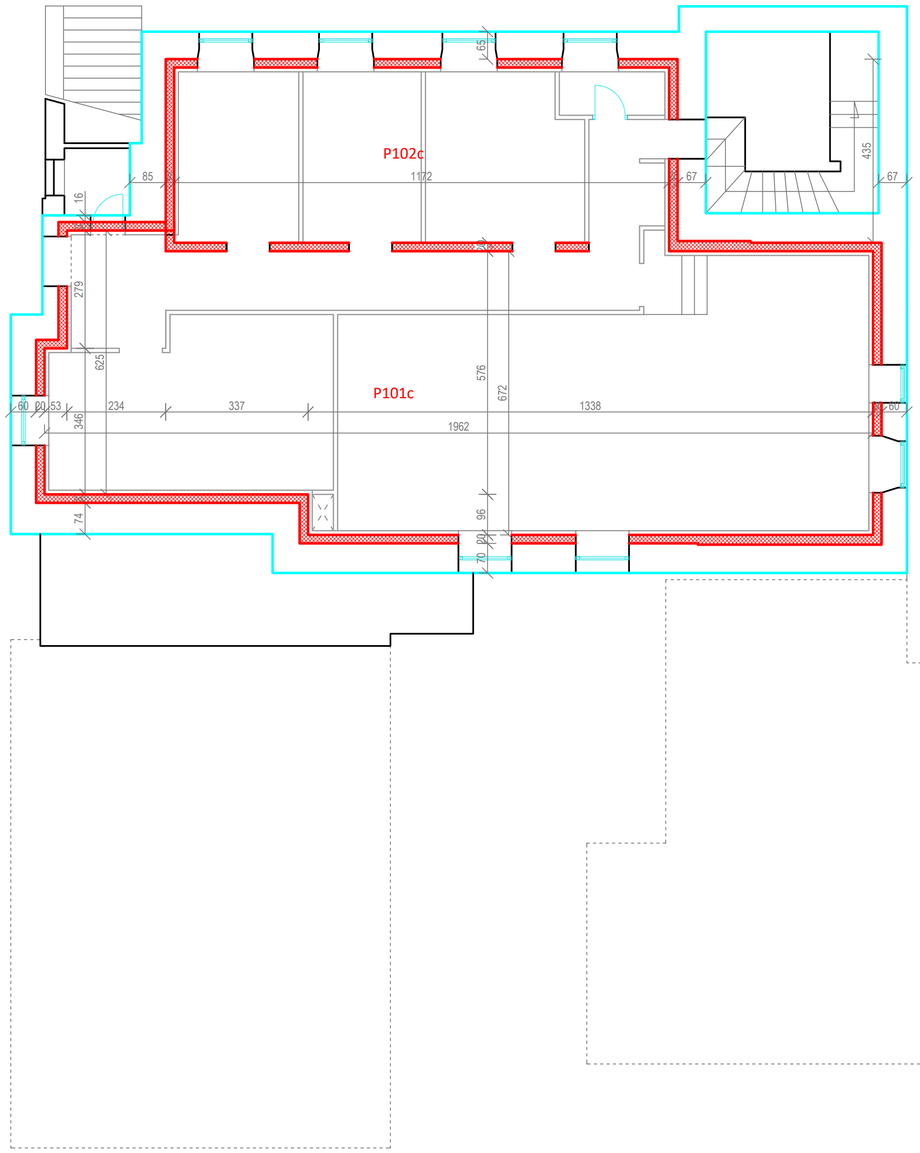
INVESTITOR **SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI**
OIB 61738073226
Zagrebačka 30, Pula

SADRŽAJ KORPUS 11

TLOCRT TEMELJA
PLAN POZICIJA 000

GLAVNI PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI **MATEA BRNELIĆ**
mag.ing.aedif. G 5761
IVAN BADURINA
mag.ing.aedif. G 6994

RUJAN 2022. **MJ 1 : 100** **LIST 01**



AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 20 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P101c	Q524
P102c	Q335

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura gornje zone
ležajevi x smjer	Q424
ležajevi y smjer	Q257

AB ZIDOVI
C25/30, B500B
d= 20 cm
Q- 257 obostrano

G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

11

EL BR **2/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**

PROJEKT **G L A V N I P R O J E K T**
građevinski projekt- projekt konstrukcije

ZGRADA REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA :
ex.Interna i aneks ex.Neurologija
na k.č. 6220/8, k.o. PULA

INVESTITOR **SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI**
OIB 61738073226
Zagrebačka 30, Pula

SADRŽAJ KORPUS 11

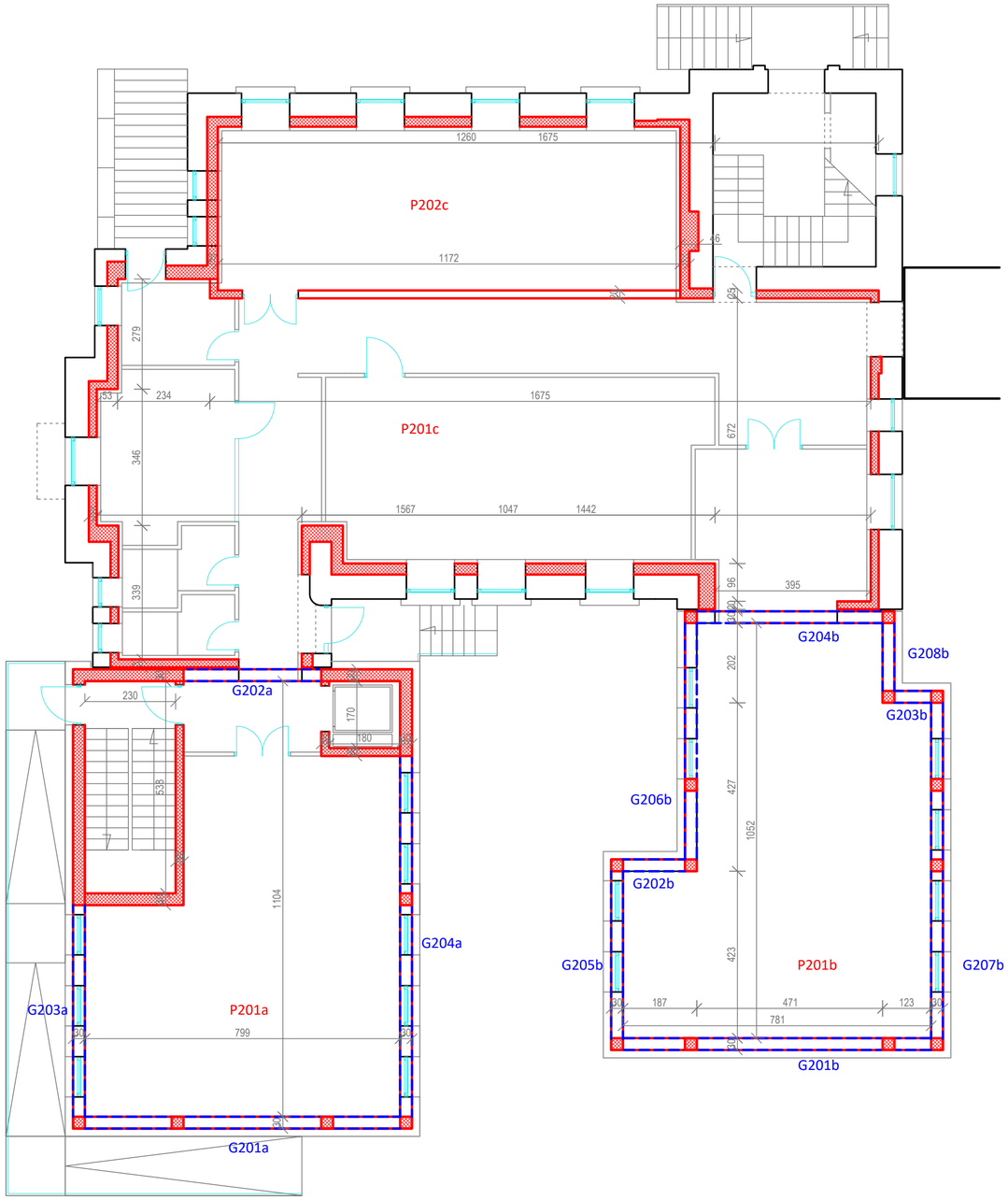
TLOCRT SUTERENA
PLAN POZICIJA 100

GLAVNI PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

SURADNICI **MATEA BRNELIĆ**
mag.ing.aedif. G 5761
IVAN BADURINA
mag.ing.aedif. G 6994

