Proing d.o.o. projektiranje i nadzor, Ivana Severa 5,
42000 Varaždin, Tel: 042 404 404, fax: 042 350 264
OIB: 17292565952

Građevina :
PROIZVODNA GRAĐEVINA

Investitor :
GRACOTECH GRUPA d.o.o.
Donjozelinska ulica 2c, Donja Zelina
10380 Sveti Ivan Zelina
OIB: 40172160449

Broj tehničkog dnevnika:
670/21

Zajednička oznaka projekta:
OGP 73/21

Lokacija :
DONJA ZELINA
novoformirana k.č.br. 276,
(spajanje k.č.br. 275 i 276),
k.o. Donja Zelina

MAPA 3.

PROJEKT KONSTRUKCIJE

Faza projekta : **GLAVNI PROJEKT**

Strukovna odrednica : **GRAĐEVINSKI – PROJEKT KONSTRUKCIJE**

Glavni projektant : **ASTRIDA HAJZLER FIŠTER** dipl.ing.arh.

Astrida Hajzler Fišter
Digitalno potpisao: Astrida Hajzler Fišter
Datum: 2021.05.27 09:38:42 +02'00'

Projektant : **DARKO ŠILEC** dipl.ing.građ.
PROING d.o.o., Ivana Severa 5, Varaždin
OIB: 17292565952

Hrvatska komora inženjera građevinarstva
Digitalno potpisao: DARKO ŠILEC
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Identification, sn=ŠILEC, givenName=DARKO, serialNumber=PNOHR-47050713599, cn=DARKO ŠILEC
Datum: 2021.05.27 08:56:23 +02'00'

Projektant suradnik : **GORAN VIŠNJARIĆ** mag.ing.aedif.

Varaždin, svibanj 2021. godine

Direktor :
DARKO ŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

SADRŽAJ :

:-:	NASLOVNICA
sadržaj	
-	popis mapa Glavnog projekta
:-:	OPĆI PRILOZI
-	izjava projektanta o usklađenosti glavnog projekta
:-:	KONSTRUKTERSKI DIO
-	popis primjenjenih propisa
-	tehnički opis
-	tehnički uvjeti izvođenja radova i program kontrole kvalitete
-	projektirani vijek uporabe građevine i uvjeti za njezino održavanje
-	statički proračun
-	grafički prilozi

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA – Z.O.P.: OGP 73/21

	DIO GLAVNOG PROJEKTA:	PROJEKTANT / OVLAŠTENA OSOBA:	TVRTKA:
1.	ARHITEKTONSKI PROJEKT oznake TD 73/21	Projektantica: Astrida Hajzler Fišter, d. i. a. broj ovlaštenja: A 3023	OGP d.o.o., Glavna 29, PRELOG, OIB 62832727394
2.	ARHITEKTONSKI PROJEKT:		
	PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE oznake TD 73/21	Projektantica: Astrida Hajzler Fišter, d. i. a. broj ovlaštenja: A 3023	OGP d.o.o., Glavna 29, PRELOG, OIB 62832727394
3.	GRAĐEVINSKI PROJEKT:		
	PROJEKT KONSTRUKCIJE Broj teh. dn.: 670/21	Projektant: Darko Šilec, d. i. g. broj ovlaštenja: G 560	Proing d.o.o. projektiranje i nadzor, Ivana Severa 5, VARAŽDIN, OIB 17292565952
4.	GRAĐEVINSKI PROJEKT:		
	PROJEKT VODOVODA I ODVODNJE, UREĐENJE OKOLIŠA oznake TD 73/21	Projektant: Ivan Balog, d. i. g. broj ovlaštenja: G 1324	OGP d.o.o., Glavna 29, PRELOG, OIB 62832727394
5.	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT broj 200/2021	Projektant: Marijan Marciuš, d. i. el. broj ovlaštenja: E 238	MBT INŽENJERING d.o.o., Trnavska 19, MACINEC, OIB 46514305761
6.	STROJARSKI PROJEKT:		
	PROJEKT STROJARSKIH TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA oznake TD 284/2021	Projektant: Zoran Bahunek, d. i. s. broj ovlaštenja: S 1699	ECO PROJEKT d.o.o., Duga ulica 35, VARAŽDINSKE TOPLICE, OIB 98611931145

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

OPĆI PRILOZI

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

GRAĐEVINA: **PROIZVODNA GRAĐEVINA**

INVESTITOR: **GRACOTECH GRUPA d.o.o.**
Donjozelinska ulica 2c, Donja Zelina
10380 Sveti Ivan Zelina
oib: 40172160449

TEHN.DNEVNIK: **670/21**

Na temelju članka 51 stavka 2. i članka 108. Zakona gradnji ("Narodne novine" br. 153/13, 20/17)

PROJEKTANT

Darko Šilec, dipl.ing.građ., PROING d.o.o. Varaždin, Ivana Severa 5, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera i arhitekata, klasa: UP/I-360-01/99-01/560, Ur.broj: 314-01-99-1, pod rednim brojem 560, dajem

I Z J A V U

PROJEKTANTA GRAĐEVINSKOG PROJEKTA

O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA

Glavni projekt za „PROIZVODNU GRAĐEVINU" – na lokaciji DONJA ZELINA, NOVOFORMIRANA K.Č.BR. 276, (spajanje k.č.br. 275 i 276), K.O. DONJA ZELINA:

- ispunjava propisane uvjete, odnosno uvjete za građenje građevina propisanim prostornim planom, te ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu, zahtjeve propisane za energetska svojstva zgrada i druge propisane zahtjeve i uvjete
- u skladu je s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (Narodne novine br. 17/2017)
- Odluka o donošenju Prostornoga plana uređenja Grada Svetog Ivana Zeline („Zelinske novine" broj 08/04)
- 1.Izmjene i dopune, („Zelinske novine" broj 11/06)
- 2.Izmjene i dopune , („Zelinske novine" broj, 9/11)
- 3.Izmjene i dopune (1. Ciljane) , („Zelinske novine" broj, 5/13)
- 4.Izmjene i dopune , („Zelinske novine" broj, 13/15)
- Pročišćeni tekst („Zelinske novine" broj 15/15)
- Pročišćeni tekst („Zelinske novine" broj 4/17 i 6/17)

Varaždin , svibanj 2021. godine

Projektant:

DARKO ŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

K O N S T R U K T E R S K I

D I O

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

1. POPIS PRIMJENJENIH PROPISA

Projektirana građevina izgradit će se u skladu sa Zakonom o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18) i Zakonom o normizaciji (NN 80/13).
Da bi se ostvarila kvaliteta izvođenja građevine svi sudionici u građenju (Zakon o gradnji 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) dužni su se pridržavati slijedećih pravilnika, propisa, standarda i zakona :

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
2. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
3. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
4. Zakon o obveznim odnosima (NN 35/05, 41/08, 125/11, 78/15, 29/18)
5. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
7. Zakon o vatrogastvu (NN 139/04, 174/04, 38/09, 80/10)
8. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/13, 14/14, 32/19)
9. Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14, 32/19)
10. Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 117/18)
11. Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18)
12. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
13. Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18)
14. Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14)
15. Pravilnik o zaštiti na radu u građevinarstvu (NN 18/83, 59/96; Sl. list 42/68; 45/68)
16. Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara (NN 62/94, 32/97)
17. Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)
18. Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja odnosno lokacijske dozvole (NN 115/11)
19. Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
20. Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtijevnosti mjera zaštite od požara (NN 56/12, 61/12)
21. Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (NN 06/84, 113/06, 114/07)
22. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
23. Pravilnik o potvrđivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
24. Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata (NN 53/91 – preuzet Sl.list 15/90)
25. Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/14, 03/17)
26. Eurokod 1: Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije (EN 1991:2008)
27. Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija (EN 1992:2008)
28. Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 1. dio: opća pravila (EN 1997-1:2008)
29. Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres (EN 1998:2008)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

1.1. PRIKAZ PREDVIĐENIH MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

POPIS PROPISA I NORMI

- Zakon o prostornom uređenju (NN RH 153/13, 65/17, 114/18, 39/19)
- Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o zaštiti od požara (NN RH 92/10),
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95 i NN 56/10)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/ 13)

PRAVILNICI:

- Pravilnik o sadržaju elaborata zaštite od požara (NN 51/12)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti mjera zaštite od
- požara (NN 56/12 i 61/12)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/ 13, 87/15)
- Pravilnik o ovlaštenjima za izradu elaborata zaštite od požara (NN 141/ 11)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94 i 142/03)
- Pravilnik o vatrogasnim aparatima (NN br. 101/11 i 74/ 13)
- Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06)
- Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08)
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/ 13)
- Pravilnik za plinske aparate (NN 91/13)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/ 11)
- Tehnički propisi za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08 i 33/10)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10)
- Tehnički propisi za dimnjake u građevinama (NN 3/07)
- Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN broj 29/05)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

PROPISI I STANDARDI KOJI SE U REPUBLICI RVATSKOJ PRIMJENJUJU TEMELJEM ČLANKA 10. ZAKONA O ZAŠTITI OD POŽARA I ČLANKA 20. ZAKONA O TEHNIČKIM ZATJEVIMA ZA PROIZVODE I OCJENU SUKLADNOSTI

POPIS HRVATSKIH NORMI:

HRN EN 179
Građevni okovi -- Naprave izlaza za nuždu s kvakom ili pritisnom pločom za upotrebu na evakuacijskim putovima -- Zahtjevi i ispitne metode (EN 179:2008)
Building hardware -- Emergency exit devices operated by a lever handle or push pad, for use on escape routes -- Requirements and test methods (EN 179:2008)

HRN EN 1125
Građevni okovi -- Dijelovi izlaza za nuždu s pritisnom šipkom -- Zahtjevi i ispitne metode (EN 1125:1997+A1:2001)
Building hardware -- Panic exit devices operated by a horizontal bar -- Requirements and test methods (EN 1125:1997+A1:2001)

HRN EN ISO 1182
Ispitivanja reakcije na požar proizvoda -- Ispitivanje negorivosti (ISO 1182:2010; EN ISO 1182:2010)
Reaction to fire tests for products -- Non-combustibility test (ISO 1182:2010; EN ISO 1182:2010)

HRN ENV 1187
Ispitna metoda za izloženost krovova požaru izvana (ENV 1187:2002)
Test methods for external fire exposure to roofs (ENV 1187:2002)

HRN ENV 1187/A1
Ispitna metoda za izloženost krovova požaru izvana (ENV 1187:2002/A1:2005)
Test methods for external fire exposure to roofs (ENV 1187:2002/A1:2005)

HRN EN 1363-1
Ispitivanja otpornosti na požar -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 1363-1:1999)
Fire resistance tests -- Part 1: General requirements (EN 1363-1:1999)

HRN EN 1363-2
Ispitivanja otpornosti na požar -- 2. dio: Alternativni i dodatni postupci (EN 1363-2:1999)
Fire resistance tests -- Part 2: Alternative and additional procedures (EN 1363-2:1999)

HRN ENV 1363-3
Ispitivanja otpornosti na požar -- 3. dio: Provjeravanje svojstava peći (ENV 1363-3:1998)
Fire resistance tests -- Part 3: Verification of furnace performance (ENV 1363-3:1998)

HRN EN 1364-1
Ispitivanja otpornosti na požar nenosivih elemenata -- 1. dio: Zidovi (EN 1364-1:1999)
Fire resistance tests for non-loadbearing elements -- Part 1: Walls (EN 1364-1:1999)

HRN EN 1364-2
Ispitivanja otpornosti na požar nenosivih elemenata -- 2. dio: Stropovi (EN 1364-2:1999)
Fire resistance tests for non-loadbearing elements -- Part 2: Ceilings (EN 1364-2:1999)

HRN EN 1364-3
Ispitivanje otpornosti nenosivih elemenata na požar -- 3. dio: Ovješene fasade -- Potpuna postava (cijeli sustav) (EN 1364-3:2006)
Fire resistance tests for non-loadbearing elements -- Part 3: Curtain walling -- Full configuration (complete assembly) (EN 1364-3:2006)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

HRN EN 1364-4
Ispitivanje otpornosti nenosivih elemenata na požar -- 4. dio: Ovješene fasade -- Djelomična postava (EN 1364-4:2007)
Fire resistance tests for non-loadbearing elements -- Part 4: Curtain walling -- Part configuration (EN 1364-4:2007)

HRN EN 1365-1
Ispitivanja otpornosti na požar nosivih elemenata -- 1. dio: Zidovi (EN 1365-1:1999)
Fire resistance tests for loadbearing elements -- Part 1: Walls (EN 1365-1:1999)

HRN EN 1365-2
Ispitivanja otpornosti na požar nosivih elemenata -- 2. dio: Međukatne i krovne konstrukcije (EN 1365-2:1999)
Fire resistance tests for loadbearing elements -- Part 2: Floors and roofs (EN 1365-2:1999)

HRN EN 1365-3
Ispitivanja otpornosti na požar nosivih elemenata -- 3. dio: Grede (EN 1365-3:1999)
Fire resistance tests for loadbearing elements -- Part 3: Beams (EN 1365-3:1999)

HRN EN 1365-4
Ispitivanja otpornosti na požar nosivih elemenata -- 4. dio: Stupovi (EN 1365-4:1999)
Fire resistance tests for loadbearing elements -- Part 4: Columns (EN 1365-4:1999)

HRN EN 1365-5
Ispitivanje otpornosti nosivih elemenata na požar -- 5. dio: Balkoni i prolazi (EN 1365-5:2004)
Fire resistance tests for loadbearing elements -- Part 5: Balconies and walkways (EN 1365-5:2004)

HRN EN 1365-6
Ispitivanje otpornosti nosivih elemenata na požar -- 6. dio: Stubišta (EN 1365-6:2004)
Fire resistance tests for loadbearing elements -- Part 6: Stairs (EN 1365-6:2004)

HRN EN 1366-1
Ispitivanja otpornosti na požar instalacija -- 1. dio: Kanali (EN 1366-1:1999)
Fire resistance tests for service installations -- Part 1: Ducts (EN 1366-1:1999)

HRN EN 1366-2
Ispitivanja otpornosti na požar instalacija -- 2. dio: Protupožarne zaklopke (EN 1366-2:1999)
Fire resistance tests for service installations -- Part 2: Fire dampers (EN 1366-2:1999)

HRN EN 1366-3
Ispitivanja otpornosti servisnih instalacija na požar -- 3. dio: Penetracijska brtvila (EN 1366-3:2009)
Fire resistance tests for service installations -- Part 3: Penetration seals (EN 1366-3:2009)

HRN EN 1366-4
Ispitivanja otpornosti na požar servisnih instalacija -- 4. dio: Brtve linearnih spojeva (EN 1366-4:2006+A1:2010)
Fire resistance tests for service installations -- Part 4: Linear joint seals (EN 1366-4:2006+A1:2010)

HRN EN 1366-5
Ispitivanja otpornosti na požar servisnih instalacija -- 5. dio: Servisni kanali i okna (EN 1366-5:2010)
Fire resistance tests for service installations -- Part 5: Service ducts and shafts (EN 1366-5:2010)

HRN EN 1366-6
Ispitivanja otpornosti servisnih instalacija na požar -- 6. dio: Podignuti i šuplji podovi (EN 1366-6:2004)
Fire resistance tests for service installations -- Part 6: Raised access and hollow core floors (EN 1366-6:2004)

HRN EN 1366-7

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Ispitivanja otpornosti servisnih instalacija na požar -- 7. dio: Transportni sustavi i njihova zatvaranja (EN 1366-7:2004)
Fire resistance tests for service installations -- Part 7: Conveyor systems and their closures (EN 1366-7:2004)

HRN EN 1366-8
Ispitivanja otpornosti servisnih instalacija na požar -- 8. dio: Kanali za odimljavanje (EN 1366-8:2004)
Fire resistance tests for service installations -- Part 8: Smoke extraction ducts (EN 1366-8:2004)

HRN EN 1366-9
Ispitivanja otpornosti servisnih instalacija na požar -- 9. dio: Zasebno odijeljeni kanali za odimljavanje (EN 1366-9:2008)
Fire resistance tests for service installations -- Part 9: Single compartment smoke extraction ducts (EN 1366-9:2008)

HRN EN 1634-1
Ispitivanje otpornosti na požar i kontrolu dima vrata, roleta i prozora koji se mogu otvarati i elemenata zgrade -- 1. dio: Ispitivanje otpornosti na požar vrata, elemenata za zatvaranje i prozora koji se mogu otvarati (EN 1634-1:2008)
Fire resistance and smoke control tests for door, shutter and openable window assemblies and elements of building hardware -- Part 1: Fire resistance tests for doors, shutters and openable windows (EN 1634-1:2008)

HRN EN 1634-2
Ispitivanje otpornosti na požar i kontrolu dima vrata, roleta i prozora koji se mogu otvarati i elemenata zgrade -- 2. dio: Karakterizacijsko ispitivanje otpornosti na požar elemenata zgrade (EN 1634-2:2008)
Fire resistance and smoke control tests for door, shutter and openable window assemblies and elements of building hardware -- Part 2: Fire resistance characterisation test for elements of building hardware (EN 1634-2:2008)

HRN EN 1634-3
Ispitivanje otpornosti vrata i sklopova za zatvaranje otvora na požar -- 3. dio: Protudimna vrata i zatvarači za otvore (EN 1634-3:2004+AC:2006)
Fire resistance tests for door and shutter assemblies -- Part 3: Smoke control doors and shutters (EN 1634-3:2004+AC:2006)

HRN EN ISO 1716
Ispitivanja reakcije na požar proizvoda -- Određivanje bruto toplinskog potencijala (kalorična vrijednost) (ISO 1716:2010; EN ISO 1716:2010)
Reaction to fire tests for products -- Determination of the gross heat of combustion (calorific value) (ISO 1716:2010; EN ISO 1716:2010)

HRN EN 1838
Primjena rasvjete -- Nužna rasvjeta (EN 1838:1999)
Lighting applications -- Emergency lighting (EN 1838:1999)

HRN EN 1991-1-2
Eurokod 1 — Djelovanja na konstrukcije — Dio 1-2:Opća djelovanja — Djelovanja na konstrukcije izložene požaru (EN 1991-1-2:2002/AC:2009)
Eurocode 1 — Actions on structures — Part 1-2:General actions — Actions on structures exposed to fire (EN 1991-1-2:2002/AC:2009)

HRN EN 1993-1-2
Eurokod 3 — Projektiranje Čeličnih konstrukcija — Dio 1-2: Opća pravila — Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1993-1-2:2005/AC:2009)
Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-2: General rules — Structural fire design (EN 1993-1-2:2005/AC:2009)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

HRN EN 1995-1-2
Eurokod 5 — Projektiranje drvenih konstrukcija — Dio 1-2: Općenito — Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1995-1-2:2004/AC:2009)
Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design(EN 1995-1-2:2004/AC:2009)

HRN EN 1996-1-2
Eurokod 6 — Projektiranje zidanih konstrukcija — Dio 1-2: Opća pravila — Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1996-1-2:2005/AC:2010)
Eurocode 6 — Design of masonry structures — Part 1-2: General rules — Structural fire design (EN 1996-1-2:2005/AC:2010)

HRN EN 1999-1-2
Eurokod 9 — Projektiranje aluminijskih konstrukcija — Dio 1-2: Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1999-1-2:2007/AC:2009)
Eurocode 9 — Design of aluminium structures — Part 1-2: Structural fire design (EN 1999-1-2:2007/AC:2009)

HRN EN 8172
Sigurnosna pravila za konstrukciju i ugradnju dizala -- Posebna primjena za osobna dizala i osobna teretna dizala -- 72. dio: Vatrogasna dizala (EN 81-72:2003)
Safety rules for the construction and installation of lifts -- Particular applications for passenger and good passenger lifts -- Part 72: Fire-fighters lifts (EN 81-72:2003)

HRN EN ISO 9239-1
Ispitivanja reakcije na požar podnih obloga -- 1. dio: Određivanje ponašanja pri gorenju uporabom izvora koji zrači toplinu (ISO 9239-1:2010; EN ISO 9239-1:2010)
Reaction to fire tests for floorings -- Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source (ISO 9239-1:2010; EN ISO 9239-1:2010)

HRN EN ISO 11925-2
Ispitivanja reakcije na požar -- Zapaljivost proizvoda izloženih izravnom djelovanju plamena -- 2. dio: Ispitivanje pojedinačnim izvorom plamena (ISO 11925-2:2010+Cor 1:2011; EN ISO 11925-2:2010+AC:2011)
Reaction to fire tests -- Ignitability of products subjected to direct impingement of flame -- Part 2: Single-flame source test (ISO 11925-2:2010+Cor 1:2011; EN ISO 11925-2:2010+AC:2011)

HRN EN 12101-1
Sustavi za upravljanje dimom i toplinom -- 1. dio: Specifikacija dimnih zastora (EN 12101-1:2005+A1:2006)
Smoke and heat control systems -- Part 1: Specification for smoke
barriers (EN 12101-1:2005+A1:2006)

HRN EN 12101-2
Sustavi za upravljanje dimom i toplinom -- 2. dio: Specifikacija uređaja za prirodno odvođenje dima i topline (EN 12101-2:2003)
Smoke and heat control systems -- Part 2: Specification for natural smoke and heat exhaust ventilators (EN 12101-2:2003)

HRN EN 12101-3
Sustavi za upravljanje dimom i toplinom -- 3. dio: Specifikacija uređaja za prisilno odvođenje dima i topline (EN 12101-3:2002+AC:2005)
Smoke and heat control systems -- Part 3: Specification for powered smoke and heat exhaust ventilators (EN 12101-3:2002+AC:2005)

HRI CEN/TR 12101-4
Sustavi za upravljanje dimom i toplinom -- 4. dio: Postavljeni SHEVS sustavi za odvođenje dima i topline (CEN/TR 12101-4:2006)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Smoke and heat control systems -- Part 4: Installed SHEVS systems for smoke and heat ventilation (CEN/TR 12101-4:2006)

HRI CEN/TR 12101-5
Sustavi za upravljanje dimom i toplinom -- 5. dio: Upute za funkcionalne preporuke i metode proračuna sustava za odvođenje dima i topline (CEN/TR 12101-5:2005)
Smoke and heat control systems -- Part 5: Guidelines on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems (CEN/TR 12101-5:2005)

HRN EN 12101-6
Sustavi za upravljanje dimom i toplinom -- 6. dio: Specifikacija sustava diferencijalnog tlaka -- Paketi (EN 12101-6:2005+AC:2006)
Smoke and heat control systems -- Part 6: Specification for pressure differential systems -- Kits (EN 12101-6:2005+AC:2006)

HRN EN 13238
Ispitivanja reakcije na požar građevnih proizvoda -- Postupci kondicioniranja i opća pravila za odabir podloga (substrata) (EN 13238:2010)
Reaction to fire tests for building products -- Conditioning procedures and general rules for selection of substrates (EN 13238:2010)

HRN CEN/TS 13381-1
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 1. dio: Horizontalne zaštitne membrane (CEN/TS 13381-1:2005)

Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 1: Horizontal protective membranes (CEN/TS 13381-1:2005)

HRN EN 13381-8
Metode ispitivanja za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 8. dio: Reaktivna zaštita čeličnih elemenata (EN 13381-8:2010)
Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 8: Applied reactive protection to steel members (EN 13381-8:2010)

HRN ENV 13381-4
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 4. dio: Zaštita čeličnih elemenata (ENV 13381-4:2002)
Test methods for determing the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 4: Applied protection to steel members (ENV 13381-4:2002)

HRS ENV 13381-2
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 2. dio: Vertikalne zaštitne membrane (ENV 13381-2:2002)
Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 2: Vertical protective membranes (ENV 13381-2:2002)

HRS ENV 13381-3
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 3. dio: Zaštita primjenjena na betonskim elementima (ENV 13381-3:2002)
Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 3: Applied protection to concrete members (ENV 13381-3:2002)

HRS ENV 13381-5
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 5. dio: Zaštita primjenjena na betonskim/profiliranim pločastim čeličnim kompozitnim elementima (ENV 13381-5:2002)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 5: Applied protection to concrete/profiled sheet steel composite members (ENV 13381-5:2002)

HRS ENV 13381-6
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 6. dio: Zaštita primjenjena na šupljim čeličnim stupovima ispunjenim betonom (ENV 13381-6:2002)
Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 6: Applied protection to concrete filled hollow steel columns (ENV 13381-6:2002)

HRS ENV 13381-7
Ispitne metode za određivanje doprinosa otpornosti na požar konstrukcijskih elemenata -- 7. dio: Zaštita primjenjena na drvenim elementima (ENV 13381-7:2002)
Test methods for determining the contribution to the fire resistance of structural members -- Part 7: Applied protection to timber members (ENV 13381-7:2002)

HRN EN 13501-1
Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru -- 1. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja reakcije na požar (EN 13501-1:2007+A1:2009)
Fire classification of construction products and building elements -- Part 1: Classification using data from reaction to fire tests (EN 13501-1:2007+A1:2009)

HRN EN 13501-2
Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru -- 2. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja otpornosti na požar, isključujući ventilaciju (EN 13501-2:2007+A1:2009)
Fire classification of construction products and building elements -- Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services (EN 13501-2:2007+A1:2009)

HRN EN 13501-3
Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru -- 3. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja otpornosti na požar proizvoda i elemenata upotrijebljenih u servisnim instalacijama zgrade: vatrootpornih kanala i požarnih zatvarača (EN 13501-3:2005+A1:2009)
Fire classification of construction products and building elements -- Part 3: Classification using data from fire resistance tests on products and elements used in building service installations: Fire resisting ducts and fire dampers (EN 13501-3:2005+A1:2009)

HRN EN 13501-4
Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru -- 4. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja otpornosti na požar dijelova sustava za kontrolu dima (EN 13501-4:2007+A1:2009)
Fire classification of construction products and building elements -- Part 4: Classification using data from fire resistance tests on components of smoke control systems (EN 13501-4:2007+A1:2009)

HRN EN 13501-5
Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru -- 5. dio: Razredba prema rezultatima ispitivanja izloženosti krovova požaru izvana (EN 13501-5:2005+A1:2009)
Fire classification of construction products and building elements -- Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests (EN 13501-5:2005+A1:2009)

HRN EN 13823
Ispitivanja reakcije na požar građevnih proizvoda -- Građevni proizvodi osim podnih obloga izloženi termičkom opterećenju pojedinačno gorućeg elementa (SBI) (EN 13823:2010)
Reaction to fire tests for building products -- Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (EN 13823:2010)

HRN EN ISO 13943
Zaštita od požara -- Terminološki rječnik (ISO 13943:2008; EN ISO 13943:2010)
Fire safety -- Vocabulary (ISO 13943:2008; EN ISO 13943:2010)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

HRN EN 14135
Obloge -- Određivanje sposobnosti zaštite od požara (EN 14135:2004)
Coverings -- Determination of fire protection ability (EN 14135:2004)

HRN EN 14390
Požarno ispitivanje -- Referentno ispitivanje površinskih proizvoda u prostoriji u velikom mjerilu (EN 14390:2007)
Fire test -- Large-scale room reference test for surface products (EN 14390:2007)

HRN EN 50171
Centralni sustavi napajanja (EN 50171:2001)
Central power supply systems (EN 50171:2001)

HRN EN 50172
Sustavi rasvjete za slučaj opasnosti (EN 50172:2004)
Emergency escape lighting systems (EN 50172:2004)

HRN EN 15080-8
Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar -- 8. dio: Grede (EN 15080-8:2009)
Extended application of results from fire resistance tests -- Part 8: Beams (EN 15080-8:2009)

HRS CEN/TS 15117
Upute za izravnu i proširenu primjenu (CEN/TS 15117:2005)
Guidance on direct and extended application (CEN/TS 15117:2005)

HRN EN 15254-2
Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar -- Nenosivi zidovi -- 2. dio: Zidni i gipsani elementi (EN 15254-2:2009)
Extended application of results from fire resistance tests -- Non-loadbearing walls -- Part 2: Masonry and gypsum blocks (EN 15254-2:2009)

HRN EN 15254-4
Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar -- Nenosivi zidovi -- 4. dio: Ostakljene konstrukcije (EN 15254-4:2008)
Extended application of results from fire resistance tests -- Non-loadbearing walls -- Part 4: Glazed constructions (EN 15254-4:2008)

HRN EN 15254-5
Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar -- Nenosivi zidovi -- 5. dio: Konstrukcija metalnih sendvič panela (EN 15254-5:2009)
Extended application of results from fire resistance tests -- Non-loadbearing walls -- Part 5: Metal sandwich panel construction (EN 15254-5:2009)

HRN EN 15269-1
Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar i/ili dimopropusnosti vrata, zaslona i prozora koji se mogu otvarati, uključujući pripadajući okov -- 1. dio: Opći zahtjevi (EN 15269-1:2010)
Extended application of test results for fire resistance and/or smoke control for door, shutter and openable window assemblies, including their elements of building hardware -- Part 1: General requirements (EN 15269-1:2010)

HRN EN 15269-20
Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar i/ili dimopropusnosti vrata, zaslona i prozora koji se mogu otvarati, uključujući pripadajući okov -- 20. dio: Dimopropusnost zaokretnih čeličnih i drvenih vrata, te staklenih vrata s metalnim dovratnikom (EN 15269-20:2009)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Extended application of test results for fire resistance and/or smoke control for door, shutter and openable window assemblies, including their elements of building hardware -- Part 20: Smoke control for hinged and pivoted steel, timber and metal framed glazed doorsets (EN 15269-20:2009)

HRN EN 15269-7

Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar i/ili dimopropusnosti vrata, zaslona i prozora koji se mogu otvarati, uključujući pripadajući okov -- 7. dio: Otpornost na požar čeličnih kliznih vrata (EN 15269-7:2009)

Extended application of test results for fire resistance and/or smoke control for door, shutter and openable window assemblies, including their elements of building hardware -- Part 7: Fire resistance for steel sliding doorsets (EN 15269-7:2009)

HRS CEN/TS 15447

Ugradnja i učvršćenje pri ispitivanjima reakcije na požar proizvoda prema direktivi o građevnim proizvodima (CEN/TS 15447:2006)

Mounting and fixing in reaction to fire tests under the construction products directive (CEN/TS 15447:2006)

HRN EN 15725

Proširena primjena izvještaja o ponašanju u požaru građevnih proizvoda i građevnih elemenata (EN 15725:2010)

Extended application reports on the fire performance of construction products and building elements (EN 15725:2010)

HRN EN 15882-3

Proširena primjena rezultata ispitivanja otpornosti na požar servisnih instalacija -- 3. dio: Penetracijska brtvila (EN 15882-3:2009)

Extended applications of results from fire resistance tests for service installations -- Part 3: Penetration seals (EN 15882-3:2009)

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2. TEHNIČKI OPIS

„PROIZVODNA GRAĐEVINA“ investitora „GRACOTECH GRUPA d.o.o.“ iz Donje Zeline je armiranobetonska montažna građevina. Smještena je u Donjoj Zelini, na k.č.br. 275 i 276 k.o. Donja Zelina.

Hala je pravokutnog oblika, tlocrtnih gabarita 120,8 x 20,9 m što odgovara krovnoj površini od cca 2525m^2. Hala je visine 9,35m. Hala je jednobrodna sa petnaest polja na rasteru od 8,00m. Ima međukat u u prva dva polja na koti od +3,25m. Preostalim poljima hale prometuju dvije kranske dizalice nosivosti 20t. Kranska dizalica prometuje na koti od cca +6,03m od kote gotovog poda. Iznad svakog broda hale su dvostrešni glavni krovni nosači s obostranim nagibom od 12%. Kao krovni pokrivač koriste se PU paneli debljine 12cm koji se polažu na armiranobetonske sekundarne nosače. Sekundarni krovni nosači su na rasteru od 2,54m.

Krovište je dvostrešno, obostranog nagiba od 12%. Krovna konstrukcija sastoji se od krovnih ab sekundarnih nosača raspona 8,00m preko kojih dolazi krovni termoizolirani sendvič panel debljine 120mm. Prema kriterijima nosivosti i uporabivosti odgovara lim tipa kao Kingspan KS1000RW debljine limova 0,50/0,40mm koji se polaže preko tri ili više polja. Moguće je odabrati krovni pokrivač drugog proizvođača od navedenog, no karakteristike tog panela u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti ne smiju biti manje od navedenog.

Sekundarni krovni armiranobetonski nosači poz SEK-1 se postavljaju na glavne dvostrešne nosače u nagibu od 12%. Polažu se na rasteru od 2,54m. Raspona su 8m. „T“ su poprečnog presjeka, visine 50cm. Gornji pojas je širine 33,4cm. Betoniraju se betonom C30/37 i armiraju armaturnim šipkama B500B. Razred izloženosti je XC1.

Glavni krovni armiranobetonski nosači poz GN-1 dvostrešnog su nagiba od 12%. Polažu se na rasteru od 8,00m. Promijenjivog su su poprečnog presjeka, visine 60cm nad ležajevima, 183cm u sredini raspona. Adheziono su prednapeti. „T“ su poprečnog presjeka, širine gornje pojasnice 60cm. Raspona su 20,0m. Betoniraju se betonom C50/60, armiraju armaturnim šipkama B500B i prednapinju kablovima Y1860S7. Razred izloženosti je XC1.

Glavni nosači GN-2, GN-3, GN-4 i GN-5 su također glavni nosači, klasično armirani manjeg raspona od GN-1. Nosači GN-2 su asimetrični nosači promijenjive visine, dvostrešnog nagiba. Nosači GN-3 i GN-4 su nosači konstantne visine. Širina gornjeg pojasa ovih nosača je 60cm. Betoniraju se svi betonom C30/37, armiraju armaturom B500B. Razred izloženosti XC1.

Unutar hale se predviđa istovremeni rad dvije kranske dizalice tipa ABUS ZLK 20t x 20000mm. Nosivost obje dizalice je 20 tona. Nosači kranskih staza su armiranobetonske grede poz KG-1 visine 100cm i raspona 8,0m. Kranske grede su klasično armirane. Širina gornjeg pojasa je 50cm. Betoniraju se betonom C50/60, XC1. Konstrukcija je proračunata na odabranu vrstu kranskih dizalica, te je u slučaju odabira druge vrste krana potrebno obavijestiti projektanta konstrukcije.

Na koti +3,25 u prvom lijevom polju hale imamo međukat uredske namjene. Međukatna konstrukcija stropa prizemlja izvodi se od ab montažnih, adheziono prednapetih TT-3 ploča visine 35cm (30cm montažni dio + 5cm tlačna ploča koja se izvodi monolitno) i raspona 8,35m. Međukatne TT ploče potrebno je povezati ankerima s obodnim zidovima i stupovima. Strop kata također se prekriva „TT“ pločama, adheziono prednapetim, poz TT-2 raspona 11m. Stropne TT-2

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

ploče oslanjaju se na zidove stubišne jezgre. TT-2 ploče se izvode bez tlačne ploče i visine su 40cm. Prostorija sačmare se također prekriva montažnim TT pločama, adheziono prednapetim, poz TT-1 raspona 8,35m bez tlačne ploče visine presjeka 30cm.

Vrhovi fasadnih ab montažnih stupova povezani su vjenčanim gredama poz VG-1. Vjenčane grede presjeka su 25x60cm. Vjenčane grede služe za seizmičko povezivanje vrhova ab stupova u oba smjera. Vjenčane grede osloniti na ab stupove sistemom trn-rupa.

Razred izloženosti za sve ab elemente montažne konstrukcije je XC1. Za temeljnu konstrukciju usvaja se razred XC2.

Svo horizontalno djelovanje na građevinu preuzima se armiranobetonskim stupovima poprečnog presjeka 60x60cm (konzole upete u temeljne čašice). Svi stupovi se betoniraju betonom C30/37, XC1.

Temeljna konstrukcija sastoji se od temelja samaca s čašicama ispod ab montažnih stupova te temeljnih traka ispod fasadnih i pregradnih zidova poz TG-1 i TG-2. Dodatno unutarnje temeljne stope povezuju se seizmičkim temeljnim trakama poz TS-1, dimenzija poprečnog presjeka 30x30cm. Armirati i izvesti s dimenzijama prema priloženim proračunima.

Podna ploča na svim dijelovima je aramiranobetonska debljine 20cm. Armirati i izvesti prema priloženim uputama koje su dane ovim glavnim projektom.

Konstrukcija se, na djelovanje horizontalnih sila, promatra kao prostorni model, obrađen programskim paketom TOWER 8. Računski tretman pretpostavlja zglobne veze između krovnih nosača i stupova, te punu upetost stupova u temelje.

Prilikom izrade konstrukterskog projekta primjenjeni su propisi za opterećenja građevina vjetrom, snijegom i potresom, propisi o zaštiti od požara, propisi o zaštiti na radu, propisi o mjerama i uvjetima za beton i armirani beton , te propisi o mjerama i uvjetima za prednapregnuti beton.

Za proračun temelja korišten je Geotehnički elaborat temeljenja za predmetnu građevinu, urađen od strane tvrtke Geokon d.o.o., Dravska poljana 137 iz Varaždina s tehničkim dnevnikom 1-2021/9. Odgovorna osoba Dubravko Grozdek, ing.geot. Budući da je tlo nekoherentno – s različitim parametrima na različitim bušotinama, za izračune nosivosti temeljne stope su provjerene s parametrima za bušotine G1 i G2.

Budući da je potrebno temeljiti na koti cca 1,0m od postojećeg (prirodnog) terena, a konačna kota terena će biti cca 140cm iznad prirodnog terena potrebno je izvršiti zamjenu tla do kote -1,0m od prirodnog terena. Dubina dna temeljne stope je projektirana na -2,00m od kote konačnog terena. Zbijenost nasipa (zamjenjenog tla) ispod temeljnih stopa mora biti minimalno 40MPa. Sve izvesti u skladu s odgovornim geomehaničarem koji obavezno treba izvršiti pregled temeljnog tla prije daljnjih radova na izvedbi temeljne konstrukcije. Iskop i izvedbu temeljne konstrukcije potrebno je izvoditi u suhom periodu godine s razinom podzemne vode minimalno 3,0m od razine prirodnog terena! Postoji i mogućnost poboljšanja tla ispod temeljnih stopa izvedbom šljunčanih pilota.

Na kraju projekta priloženi su planovi pozicija svih elemenata konstrukcije te poprečni presjeci ab montažnih elemenata. Priložena su i opterećenja koja proizlaze iz strojarskog projekta.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

ČELIČNI DIO – prostorije za usisavanje prašine, termogen za grijanje i kompresor

Prostorije se nalaze sa sjeverne strane objekta te se naslanjaju na glavnu ab montažnu konstrukciju. Dimenzioniranje elemenata te planovi pozicija dani su u sklopu proračuna programskim paketom TOWER 8.

Materijali:

Čelična konstrukcija: - S235 JR
Vijci - k.v. 8.8.; pocinčani

Antikorozivna zaštita: - Sa 2 ½

Zavari: - kutni $a_{max} = 0{,}70 \cdot t$

Čelik klase S235JR koristi se za sve elemente čelične konstrukcije. Razred izvedbe čelične konstrukcije je EXC2.

Prilikom izradbe konstrukterskog projekta primijenjeni su propisi za opterećenja građevina vjetrom i potresom, propisi o zaštiti od požara, propisi o zaštiti na radu, propisi o mjerama i uvjetima za beton i armirani beton.

Planovi pozicija elemenata konstrukcije dani su na kraju ovog projekta u grafičkim prilozima.

Razred izloženosti čelične konstrukcije :

Određeno prema HRN ISO 12944-2

Konst. element	Razred izloženosti	Napomena
Svi vanjski elementi	C2 – atmosfera sa manjim onečišćenjem, ruralna područja	vanjski okoliš
Elementi u zatvorenom prostoru	C2 –nezagrijane zgrade gdje može doći do nastanka kondenzacije	unutarnji okoliš

Mjere zaštite od korozije

Bojanje

Mjere zaštite od korozije bojanjem provoditi prema normi HRN ISO 12944.
Trajnost AKZ: duga (preko 15 godina) prema HRN ISO 12944-1.
Proizvođača i dobavljača sustava zaštite od korozije bira izvođač radova uz potrebnu suglasnost projektanta i stručnog nadzora.

Radove zaštite od korozije izvršit u radionici, kako slijedi:

1. priprema površine:
vrlo temeljito čišćenje abrazivnim mlazom na stupanj čistoće Sa 21/2 prema EN ISO 8501-1. Površina mora biti (gledano bez povećala) čista od vidljivih tragova ulja, masti i prljavštine te skoro potpuno bez okujine, hrđe, premaza i stranih nečistoća tako da možda preostali tragovi mogu izgledati kao blage mrlje ili sjene.

2. nanošenje zaštitnog sloja:
nakon uklanjanja svih onečišćenja s površine, u što kraćem vremenu izvršiti zaštitu s temeljnim

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

premazom zaštitni sloj nanositi prema tehničkoj uputi proizvođača , a sve u skladu sa HRN ISO 12944-5. Prije nanošenja svakog pojedinog sloja, površina se mora očistiti od nečistoća poput prašine, korozijskih produkata, ulja masti i sl. Potrebno se pridržavati minimalnih i maksimalnih vremena međusušenja jer u protivnom može doći do zadržavanja otapala, odvajanja slojeva, smanjenja postojanosti i sl.

3. Sušenje:
u fazi sušenja potrebna zaštita od svih kontaminacija.

4. popravljanje mehaničkih oštećenja
oštećena područja zaštititi istim materijalom nakon nužne pripreme (ukloniti sva oštećenja osnovnog sloja, očistiti površinu) osiguravajući minimalnu propisanu debljinu zaštitnog sloja. Pri okončanju svih montažnih radova potrebno je transportna i montažna oštećenja te mjesta montažnih zavara pažljivo popraviti osiguravajući minimalnu propisanu debljinu zaštitnog sloja. Pri tom treba paziti na pravilno čišćenje te ohrapavljenje čelične površine i postojećeg premaza. Prijelazna zona između očišćene metalne površine i neočišćenog premaza mora biti čim uža. Površine se pripremaju čišćenjem mlazom, a ukoliko to nije moguće, podloga se priprema rotirajućim četkama ili pištoljem s iglom uz
nanošenje temeljnog premaza kistom.

NAPOMENA: boju završnog premaza definirati u dogovoru s Naručiteljem

Vruće pocinčavanje

Mjere zaštite od korozije vrućim pocinčavanjem provoditi prema normi HRN EN ISO 1461. Potrebna minimalna debljina zaštitnog sloja od 70µm.

Radove zaštite od korozije izvršit u radionici, kako slijedi:

5. Čišćenje i priprema površine

- Mehaničko abrazivno čišćenje

Budući da se otapalima u fazi odmašćivanje s površine ne mogu skinuti eventualni zaostaci boje, epoksidnih i drugih smola, okuljinu, zapečene netransparentne zaostatke sprejeva za zavarivanje i sl., svi takvi nanosi ili prevlake moraju biti uklonjeni prije početka odmašćivanja. Prikladne metode su pjeskarenje, sačmarenje ili neki drugi mehanički abrazivni postupak.

• Odmašćivanje
Faza tijekom koje se s materijala skida zaostala prljavština i masnoće. Općenito ova faza se izvodi u alkalnim ili lužnatim otopinama u određenom omjeru, pri temperaturi od 60°C – 90°C, ili kiselim odmašćivačima, tj. kombinacijom aditiva i kiselina (npr. 5% HCl).

• Ispiranje
Provodi se uranjanjem u vodu, po mogućnosti zagrijanu. Voda mora biti protočna ili se ispiranje provodi u više bazena kaskadno. Ispiranje u vodenoj kupelji mora sprječiti prisutnosti sredstava za odmašćivanje u daljnjim fazama.

• Nagrizanje
Ili dekapiranje je faza tijekom koje 15 – 16% otopina solne (kloridne) kiseline, pri sobnoj

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

temperaturi prodire kroz odmašćeni korodirani sloj i nagriza površinu materijala stvarajući pri tome plin vodik koji naglo ekspandirajući odbacuje slojeve hrđe i time potpuno čisti materijal. Kada je potrebno, zbog jačine korodiranosti površine ili zbog potrebne debljine prevlake cinka, moguća je kombinacija čišćenja površine abrazivnim metodama i prije i poslije nagrizanja.

• Ispiranje
Ponovo ispiranje je nužno kako bi se sprječila prisutnosti kiselina u daljnjim fazama.

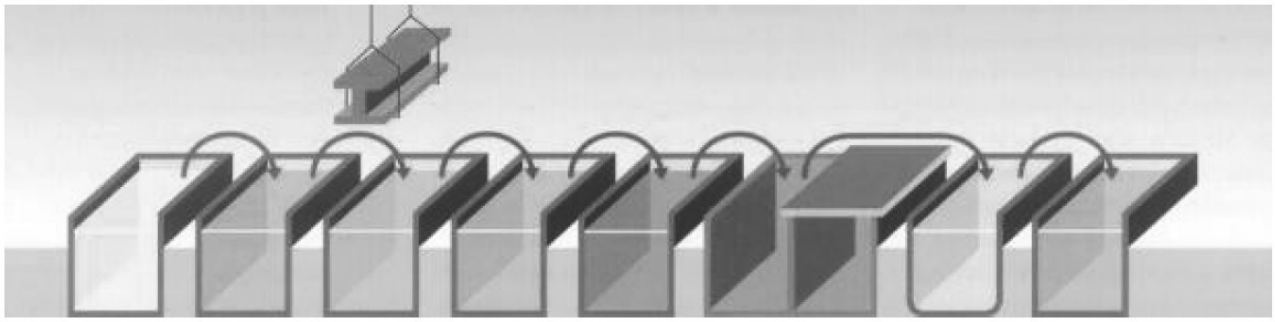
• Fluksiranje
Završna faza pripreme površine za vruće pocinčavanje. Podrazumijeva potpuno uklanjanje zaostalih oksida s površine čelika i stvaranje tankog sloja klorida radi zaštite tek očišćene i pripremljene površine od nagle korozije do uranjanja u rastopljeni cink. Metoda nanošenja fluksa na površinu metala ovisi tehnologiji vrućeg pocinčavanja („mokro“ ili „suho“).
U suhom postupku, fluksiranje se provodi uranjanjem i kupanjem u otopini cinkovog i amonijevog klorida zagrijanog do 70°C. nakon toga slijedi sušenje u sušarama na do 120°C čime se obavlja zagrijavanje prije uranjanja u rastopljeni cink.
U mokrom postupku rastopljeni kloridi uz dodatak sapuna ili glicerina plivaju na površini prednjeg dijela pregrađene kade s rastopljenim cinkom.
U oba postupka, fluks omogućava čvrstu prionjivost, odnosno tvorbu intermetalnog spoja cinka i čelika tijekom procesa galvanizacije.

6. Vruće pocinčavanje uranjanjem u rastopljeni cink

Izvodi se uranjanjem proizvoda u čeličnu kadu koja sadrži rastopleni cink. Minimalna dozvoljena čistoća rastopljenog cinka iznosi 98%. Temperatura rastopljenog cinka varira u granicama od 440°C do 460°C.
Nakon cinčanja, proizvodi se po potrebi hlade u bazenima s vodom.

7. Kontrola gotovog proizvoda

Dvije osnovne karakteristike koje čine i definiraju prevlaku su: debljina i izgled.



Radioničkom dokumentacijom pravilno konstruktivno oblikovati spojeve konstrukcije (definirati otvore zaocjeđivanje tekućeg cinka), a sve prema preporukama norme HRN EN 14713.

Izradio:
DARKO ŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

3. TEHNIČKI UVJETI KVALITETE

1.SASTOJCI ZA SPRAVLJANJE BETONA

1.1 AGREGAT
Agregat treba zadovoljiti uvjete iz HRN EN 12620, HRN B.B3.100 i HRN B.B2.010.
Maksimalno zrno kao i broj frakcija dati su u priloženoj tablici.

1.2 CEMENT
Cement prema HRN EN 197-1 i to portland cement sa max. dodacima od 15%(HRN B.C1.011).
Za prednapregnute elemente preporuča se cement PC 45-B.
Hidratacijska temperatura cementa mora biti manja od 40°C.

1.3 VODA
Voda za spravljanje betona treba zadovoljiti zahtjeve norme HRN EN 1008.

1.4 DODACI BETONU
Ukoliko se upotrebljavaju, trebaju zadovoljavati uvjete HRN EN 934-2 , HRN EN 934-5 , HRN U.M1.035 i HRN U.M1.037.

2. BETON

Tehnička svojstva betona i materijal od kojih se beton proizvodi moraju biti specificirana prema TPBK i normi HRN EN 206-1, te normama specifikacijama za materijale.
Ostale karakteristike betona date su u priloženoj tablici.
Prilog tablici
- prednapregnuti montažni elementi
Pri stvrdnjavanju betona poseba pozornost se obraća na njegu kako se nebi pojavile pukotine.

3. ARMATURA

Za čelik za armiranje primjenjuju se sljedeće norme:
-HRN EN 10080-1 ; HRN EN 10080-2 ; HRN EN 10080-3 ; HRN EN 10080-4 ;
HRN EN 10080-5 ; HRN EN 10080-6
Za čelik za prednaprezanje primjenjuju se sljedeće norme:
-HRN EN 10138-1 ; HRN EN 10138-2 ; HRN EN 10138-3 ; HRN EN 10138-4

Izradio:
DARKOŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

4. TEHNIČKA SVOJSTVA BITNA ZA GRAĐEVINU

Mehanička otpornost i stabilnost
Korištenjem građevine neće doći do djelovanja koje bi:
- prouzročilo rušenje cijelog ili dijela građevine
- deformacije nedopuštenog stupnja
- bilo koja druga oštećenja na nosivom dijelu konstrukcije.

Sigurnost u slučaju požara
Građevina je građena da u slučaju požara:
- očuva nosivost konstrukcije
- moguća je zaštita vatrogasaca
- moguća je intervencija korisnika parovoda

Zaštita od ugrožavanja zdravlja ljudi
Građevina je građena tako da u toku eksploatacije neće:
- razvijati otrovne plinove
- nema opasnih zračenja
- zagađivati vodu i tlo
- nema otpada ni otpadnog materijala

Zaštita korisnika od povreda
Građevina će biti izgrađena tako da tijekom korištenja :
neće biti nezgoda korisnika koje bi nastale od sudara, pokliznuća, opekotina, udara struje , ili eksplozije.

Zaštita od buke i vibracija
Tijekom korištenja parovoda neće se izazivati buka niti proizvoditi bilo kakove vibracije.

Ostala tehnička svojstva bitna za građevinu :
Građevina je takva da će pozitivno utjecati na:
a) uštedu energije
b) toplinsku zaštitu

Izradio :
DARKO ŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

5. TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA I PROGRAM KONTROLE KVALITETE

1. OPĆI PODACI I DEFINICIJE

1. 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 Zakon o gradnji (NN175/03 od 04 10.2003 god i 100/04 od 20.07.1004 god
Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.)dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

1.1. Investitor je dužan:

i. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti
ii. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu
iii. Osigurati stručni nadzor nad građenjem
iv. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole
v. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu

1.2. Izvođač je dužan

i. Graditi u skladu sa građevnom dozvolom, i drugim dokumentima koji su njoj prethodili - posebnim suglasnostima za gradnju.
ii. Projektima na osnovi kojih je izdana građevna dozvola
iii. Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
iv. Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima i normama.
v. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme

1.3. Dokumentacija

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:

i. Građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
ii. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
iii. Rješenja o imenovanju odgovornih osoba
iv. Elaborat o organizaciji gradilišta sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara.
v. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
vi. Dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme. (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
vii. Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije.
viii. Atesti kvalitete ugrađenih zidnih elemenata i morta korištenog za zidanjeu oblogu korita.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

ix. Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

1.4. 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:

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

2. Standardi

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti sa ovim specifikacijama i važećim standardima:
HRN (i privremeno preuzet JUS).
HRN EN (Hrvatske norme – preuzete europske norme)
Ukoliko neki radovi nisu obuhvaćeni ovim standardima, mjerodavni će biti:
a) Međunarodne Organizacije za Standardizaciju ISO
b) Njemačke Industrijske Organizacije DIN

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2. BETONSKI I ARMIRANO BETONSKI RADOVI

A. KONTROLA MONTAŽNIH ELEMENATA

Vrši se prema Programu kontrole i osiguranja kvalitete izvoditelja montažnih elemenata.
Program obavezno treba sadržavati:

a.) Organizaciju poduzeća i odgovornosti u sustavima aktivnosti osiguranja kvalitete.
b.) Program tekuće kontrole proizvodnje svježe mase betona u skladu sa vazečima pravilnicima i normama, uključivši kontrolu komponenata betona i funkcijonalnosti betonare.
c.) Program osiguranja kvalitete izrade armature svih vrsta koje se upotrebljavaju u procesu proizvodnje.
d.) Program osiguranja kvalitete funkcionalnosti tehnološkog procesa koji sadrži ispravnost oruđa za rad, oplate, ugradnju betona, montažu armature, prednaprezanje ukoliko se radi o prednapregnutom betonu, njega betona podizanje elemenata iz oplate, deponiranje i uskladištenje gotovih elemenata.
e.) Sve potrebne obrasce, kojima se dokumentiraju aktivnosti održavanja kvalitete predviđene programom.

Nadzor:

a.) Interni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete vrši direkor poduzeća (povremeno prema vlastitom nahođenju) i zadužena osoba iz programa (kontinuirano).
b.) Eksterni nadzor vrši kupac odnosno nadzorni inženjer u skladu sa odredbama Zakona o građenju (NN br.175/03) i Dopune (NN 100/04), s tim da mu izvoditelj elemenata treba omogućiti uvid u svu dokumentaciju potrebnu za održavanje kvalitete.
c.) U skladu sa zakonskim propisima eksterni nadzor može vršiti i neovisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete.

U tom slučaju ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete izdaje certifikat sukladnosti prema odredbama Zakona o građenju (NN br.175/03) i Dopune (NN 100/04).

B. KONTROLA MONOLITNIH ELEMENATA

a. Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN ENV 13670-1, normama na koje ta norma upućuje i odredbama ovoga Priloga.

b. Izvođač mora prema normi HRN ENV 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

c. Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN ENV 13670-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te, kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

d. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

***d.1**. Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 rn3, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m3 uzima se po jedan dodatni uzorak betona.*

***d.2**. Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obvezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.*

***d.3**.. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće«.*

d. Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem na mjestu koje se određuje na temelju podataka iz točke d.2 ovoga Priloga.

e. Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 i ocjenu sukladnosti prema prEN 13791.

2.1. ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

2.1.1. Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke,
- vrijeme i
- količinu,

i informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište,
- posebnim postupcima ugradnje,
- ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

2.1.2. Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona.

Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođač prije isporuke betona, već prema tome kako odgovara korisniku.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Informacije za utvrđivanje vremena zaštite betona prema razvoju čvrstoće mogu biti iskazane nazivima iz tablice 2 ili krivuljom razvoja čvrstoće betona pri 20°C između 2 i 28 dana.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Tablica 2 Razvoj čvrstoće betona pri 20°C

Razvoj čvrstoće	Omjeri čvrstoće σ_2 / σ_{28}
Brz	>0,5
Srednji	>0,3 i< 0,5
Polagan	> 0,15 i < 0,3
Vrlo polagan	<0,15

Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće jest omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana σ_2 i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana σ_{28} utvrđen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona komparabilnog sastava. U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1, HRN EN 12390-1, HRN EN 12390-2 i HRN EN 12390-3.
Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

2.1.3. Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona, na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m^3,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

2.1.4. Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 2.1.3. za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu, ili kad uključuje više tipova betona.

2.1.5. Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2.1.6. Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom poglavlju .

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu.

2.1.7. Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima.

To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme^
- kontrolu sukladnosti .

kontrola proizvodnje mora se odvijati prema načelima serije normi HRN EN ISO 9000.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 EN 206. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima), Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

2.1.8.. Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima. U tu svrhu proizvođač mora provoditi sljedeće:

a) početno ispitivanje kad je traženo
b) kontrolu proizvodnje
c) kontrolu sukladnosti

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C 16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2.2. SKELE I OPLATE

2.4.2.1. Osnovni zahtjevi

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije.
- Oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.
- Skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065.

2.2.2. Materijali

2.2.2.1. Općenito

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije ovih tehničkih uvjeta. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala.

2.2.2.2. Oplatna ulja

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu.
Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze.
Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

2.2.2.3. Skele

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i /ili specificiranjem betona npr. usporavanjem ugradnje.

2.2.2.4.Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrsne.
Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta.
Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.
Unutarnja površina oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

2.2.2.5 .Posebne oplate

Pri izvedbi konstrukcije kliznom oplatom, projekt takvog sustava mora uzeti u obzir materijal oplate i osigurati kontrolu geometrije radova.
Za osiguranje traženog zaštitnog sloja betona, usklađenog s tolerancijama definiranim ovim tehničkim uvjetima, treba koristiti odgovarajuće vodilice ili distancere oplate od armature.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2.2.2.6. Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama.
Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.
Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

2.2.2.7 .Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplate, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:

- biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.
Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

2.2.2.8. Otpuštanje skela i uklanjanje oplate

Skele ni oplata se ne smiju uklanjati dok beton ne dobije dovoljnu čvrstoću:

- otpornu na oštećenje površine skidanjem oplate,
- dovoljnu za preuzimanje svih djelovanja na betonski element u tom trenutku,
- da izbjegne deformacije veće od specificiranih tolerancija elastičnog ili neelastičnog ponašanja betona.

Uklanjanje oplate treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereti i ne ošteti.
Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplate treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.
Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

2.3. ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

a. Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRNENV 13670-1, normama na koje ta upućuje

b. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovoga Priloga.

c. Izvođač mora prema normi HRN ENV 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa 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.

d. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

d.1 provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za zarmaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije

d.2. provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2.4.3.1. Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.
Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete ENV 1992-1-1, priznatih propisa navedenih u TPBK i uvjete projekta.
Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.
Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

2.3.2. Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama.

Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature

2.4. BETONIRANJE

2.4.1. Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz EN 206 i ovim tehničkim uvjetima

2.4.2. Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće treba provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranom ovim tehničkim uvjetima.

Među ostalim treba provjeriti otpremni dokument i parafom potvrditi izvršeni nadzor.

2.4.3. Kontrola prije betoniranja

- Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim Tehničkim uvjetima i projektom, a ako ne postoji projekt, a prema složenosti izvedbe je neophodan potrebo ga je uzraditi.
- Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati.
- Sve pripremne radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne.
- Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode.
- Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode.
- Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.
- Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

- Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.
- Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C. Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

2.4.4.Ugradnja i zbijanje

- Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.
- Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu: Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.
- Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih sipki armature.
- Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.
- Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplate i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.
- Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.
- Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.
- Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

2.4.5.Njegovanje i zaštita

- Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:
  - da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
  - da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
  - da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
  - od smrzavanja,
  - od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.
- Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primijenjeni odvojeno ili uzastopno:
  - držanje betona u oplati,
  - pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
  - pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
  - držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
  - primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

- Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi daje brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.
- Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:
  - čvrstoće i zrelosti betona,
  - oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Beton za uporabu u uvjetima izloženosti konstrukcije definiranim u poglavlju 3 a treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće. Iskustveno se taj uvjet, iskazan vremenski, može kontrolirati prema podacima danim u tablici

"Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1"

Tablica 3: Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1

Površinska temperatura betona, °C	Najmanje razdoblje njegovanja, dana[1) 2)]			
	Razvoj čvrstoće betona[4)] f_{cm2} / f_{cm28}			
	brz, r> 0,50	srednji, r = 0,30	spor, r = 0,15	vrlo spor,
r<0,15 T>25 25>T> 15 15>T>10 10>T>5[3)]	 1,0 1,0 2,0 3,0	 1,5 2,0 4,0 6,0	 2,0 3,0 7,0 10,0	 3,0 5,0 10,0 15,0

1) dodajući svako vrijeme vezanja iznad 5 sati
2) linearna interpolacija između vrijednosti u redovima je moguća
3) za temperature ispod 5°C trajanje treba produžiti za razdoblje jednako vremenu ispod 5°C
4) razvoj čvrstoće betona je omjer između srednje tlačne čvrstoće betona nakon 2 dana i srednje tlačne čvrstoće betona nakon 28 dana

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.
Pobliža određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od slijedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine,
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka,
- temperaturi grijanja,
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti, dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnicama, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju.

Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm^2).

Najviša temperatura betona ne smije prijeći 40°C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- značajno smanjenje čvrstoće,
- značajno povećanje poroznosti,
- odloženo formiranje etringita,
- povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

2.4.6. Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplate nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima.

Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture.

Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojstvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

2.4.7 .Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije. Radne reške se izvode na svakih 20 m.

2.4.8. Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.
Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama, ENV 1992 i traženoj razini sigurnosti.
Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije.
Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

3. ČELIČNA KONSTRUKCIJA - OPĆI PODACI I DEFINICIJE

Program kontrole i osiguranja kvaliteta u skladu je s važećom tehničkom regulativom i čini osnovu za izradu i provedbu plana kontrole sudionika u izvođenju-izvoditelj i nadzor. Provedbom kontrole u obliku fokaza kvaliteta i izvješćima o izvršenim pregledima potvrđuje se osiguranje kvaliteta.

Primjena općih tehničkih uvjeta

Ovi tehnički uvijeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu: Tehnički uvijeti) sadrže tehničke uvijete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja,način ocijenjivanja kvalitete. Tehnički uvijeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine.
Primjena ovih tehničkih uvijeta obavezna. Ovi tehnički uvijeti izrađeni su sukladno Zakonom o prostornom uređenju (NN br. 153/13) i Zakona o gradnji (NN br. 153/13) i Tehničkim propisom za čelične konstrukcije (NN br. 112/08, 125/10, 73/12, 136/12).
Svi sudionici u građenju (investitor,izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

Investitor je dužan:

i. Projektiranje,građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
ii. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu.
iii. Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
iv. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole.
v. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

Izvođač je dužan:

i. Graditi u skladu s građevnom dozvolom, i drugim dokumentima koji su njoj prethodili-posebnim suglasnostima za gradnju.
ii. Graditi prema projektima na osnovi kojih je izdana građevinska dozvola.
iii. Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti,mehaničke otpornosti i stabilnosti,sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi,zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija,toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
iv. Ugrađivati materijale,opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi,a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima i normama.
v. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme.

Dokumentacija:

i. Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja. Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:
ii. Građevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
iii. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
iv. Rješenja o imenovanju odgovornih osoba
v. Elaborat o organizaciji gradilišta s mjerama zaštite na radu i zaštite od požara
vi. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
vii. Dokumentaciju o kavliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti,uvjerenja, certifikati,jamstveni listovi i sl.) a naročito:
viii. Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izveštaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

ix. Ateste kvalitete ugrađenih zidnih elemenata i morta korištenog za zidanje
x. Izvještaje o svim ostlim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

Osnovni program rada kontrole

Osnovne aktivnosti kontrole za predmetni tip građevine su sljedeće:

- Neprekidna kontrola projektnih riješenja i stanja u izvedbi. Sve izmjene moraju se evidentirati i usuglasiti s projektantom.
- Neprekidna kontrola postupaka izvedbe, a prema tehničkoj i tehnološkoj dokumentaciji.
- Neprekidna kontrola kvalitete ugrađenih materijala i postupaka.
- Za sve ugrađene materijale priložiti ateste.
- Kontrola mjera i kontrola odstupanja.
- Međufazno i fazno preuzimanje elemenata prije ugradnje što se evidentira zapisnikom o preuzimanju.
- Čuvanje svih dokumenata izvedbe.
- Pripreme za tehnički pregled i zapisnici o završnoj kontroli.

Kontrolna ispitivanja

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izviješće o pogodnoti ugrađenih materijala sukladno projektu,ovom programu ili citiranim pravilnicima,normama i standardima.
Izvješće o pogodnoti ugrađenih materijala mora sadržavati sljedeće dijelove:

i. Naziv materijala,labaratorijsku 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.
ii. Prikaz svih rezultata,labaratorijskih terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocijena kvalitete.
iii. Ocijenu kavlitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te reok do kojeg vrijedi izviješće.

Uzimanje uzoraka i rezultati labaratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u labaratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik)
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 skladno propisima.
Sva izvješća,atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

Osiguranja kvalitete

Provedbom progreama kontrole,sastavljanjem kompletne dokumentacije o izvršenim pregledima, nalazima,atetima, potvrdama i ispravama, uključujući završni izvještaj o pregledu, dokazuje se osiguranje kvaliteta izvedenog objekta.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Norme

Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti sa ovim specifikacijama i važećim normama:
HRN
HRN EN
Ukoliko neki radovi nisu obuhvaćeni ovim normama,mjerodavni će bit:
a) Međunarodne Organizacije za Standardizaciju (ISO)
b) Njemačke Industrijske Organizacije (DIN)
Tehnički uvijeti za nosive čelične konstrukcije

Osnovne odredbe

Izrada i montaža čelične konstrukcije povjerava se izvođaču koji ima provjereno iskustvo i reference na izradi sličnih konstrukcija.
Izvođač radova treba prije izrade konstrukcije pregledati radioničku dokumentaciju, te sve nejasnoće, ili eventualne neispravnosti razjasniti s nadzornim inženjerom ili projektantom, te izraditi plan zavarivanja i montaže. Ove planove staviti na uvid nadzornom inženjeru odnosno projektantu prije pristupanja izradi konstrukcije.

Izvođač radova garantira za kvalitetu izrađene i montirane konstrukcije. Ugovorom se utvrđuju uvijeti garancije, ali u skladu s važećim propisima i uzancama. Početak garantnog roka utvrđuje se zapisnikom kod tehničkog prijema.

Izvođač može tehničku dokumentaciju koju je dobio upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obuhvaćene u ovom elaboratu.

Način obračunavnja izvršenih radova pri montaži čelične konstrukcije utvrđuje se ugovorom između investitora i izvoditelja.
Jedničnom cijenom po težini konstrukcije uključeni su:

- svi troškovi dobave i dopreme, te izrada i montaža konstrukcije
- sav potreban pomočni materijal,alat,mehanizacija i uskladištenje,
- priprema površine, te kvaliteta i debljina sloja AKZ (prema potrebnim uvijetima antikorozivne zaštite) u radioni kao i finalna obrada konstrukcije prema odluci projektanta,
- svi horizontalni i vertikalni transporti do mjesta gradnje, kao i dizalice,
- sva potrebnma radna skela,
- sva šteta i troškovi popravka kao posljedica nepažljive izvedbe,
- troškovi zaštite pri radu,
- troškovi atesta,
- sva davanja i režije.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Izrada čelične konstrukcije

Čelična konstrukcija treba biti izvedena prema projektu. Važeće norme i propisi su: HRN EN 1090-1:2009
Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija-- 1.dio: Zahtjevi za ocjenjivanje sukladnosti konstrukcijskih komponenata (EN 1090-1:2009),
HRN EN 1090-2:2008 Izvedba čeličnih i aluminijsih konstrukcija --2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije (EN 1090-2:2008),
Tehnički propisi za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije, SL 6/65,
Tehnički propisi za pregled i ispitivanje nosovoh čeličnih konstrukcija , SL 6/65
U tehničkoj dokumentaciji predviđena je vrsta i kvaliteta materijala. Materijal druge vrste i kvalitete načelo se ne smije uptrijebiti.

Izvođač može predložiti nadzorniku gradnje upotrebu čelika druge kvalitete ili dimenzije, nego što je propisano projektom,ako propisanog čelika nema na tržištu. Nakon pismene suglasnosti projektanta konstrukcije, nadzornik gradnje upisuje promjene u radionički dnevnik.
Čelici na skladištu moraju biti složeni, obilježeni bojom, označeni oznakom proizvođača, stanjem isporuke i brojem šarže. Čelici bez te oznake ne mogu se upotrijebiti za izradu čeličnih konstrukcija .
Nadzornik građenja utvrđuje u radionički dnevnik vrstu proizvoda, dimenzije i broj šarže.
Limovi debljine iznad 20 mm moraju biti ispitani ultrazvukom na dvoslojnost, a rezultati ispitivanju moraju biti dokumentirani za svaki lim.
Obrada u toplom stanju dopušta se samo ako je matrijal crveno usijan.
Čelični profili,lamele ili limovi kod kojih se prilikom savijanja pojave pukotine ili ih već imaju ne smiju se koristiti.
Za izradu konstrukcije zavarivanjem u radionici, izvođač je obavezan predložiti na odobrenje nadzorniku gradnje:

- tehnologiju i postupak zavarivanja,
- sve uređaje,strojeve,alate i opremu s dokazima da odgovaraju važećim normama,
- ime i prezime te dokaz o stručnoj spremi i položenom stručnom ispitu i ovlaštenju odgovorne osobe za pravilnu primjenu i izvršenje varilačkih radova (rukovoditelj radova na zavarivanju).

Radnici koji vrše zavarivanje moraju biti atestirani te posjedovati ateste i to kako slijedi :

- zavarivača kod zavarivanja šavova kvalitete S,atest ne smije biti stariji od 6 mjeseci,
- za zavarivače kod zavarivanja šavova kvaliteta I i II, atest koji nije stariji od 12 mjeseci.

Radovima na zavarivanju izvođač može pristupiti tek kada nadzornik gradnje odobri plan zavarivanja, kojeg je dužan izraditi izvođač radova.
U planu zavarivanja treba dati oblik žlijeba,broj slojeva varova, vrstu elektroda, odnosno žica za zavarivanje, s dimenzijama,način zavarivanja,redoslijed i položaj zavarivanja, te vrstu i način toplotne obrade.
Kod automatskog zavarivanja treba dati i jačinu i napon struje za zavarivanje, kao i brzinu zavarivanja,vrstu zaštitnog praška i slično.
Izvođač radova je dužan upisati dnevnik zavarivanja za svaki di zavarene konstrukcije,vrstu i dimenziju elektrode ili žice za zavarivanje, naziv proizvođača ,te broj šarže, ime i znak varioca, te toplotnu obradu ukoliko se ona vrši.

Zavarivanje se može vršiti samo u zatvorenim prostorijama, a ukoliko to nije moguće treba poduzeti odgovarajuće mjere za zaštitu od vjetra i oborina i predložiti nadzorniku gradnje u pismenom obliku,mjere koje će se poduzeti kod temperature od 273,15 K do 278,15 K (0℃ do +5℃). U tom slučaju treba u dnevniku zavarivanja voditi i temperaturu zraka i atmosferske prilike, te primjenjene zaštitne mjere (temperaturu predgrijavanja, termičku obradu i slično).

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Izvođač radova dužan je izvršiti kopntrolu šavova poslije zavarivanja vizuelno,izmjerama i radiografskom kontrolom, koja je predviđena prema kvaliteti vara. Kontrola zavarenih spojeva provjerava se stručnoj ovlaštenoj pravnoj osobi za ispitivanje materijala.

Nadzornik gradnje uspoređuje rezultate kontrole s radioničkim nacrtima, ustanovljuje odstupanje u mjerama, obliku i kvaliteti, Upisom u dnevnik zavarivanja konstatira prijem varova, odnosno određuje dodatne kontrole ili doradu i obradu varova.
Nakon izrade čelične konstrukcije u radionici, treba izvršiti pregled i prijem konstrukcije, o čemu treba sastaviti zapisnik, U zpisniku trebaju biti dijelovi dimenzija i oblika prema projektu,a odstupanja mjera i oblika čelične konstrukcije prema projektu moraju biti u granicama dopuštenih vrijednosti prema propisima.
Prijemu konstrukcije u radionici trebaju prisustvovati, osim predstavnika tvrtke koja je izradila konstrukciju, i nadzornik gradnje i predstavnik tvrtke koja će izvršiti montažu konstrukcije.
Izvođač radova, prilikom predaje konstrukcije, treba predati i svu dokumentaciju koja je propisana za takvu vrstu konstrukcije, a što se evidentira u zapisniku.

Montaža čelične konstrukcije
O izvršenoj kontroli sastavlja se zapisnik koji potpisuju odgovorni predstavnici izvođača temelja, izvođača montažne čelične konstrukcije i nadzornik gradnje. Zapisnikom se konstatira da li geodetske izmjere zadovoljavaju podatke u projektu. Rezultati mjerenja sastavni su dio zapisnika.
Prije početka radova na montaži, izvođač radova treba nadzorniku gradnje staviti na uvid sljedeću dokumentaciju:

- plan organizacije i uređenja gradilišta.
- popis opreme za izvođača radova na montaži
- projekt za montažu čelične konstrukcije,koji mora sadržavati dokaz stabilnosti elemenata u pojedinim fazama montaže,s tim da garantira nosivost pri opterećenju, kao i nepromjenjivost oblika montiranog dijela konstrukcije u svim fazama montaže,
- plan kontrole u svim fazama montaže (geodetska kontrola)
- kod konstrukcija koje se montiraju zavarivanjem:
  -ime i stručnu spremu s položenim stručnim ispitom osobe odgovorne za montažu zavarivanjem
  -tehnologiju,plan zavarivanja s planom kontrole varova (isto kako je navedeno za radove pri izradi
  čelične konstrukcije),
- projekt skele,
- vremenski plan izvođenja radova na montaži.

Prije početka radova na montaži izvođač radova treba izvršiti pregled dopremljenje čelične konstrukcije na gradilištu,te ustanoviti da li je došlo do oštećenja prilokom transporta,te dijelove koji su neznatno oštećeni popraviti, a kod većih oštećenja dijelove ojačati ili zamijeniti. O predloženom popravku ili ojačanju nadzornik gradnje se treba pismeno suglasiti. Nakon sanacije obavlja se ponovni pregled i ustanovljuju se dijelovi ili sklopovi koji su propisno sanirani, kao i oni koje treba doraditi.
Izvođač treba dijelove i skolopove čelične konstrukcije na gradilištu propisno uskladištiti,sortirati i obilježiti, te zaštititi od eventualnih oštećenja.
Nadzornik gradnje upisom u građevinksi dnevnik odobrava početak montaže čelične konstrukcije tek nakon prijema naprijed navedeno dokumentacije i zadovoljavanja ostalih uvijeta (propisano uskladištena konstrukcija, sanirana oštećenja i propisno pripremljenj teren za montažu).
Za radove na zavarivanju izvođač radova treba nadzorniku gradnje staviti na uvid ateste zavarivača i spojnih sredstava (vijaka,elektroda,žica za zavarivanje, zaštitnih praškova i sl.), te kakvu zaštitu će

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

predvidjeti za zaštitu od atmosferskih utjecaja (vjetra,oborina i sl.) i mjera koje će poduzeti kad temperatura bude od 273,15 K do 278,15 K (0℃ do +5℃).
Postupak za odobrenje zavarivanja i kontrolu, isti je kao što je opisano kod zavarivanja pri izradi čeličnih konstrukcija u radionici.
Izvođač radova treba u građevinski dnevnik evidentirati dijelove ili sklopove koji su tog dana montirani(sa naznakom isporučitelja,vrste i dimenzije, te broj šarže i datum proizvodnje), atmosferske prilike, te ostale okolnosti, kao i koji su radnici (prema stručnoj spremi) vršili radove na montaži.
Izvođač radova na zavarivanju treba na gradilištu imati uređaj za sušenje elektroda, te voditi evidenciju o sušenju u kontrolnim knjigama, tako da se samo osušene elektrode, čije je sušenje evidentirano, mogu upotrjebiti kod zavarivanja.
Za vijke koji se montiraju prednaprezanjem (prednapregnuti vijci) treba voditi posebnu evidenciju o prednaprezanju, koja treba sadržavati dimenzije i kakvoću vijaka, te silu i moment prednaprezanja.
Za dijelove čelične konstrukcije i sidra koji se ugrađuju u beton, treba nakon montaže izvršiti geodetski kontrolu položaja i vertikalnosti.
Zapisnički se moraju konstatirati rezultati izmjere, mjera i oblika prema propisima, te konstatirati prijem ugrađenih dijelova.
Zapisnik potpisuju izvođač radova i nadzornik gradnje.
Za sve dijelove čeličnih konstrukcija koji neće biti dostupni pregledu kod montirane čelične konstrukcije cijelog objekta, treba izvršiti povremeni prijem. Postupak za povremeni prijem isti je kao i za prijem dijelova konstrukcije koji se ugrađuje u beton.
Nakon dovršene montaže izvođač radova je dužan izvršiti izmjeru i geodetsku kontrolu montirane čelične konstrukcije, kao i kontrolu spojeva, te pozvati nadzornika gradnje da izvrši kontrolu i uručiti mu rezultate izmjera i kontrola.
Nadzornik gradnje treba ustanoviti postoje li kod montaže odstupanja od projekta i kakva, da li za odstupanje postoji suglasnost projetanta,da li su odstupanja montiranje čelične konstrukcije u odnosu na položaj koji je predviđen u projektu u granicama dopuzštenih odstupanja montirane čelične konstrukcije, da li su svi spojevi izvedeni prema projektu, te da li je došlo do oštečenja čelične konstrukcije i kakvih.
O pregledu traba sastaviti zapisnik sa svim podacima vizualne, mjerne i geodetski kontrole.
Ukoliko bi se ustanovila odstupanja za koja ne postoji odobrenje projektanta, odnosno odstupanje montirane čelične konstrukcije veća od dopuštenih,kao i oštećenja,treba izvršiti sanaciju čelične konstrukcije.
Izvođač radova treba izraditi elborat sanacije,koji treba odobriti projektant.
Nakon snacije treba izvršiti ponovni pregled izmjere i geodetsku kontrolu, o čemu treba satstaviti zapisnik koji potpisuju izvođač radova i nadzornik gradnje.
Nakon dotjerivanja ili sanacije čelične konstrukcije, treba izvršiti prijem montitranih konstrukcija o čemu se satstavlja zapisnik koji treba potpisatio izvođač radova i nadzornik gradnje investitora.
Zapisniku treba priložiti potpisanu dokumentaciju (radioničke nacrte, projekt montaže,ateste o osnovnim i spojim materijalima kod izrade i montaže) s atestima zavarivača i dokumetima o kontroli spojeva, o odstupanjima od projekta i njihovoj usuglašenosti, o povremenom prijemu s podacim ao geodetskim i drugim izmjerama.

Mjere zaštite od požara

Predviđene mjere zaštite od požara, prikazi,proračuni te tekstalna objašnjenja iz kojih je vidljiv odabrani sistem zaštite od požara,njegova funkcionalnost i efikasnost obrađene su u zasebnu elaboratu.
Prilikom projektiranja nosive konstrukcije objekta poštivane su propisane i u pravilima tehničke prake usvojene mjere zaštite od požara.
Mjere protupožarne zaštite prilikom korištenja građevine uređuje nadležna investitorova služba, odnosno teholog poštivajući Zakon o zaštiti od požara i važeće standarde.
Investitor je putem službe za održavanje odgovaran za osiguranje i provedbu svih potrebnih mjera za zaštitu od požara. Služba za održavanje treba imati plan zaštite od požara, kojim se propisuju mjere za sprečavanje pojave požara, te protupožarna sredstva, njihova vrsta,mjesto i količina.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Sve materijale podložne izazivanju i širenju požara držati nedostupnim izvoru topline.
Sva oprema pod naponom kao i instalacije moraju odgovarati važećim propisima kako ne bi bili uzrokom požara.
Sva zapaljiva sredstva (plin,zapaljive tekućine,goriva,maziva, boje i lakovi) skladištiti zatvoreno i osigurano od požara, sukladno važećim propisima.
Provedbu zaštitnih mjera provjerava stručnjak, imenovan od strane rukovoditelja investitorove službe za održavanje.
Nadzor vrši nadležna inspekcija.

Mjere zaštite na radu

Mjere zaštite na radu tijekom izvedbe konstrukcije prikazane su u zasebnom elaboratu.
Izvođač je odgovoran za osiguranje svih potrebnih mjera zaštite na radu.
Mjere predviđaju odgovorajuću organizacju rada,te opremu i radnje obvezatne po Zakonu o zaštiti na radu, prikladne vrsti radova.

Izvođač je dužan provesti sveobugvatno osiguranje pogona,uređaja i strojeva.
Kod zaštite radnika, izvođač je dužan provesti sve mjere osiguranja za rad s teškim teretima, rad na visini,rad na skeli, rad ispod visećeg tereta, rad s dizalicama,rad s opremom pod električnim naponom,rad s eksplozivnim plinovima, rad s antikorozivnim sredstvima-bojama i lakovima, otrovnim i zapaljivim tekućinama.
Gradilište mora biti zaštićeno od nepozavnih.
Provedbu zaštitnih mjera provjerava rukovoditelj radova.
Nadzor vrše nadzorni inženjer te nadležna inspekcija.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

4. ZEMLJANI RADOVI

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi sad na istom mjestu gradila nova.
Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehaničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna. Zemljani i kameni materijali kategorizirani su kako slijedi:

Kategorija «A»

Pod zemljanim materijalom kategorije «A» podrazumijevaju se svi čvrsti materijali, gdje je potrebno miniranje kod cijelog iskopa.
U ovu grupu spadaju sve vrste čvrstih tala, kompaktnih stijena (eruptivnih i metamorfnih) u zdravom stanju uključujući i eventualno tanje slojeve rastresenog materijala na površini ili takve stijene s mjestimičnim gnijezdima gline i lokalnim trošnim, odnosno zdrobljenim zonama.
U ovu grupu spadaju i tla koja sadrže više od 50% samaca za čiji je iskop također potrebno miniranje.

Kategorija «B»

Pod materijalom kategorije «B» podrazumijevaju se polučvrsta kamenita tla, gdje je potrebno djelomično miniranje, a ostali se dio iskopa obavlja izravnim strojnim radom
U ovu grupu materijala spadaju:
Flišni materijali uključujući i rastreseni materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita, jako zdrobljeni vapnenac, sve vrste škriljevca, neki konglomerati i slični materijali.

Kategorija «C»

Pod materijalom kategorije «C» podrazumijevaju se svi ostali zemljani materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati upotrebom pogodnih strojeva (bagera, buldozera, skrepera i sl.)

Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.
Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja.
Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik.
Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.
Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

5. NADZOR

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

5.1. Nadzor materijala i proizvoda

Koji će se nadzor svojstava materijala i proizvoda primijeniti u radovima prikazanje slijedećom tablicom.

Tablica 5: Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda

PREDMET	VRSTA NADZORA
Materijali oplate	Vizualni nadzor
Armaturni čelik	Prema ENV 10080 i zahtjevima projekta[3']
Svježi beton" proizveden u tvornici ili na gradilištu.	Prema EN 206, I prema ovim tehničkim uvjetima . Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.
Ostali materijali[2']	Prema projektnim specifikacijama i normama
Predgotovljeni elementi	Prema projektnim specifikacijama [3)]
Nadzorni izvještaj	Treba
1) Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa "svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim", osim ako nisu proizvedeni prema normi. 2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i si. 3) Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu.	

5.2. Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici

Tablica 6: Područje nadzora

PREDMET	VRSTA NADZORA
Kalupi, oplata i skele	Glavne kalupe i oplatu pregledati prije betoniranja
Obična armatura	Glavnu armaturu pregledati prije betoniranja
Ugrađeni elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Zidani elementi	Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Čelična konstrukcija	Prema projektnim i izvedbenim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima
Predgotovljeni elementi	Prema izvedbenim specifikacijama
Gradilišni prijevoz i ugradnja betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Završna obrada i njegovanje betona	Prema ovim tehničkim uvjetima
Geometrija	Prema projektnim specifikacijama
Nadzorna dokumentacija	Kako se traži ovim uvjetima

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

5.3. Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor treba uključivati:

- geometriju oplate,
- stabilnost oplate, skela i njihovih temelja,
- nepropusnost oplate,
- uklanjanje nečistoća (kao što su prašina, snijeg i/ili led i ostaci žice) s dijela koji će se betonirati,
- obradu lica konstrukcijskih spojnica,
- uklanjanje vode s dna oplate, osim ako se ne betonira pod vodom,
- pripremu površine oplate,
- otvore u oplati.

5.4. Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.
Treba provjeriti položaj dilatacijske trake

5.5. Nadzor armature

5.5.1. Nadzor prije betoniranja

Prije betoniranja nadzor u skladu s odgovarajućim nadzornim razredom treba potvrditi daje:

- armatura iskazana u nacrtima ugrađena i prema nacrtima postavljena u projektiranu poziciju,
- zaštitni sloj u skladu s ovim uvjetima i projektnim specifikacijama,
- armatura nezagađena uljem, mastima, bojom ili drugim štetnim materijalima,
- armatura ispravno učvršćena i osigurana od pomicanja tijekom betoniranja,
- razmak između sipki armature dovoljan za ugradnju i zbijanje betona,
- ugrađena armatura popraćena odgovarajućom potvrdom sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim u EN 10080.

Ako za armaturu dopremljenu u savijalište ili na građevinu nema odgovarajuće potvrde sukladnosti s uvjetovanim svojstvima, ta svojstva treba korisnik potvrditi ispitivanjem odgovarajućeg broja uzoraka dopremljenih profila.

5.5.2. Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi daje preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom položaju.

5.5.3. Nadzor postupka betoniranja

Nadzor i ispitivanje postupka betoniranja treba planirati, izvoditi i dokumentirati prema tablici

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Tablica 7: Planiranja, nadzora i dokumentiranja

PREDMET	VRSTA NADZORA
Planiranje nadzora	Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama Aktivnosti kod nesukladnosti
Nadzor	Osnovni i povremeni detaljni nadzor
Dokumentacija	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete.
Najbolji nadzor je kontinuirani nadzor sukladnosti i uobičajene dobre prakse.

6. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.
Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.
Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.
Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 7034 i HRN U.M1.048 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja! približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona.
Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.
Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.
Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.
Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

Izradio :
DARKO ŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

1. Opće napomene projektiranja konstrukcije da zadovolji potrebni uporabni vijek građevine

Suglasno HRN EN 1990 ovisno o vrsti konstrukcije razlikuju se peti razreda sa različitim proračunskim uporabnim vijekom prema slijedećoj tablici:

Tablica: Razredba proračunskoga uporabnog vijeka (prema HRN EN 1990)

Kategorija proračunskog uporabnog vijeka	Naznačeni proračunski uporabni vijek [godine]	Primjer
1	<10	Privremene konstrukcije, konstrukcije tijekom izvedbe (1)
2	10 do 25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije, npr. grede pokretnih kranova, ležajevi
3	15 do 30	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	50	Konstrukcije zgrada, mostova i drugih inženjerskih građevina uobičajenih dimenzija ili obične važnosti konstrukcije
5	100	Konstrukcije zgrada, mostova i drugih inženjerskih građevina velikih dimenzija ili velike važnosti
(1) Proračun na djelovanje potresnih sila privremenih građevina i konstrukcija tijekom gradnje može se izostaviti ako je proračunski vijek kraći od 2 godine		

Suglasno ovoj normi konstrukciju **zgrade** koja je predmet projektiranja ovim projektom treba svrstati u treći razred što znači da je zahtijevani proračunski uporabni vijek ove građevine

50 godina

Ova vrijednost usvojena za uporabni vijek predstavlja polazište na osnovi kojega su definirani zahtjevi na beton, zahtjevi na izvođenje radova te održavanje konstrukcije.
Prema Eurokodu 1, 1. dio i Eurokodu 2 za ostvarenje trajne betonske konstrukcije valja razmotriti sljedeće, međusobno ovisne, čimbenike:

- namjenu konstrukcije (sadašnju i buduću)
- zahtijevana svojstva/ponašanje konstrukcije
- očekivane uvjete okoliša i njegov utjecaj
- sastav, svojstva i ponašanje materijala
- oblik konstrukcijskih elemenata, konstruiranje pojedinosti i građevnu izvedbu
- kvalitetu građenja i opseg nadzora
- naročite mjere zaštite
- održavanje tijekom predviđenog uporabnog vijeka.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Opće odredbe dane u normi osiguravaju zadovoljavajući uporabni vijek, uz pretpostavku da su u ranoj fazi projektiranja odgovarajuće razmatrani zahtjevi za uporabu i trajnost.
Obzirom na djelovanja koja utječu na trajnost, Eurokod 2 se uglavnom bavi s četiri glavna mehanizma degradacije, tj.:

- korozijom armature
- alkalno-agregatnom reakcijom
- kemijskim djelovanjima
- smrzavanjem/odmrzavanjem.

Prvi mehanizam degradacije u prvom redu napada i oštećuje armaturu, što ima za posljedicu raspucavanje i odlamanje betona. Preostala tri mehanizma degradacije izravno razaraju beton. Svi navedeni mehanizmi degradacije zahtijevaju prisutnost vode. Kako je voda neophodna za proces hidratacije, uvijek je prisutna u određenoj količini. Brzina napredovanja degradacije smanjuje se što je beton više suh.
Budući da je djelovanje vode vrlo nepovoljno i razorno za betonsku konstrukciju, osnovna pravila ispravnog projektiranja građevine s obzirom na djelovanje vode mogu se sumirati kako slijedi:

- vodu što prije odvesti s konstrukcije
- spriječiti da voda prodre u konstrukciju
- odgovarajuće riješiti opću odvodnju i zaštitu
- osigurati nepropusnost betona.

Razne vrste soli, a osobito kloridi, koje dolaze u dodir s betonskom konstrukcijom pokazale su se najrazornijim agresivnim tvarima s obzirom na sastojke armiranog betona.

Očito je da se trajnosti zasniva prvenstveno na odabiru odgovarajuće mješavine betona uz definirane zahtjeve na čvrstoću betona i debljinu zaštitnog sloja armature, ovisno o uvjetima okoliša u kojima se betonska konstrukcija nalazi. Ako se ispune zahtjevi dani u normi, implicitno se smatra da će biti dosegnut predviđeni uporabni vijek.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Definiranje sastava i svojstava betona betonske konstrukcije

- **Analiza izloženosti konstrukcije**

Tablica 2. Razredi izloženosti ovisno o uvjetima okoliša (prema Eurokodu 2)

Razred izloženosti		Primjeri za uvjete okoliša
1 Suhi okoliš		**- unutrašnjost stambenih ili uredskih zgrada[1)]**
2 Vlažan okoliš	**a) bez mraza**	**- unutrašnjost zgrade s velikom vlažnošću - vanjski elementi - elementi u neškodljivom tlu i/ili vodi**
	b) s mrazom	- vanjski elementi izloženi mrazu - elementi u neškodljivom tlu i/ili vodi izloženi mrazu - unutarnji elementi u velikoj vlazi izloženi mrazu
3 Vlažan okoliš s mrazom i djelovanjem sredstava za odmrzavanje		- unutarnji i vanjski elementi izloženi mrazu i sredstvima za odmrzavanje
4 Morski okoliš	a) bez mraza	- elementi izloženi prskanju morske vode ili uronjeni u more - elementi na zraku zasićenom solju (neposredna blizina mora)
	b) s mrazom	- elementi izloženi prskanju morske vode ili uronjeni u more - elementi na zraku zasićenom solju i izloženi smrzavici
Ovi razredi mogu pojedinačno postojati ili biti u kombinaciji s gore navedenim:		
5 Kemijski škodljiv okoliš[2)]	a)	- neznatno kemijski škodljiv okoliš (u plinovitom, tekućem ili krutom stanju) - škodljiva industrijska atmosfera
	b)	- umjereno kemijski škodljiv okoliš (u plinovitom, tekućem ili krutom stanju)
5 Kemijski škodljiv	**c)**	- kemijski vrlo škodljiv okoliš (u plinovitom, tekućem ili krutom stanju)

1) Ovaj razred izloženosti vrijedi samo ako građevina ili njezin dio za vrijeme izvođenja dulje vrijeme ne budu izloženi lošijim uvjetima.

2) Kemijski škodljiv okoliš razvrstan je u ISO DP 9690. Mogu se također usvojiti ovi istovrijedni razredi izloženosti: Razred izloženosti 5a: ISO - razredba A1G, A1L, A1S Razred izloženosti 5b: ISO - razredba A2G, A2L, A2S Razred izloženosti 5c: ISO - razredba A3G, A3L, A3S

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Ovisno o razredu izloženosti Eurokod 2 definira debljinu zaštitnog sloja na slijedeći način

Tablica 3: Najmanja debljina zaštitnog sloja za obični beton (Eurokod 2)

		Razred izloženosti (prema Eurokodu 2)								
		1	***2a***	**2b**	**3**	**4a**	**4b**	**5a**	**5b**	**5c** [4]
Najmanji zaštitni sloj [mm]	Čelik za armiranje	**15**	***20***	**25**	**40**	**40**	**40**	**25**	**30**	**40**
	Čelik za prednapinjanje	**25**	**30**	**35**	**50**	**50**	**50**	**35**	**40**	**50**

Suglasno ovom AB konstrukciju zgrade treba svrstati u 2a razred izloženosi koji se definira kao:

1 Suhi okoliš		**- unutrašnjost stambenih ili uredskih zgrada[1)]**
i		
2 Vlažan okoliš	**a) bez mraza**	**- unutrašnjost zgrade s velikom vlažnošću - vanjski elementi - elementi u neškodljivom tlu i/ili vodi**

debljina zaštitnog sloja za navedenu izloženost konstrukcije je:

d =2,0 cm

Projektiranje trajnosti podrazumijeva definiranje i izvedbu betonskih elemenata odgovarajuće otpornosti.

Prema novim europskim i hrvatskim normama projektiranje trajnosti provodi se kao funkcija spomenutih razreda izloženosti, a u osnovi se sastoji od ispunjavanja tri zahtjeva koji se odnose na:

- maksimalni vodocementni faktor
- minimalni sadržaj cementa
- minimalni razred čvrstoće betona

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

Tablica 4. Razredi izloženosti (prema HRN EN 206-1)

Oznaka razreda	Opis okoliša / izloženost	Informativni primjeri moguće pojave razreda izloženosti
1 Nema rizika korozije		
X0	Za beton bez armature ili ugrađenog metala: sve izloženosti gdje nema smrzavanja, abrazije ili kemijskog djelovanja. Za beton s armaturom ili ugrađenim metalom: vrlo suho.	Beton unutar građevine s vrlo niskom vlažnosti zraka.
2 Korozija uzrokovana karbonatizacijom		
XC1	**Suha ili stalno vlažna**	**Beton unutar građevina s niskom vlagom zraka. Beton stalno u vodi.**
XC2	**Vlažna, rjeđe suha**	**Površina betona izložena dugotrajnom dodiru s vodom. Mnogi temelji.**
XC3	**Umjereno vlažna**	**Beton unutar građevina s umjerenom ili niskom vlažnosti zraka. Vanjski**
XC4	Izmjenično vlažna i suha	Površina betona u dodiru s vodom, ali ne kao u XC2.
3 Korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz mora		
XD1	Umjereno vlažna	Površina betona izložena kloridima iz zraka.
XD2	Vlažna, rjeđe suha	Plivališta, beton izložen otpadnim industrijskim vodama koje sadrže kloride.
XD3	Izmjenično vlažna i suha	Dijelovi mostova izloženi prskanju s kloridima, kolnici, parkirališta.
4 Korozija uzrokovana kloridima iz morske vode		
XS1	Izloženo solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom	Konstrukcije blizu mora ili na obali.
XS2	Stalne uronjena	Dijelovi konstrukcije u moru.
XS3	Područje plime i oseke i područje zapljuslavanja	Dijelovi konstrukcije u moru.
5 Korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem sa soli za odmrzavanje ili bez nje		
XF1	Umjerena zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje	Vertikalne površine betona izložene kiši i smrzavanju.
XF2	Umjerena zasićenost vodom sa solju za odmrzavanje	Vertikalne površine betona cestovnih konstrukcija izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka.
XF3	Visoka zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje	Horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

XF4	Visoka zasićenost vodom sa solju za odmrzavanje	Cestovne i mostovne kolničke ploče izložene solima za odmrzavanje. Površine betona izložene prskanju solima i smrzavanju. Područja vlaženja morem izložena

6 Kemijska korozija
Odnosi se na kemijsko djelovanje iz prirodnog tla i podzemne vode. Klasifikacija morske vode ovisi o zemljopisnoj lokaciji pa treba primijeniti razredbu koja vrijedi na mjestu uporabe betona. U normi je dana posebna specifikacija kemijske agresije prirodnog tla i podzemne vode. Ako se radi o djelovanjima izvan te specifikacije, drugim agresivnim kemikalijama, kemijski onečišćenoj podzemnoj vodi, velikoj brzini vode u kombinaciji sa specificiranim kemikalijama, može biti potrebna posebna studija za utvrđivanje odgovarajuće

XA1	Lagano kemijski agresivan	
XA2	Umjereno kemijski agresivan	
XA3	Vrlo kemijski agresivan okoliš	

Suglasno prethodnoj tablici konstrukcija zgrade se treba svrstati u slijedeće razred izloženosti :

XC1	**Suha ili stalno vlažna**	**Beton unutar građevina s niskom vlagom zraka. Beton stalno u vodi.**
XC2	**Vlažna, rjeđe suha**	**Površina betona izložena dugotrajnom dodiru s vodom. Mnogi temelji.**

Ostale korozije se mogu zanemariti.

Kloridni ioni su drugi uzrok (uz karbonatizaciju) gubitka pasivizirajućeg učinka. Kloridni ioni mogu prodrijeti u beton, ako je konstrukcija u morskom okolišu ili u kontaktu sa solima za odleđivanje. Također, kloridi mogu biti prisutni u betonu od samog početka, primjerice kada se rabi morski pijesak za sitnu frakciju ili kalcijev klorid kao ubrzivač.
HRN EN 206-1 zabranjuje uporabu kalcijevog klorida i kemijskih dodataka na osnovi kalcijevog klorida u betonu koji sadrži ubetonirane metalne dijelove (armaturu, čelik za prednapinjanje ili drugi ugrađeni metal).
Definirana je granična vrijednost sadržaja klorida u armiranom betonu izražena kao postotak kloridnih iona od 0,4% na masu cementa.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

2. Preporučene granične vrijednosti sastava i svojstava betona

Tablica 5. Preporučene granične vrijednosti sastava i svojstava betona (prema HRN EN 206-1)

Razredi izloženosti				Preporučene granične vrijednosti		
Oznaka razreda		Djelovanje		Max v/c	Min cement [kg/m^3]	Razred čvrstoće
X0		**Nema rizika**		**Nema zahtjeva**	**Nema zahtjeva**	**C12/15**
XC	**1**	**Karbonatizacija (H_2O,CO_2)**	**Suho ili u vodi**	**0,65**	**260**	**C20/25**
	2		**Vlaga (stalna)**	**0,60**	**280**	**C25/30**
	3		**Umjerena vlaga**	**0,55**	**280**	**C30/37**
	4		Vlaženje/sušenje	0,50	300	C30/37
XD	1	Kloridi koji nisu iz mora (H_2O,Cl)	Umjerena vlaga	0,55	300	C30/37
	2		Vlaga (stalna)	0,55	300	C30/37
	3		Vlaženje/sušenje	0,45	320	C35/45
XS	1	Kloridi iz mora (H_2O, Cl)	Bez dodira s vodom	0,50	300	C30/37
	2		Uvodi	0,45	320	C35/45
	3		Plima/oseka, zapljuskivanje	0,45	340	C35/45
XF[1)]	1	Smrzavanje-odmrzavanje / + sol	Umjerena zasićenost vodom	0,55	300	C30/37
	2[2]		Umjerena zasićenost vodom + sol	0,55	300	C25/30
	3[2]		Visoka zasićenost vodom	0,50	320	C30/37
	4[2]		Visoka zasićenost vodom + sol	0,45	340	C30/37
XA	1	Kemijsko djelovanje	Neznatno škodljiv	0,55	300	C30/37
	2[3]		Umjereno škodljiv	0,50	320	C30/37
	3[3]		Vrlo škodljiv	0,45	360	C35/45

1) Potrebno je primijeniti agregat prema prEN 12620:2000 s dovoljnom otpornošću na smrzavanje.
2) Preporučljiva količina zraka od minimalno 4,0%. Kada beton nije aeriran, ponašanje betona treba ispitivati prema prikladnoj metodi u usporedbi s betonom kojemu je otpornost na smrzavanje za odgovarajući razred izloženosti dokazana.
3) Primijeniti sulfatnootporni cement. Kada SO_4^{2} vodi ka razredu izloženosti XA2 i XA3, ispravno je upotrijebiti sulfatnootporni cement. Kada je cement razvrstan prema sulfatnoj otpornosti, umjereno ili visoko sulfatnootporni cement treba rabiti u razredu izloženosti XA2 (i u XA1 kad je primjenljiv), a visoko sulfatnootporni cement treba upotrijebiti u razredu izloženosti XA3.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

3. Održavanje konstrukcije

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema odredbama ***Priloga J. Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN br. 101/05)*** i normama na koje upućuje navedeni Prilog, te odgovarajućom primjenom odredaba važečih ostalih propisa.
Bitni dijelovi konstrukcije su:

- AB konstrukcija
- Zidani zidovi sa AB serklažima
- Čelične elemente konstrukcije

a.) Održavanje AB konstrukcije zgrade

Redovitih pregleda u svrhu održavanja betonske konstrukcije provode se ne rjeđe od 10 godina.
Pregled 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,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata ako se vizulanom kontrolom sumnja u ispunjavanje bitnog zahtijeva mehaničke otpornosti i stabilnosti ,

U slučaju da su pukotine veće da narušavaju trajnost AB konstrukcije potrebno ih je sanirati prema provjerenim tehničkim sustavima koji su u skladu sa Prilogom K. TPBK.

b.) Održavanje Zidane konstrukcije zgrade

Isti pregled za zidane zidove konstrukcije potrebno je provesti kao i za AB elemente konstrukcije navedene pod točkom a.) ovog poglavlja. Sanacije pukotina potrebno je napraviti prikladnim sustavima injektiranja i vraćanjem svojstava ziđa u projektirano stanje bez pukotina.

c.) Održavanje i praćenje čelične nosive konstrukcije za vrijeme korištenja građevine

Investitor ili korisnik građevine dužan je voditi brigu o stabilnosti konstrukcije za vrijeme korištenja građevine prema Tehničkim propisima za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije kod nosivih čeličnih konstrukcija (Sl.list 6/65) i provoditi sljedeće:

- izraditi program održavanja čelične konstrukcije
- voditi evidenciju o čeličnoj konstrukciji putem knjige (servisne knjige) čelične konstrukcije
- svake godine obaviti redovni pregled
- svakih deset godina obaviti glavni pregled
- provoditi radove obnove ili sanacije čelične konstrukcije utvrđene pregledima, a prema zakonima i propisima
-

d.) Čuvanje dokumentacije održavanja

Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe i ako se uoče da su bitna svojstva građevine narušena potrebno je konstrukciju sanirati.

Izradio :
DARKO ŠILEC dipl.ing.građ.

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor Ivana Severa 5, Varaždin T 042 404 404 F 042 350 264

STATIČKI PRORAČUN

ANALIZA OPTEREĆENJA

KROVNA KONSTRUKCIJA

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m^3)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m^2)
1.	termoizolirani sendvič panel			0,12
2.	instalacije			0,08
3.	fotonaponske ćelije			0,25

g = 0,45 kN/m^2

Napomena: Vlastitu težinu krovnih nosača program računa automatski.

POVREMENO OPTEREĆENJE

Kategorija H (neprohodni krov, osim za održavanje): **q = 0,60 kN/m^2**

Napomena: Povremeno opterećenje za krov neće se uzeti u obzir zbog prevladavajućeg djelovanja od snijega

OPTEREĆENJE SNIJEGOM



Lokacija: **Donja Zelina**

Nadmorska visina: 90 m.n.m.

3. snježno područje

kontinentalna Hrvatska

Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom:

s_k = 1,00 kN/m^2

Koeficijent izloženosti:

uobičajena topografija C_e = 1,0

Koeficijent gubitka topline kroz krov:

(izolirani krov) C_t = 1,0

Koeficijent oblika:

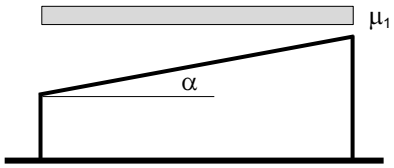
Kut nagiba krova	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
μ_1	0,8	$0,8 \times (60 - \alpha) / 30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \times \alpha / 30$	1,6	---

(Ako krov ima snjegobran, neku prepreku ili završava atikom, koeficijent oblika ne treba da bude manji od 0,8)

Računsko opterećenje snijegom: $s = \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k$

1. JEDNOSTREŠNI KROV — (NIJE PREDMET PRORAČUNA)

snjegobran ili atika: DA



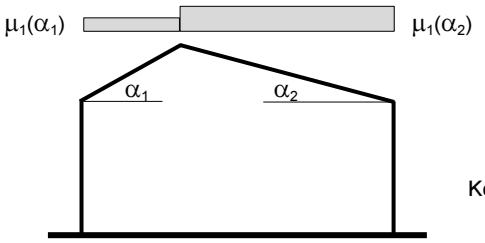
Nagib krova (°): α = 3,43

Koeficijent oblika: μ_1 =

s = kN/m²

2. DVOSTREŠNI KROV — PREDMET JE PRORAČUNA

snjegobran ili atika: DA



	α_1	α_2
Nagib krova (°):	7,00	7,00

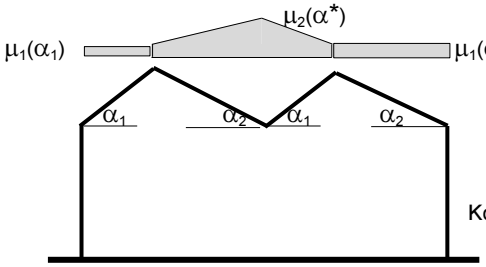
	$\mu_1(\alpha_1)$	$\mu_1(\alpha_2)$
Koeficijenti oblika:	0,80	0,80

s(α_1) =	0,80	kN/m²
s(α_2) =	0,80	kN/m²

3. VIŠESTREŠNI KROVOVI — (NIJE PREDMET PRORAČUNA)

$\alpha^* = (\alpha_1+\alpha_2) / 2$

snjegobran ili atika: DA

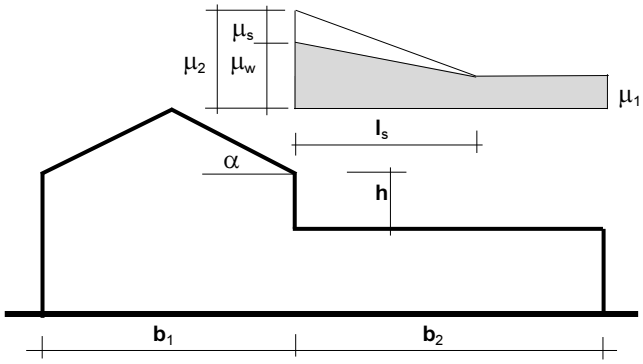


	α_1	α_2	α^*
Nagib krova (°):			

	$\mu_1(\alpha_1)$	$\mu_1(\alpha_2)$	$\mu_2(\alpha^*)$
Koeficijenti oblika:			

s(α_1) =		kN/m²
s(α_2) =		kN/m²
s(α^*) =		kN/m²

4. KROV BLIZU VIŠE KONSTRUKCIJE — (NIJE PREDMET PRORAČUNA)



$l_s = 2 \times h$

$5\ m \le l_s \le 15\ m$

Ako je $l_s > b_2$ koeficijent μ na kraju nižeg krova određuje se linearnom interpolacijom između koeficijenata μ_2 i μ_1.

Pretpostavlja se da je niži krov ravan.