RUJAN 2022. **MJ 1 : 100** **LIST 02**



AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 20 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P201a	Q424

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 20 cm

oznaka pozicije	armatura gornje zone
L201a-stubište	Q503
L201a-dizalo	Q503
iznad stupova	Q503
rubni ležajevi	Q283

AB GREDE
C25/30, B500B

oznaka pozicije	b/h	armatura donje zone	armatura gornje zone	spone
G201a	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G202a	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G203a	30/50(30+20)	5Ø14	2Ø14 + 4Ø14	Ø8/20 cm
G204a	30/50(30+20)	4Ø16	2Ø14 + 2Ø14	Ø8/20 cm

AB ZIDOVI
C25/30, B500B

d= 20 cm	d= 30 cm
Q- 257 obostrano	Q- 335 obostrano

AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 20 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P201b	Q636

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 20 cm

oznaka pozicije	armatura gornje zone
rubni ležajevi	Q503

AB GREDE
C25/30, B500B

oznaka pozicije	b/h	armatura donje zone	armatura gornje zone	spone
G201b	30/50(30+20)	4Ø14	3Ø14	Ø8/20 cm
G202b	30/50(30+20)	2Ø14	3Ø14	Ø8/20 cm
G203b	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G204b	30/50(30+20)	5Ø16	3Ø14	Ø8/20 cm
G205b	30/50(30+20)	4Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G206b	30/50(30+20)	3Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G207b	30/50(30+20)	4Ø14	3Ø14	Ø8/20 cm
G208b	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm

AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 20 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P201c	Q385
P202c	Q257

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 25 cm

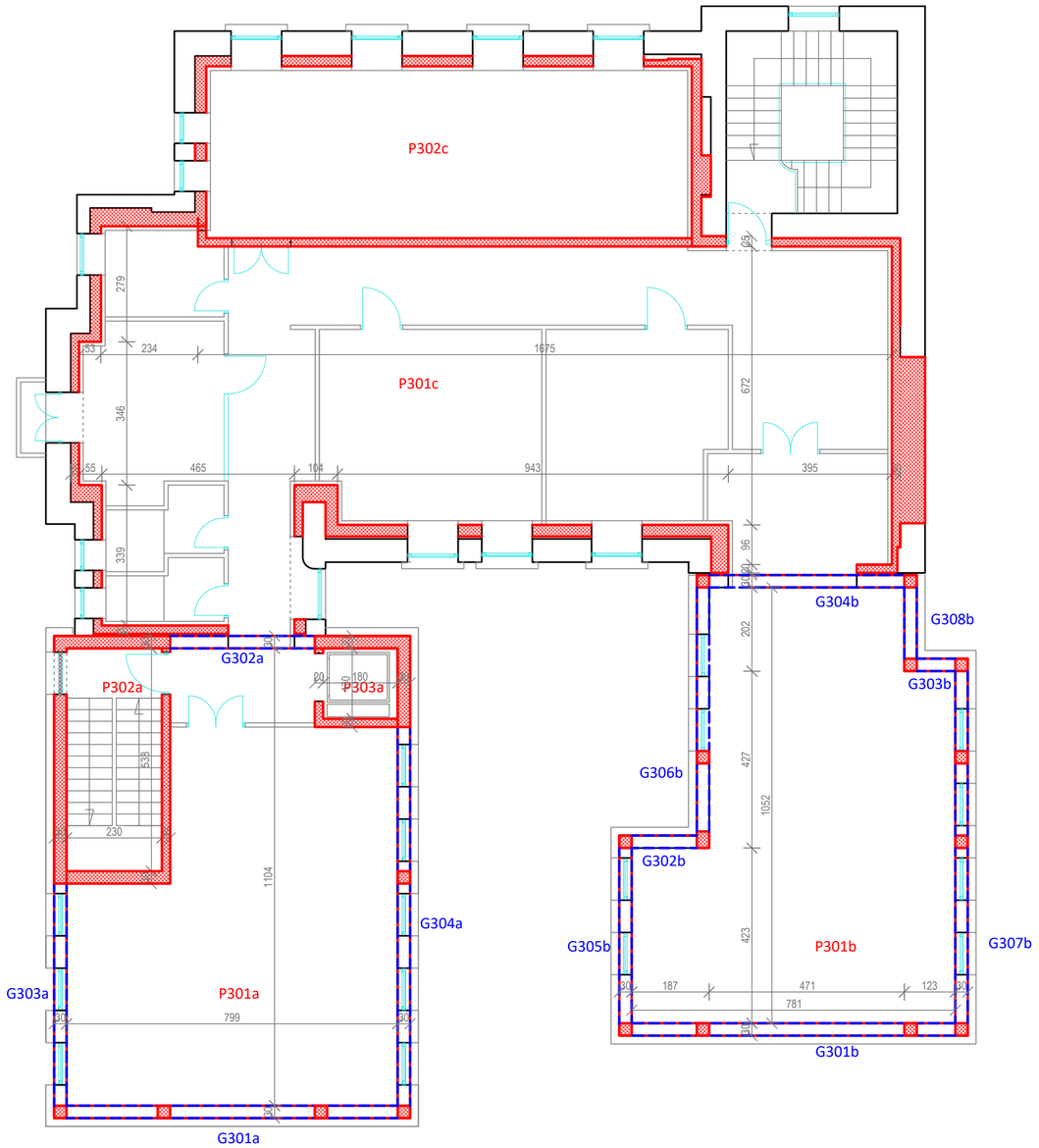
oznaka pozicije	armatura gornje zone
ležajevi x smjer	Q385
ležajevi y smjer	Q257

AB ZIDOVI
C25/30, B500B
d= 20 cm
Q- 257 obostrano

G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

1 1

EL BR	**2/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt- projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 11 **TLOCRT PRIZEMLJA** **PLAN POZICIJA 200**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 100** **LIST 03**



AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P301a	Q503
P302a	Q283
P303a	Q283

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura gornje zone
L301a-302a	Q503
L301a-303a	Q503
iznad stupova	Q503
rubni ležajevi	Q283

AB GREDE
C25/30, B500B

oznaka pozicije	b/h	armatura donje zone	armatura gornje zone	spone
G301a	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G302a	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G303a	30/50(30+20)	3Ø14	2Ø14 + 2Ø14	Ø8/20 cm
G304a	30/50(30+20)	4Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm

AB ZIDOVI
C25/30, B500B

d= 20 cm	d= 30 cm
Q- 257 obostrano	Q- 335 obostrano

AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P301b	Q636

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura gornje zone
rubni ležajevi	Q283

AB GREDE
C25/30, B500B

oznaka pozicije	b/h	armatura donje zone	armatura gornje zone	spone
G301b	30/50(30+20)	3Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G302b	30/50(30+20)	2Ø14	3Ø14	Ø8/20 cm
G303b	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G304b	30/50(30+20)	4Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G305b	30/50(30+20)	3Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G306b	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G307b	30/50(30+20)	3Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm
G308b	30/50(30+20)	2Ø14	2Ø14	Ø8/20 cm

AB PLOČA- polja
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura donje zone
P301c	Q636
P302c	Q335

AB PLOČA- ležajevi
C 25/30, B500B, h= 25 cm

oznaka pozicije	armatura gornje zone
ležajevi x smjer	Q503
ležajevi y smjer	Q335

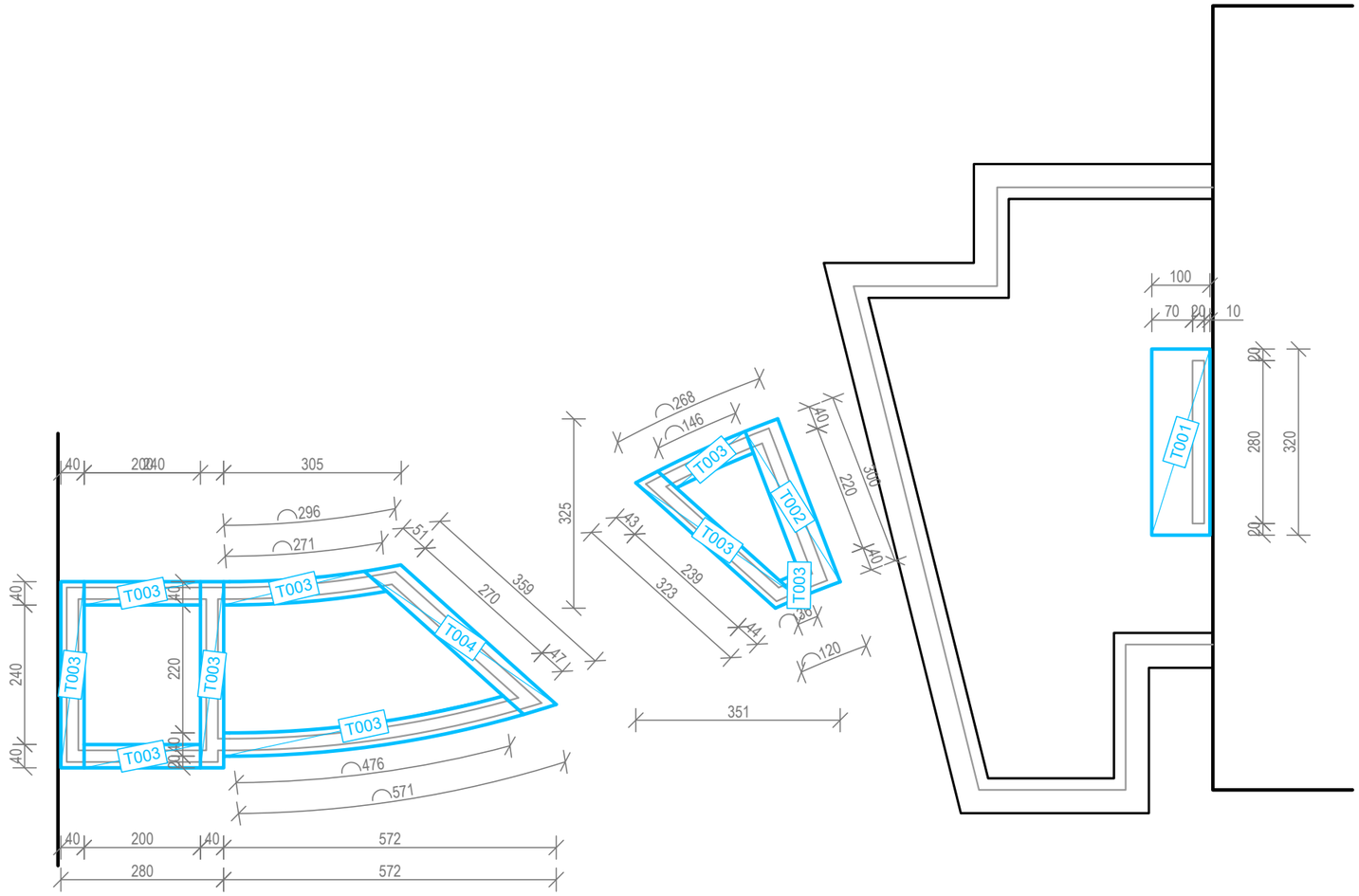
AB ZIDOVI
C25/30, B500B
d= 20 cm
Q- 257 obostrano

GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

11

EL BR	**2/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt- projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 11 **TLOCRT KATA** **PLAN POZICIJA 300**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 100** **LIST 04**

TLOCRT TEMELJA
M 1:100

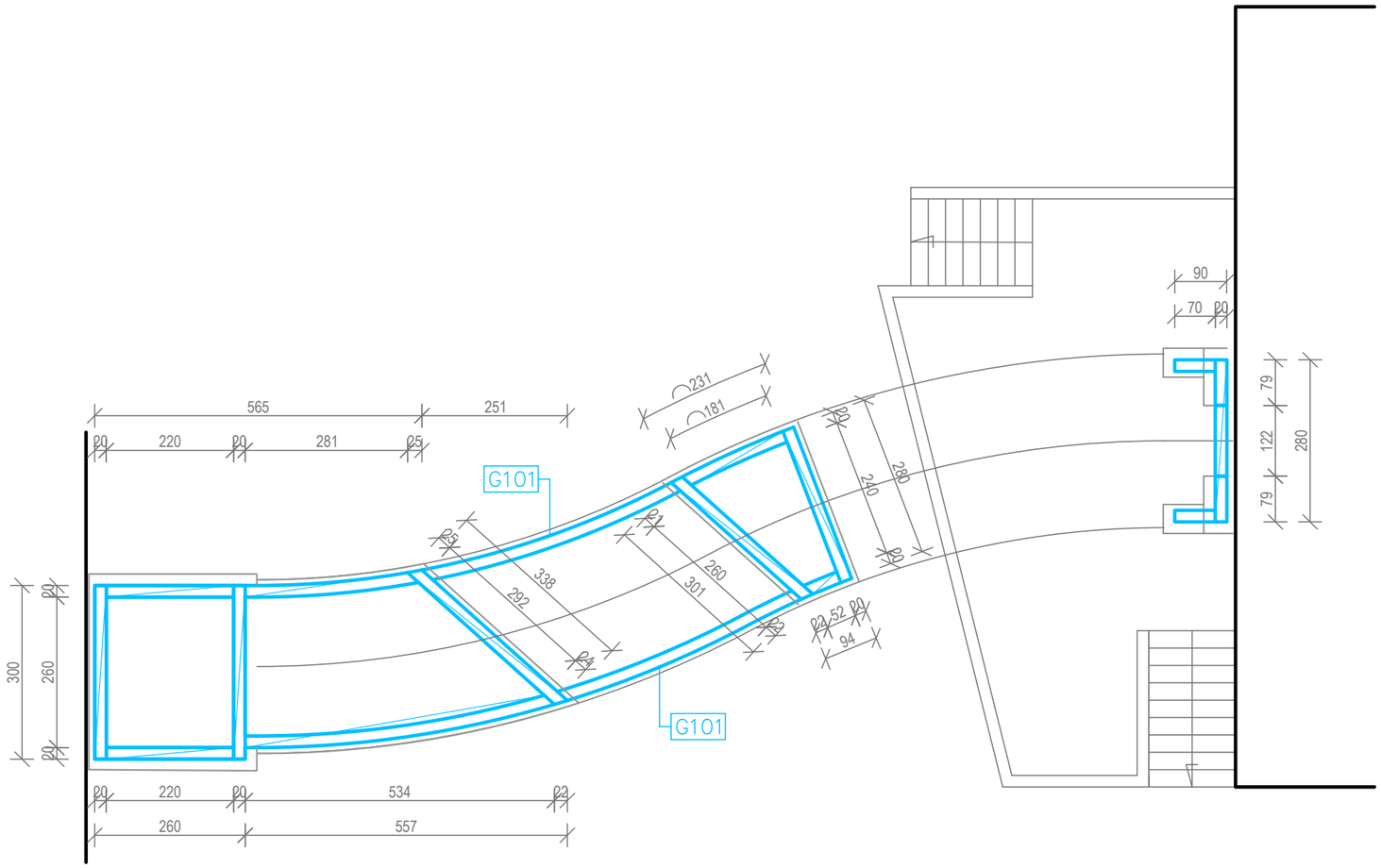


G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

22

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 22 **TLOCRT TEMELJA** **PLAN POZICIJA 000**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 100** **LIST 05**