$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$

$\alpha \le 15°: \ \mu_s = 0$

$\alpha > 15°: \ \mu_s = 0{,}5 \times \mu_1$

$\mu_w = (b_1 + b_2) / (2 \times h) \le \gamma \times h / s_k$

$\gamma =$ 2,00 kN/m³

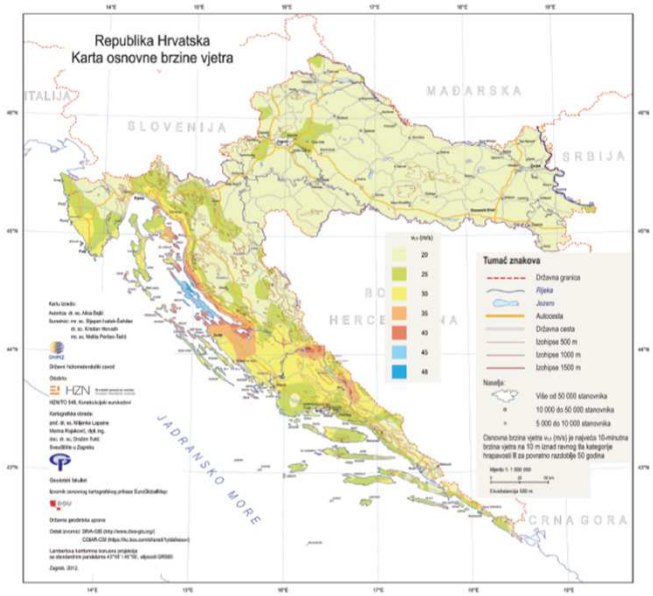
ograničenje: $0{,}8 \le \mu_s + \mu_w \le 2{,}4$

b_1 [m]	b_2 [m]	h [m]	l_s [m]

α [°]	μ_1	μ_2
0,00		

s(μ_1) =		kN/m²
s(μ_2) =		kN/m²

OPTEREĆENJE VJETROM



Osnovni tlak vjetra

$q_b = (\rho/2) \times (v_b)^2$

ρ = 1,25 kg/m^3 (gustoća zraka)

v_b = korigirana osnovna brzina vjetra

$v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0}$

c_{dir} = 1,00 faktor smjera

c_{season} = 1,00 faktor godišnjeg doba

$v_{b,0}$ = osnovna brzina vjetra

Područje	$v_{b,0}$ [m/s]
I	20
II	25
III	30
IV	35
V	40
VI	45
VII	48

Parametri građevine:

visina zgrade h = 9,25 m

širina zgrade b = 20,00 m

dužina zgrade d = 120,00 m

Lokacija: **Donja Zelina**

područje: II

v_b = 25 m/s

q_b = 0,391 kN/m^2

Odnos visine **h** i širine zgrade **b**: **h < b** OBJEKT JE PO VISINI OBUHVAĆEN JEDNIM INTENZITETOM VJETRA

Kategorije terena i parametri terena

	kategorija zemljišta	z_0 [m]	z_{min} [m]
0	More ili obalno područje izloženo otvorenom moru	0,003	1
I	Jezera ili ravničarska i horizontalna površina sa zanemarljivom vegetacijom i bez prepreka	0,01	1
II	Površina sa niskom vegetacijom (kao što je trava) i izoliranim preprekama (drveće, zgrade) koje su udaljene najmanje 20 visina prepreke	0,05	2
III	Površina sa redovnom pokrivenošću vegetacijom, ili zgradama (sela, predgrađa, neprekidna šuma)	0,3	5
IV	Gradska područja u kojima je najmanje 15% površine izgrađeno i čija prosječna visina prelazi 15 m	1	10

Odabrana kategorija terena: II

z_0 = 0,05 m

z_{min} = 2,00 m

z_{max} = 200,00 m

visina objekta z = 9,25 m

$c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0)$ za $z_{min} < z < z_{max}$

$c_r(z) = c_r(z_{min})$ za $z < z_{min}$

$k_r = 0,19 \times (z_0/z_{0,II})^{0,07}$

$z_{0,II}$ = 0,05

k_r = 0,19

$c_r(z)$ = 0,992

Srednja brzina vjetra

$v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$

$v_m(z)$ = 24,80 m/s

$c_o(z)$ = 1,00 faktor orografije

Intenzitet turbulencije

$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) = k_I / (c_o(z) \times \ln(z/z_0))$ za $z_{min} < z < z_{max}$

$I_v(z) = I_v(z_{min})$ za $z < z_{min}$

k_I = 1,00 faktor turbulencije

$I_v(z)$ = 0,192

Udarni tlak vjetra

$q_p(z) = c_e(z) \times q_b$

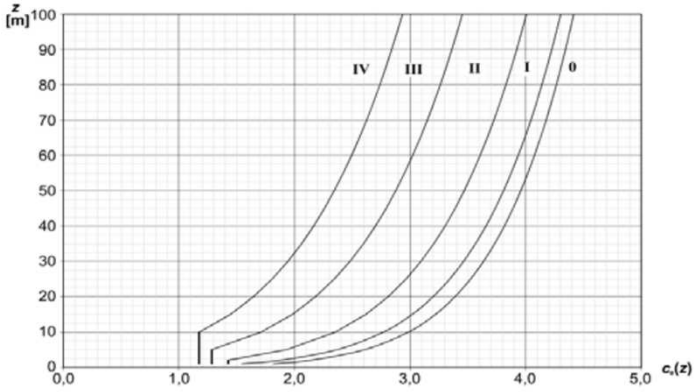
Koeficijent izloženosti :

$c_e(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] =$ 2,341

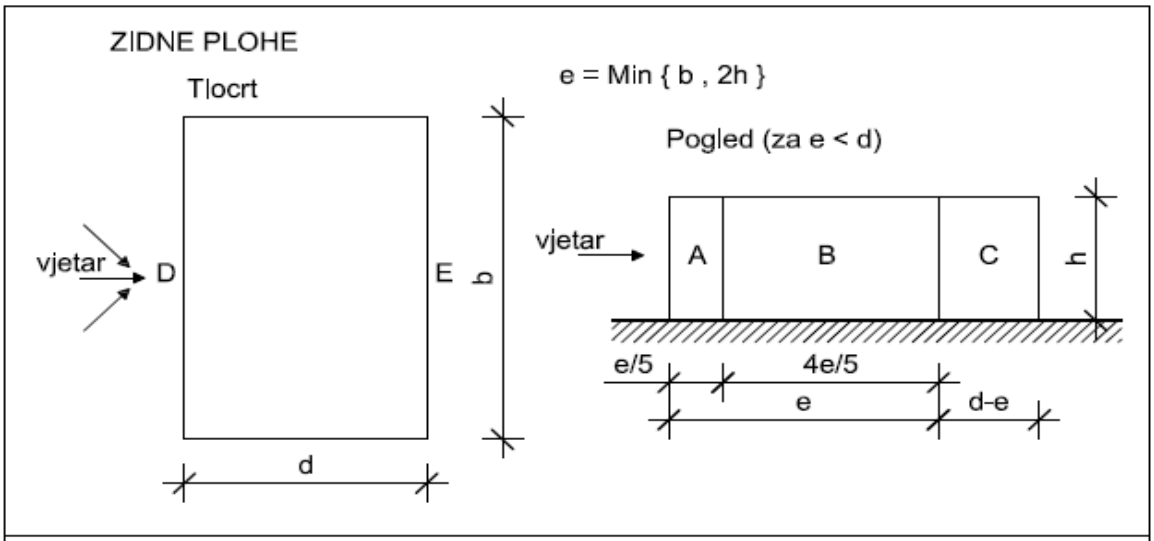
Osnovni tlak vjetra [kN/m^2] :

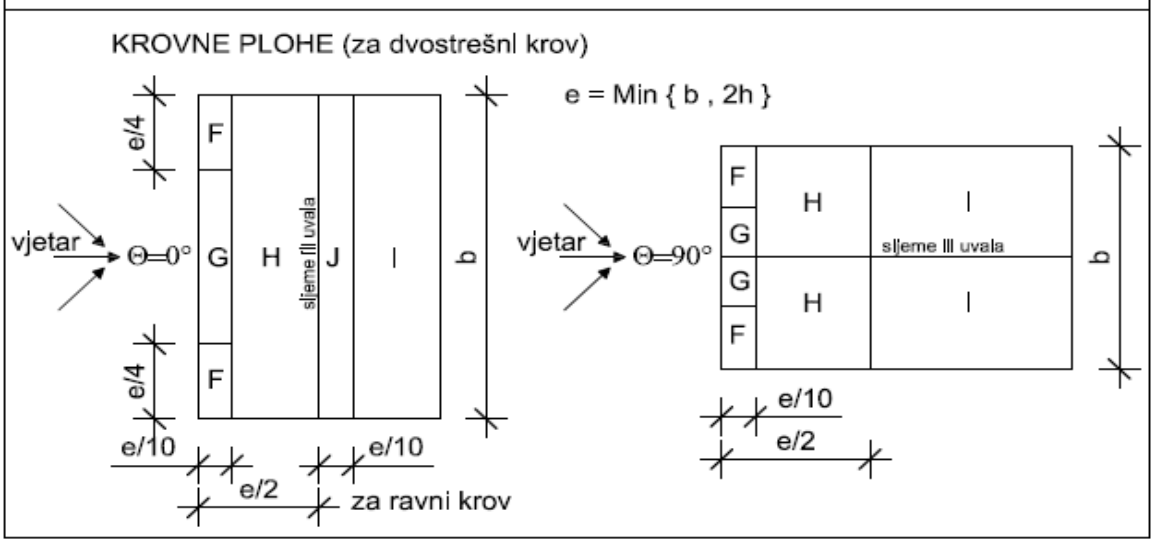
$q_b = 0,5 \times \rho \times [v_m(z)]^2 =$ 0,384

$q_p(z) =$	0,90	kN/m^2



Sheme karakterističnih površina pravokutne hale za proračun vjetrovnog djelovanja:





Karakteristična vrijednost pritiska vjetra

Karakteristična vrijednost pritiska vjetra na određenu plohu iznosi:

$w_k = q_p(z) \times (c_{pe} - c_{pi})$

c_{pe} = koeficijent vanjskog tlaka

c_{pi} = koeficijent unutarnjeg tlaka ($c_{pi,\,neg} = -0,3$; $c_{pi,poz} = 0,2$)

Vjetar 1 (djeluje pod kutem Θ = 0° u odnosu na halu)

Vrsta krova: dvostrešni krov
Nagib krova: α = 7,00 °
Visina atike: h_p = 0,00 m

$q_p(z)$ =	0,90	kN/m^2

b [m]	d [m]	h [m]	e [m]	h / d
120,00	20,00	9,25	18,50	0,463

Područje	A_{ref} [m^2]	c_{pe}	c_{pe} - $c_{pi,\ min}$	c_{pe} - $c_{pi,\ max}$	$w_{k,\ min}$ [kN/m^2]	$w_{k,\ max}$ [kN/m^2]	Područje
A	34,23	-1,20	-0,90	-1,40	-0,81	**-1,26**	A
B	136,90	-0,80	-0,50	-1,00	-0,45	**-0,90**	B
C	13,88	-0,50	-0,20	-0,70	-0,18	**-0,63**	C
D	1110,00	0,80	1,10	0,60	**0,99**	0,54	D
E	1110,00	-0,50	-0,20	-0,70	-0,18	**-0,63**	E
F	8,56	-1,83	-1,53	-2,03	-1,37	**-1,82**	F
G	204,89	-1,20	-0,90	-1,40	-0,81	**-1,26**	G
H	978,00	-0,60	-0,30	-0,80	-0,27	**-0,72**	H
I	978,00	-0,60	-0,30	-0,80	-0,27	**-0,72**	I
J	222,00	0,20	0,50	0,00	**0,45**	0,00	J

Vjetar 2 (djeluje pod kutem Θ = 90° u odnosu na halu)

Vrsta krova: dvostrešni krov
Nagib krova: α = 7,00 °
Visina atike: h_p = 0,00 m

$q_p(z)$ =	0,90	kN/m^2

b [m]	d [m]	h [m]	e [m]	h / d
20,00	120,00	9,25	18,50	0,077

Područje	A_{ref} [m^2]	c_{pe}	c_{pe} - $c_{pi,\ min}$	c_{pe} - $c_{pi,\ max}$	$w_{k,\ min}$ [kN/m^2]	$w_{k,\ max}$ [kN/m^2]	Područje
A	34,23	-1,20	-0,90	-1,40	-0,81	**-1,26**	A
B	136,90	-0,80	-0,50	-1,00	-0,45	**-0,90**	B
C	938,88	-0,50	-0,20	-0,70	-0,18	**-0,63**	C
D	185,00	0,70	1,10	0,60	**0,99**	0,54	D
E	185,00	-0,30	-0,20	-0,70	-0,18	**-0,63**	E
F	8,56	-1,70	-1,53	-2,03	-1,37	**-1,82**	F
G	9,94	-1,30	-0,90	-1,40	-0,81	**-1,26**	G
H	74,00	-0,70	-0,30	-0,80	-0,27	**-0,72**	H
I	1107,50	-0,60	-0,30	-0,80	-0,27	**-0,72**	I
J							J

MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m^3)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m^2)
1.	keramičke pločice	24,00	0,02	0,48
2.	cementni estrih 6 cm	22,00	0,06	1,32
3.	EPS 5 cm	0,12	0,10	0,01
4.	spušteni strop			0,25
5.	instalacije			0,20
6.	pregradni zidovi			0,50
			g =	**2,76** **kN/m^2**

Napomena: Vlastitu težinu stropnog nosača (ploče) program računa automatski.

POVREMENO OPTEREĆENJE

Kategorija B1 (uredski prostori, hodnici):	**q =**	**3,00**	**kN/m^2**

STROP KATA I SAČMARE

STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m^3)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m^2)
1.	spušteni strop, instalacije			0,50
			g =	**0,50** **kN/m^2**

Napomena: Vlastitu težinu stropnog nosača (ploče) program računa automatski.

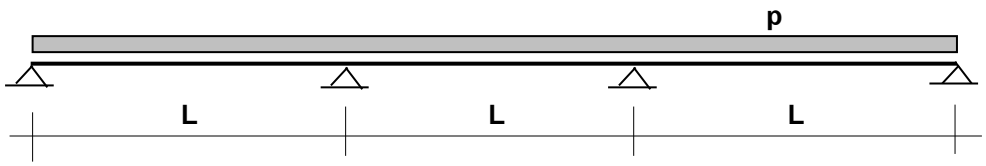
POVREMENO OPTEREĆENJE

Nestambena potkrovlja (A1):	**q =**	**1,50**	**kN/m^2**

KROVNI POKRIVAČ

Za krovni pokrivač koristi se termoizolirani sendvič panel d=12cm koji se polaže preko tri ili više polja.

Opterećenje srednjih ležaja : $R_{max} = 1{,}10 \cdot g \cdot L + 1{,}20 \cdot q \cdot l$



L = 2,56 m

a) Stalni teret

- vlastita težina panela	0,12	kN/m^2
- ovješenje + instalacije	0,08	kN/m^2
- fotonaponske ćelije	0,25	kN/m^2
g_k =	0,45	kN/m^2

b) Vjetar

Opterećenje vjetrom proračunato je u analizi opterećenja.
Za dimenzioniranje termoizoliranog krovnog panela mjerodavno je najveće pritiskujuće opterećenje na krovu koje se nalazi na plohi I prema shemi djelovanja vjetra kod ravnih krovova.

w_k = 0,45 kN/m^2

c) Snijeg

Opterećenje snijegom proračunato je u analizi opterećenja.

s_k = 1,00 kN/m^2

Mjerodavne kombinacije opterećenja:

Krajnje granično stanje (KGS) - snijeg vodeće korisno opterećenje

$q_{Ed} = 1{,}35 \cdot g_k + 1{,}50 \cdot (s_k + 0{,}6 \cdot w_k) = 1{,}35 \cdot 0{,}45 + 1{,}50 \cdot (1{,}00 + 0{,}6 \cdot 0{,}45) =$ **2,51** kN/m^2

Granično stanje uporabivosti (GSU) - snijeg vodeće korisno opterećenje

$q_{Ed} = 1{,}00 \cdot g_k + 1{,}00 \cdot (s_k + 0{,}6 \cdot w_k) = 1{,}00 \cdot 0{,}45 + 1{,}00 \cdot (1{,}00 + 0{,}6 \cdot 0{,}45) =$ **1,72** kN/m^2

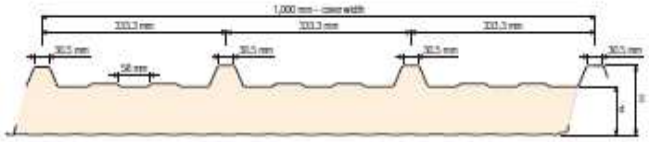
Dopušteni progib : **L / 250 = 1,02** cm

Prema naznačenim kriterijima za predmetnu građevinu odgovara termoizolirani panel kao **Kingspan KS1000RW 0,50/0,40** koji je potrebno polagati preko tri ili više polja.

Težina krovnog panela je 12,03 kg/m^2
Projektom se može odabrati i panel drugog proizvođača, ali karakteristike tog panela ne smiju biti slabije od navedenog.
Vlastita težina se ne uzima u obzir prilikom očitanja iz priložene tablice.

KS1000 RW

Roofpanel KS1000 RW 120 0.5 / 0.4 - S280/S280 – according to EN 14509



System	Colour group	characteristic downwards load, e.g. snow load [kN/m²]																			
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
Single Span	I, II, III (f)	40 7.56	47 6.48	59 5.79	70 5.30	79 4.92	83 4.35	86 3.89	87 3.49	88 3.15	88 2.85	88 2.59	86 2.35	85 2.15	84 1.97	83 1.81	82 1.68	80 1.56	80 1.46	79 1.37	78 1.29
Double Span	I (f)	40 6.52 67	40 4.61 67	40 3.65 75	40 3.06 81	43 2.67 86	45 2.38 91	48 2.16 95	50 1.99 99	52 1.85 103	53 1.73 107	55 1.63 110	57 1.55 114	58 1.47 117	60 1.41 120	62 1.35 123	63 1.30 126	65 1.26 130	67 1.22 133	68 1.18 136	69 1.14 138
	II (f)	40 6.52 67	40 4.61 67	40 3.65 75	40 3.06 81	43 2.67 86	45 2.38 91	48 2.16 95	50 1.99 99	52 1.85 103	53 1.73 107	55 1.63 110	57 1.55 114	58 1.47 117	60 1.41 120	62 1.35 123	63 1.30 126	65 1.26 130	67 1.22 133	68 1.18 136	69 1.14 138
	III (f)	40 6.52 67	40 4.61 67	40 3.65 75	40 3.06 81	43 2.67 86	45 2.38 91	48 2.16 95	50 1.99 99	52 1.85 103	53 1.73 107	55 1.63 110	57 1.55 114	58 1.47 117	60 1.41 120	62 1.35 123	63 1.30 126	65 1.26 130	67 1.22 133	68 1.18 136	69 1.14 138
Multi Span	I (f)	40 7.41 64	40 5.20 76	42 4.09 84	45 3.42 90	48 2.96 95	50 2.63 100	52 2.38 105	55 2.19 109	57 2.03 113	59 1.90 117	61 1.79 121	63 1.70 125	64 1.62 129	66 1.55 132	68 1.48 135	70 1.43 139	71 1.38 142	73 1.33 145	74 1.29 148	76 1.26 152
	II (f)	40 7.41 64	40 5.20 76	42 4.09 84	45 3.42 90	48 2.96 95	50 2.63 100	52 2.38 105	55 2.19 109	57 2.03 113	59 1.90 117	61 1.79 121	63 1.70 125	64 1.62 129	66 1.55 132	68 1.48 135	70 1.43 139	71 1.38 142	73 1.33 145	74 1.29 148	76 1.26 152
	III (f)	40 7.41 64	40 5.20 76	42 4.09 84	45 3.42 90	48 2.96 95	50 2.63 100	52 2.38 105	55 2.19 109	57 2.03 113	59 1.90 117	61 1.79 121	63 1.70 125	64 1.62 129	66 1.55 132	68 1.48 135	70 1.43 139	71 1.38 142	73 1.33 145	74 1.29 148	76 1.26 152

The span widths are calculated according to the proof procedures given in EN 14509. All loads are regarded as characteristic loads. Element dead loads have been considered in the span calculations. Possible errors and omissions excepted. Please consider, that this table does not replace a verifiable structural design.

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine

PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

GRAĐEVINA: PROIZVODNA GRAĐEVINA

INVESTITOR: GRACOTECH GRUPA d.o.o. Donja Zelina

TD: 670/21

STR: 64

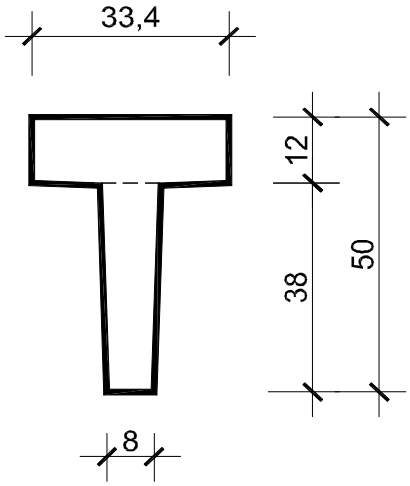
PROING

PRORAČUN KROVNOG NOSAČA

POZ SEK-1

Krovni nosač "T" poprečnog presjeka. L = 8,00 m

Poprečni presjek :



Analiza opterećenja :

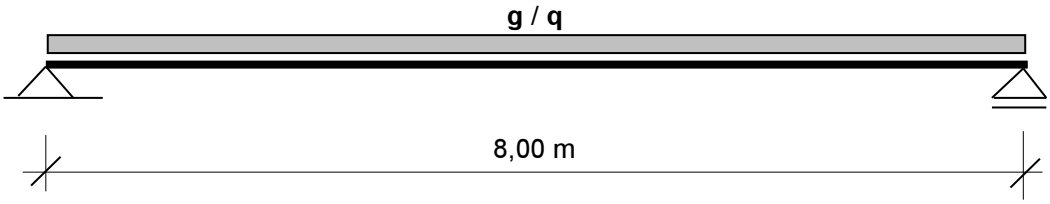
a/ stalno

- vlastita težina		u programu	
- dodatno stalno (1,10·0,70kN/m^2·2,50m)	=	1,93	kN/m
g =		1,93	kN/m

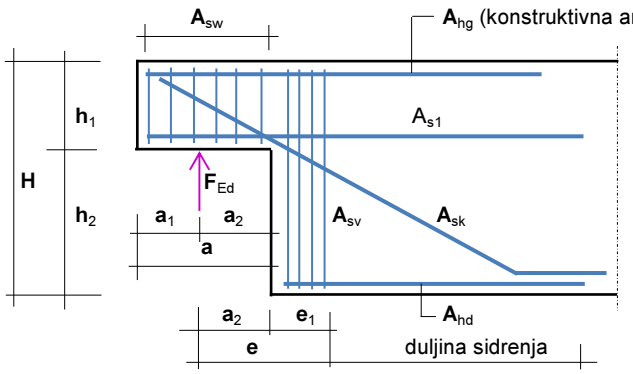
b/ povremeno

- snijeg + 0,6 x vjetar (1,20·1,27kN/m^2·2,50m)	=	3,81	kN/m
q =		3,81	kN/m

g =		1,93	kN/m
q =		3,81	kN/m



SEK-1 PRORAČUN UZDIGNUTOG LEŽAJA



BETON	ČELIK	zaštitni sloj
C30/37	B500B	betona
f_{cd} [kN/cm^2]	f_{yd} [kN/cm^2]	**c** [cm]
2,000	43,478	2,0

Geometrijski podaci za nosač		
visina nosača	**H** [cm]	50
visina uzdignutog ležaja	h_1 [cm]	12
najmanja širina uzd. ležaja	b_1 [cm]	33,4
duljina uzdignutog ležaja	**a** [cm]	30
položaj sile F_{Ed}	a_1 [cm]	8

Opterećenje na ležaju		
stalno	F_G [kN]	15,31
povremeno	F_Q [kN]	15,24

Formule, korištene u proračunu:

$e_1 = h_1 / 2 + 5$ [cm]	$\text{tg}\,\alpha = h_1 / a$	$z_1 = 0{,}85 \times h_1$	
$F_{Ed} = 1{,}35 \times F_G + 1{,}50 \times F_Q$	$F_{SV} = 0{,}6 \times F_{Ed}$	$F_{SK} = 0{,}4 \times F_{Ed}$	
$A_{s1} = F_{Ed} \times a_2 / (\zeta \times d_1 \times f_{yd})$	$A_{sv} = F_{SV} / f_{yd}$	$A_{sk} = F_{SK} / (f_{yd} \times \sin\alpha)$	$A_{hd} = A_{sv}$

Proračun poprečne armature na uzdignutom ležaju (A_{sw}) prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2:

$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho / f_{ck})^{(1/3)}] \times b_1 \times d_1$ ($d_1 = h_1$ - **c** - 2 [cm])

$V_{Rd,max} = a_{cw} \times b_1 \times z \times \nu_1 \times f_{cd} / (\text{ctg}\,\theta + \text{tg}\,\theta)$ ($z = 0{,}9 \times d_1$; $\theta = 45°$)

Za $F_{Ed} \le V_{Rd,c}$ poprečna armatura A_{sw} nije potrebna.

Za $V_{Rd,c} < F_{Ed} \le V_{Rd,max}$ potrebna je poprečna armatura: $A_{sw} = [a \times F_{Ed} / (z \times 0{,}8 \times f_{yd})]$

e_1 [cm]	tg α	z_1 [cm]	F_{Ed} [kN]	a_2 [cm]	μ_{Ed}	ζ	F_{SV} [kN]	F_{SK} [kN]
11,00	0,40000	10,20	43,53	22,00	0,224	0,839	26,12	17,41

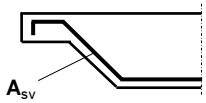
$V_{Rd,c}$ [kN] :	14,49	$V_{Rd,max}$ [kN] :	144,29

OBLIK ARMATURE

Glavna horizontalna armatura A_{s1} :	3,28 **4fi12**	cm^2	"U" vilica
Glavna vertikalna armatura A_{sv} :	0,60 **2fi14**	cm^2	povijena armatura iz donjeg pojasa ili zatvorene vilice na duljini e_1
Glavna kosa armatura A_{sk} :	1,08 **1fi12**	cm^2	anker-pločica; povijena armatura iz donjeg pojasa ili povijena "U" vilica
Dodatna horizontalna armatura A_{hd} :	0,60	cm^2	armatura iz donjeg pojasa ili "U" vilica

Potrebna površina poprečne armature A_{sw} na duljini uzdignutog ležaja **a** : 5,21 cm^2 (zatvorene vilice)

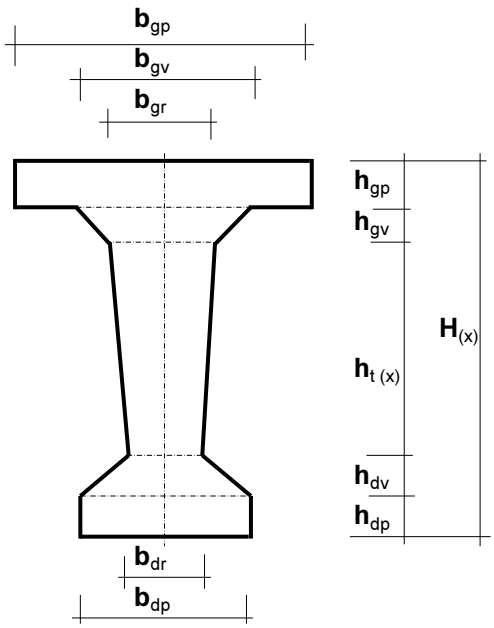
AKO JE, NEPOSREDNO UZ UZDIGNUTI LEŽAJ, FORMA NOSAČA ZAKOŠENA:



Za ovakav oblik ležaja nosača glavnu vertikalnu armaturu A_{sv} uvećati 50% i izvesti je prema skici.

POZ. SEK-1

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

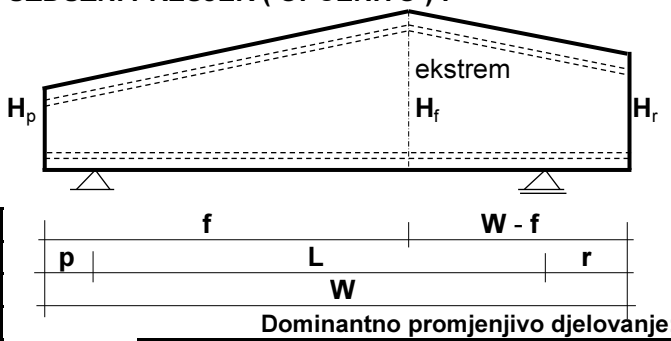
b_{gp}	33,4
b_{gv}	33,4
b_{gr}	10,5
b_{dr}	8
b_{dp}	8

h_{gp}	12
h_{gv}	0,5

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	50	50	50
$h_{t\,(x)}$	37,5	37,5	37,5

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

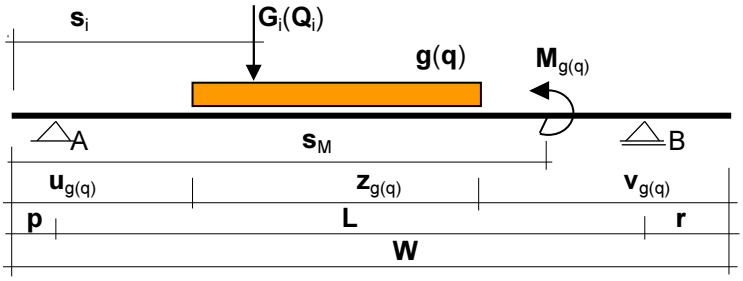


	f =	0,00	m
	L =	8,00	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	8,00	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N =

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	1,90	kN/m
stalno opter.	g =	1,93	kN/m
promjenj. opter.	q =	3,81	kN/m

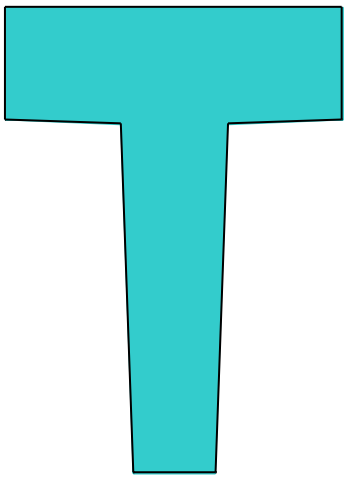
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	8,00	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	8,00	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. SEK-1

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	50	50	50

	Visina	Širina
Gornja ploča	12	33,4
Gornja vuta	0,5	33,4
Donja vuta	0	8
Donja ploča	0	8

Širina rebra na donjem rubu	8

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	37,5	37,5	37,5

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C30/37**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,2	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3283,66	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,09077

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. SEK-1

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	**g**	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	7,59	7,72	15,24	0,00	0,00	15,31	15,24	30,55
Ležaj **B**	7,59	7,72	15,24	0,00	0,00	15,31	15,24	30,55

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa (m)	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,80	11,02	10,97	0,00	0,00	11,02	10,97	21,99
0,2 x **L**	1,60	19,59	19,51	0,00	0,00	19,59	19,51	39,10
0,3 x **L**	2,40	25,71	25,60	0,00	0,00	25,71	25,60	51,32
0,4 x **L**	3,20	29,39	29,26	0,00	0,00	29,39	29,26	58,65
0,5 x **L**	4,00	30,61	30,48	0,00	0,00	30,61	30,48	61,09
0,6 x **L**	4,80	29,39	29,26	0,00	0,00	29,39	29,26	58,65
0,7 x **L**	5,60	25,71	25,60	0,00	0,00	25,71	25,60	51,32
0,8 x **L**	6,40	19,59	19,51	0,00	0,00	19,59	19,51	39,10
0,9 x **L**	7,20	11,02	10,97	0,00	0,00	11,02	10,97	21,99
Ležaj **B**	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	30,13	30,00	0,00	0,00	30,13	30,00	60,14

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa (m)	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	15,31	15,24	0,00	0,00	15,31	15,24	30,55
0,1 x **L**	0,80	12,25	12,19	0,00	0,00	12,25	12,19	24,44
0,2 x **L**	1,60	9,18	9,14	0,00	0,00	9,18	9,14	18,33
0,3 x **L**	2,40	6,12	6,10	0,00	0,00	6,12	6,10	12,22
0,4 x **L**	3,20	3,06	3,05	0,00	0,00	3,06	3,05	6,11
0,5 x **L**	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 x **L**	4,80	-3,06	-3,05	0,00	0,00	-3,06	-3,05	-6,11
0,7 x **L**	5,60	-6,12	-6,10	0,00	0,00	-6,12	-6,10	-12,22
0,8 x **L**	6,40	-9,18	-9,14	0,00	0,00	-9,18	-9,14	-18,33
0,9 x **L**	7,20	-12,25	-12,19	0,00	0,00	-12,25	-12,19	-24,44
Ležaj **B** - lijevo	8,00	-15,31	-15,24	0,00	0,00	-15,31	-15,24	-30,55
Ležaj **B** - desno	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	1,91	1,91	0,00	0,00	1,91	1,91	3,82

POZ. SEK-1

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,48	
0,1 x **L**	0,80	31,34	0,024	-1,1	20,0	0,982	1,98	
0,2 x **L**	1,60	55,71	0,043	-1,6	20,0	0,973	3,15	
0,3 x **L**	2,40	73,12	0,057	-1,9	20,0	0,968	3,97	
0,4 x **L**	3,20	83,57	0,065	-2,2	20,0	0,963	4,44	
0,5 x **L**	4,00	87,05	0,067	-2,2	20,0	0,963	4,52	
0,6 x **L**	4,80	83,57	0,065	-2,2	20,0	0,963	4,44	
0,7 x **L**	5,60	73,12	0,057	-1,9	20,0	0,968	3,97	
0,8 x **L**	6,40	55,71	0,043	-1,6	20,0	0,973	3,15	
0,9 x **L**	7,20	31,34	0,024	-1,1	20,0	0,982	1,98	
Ležaj **B**	8,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,48	
presjek po volji	3,50	85,69	0,066	-2,2	20,0	0,963	4,51	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	0,54	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	22,04	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
20	1	3,14
16	1	2,01
	ΣA_{s1} =	5,15 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
14	2	3,08
		0,00
	ΣA_{s2} =	3,08 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 44,67 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	17,88	8,07	22,58	13,49

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	43,52	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,1 x **L**	0,80	34,82	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,2 x **L**	1,60	26,11	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,40	17,41	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,4 x **L**	3,20	8,70	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,5 x **L**	4,00	0,00	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,80	-8,70	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,7 x **L**	5,60	-17,41	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,8 x **L**	6,40	-26,11	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
0,9 x **L**	7,20	-34,82	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
Ležaj **B** - lijevo	8,00	-43,52	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0
Ležaj **B** - desno	8,00	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	5,44	0,00	14,77	192,96	8	2	30,0

POZ. SEK-1

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	1,16	0,028	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / (r - r')) + (1/12) \times (fck)^{(1/2)} \times (r'/ r0)] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005477	0,006791	0,004058	1,139	0,8	0,875

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 17,91 < 22,22 = granična vrijednost

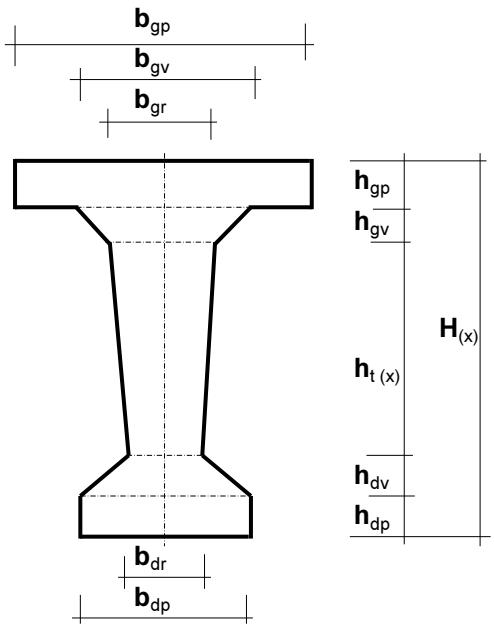
Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	3,20	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	2,467	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	2,218	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,711	cm

POZ. VG-1

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

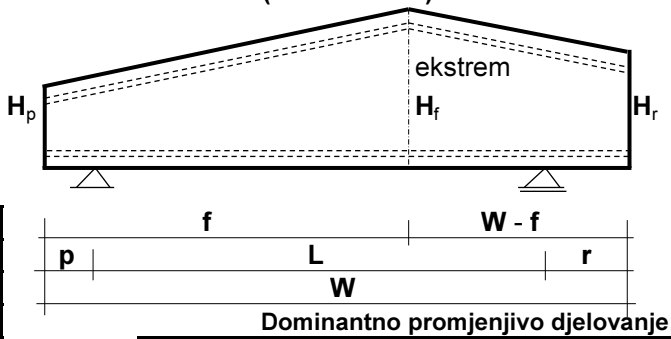
b_{gp}	25
b_{gv}	25
b_{gr}	25
b_{dr}	25
b_{dp}	25

h_{gp}	0
h_{gv}	0

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	60	60
$h_{t\,(x)}$	60	60	60

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

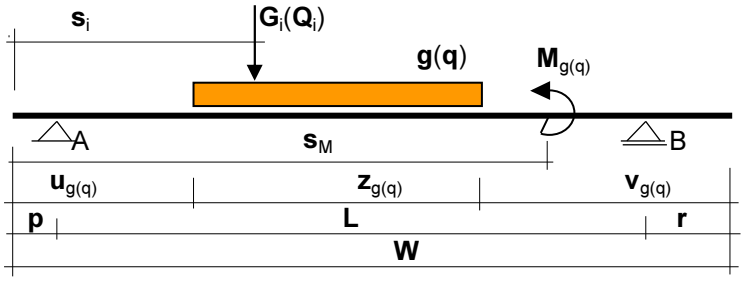


	f =	0,00	m
	L =	8,00	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	8,00	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N =

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	3,75	kN/m
stalno opter.	g =	1,93	kN/m
promjenj. opter.	q =	3,81	kN/m

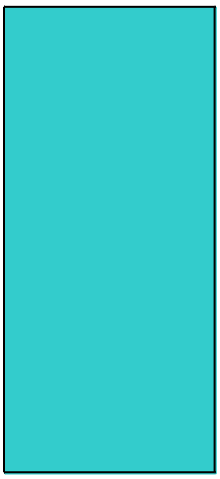
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	8,00	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	8,00	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. VG-1

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	60	60

	Visina	Širina
Gornja ploča	0	25
Gornja vuta	0	25
Donja vuta	0	25
Donja ploča	0	25

Širina rebra na donjem rubu	25

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	60	60	60

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C30/37**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3283,66	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,09077

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. VG-1

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	15,00	7,72	15,24	0,00	0,00	22,72	15,24	37,96
Ležaj **B**	15,00	7,72	15,24	0,00	0,00	22,72	15,24	37,96

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,80	16,36	10,97	0,00	0,00	16,36	10,97	27,33
0,2 x **L**	1,60	29,08	19,51	0,00	0,00	29,08	19,51	48,59
0,3 x **L**	2,40	38,17	25,60	0,00	0,00	38,17	25,60	63,77
0,4 x **L**	3,20	43,62	29,26	0,00	0,00	43,62	29,26	72,88
0,5 x **L**	4,00	45,44	30,48	0,00	0,00	45,44	30,48	75,92
0,6 x **L**	4,80	43,62	29,26	0,00	0,00	43,62	29,26	72,88
0,7 x **L**	5,60	38,17	25,60	0,00	0,00	38,17	25,60	63,77
0,8 x **L**	6,40	29,08	19,51	0,00	0,00	29,08	19,51	48,59
0,9 x **L**	7,20	16,36	10,97	0,00	0,00	16,36	10,97	27,33
Ležaj **B**	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	44,73	30,00	0,00	0,00	44,73	30,00	74,73

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	22,72	15,24	0,00	0,00	22,72	15,24	37,96
0,1 x **L**	0,80	18,18	12,19	0,00	0,00	18,18	12,19	30,37
0,2 x **L**	1,60	13,63	9,14	0,00	0,00	13,63	9,14	22,78
0,3 x **L**	2,40	9,09	6,10	0,00	0,00	9,09	6,10	15,18
0,4 x **L**	3,20	4,54	3,05	0,00	0,00	4,54	3,05	7,59
0,5 x **L**	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 x **L**	4,80	-4,54	-3,05	0,00	0,00	-4,54	-3,05	-7,59
0,7 x **L**	5,60	-9,09	-6,10	0,00	0,00	-9,09	-6,10	-15,18
0,8 x **L**	6,40	-13,63	-9,14	0,00	0,00	-13,63	-9,14	-22,78
0,9 x **L**	7,20	-18,18	-12,19	0,00	0,00	-18,18	-12,19	-30,37
Ležaj **B** - lijevo	8,00	-22,72	-15,24	0,00	0,00	-22,72	-15,24	-37,96
Ležaj **B** - desno	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	2,84	1,91	0,00	0,00	2,84	1,91	4,75

POZ. VG-1

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,59	
0,1 x **L**	0,80	38,54	0,026	-1,2	20,0	0,980	2,07	
0,2 x **L**	1,60	68,52	0,047	-1,7	20,0	0,972	3,22	
0,3 x **L**	2,40	89,93	0,061	-2,1	20,0	0,964	4,02	
0,4 x **L**	3,20	102,78	0,070	-2,3	20,0	0,961	4,46	
0,5 x **L**	4,00	107,06	0,073	-2,4	20,0	0,959	4,53	
0,6 x **L**	4,80	102,78	0,070	-2,3	20,0	0,961	4,46	
0,7 x **L**	5,60	89,93	0,061	-2,1	20,0	0,964	4,02	
0,8 x **L**	6,40	68,52	0,047	-1,7	20,0	0,972	3,22	
0,9 x **L**	7,20	38,54	0,026	-1,2	20,0	0,980	2,07	
Ležaj **B**	8,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,59	
presjek po volji	3,50	105,39	0,072	-2,3	20,0	0,961	4,53	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	2,07	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	60,00	cm^2

USVOJENO : **VLAČNA ARMATURA**

profil	komada	A_{s1}
16	3	6,03
		0,00
	ΣA_{s1} =	6,03 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 56,40 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	30,15	11,03	33,14	17,42

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	53,53	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,1 x **L**	0,80	42,83	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,2 x **L**	1,60	32,12	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,40	21,41	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,4 x **L**	3,20	10,71	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,5 x **L**	4,00	0,00	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,80	-10,71	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,7 x **L**	5,60	-21,41	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,8 x **L**	6,40	-32,12	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
0,9 x **L**	7,20	-42,83	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
Ležaj **B** - lijevo	8,00	-53,53	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0
Ležaj **B** - desno	8,00	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	6,69	0,00	54,47	761,40	8	2	30,0

POZ. VG-1

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,73	0,049	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005477	0,004021	---	1,331	1,0	0,875

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 14,18 < 30,29 = granična vrijednost

Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	3,20	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,283	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,185	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,257	cm

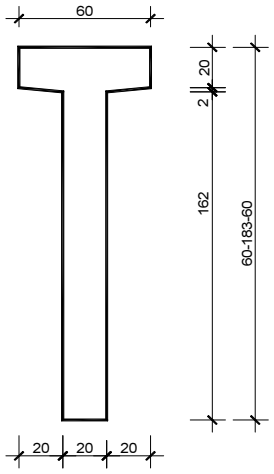
PRORAČUN GLAVNOG KROVNOG NOSAČA

POZ GN-1

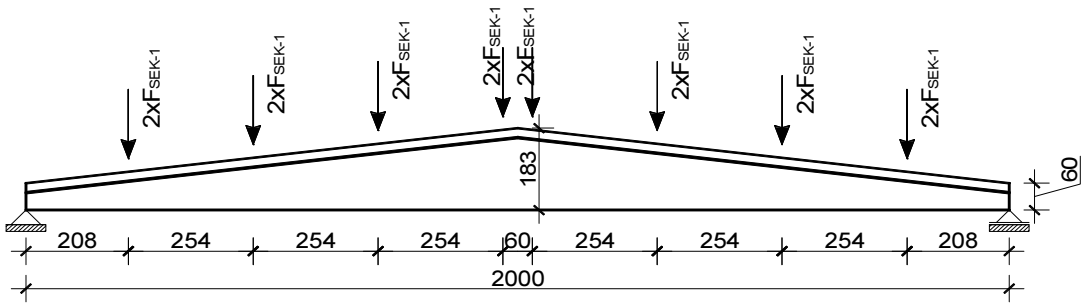
L = 20,00 m

Glavni krovni nosač, "T" poprečnog presjeka, dvostrešnog nagiba visine 60-183-60cm.

Poprečni presjek :



Analiza opterećenja :



Na ovaj nosač djeluju reakcije sekundarnih krovnih nosača poz SEK-1 sa svake strane.

Analiza opterećenja :

1) REAKCIJE OD NOSAČA SEK-1 :

a/ stalno

vlastita težina ..... u programu

2 x G_{SEK-1} = 2 · 15,31 kN = **30,64** kN

b/ povremeno

2 x Q_{SEK-1} = 2 · 15,24 kN = **30,48** kN

POZ. GN-1

GEOMETRIJSKI PODACI :

POPREČNI PRESJEK NOSAČA U POLJU / BEZ TLAČNE PLOČE / (mjere u centimetrima) :

širina gornjeg pojasa :	b_{GP}	60	visina gornjeg pojasa :	h_{GP}	20
širina gornje vute :	b_{GV}	60	visina gornje vute :	h_{GV}	2
širina rebra uz GP :	b_{GR}	20			
širina rebra uz DP :	b_{DR}	20	visina donje vute :	h_{DV}	0
širina donjeg pojasa :	b_{DP}	20	visina donjeg pojasa :	h_{DP}	0

TLAČNA PLOČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

širina tlačne ploče :	b_{TP}	0		
visina tlačne ploče :	h_{TP}	0	Tlačna ploča je, u fazi betoniranja, poduprta :	NE

VISINE PRESJEKA, ZAJEDNO SA TLAČNOM PLOČOM (mjere u centimetrima) :

visina nosača na lijevom kraju :	H_p	60
visina nosača u polju / sljemenu :	H_f	183
visina nosača na desnom kraju :	H_r	60

OJAČANJE PRESJEKA NA KRAJEVIMA NOSAČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

- LIJEVI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	20
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

- DESNI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	20
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

STATIČKI PODACI ZA NOSAČ :

udaljenost sljemena od lijevog kraja :	f	10,00	m
raspon nosača :	L	20,00	m
dužina lijevog prepusta :	p	0,00	m
dužina desnog prepusta :	r	0,00	m

OPTEREĆENJE :

KONTINUIRANO OPTEREĆENJE

STALNO	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
g_1			
g_2			
g_3			
PROMJENJ.	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
q_1			
q_2			
q_3			

KONCENTRIRANE SILE

Broj koncentriranih sila :	N	8	
Sila br.	udaljenost od lij. kraja (m)	STALNO (kN)	PROMJENJ. (kN)
1	2,50	30,64	30,48
2	5,00	30,64	30,48
3	7,50	30,64	30,48
4	9,90	22,90	15,24
5	10,10	22,90	15,24
6	12,50	30,64	30,48
7	15,00	30,64	30,48
8	17,50	30,64	30,48

KONCENTRIRANI MOMENT SAVIJANJA

Moment br.	udaljenost od lij. kraja (m)	STALNO (kNm)	PROMJENJ. (kNm)

POZ. GN-1

PARCIJALNI KOEFICIJENTI SIGURNOSTI :

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

	STALNO γ_G	PROMJENJ. γ_Q	PREDNAPR. γ_P
nepovoljno djelovanje :	1,35	1,50	1,00
povoljno djelovanje :	1,00	0,00	1,00

GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

dominantno promjenjivo opterećenje:	ψ_0	ψ_1	ψ_2
snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.	0,5	0,2	0,0

MATERIJALI :

BETON

- OSNOVNI PRESJEK

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C50/60	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	XC1

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3727,79 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 50,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 4,07 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza prednaprezanja : 21,00 N/mm^2
- faza korištenja : 22,50 N/mm^2

- TLAČNA PLOČA (EVENTUALNO)

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	---	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	---

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = --- kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = --- N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = --- N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza korištenja : --- N/mm^2

ČELIK ZA PREDNAPREZANJE

NAZIV ČELIKA :	Y1860S7	MODUL ELASTIČNOSTI : E_p =	20700 kN/cm^2

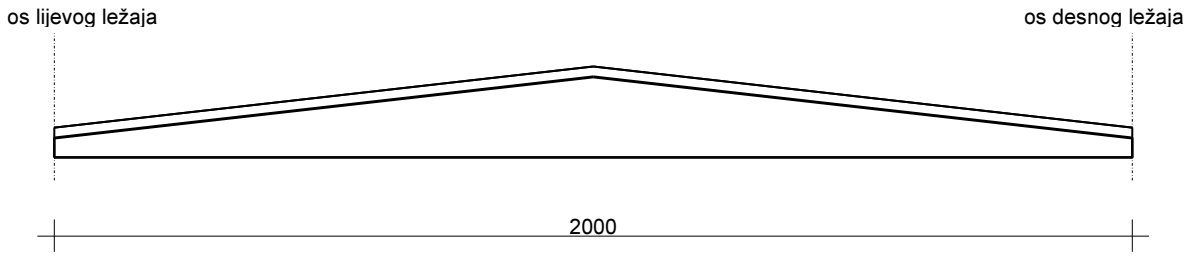
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{pk} = 1860 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : $f_{p0,1k}$ = 1635 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 3,5 %

ČELIK ZA ARMIRANJE

NAZIV ČELIKA :	B500B	MODUL ELASTIČNOSTI : E_s =	21000 kN/cm^2

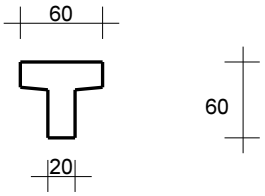
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{tk} = 540 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : f_{yk} = 500 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 5,0 %

UZDUŽNI POGLED NA NOSAČ

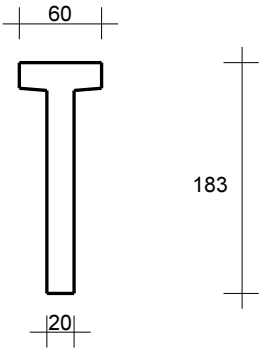


POPREČNI PRESJECI NOSAČA

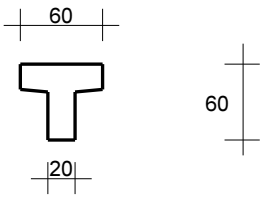
LIJEVI KRAJ NOSAČA



NOSAČ U POLJU (ILI SLJEMENU)



DESNI KRAJ NOSAČA



REAKCIJE (u kN)

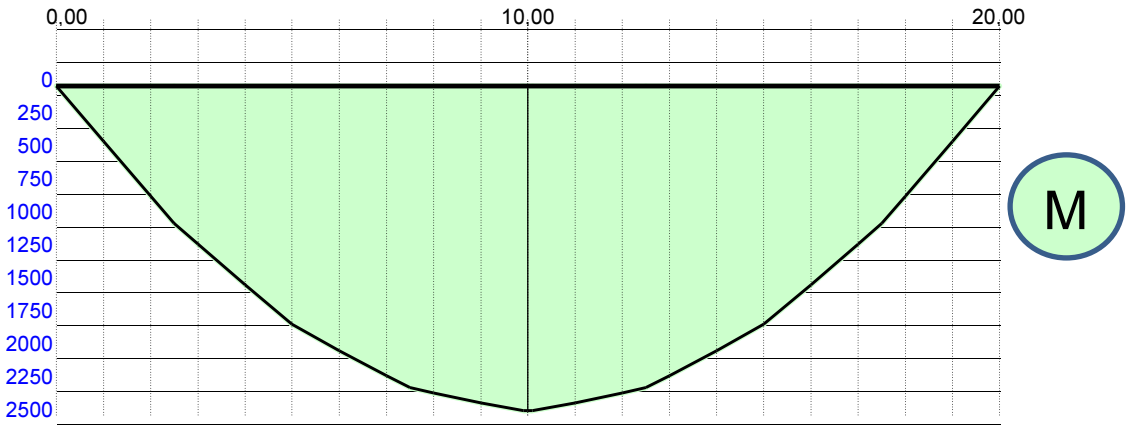
Oznake : **VT1** ... vlastita težina osnovnog presjeka
VT2 ... vlastita težina tlačne ploče
VT = **VT1** + **VT2**
ST ... stalni teret
PT ... promjenjivi teret
UKUPNO = **VT** + **ST** + **PT**

	VT1	VT2	ST	PT	VT	VT + ST	UKUPNO
Ležaj **A**	81,75	0,00	114,82	106,68	81,75	196,57	303,25
Ležaj **B**	81,75	0,00	114,82	106,68	81,75	196,57	303,25

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

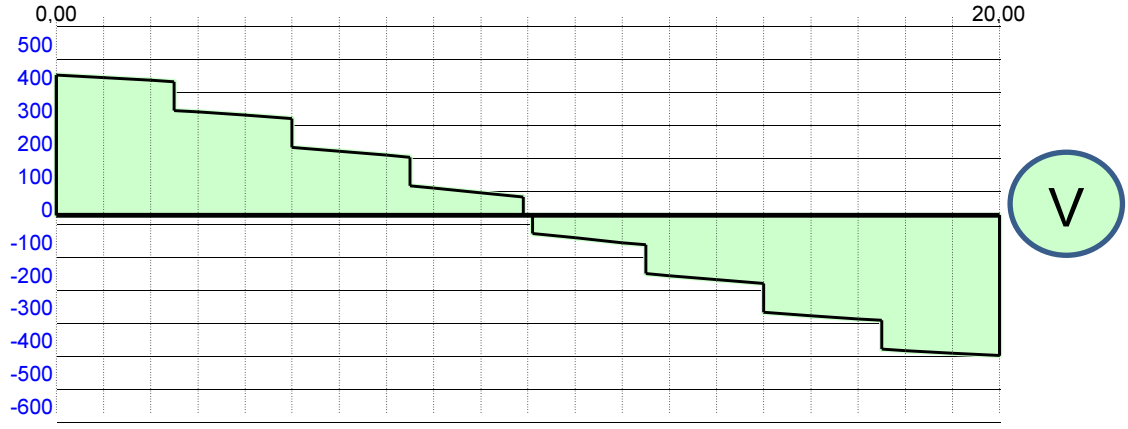
DIJAGRAM MOMENATA SAVIJANJA (**M**Sd = 1,35 x **M**g + 1,50 x **M**q)

Mmax =	2459,63	kNm	**x** =	10,00	m



DIJAGRAM POPREČNIH SILA (**V**Sd = 1,35 x **V**g + 1,50 x **V**q)

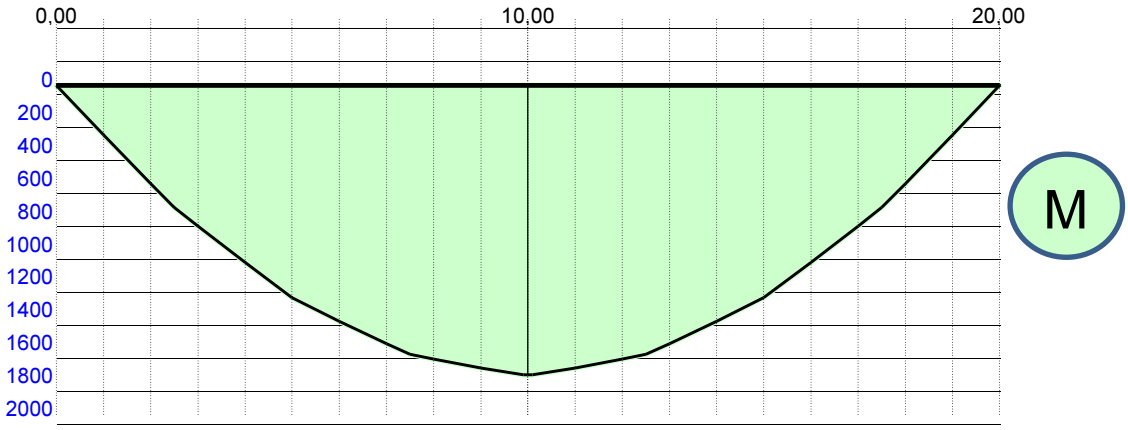
| **V**max | =	425,39	kN	**x** =	0,00	m



GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

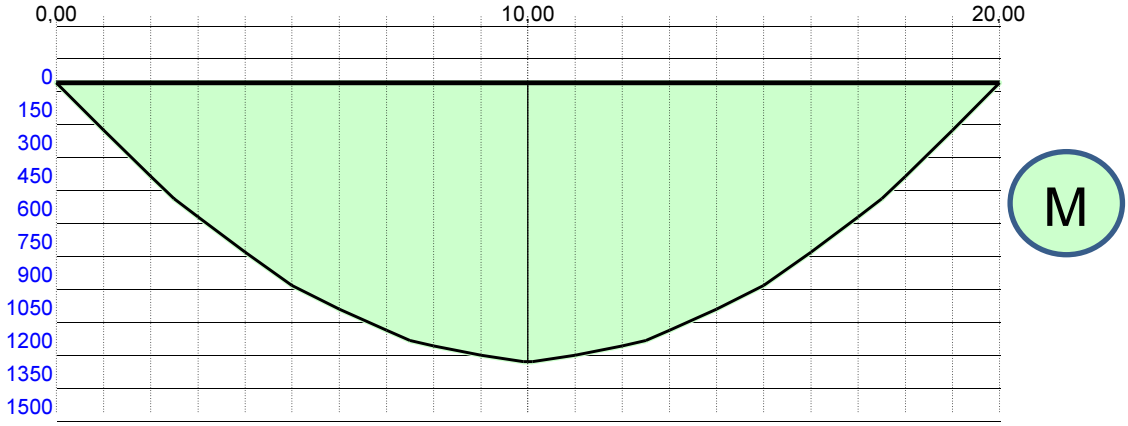
MOMENTI - RIJETKA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + 1,00 x **M**q1 + $\Sigma\psi_{0,i}$ x **M**q,i)

Mmax =	1754,39	kNm	**x** =	10,00	m



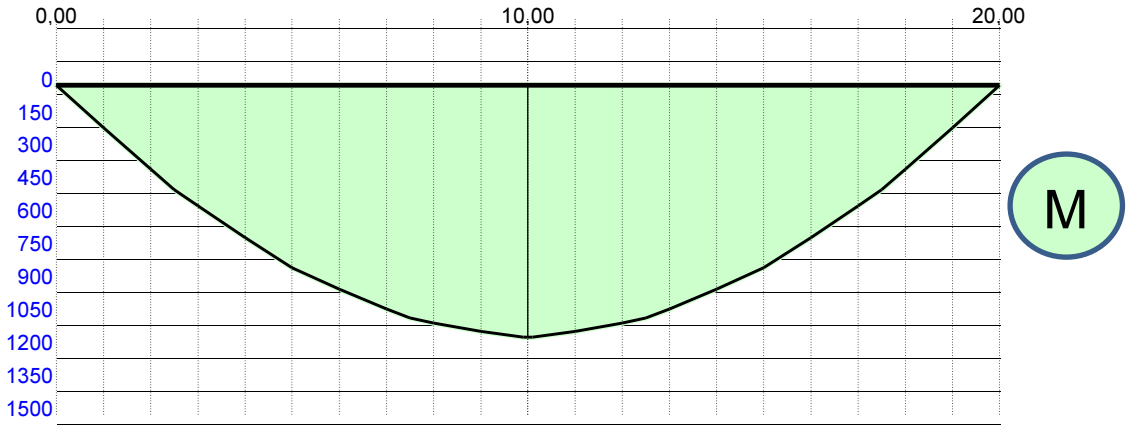
MOMENTI - ČESTA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + ψ_1 x **M**q1 + $\Sigma\psi_{2,i}$ x **M**q,i)

Mmax =	1267,93	kNm	**x** =	10,00	m



MOMENTI - KVAZISTALNA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + $\Sigma\psi_{2,i}$ x **M**q,i)

Mmax =	1146,31	kNm	**x** =	10,00	m



ODABIR KABLOVA ZA PREDNAPREZANJE I MEKE ARMATURE

Kablovi za prednaprezanje postavljaju se u rasteru	5 x 5	cm.	
Najniži red kablova je na	6	cm od donjeg ruba nosača.	