TLOCRT NADTEMELJNIH ZIDOVA
M 1:100

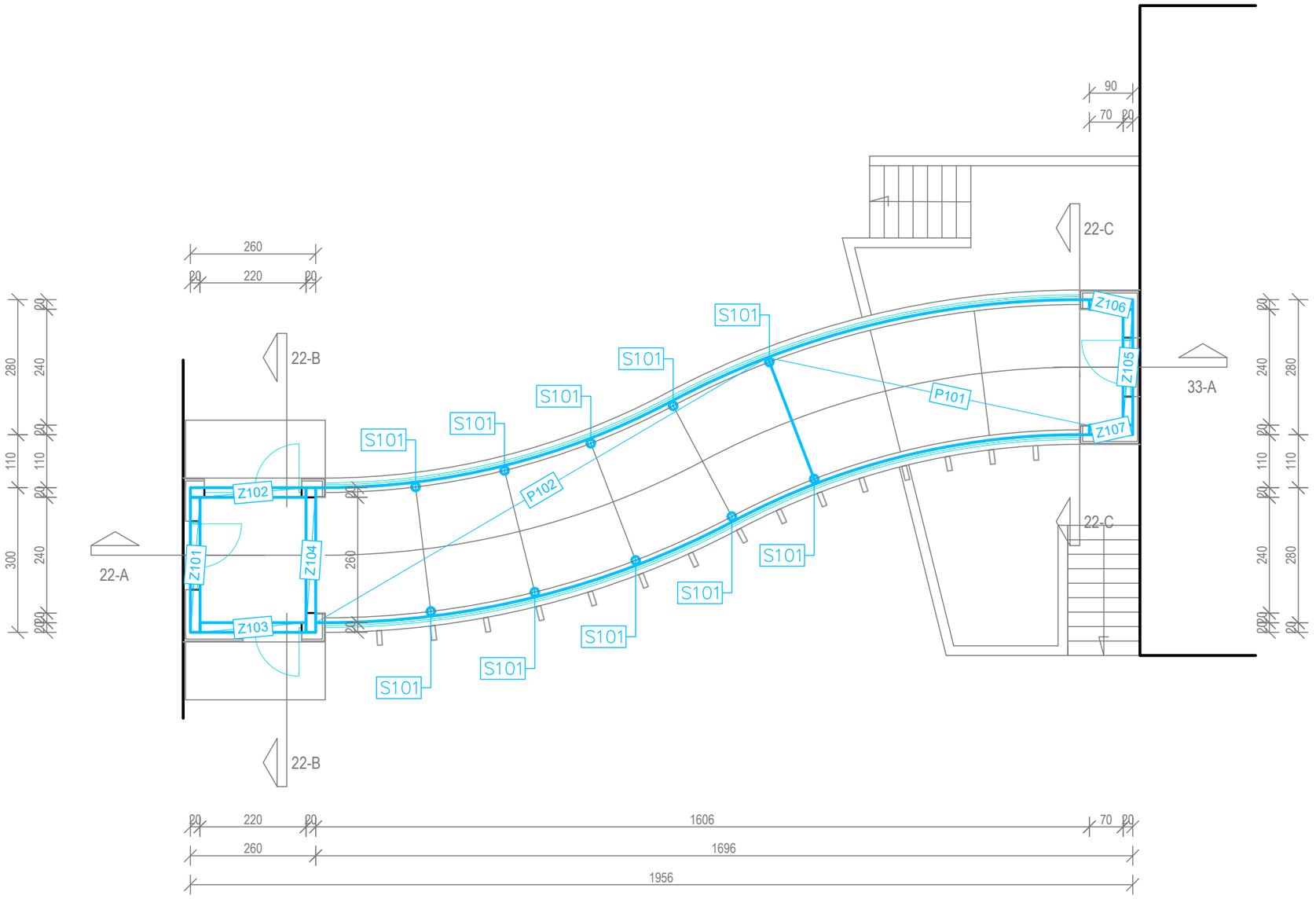


G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

22

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 22 **TLOCRT NADTEMELJNIH ZIDOVA** **PLAN POZICIJA 100**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 100** **LIST 06**

TLOCRT ZIDOVA, STUPOVA I PODNIH PLOČA
M 1:100



G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

1 1

EL BR **02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**

PROJEKT **G L A V N I P R O J E K T**
građevinski projekt - projekt konstrukcije

ZGRADA REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA :
ex.Interna i aneks ex.Neurologija
na k.č. 6220/8, k.o. PULA

INVESTITOR **SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI**
OIB 61738073226
Zagrebačka 30, Pula

SADRŽAJ KORPUS 22

TLOCRT ZIDOVA, STUPOVA I PODNIH PLOČA
PLAN POZICIJA 100

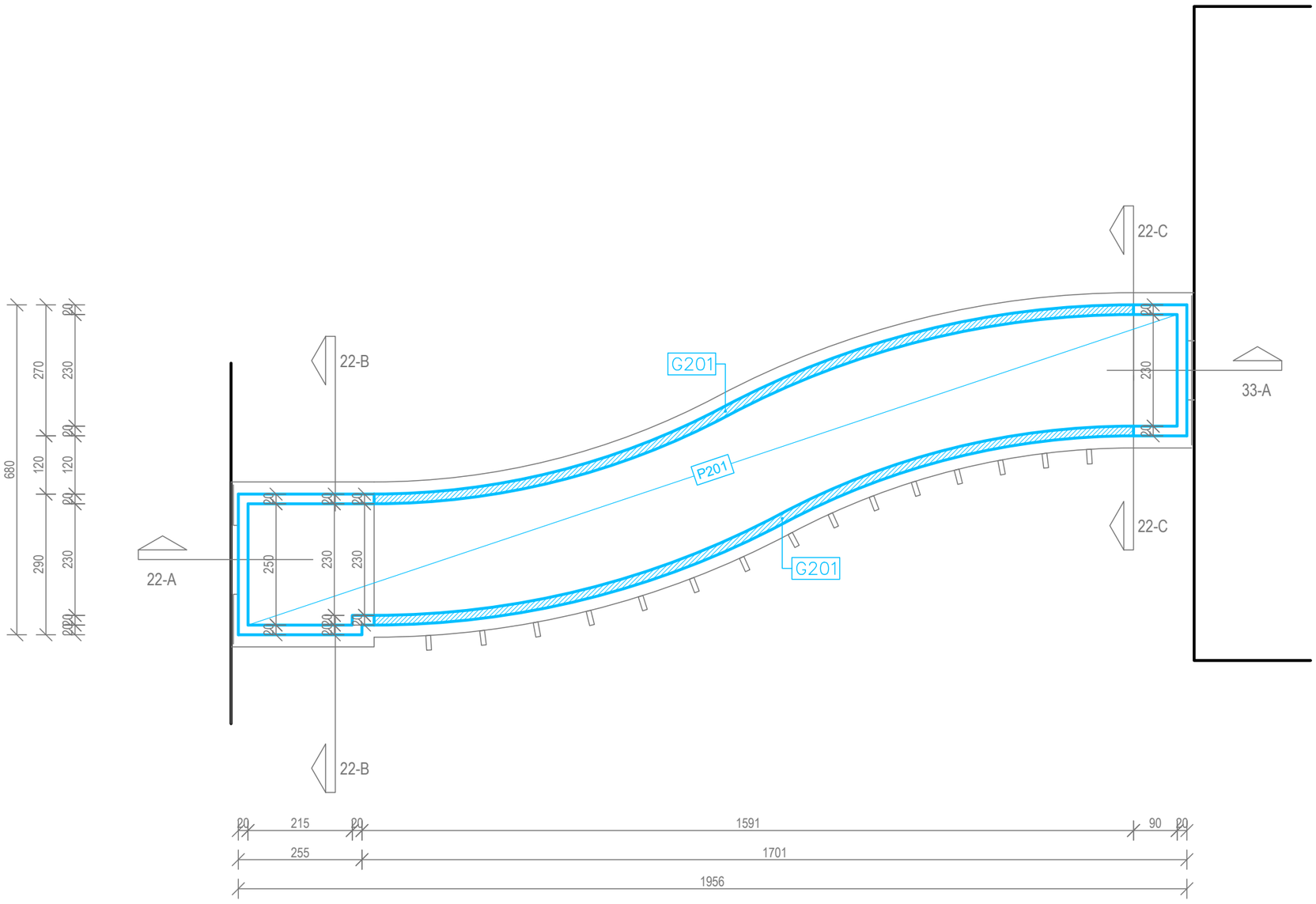
GLAVNI PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

SURADNICI **MATEA BRNELIĆ**
mag.ing.aedif. G 5761
IVAN BADURINA
mag.ing.aedif. G 6994

RUJAN 2022. **MJ 1 : 100** **LIST 07**

TLOCRT KROVA I GREDA
M 1:100



G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

22

EL BR **02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**

PROJEKT **G L A V N I P R O J E K T**
građevinski projekt - projekt konstrukcije

ZGRADA REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA :
ex.Interna i aneks ex.Neurologija
na k.č. 6220/8, k.o. PULA

INVESTITOR **SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI**
OIB 61738073226
Zagrebačka 30, Pula

SADRŽAJ KORPUS 22

TLOCRT KROVA I GREDA
PLAN POZICIJA 200

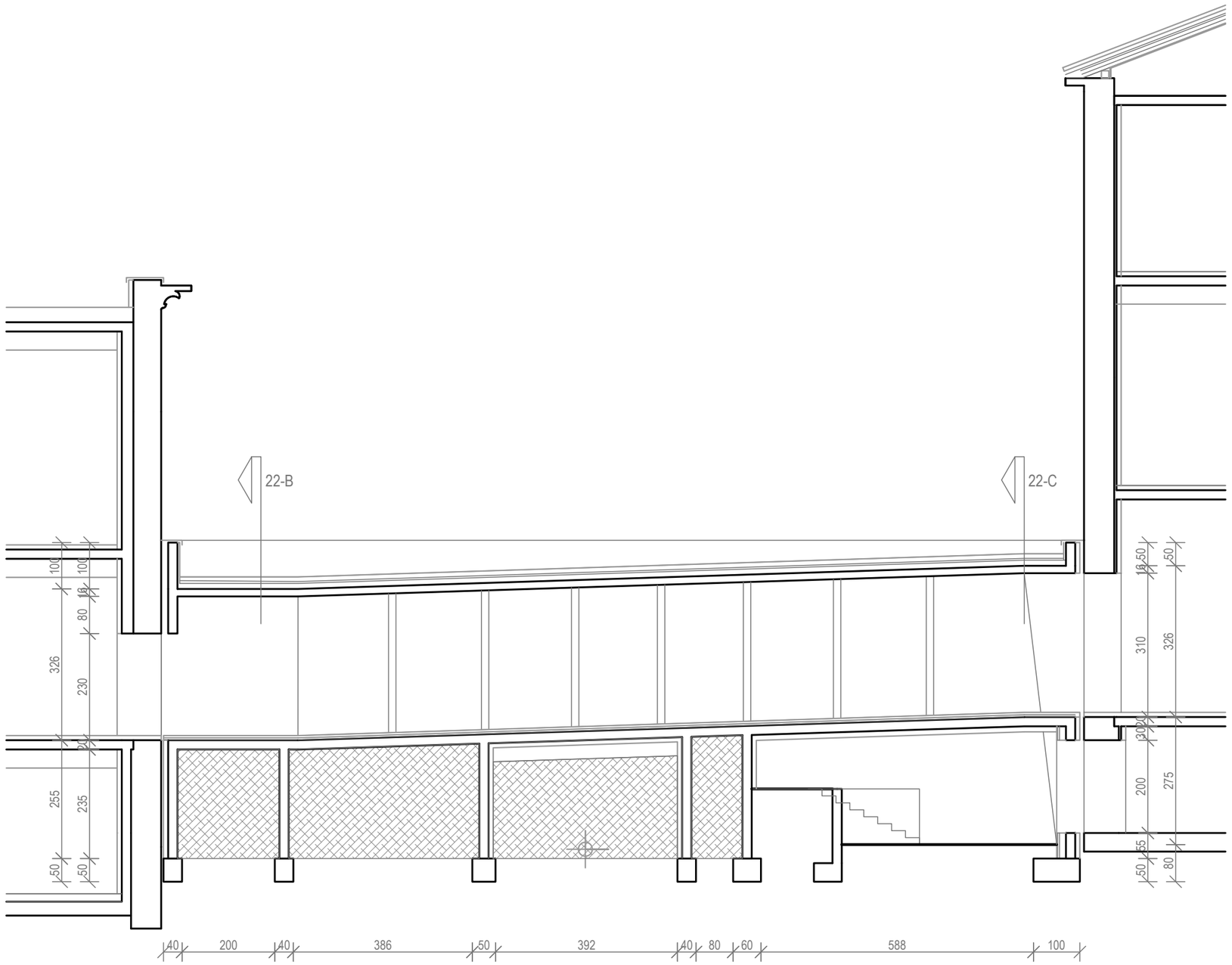
GLAVNI PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

SURADNICI **MATEA BRNELIĆ**
mag.ing.aedif. G 5761
IVAN BADURINA
mag.ing.aedif. G 6994

RUJAN 2022. **MJ 1 : 100** **LIST 08**

PRESJEK 22-A
M 1:100

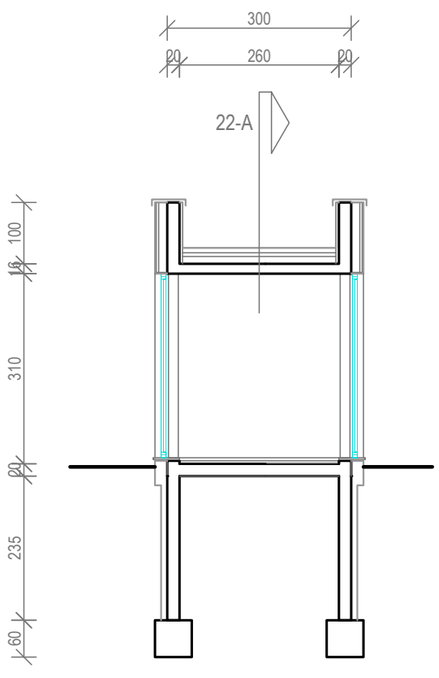


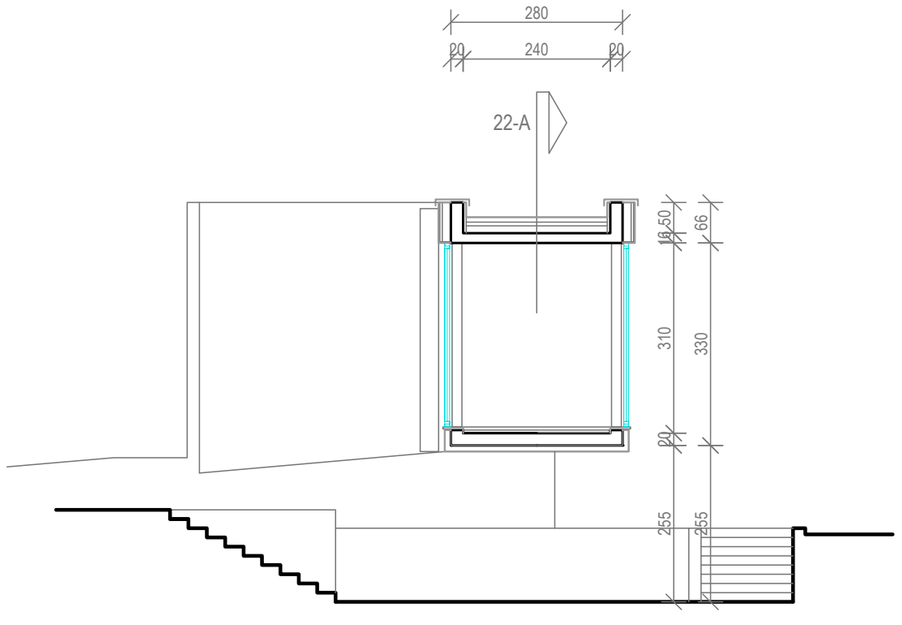
G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