ODABRANI KABLOVI ZA PREDNAPREZANJE

KABL	7 ϕ 5,00	7 ϕ 4,00	7 ϕ 3,00
OZNAKA	**A**	**B**	**C**
komada	8		

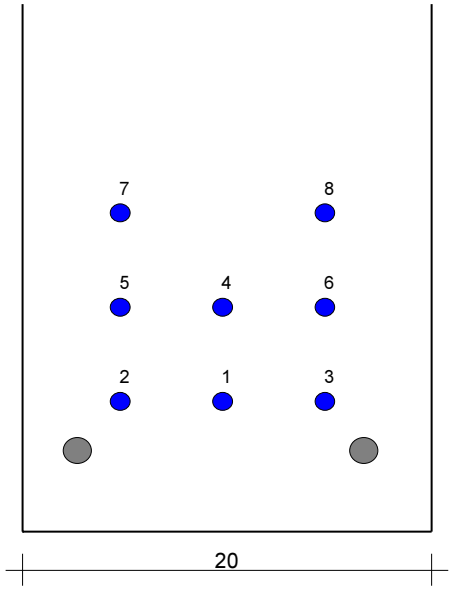
Početni napon u kablu :	1395	N/mm^2
Početna sila u kablovima :	1562,40	kN

ODABRANA MEKA ARMATURA

PROFIL	komada
20	2

Armatura tlačne ploče :		cm^2
Tlačna armatura osnovnog presjeka :	6,28	cm^2
Armatura se postavlja na	3	cm od donjeg (gornjeg) ruba nosača.

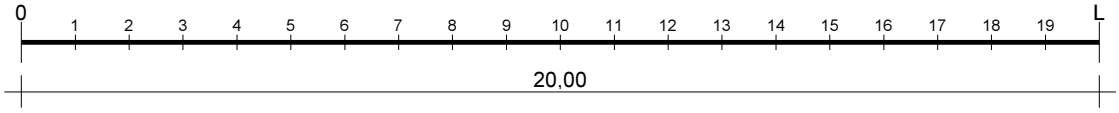
RASPORED KABLOVA I ARMATURE



POVRŠINA SVIH KABLOVA	11,20	cm^2
UDALJENOST TEŽIŠTA KABLOVA OD DONJEG RUBA NOSAČA	10,38	cm
POVRŠINA MEKE ARMATURE	6,28	cm^2

SHEMATSKI POLOŽAJ TIPSKIH PRESJEKA

Razmak između presjeka : Δx = 1,00 m



OMATANJE KABLOVA							KABL DJELUJE	
							od presjeka	do presjeka
KABL BR.	2	3					3	17
KABL BR.	1	4					1	19
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								

REOLOGIJA BETONA - POSTUPAK IZRADE PREDNAPREGNUTOG ELEMENTA

Na osnovu podataka iz proizvodnje elemenata i gradnje montažnih građevina, program razmatra karakteristične vremenske periode (periodi **T1** do **T8**), unutar kojih su elementi izloženi promjenama sredine i opterećenja, a koje su vezane uz tehnološki proces.

Period **T1** (0 - 1 dan)

Obuhvaća betoniranje, zaparivanje elementa, hlađenje i pripremu za vađenje iz kalupa. U zasićenoj pari do max.80˚C i vlažnost sredine 100% nije aktivirano ni skupljanje, ni puzanje. Relaksacija čelika ima privremeni kratkotrajni pad.
Pri starosti od 1 dan staza se otpušta, beton prima napone od prednaprezanja, aktivira se vlastita težina. Element je na otvorenom, vlažnost sredine 80%, obavlja se elastično skraćenje i dio relaksacije čelika. Aktivira se skupljanje i puzanje.

Period **T2** (1 - 7 dana)

Element je deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%.

Period **T3** (7 - 14 dana)

Element je transportiran na gradilište, te deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%. Pod kraj perioda element se montira, kod sastavljenih nosača betonira se tlačna ploča, vlažnost sredine bez promjene.

Period **T4** (14 - 28 dana)

Element prima stalni dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T5** (28 - 90 dana)

Element prima promjenjivi dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T6** (90 - 365 dana)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

Period **T7** (1 god. - 3 god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

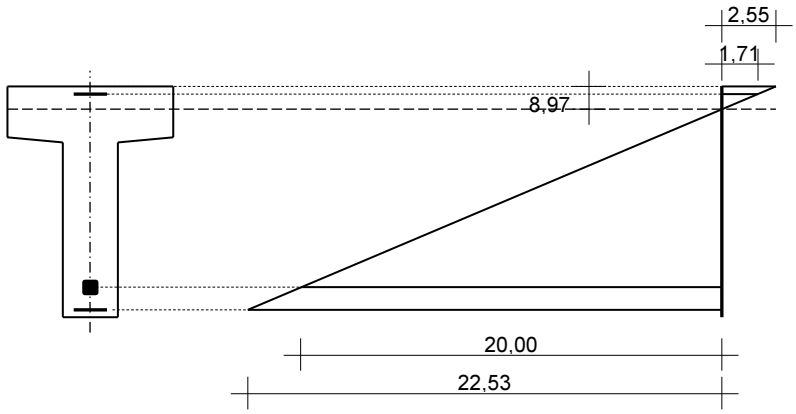
Period **T8** (3 god. - 50. god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa konačne vrijednosti deformacija skupljanja u skladu sa postupkom danim u točki 3.1.4, EN 1992-1-1:2004
U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa vrijednosti koeficijenta puzanja u skladu sa postupkom danim u Aneksu B, EN 1992-1-1:2004

KONTROLA NA SLOM

KRITIČNI PRESJEK :	"S1"	lijevo/desno	UDALJEN JE	2,50	M OD LIJEVOG LEŽAJA



DEFORMACIJE (‰) - skraćenje se prikazuje sa predznakom '-'

ε p_dek	ε p_uk	ε s1	ε s2	ε c
5,44	25,44	22,53	-1,71	-2,55

NAPONI (MPa) - apsolutne vrijednosti

σ p_uk	σ s1	σ s2
1513	450	359

M_Ed =	1039,80	kNm
M_Rd =	1197,40	kNm

ISKORIŠTENOST PRESJEKA :	86,84	%

KONTROLA NAPREZANJA (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.2)

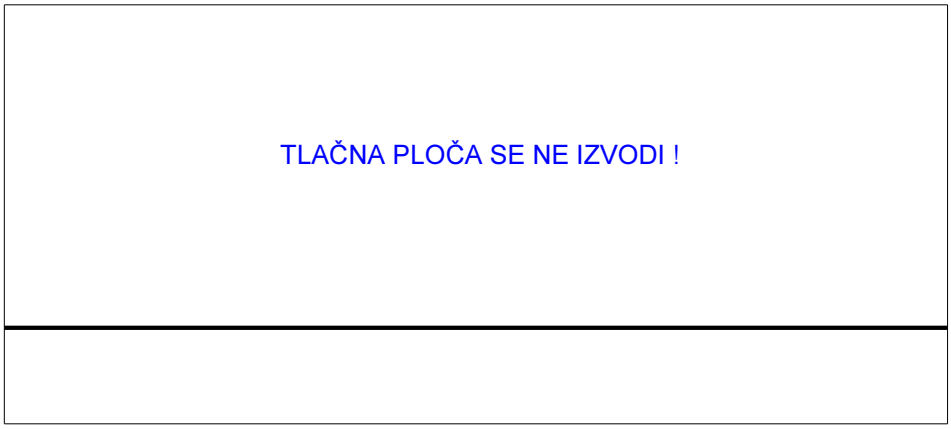
Program vrši kontrolu naprezanja po sljedećim fazama :

FAZA 1	.....	djeluje :	"P"	("P" ... utjecaji od sile prednaprezanja)
FAZA 2	.....	djeluje :	"P" + "VT1"	("VT1" ... utjecaji od vlastite težine osnovnog presjeka)
FAZA 3	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2"	("VT2" ... utjecaji od tlačne ploče za sastavljeni presjek)
FAZA 4	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST"	("ST" ... utjecaji od stalnog tereta)
FAZA 5	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST" + "PT"	("PT" ... utjecaji od pokretnog tereta)

Redoslijed nanošenja opterećenja pojašnjen je u **REOLOGIJI BETONA** - kroz periode **T1-T8**.
U **FAZI 1** i **FAZI 2** smatra se da je beton dostigao 70% svoje čvrstoće.
U **FAZI 5** kontrola naprezanja vrši se posebno za **rijetku**, a posebno za **kvazistalnu** kombinaciju opterećenja.

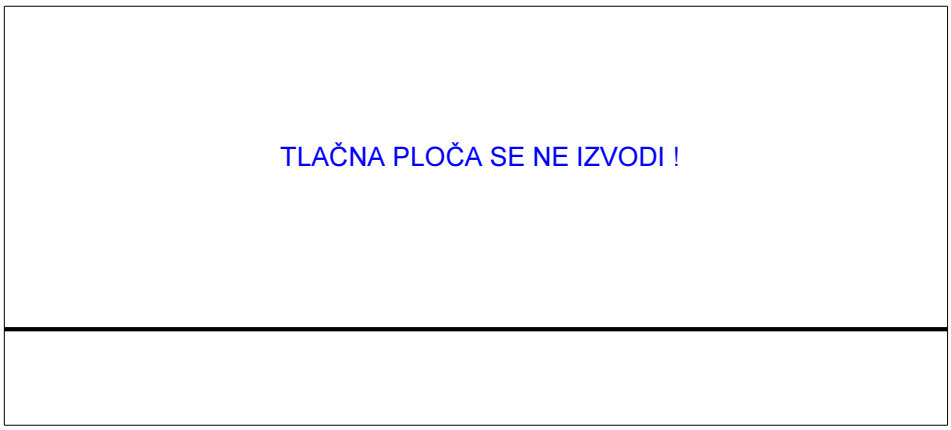
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	---	N/mm^2	**x**_min =	---	m



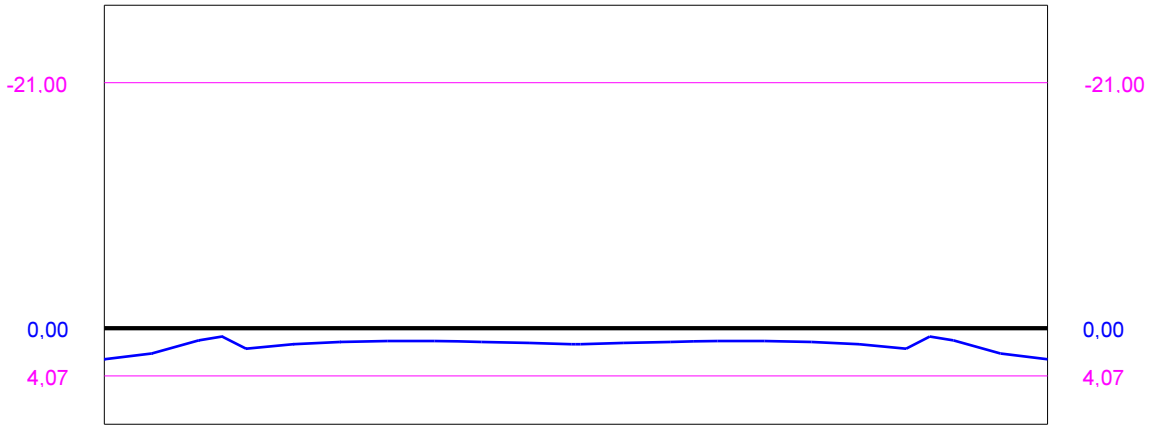
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	---	N/mm^2	**x**_min =	---	m



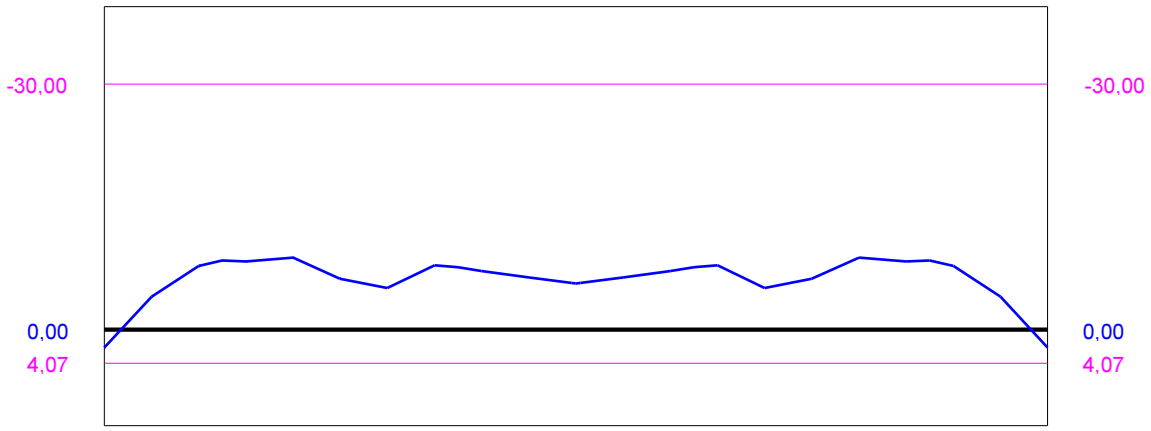
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	---	N/mm^2	x_min =	---	m
σ_max =	2,64	N/mm^2	x_max =	0,00	m



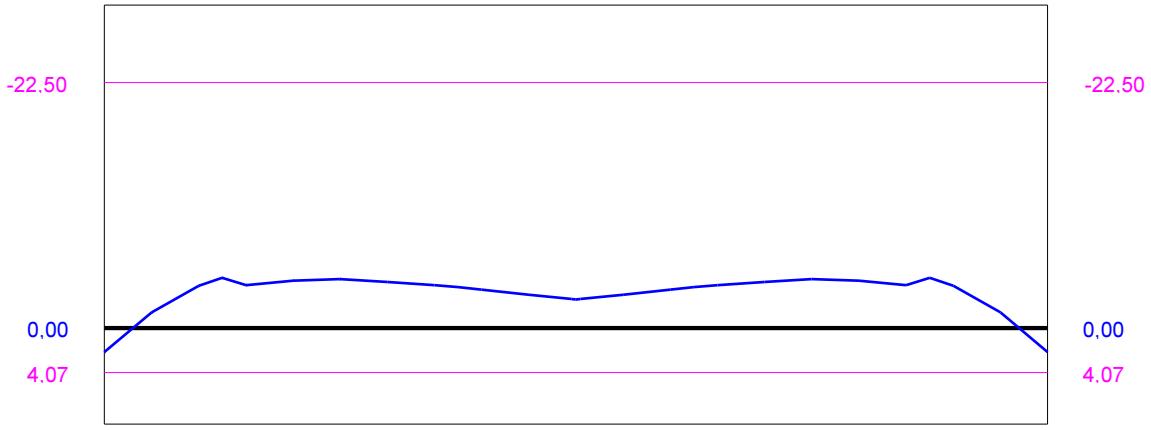
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-8,80	N/mm^2	x_min =	4,00	m
σ_max =	2,20	N/mm^2	x_max =	0,00	m



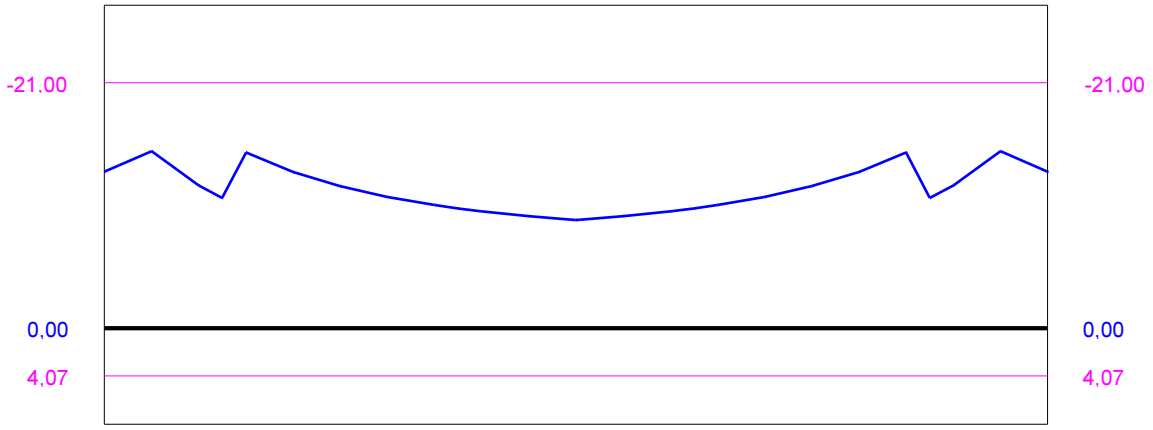
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-4,60	N/mm^2	x_min =	17,50	m
σ_max =	2,20	N/mm^2	x_max =	0,00	m



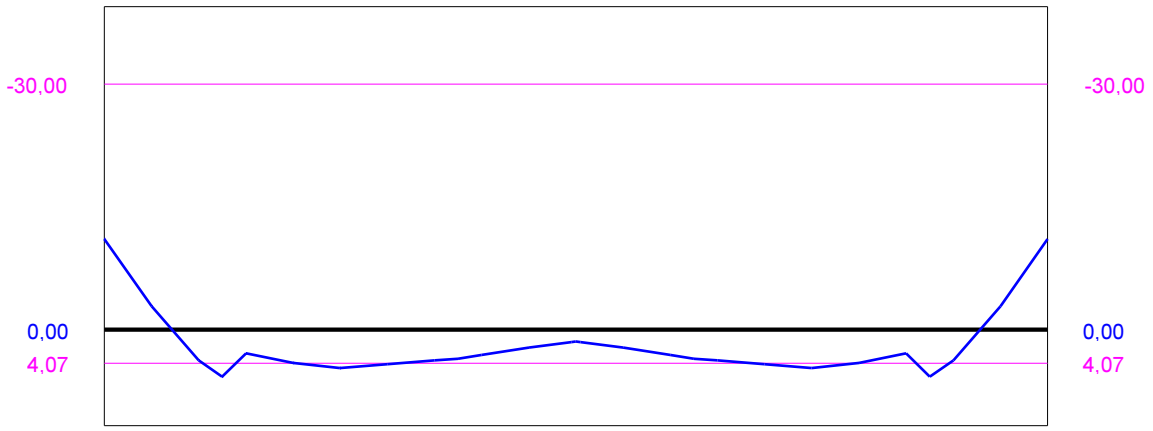
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-15,12	N/mm^2	x_min =	1,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



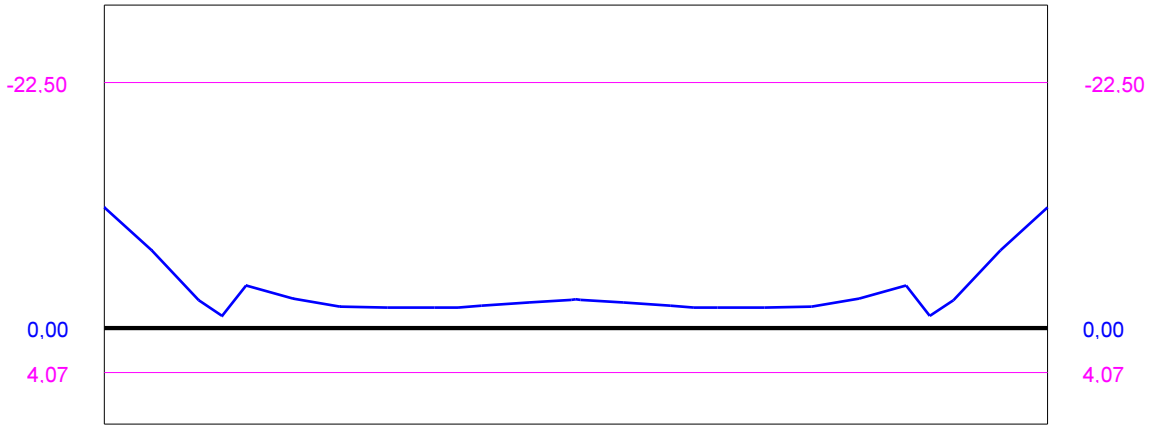
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-11,07	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	5,76	N/mm^2	x_max =	2,50	m



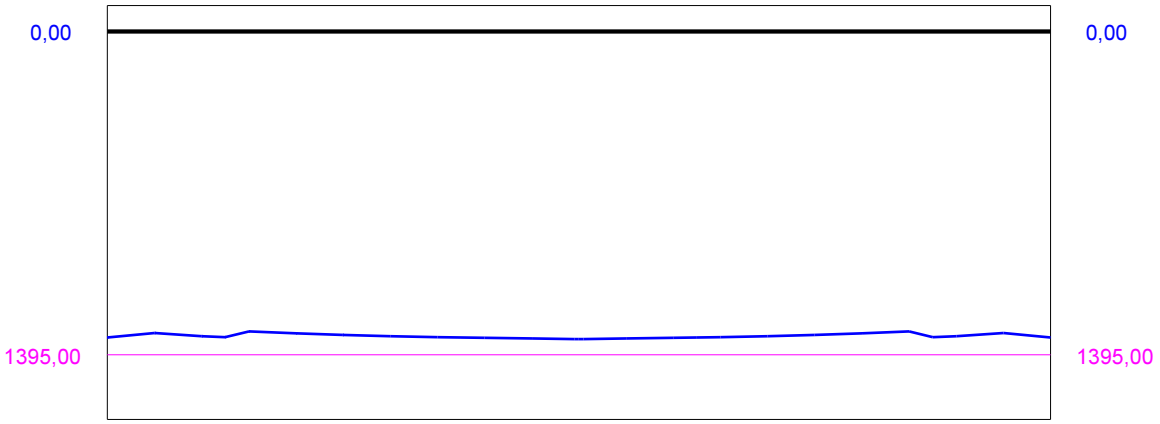
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-11,07	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



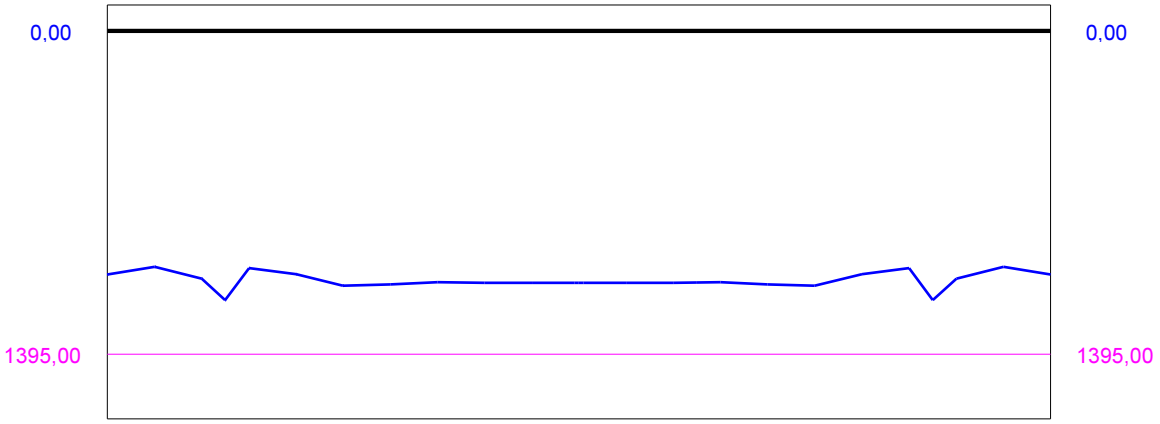
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_max =	1326,78	N/mm^2	x_max =	10,00	m



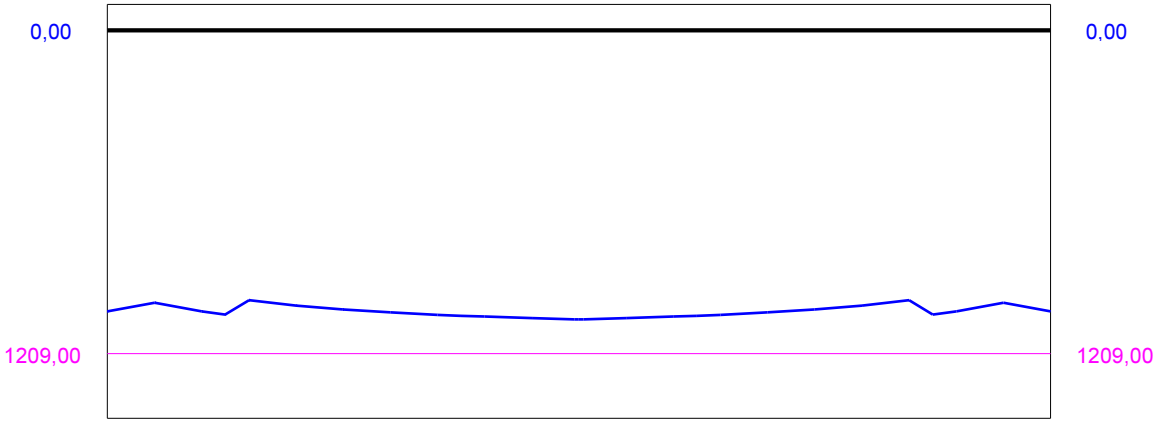
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	1162,12	N/mm^2	x_max =	2,50	m



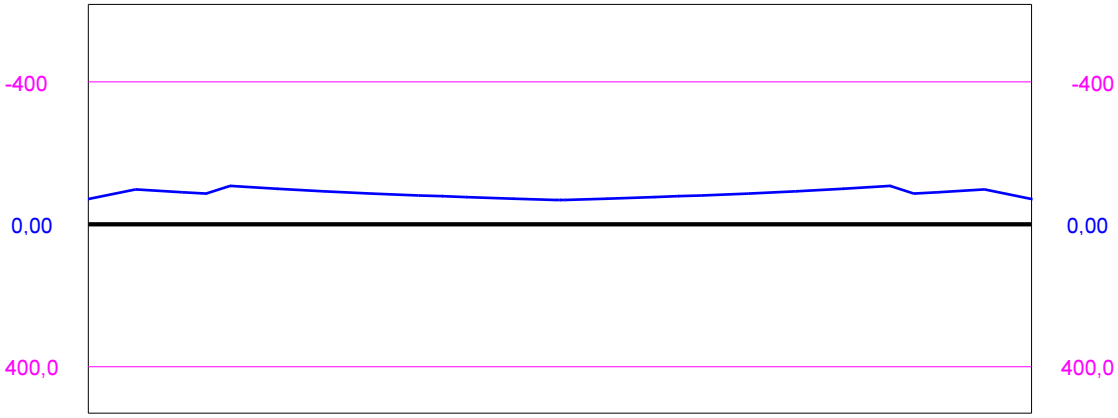
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	1080,26	N/mm^2	x_max =	10,00	m



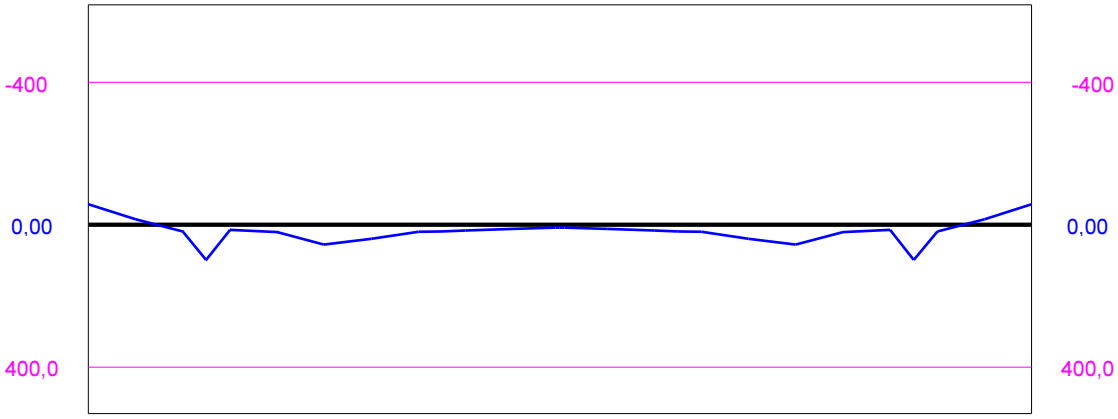
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_min =	-109,00	N/mm^2	x_min =	3,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



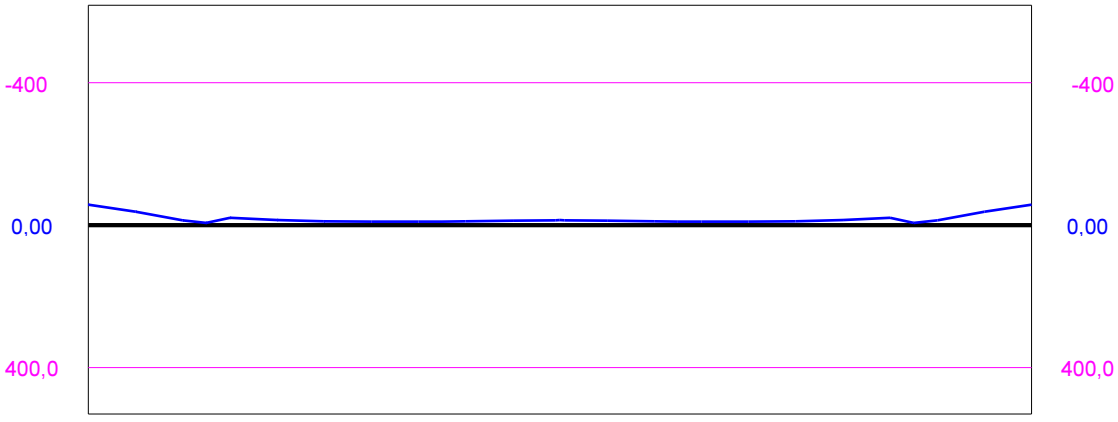
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-57,77	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	98,85	N/mm^2	x_max =	2,50	m



NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-57,77	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



KONTROLA PUKOTINA

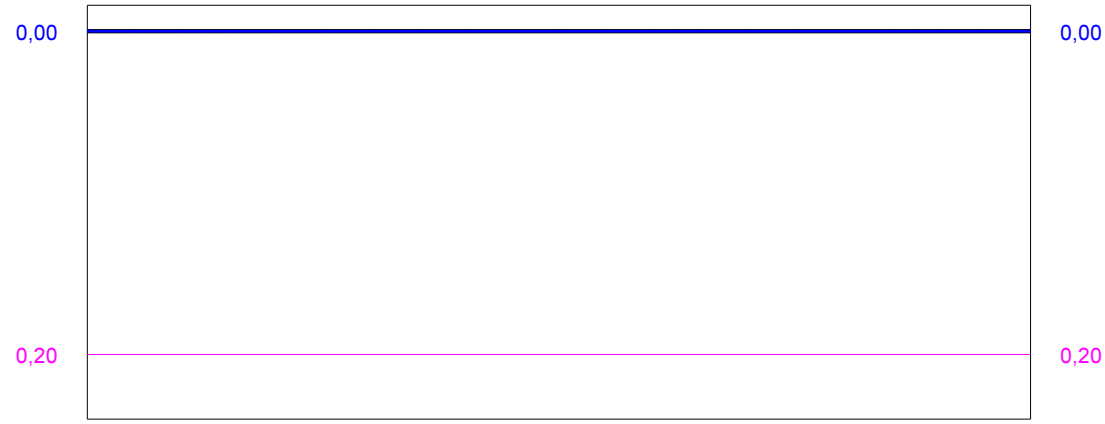
(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Kontrola pukotina vrši se za **FAZU 5** - **čestu kombinaciju opterećenja**.

Kontrolu pukotina nije potrebno provoditi ako naponi na mjerodavnom rubu betona (σ_c_max) ne prelaze vrijednost dopuštenog vlačnog naprezanja u betonu (**f**_ctm).

f_ctm =	4,07	N/mm^2

	Ležaj **A**	Polje	Ležaj **B**
Maksimalni mjerodavni napon σ_c_max [N/mm^2] :	---	0,270	---
Udaljenost σ_c_max od lijevog ležaja nosača [m] :	---	17,50	---
Potrebna površina armature **A**_s_min [cm^2] :	---	1,57	---
Stvarna površina armature **A**_s [cm^2] :	---	6,28	---
Najveća širina pukotine **w**_k_max [mm] :	---	0,000	---
Dopuštena širina pukotine **w**_k_dop [mm] :	---	0,20	---



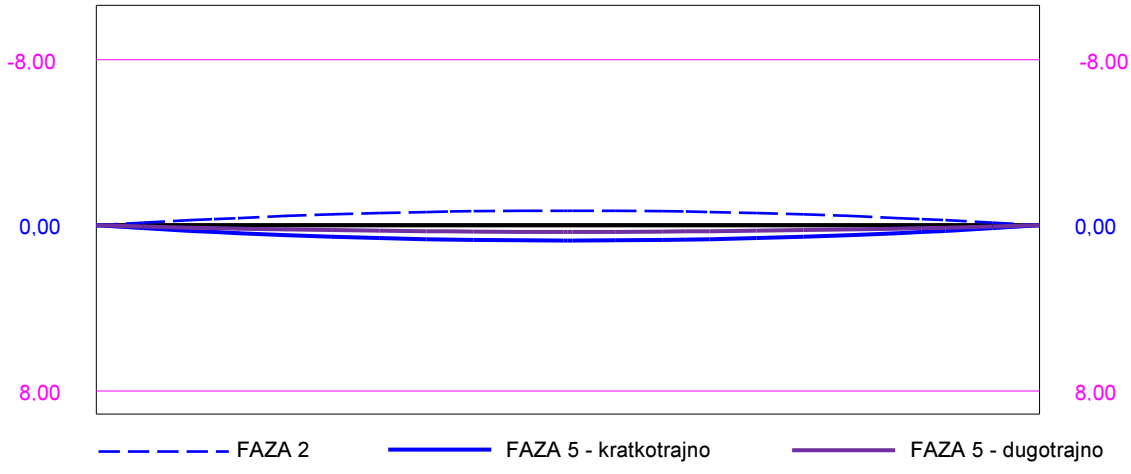
KONTROLA PROGIBA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Mjerodavni progibi su u **FAZI 5**, u kojoj se posebno promatra progib od kratkotrajnog djelovanja, a posebno progib od dugotrajnog djelovanja. Niti u jednom slučaju progib ne smije biti veći od dopuštene vrijednosti.

Informativno, program prikazuje progib u **FAZI 2**, kada na nosač djeluju samo kablovi i njegova vlastita težina.

Dopušteni progib (apsolutna vrijednost):	8,00	**cm**	**(= L/250, odnosno L/600 za slučaj krana)**
Progib usljed djelovanja kablova neposredno nakon njihovog otpuštanja - **FAZA 2**:	-0,70	cm	
Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična/rijetka kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	0,74	cm	
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	0,32	cm	
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja - **FAZA 5**:	0,25	cm	



Progibi u međufazama:

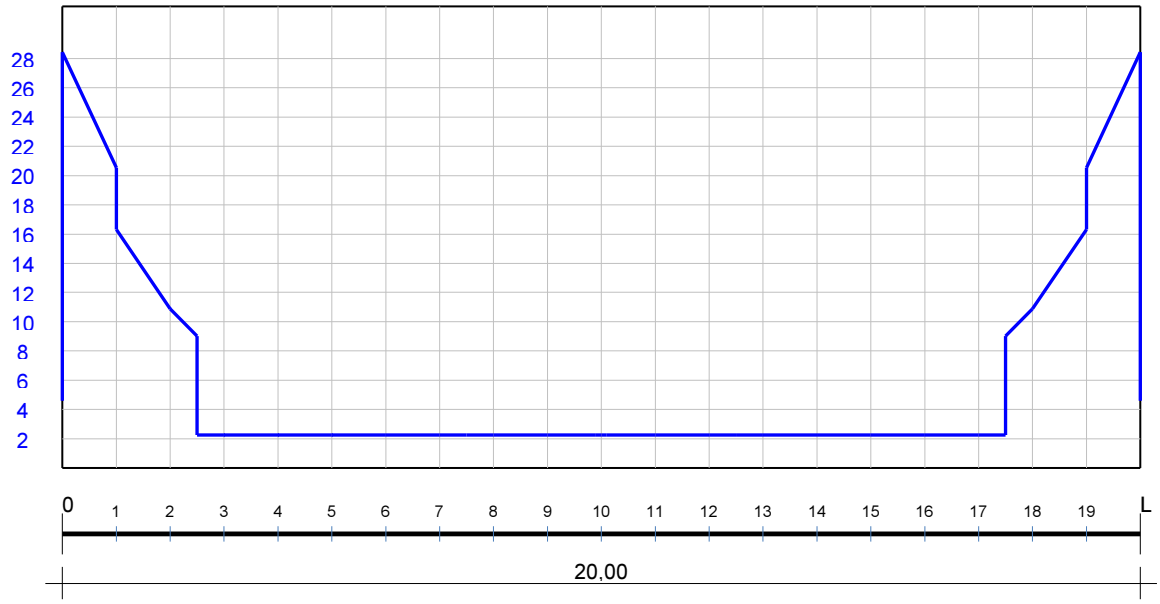
FAZA 3:	-0,62	cm	**FAZA 4:**	-0,10	cm

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

Program određuje potrebnu površinu poprečne armature (vilica) po presjecima duž nosača.

Dijagram prikazuje ukupnu potrebnu poprečnu armaturu **A**sw [cm2] na dužini od 100 cm.

Maksimalni razmak vilica:	**S**w,max =	30	cm



Asw,max =	28,43	cm2/m
Asw,min =	2,26	cm2/m

Δx =	1,00	m

Napomena:

Ukupna potrebna površina poprečne armature (vilica) sastoji se od potrebne površine poprečne armature od djelovanja poprečne sile i potrebne površine poprečne armature od djelovanja sile cijepanja.

Potrebna površina poprečne armature (vilica) od sile cijepanja **A**sw,spl određuje se prema slijedećoj formuli :

$$A_{sw_spl} = 0{,}25 \times (1 - 2 \times y_k / H) \times N_{ko} / f_{yd}$$

gdje je :

yk = udaljenost težišta kablova od donjeg ruba nosača (u cm)
H = visina nosača na ležaju (u cm)
Nko = početna sila prednaprezanja (u kN)
fyd = računska vrijednost granice tečenja armature (u kN/cm^2)

Veličina **A**sw,spl pridodaje se potrebnoj poprečnoj armaturi od djelovanja poprečne sile **na prvom metru** od ležaja.

Smatra se da utjecaj sile cijepanja prestaje nakon prvog metra od ležaja.

BOČNA STABILNOST GREDNOG NOSAČA

Kontrola bočne stabilnosti nosača provodi se za dva slučaja - fazu montaže i fazu korištenja.

FAZA MONTAŽE

Provjera se radi po metodi LEBELLE, uz pretpostavke da se centar posmika poklapa sa težištem presjeka i da kritično opterećenje izbočavanja djeluje na gornjem rubu nosača.

Proračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \times G \le q_k \times W$ gdje je q_k = kritično opterećenje izbočavanja

$q_k = 16 \times \alpha^{(1/2)} \times \gamma \times A_k^{(1/2)} / W^3$ W = ukupna dužina grednog nosača

α = koeficijent iz tablice LEBELLE, u zavisnosti od razmaka točaka dizanja $\rho \times W$ i funkcije $f(\alpha)$

$0,5 \le \rho \le 1,0$

$f(\alpha) = 4 \times (f / W) \times [E_{cd} \times I_y / (G_{cd} \times I_T)]^{(1/2)}$

f = udaljenost kritičnog opterećenja izbočavanja od težišta presjeka

$\gamma = (1 + 0,518 \times \delta^2)^{(1/2)} - 0,72 \times \delta$, po pretpostavci je $\delta = f(\alpha)$

$A_k = E_{cd} \times I_y \times G_{cd} \times I_T \times I_x / (I_x - I_y)$

Za mjerodavni presjek uzima se onaj u kojem su u FAZI 2 najveća tlačna naprezanja na gornjem rubu nosača.

U presjeku ispod točke dizanja naponi na gornjem i donjem rubu betona σ_c^g i σ_c^d trebaju biti unutar dopuštenih vrijednosti.

$\gamma_G \times G =$ 220,73 kN (faktorirana vlastita težina nosača)

$L =$ 20,00 m $W =$ 20,00 m $f =$ 0,3434 m

$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_C =$ 24851913 kN/m^2 $G_{cd} = 0,417 \times E_{cd} =$ 10363248 kN/m^2

$I_x =$ 0,0197475 m^4 $I_y =$ 0,0042183 m^4 $I_T =$ 0,0047912 m^4

$f(\alpha) =$ 0,09981 $\gamma =$ 0,93072 $A_k^{(1/2)} =$ 81358,37 kNm^2

	$\rho = 0,5$	$\rho = 0,6$	$\rho = 0,7$	$\rho = 0,8$	$\rho = 0,9$	$\rho = 1,0$
α	61,489	44,971	2,901	0,424	0,103	0,034
$q_k \times W$ [kN]	23750,90	20311,67	5158,58	1971,26	970,43	560,80
σ_c^g [N/mm^2]	5,414	5,399	5,419	4,126	4,167	2,644
σ_c^d [N/mm^2]	-18,386	-19,422	-20,657	-17,117	-18,407	-13,383

RAZMAK TOČAKA ZA DIZANJE NOSAČA MOŽE BITI U INTERVALU [0,5W ; 1,0W]!

FAZA KORIŠTENJA

Provjera se radi prema smjernicama iz EUROCODE-a (EN 1992-1-1:2004 - 5.9), te po metodi STIGLAT.

EUROCODE:

-stalne situacije: $L / b =$ 33,33 < 34,56 $= 50 / (h / b)^{(1/3)}$ $h / b =$ 3,03

-prolazne situacije: $L / b =$ 33,33 < 48,38 $= 70 / (h / b)^{(1/3)}$ $h / b =$ 3,03

(L = raspon nosača ; h = visina nosača u sredini raspona ; b = širina gornjeg pojasa nosača)

POTREBNA JE DODATNA KONTROLA - ODNOS (h / b) JE VEĆI OD DOPUŠTENE VRIJEDNOSTI!

STIGLAT:

Uvjet: $M_{y,K} = (\sigma_T / \sigma_{Ki}) \times M_{y,Ki} \ge \gamma \times M_y$

σ_T = vrijednost iz grafika, u funkciji od λ_v i klase betona $\lambda_v = \pi \times (E_{cm} / \sigma_{Ki})^{(1/2)}$

σ_{Ki} = maksimalni napon od momenta $M_{y,Ki}$

$M_{y,Ki} = (k_1 \times k_2 \times k_3 / L) \times [(E \times I_y) \times (G \times I_T)]^{(1/2)}$ k_1, k_2, k_3 = koeficijenti

$E =$ $E_{cm} =$ 37277869 kN/m^2 $G = 0,417 \times E =$ 15544871 kN/m^2

$M_y = M_g + M_q =$ 1754,39 kNm (maksimalni moment savijanja) $\gamma =$ 2,00

I_y [m^4]	I_T [m^4]	k_1	k_2	k_3	$M_{y,Ki}$ [kNm]	σ_{Ki} [kN/m^2]	λ_v	σ_T [kN/m^2]
0,0048333	0,0079892	4,0491	1,0000	0,9275	28089,20	145686,92	50,23	45529,35

$M_{y,K} =$ 8778,30 kNm > 3508,77 kNm $= \gamma \times M_y$

U FAZI KORIŠTENJA GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

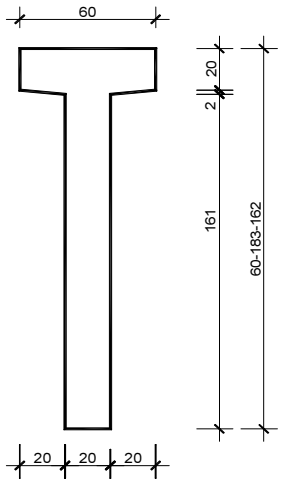
PRORAČUN GLAVNOG KROVNOG NOSAČA

POZ GN-2

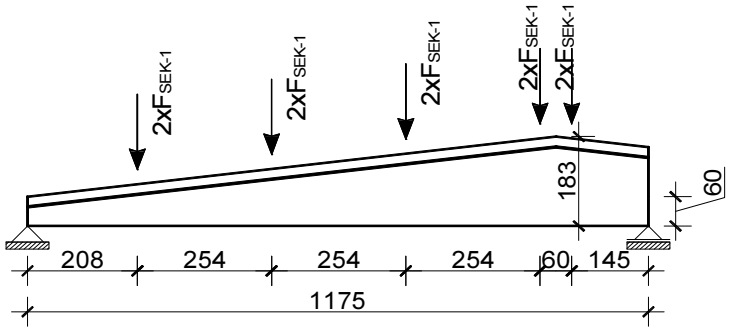
L = 11,75 m

Glavni krovni nosač, "T" poprečnog presjeka, dvostrešnog nagiba visine 60-183-162cm.

Poprečni presjek :



Analiza opterećenja :



Na ovaj nosač djeluju reakcije sekundarnih krovnih nosača poz SEK-1 sa svake strane.

Analiza opterećenja :

1) REAKCIJE OD NOSAČA SEK-1 :

a/ stalno

vlastita težina ..... u programu

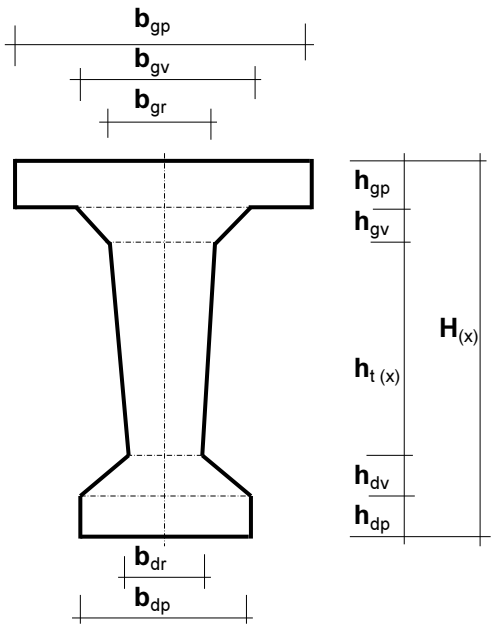
2 x G_{SEK-1} = 2 · 15,31 kN = **30,64** kN

b/ povremeno

2 x Q_{SEK-1} = 2 · 15,24 kN = **30,48** kN

POZ. GN-2

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

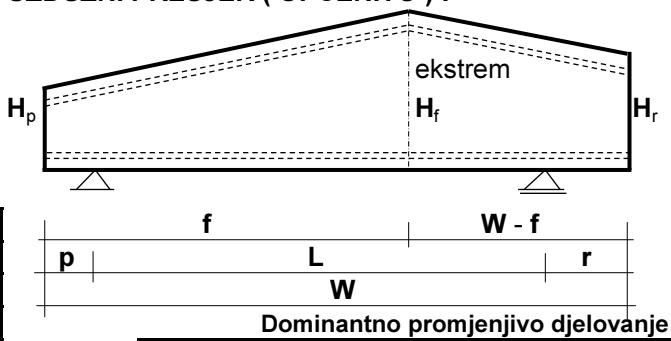
b_{gp}	60
b_{gv}	60
b_{gr}	20
b_{dr}	20
b_{dp}	20

h_{gp}	20
h_{gv}	2

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	183	162
$h_{t\,(x)}$	38	161	140

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

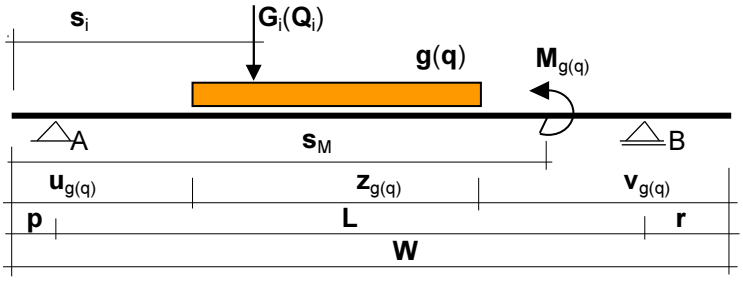


	f =	10,00	m
	L =	11,75	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	11,75	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila	N = 5

Sila br.	udaljenost s_i	Stalno G_i	Promjenj. Q_i
	(m)	(kN)	(kN)
1	2,37	30,64	30,48
2	4,92	30,64	30,48
3	7,46	30,64	30,48
4	9,68	30,64	30,48
5	10,28	30,64	30,48

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	8,55	kN/m
stalno opter.	g =	0,00	kN/m
promjenj. opter.	q =	0,00	kN/m

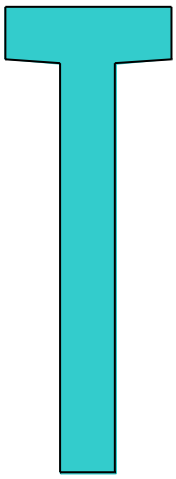
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	8,25	0,00	3,50

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	8,25	0,00	3,50

Konc. moment	udaljenost s_M	Stalno M_g	Promjenj. M_q
	(m)	(kNm)	(kNm)

POZ. GN-2

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	183	162

	Visina	Širina
Gornja ploča	20	60
Gornja vuta	2	60
Donja vuta	0	20
Donja ploča	0	20

Širina rebra na donjem rubu	20

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	38	161	140

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C30/37**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3283,66	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,09077

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. GN-2

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	44,02	0,00	0,00	62,68	62,35	106,70	62,35	169,05
Ležaj **B**	56,50	0,00	0,00	90,52	90,05	147,02	90,05	237,07

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	1,18	48,04	0,00	73,65	73,26	121,68	73,26	194,95
0,2 x **L**	2,35	88,04	0,00	147,29	146,52	235,33	146,52	381,85
0,3 x **L**	3,53	119,00	0,00	185,55	184,58	304,55	184,58	489,13
0,4 x **L**	4,70	139,93	0,00	223,19	222,03	363,12	222,03	585,15
0,5 x **L**	5,88	149,83	0,00	231,42	230,22	381,25	230,22	611,47
0,6 x **L**	7,05	147,69	0,00	233,07	231,85	380,76	231,85	612,61
0,7 x **L**	8,23	132,53	0,00	211,27	210,17	343,80	210,17	553,97
0,8 x **L**	9,40	103,35	0,00	176,91	175,99	280,26	175,99	456,24
0,9 x **L**	10,58	59,18	0,00	106,36	105,81	165,54	105,81	271,35
Ležaj **B**	11,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	118,44	0,00	184,75	183,78	303,19	183,78	486,98

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	44,02	0,00	62,68	62,35	106,70	62,35	169,05
0,1 x **L**	1,18	37,60	0,00	62,68	62,35	100,28	62,35	162,63
0,2 x **L**	2,35	30,34	0,00	62,68	62,35	93,02	62,35	155,37
0,3 x **L**	3,53	22,22	0,00	32,04	31,87	54,26	31,87	86,13
0,4 x **L**	4,70	13,26	0,00	32,04	31,87	45,30	31,87	77,17
0,5 x **L**	5,88	3,45	0,00	1,40	1,39	4,84	1,39	6,23
0,6 x **L**	7,05	-7,22	0,00	1,40	1,39	-5,82	1,39	-4,43
0,7 x **L**	8,23	-18,73	0,00	-29,24	-29,09	-47,97	-29,09	-77,06
0,8 x **L**	9,40	-31,09	0,00	-29,24	-29,09	-60,33	-29,09	-89,42
0,9 x **L**	10,58	-44,10	0,00	-90,52	-90,05	-134,62	-90,05	-224,67
Ležaj **B** - lijevo	11,75	-56,50	0,00	-90,52	-90,05	-147,02	-90,05	-237,07
Ležaj **B** - desno	11,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	22,40	0,00	32,04	31,87	54,44	31,87	86,31

POZ. GN-2

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	2,61	
0,1 x **L**	1,18	274,17	0,048	-1,8	20,0	0,970	11,58	
0,2 x **L**	2,35	537,48	0,065	-2,2	20,0	0,963	17,19	
0,3 x **L**	3,53	688,01	0,060	-2,0	20,0	0,965	17,40	
0,4 x **L**	4,70	823,26	0,055	-1,9	20,0	0,968	17,90	
0,5 x **L**	5,88	860,01	0,045	-1,7	20,0	0,972	15,49	
0,6 x **L**	7,05	861,80	0,036	-1,4	20,0	0,977	13,84	
0,7 x **L**	8,23	779,38	0,027	-1,2	20,0	0,980	12,45	
0,8 x **L**	9,40	642,33	0,019	-1,0	20,0	0,983	9,84	
0,9 x **L**	10,58	382,20	0,011	-0,7	20,0	0,988	8,48	
Ležaj **B**	11,75	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	3,67	
presjek po volji	3,50	684,99	0,060	-2,0	20,0	0,969	17,33	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	4,28	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	66,00	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
20	6	18,85
		0,00
	ΣA_{s1} =	18,85 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 113,01 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	47,86	18,73	54,53	32,68

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	237,57	0,00	42,91	596,16	8	2	7,3
0,1 x **L**	1,18	228,91	0,54	50,83	752,25	8	2	9,6
0,2 x **L**	2,35	219,10	0,87	58,51	908,33	8	2	12,1
0,3 x **L**	3,53	121,06	0,95	66,01	1064,42	8	2	25,8
0,4 x **L**	4,70	108,96	1,00	73,37	1220,51	8	2	30,0
0,5 x **L**	5,88	8,62	0,92	80,62	1376,60	8	2	30,0
0,6 x **L**	7,05	-5,77	0,83	87,77	1532,68	8	2	30,0
0,7 x **L**	8,23	-108,39	0,68	94,84	1688,77	8	2	30,0
0,8 x **L**	9,40	-125,08	0,51	101,84	1844,86	8	2	30,0
0,9 x **L**	10,58	-316,81	-0,30	102,07	1850,04	8	2	17,0
Ležaj **B** - lijevo	11,75	-333,55	0,00	95,24	1697,76	8	2	14,8
Ležaj **B** - desno	11,75	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	121,30	0,95	65,85	1061,10	8	2	25,7

POZ. GN-2

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	4,21	0,060	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005477	0,005408	---	1,217	1,0	0,596

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 9,22 < 14,02 = granična vrijednost

Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	4,70	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,626	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,801	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,537	cm

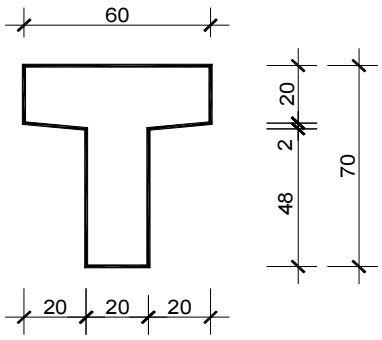
PRORAČUN GLAVNOG KROVNOG NOSAČA

POZ GN-3

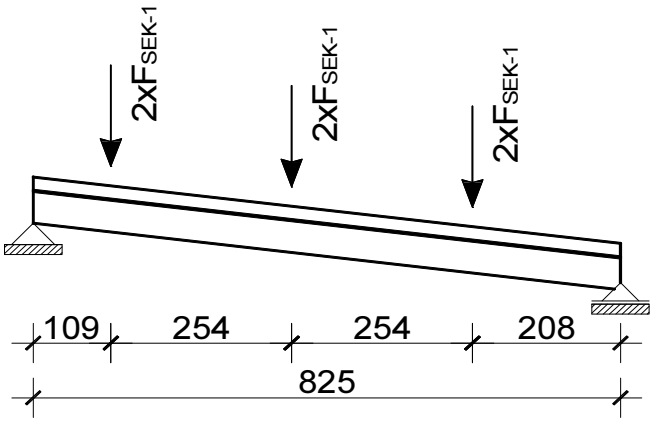
L = 8,25 m

Glavni krovni nosač, "T" poprečnog presjeka, postavljen u nagibu visine 70cm.

Poprečni presjek :



Analiza opterećenja :



Na ovaj nosač djeluju reakcije sekundarnih krovnih nosača poz SEK-1 sa svake strane.