22

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 22 **PRESJEK 22-A**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 100** **LIST 09**

PRESJEK 22-B I 22-C
M 1:100



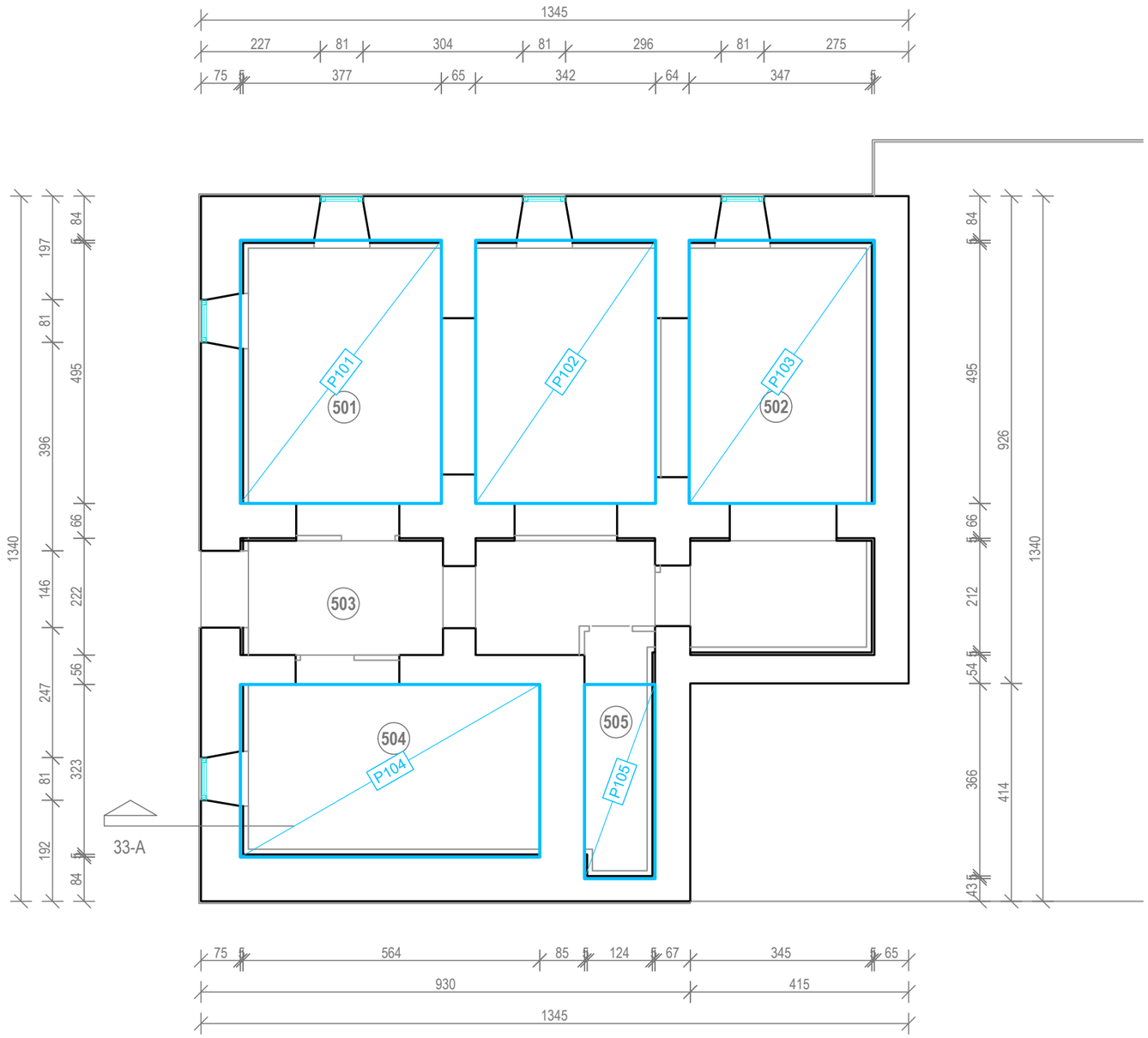


G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

22

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 22 **PRESJEK 22-B I 22-C**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 100** **LIST 10**

TLOCRT SUTERENA
M 1:100



G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

33

EL BR **02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**

PROJEKT **G L A V N I P R O J E K T**
građevinski projekt - projekt konstrukcije

ZGRADA REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA :
ex.Interna i aneks ex.Neurologija
na k.č. 6220/8, k.o. PULA

INVESTITOR **SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI**
OIB 61738073226
Zagrebačka 30, Pula

SADRŽAJ KORPUS 33

TLOCRT SUTERENA
PLAN POZICIJA 100

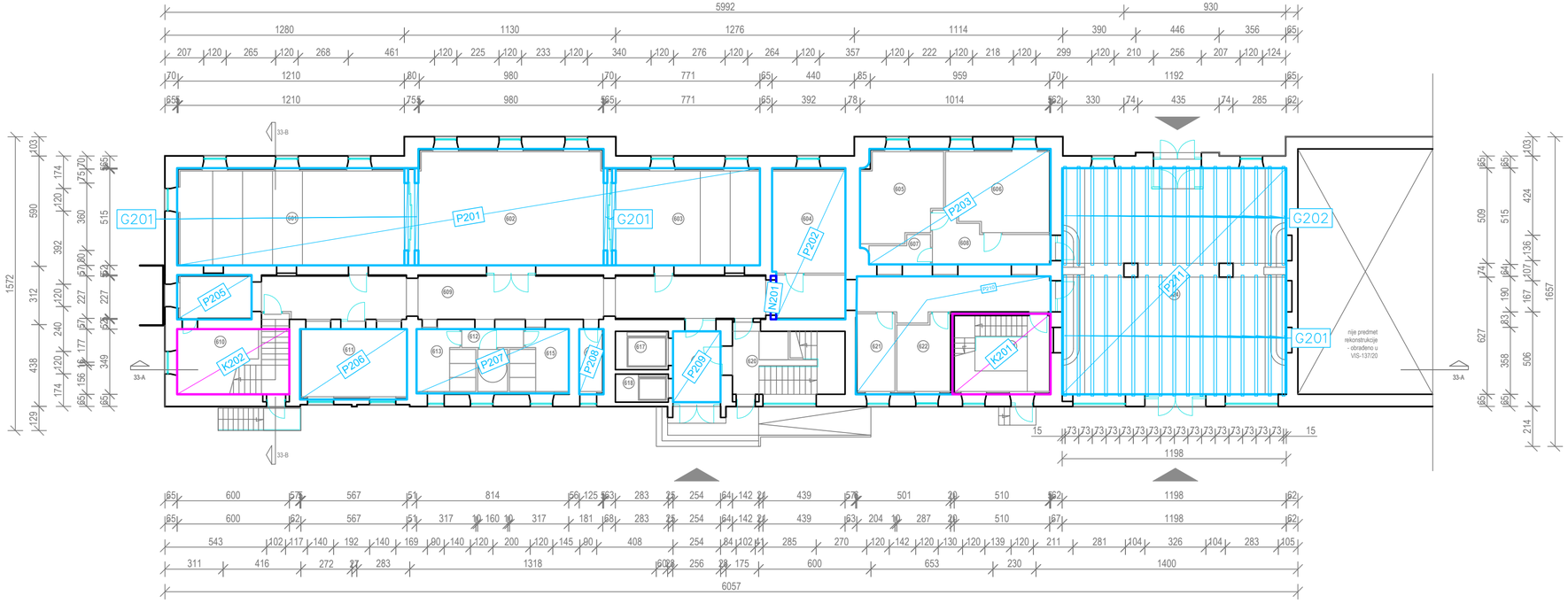
GLAVNI PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