Analiza opterećenja :

1) REAKCIJE OD NOSAČA SEK-1 :

a/ stalno

vlastita težina ..... u programu

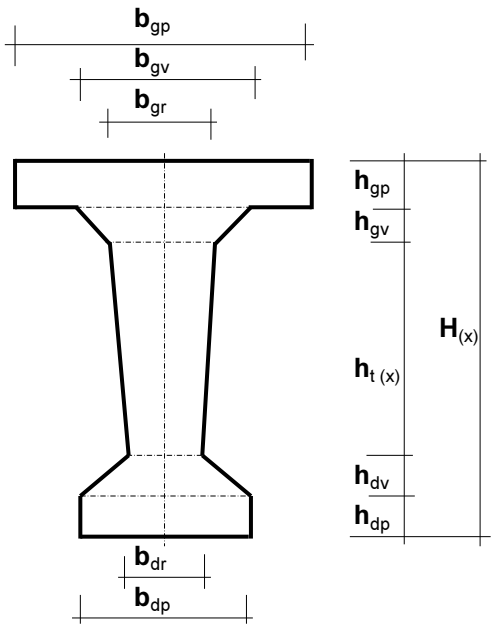
2 x G_{SEK-1} = 2 · 15,31 kN = **30,64** kN

b/ povremeno

2 x Q_{SEK-1} = 2 · 15,24 kN = **30,48** kN

POZ. GN-3

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

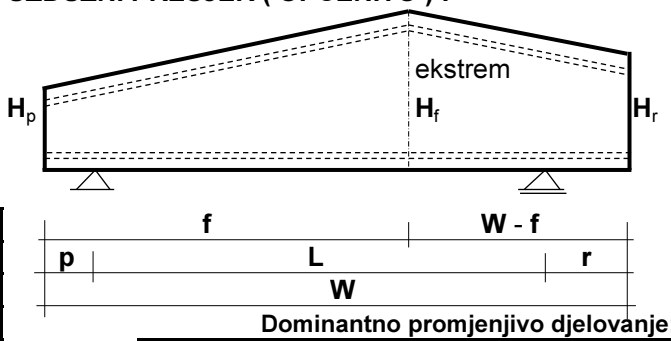
b_{gp}	60
b_{gv}	60
b_{gr}	20
b_{dr}	20
b_{dp}	20

h_{gp}	20
h_{gv}	2

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	70	70	70
$h_{t\,(x)}$	48	48	48

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

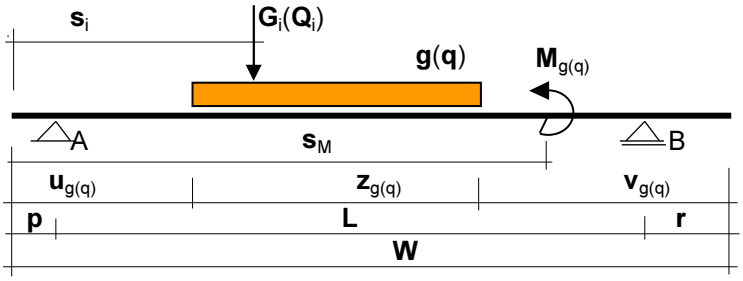


	f =	0,00	m
	L =	8,25	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	8,25	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila	N = 3

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)
1	0,80	30,64	30,48
2	3,34	30,64	30,48
3	5,89	30,64	30,48

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	5,60	kN/m
stalno opter.	g =	0,00	kN/m
promjenj. opter.	q =	0,00	kN/m

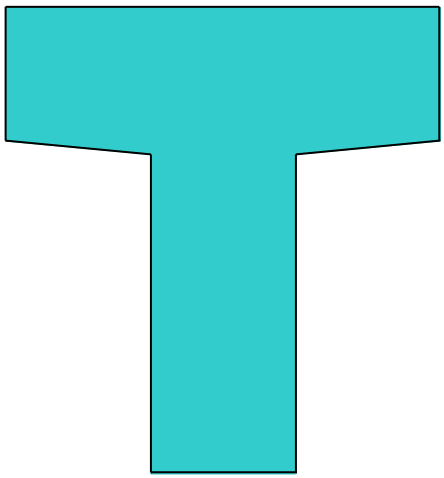
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	8,25	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	8,25	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. GN-3

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	70	70	70

	Visina	Širina
Gornja ploča	20	60
Gornja vuta	2	60
Donja vuta	0	20
Donja ploča	0	20

Širina rebra na donjem rubu	20

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	48	48	48

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C30/37**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3283,66	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,09077

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. GN-3

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	23,10	0,00	0,00	54,71	54,42	77,81	54,42	132,23
Ležaj **B**	23,10	0,00	0,00	37,21	37,02	60,31	37,02	97,33

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,83	17,15	0,00	44,21	43,98	61,37	43,98	105,35
0,2 x **L**	1,65	30,49	0,00	64,07	63,73	94,56	63,73	158,29
0,3 x **L**	2,48	40,02	0,00	83,92	83,48	123,94	83,48	207,43
0,4 x **L**	3,30	45,74	0,00	103,78	103,24	149,52	103,24	252,75
0,5 x **L**	4,13	47,64	0,00	99,58	99,06	147,22	99,06	246,28
0,6 x **L**	4,95	45,74	0,00	94,16	93,67	139,89	93,67	233,56
0,7 x **L**	5,78	40,02	0,00	88,73	88,27	128,75	88,27	217,02
0,8 x **L**	6,60	30,49	0,00	61,40	61,08	91,89	61,08	152,98
0,9 x **L**	7,43	17,15	0,00	30,70	30,54	47,85	30,54	78,39
Ležaj **B**	8,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	46,55	0,00	103,69	103,15	150,24	103,15	253,39

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	23,10	0,00	54,71	54,42	77,81	54,42	132,23
0,1 x **L**	0,83	18,48	0,00	24,07	23,94	42,55	23,94	66,49
0,2 x **L**	1,65	13,86	0,00	24,07	23,94	37,93	23,94	61,87
0,3 x **L**	2,48	9,24	0,00	24,07	23,94	33,31	23,94	57,25
0,4 x **L**	3,30	4,62	0,00	24,07	23,94	28,69	23,94	52,63
0,5 x **L**	4,13	0,00	0,00	-6,57	-6,54	-6,57	-6,54	-13,11
0,6 x **L**	4,95	-4,62	0,00	-6,57	-6,54	-11,19	-6,54	-17,73
0,7 x **L**	5,78	-9,24	0,00	-6,57	-6,54	-15,81	-6,54	-22,35
0,8 x **L**	6,60	-13,86	0,00	-37,21	-37,02	-51,07	-37,02	-88,09
0,9 x **L**	7,43	-18,48	0,00	-37,21	-37,02	-55,69	-37,02	-92,71
Ležaj **B** - lijevo	8,25	-23,10	0,00	-37,21	-37,02	-60,31	-37,02	-97,33
Ležaj **B** - desno	8,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	3,50	0,00	-6,57	-6,54	-3,07	-6,54	-9,61

POZ. GN-3

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	2,05	
0,1 x **L**	0,83	148,82	0,030	-1,3	20,0	0,978	6,24	
0,2 x **L**	1,65	223,26	0,045	-1,7	20,0	0,972	8,83	
0,3 x **L**	2,48	292,55	0,059	-2,0	20,0	0,967	11,26	
0,4 x **L**	3,30	356,70	0,072	-2,3	20,0	0,961	13,54	
0,5 x **L**	4,13	347,34	0,070	-2,3	20,0	0,961	12,60	
0,6 x **L**	4,95	329,36	0,067	-2,2	20,0	0,963	12,00	
0,7 x **L**	5,78	306,22	0,062	-2,1	20,0	0,964	11,22	
0,8 x **L**	6,60	215,68	0,044	-1,6	20,0	0,973	8,96	
0,9 x **L**	7,43	110,41	0,022	-1,1	20,0	0,982	5,29	
Ležaj **B**	8,25	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	1,51	
presjek po volji	3,50	357,54	0,072	-2,4	20,0	0,959	12,93	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	1,96	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	66,00	cm^2

USVOJENO : **VLAČNA ARMATURA**

profil	komada	A_{s1}
20	5	15,71
		0,00
	ΣA_{s1} =	15,71 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 65,60 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	26,97	12,75	31,83	21,09

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	186,67	0,00	48,64	708,48	8	2	11,1
0,1 x **L**	0,83	93,35	0,00	48,64	708,48	8	2	22,1
0,2 x **L**	1,65	87,11	0,00	48,64	708,48	8	2	23,7
0,3 x **L**	2,48	80,87	0,00	48,64	708,48	8	2	25,5
0,4 x **L**	3,30	74,64	0,00	48,64	708,48	8	2	27,7
0,5 x **L**	4,13	-18,68	0,00	48,64	708,48	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,95	-24,92	0,00	48,64	708,48	8	2	30,0
0,7 x **L**	5,78	-31,16	0,00	48,64	708,48	8	2	30,0
0,8 x **L**	6,60	-124,48	0,00	48,64	708,48	8	2	16,6
0,9 x **L**	7,43	-130,72	0,00	48,64	708,48	8	2	15,8
Ležaj **B** - lijevo	8,25	-136,95	0,00	48,64	708,48	8	2	15,1
Ležaj **B** - desno	8,25	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	-13,96	0,00	48,64	708,48	8	2	30,0

POZ. GN-3

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,87	0,049	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / (r - r')) + (1/12) \times (fck)^{(1/2)} \times (r'/ r0)] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005477	0,007012	0,001795	1,247	1,0	0,848

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 12,58 < 21,04 = granična vrijednost

Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	3,30	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,641	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,787	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,554	cm

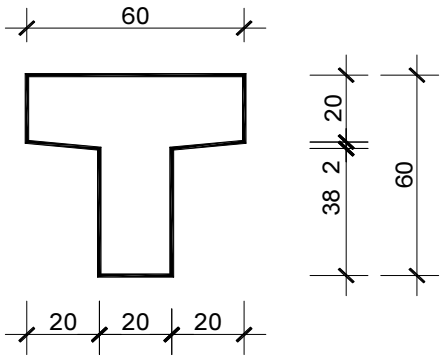
PRORAČUN GLAVNOG KROVNOG NOSAČA

POZ GN-5

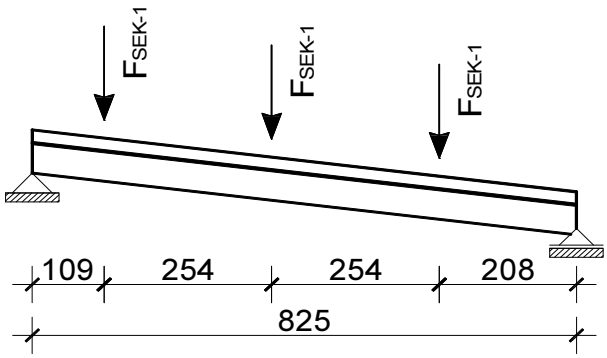
L = 6,70 m

Glavni krovni nosač, "T" poprečnog presjeka, u nagibu, visine 60cm.

Poprečni presjek :



Analiza opterećenja :



Na ovaj nosač djeluju reakcije sekundarnih krovnih nosača poz SEK-1 s jedne strane.

Analiza opterećenja :

1) REAKCIJE OD NOSAČA SEK-1 :

a/ stalno

vlastita težina ..... u programu

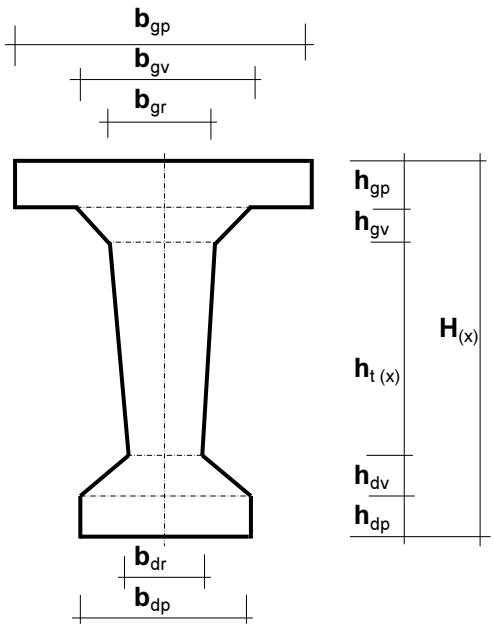
1 x G_{SEK-1} = 1 · 15,31 kN = **15,31** kN

b/ povremeno

1 x Q_{SEK-1} = 1 · 15,24 kN = **15,24** kN

POZ. GN-4

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

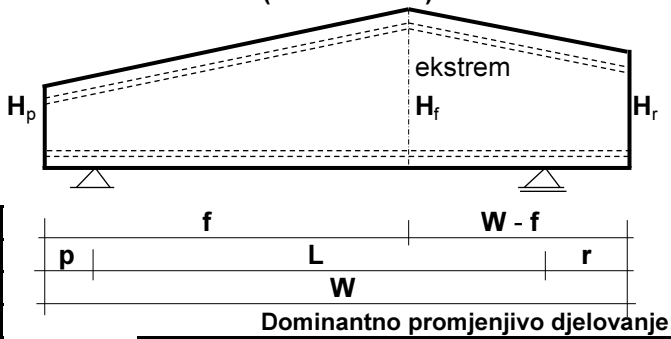
b_{gp}	60
b_{gv}	60
b_{gr}	20
b_{dr}	20
b_{dp}	20

h_{gp}	20
h_{gv}	2

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	60	60
$h_{t\,(x)}$	38	38	38

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

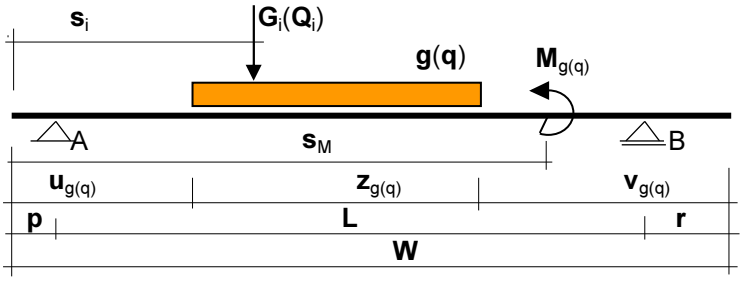


	f =	0,00	m
	L =	8,25	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	8,25	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila	N =	3

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)
1	2,45	15,31	15,24
2	4,96	15,31	15,24
3	7,50	15,31	15,24

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\,prosj}$ =	5,10	kN/m
stalno opter.	g =	2,00	kN/m
promjenj. opter.	q =	0,00	kN/m

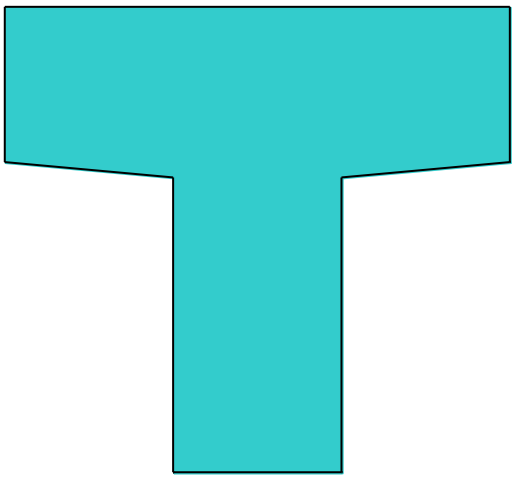
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	8,25	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	8,25	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. GN-4

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	60	60

	Visina	Širina
Gornja ploča	20	60
Gornja vuta	2	60
Donja vuta	0	20
Donja ploča	0	20

Širina rebra na donjem rubu	20

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	38	38	38

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C30/37**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3283,66	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,09077

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. GN-4

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	21,04	8,25	0,00	18,26	18,18	47,55	18,18	65,73
Ležaj **B**	21,04	8,25	0,00	27,67	27,54	56,96	27,54	84,50

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa (m)	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,83	21,75	0,00	15,07	15,00	36,81	15,00	51,81
0,2 x **L**	1,65	38,66	0,00	30,13	29,99	68,79	29,99	98,78
0,3 x **L**	2,48	50,74	0,00	44,81	44,61	95,55	44,61	140,16
0,4 x **L**	3,30	57,99	0,00	47,25	47,03	105,24	47,03	152,27
0,5 x **L**	4,13	60,41	0,00	49,68	49,45	110,09	49,45	159,54
0,6 x **L**	4,95	57,99	0,00	52,12	51,88	110,10	51,88	161,98
0,7 x **L**	5,78	50,74	0,00	42,07	41,88	92,81	41,88	134,69
0,8 x **L**	6,60	38,66	0,00	31,88	31,73	70,53	31,73	102,26
0,9 x **L**	7,43	21,75	0,00	21,68	21,58	43,42	21,58	65,00
Ležaj **B**	8,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	59,02	0,00	47,84	47,62	106,86	47,62	154,47

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa (m)	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	29,29	0,00	18,26	18,18	47,55	18,18	65,73
0,1 x **L**	0,83	23,43	0,00	18,26	18,18	41,69	18,18	59,87
0,2 x **L**	1,65	17,57	0,00	18,26	18,18	35,83	18,18	54,01
0,3 x **L**	2,48	11,72	0,00	2,95	2,94	14,67	2,94	17,60
0,4 x **L**	3,30	5,86	0,00	2,95	2,94	8,81	2,94	11,75
0,5 x **L**	4,13	0,00	0,00	2,95	2,94	2,95	2,94	5,89
0,6 x **L**	4,95	-5,86	0,00	2,95	2,94	-2,91	2,94	0,03
0,7 x **L**	5,78	-11,72	0,00	-12,36	-12,30	-24,07	-12,30	-36,38
0,8 x **L**	6,60	-17,57	0,00	-12,36	-12,30	-29,93	-12,30	-42,23
0,9 x **L**	7,43	-23,43	0,00	-12,36	-12,30	-35,79	-12,30	-48,09
Ležaj **B** - lijevo	8,25	-29,29	0,00	-27,67	-27,54	-56,96	-27,54	-84,50
Ležaj **B** - desno	8,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	4,44	0,00	2,95	2,94	7,39	2,94	10,33

POZ. GN-4

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	1,01	
0,1 x **L**	0,83	72,19	0,020	-1,0	20,0	0,983	3,90	
0,2 x **L**	1,65	137,85	0,039	-1,5	20,0	0,975	6,57	
0,3 x **L**	2,48	195,91	0,056	-1,9	20,0	0,968	8,48	
0,4 x **L**	3,30	212,61	0,060	-2,0	20,0	0,966	9,11	
0,5 x **L**	4,13	222,80	0,063	-2,1	20,0	0,964	9,47	
0,6 x **L**	4,95	226,46	0,064	-2,1	20,0	0,964	9,54	
0,7 x **L**	5,78	188,12	0,053	-1,9	20,0	0,968	8,45	
0,8 x **L**	6,60	142,82	0,041	-1,6	20,0	0,973	6,60	
0,9 x **L**	7,43	90,99	0,026	-1,2	20,0	0,980	4,50	
Ležaj **B**	8,25	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	1,30	
presjek po volji	3,50	215,68	0,061	-2,1	20,0	0,964	9,24	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	1,66	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	66,00	cm^2

USVOJENO : **VLAČNA ARMATURA**

profil	komada	A_{s1}
20	2	6,28
16	2	4,02
	ΣA_{s1} =	10,30 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 56,20 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	22,63	9,67	26,26	16,07

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	91,46	0,00	43,47	606,96	8	2	19,3
0,1 x **L**	0,83	83,55	0,00	43,47	606,96	8	2	21,2
0,2 x **L**	1,65	75,64	0,00	43,47	606,96	8	2	23,4
0,3 x **L**	2,48	24,20	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0
0,4 x **L**	3,30	16,30	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0
0,5 x **L**	4,13	8,39	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,95	0,48	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0
0,7 x **L**	5,78	-50,95	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0
0,8 x **L**	6,60	-58,86	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0
0,9 x **L**	7,43	-66,77	0,00	43,47	606,96	8	2	26,5
Ležaj **B** - lijevo	8,25	-118,21	0,00	43,47	606,96	8	2	15,0
Ležaj **B** - desno	8,25	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	14,38	0,00	43,47	606,96	8	2	30,0

POZ. GN-4

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,74	0,066	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005477	0,005051	---	1,088	1,0	0,848

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 14,68 < 18,78 = granična vrijednost

Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	3,30	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	2,096	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	2,353	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,568	cm

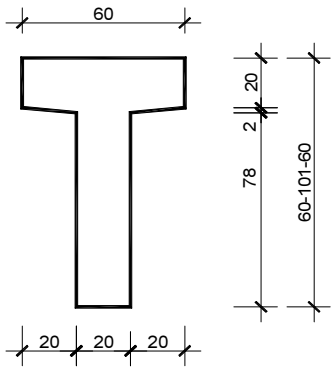
PRORAČUN GLAVNOG KROVNOG NOSAČA

POZ GN-5

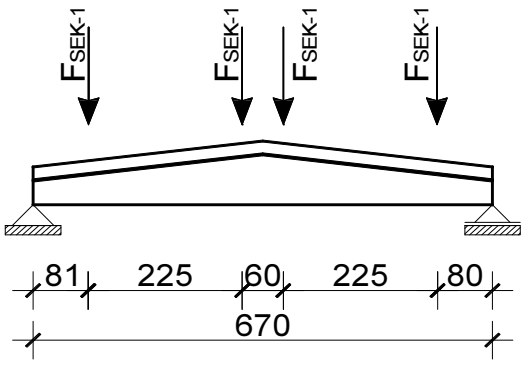
L = 6,70 m

Glavni krovni nosač, "T" poprečnog presjeka, dvostrešnog nagiba visine 60-101-60cm.

Poprečni presjek :



Analiza opterećenja :



Na ovaj nosač djeluju reakcije sekundarnih krovnih nosača poz SEK-1 s jedne strane.

Analiza opterećenja :

1) REAKCIJE OD NOSAČA SEK-1 :

a/ stalno

vlastita težina ..... u programu

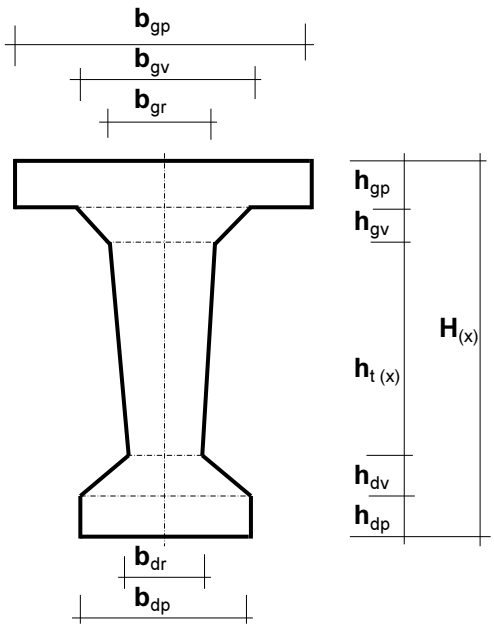
1 x G_{SEK-1} = 1 · 15,31 kN = **15,31** kN

b/ povremeno

1 x Q_{SEK-1} = 1 · 15,24 kN = **15,24** kN

POZ. GN-5

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

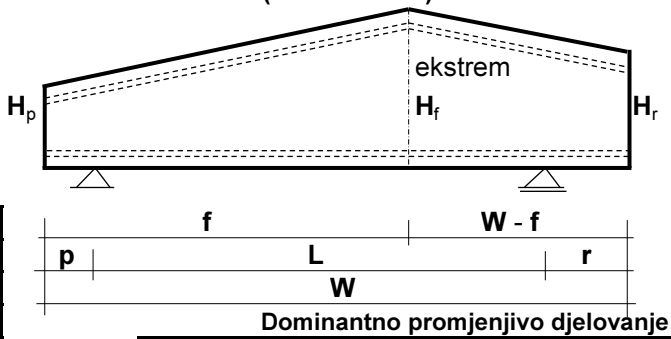
b_{gp}	60
b_{gv}	60
b_{gr}	20
b_{dr}	20
b_{dp}	20

h_{gp}	20
h_{gv}	2

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	101	60
$h_{t\,(x)}$	38	79	38

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

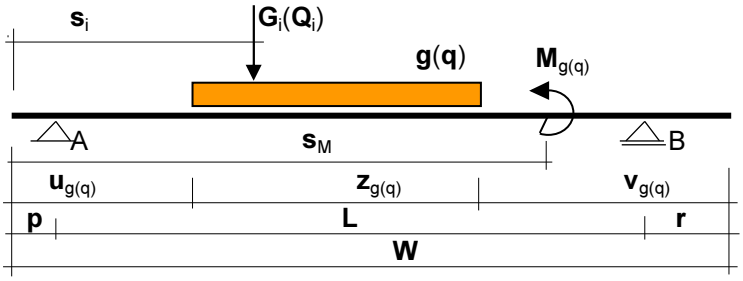


	f =	3,35	m
	L =	6,70	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	6,70	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N = 3

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)
1	0,51	15,31	15,24
2	3,05	15,31	7,62
3	3,65	15,31	7,62
4	5,89	15,31	15,24

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\,prosj}$ =	6,13	kN/m
stalno opter.	g =	2,00	kN/m
promjenj. opter.	q =	0,00	kN/m

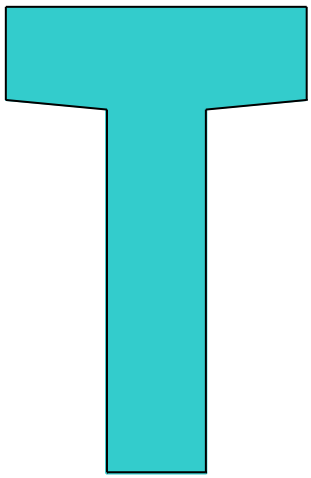
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	6,70	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	6,70	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. GN-5

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	101	60

	Visina	Širina
Gornja ploča	20	60
Gornja vuta	2	60
Donja vuta	0	20
Donja ploča	0	20

Širina rebra na donjem rubu	20

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	38	79	38

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C30/37**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3283,66	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,09077

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. GN-5

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	**g**	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	20,52	6,70	0,00	29,45	21,70	56,67	21,70	78,37
Ležaj **B**	20,52	6,70	0,00	16,48	8,78	43,69	8,78	52,47

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,67	16,61	0,00	17,28	12,10	33,90	12,10	46,00
0,2 x **L**	1,34	29,85	0,00	26,76	16,43	56,62	16,43	73,04
0,3 x **L**	2,01	39,54	0,00	36,24	20,76	75,78	20,76	96,53
0,4 x **L**	2,68	45,49	0,00	45,72	25,09	91,20	25,09	116,29
0,5 x **L**	3,35	47,51	0,00	50,60	27,13	98,11	27,13	125,24
0,6 x **L**	4,02	45,49	0,00	44,15	23,53	89,64	23,53	113,17
0,7 x **L**	4,69	39,54	0,00	33,12	17,65	72,65	17,65	90,30
0,8 x **L**	5,36	29,85	0,00	22,08	11,77	51,93	11,77	63,70
0,9 x **L**	6,03	16,61	0,00	11,04	5,88	27,65	5,88	33,53
Ležaj **B**	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	47,41	0,00	50,42	26,95	97,83	26,95	124,78

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	27,22	0,00	29,45	21,70	56,67	21,70	78,37
0,1 x **L**	0,67	22,32	0,00	14,14	6,46	36,47	6,46	42,93
0,2 x **L**	1,34	17,16	0,00	14,14	6,46	31,30	6,46	37,76
0,3 x **L**	2,01	11,71	0,00	14,14	6,46	25,86	6,46	32,32
0,4 x **L**	2,68	5,99	0,00	14,14	6,46	20,14	6,46	26,60
0,5 x **L**	3,35	0,00	0,00	-1,17	-1,16	-1,17	-1,16	-2,33
0,6 x **L**	4,02	-5,99	0,00	-16,48	-8,78	-22,47	-8,78	-31,25
0,7 x **L**	4,69	-11,71	0,00	-16,48	-8,78	-28,19	-8,78	-36,97
0,8 x **L**	5,36	-17,16	0,00	-16,48	-8,78	-33,63	-8,78	-42,41
0,9 x **L**	6,03	-22,32	0,00	-16,48	-8,78	-38,80	-8,78	-47,58
Ležaj **B** - lijevo	6,70	-27,22	0,00	-16,48	-8,78	-43,69	-8,78	-52,47
Ležaj **B** - desno	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	-1,37	0,00	-1,17	-1,16	-2,53	-1,16	-3,69

POZ. GN-5

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	1,20	
0,1 x **L**	0,67	63,91	0,014	-0,8	20,0	0,987	2,93	
0,2 x **L**	1,34	101,07	0,017	-0,9	20,0	0,985	3,77	
0,3 x **L**	2,01	133,44	0,018	-1,0	20,0	0,983	4,28	
0,4 x **L**	2,68	160,75	0,018	-0,9	20,0	0,985	4,53	
0,5 x **L**	3,35	173,14	0,016	-0,9	20,0	0,985	4,10	
0,6 x **L**	4,02	156,31	0,017	-0,9	20,0	0,985	4,49	
0,7 x **L**	4,69	124,56	0,017	-0,9	20,0	0,985	4,09	
0,8 x **L**	5,36	87,75	0,015	-0,8	20,0	0,987	3,42	
0,9 x **L**	6,03	46,15	0,010	-0,7	20,0	0,988	2,37	
Ležaj **B**	6,70	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,79	
presjek po volji	3,50	172,50	0,016	-0,9	20,0	0,985	4,18	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	2,28	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	66,00	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
16	3	6,03
		0,00
	ΣA_{s1} =	6,03 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
14	2	3,08
		0,00
	ΣA_{s2} =	3,08 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 95,56 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	38,38	10,07	41,47	17,36

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	109,06	0,00	43,58	609,12	8	2	16,3
0,1 x **L**	0,67	58,92	0,13	48,09	697,68	8	2	30,0
0,2 x **L**	1,34	51,94	0,19	52,52	786,24	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,01	44,60	0,22	56,88	874,80	8	2	30,0
0,4 x **L**	2,68	36,88	0,25	61,17	963,36	8	2	30,0
0,5 x **L**	3,35	-3,31	0,24	65,42	1051,92	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,02	-43,50	-0,24	61,17	963,36	8	2	30,0
0,7 x **L**	4,69	-51,22	-0,21	56,88	874,80	8	2	30,0
0,8 x **L**	5,36	-58,57	-0,16	52,52	786,24	8	2	30,0
0,9 x **L**	6,03	-65,55	-0,10	48,09	697,68	8	2	30,0
Ležaj **B** - lijevo	6,70	-72,16	0,00	43,58	609,12	8	2	24,6
Ležaj **B** - desno	6,70	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	-5,16	-0,25	64,47	1032,09	8	2	30,0

POZ. GN-5

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	3,66	0,063	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005477	0,002109	---	1,472	1,0	1,000

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 6,88 < 99,66 = granična vrijednost

Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	2,68	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	0,062	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	0,181	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,031	cm

Analiza opterećenja od krana — KRAN

Vrsta krana: ABUS ZLK 20t x 20000mm

Nosivost krana:	**N** =	20	t	
Raspon:	**r** =	19,00	m	
Vlastita težina kranske staze :	**g** =	2,00	kN/m	

Statičko opterećenje kotača :

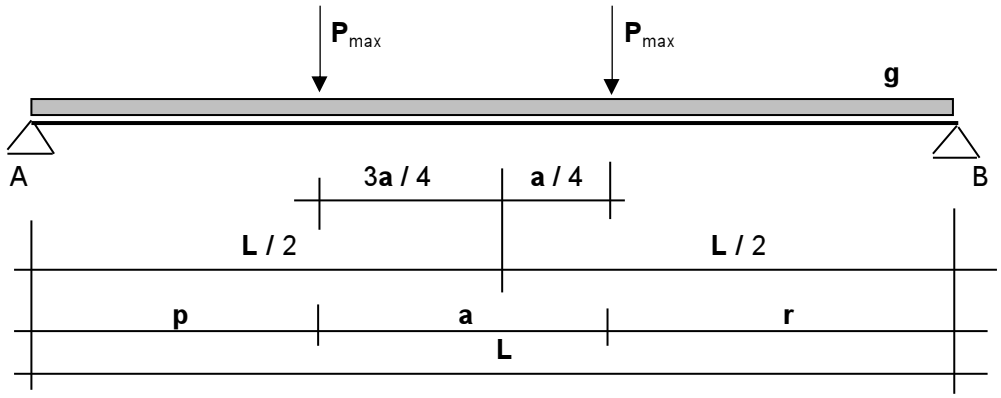
Dinamički faktori:

$Q_{c1,\,max}$ =	29,70	kN	$Q_{c1,\,min}$ =	24,10	kN	φ_1 =	1,10
$Q_{h1,\,max}$ =	94,50	kN	$Q_{h1,\,min}$ =	4,00	kN	φ_2 =	1,20

$$Q_{r1,\,max} = \varphi_1 \cdot Q_{c1,max} + \varphi_2 \cdot Q_{h1,max} = \mathbf{146,07\ kN}$$

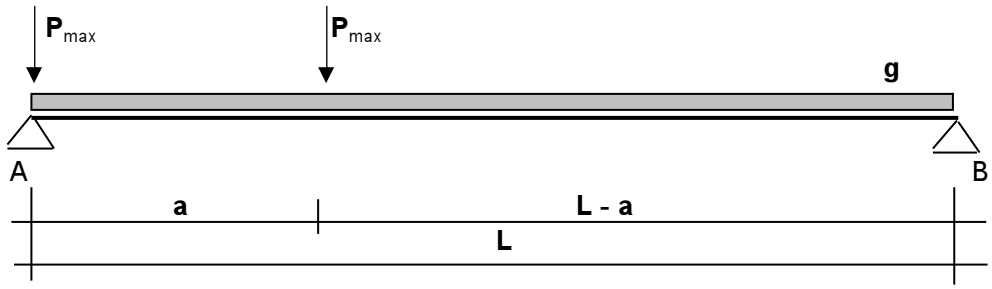
Bočni udar :	**S** =	36,70	kN		
Kočenje krana :	**HB** =	11,00	kN		
Raspon kranske staze :	**L** =	800	cm		
Razmak kotača :	**a** =	300	cm	< 0,586x**L** =	468,8 cm
Težina krana :	G =	110,90	kN		

Statička shema za maksimalni moment :

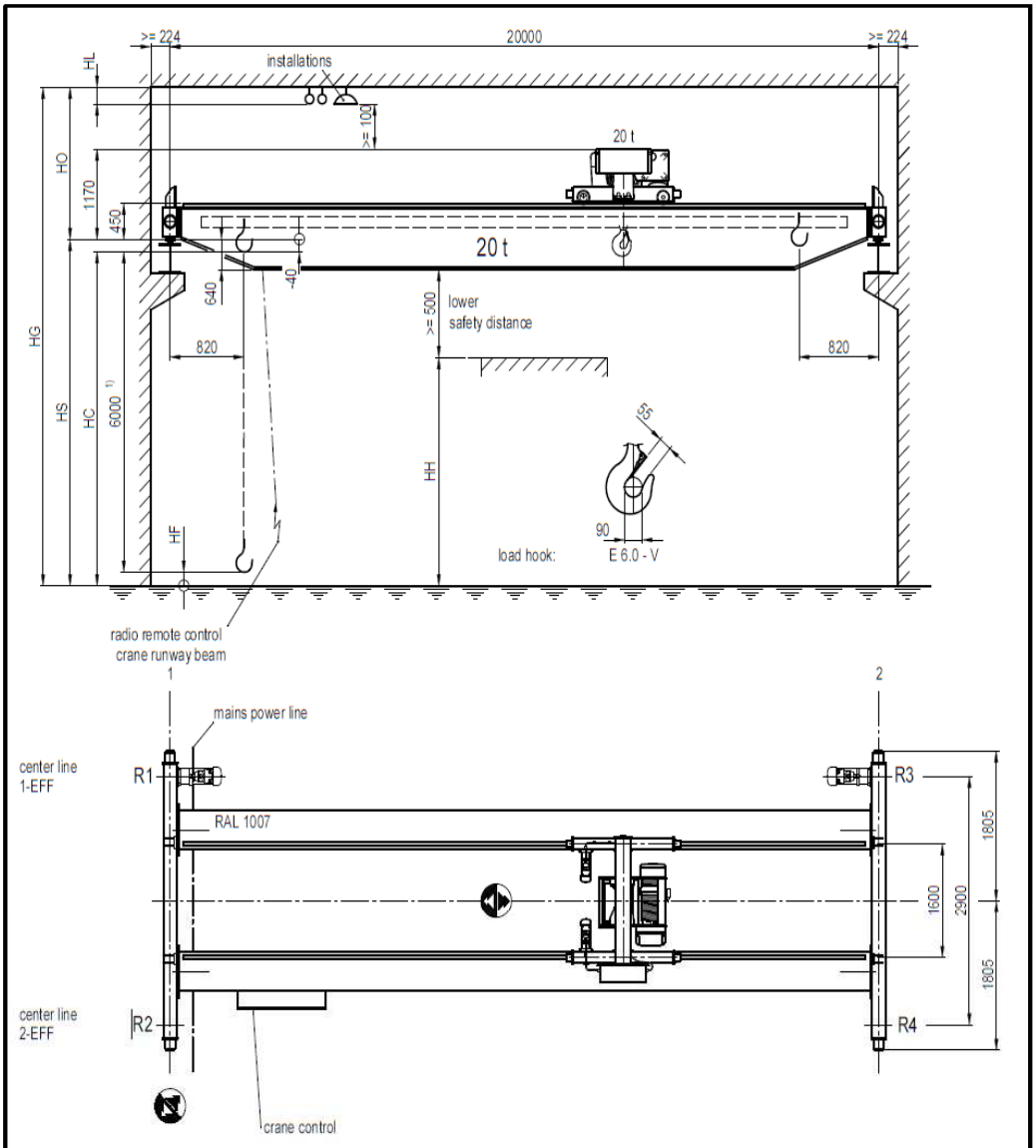


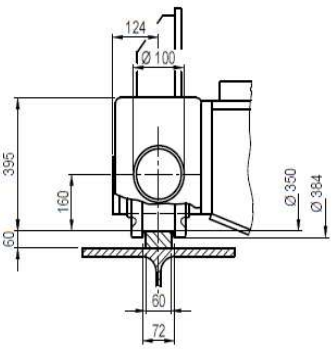
p = L / 2 - 3 x a / 4 = 1,75 m
r = L / 2 - a / 4 = 3,25 m

Statička shema za maksimalnu poprečnu silu:



NAPOMENA:
Konstrukcija je proračunata na odabranu vrstu krana, te je u slučaju odabira druge vrste krana potrebno obavijestiti projektanta konstrukcije.





crane		ZLK 20 t x 20000 mm		
design basis		DIN 15018, H2/B3		
hoist + trolley		GM 5000.20000 H-161.41.6000.3.D 200.20		
FEM group		1Am / M4		
operation location		indoor operation		
ambient conditions		-5° C up to +40° C, without special requirements		
crane travel		5 / 20 m/min		
trolley travelling		5 / 20 m/min		
hoisting		0.7 / 4 m/min		
total weight		11090 kg (thereof hoist + trolley 1233 kg)		
mains voltage; admissible voltage swing		3/PE ~50 Hz 400 V (TN-S); -6.5% / +5%		
total power consumption		17.9 kW (starting current * cos phi: 170 A)	+SKR-F1 = 50 A gG	
load data	wheel loads (kN) (without vibration coefficient)	crane axis 1 (min/max)	28.1	123.7
		crane axis 2 (min/max)	28.1	124.2
	lateral loads (kN)	mass forces crane travel (min/max)	4.3	18.7
	skewing force on guide side (coefficient of frictional contact <= 0,3)		36.7	-
	horizontal loads from skewing (guide side/opposite side)	front crane axis in driving direction	6.8	29.9
		back crane axis in driving direction	0.0	0.0
	longitudinal loads (kN) (per crane runway beam)	mass forces crane travel (max.)		5.3
		collision forces (max.) (motion limiter taken into account)		13.8

1) maximum hook path of hoist 6 m, actual use according to conditions on site

Hoistec d.o.o.
Ulica grada Vukovara 271/XIII
HR-10000 Zagreb
phone +385 1 77 88 934
fax +385 1 77 88 935

crane ZLK

013800-0000000-20210423-04 / 1

ABUS

person in charge: Mestrovic,K.
Date: 23/04/2021

© ABUS Kransysteme GmbH - mestrovi\0138_20210423_13392371_B_TM0_TE1
211885 - 005

ABUKonfis Version 5.14w225 www.hoistec.hr karmela.mestrovic@hoistec.hr

Load data according to DIN EN 1991-3

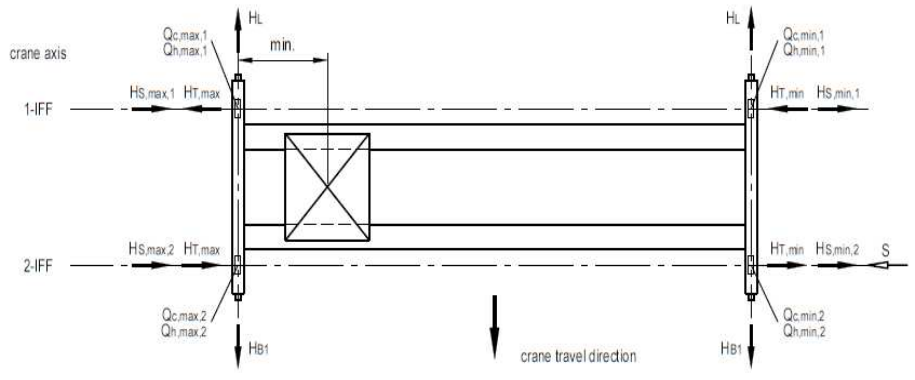
Classification of crane	S2	(for the verification of the runway beam)

Dynamic coefficients φi:

φ1	1.10	Acceleration (resulting from lifting and gravitation) acting on the mass of the crane
φ2	1.10	inertia and gravitation when lifting an unrestricted load from off the floor
φ3	1.00	inertia and gravitation when suddenly releasing a part of the lifted load
φ4	1.00	Loads resulting from travelling across uneven surfaces
φ5,Kr	1.80	Loads resulting from acceleration of crane travel drives
φ6,dyn	1.05	Dynamic test load
φ6,stat	1.00	static test load
φ7,Kr	1.25	Loads resulting from buffer forces

Load effects and relevant force components:

Wheel loads (vertical)	Force component from the mass of the crane and the hoist(s) per crane axis	$Q_{c,min,1}$	24.1	$Q_{c,max,1}$	29.3	[kN]
		$Q_{c,min,2}$	24.1	$Q_{c,max,2}$	29.7	[kN]
	Force component from mass of hoist load per crane axis	$Q_{h,min,1}$	4.0	$Q_{h,max,1}$	94.4	[kN]
		$Q_{h,min,2}$	4.0	$Q_{h,max,2}$	94.5	[kN]
Lateral loads (horizontal)	Force from the acceleration of the crane with hoist load (mass force)	$H_{T,min}$	2.9	$H_{T,max}$	12.4	[kN]
	skewing force (coefficient of frictional contact <= 0,3)	S			36.7	[kN]
	Horizontal force from skewing per crane axis	$H_{S,min,1}$	0.0	$H_{S,max,1}$	0.0	[kN]
		$H_{S,min,2}$	6.8	$H_{S,max,2}$	29.9	[kN]
Longitudinal loads (horizontal) (per runway beam)	Force from the acceleration of the crane with hoist load (mass force)	H_L			3.5	[kN]
	Force from impact on buffer (collision force) (motion limiter taken into account)	H_{B1}			11.0	[kN]



The drawing shows the crane travel situation for the purpose of generating minimum and maximum loads.
The decisive crane travel situation may vary depending on the crane version (travel direction, trolley position and / or means of guidance).

All load effects constitute characteristic static force components and have to have the corresponding dynamic coefficient φ applied to them.
Crane track tolerances DIN EN 1090-2, tolerance class 2
tolerance of the track centre dimension of the crane rails +/- 6 mm

Hoistec d.o.o.
Ulica grada Vukovara 271/XIII
HR-10000 Zagreb
phone +385 1 77 88 934
fax +385 1 77 88 935

crane ZLK

013800-0000000-20210423-04 / 1

ABUS

person in charge: Mestrovic,K.
Date: 23/04/2021

ABUKonfis Version 5.14w225 www.hoistec.hr karmela.mestrovic@hoistec.hr

© ABUS Kransysteme GmbH mestrovi0138_20210423_13392676_B
20326742 - 001

Osnovni podaci o modelu

PRORAČUN KRANSKIH NOSAČA I MAKSIMALNO OPTEREĆENJE NA AB MONTAŽNE STIPOVE

Datoteka: KG-1_rev_0.twp
Datum proračuna: 25.5.2021

Način proračuna: 3D model

☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost

☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja

☐ Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova:	401
Broj pločastih elemenata:	0
Broj grednih elemenata:	400
Broj graničnih elemenata:	18
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	3
Broj kombinacija opterećenja:	2

Jedinice mjera

Dužina:	m [cm,mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius

Ulazni podaci - Konstrukcija

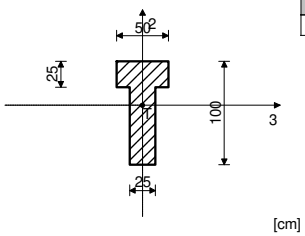
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton C50/60	3.700e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.700e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: T 50/100, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton C50/60	3.125e-1	2.266e-1	2.821e-1	6.510e-3	3.581e-3	2.819e-2



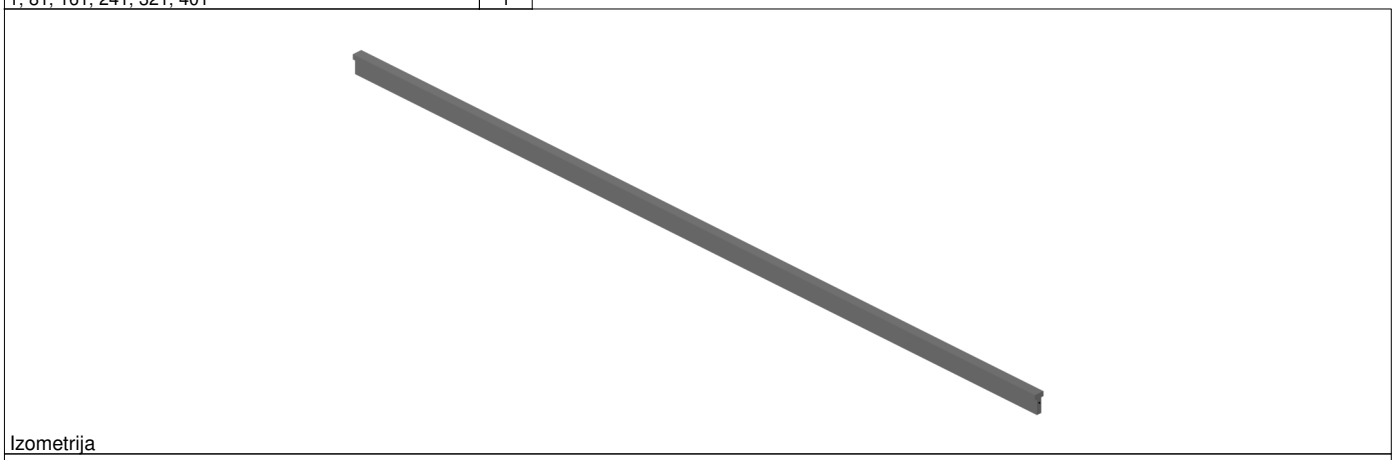
[cm]

Setovi točkastih ležajeva

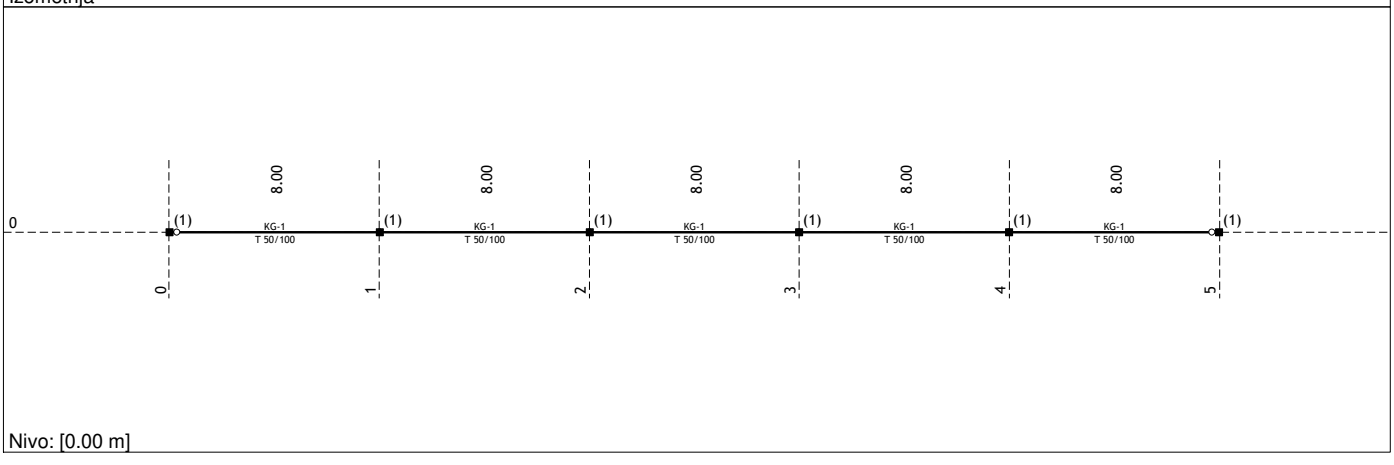
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture točkastih ležajeva

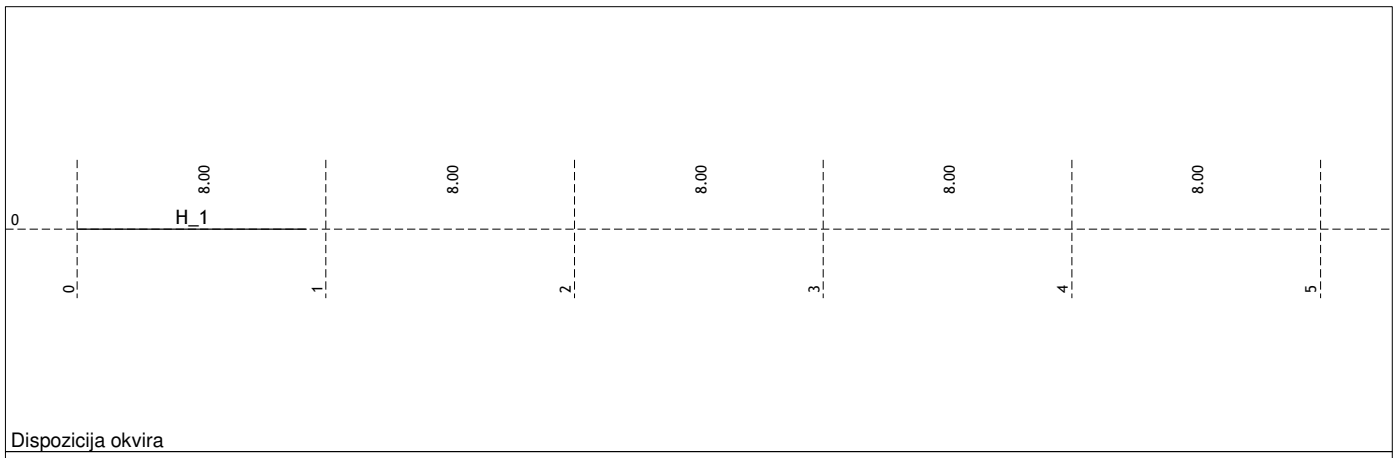
Čvorovi	Set
1, 81, 161, 241, 321, 401	1



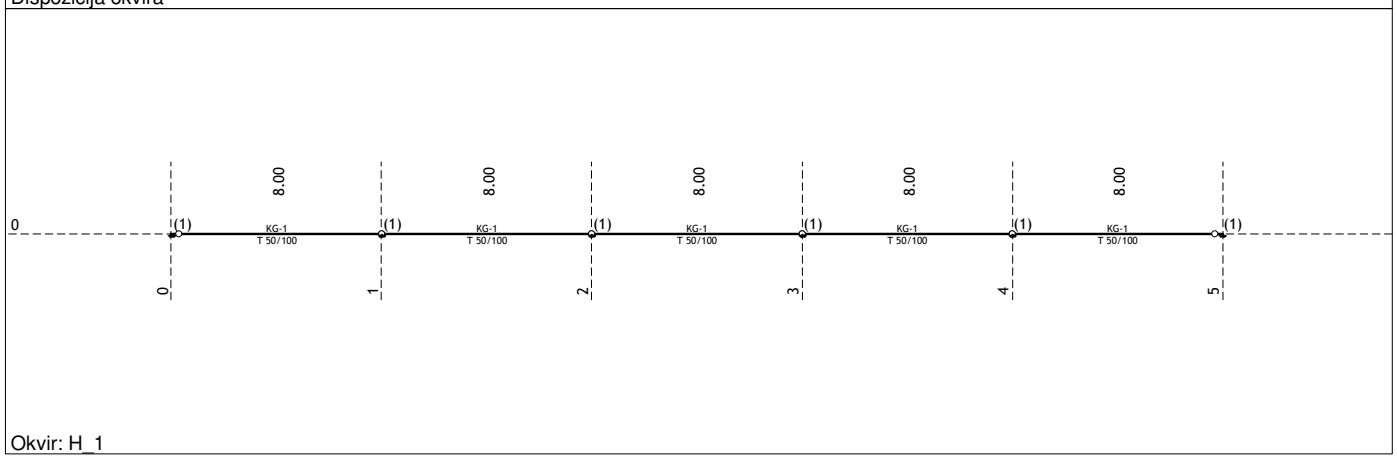
Izometrija



Nivo: [0.00 m]



Dispozicija okvira



Okvir: H_1

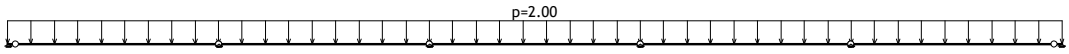
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	stalno (g)	0.00	0.00	-312.50
2	dodatno stalno	0.00	0.00	-80.00
3	kran pokretan			
4	Komb.: KGS (1.35xI+1.35xII+1.5xIII)			
5	Komb.: GSU (I+II+III)			

Opt. 2: dodatno stalno



Okvir: H_1

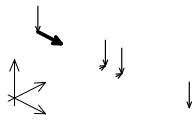
Opt. 3: kran pokretan



Nivo: [0.00 m]

Pokretno opterećenje

Opterećenje 3: ΔL=0.1 m



Koncentrirane sile

No	Px[kN]	Py[kN]	Pz[kN]	X1[m]	Y1[m]
1	-0.00	-0.00	-146.07	0.00	0.00
2	-0.00	-0.00	-146.07	2.90	0.00
3	-0.00	-0.00	-146.07	3.60	0.00
4	-0.00	-0.00	-146.07	6.50	0.00
5	0.00	36.70	0.00	2.90	0.00
6	0.00	36.70	0.00	3.60	0.00