PROJEKTANT **TONKA RADETIĆ MAGLICA**
mag.ing.aedif. G 5118

SURADNICI **MATEA BRNELIĆ**
mag.ing.aedif. G 5761
IVAN BADURINA
mag.ing.aedif. G 6994

RUJAN 2022. **MJ 1 : 100** **LIST 11**

TLOCRT PRIZEMLJA
M 1:200

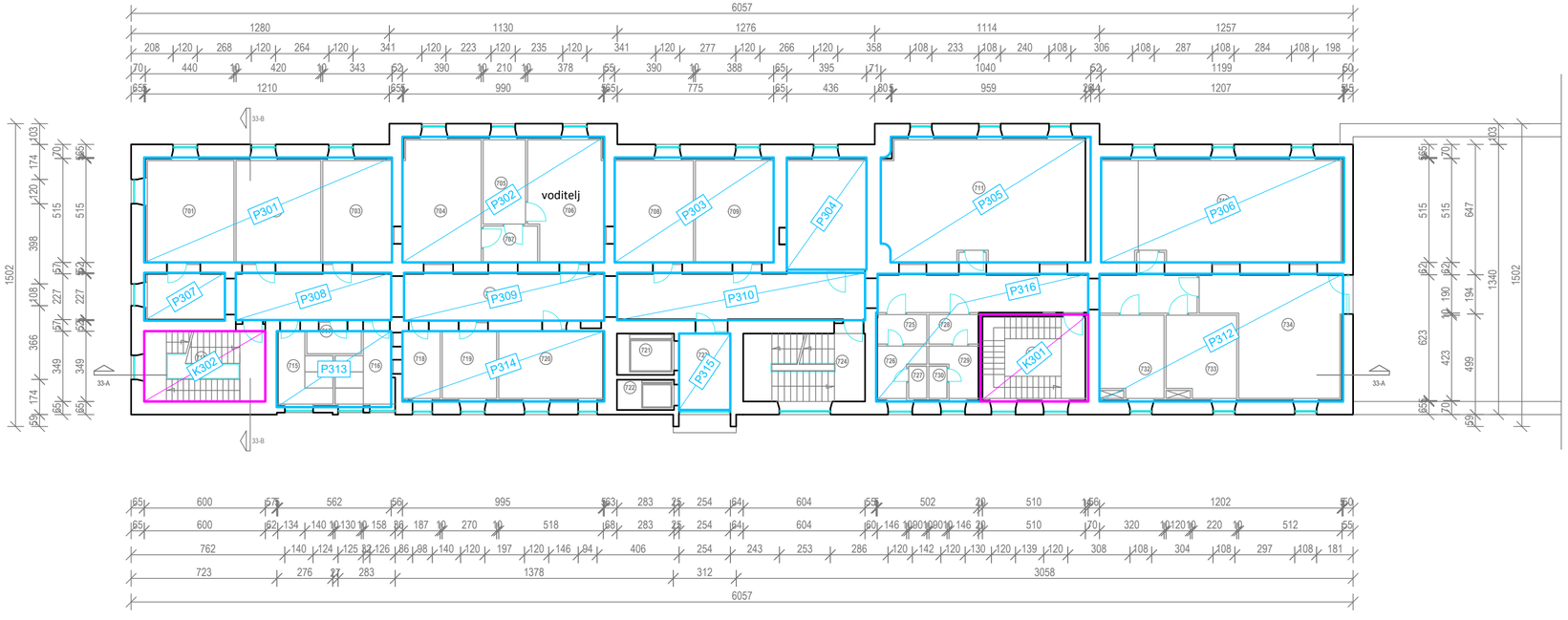


G E O - R A D d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 RIJEKA
georad.jelenje@gmail.com

33

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 33 **TLOCRT PRIZEMLJA** **PLAN POZICIJA 200**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 200** **LIST 12**

TLOCRT 1. KATA
M 1:200

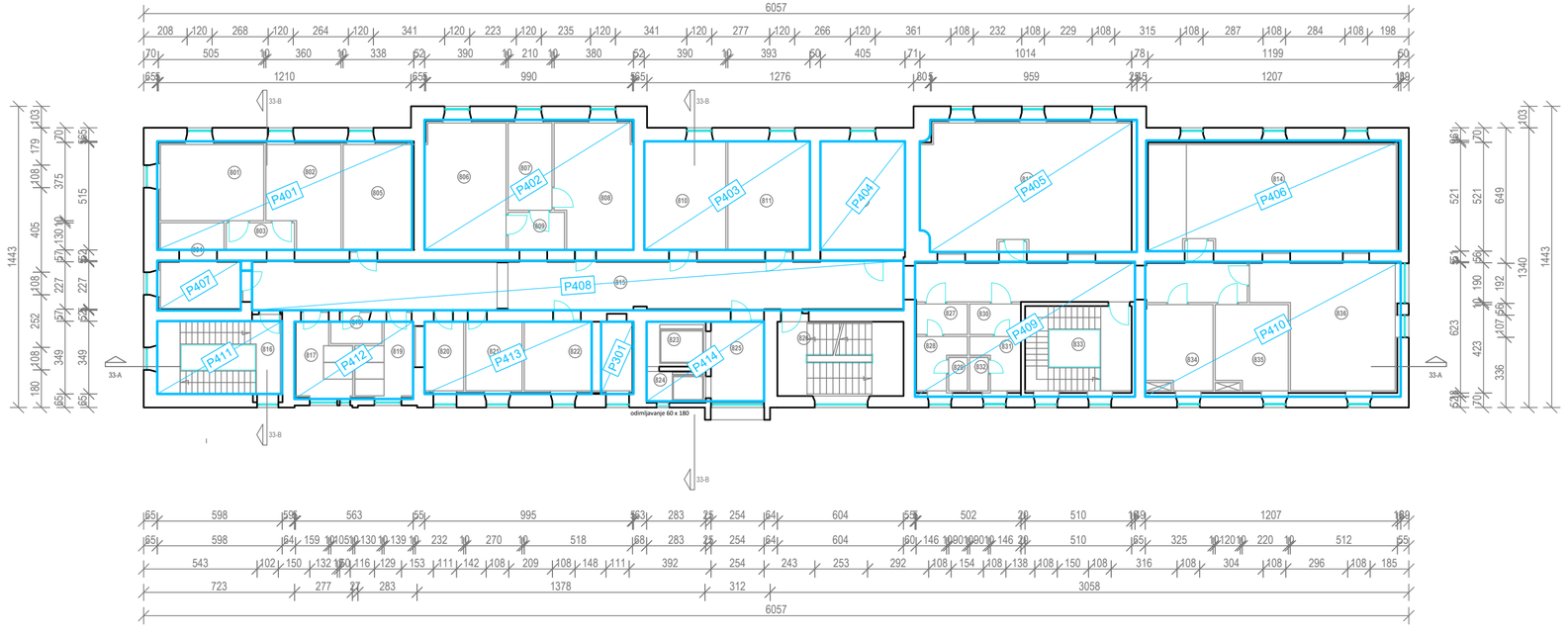


GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 RIJEKA
georad.jelenje@gmail.com

33

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 33 **TLOCRT 1. KATA** **PLAN POZICIJA 300**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 200** **LIST 13**