Statički proračun

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-5

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
KG-1 (161 - 241)	4(T2+)	8.000	0.000	**|584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (241 - 321)	4(T2-)	0.000	0.000	**|-584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (81 - 161)	4(T2+)	8.000	0.000	**|584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (1 - 81)	4(T2+)	8.000	0.000	**|584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (81 - 161)	4(T2-)	0.000	0.000	**|-584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (321 - 401)	4(T2-)	0.000	0.000	**|-584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (161 - 241)	4(T2-)	0.000	0.000	**|-584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (241 - 321)	4(T2+)	8.000	0.000	**|584.32|**	0.000	0.000
KG-1 (1 - 81)	4(T2-)	0.000	0.000	**|-562.41|**	0.000	0.000
KG-1 (321 - 401)	4(T2+)	8.000	0.000	**|562.41|**	0.000	0.000
KG-1 (161 - 241)	4(M2-)	3.800	0.000	-205.32	**|-201.35|**	1073.1
KG-1 (81 - 161)	4(M2-)	3.800	0.000	-205.32	**|-201.35|**	1073.1
KG-1 (1 - 81)	4(M2-)	3.800	0.000	-205.32	**|-201.35|**	1073.1
KG-1 (321 - 401)	4(M2-)	3.800	0.000	-205.32	**|-201.35|**	1073.1
KG-1 (241 - 321)	4(M2-)	3.800	0.000	-205.32	**|-201.35|**	1073.1
KG-1 (321 - 401)	3(M2-)	3.800	0.000	-135.11	**|-134.23|**	644.90
KG-1 (81 - 161)	3(M2-)	3.800	0.000	-135.11	**|-134.23|**	644.90
KG-1 (81 - 161)	5(M2-)	3.800	0.000	-137.08	**|-134.23|**	723.20
KG-1 (1 - 81)	5(M2-)	3.800	0.000	-137.08	**|-134.23|**	723.20
KG-1 (321 - 401)	5(M2-)	3.800	0.000	-137.08	**|-134.23|**	723.20
KG-1 (161 - 241)	4(M3+)	3.800	0.000	-205.32	-201.35	**|1073.1|**
KG-1 (81 - 161)	4(M3+)	3.800	0.000	-205.32	-201.35	**|1073.1|**
KG-1 (1 - 81)	4(M3+)	3.800	0.000	-205.32	-201.35	**|1073.1|**
KG-1 (321 - 401)	4(M3+)	3.800	0.000	-205.32	-201.35	**|1073.1|**
KG-1 (241 - 321)	4(M3+)	3.800	0.000	-205.32	-201.35	**|1073.1|**
KG-1 (321 - 401)	5(M3+)	3.800	0.000	-137.08	-134.23	**|723.20|**
KG-1 (161 - 241)	5(M3+)	3.800	0.000	-137.08	-134.23	**|723.20|**
KG-1 (81 - 161)	5(M3+)	3.800	0.000	-137.08	-134.23	**|723.20|**
KG-1 (1 - 81)	5(M3+)	3.800	0.000	-137.08	-134.23	**|723.20|**
KG-1 (241 - 321)	5(M3+)	3.800	0.000	-137.08	-134.23	**|723.20|**

Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-5

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
KG-1 (161 - 241)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (81 - 161)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (241 - 321)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (1 - 81)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (321 - 401)	1	3.967	**|-0.417|**

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
KG-1 (161 - 241)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (81 - 161)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (241 - 321)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (321 - 401)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (1 - 81)	2	3.967	**|-0.107|**

Deformacija greda GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-5

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
KG-1 (161 - 241)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (81 - 161)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (241 - 321)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (1 - 81)	1	4.033	**|-0.417|**
KG-1 (321 - 401)	1	3.967	**|-0.417|**

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
KG-1 (161 - 241)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (81 - 161)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (241 - 321)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (321 - 401)	2	3.967	**|-0.107|**
KG-1 (1 - 81)	2	3.967	**|-0.107|**

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-5

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
KG-1 (161)	4(R3+)	0.000	-105.28	**|785.20|**	*	*	*
KG-1 (321)	4(R3+)	0.000	-105.28	**|785.20|**	*	*	*
KG-1 (241)	4(R3+)	0.000	-105.28	**|785.20|**	*	*	*
KG-1 (81)	4(R3+)	0.000	-105.28	**|785.20|**	*	*	*
KG-1 (1)	4(R3+)	0.000	-65.372	**|573.36|**	*	*	*
KG-1 (401)	4(R3+)	0.000	-65.372	**|573.36|**	*	*	*
KG-1 (161)	5(R3+)	0.000	-70.189	**|531.32|**	*	*	*
KG-1 (321)	5(R3+)	0.000	-70.189	**|531.32|**	*	*	*
KG-1 (241)	5(R3+)	0.000	-70.189	**|531.32|**	*	*	*
KG-1 (81)	5(R3+)	0.000	-70.189	**|531.32|**	*	*	*

Deformacija čvorova: max. |Yp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
361	4+	0.000	**8.810**	-0.708
121	4+	0.000	**8.810**	-0.708
281	4+	0.000	**8.810**	-0.708
201	4+	0.000	**8.810**	-0.708

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
41	4+	0.000	**8.810**	-0.708
362	4+	0.000	**8.804**	-0.707
360	4+	0.000	**8.804**	-0.707
120	4+	0.000	**8.804**	-0.707

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
122	4+	0.000	**8.804**	-0.707
280	4+	0.000	**8.804**	-0.707

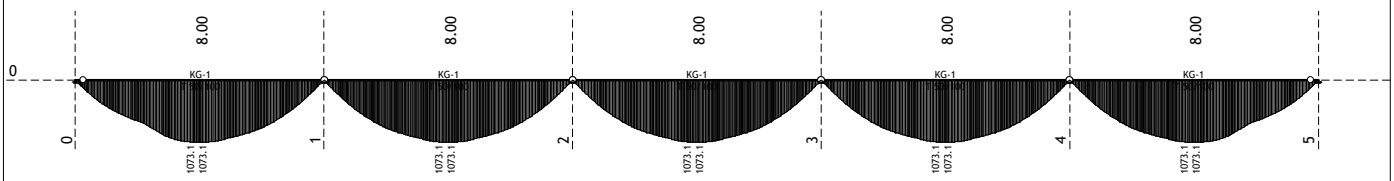
Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
121	4-	0.000	0.000	**-6.660**
281	4-	0.000	0.000	**-6.660**
201	4-	0.000	0.000	**-6.660**
361	4-	0.000	0.000	**-6.660**

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
41	4-	0.000	0.000	**-6.660**
122	4-	0.000	0.000	**-6.655**
120	4-	0.000	0.000	**-6.655**
280	4-	0.000	0.000	**-6.655**

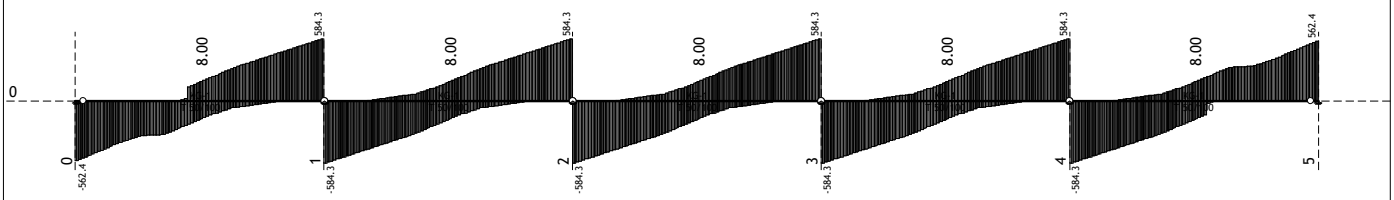
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
282	4-	0.000	0.000	**-6.655**
202	4-	0.000	0.000	**-6.655**

Opt. 4: KGS



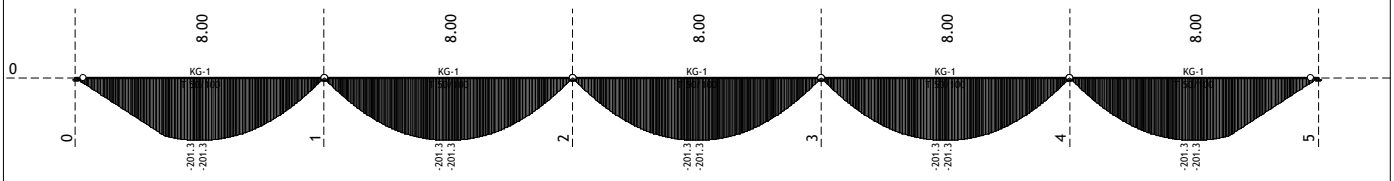
Okvir: H_1
Utjecaji u gredi: max M3= 1073.1 / min M3= 0.0 kNm

Opt. 4: KGS



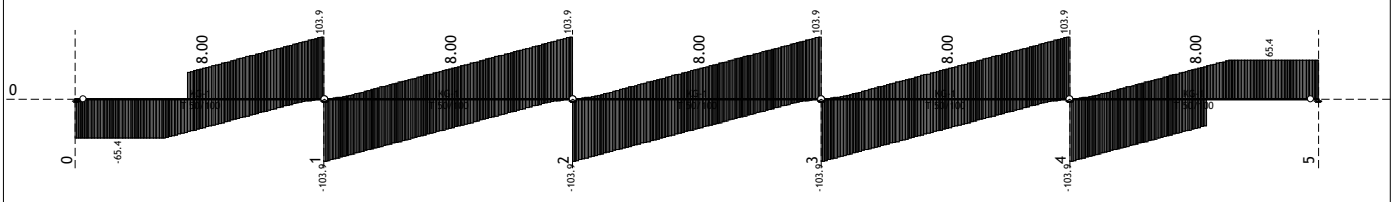
Okvir: H_1
Utjecaji u gredi: max T2= 584.3 / min T2= -584.3 kN

Opt. 4: KGS



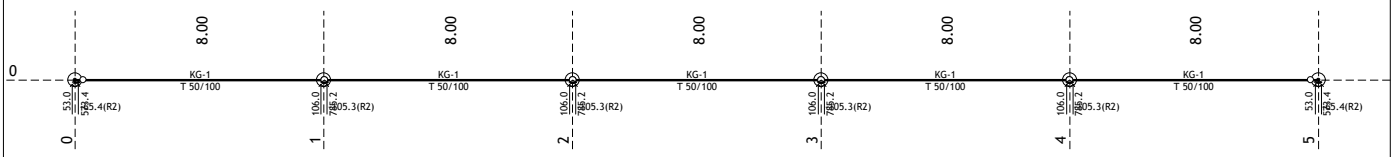
Okvir: H_1
Utjecaji u gredi: max M2= 0.0 / min M2= -201.3 kNm

Opt. 4: KGS



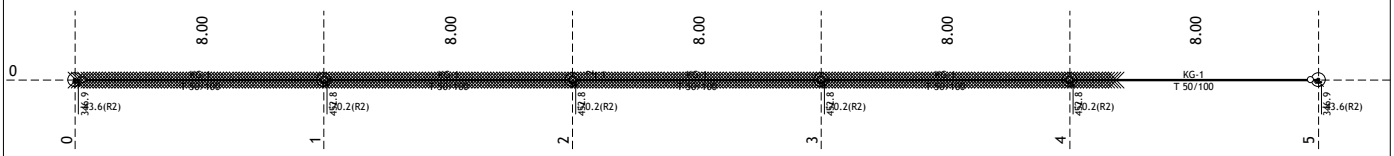
Okvir: H_1
Utjecaji u gredi: max T3= 103.9 / min T3= -103.9 kN

Opt. 4: KGS



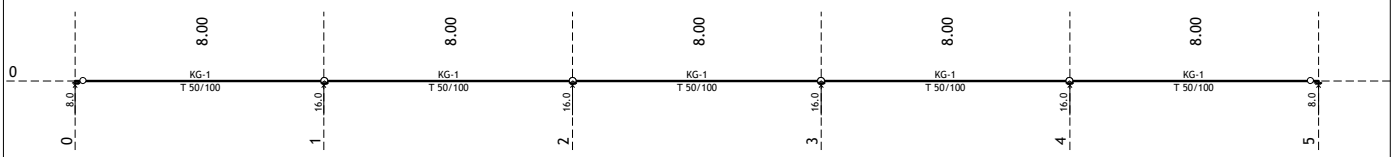
Okvir: H_1
Reakcije ležajeva (Min/Max)

Opt. 3: kran pokretan



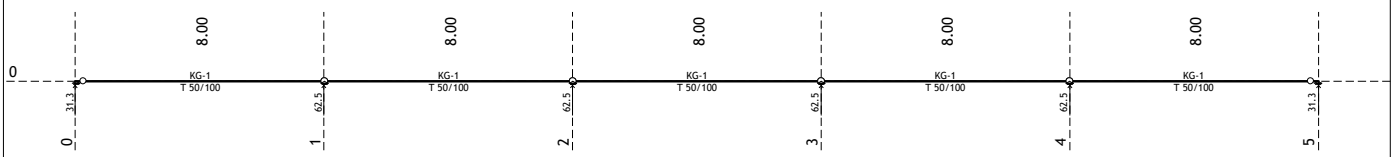
Okvir: H_1
Reakcije ležajeva (Min/Max)

Opt. 2: dodatno stalno



Okvir: H_1
Reakcije ležajeva

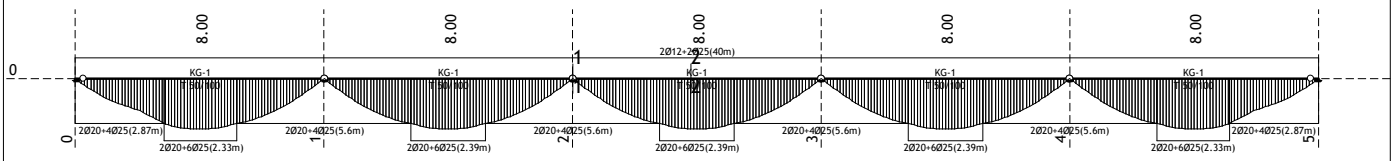
Opt. 1: stalno (g)



Okvir: H_1
Reakcije ležajeva

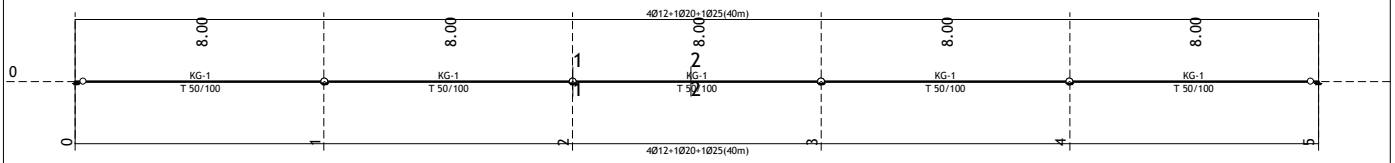
Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 50/60, S500N



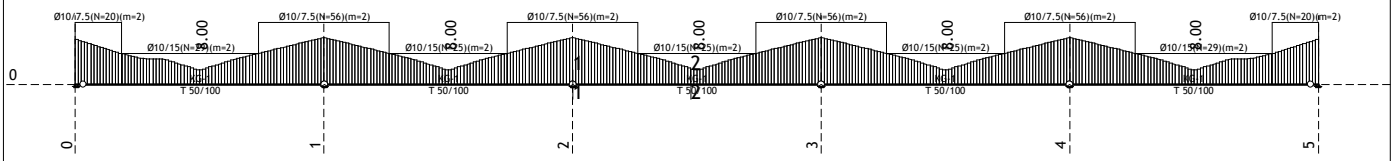
Okvir: H_1
Armatura u gredama (odabrana): Aa2/Aa1

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 50/60, S500N



Okvir: H_1
Armatura u gredama (odabrana): Aa3/Aa4

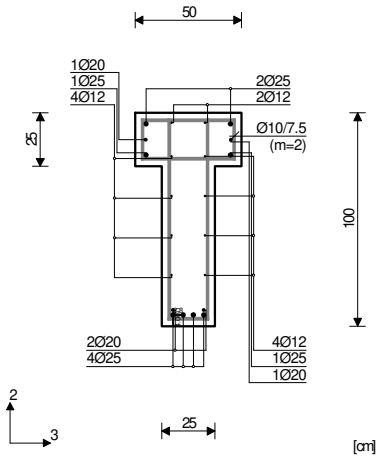
Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 50/60, S500N



Okvir: H_1
Armatura u gredama (odabrana): Asw

KG-1 (161-241)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 50/60 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500N
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Presjek 1-1 x = 0.00m



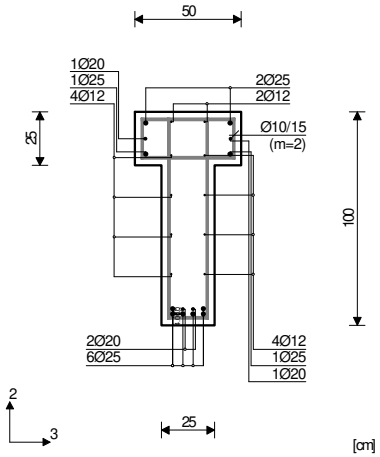
[cm]

V2ed = -584.32 kN
V3ed = -103.91 kN

Vrd,max,2 = 1710.00 kN
Vrd,max,3 = 810.00 kN
As1 = 0.00 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 15.72 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø10/7.5(m=2) = 20.94 cm²/m]

Postotak armiranja: 2.02%

Presjek 2-2 x = 3.80m



[cm]

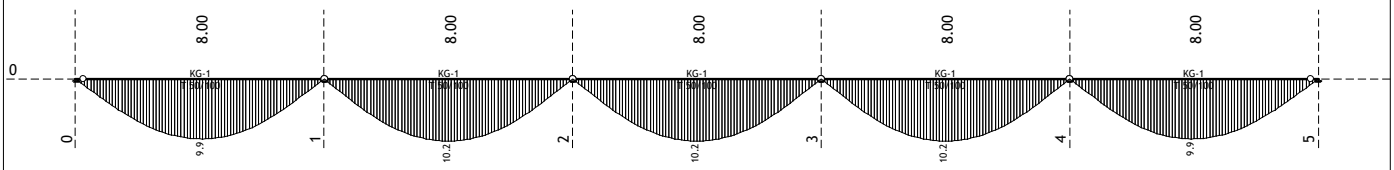
V2ed = -205.32 kN
V3ed = -52.99 kN
M2ed = -201.35 kNm
M3ed = 1073.06 kNm

Vrd,max,2 = 1710.00 kN
Vrd,max,3 = 810.00 kN
εb/εa = -3.500/8.456 ‰

As1 = 29.01 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 5.52 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø10/15(m=2) = 10.47 cm²/m]

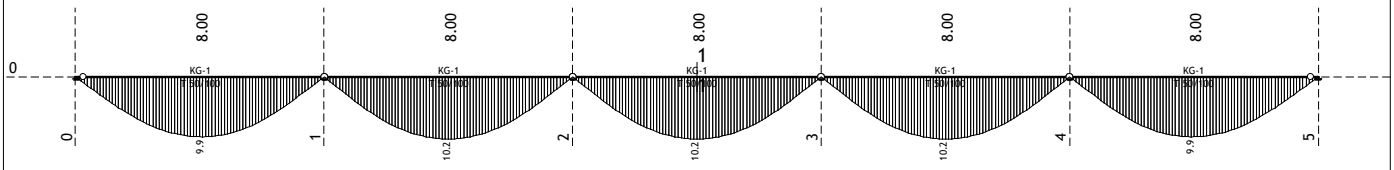
Postotak armiranja: 2.33%

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 50/60, S500N



Okvir: H_1
Dijagram progiba: max ug(t0)= 10.3 mm

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 50/60, S500N



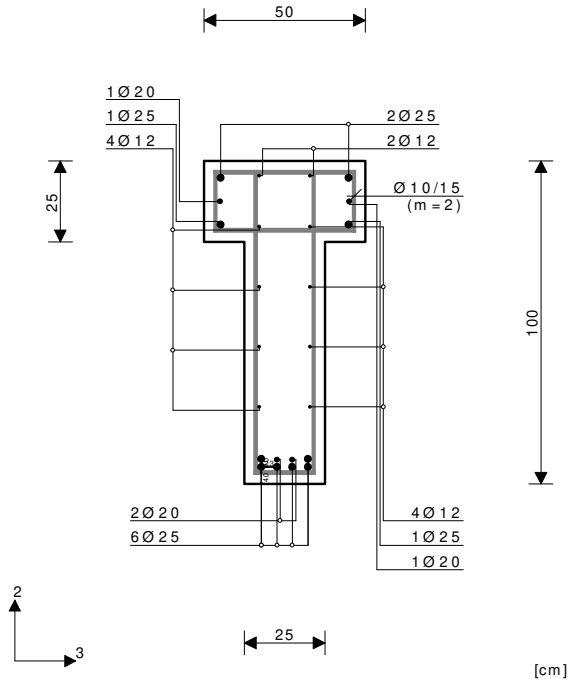
Okvir: H_1
Dijagram progiba: max ug(t0)= 10.3 mm

KG-1 (161-241)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 50/60
S500N

Modul elastičnosti betona	Eb(t0)=	37000 MPa
Vlačna čvrstoća pri savijanju	fbzs=	4.10 MPa
Modul elastičnosti armature	Ea=	2.00e+5 MPa
Koeficijent tečenja betona	φ∞=	2.60
Dilatacija skupljanja betona	εs=	0.30 ‰

Progib: Savijanje oko osi 3

Presjek 1-1 x = 4.00m

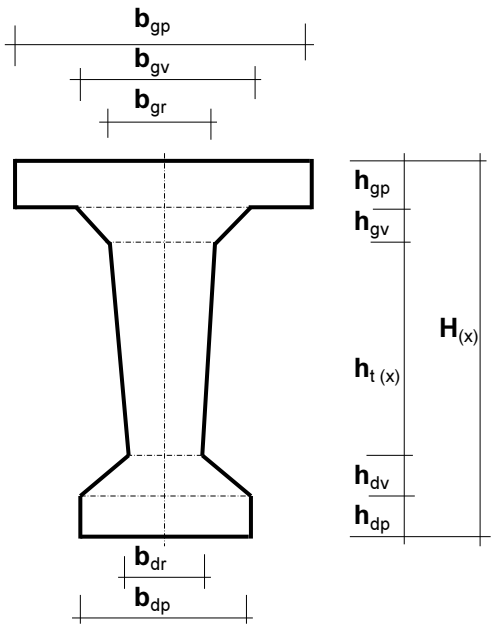


T = 0 Progib
Mjerodavna kombinacija: 1.00xI+1.00xII+1.00xIII(5)
N1 = 0.00 kN
M3 = 721.21 kNm
M2 = -133.96 kNm
Veličina početnog progiba **ug(t0)= 10.26 mm**

T = ∞ Progib
Dugotrajni utjecaji
Mjerodavna kombinacija: 1.00xI+1.00xII+1.00xIII(5)
N1 = 0.00 kN
M3 = 721.21 kNm
M2 = -133.96 kNm
Kratkotrajni utjecaji
N1 = 0.00 kN
M3 = 0.00 kNm
M2 = 0.00 kNm
Veličina trajnog progiba **ug(t∞)= 15.27 mm**

POZ. KG-1

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

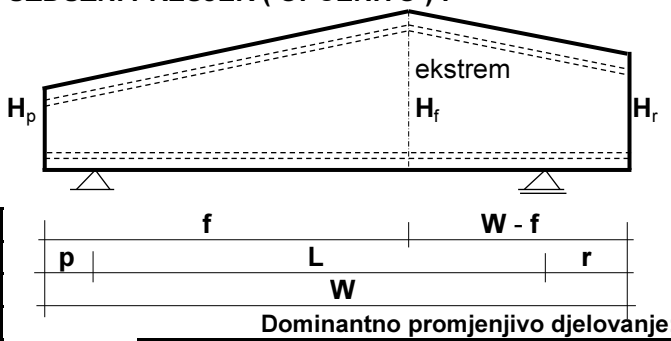
b_{gp}	50
b_{gv}	50
b_{gr}	25
b_{dr}	25
b_{dp}	25

h_{gp}	25
h_{gv}	2

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	100	100	100
$h_{t\,(x)}$	73	73	73

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

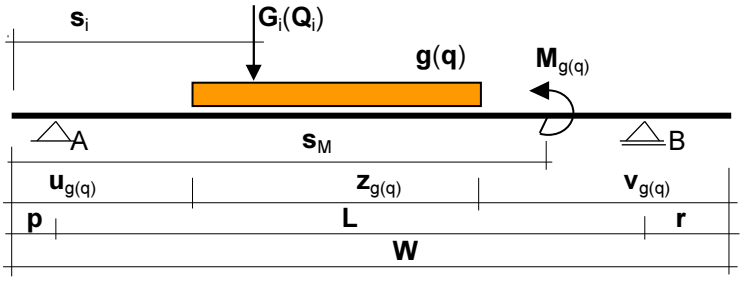


	f =	0,00	m
	L =	8,00	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	8,00	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

KRAN

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila	N = 4

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)
1	4,00	0,00	146,07
2	4,50	0,00	146,07
3	1,00	0,00	146,07
4	7,50	0,00	146,07

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\,prosj}$ =	7,88	kN/m
stalno opter.	g =	2,00	kN/m
promjenj. opter.	q =	0,00	kN/m

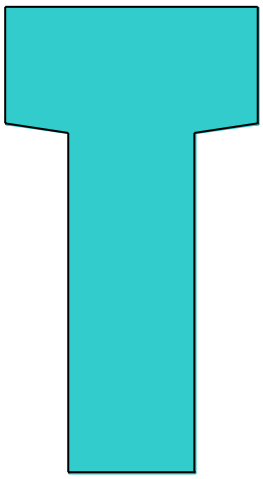
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	8,00	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	8,00	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. KG-1

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	100	100	100

	Visina	Širina
Gornja ploča	25	50
Gornja vuta	2	50
Donja vuta	0	25
Donja ploča	0	25

Širina rebra na donjem rubu	25

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	73	73	73

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C50/60**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3727,79	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 5,36511

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	10
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. KG-1

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	31,50	8,00	0,00	0,00	273,88	39,50	273,88	313,38
Ležaj **B**	31,50	8,00	0,00	0,00	310,40	39,50	310,40	349,90

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa (m)	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,80	28,44	0,00	0,00	219,11	28,44	219,11	247,55
0,2 x **L**	1,60	50,56	0,00	0,00	350,57	50,56	350,57	401,13
0,3 x **L**	2,40	66,36	0,00	0,00	452,82	66,36	452,82	519,18
0,4 x **L**	3,20	75,84	0,00	0,00	555,07	75,84	555,07	630,91
0,5 x **L**	4,00	79,00	0,00	0,00	657,32	79,00	657,32	736,32
0,6 x **L**	4,80	75,84	0,00	0,00	598,89	75,84	598,89	674,73
0,7 x **L**	5,60	66,36	0,00	0,00	467,42	66,36	467,42	533,78
0,8 x **L**	6,40	50,56	0,00	0,00	335,96	50,56	335,96	386,52
0,9 x **L**	7,20	28,44	0,00	0,00	204,50	28,44	204,50	232,94
Ležaj **B**	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	77,77	0,00	0,00	593,41	77,77	593,41	671,18

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa (m)	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	39,50	0,00	0,00	273,88	39,50	273,88	313,38
0,1 x **L**	0,80	31,60	0,00	0,00	273,88	31,60	273,88	305,48
0,2 x **L**	1,60	23,70	0,00	0,00	127,81	23,70	127,81	151,51
0,3 x **L**	2,40	15,80	0,00	0,00	127,81	15,80	127,81	143,61
0,4 x **L**	3,20	7,90	0,00	0,00	127,81	7,90	127,81	135,71
0,5 x **L**	4,00	0,00	0,00	0,00	127,81	0,00	127,81	127,81
0,6 x **L**	4,80	-7,90	0,00	0,00	-164,33	-7,90	-164,33	-172,23
0,7 x **L**	5,60	-15,80	0,00	0,00	-164,33	-15,80	-164,33	-180,13
0,8 x **L**	6,40	-23,70	0,00	0,00	-164,33	-23,70	-164,33	-188,03
0,9 x **L**	7,20	-31,60	0,00	0,00	-164,33	-31,60	-164,33	-195,93
Ležaj **B** - lijevo	8,00	-39,50	0,00	0,00	-310,40	-39,50	-310,40	-349,90
Ležaj **B** - desno	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	4,94	0,00	0,00	127,81	4,94	127,81	132,75

POZ. KG-1

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	5,11	
0,1 x **L**	0,80	367,05	0,025	-1,2	20,0	0,980	13,75	
0,2 x **L**	1,60	594,11	0,040	-1,6	20,0	0,973	16,75	
0,3 x **L**	2,40	768,81	0,052	-1,8	20,0	0,970	20,90	
0,4 x **L**	3,20	934,98	0,063	-2,1	20,0	0,964	24,92	
0,5 x **L**	4,00	1092,62	0,074	-2,4	20,0	0,959	28,78	
0,6 x **L**	4,80	1000,71	0,068	-2,2	20,0	0,963	27,16	
0,7 x **L**	5,60	790,72	0,054	-1,9	20,0	0,968	22,06	
0,8 x **L**	6,40	572,20	0,039	-1,5	20,0	0,975	16,80	
0,9 x **L**	7,20	345,14	0,023	-1,1	20,0	0,982	11,41	
Ležaj **B**	8,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	5,71	
presjek po volji	3,50	995,10	0,068	-2,2	20,0	0,963	26,38	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	5,06	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	68,75	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
25	4	19,63
20	4	12,57
	ΣA_{s1} =	32,20 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
25	2	9,82
12	2	2,26
	ΣA_{s2} =	12,08 cm^2

UKUPNO 4Ø20 U UGL. GOR.POJASA

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 94,42 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	43,95	21,59	50,35	31,13

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	464,15	0,00	103,08	2124,38	10	2	10,0
0,1 x **L**	0,80	453,48	0,00	103,08	2124,38	10	2	10,2
0,2 x **L**	1,60	223,71	0,00	103,08	2124,38	10	2	20,8
0,3 x **L**	2,40	213,05	0,00	103,08	2124,38	10	2	21,8
0,4 x **L**	3,20	202,38	0,00	103,08	2124,38	10	2	22,9
0,5 x **L**	4,00	191,72	0,00	103,08	2124,38	10	2	24,2
0,6 x **L**	4,80	-257,16	0,00	103,08	2124,38	10	2	18,1
0,7 x **L**	5,60	-267,82	0,00	103,08	2124,38	10	2	17,3
0,8 x **L**	6,40	-278,49	0,00	103,08	2124,38	10	2	16,7
0,9 x **L**	7,20	-289,15	0,00	103,08	2124,38	10	2	16,1
Ležaj **B** - lijevo	8,00	-518,92	0,00	103,08	2124,38	10	2	8,9
Ležaj **B** - desno	8,00	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	198,38	0,00	103,08	2124,38	10	2	23,4

POZ. KG-1

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	5,93	0,051	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

L / d ≤ Nema graničnog uvjeta - proračun progiba se ne može izostaviti!

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
---	---	---	---	---	---	---

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = --- --- --- = granična vrijednost

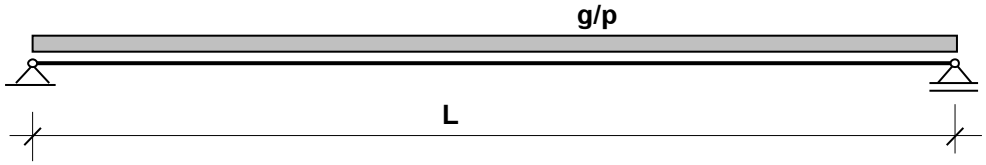
Dopušteni progib:	1,33	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,140	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,038	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,286	cm

ANALIZA OPTEREĆENJA NA MEĐUKATNE PLOČE

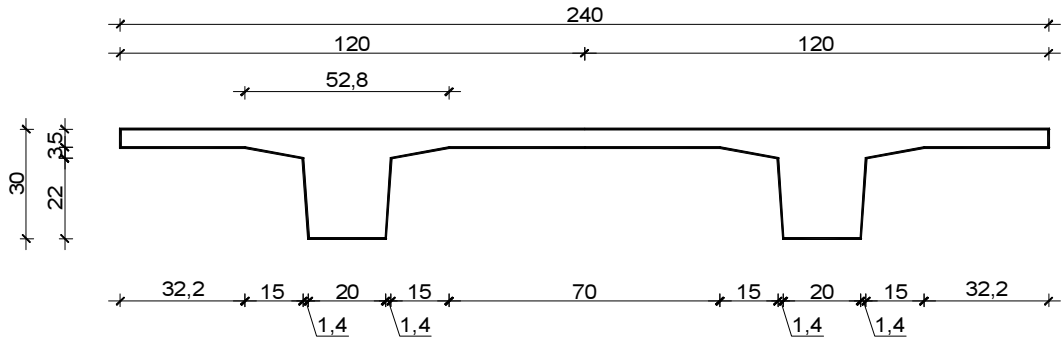
POZ TT-1

Statički sustav:



L = 8,25 m

Poprečni presjek:



a) stalni teret

- tlačna ploča d = 8 cm, uzeta u obzir u programu
- instalacije + spušteni strop..... 0,50 kN/m^2

g_k = 0,50 kN/m^2

b) uporabno opterećenje

Nestambeno potkrovlje:

q_k = 1,50 kN/m^2

Širina TT ploče:

b = 240 cm

Opterećenje na jedno rebro ploče:

a) stalno $g_{k,r} = g_k \cdot b / 2 =$ 0,50 · 2,40 / 2 → **$g_{k,r,g}$ =** 0,60 kN/m^1

b) uporabno $q_{k,r} = q_{k,u} \cdot b / 2 =$ 1,50 · 2,40 / 2 → **$q_{k,r,k}$ =** 1,80 kN/m^1

POZ. TT-1

GEOMETRIJSKI PODACI :

POPREČNI PRESJEK NOSAČA U POLJU / BEZ TLAČNE PLOČE / (mjere u centimetrima) :

širina gornjeg pojasa :	b_{GP}	120
širina gornje vute :	b_{GV}	52,8
širina rebra uz GP :	b_{GR}	22,8
širina rebra uz DP :	b_{DR}	20
širina donjeg pojasa :	b_{DP}	20

visina gornjeg pojasa :	h_{GP}	5
visina gornje vute :	h_{GV}	3
visina donje vute :	h_{DV}	0
visina donjeg pojasa :	h_{DP}	0

TLAČNA PLOČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

širina tlačne ploče :	b_{TP}	120
visina tlačne ploče :	h_{TP}	0

Tlačna ploča je, u fazi betoniranja, poduprta : NE

VISINE PRESJEKA, ZAJEDNO SA TLAČNOM PLOČOM (mjere u centimetrima) :

visina nosača na lijevom kraju :	H_p	30
visina nosača u polju / sljemenu :	H_f	30
visina nosača na desnom kraju :	H_r	30

OJAČANJE PRESJEKA NA KRAJEVIMA NOSAČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

- LIJEVI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	20
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

- DESNI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	20
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

STATIČKI PODACI ZA NOSAČ :

udaljenost sljemena od lijevog kraja :	f	0,00	m
raspon nosača :	L	8,25	m
dužina lijevog prepusta :	p	0,00	m
dužina desnog prepusta :	r	0,00	m

OPTEREĆENJE :

KONTINUIRANO OPTEREĆENJE

STALNO	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
g_1	0,60	8,25	0,00
g_2			
g_3			
PROMJENJ.	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
q_1	1,80	8,25	0,00
q_2			
q_3			

KONCENTRIRANE SILE

Broj koncentriranih sila :		N	
Sila br.	udaljenost od lij. kraja (m)	STALNO (kN)	PROMJENJ. (kN)

KONCENTRIRANI MOMENT SAVIJANJA

Moment br.	udaljenost od lij. kraja (m)	STALNO (kNm)	PROMJENJ. (kNm)

POZ. TT-1

PARCIJALNI KOEFICIJENTI SIGURNOSTI :

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

	STALNO γ_G	PROMJENJ. γ_Q	PREDNAPR. γ_P
nepovoljno djelovanje :	1,35	1,50	1,00
povoljno djelovanje :	1,00	0,00	1,00

GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

dominantno promjenjivo opterećenje:	ψ_0	ψ_1	ψ_2
robne kuće, izložbeni prostori, škole, knjižare, arhivi	0,7	0,7	0,6

MATERIJALI :

BETON

- OSNOVNI PRESJEK

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C30/37	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	XC1

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3283,66 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 30,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 2,90 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza prednaprezanja : 12,60 N/mm^2
- faza korištenja : 13,50 N/mm^2

- TLAČNA PLOČA (EVENTUALNO)

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C30/37	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	---

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3283,66 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 30,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 2,90 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza korištenja : 13,50 N/mm^2

ČELIK ZA PREDNAPREZANJE

NAZIV ČELIKA :	Y1860S7	MODUL ELASTIČNOSTI : E_p =	20700 kN/cm^2

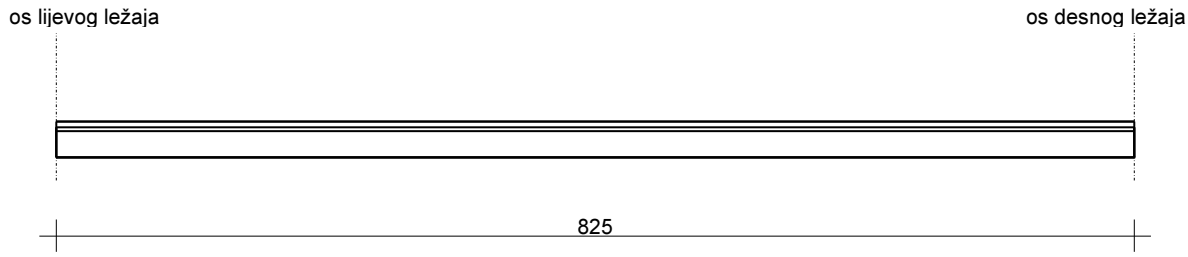
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{pk} = 1860 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : $f_{p0,1k}$ = 1635 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 3,5 %

ČELIK ZA ARMIRANJE

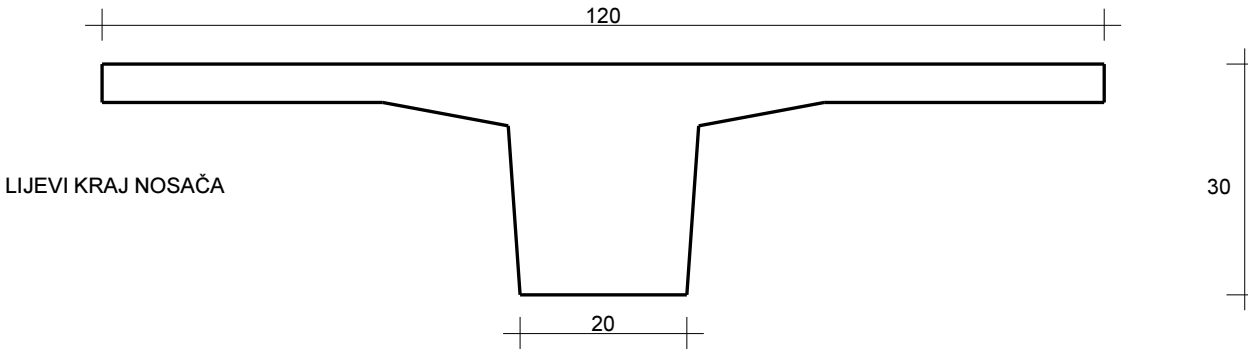
NAZIV ČELIKA :	B500B	MODUL ELASTIČNOSTI : E_s =	21000 kN/cm^2

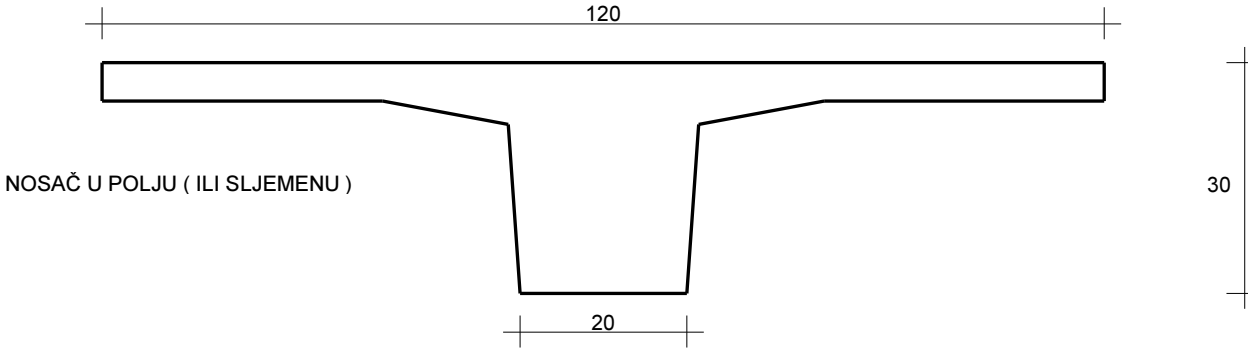
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{tk} = 540 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : f_{yk} = 500 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 5,0 %

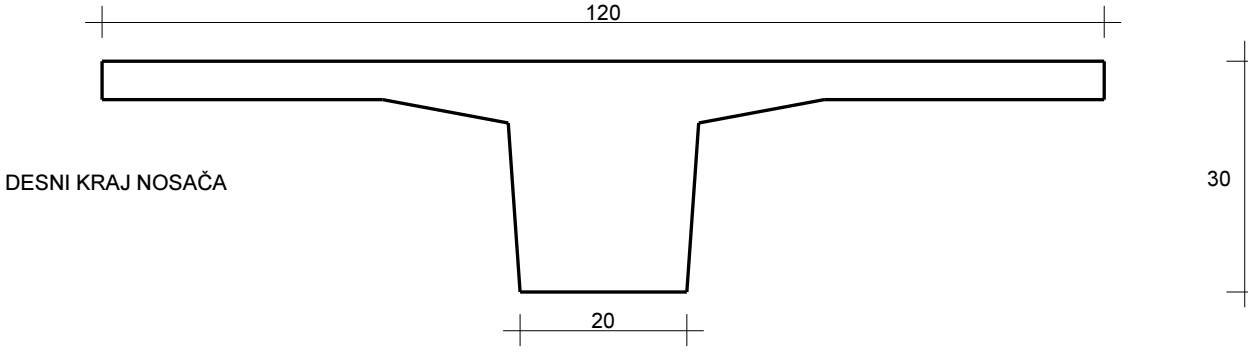
UZDUŽNI POGLED NA NOSAČ



POPREČNI PRESJECI NOSAČA







REAKCIJE (u kN)

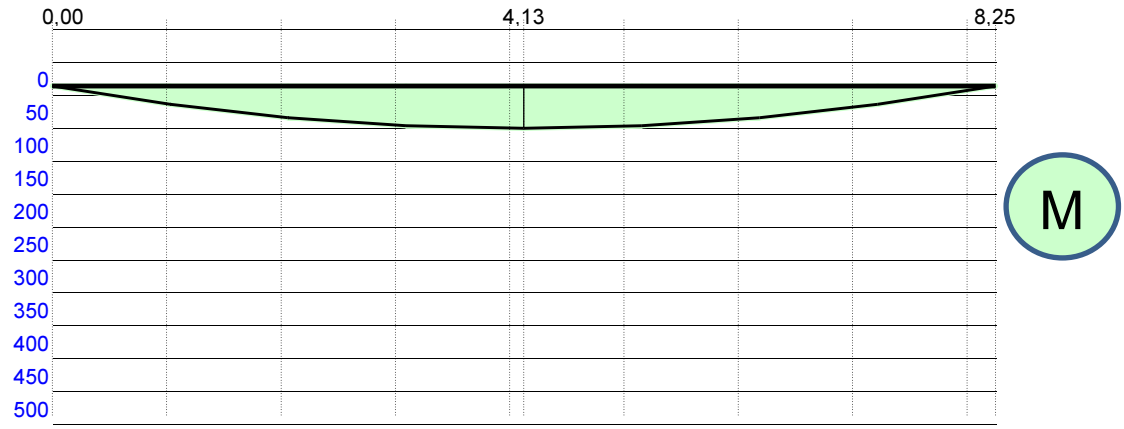
Oznake : **VT1** ... vlastita težina osnovnog presjeka
VT2 ... vlastita težina tlačne ploče
VT = **VT1** + **VT2**
ST ... stalni teret
PT ... promjenjivi teret
UKUPNO = **VT** + **ST** + **PT**

	VT1	VT2	ST	PT	VT	VT + ST	UKUPNO
Ležaj **A**	12,21	0,00	2,48	7,43	12,21	14,69	22,11
Ležaj **B**	12,21	0,00	2,48	7,43	12,21	14,69	22,11

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

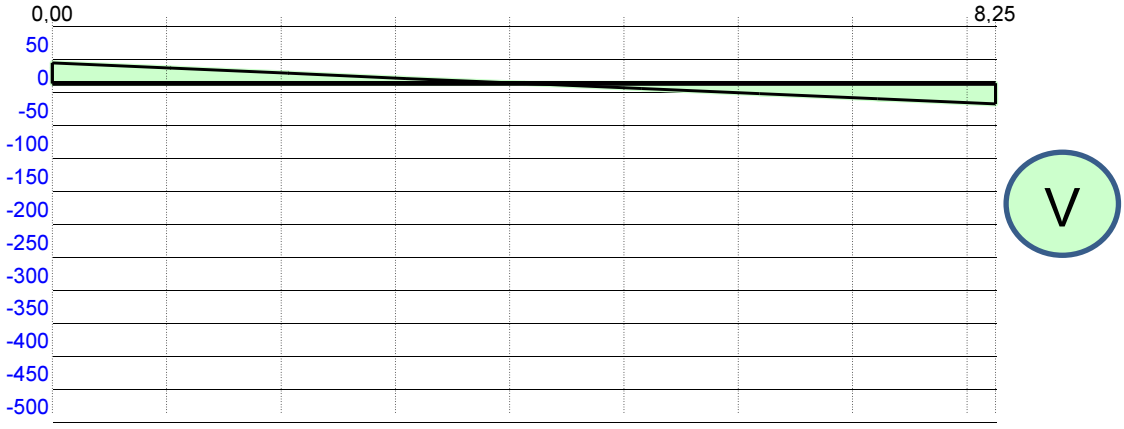
DIJAGRAM MOMENATA SAVIJANJA (**M**Sd = 1,35 x **M**g + 1,50 x **M**q)

Mmax =	63,87	kNm	**x** =	4,13	m



DIJAGRAM POPREČNIH SILA (**V**Sd = 1,35 x **V**g + 1,50 x **V**q)

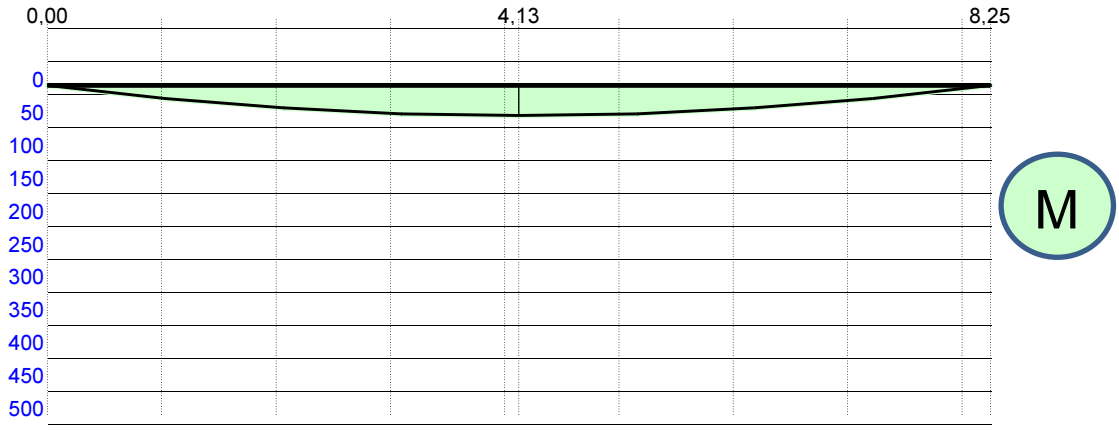
| **V**max | =	30,97	kN	**x** =	0,00	m



GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

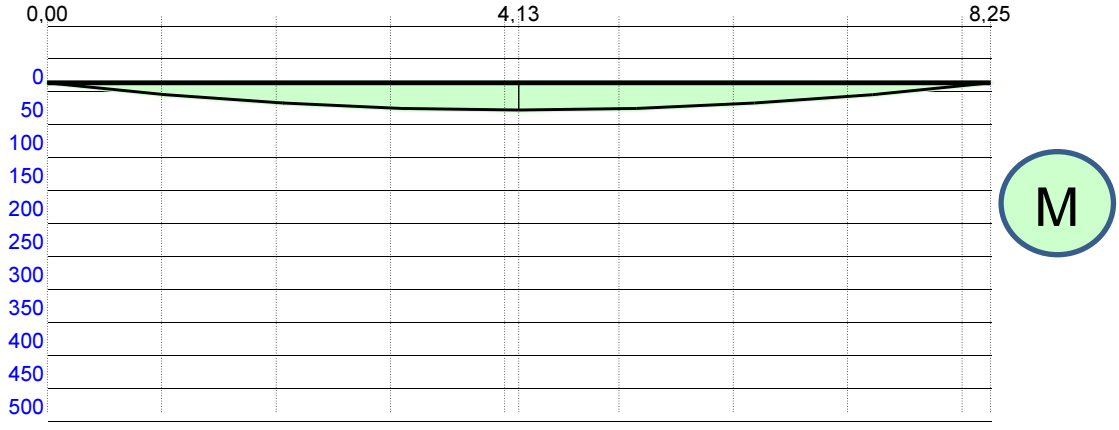
MOMENTI - RIJETKA KOMBINACIJA ($M_{Ed} = 1{,}00 \times M_g + 1{,}00 \times M_{q1} + \Sigma\psi_{0,i} \times M_{q,i}$)

Mmax =	45,61	kNm	x =	4,13	m



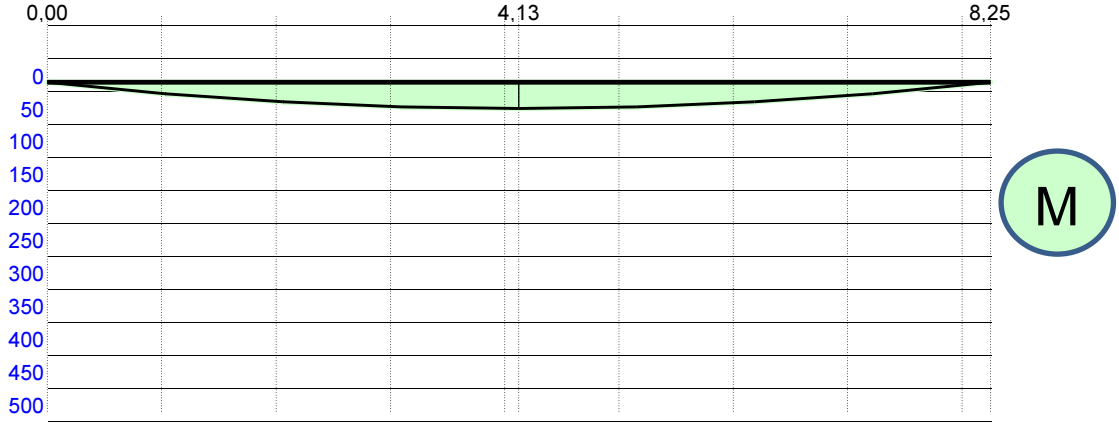
MOMENTI - ČESTA KOMBINACIJA ($M_{Ed} = 1{,}00 \times M_g + \psi_1 \times M_{q1} + \Sigma\psi_{2,i} \times M_{q,i}$)

Mmax =	41,01	kNm	x =	4,13	m



MOMENTI - KVAZISTALNA KOMBINACIJA ($M_{Ed} = 1{,}00 \times M_g + \Sigma\psi_{2,i} \times M_{q,i}$)

Mmax =	39,48	kNm	x =	4,13	m



ODABIR KABLOVA ZA PREDNAPREZANJE I MEKE ARMATURE

Kablovi za prednaprezanje postavljaju se u rasteru	4 x 4	cm.	
Najniži red kablova je na	6	cm od donjeg ruba nosača.	

ODABRANI KABLOVI ZA PREDNAPREZANJE

KABL	7 ϕ 5,00	7 ϕ 4,00	7 ϕ 3,00
OZNAKA	**A**	**B**	**C**
komada		2	

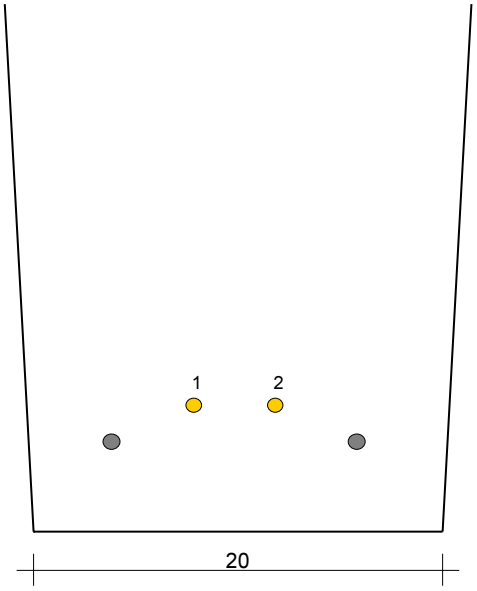
Početni napon u kablu :	1395	N/mm^2
Početna sila u kablovima :	259,47	kN

ODABRANA MEKA ARMATURA

PROFIL	komada
12	2

Armatura tlačne ploče :		cm^2
Tlačna armatura osnovnog presjeka :	2,26	cm^2
Armatura se postavlja na	4	cm od donjeg (gornjeg) ruba nosača.

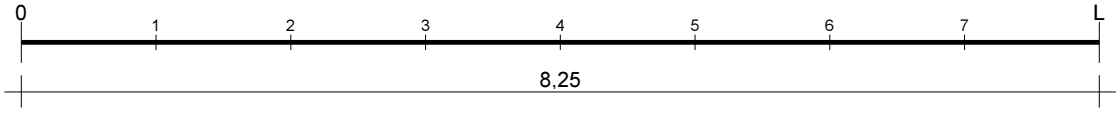
RASPORED KABLOVA I ARMATURE



POVRŠINA SVIH KABLOVA	1,86	cm^2
UDALJENOST TEŽIŠTA KABLOVA OD DONJEG RUBA NOSAČA	6,00	cm
POVRŠINA MEKE ARMATURE	2,26	cm^2

SHEMATSKI POLOŽAJ TIPSKIH PRESJEKA

Razmak između presjeka : Δx = 1,03 m



OMATANJE KABLOVA							KABL DJELUJE	
							od presjeka	do presjeka
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								

REOLOGIJA BETONA - POSTUPAK IZRADE PREDNAPREGNUTOG ELEMENTA

Na osnovu podataka iz proizvodnje elemenata i gradnje montažnih građevina, program razmatra karakteristične vremenske periode (periodi **T1** do **T8**), unutar kojih su elementi izloženi promjenama sredine i opterećenja, a koje su vezane uz tehnološki proces.

Period **T1** (0 - 1 dan)

Obuhvaća betoniranje, zaparivanje elementa, hlađenje i pripremu za vađenje iz kalupa. U zasićenoj pari do max.80˚C i vlažnost sredine 100% nije aktivirano ni skupljanje, ni puzanje. Relaksacija čelika ima privremeni kratkotrajni pad.
Pri starosti od 1 dan staza se otpušta, beton prima napone od prednaprezanja, aktivira se vlastita težina. Element je na otvorenom, vlažnost sredine 80%, obavlja se elastično skraćenje i dio relaksacije čelika. Aktivira se skupljanje i puzanje.

Period **T2** (1 - 7 dana)

Element je deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%.

Period **T3** (7 - 14 dana)

Element je transportiran na gradilište, te deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%. Pod kraj perioda element se montira, kod sastavljenih nosača betonira se tlačna ploča, vlažnost sredine bez promjene.

Period **T4** (14 - 28 dana)

Element prima stalni dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T5** (28 - 90 dana)

Element prima promjenjivi dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T6** (90 - 365 dana)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

Period **T7** (1 god. - 3 god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

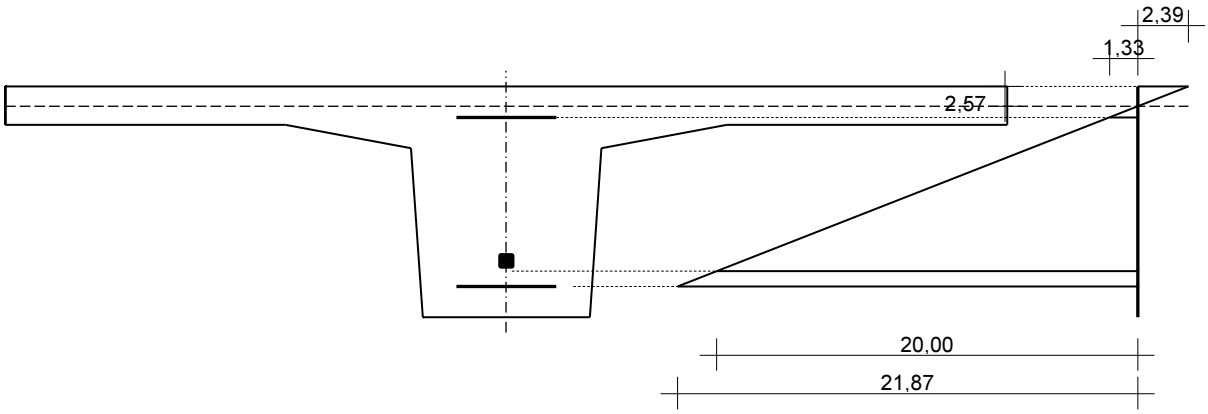
Period **T8** (3 god. - 50. god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa konačne vrijednosti deformacija skupljanja u skladu sa postupkom danim u točki 3.1.4, EN 1992-1-1:2004
U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa vrijednosti koeficijenta puzanja u skladu sa postupkom danim u Aneksu B, EN 1992-1-1:2004

KONTROLA NA SLOM

KRITIČNI PRESJEK :	4	lijevo/desno	UDALJEN JE	4,13	M OD LIJEVOG LEŽAJA



DEFORMACIJE (‰) - skraćenje se prikazuje sa predznakom '-'

ε p_dek	ε p_uk	ε s1	ε s2	ε c
5,49	25,49	21,87	1,33	-2,39

NAPONI (MPa) - apsolutne vrijednosti

σ p_uk	σ s1	σ s2
1513	449	280

M_Ed =	63,87	kNm
M_Rd =	92,04	kNm

ISKORIŠTENOST PRESJEKA :	69,39	%

KONTROLA NAPREZANJA (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.2)

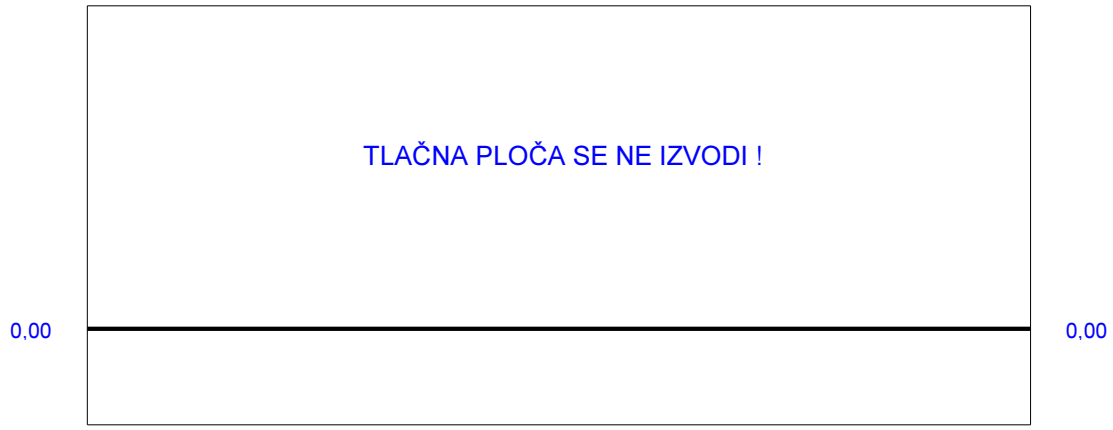
Program vrši kontrolu naprezanja po sljedećim fazama :

FAZA 1	.....	djeluje :	"P"	("P" ... utjecaji od sile prednaprezanja)
FAZA 2	.....	djeluje :	"P" + "VT1"	("VT1" ... utjecaji od vlastite težine osnovnog presjeka)
FAZA 3	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2"	("VT2" ... utjecaji od tlačne ploče za sastavljeni presjek)
FAZA 4	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST"	("ST" ... utjecaji od stalnog tereta)
FAZA 5	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST" + "PT"	("PT" ... utjecaji od pokretnog tereta)

Redoslijed nanošenja opterećenja pojašnjen je u **REOLOGIJI BETONA** - kroz periode **T1-T8**.
U **FAZI 1** i **FAZI 2** smatra se da je beton dostigao 70% svoje čvrstoće.
U **FAZI 5** kontrola naprezanja vrši se posebno za **rijetku**, a posebno za **kvazistalnu** kombinaciju opterećenja.

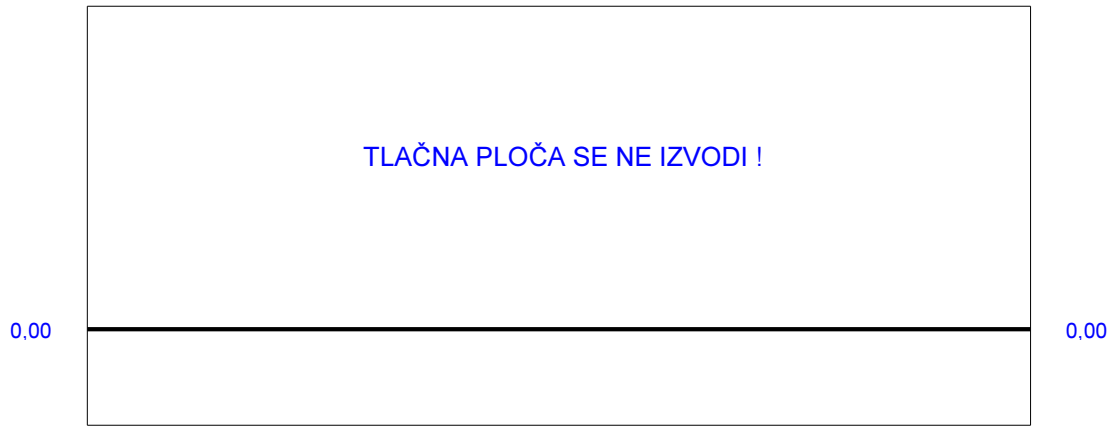
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	---	N/mm^2	**x**_min =	---	m



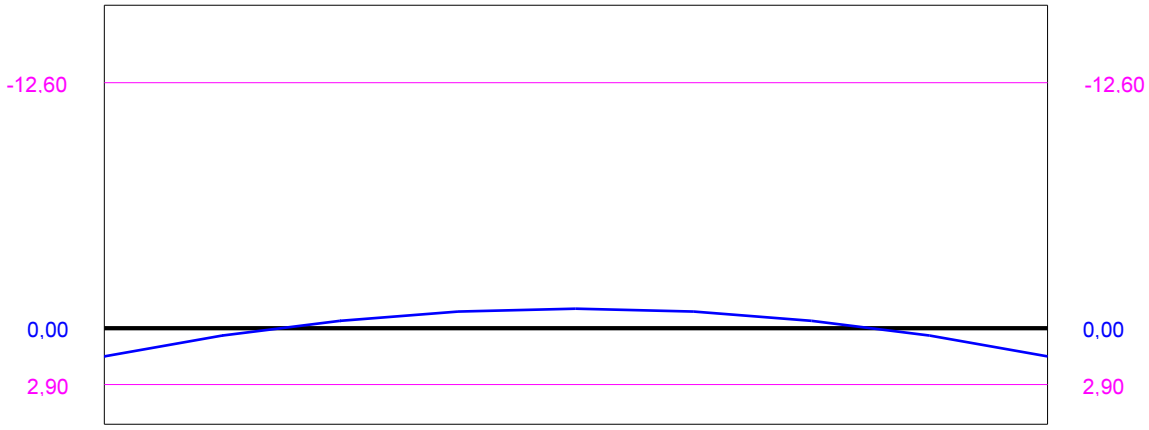
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	---	N/mm^2	**x**_min =	---	m



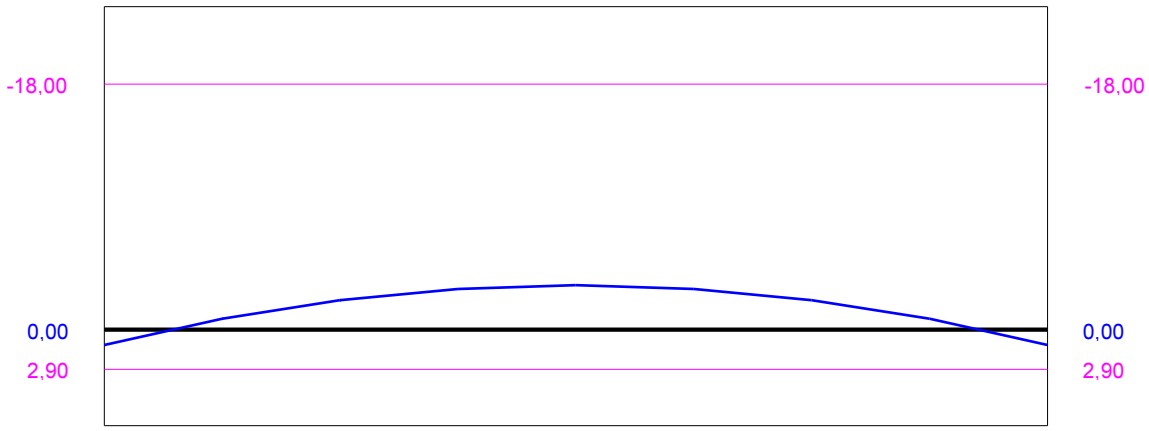
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-1,00	N/mm^2	x_min =	4,13	m
σ_max =	1,44	N/mm^2	x_max =	0,00	m



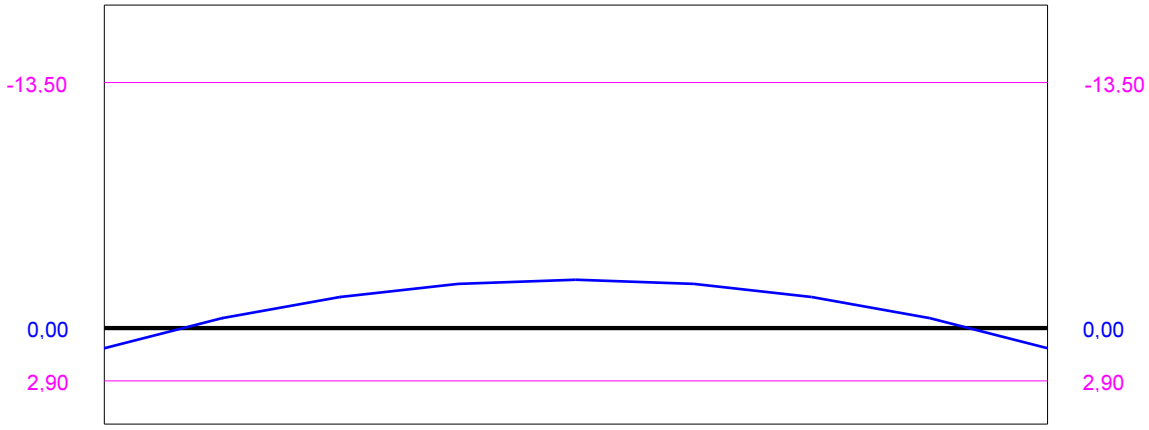
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-3,27	N/mm^2	x_min =	4,13	m
σ_max =	1,12	N/mm^2	x_max =	0,00	m



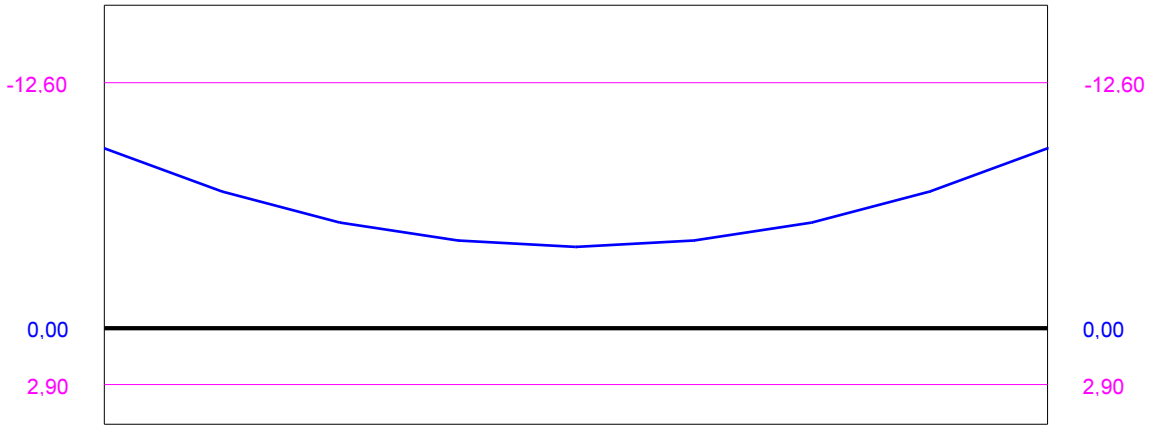
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-2,66	N/mm^2	x_min =	4,13	m
σ_max =	1,12	N/mm^2	x_max =	0,00	m



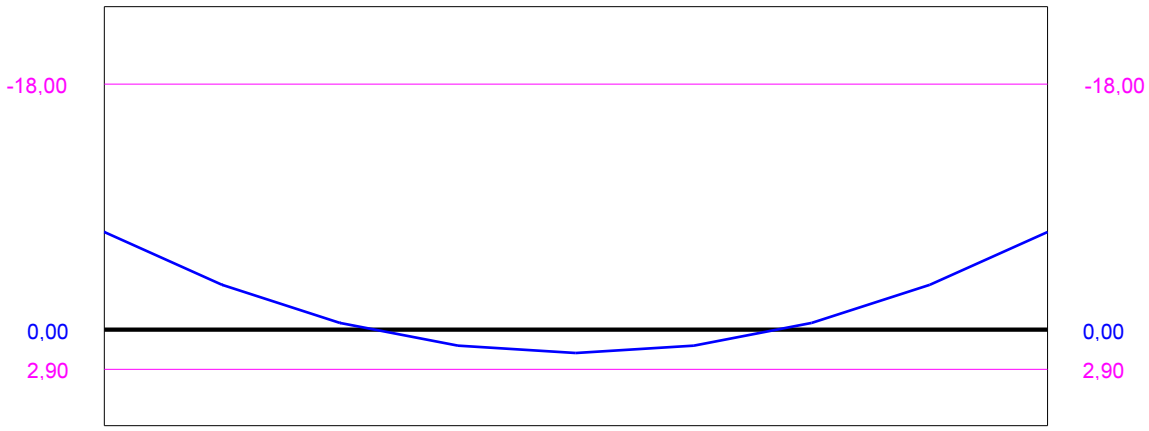
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-9,22	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



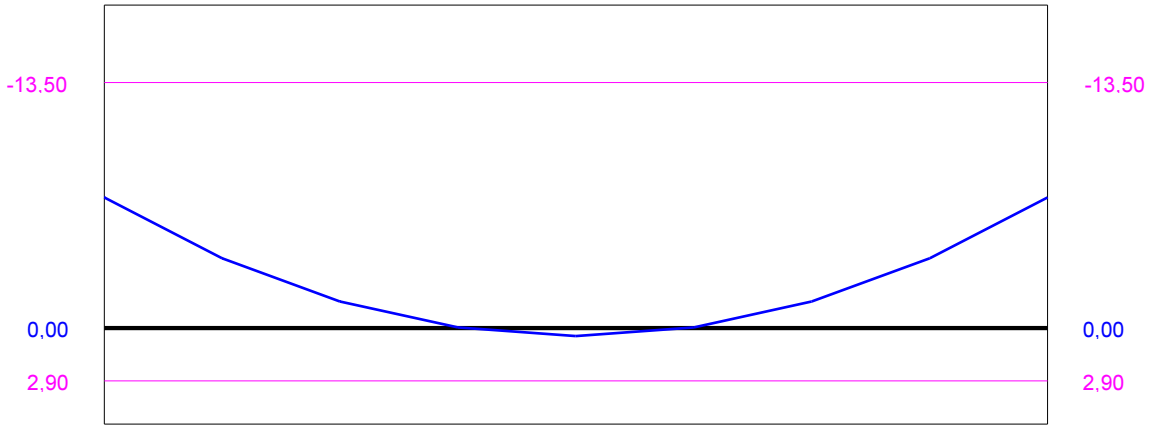
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-7,18	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	1,72	N/mm^2	x_max =	4,13	m



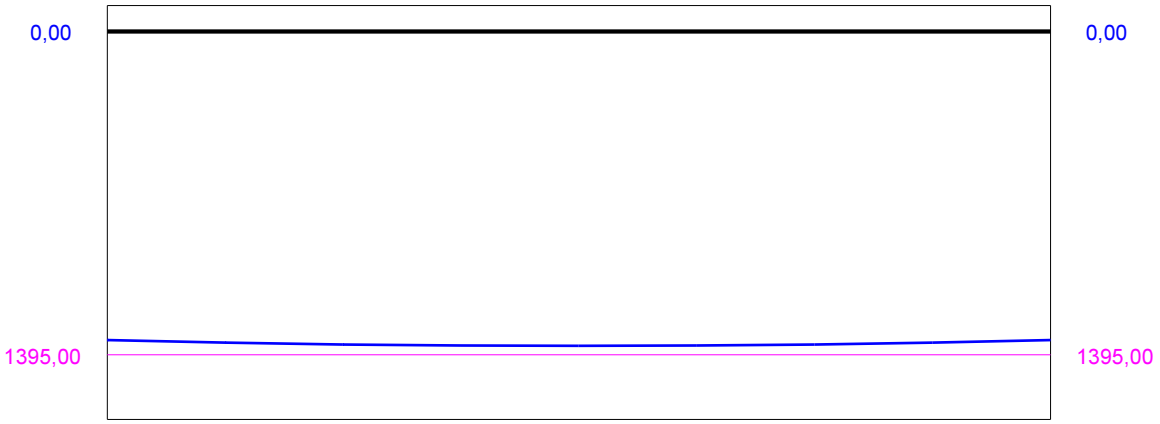
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-7,18	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	0,43	N/mm^2	x_max =	4,13	m



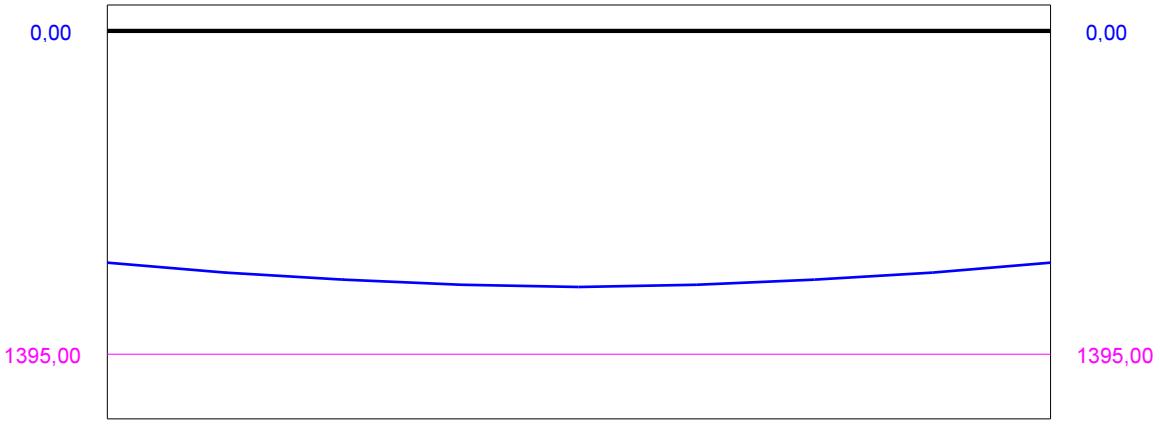
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_max =	1357,17	N/mm^2	x_max =	4,13	m



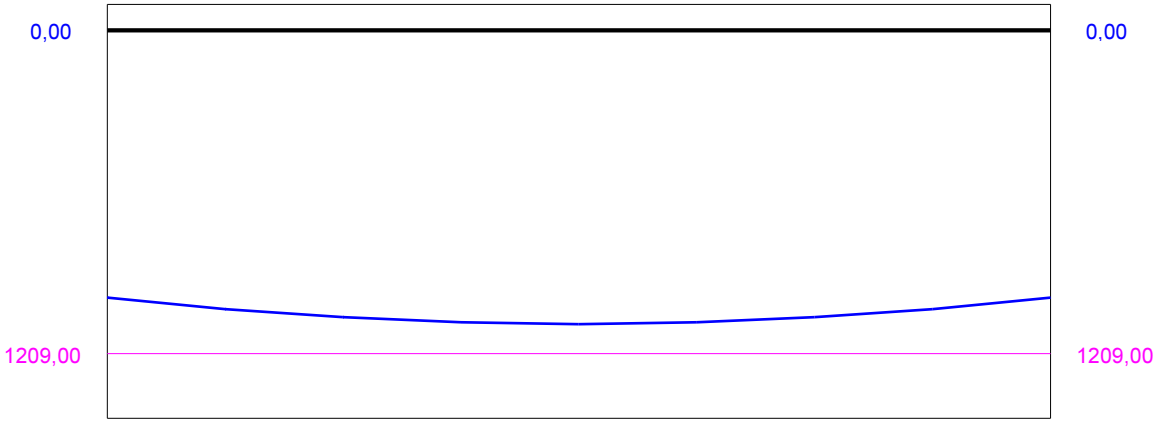
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	1104,61	N/mm^2	x_max =	4,13	m



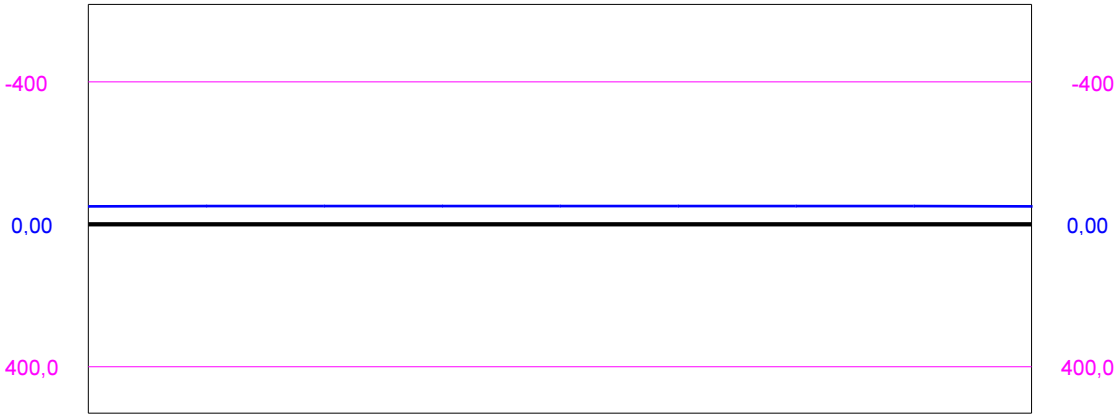
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	1098,06	N/mm^2	x_max =	4,13	m



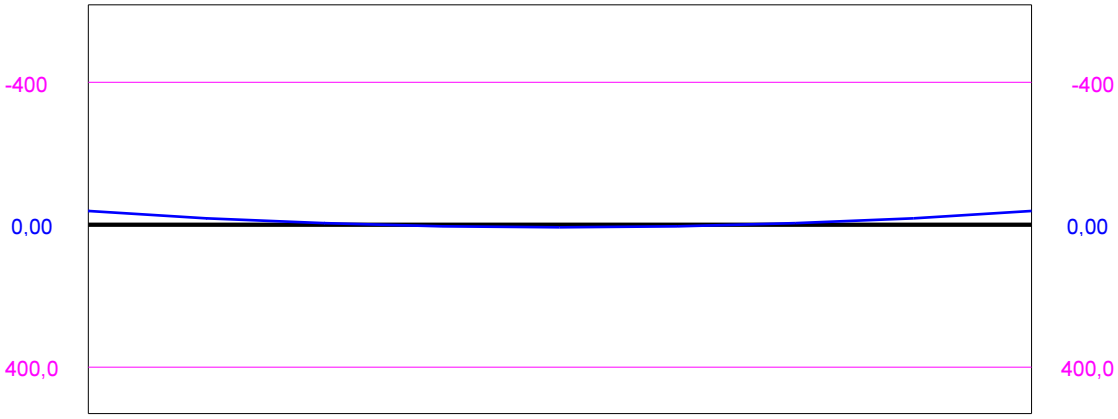
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_min =	-51,63	N/mm^2	x_min =	4,13	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



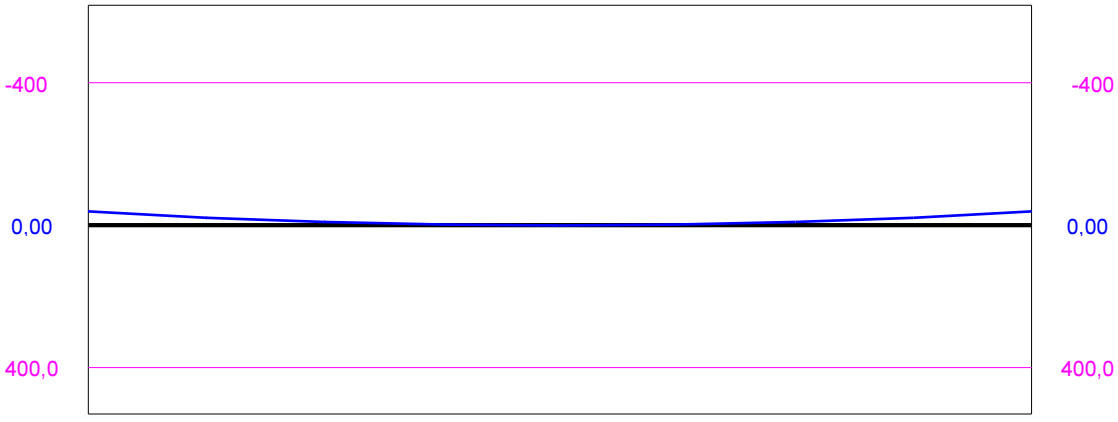
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-38,28	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	6,66	N/mm^2	x_max =	4,13	m



NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-38,28	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	0,11	N/mm^2	x_max =	4,13	m



KONTROLA PUKOTINA

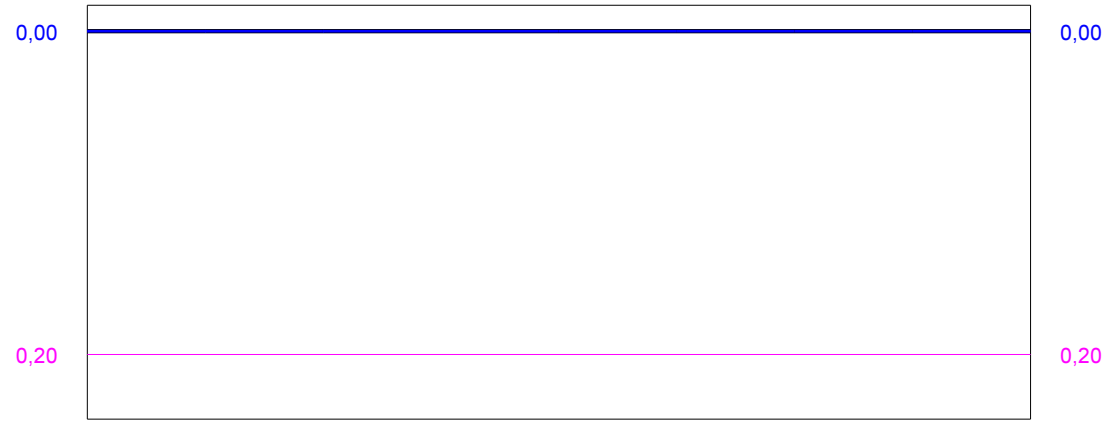
(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Kontrola pukotina vrši se za **FAZU 5** - **čestu kombinaciju opterećenja**.

Kontrolu pukotina nije potrebno provoditi ako naponi na mjerodavnom rubu betona (σ_c_max) ne prelaze vrijednost dopuštenog vlačnog naprezanja u betonu (**f**_ctm).

f_ctm =	2,90	N/mm^2

	Ležaj **A**	Polje	Ležaj **B**
Maksimalni mjerodavni napon σ_c_max [N/mm^2] :	---	0,753	---
Udaljenost σ_c_max od lijevog ležaja nosača [m] :	---	4,13	---
Potrebna površina armature **A**_s_min [cm^2] :	---	0,57	---
Stvarna površina armature **A**_s [cm^2] :	---	2,26	---
Najveća širina pukotine **w**_k_max [mm] :	---	0,000	---
Dopuštena širina pukotine **w**_k_dop [mm] :	---	0,20	---



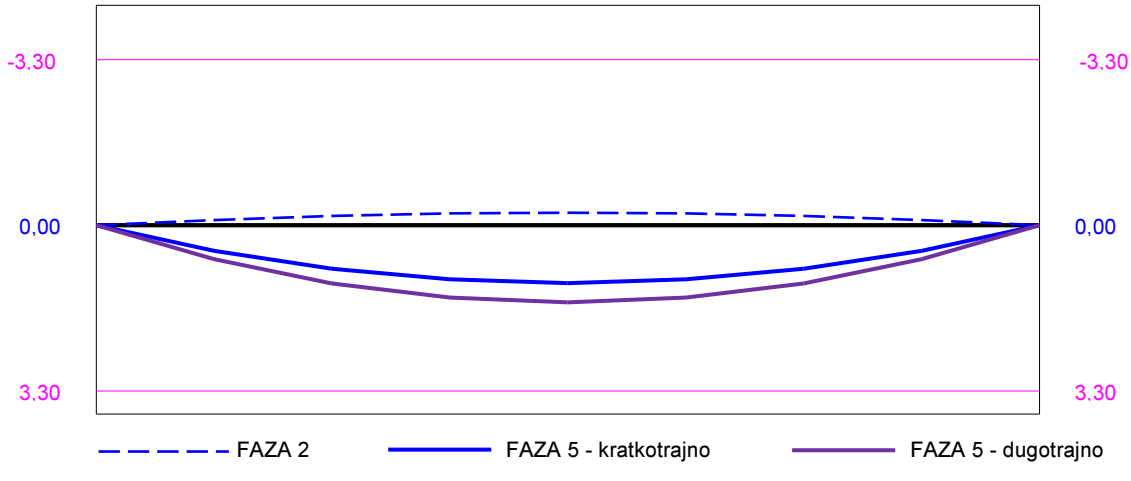
KONTROLA PROGIBA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Mjerodavni progibi su u **FAZI 5**, u kojoj se posebno promatra progib od kratkotrajnog djelovanja, a posebno progib od dugotrajnog djelovanja. Niti u jednom slučaju progib ne smije biti veći od dopuštene vrijednosti.

Informativno, program prikazuje progib u **FAZI 2**, kada na nosač djeluju samo kablovi i njegova vlastita težina.

Dopušteni progib (apsolutna vrijednost):	3,30	**cm (= L/250, odnosno L/600 za slučaj krana)**
Progib usljed djelovanja kablova neposredno nakon njihovog otpuštanja - **FAZA 2**:	-0,25	cm
Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična/rijetka kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	1,15	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	1,54	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja - **FAZA 5**:	0,57	cm



Progibi u međufazama:

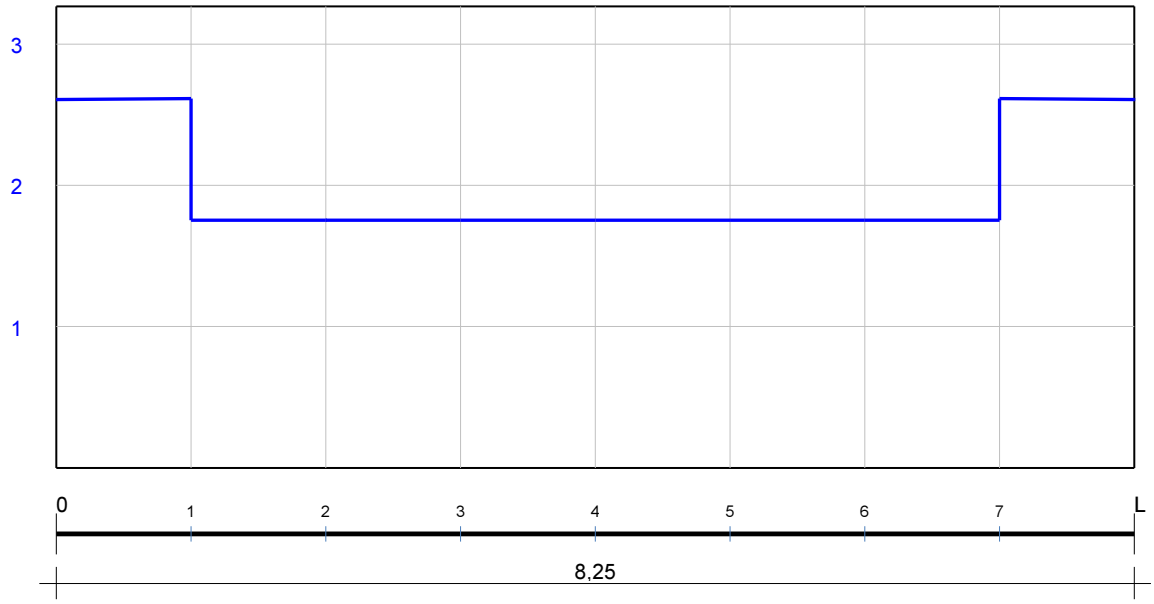
FAZA 3:	-0,20	cm	**FAZA 4:**	-0,04	cm

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

Program određuje potrebnu površinu poprečne armature (vilica) po presjecima duž nosača.

Dijagram prikazuje ukupnu potrebnu poprečnu armaturu **A**sw [cm2] na dužini od 100 cm.

Maksimalni razmak vilica:	**S**w,max =	19	cm



Asw,max =	2,61	cm2/m
Asw,min =	1,75	cm2/m

Δx =	1,03	m

Napomena:

Ukupna potrebna površina poprečne armature (vilica) sastoji se od potrebne površine poprečne armature od djelovanja poprečne sile i potrebne površine poprečne armature od djelovanja sile cijepanja.

Potrebna površina poprečne armature (vilica) od sile cijepanja **A**sw,spl određuje se prema slijedećoj formuli :

$$A_{sw_spl} = 0{,}25 \times (1 - 2 \times y_k / H) \times N_{ko} / f_{yd}$$

gdje je :

yk = udaljenost težišta kablova od donjeg ruba nosača (u cm)
H = visina nosača na ležaju (u cm)
Nko = početna sila prednaprezanja (u kN)
fyd = računska vrijednost granice tečenja armature (u kN/cm^2)

Veličina **A**sw,spl pridodaje se potrebnoj poprečnoj armaturi od djelovanja poprečne sile **na prvom metru** od ležaja.

Smatra se da utjecaj sile cijepanja prestaje nakon prvog metra od ležaja.

BOČNA STABILNOST GREDNOG NOSAČA

Kontrola bočne stabilnosti nosača provodi se za dva slučaja - fazu montaže i fazu korištenja.

FAZA MONTAŽE

Provjera se radi po metodi LEBELLE, uz pretpostavke da se centar posmika poklapa sa težištem presjeka i da kritično opterećenje izbočavanja djeluje na gornjem rubu nosača.

Proračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \times G \le q_k \times W$ gdje je q_k = kritično opterećenje izbočavanja

$q_k = 16 \times \alpha^{(1/2)} \times \gamma \times A_k^{(1/2)} / W^3$ W = ukupna dužina grednog nosača

α = koeficijent iz tablice LEBELLE, u zavisnosti od razmaka točaka dizanja $\rho \times W$ i funkcije $f(\alpha)$

$0,5 \le \rho \le 1,0$

$f(\alpha) = 4 \times (f / W) \times [E_{cd} \times I_y / (G_{cd} \times I_T)]^{(1/2)}$

f = udaljenost kritičnog opterećenja izbočavanja od težišta presjeka

$\gamma = (1 + 0,518 \times \delta^2)^{(1/2)} - 0,72 \times \delta$, po pretpostavci je $\delta = f(\alpha)$

$A_k = E_{cd} \times I_y \times G_{cd} \times I_T \times I_x / (I_x - I_y)$

Za mjerodavni presjek uzima se onaj u kojem su u FAZI 2 najveća tlačna naprezanja na gornjem rubu nosača.

U presjeku ispod točke dizanja naponi na gornjem i donjem rubu betona σ_c^g i σ_c^d trebaju biti unutar dopuštenih vrijednosti.

$\gamma_G \times G =$ 32,97 kN (faktorirana vlastita težina nosača)

$L =$ 8,25 m $W =$ 8,25 m $f =$ 0,0933 m

$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_C =$ 21891045 kN/m^2 $G_{cd} = 0,417 \times E_{cd} =$ 9128566 kN/m^2

$I_x =$ 0,0009119 m^4 $I_y =$ 0,0074700 m^4 $I_T =$ 0,0009993 m^4

$f(\alpha) =$ 0,19150 $\gamma =$ 0,87157 $A_k^{(1/2)} =$ 14402,03 kNm^2

	$\rho = 0,5$	$\rho = 0,6$	$\rho = 0,7$	$\rho = 0,8$	$\rho = 0,9$	$\rho = 1,0$
α	207,919	100,464	8,127	1,352	0,351	0,119
$q_k \times W$ [kN]	42548,84	29576,44	8412,07	3431,36	1749,13	1018,87
σ_c^g [N/mm^2]	2,082	1,849	1,676	1,537	1,463	1,438
σ_c^d [N/mm^2]	-10,710	-10,166	-9,797	-9,436	-9,277	-9,225

RAZMAK TOČAKA ZA DIZANJE NOSAČA MOŽE BITI U INTERVALU [0,5W ; 1,0W]!

FAZA KORIŠTENJA

Provjera se radi prema smjernicama iz EUROCODE-a (EN 1992-1-1:2004 - 5.9), te po metodi STIGLAT.

EUROCODE:

-stalne situacije: $L / b =$ 6,88 < 79,37 $= 50 / (h / b)^{(1/3)}$ $h / b =$ 0,25

-prolazne situacije: $L / b =$ 6,88 < 111,12 $= 70 / (h / b)^{(1/3)}$ $h / b =$ 0,25

(L = raspon nosača ; h = visina nosača u sredini raspona ; b = širina gornjeg pojasa nosača)

PREMA EN 1992-1-1:2004 - 5.9 GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

STIGLAT:

Uvjet: $M_{y,K} = (\sigma_T / \sigma_{Ki}) \times M_{y,Ki} \ge \gamma \times M_y$

σ_T = vrijednost iz grafika, u funkciji od λ_v i klase betona $\lambda_v = \pi \times (E_{cm} / \sigma_{Ki})^{(1/2)}$

σ_{Ki} = maksimalni napon od momenta $M_{y,Ki}$

$M_{y,Ki} = (k_1 \times k_2 \times k_3 / L) \times [(E \times I_y) \times (G \times I_T)]^{(1/2)}$ k_1, k_2, k_3 = koeficijenti

$E =$ $E_{cm} =$ 32836568 kN/m^2 $G = 0,417 \times E =$ 13692849 kN/m^2

$M_y =$ $M_g + M_q =$ 45,61 kNm (maksimalni moment savijanja) $\gamma =$ 2,00

I_y [m^4]	I_T [m^4]	k_1	k_2	k_3	$M_{y,Ki}$ [kNm]	σ_{Ki} [kN/m^2]	λ_v	σ_T [kN/m^2]
0,0074700	0,0009993	3,5400	1,0000	0,9029	22445,06	2296114,46	11,87	30000,00

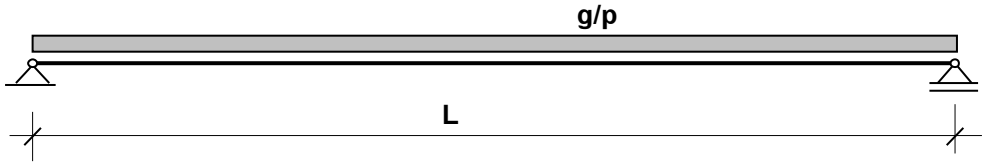
$M_{y,K} =$ 293,26 kNm > 91,21 kNm $= \gamma \times M_y$

U FAZI KORIŠTENJA GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

ANALIZA OPTEREĆENJA NA MEĐUKATNE PLOČE

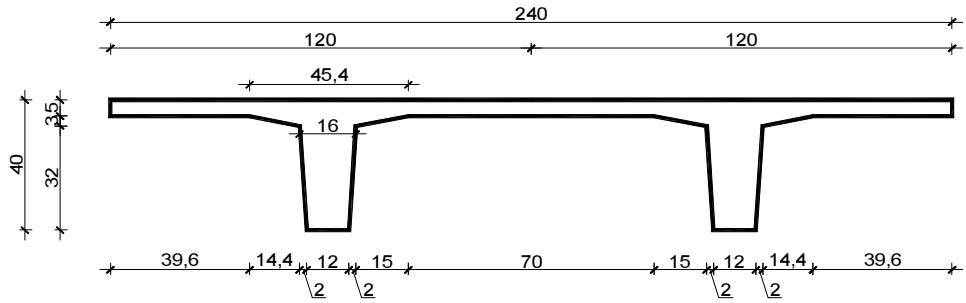
POZ TT-2

Statički sustav:



L = 11,00 m

Poprečni presjek:



a) stalni teret

- tlačna ploča d = 8 cm, uzeta u obzir u programu
- instalacije + spušteni strop..... 0,50 kN/m^2

g_k = 0,50 kN/m^2

b) uporabno opterećenje

Nestambeno potkrovlje:

q_k = 1,50 kN/m^2

Širina TT ploče:

b = 240 cm

Opterećenje na jedno rebro ploče:

a) stalno $g_{k,r} = g_k \cdot b / 2 =$ 0,50 · 2,40 / 2 → **$g_{k,r,g}$ =** 0,60 kN/m^1

b) uporabno $q_{k,r} = q_{k,u} \cdot b / 2 =$ 1,50 · 2,40 / 2 → **$q_{k,r,k}$ =** 1,80 kN/m^1

POZ. TT-2

GEOMETRIJSKI PODACI :

POPREČNI PRESJEK NOSAČA U POLJU / BEZ TLAČNE PLOČE / (mjere u centimetrima) :

širina gornjeg pojasa :	b_{GP}	120
širina gornje vute :	b_{GV}	45,4
širina rebra uz GP :	b_{GR}	16
širina rebra uz DP :	b_{DR}	12
širina donjeg pojasa :	b_{DP}	12

visina gornjeg pojasa :	h_{GP}	5
visina gornje vute :	h_{GV}	3
visina donje vute :	h_{DV}	0
visina donjeg pojasa :	h_{DP}	0

TLAČNA PLOČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

širina tlačne ploče :	b_{TP}	120
visina tlačne ploče :	h_{TP}	0

Tlačna ploča je, u fazi betoniranja, poduprta : NE

VISINE PRESJEKA, ZAJEDNO SA TLAČNOM PLOČOM (mjere u centimetrima) :

visina nosača na lijevom kraju :	H_p	40
visina nosača u polju / sljemenu :	H_f	40
visina nosača na desnom kraju :	H_r	40

OJAČANJE PRESJEKA NA KRAJEVIMA NOSAČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

- LIJEVI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	12
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

- DESNI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	12
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

STATIČKI PODACI ZA NOSAČ :

udaljenost sljemena od lijevog kraja :	f	0,00	m
raspon nosača :	L	11,00	m
dužina lijevog prepusta :	p	0,00	m
dužina desnog prepusta :	r	0,00	m

OPTEREĆENJE :

KONTINUIRANO OPTEREĆENJE

STALNO	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
g_1	0,60	11,00	0,00
g_2			
g_3			
PROMJENJ.	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
q_1	1,80	11,00	0,00
q_2			
q_3			

KONCENTRIRANE SILE

Broj koncentriranih sila :		N	
Sila br.	udaljenost od lij. kraja (m)	STALNO (kN)	PROMJENJ. (kN)

KONCENTRIRANI MOMENT SAVIJANJA

Moment br.	udaljenost od lij. kraja (m)	STALNO (kNm)	PROMJENJ. (kNm)

POZ. TT-2

PARCIJALNI KOEFICIJENTI SIGURNOSTI :

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

	STALNO γ_G	PROMJENJ. γ_Q	PREDNAPR. γ_P
nepovoljno djelovanje :	1,35	1,50	1,00
povoljno djelovanje :	1,00	0,00	1,00

GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

dominantno promjenjivo opterećenje:	ψ_0	ψ_1	ψ_2
robne kuće, izložbeni prostori, škole, knjižare, arhivi	0,7	0,7	0,6

MATERIJALI :

BETON

- OSNOVNI PRESJEK

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C30/37	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	XC1

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3283,66 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 30,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 2,90 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza prednaprezanja : 12,60 N/mm^2
- faza korištenja : 13,50 N/mm^2

- TLAČNA PLOČA (EVENTUALNO)

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C30/37	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	---

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3283,66 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 30,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 2,90 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza korištenja : 13,50 N/mm^2

ČELIK ZA PREDNAPREZANJE

NAZIV ČELIKA :	Y1860S7	MODUL ELASTIČNOSTI : E_p =	20700 kN/cm^2

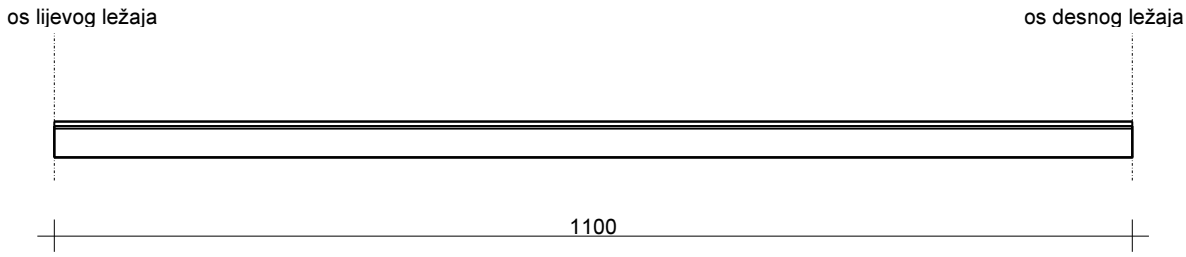
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{pk} = 1860 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : $f_{p0,1k}$ = 1635 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 3,5 %

ČELIK ZA ARMIRANJE

NAZIV ČELIKA :	B500B	MODUL ELASTIČNOSTI : E_s =	21000 kN/cm^2

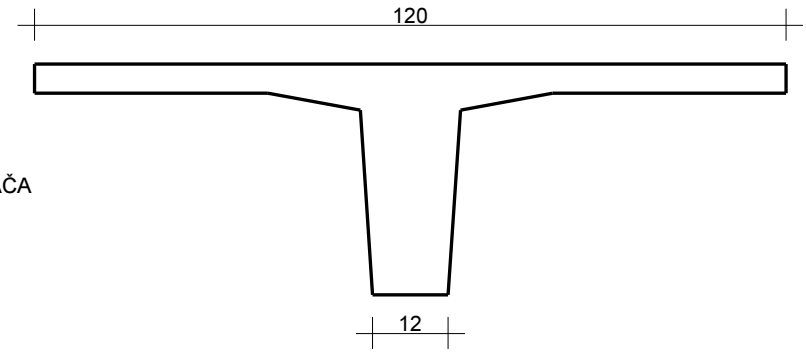
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{tk} = 540 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : f_{yk} = 500 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 5,0 %

UZDUŽNI POGLED NA NOSAČ

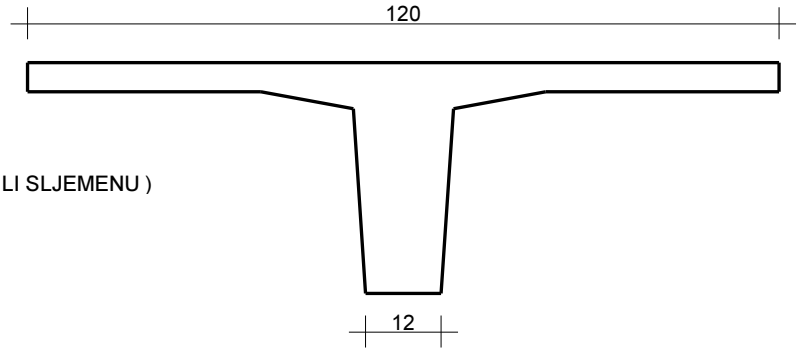


POPREČNI PRESJECI NOSAČA

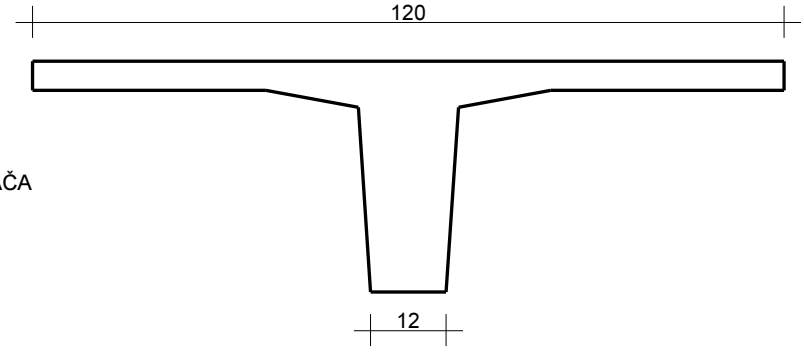
LIJEVI KRAJ NOSAČA



NOSAČ U POLJU (ILI SLJEMENU)



DESNI KRAJ NOSAČA



REAKCIJE (u kN)

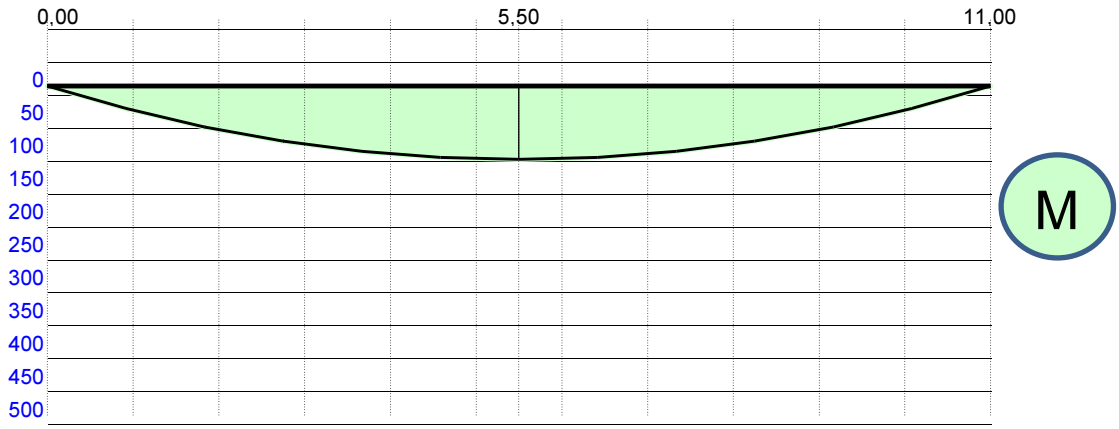
Oznake : **VT1** ... vlastita težina osnovnog presjeka
VT2 ... vlastita težina tlačne ploče
VT = **VT1** + **VT2**
ST ... stalni teret
PT ... promjenjivi teret
UKUPNO = **VT** + **ST** + **PT**

	VT1	VT2	ST	PT	VT	VT + ST	UKUPNO
Ležaj **A**	15,68	0,00	3,30	9,90	15,68	18,98	28,88
Ležaj **B**	15,68	0,00	3,30	9,90	15,68	18,98	28,88

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

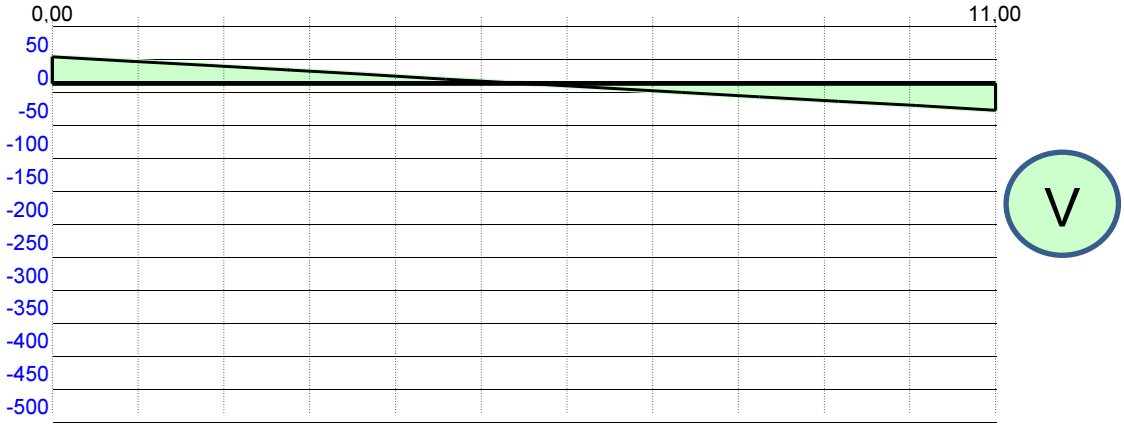
DIJAGRAM MOMENATA SAVIJANJA (**M**Sd = 1,35 x **M**g + 1,50 x **M**q)

Mmax =	111,29	kNm	**x** =	5,50	m



DIJAGRAM POPREČNIH SILA (**V**Sd = 1,35 x **V**g + 1,50 x **V**q)

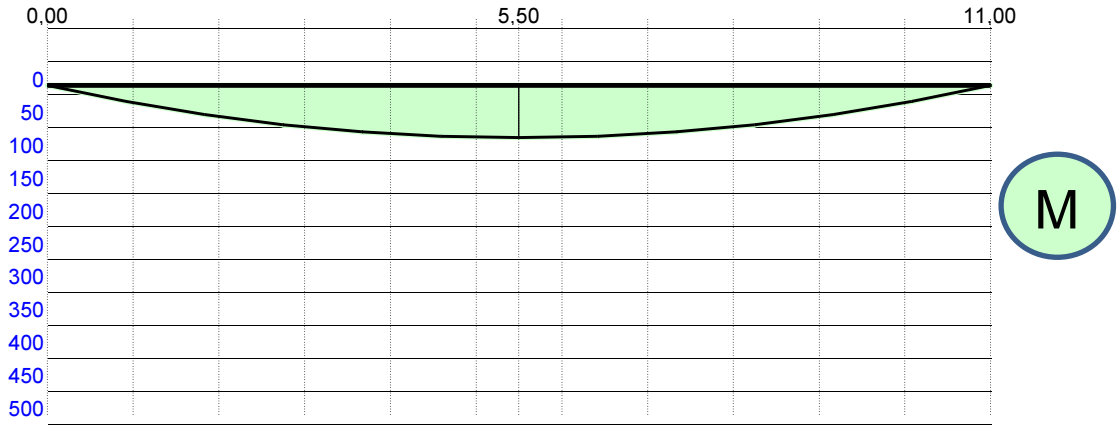
| Vmax | =	40,47	kN	**x** =	0,00	m



GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

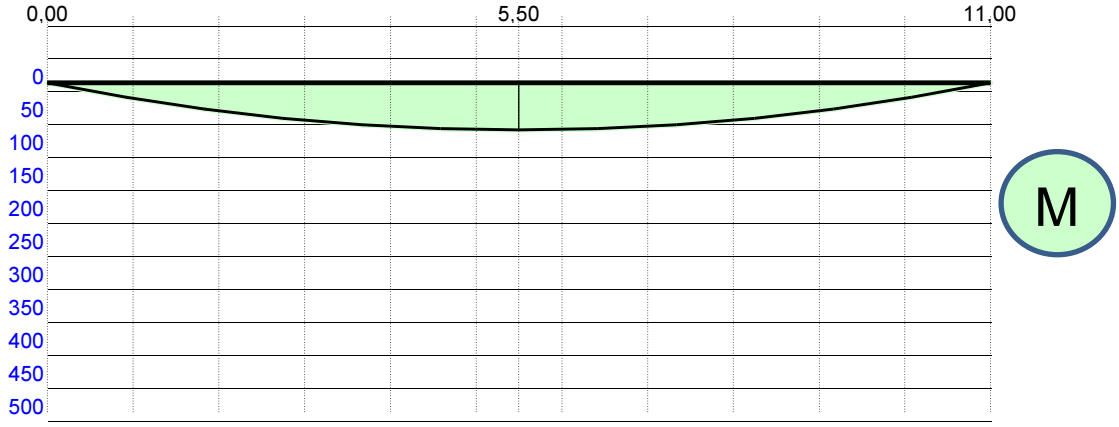
MOMENTI - RIJETKA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + 1,00 x **M**q1 + Σψ0,i x **M**q,i)

Mmax =	79,41	kNm	**x** =	5,50	m



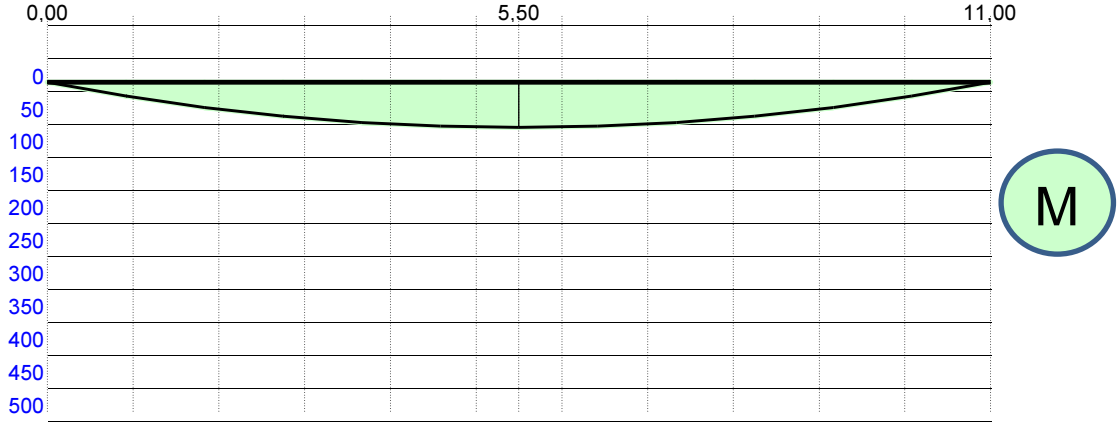
MOMENTI - ČESTA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + ψ1 x **M**q1 + Σψ2,i x **M**q,i)

Mmax =	71,24	kNm	**x** =	5,50	m



MOMENTI - KVAZISTALNA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + Σψ2,i x **M**q,i)

Mmax =	68,52	kNm	**x** =	5,50	m



ODABIR KABLOVA ZA PREDNAPREZANJE I MEKE ARMATURE

Kablovi za prednaprezanje postavljaju se u rasteru	5 x 5	cm.	
Najniži red kablova je na	5	cm od donjeg ruba nosača.	