TLOCRT 2. KATA
M 1:200

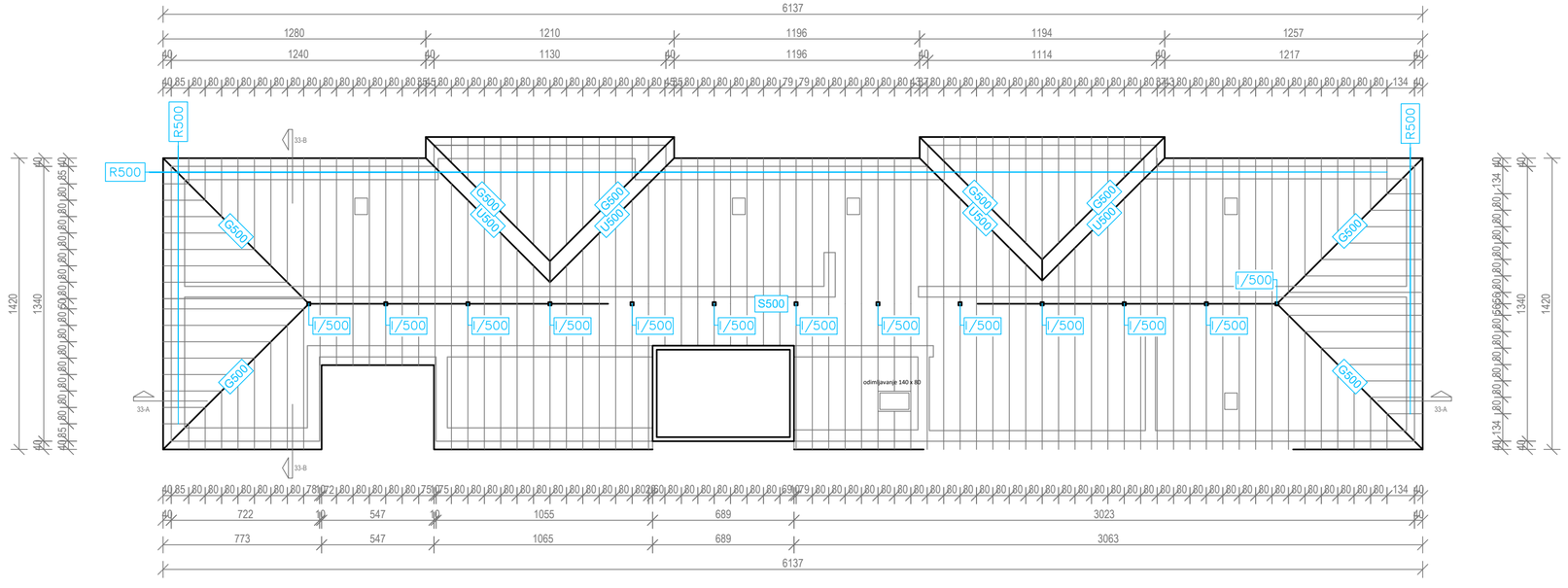


GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

33

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 33 **TLOCRT 2. KATA** **PLAN POZICIJA 400**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 200** **LIST 14**

TLOCRT POTKROVLJA I KROVIŠTA
M 1:200



R500 - Rogovi
14/20, C24

G500 - Grebeni
16/24, C24

U500 - Uvale
16/24, C24

S500 - Sljemena greda
16/24, C24

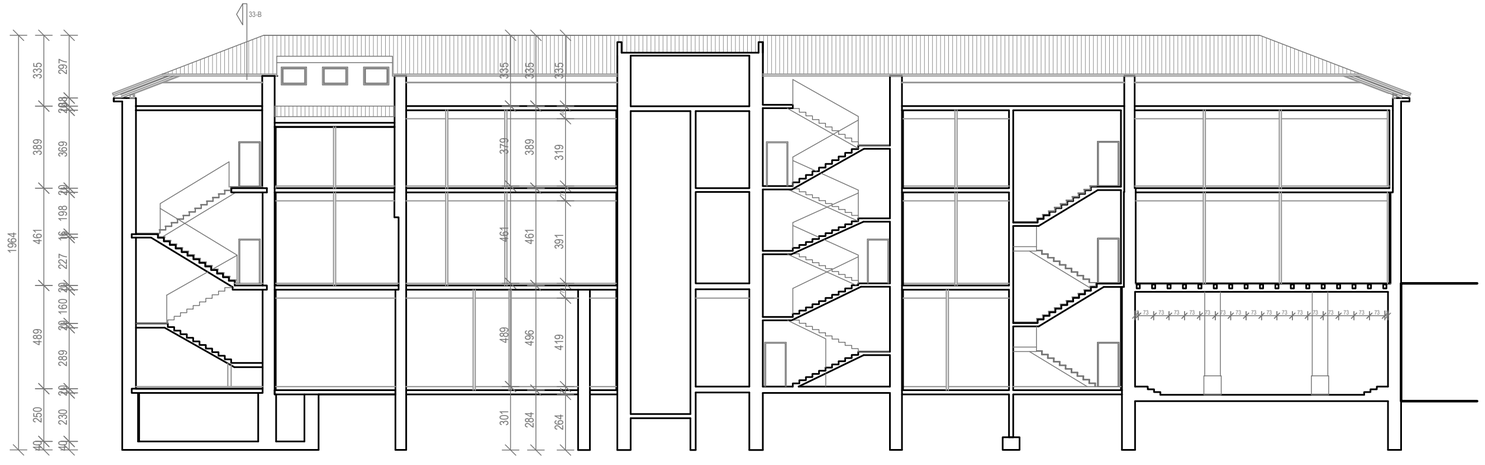
I/500 - Stupovi
16/16, C24

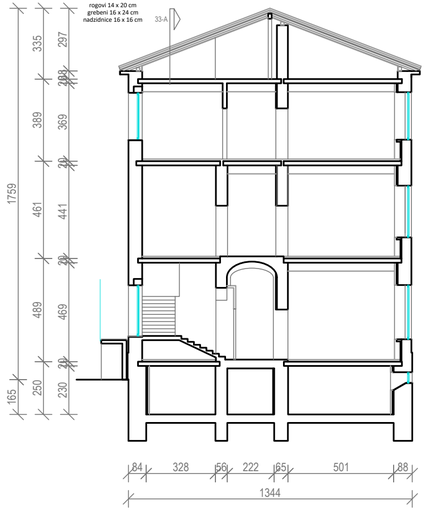
GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 **RIJEKA**
georad.jelenje@gmail.com

33

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 33 **TLOCRT POTKROVLJA I KROVIŠTA** **PLAN POZICIJA 500**
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 200** **LIST 15**

PRESJEK 33-A I 33-B
M 1:200





GEO-RAD d.o.o.
MATIJE GUPCA 11 RIJEKA
georad.jelenje@gmail.com

33

EL BR	**02/28GP-2022-V** ZOP **28GP-2022-V**
PROJEKT	**G L A V N I P R O J E K T** građevinski projekt - projekt konstrukcije
ZGRADA	REKONSTRUKCIJA, ADAPTACIJA I DOGRADNJA GRUPE ZGRADA : ex.Interna i aneks ex.Neurologija **na k.č. 6220/8, k.o. PULA**
INVESTITOR	**SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI** OIB 61738073226 Zagrebačka 30, Pula
SADRŽAJ	KORPUS 33 PRESJEK 33-A I 33-B
GLAVNI PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
PROJEKTANT	**TONKA RADETIĆ MAGLICA** mag.ing.aedif. G 5118
SURADNICI	**MATEA BRNELIĆ** mag.ing.aedif. G 5761 **IVAN BADURINA** mag.ing.aedif. G 6994
RUJAN 2022.	**MJ 1 : 200** **LIST 16**

Elektronički potpis
sukladno uredbi (EU) broj 910/2014

Vjerodostojnost ovog dokumenta možete provjeriti skeniranjem QR koda. Skeniranjem ovog koda, sustav će Vas preusmjeriti na stranice izvornika ovog dokumenta, kako biste mogli potvrditi autentičnost. Njegova vjerodostojnost u ovom digitalnom obliku, valjana je i istovjetna potpisanom dokumentu u fizičkom obliku.

INGRID BULIAN
GRAD PULA - POLA
Potpisano: 28.10.2022.