ODABRANI KABLOVI ZA PREDNAPREZANJE

KABL	7 ϕ 5,00	7 ϕ 4,00	7 ϕ 3,00
OZNAKA	**A**	**B**	**C**
komada	2		

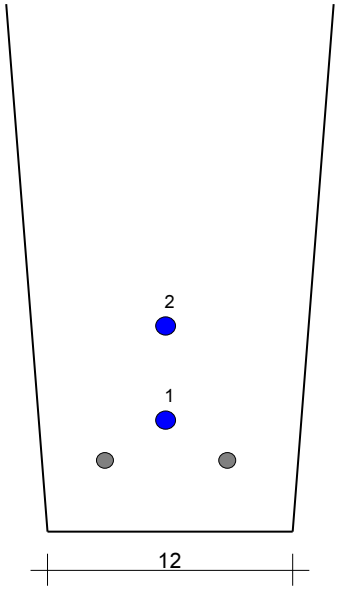
Početni napon u kablu :	1395	N/mm^2
Početna sila u kablovima :	390,60	kN

ODABRANA MEKA ARMATURA

PROFIL	komada
12	2

Armatura tlačne ploče :		cm^2
Tlačna armatura osnovnog presjeka :	2,26	cm^2
Armatura se postavlja na	3	cm od donjeg (gornjeg) ruba nosača.

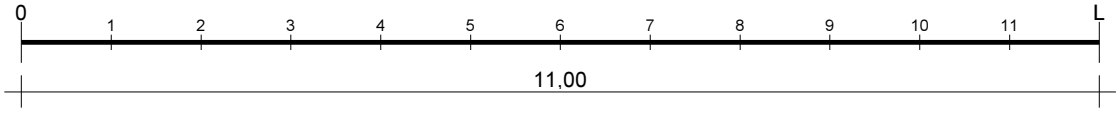
RASPORED KABLOVA I ARMATURE



POVRŠINA SVIH KABLOVA	2,80	cm^2
UDALJENOST TEŽIŠTA KABLOVA OD DONJEG RUBA NOSAČA	7,50	cm
POVRŠINA MEKE ARMATURE	2,26	cm^2

SHEMATSKI POLOŽAJ TIPSKIH PRESJEKA

Razmak između presjeka : Δx = 0,92 m



OMATANJE KABLOVA							KABL DJELUJE	
							od presjeka	do presjeka
KABL BR.	2						2	10
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								

REOLOGIJA BETONA - POSTUPAK IZRADE PREDNAPREGNUTOG ELEMENTA

Na osnovu podataka iz proizvodnje elemenata i gradnje montažnih građevina, program razmatra karakteristične vremenske periode (periodi **T1** do **T8**), unutar kojih su elementi izloženi promjenama sredine i opterećenja, a koje su vezane uz tehnološki proces.

Period **T1** (0 - 1 dan)

Obuhvaća betoniranje, zaparivanje elementa, hlađenje i pripremu za vađenje iz kalupa. U zasićenoj pari do max.80˚C i vlažnost sredine 100% nije aktivirano ni skupljanje, ni puzanje. Relaksacija čelika ima privremeni kratkotrajni pad.
Pri starosti od 1 dan staza se otpušta, beton prima napone od prednaprezanja, aktivira se vlastita težina. Element je na otvorenom, vlažnost sredine 80%, obavlja se elastično skraćenje i dio relaksacije čelika. Aktivira se skupljanje i puzanje.

Period **T2** (1 - 7 dana)

Element je deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%.

Period **T3** (7 - 14 dana)

Element je transportiran na gradilište, te deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%. Pod kraj perioda element se montira, kod sastavljenih nosača betonira se tlačna ploča, vlažnost sredine bez promjene.

Period **T4** (14 - 28 dana)

Element prima stalni dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T5** (28 - 90 dana)

Element prima promjenjivi dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T6** (90 - 365 dana)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

Period **T7** (1 god. - 3 god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

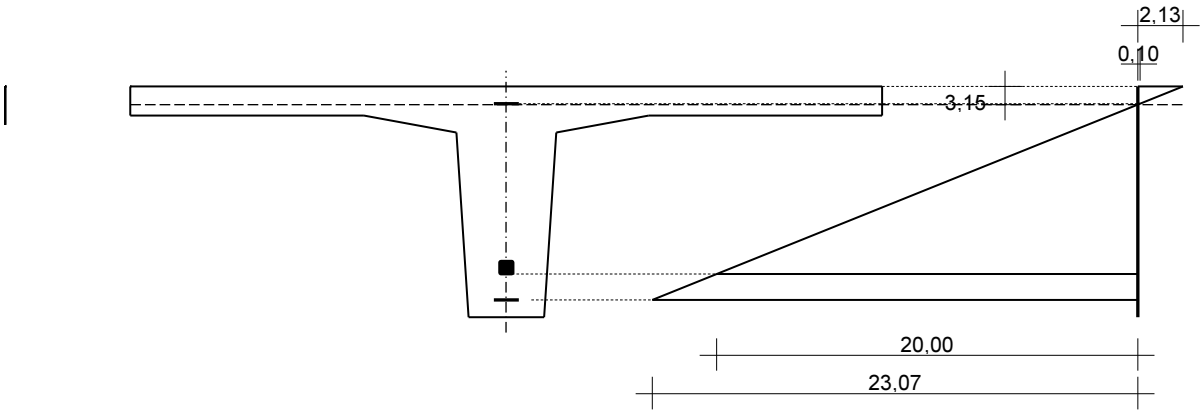
Period **T8** (3 god. - 50. god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa konačne vrijednosti deformacija skupljanja u skladu sa postupkom danim u točki 3.1.4, EN 1992-1-1:2004
U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa vrijednosti koeficijenta puzanja u skladu sa postupkom danim u Aneksu B, EN 1992-1-1:2004

KONTROLA NA SLOM

KRITIČNI PRESJEK :	6	lijevo/desno	UDALJEN JE	5,50	M OD LIJEVOG LEŽAJA



DEFORMACIJE (‰) - skraćenje se prikazuje sa predznakom '-'

ε p_dek	ε p_uk	ε s1	ε s2	ε c
5,19	25,19	23,07	-0,10	-2,13

NAPONI (MPa) - apsolutne vrijednosti

σ p_uk	σ s1	σ s2
1513	450	21

M_Ed =	111,29	kNm
M_Rd =	169,02	kNm

ISKORIŠTENOST PRESJEKA :	65,84	%

KONTROLA NAPREZANJA (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.2)

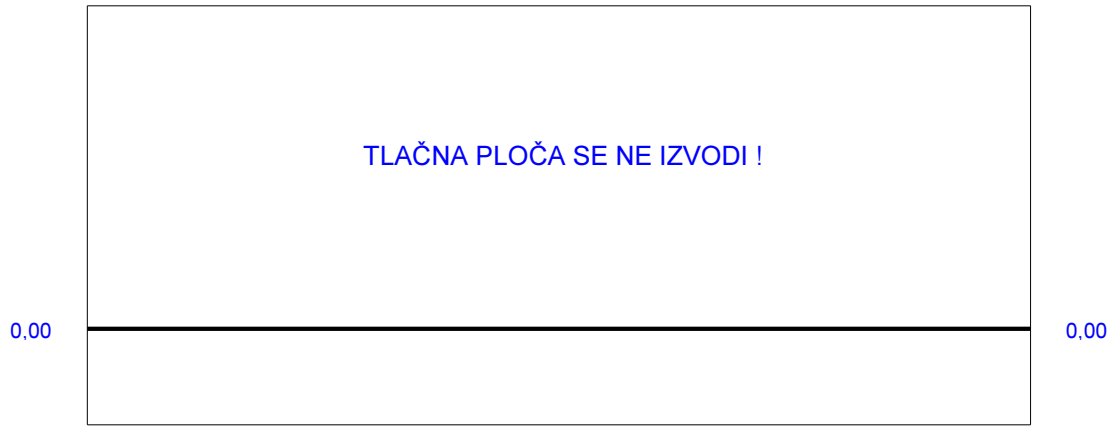
Program vrši kontrolu naprezanja po sljedećim fazama :

FAZA 1	.....	djeluje :	"P"	("P" ... utjecaji od sile prednaprezanja)
FAZA 2	.....	djeluje :	"P" + "VT1"	("VT1" ... utjecaji od vlastite težine osnovnog presjeka)
FAZA 3	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2"	("VT2" ... utjecaji od tlačne ploče za sastavljeni presjek)
FAZA 4	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST"	("ST" ... utjecaji od stalnog tereta)
FAZA 5	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST" + "PT"	("PT" ... utjecaji od pokretnog tereta)

Redoslijed nanošenja opterećenja pojašnjen je u **REOLOGIJI BETONA** - kroz periode **T1-T8**.
U **FAZI 1** i **FAZI 2** smatra se da je beton dostigao 70% svoje čvrstoće.
U **FAZI 5** kontrola naprezanja vrši se posebno za **rijetku**, a posebno za **kvazistalnu** kombinaciju opterećenja.

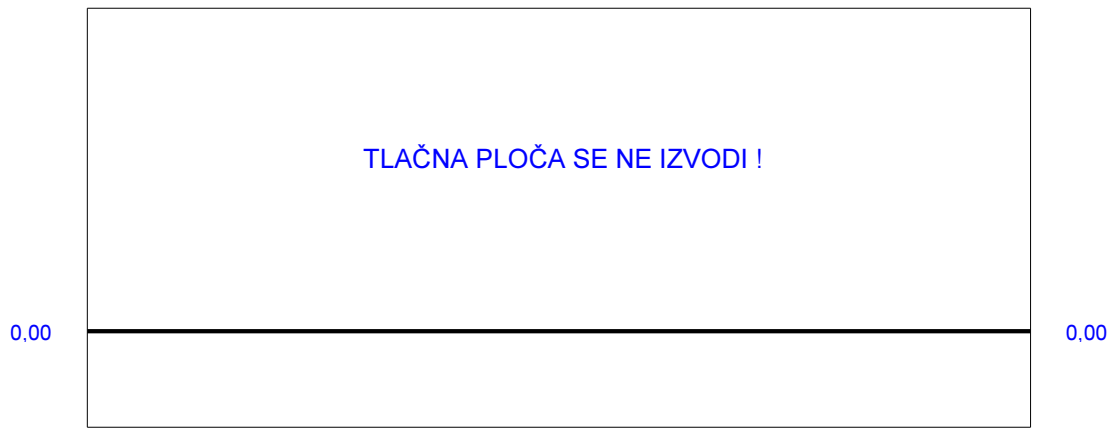
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	---	N/mm^2	**x**_min =	---	m



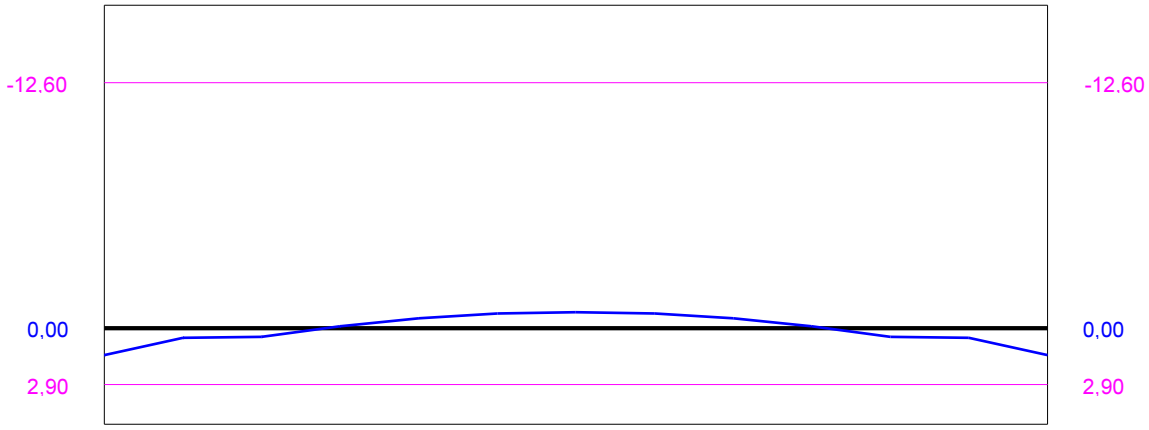
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	---	N/mm^2	**x**_min =	---	m



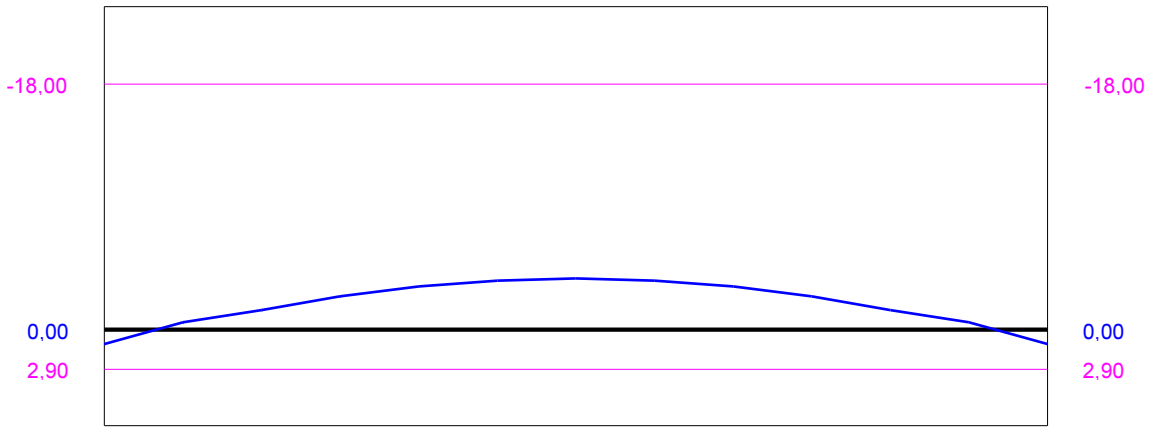
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-0,82	N/mm^2	x_min =	5,50	m
σ_max =	1,37	N/mm^2	x_max =	0,00	m



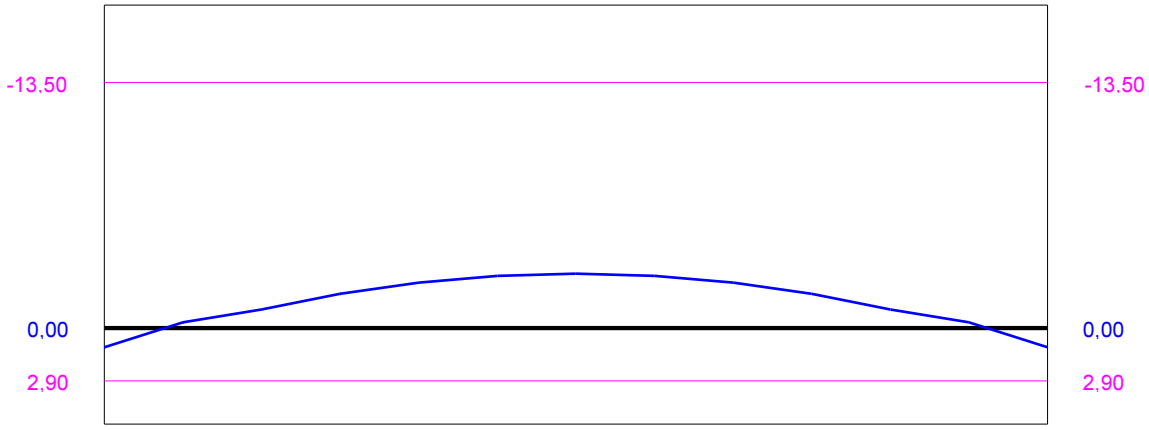
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-3,74	N/mm^2	x_min =	5,50	m
σ_max =	1,06	N/mm^2	x_max =	0,00	m



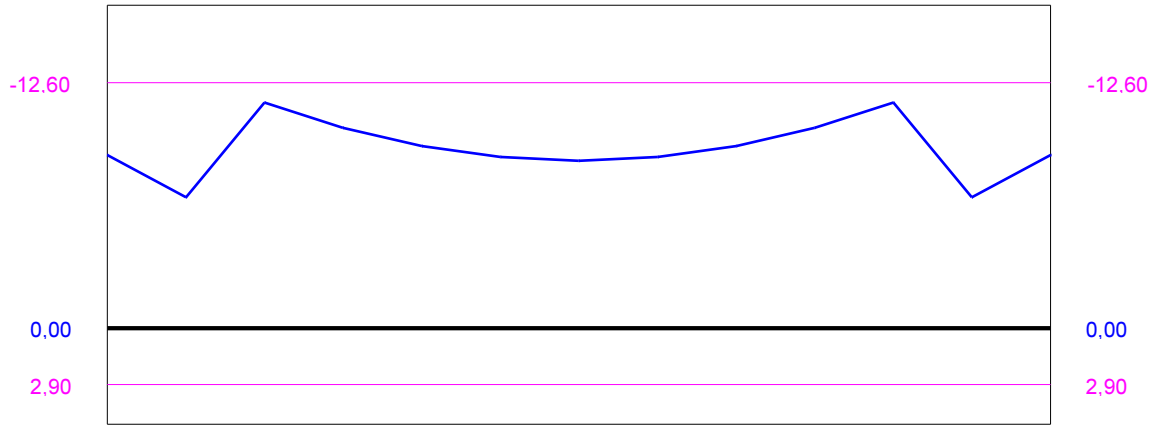
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-3,00	N/mm^2	x_min =	5,50	m
σ_max =	1,06	N/mm^2	x_max =	0,00	m



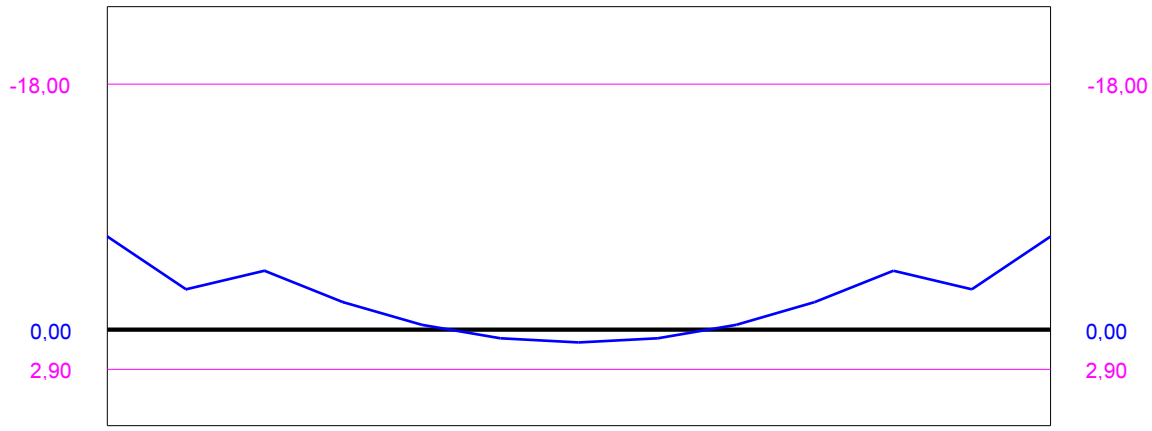
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-11,59	N/mm^2	x_min =	1,83	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



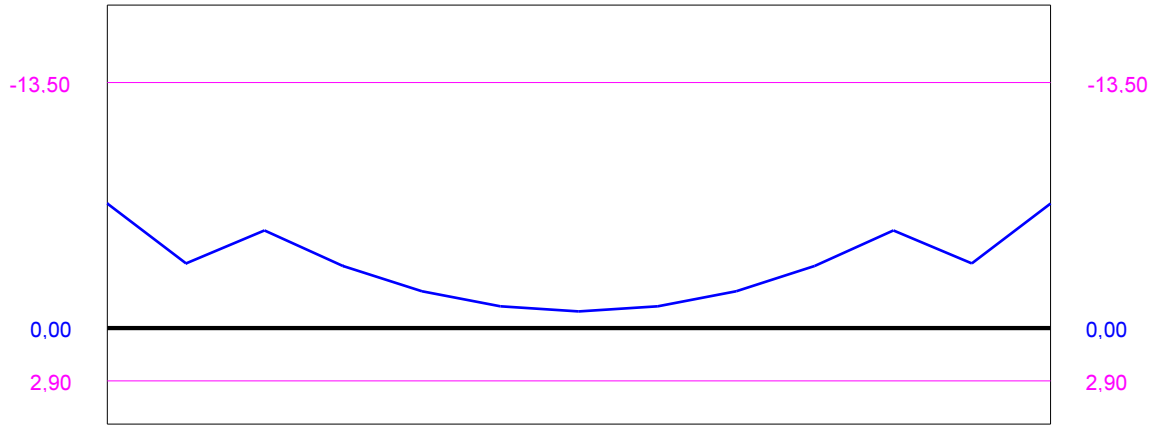
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-6,84	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	0,94	N/mm^2	x_max =	5,50	m



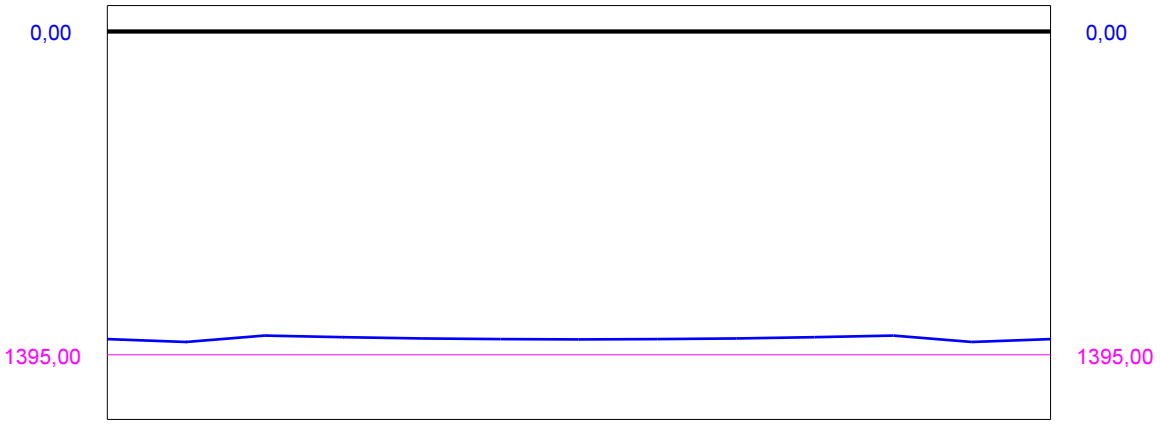
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-6,84	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



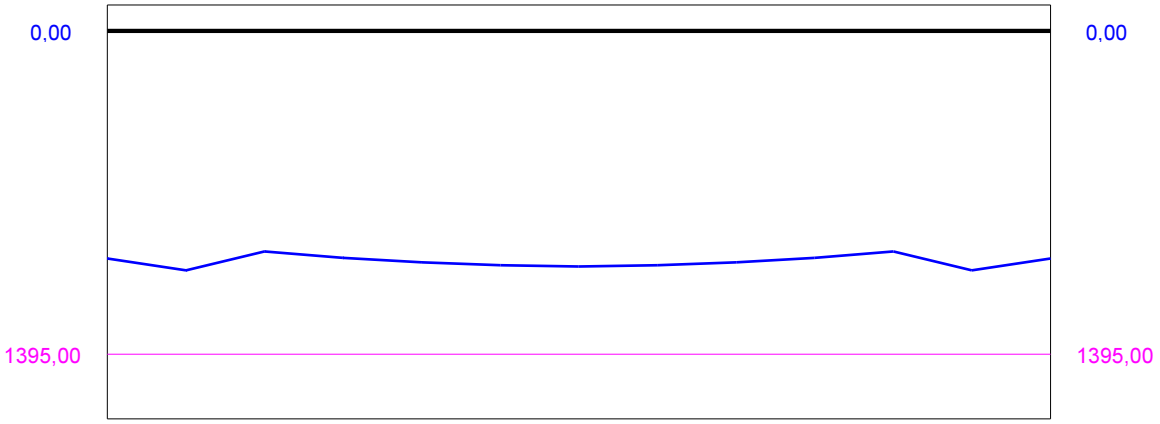
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_max =	1340,52	N/mm^2	x_max =	10,08	m



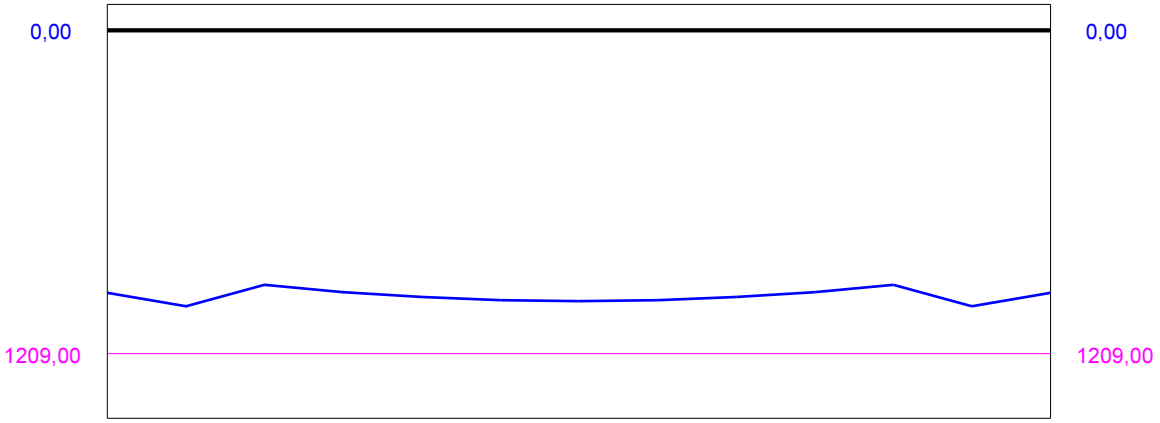
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	1032,37	N/mm^2	x_max =	10,08	m



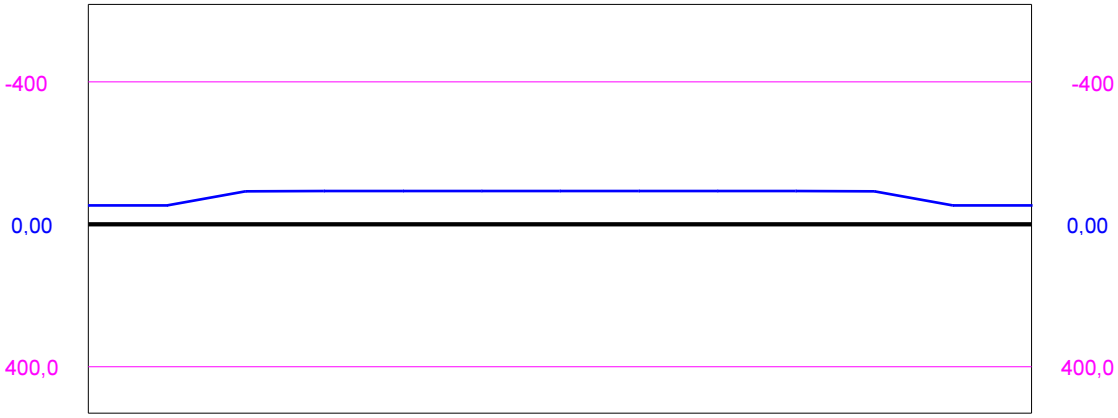
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	1032,37	N/mm^2	x_max =	10,08	m



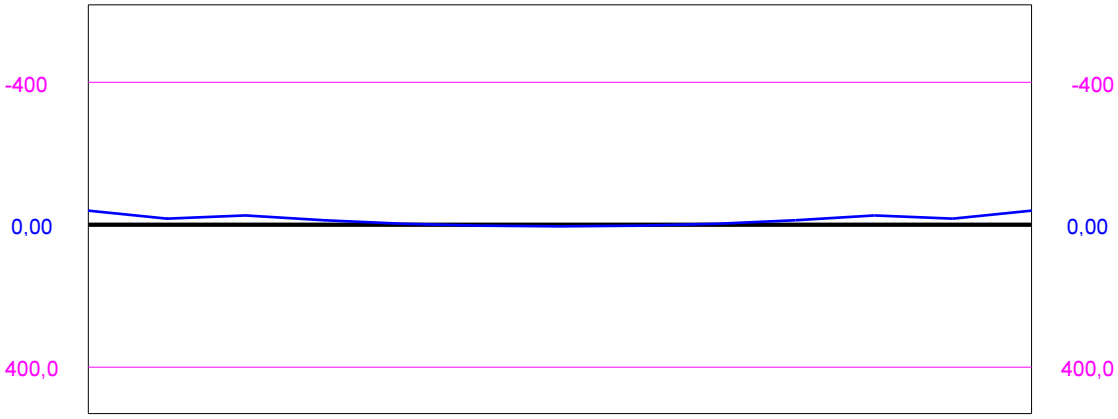
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_min =	-94,38	N/mm^2	x_min =	5,50	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



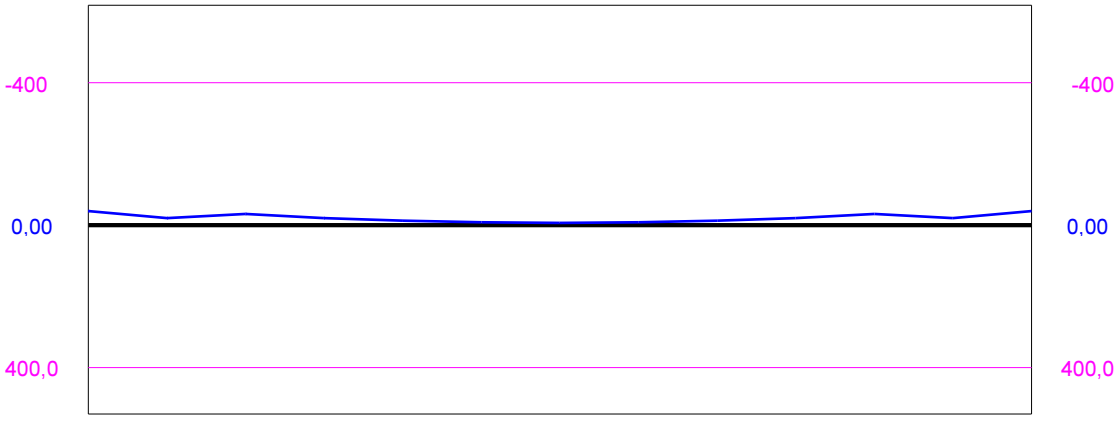
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-39,38	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	3,74	N/mm^2	x_max =	5,50	m



NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-39,38	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



KONTROLA PUKOTINA

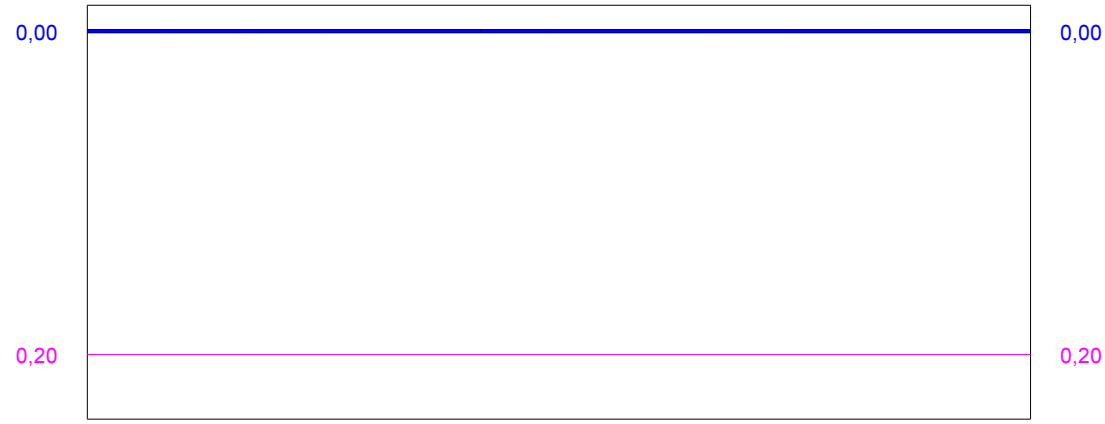
(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Kontrola pukotina vrši se za **FAZU 5** - **čestu kombinaciju opterećenja**.

Kontrolu pukotina nije potrebno provoditi ako naponi na mjerodavnom rubu betona (σ_c_max) ne prelaze vrijednost dopuštenog vlačnog naprezanja u betonu (**f**_ctm).

f_ctm =	2,90	N/mm^2

	Ležaj **A**	Polje	Ležaj **B**
Maksimalni mjerodavni napon σ_c_max [N/mm^2] :	---	-0,449	---
Udaljenost σ_c_max od lijevog ležaja nosača [m] :	---	5,50	---
Potrebna površina armature **A**_s_min [cm^2] :	---	0,57	---
Stvarna površina armature **A**_s [cm^2] :	---	2,26	---
Najveća širina pukotine **w**_k_max [mm] :	---	0,000	---
Dopuštena širina pukotine **w**_k_dop [mm] :	---	0,20	---



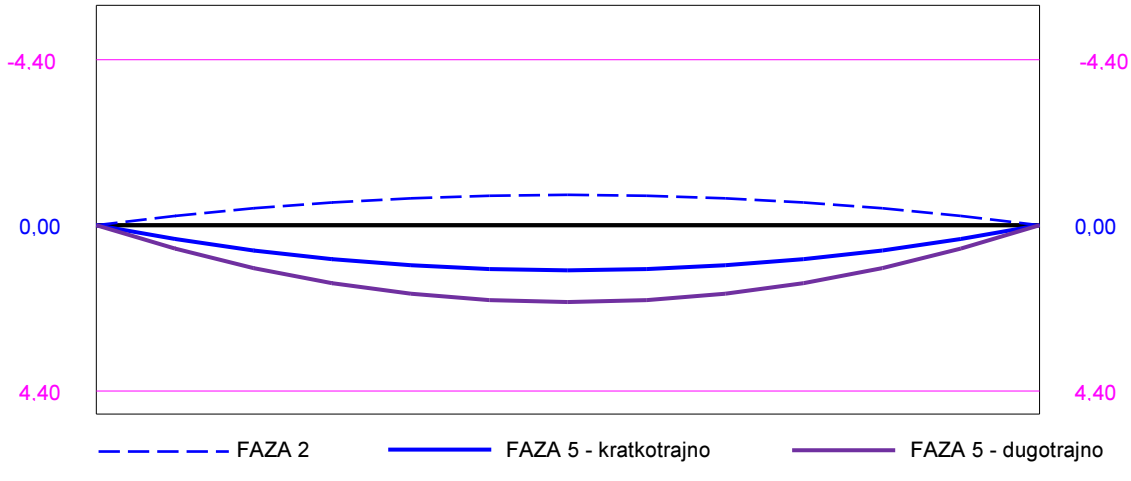
KONTROLA PROGIBA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Mjerodavni progibi su u **FAZI 5**, u kojoj se posebno promatra progib od kratkotrajnog djelovanja, a posebno progib od dugotrajnog djelovanja. Niti u jednom slučaju progib ne smije biti veći od dopuštene vrijednosti.

Informativno, program prikazuje progib u **FAZI 2**, kada na nosač djeluju samo kablovi i njegova vlastita težina.

Dopušteni progib (apsolutna vrijednost):	4,40	**cm**	**(= L/250, odnosno L/600 za slučaj krana)**
Progib usljed djelovanja kablova neposredno nakon njihovog otpuštanja - **FAZA 2**:	-0,81	cm	
Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična/rijetka kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	1,20	cm	
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	2,04	cm	
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja - **FAZA 5**:	0,99	cm	



Progibi u međufazama:

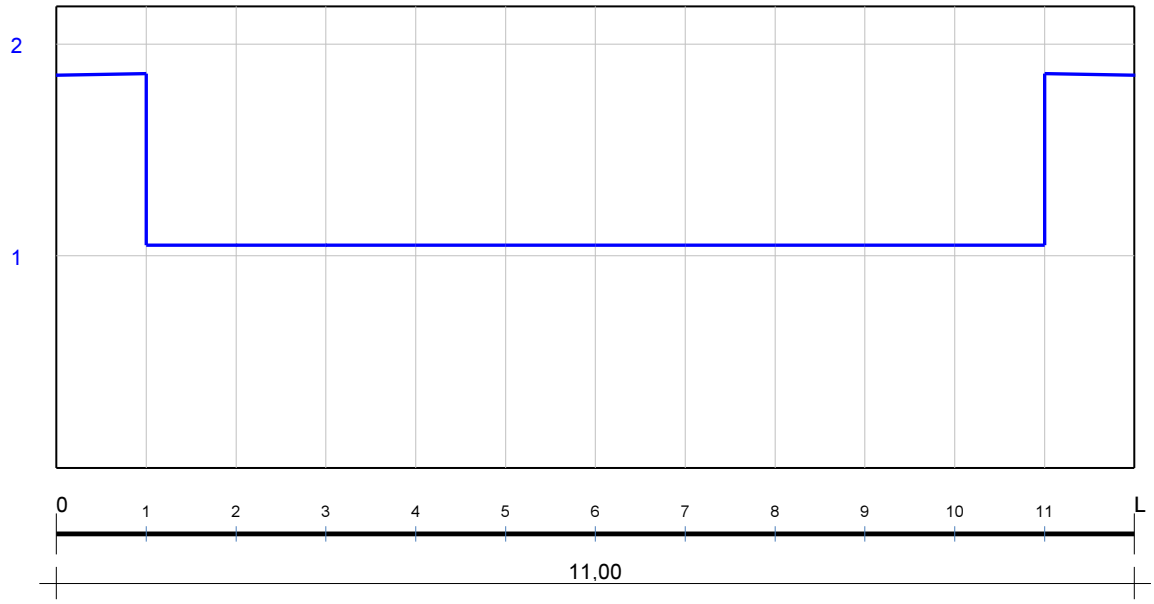
FAZA 3:	-0,65	cm	**FAZA 4:**	-0,33	cm

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

Program određuje potrebnu površinu poprečne armature (vilica) po presjecima duž nosača.

Dijagram prikazuje ukupnu potrebnu poprečnu armaturu **A**sw [cm2] na dužini od 100 cm.

Maksimalni razmak vilica:	**S**w,max =	27	cm



Asw,max =	1,86	cm2/m
Asw,min =	1,05	cm2/m

Δx =	0,92	m

Napomena:

Ukupna potrebna površina poprečne armature (vilica) sastoji se od potrebne površine poprečne armature od djelovanja poprečne sile i potrebne površine poprečne armature od djelovanja sile cijepanja.

Potrebna površina poprečne armature (vilica) od sile cijepanja **A**sw,spl određuje se prema slijedećoj formuli :

$$A_{sw_spl} = 0{,}25 \times (1 - 2 \times y_k / H) \times N_{ko} / f_{yd}$$

gdje je :

yk = udaljenost težišta kablova od donjeg ruba nosača (u cm)
H = visina nosača na ležaju (u cm)
Nko = početna sila prednaprezanja (u kN)
fyd = računska vrijednost granice tečenja armature (u kN/cm^2)

Veličina **A**sw,spl pridodaje se potrebnoj poprečnoj armaturi od djelovanja poprečne sile **na prvom metru** od ležaja.

Smatra se da utjecaj sile cijepanja prestaje nakon prvog metra od ležaja.

BOČNA STABILNOST GREDNOG NOSAČA

Kontrola bočne stabilnosti nosača provodi se za dva slučaja - fazu montaže i fazu korištenja.

FAZA MONTAŽE

Provjera se radi po metodi LEBELLE, uz pretpostavke da se centar posmika poklapa sa težištem presjeka i da kritično opterećenje izbočavanja djeluje na gornjem rubu nosača.

Proračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \times G \le q_k \times W$ gdje je q_k = kritično opterećenje izbočavanja

$q_k = 16 \times \alpha^{(1/2)} \times \gamma \times A_k^{(1/2)} / W^3$ W = ukupna dužina grednog nosača

α = koeficijent iz tablice LEBELLE, u zavisnosti od razmaka točaka dizanja $\rho \times W$ i funkcije $f(\alpha)$

$0,5 \le \rho \le 1,0$

$f(\alpha) = 4 \times (f / W) \times [E_{cd} \times I_y / (G_{cd} \times I_T)]^{(1/2)}$

f = udaljenost kritičnog opterećenja izbočavanja od težišta presjeka

$\gamma = (1 + 0,518 \times \delta^2)^{(1/2)} - 0,72 \times \delta$, po pretpostavci je $\delta = f(\alpha)$

$A_k = E_{cd} \times I_y \times G_{cd} \times I_T \times I_x / (I_x - I_y)$

Za mjerodavni presjek uzima se onaj u kojem su u FAZI 2 najveća tlačna naprezanja na gornjem rubu nosača.

U presjeku ispod točke dizanja naponi na gornjem i donjem rubu betona σ_c^g i σ_c^d trebaju biti unutar dopuštenih vrijednosti.

$\gamma_G \times G$ = 42,33 kN (faktorirana vlastita težina nosača)

L = 11,00 m W = 11,00 m f = 0,1095 m

$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_C$ = 21891045 kN/m^2 $G_{cd} = 0,417 \times E_{cd}$ = 9128566 kN/m^2

I_x = 0,0015180 m^4 I_y = 0,0073466 m^4 I_T = 0,0004455 m^4

$f(\alpha)$ = 0,25046 γ = 0,83578 $A_k^{(1/2)}$ = 13051,18 kNm^2

	ρ = 0,5	ρ = 0,6	ρ = 0,7	ρ = 0,8	ρ = 0,9	ρ = 1,0
α	329,457	126,224	11,375	2,071	0,560	0,195
$q_k \times W$ [kN]	26180,50	16204,99	4864,78	2075,61	1079,10	637,14
σ_c^g [N/mm^2]	2,810	2,533	1,653	1,506	1,401	1,372
σ_c^d [N/mm^2]	-17,562	-16,799	-9,668	-9,297	-8,964	-8,889

RAZMAK TOČAKA ZA DIZANJE NOSAČA MOŽE BITI U INTERVALU [0,7W ; 1,0W]!

FAZA KORIŠTENJA

Provjera se radi prema smjernicama iz EUROCODE-a (EN 1992-1-1:2004 - 5.9), te po metodi STIGLAT.

EUROCODE:

-stalne situacije: L / b = 9,17 < 72,11 = $50 / (h / b)^{(1/3)}$ h / b = 0,33

-prolazne situacije: L / b = 9,17 < 100,96 = $70 / (h / b)^{(1/3)}$ h / b = 0,33

(L = raspon nosača ; h = visina nosača u sredini raspona ; b = širina gornjeg pojasa nosača)

PREMA EN 1992-1-1:2004 - 5.9 GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

STIGLAT:

Uvjet: $M_{y,K} = (\sigma_T / \sigma_{Ki}) \times M_{y,Ki} \ge \gamma \times M_y$

σ_T = vrijednost iz grafika, u funkciji od λ_v i klase betona $\lambda_v = \pi \times (E_{cm} / \sigma_{Ki})^{(1/2)}$

σ_{Ki} = maksimalni napon od momenta $M_{y,Ki}$

$M_{y,Ki} = (k_1 \times k_2 \times k_3 / L) \times [(E \times I_y) \times (G \times I_T)]^{(1/2)}$ k_1, k_2, k_3 = koeficijenti

$E = E_{cm}$ = 32836568 kN/m^2 $G = 0,417 \times E$ = 13692849 kN/m^2

$M_y = M_g + M_q$ = 79,41 kNm (maksimalni moment savijanja) γ = 2,00

I_y [m^4]	I_T [m^4]	k_1	k_2	k_3	$M_{y,Ki}$ [kNm]	σ_{Ki} [kN/m^2]	λ_v	σ_T [kN/m^2]
0,0073466	0,0004455	3,5400	1,0000	0,8566	10574,64	763005,58	20,60	29988,02

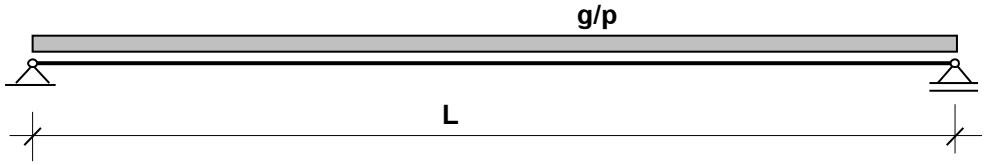
$M_{y,K}$ = 415,61 kNm > 158,82 kNm = $\gamma \times M_y$

U FAZI KORIŠTENJA GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

ANALIZA OPTEREĆENJA NA MEĐUKATNE PLOČE

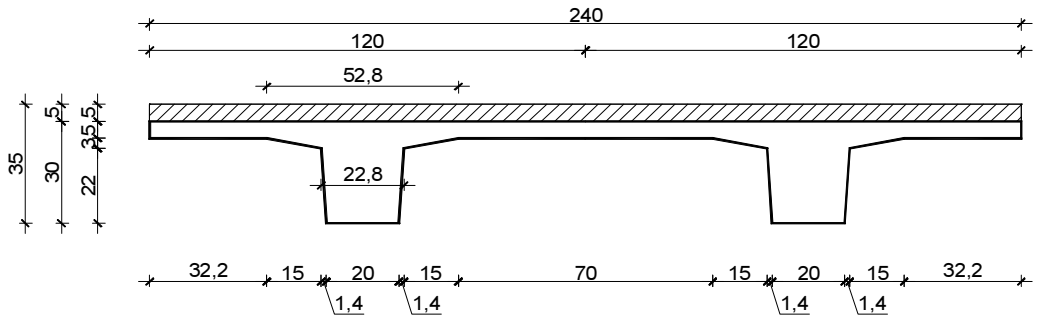
POZ TT-3

Statički sustav:



L = 8,35 m

Poprečni presjek:



a) stalni teret

- tlačna ploča d = 8 cm, uzeta u obzir u programu
- slojevi poda (prema analizi opterećenja)..... 2,76 kN/m^2

g_k = 2,76 kN/m^2

b) uporabno opterećenje

Skladišni prostori:

q_k = 3,00 kN/m^2

Širina TT ploče:

b = 240 cm

Opterećenje na jedno rebro ploče:

a) stalno $g_{k,r} = g_k \cdot b / 2 =$ 2,76 · 2,40 / 2 → **$g_{k,r,g}$ =** 3,31 kN/m^1

b) uporabno $q_{k,r} = q_{k,u} \cdot b / 2 =$ 3,00 · 2,40 / 2 → **$q_{k,r,k}$ =** 3,60 kN/m^1

POZ. TT-3

GEOMETRIJSKI PODACI :

POPREČNI PRESJEK NOSAČA U POLJU / BEZ TLAČNE PLOČE / (mjere u centimetrima) :

širina gornjeg pojasa :	b_{GP}	120
širina gornje vute :	b_{GV}	52,8
širina rebra uz GP :	b_{GR}	22,8
širina rebra uz DP :	b_{DR}	20
širina donjeg pojasa :	b_{DP}	20

visina gornjeg pojasa :	h_{GP}	5
visina gornje vute :	h_{GV}	3
visina donje vute :	h_{DV}	0
visina donjeg pojasa :	h_{DP}	0

TLAČNA PLOČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

širina tlačne ploče :	b_{TP}	120
visina tlačne ploče :	h_{TP}	5

Tlačna ploča je, u fazi betoniranja, poduprta : NE

VISINE PRESJEKA, ZAJEDNO SA TLAČNOM PLOČOM (mjere u centimetrima) :

visina nosača na lijevom kraju :	H_p	35
visina nosača u polju / sljemenu :	H_f	35
visina nosača na desnom kraju :	H_r	35

OJAČANJE PRESJEKA NA KRAJEVIMA NOSAČA / EVENTUALNO / (mjere u centimetrima) :

- LIJEVI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	20
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

- DESNI KRAJ -

širina ojačanog rebra :	b_{OR}	20
dužina ojačanog rebra :	l_{OR}	0
dužina prijelaznog dijela :	l_{PR}	0

STATIČKI PODACI ZA NOSAČ :

udaljenost sljemena od lijevog kraja :	f	0,00	m
raspon nosača :	L	8,35	m
dužina lijevog prepusta :	p	0,00	m
dužina desnog prepusta :	r	0,00	m

OPTEREĆENJE :

KONTINUIRANO OPTEREĆENJE

STALNO	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
g_1	3,31	8,35	0,00
g_2			
g_3			
PROMJENJ.	intenzitet (kN/m)	dužina (m)	djeluje od (m)
q_1	3,60	8,35	0,00
q_2			
q_3			

KONCENTRIRANE SILE

Broj koncentriranih sila :		N	
Sila br.	udaljenost od lij. kraja	STALNO	PROMJENJ.
	(m)	(kN)	(kN)

KONCENTRIRANI MOMENT SAVIJANJA

Moment br.	udaljenost od lij. kraja	STALNO	PROMJENJ.
	(m)	(kNm)	(kNm)

POZ. TT-3

PARCIJALNI KOEFICIJENTI SIGURNOSTI :

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

	STALNO γ_G	PROMJENJ. γ_Q	PREDNAPR. γ_P
nepovoljno djelovanje :	1,35	1,50	1,00
povoljno djelovanje :	1,00	0,00	1,00

GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

dominantno promjenjivo opterećenje:	ψ_0	ψ_1	ψ_2
stambeni prostori, uredi, trgovine do 50m2, predvorja, bolnice	0,7	0,5	0,3

MATERIJALI :

BETON

- OSNOVNI PRESJEK

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C50/60	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	XC1

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3727,79 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 50,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 4,07 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza prednaprezanja : 21,00 N/mm^2
- faza korištenja : 22,50 N/mm^2

- TLAČNA PLOČA (EVENTUALNO)

RAZRED TLAČNE ČVRSTOĆE BETONA	C30/37	RAZRED IZLOŽENOSTI BETONA	---

MODUL ELASTIČNOSTI : E_{cm} = 3283,66 kN/cm^2

KARAKTERISTIČNA ČVRSTOĆA BETONA :
- na tlak : f_{ck} = 30,00 N/mm^2
- na vlak : f_{ctm} = 2,90 N/mm^2

OGRANIČENJE TLAČNOG NAPONA :
- faza korištenja : 13,50 N/mm^2

ČELIK ZA PREDNAPREZANJE

NAZIV ČELIKA :	Y1860S7	MODUL ELASTIČNOSTI : E_p =	20700 kN/cm^2

karakteristična vlačna čvrstoća : f_{pk} = 1860 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : $f_{p0,1k}$ = 1635 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 3,5 %

ČELIK ZA ARMIRANJE

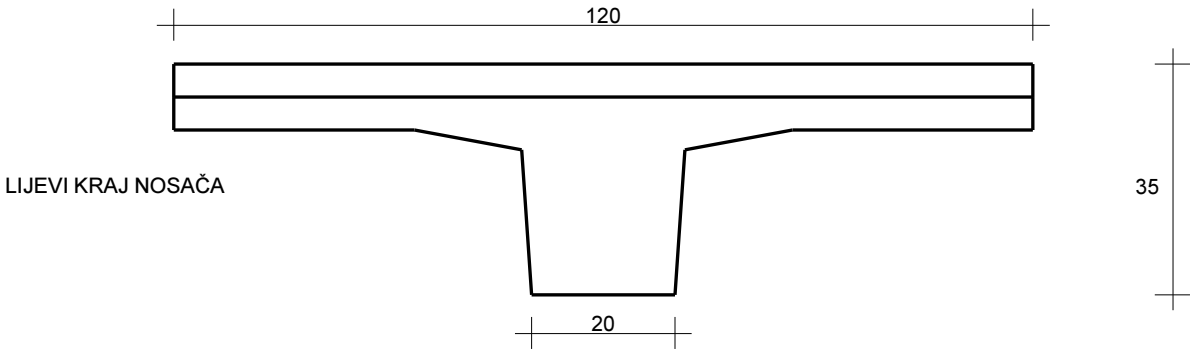
NAZIV ČELIKA :	B500B	MODUL ELASTIČNOSTI : E_s =	21000 kN/cm^2

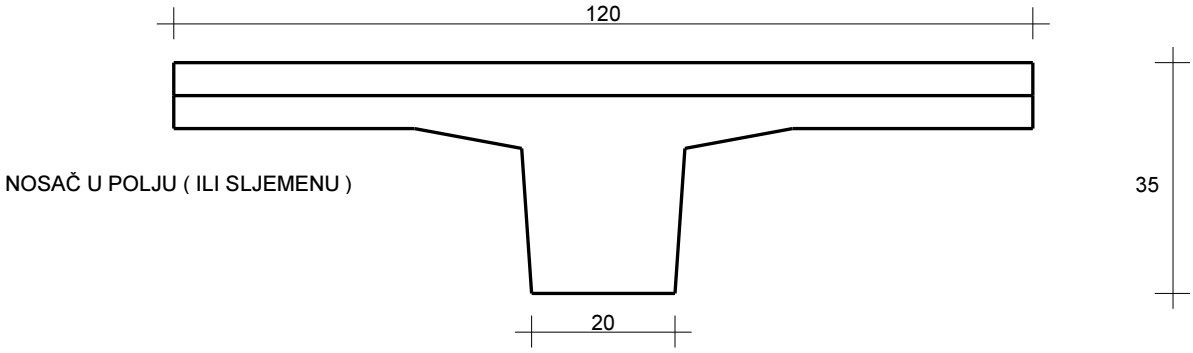
karakteristična vlačna čvrstoća : f_{tk} = 540 N/mm^2
karakteristična granica tečenja : f_{yk} = 500 N/mm^2
karakteristična deformacija pri najvećoj sili : ε_{uk} = 5,0 %

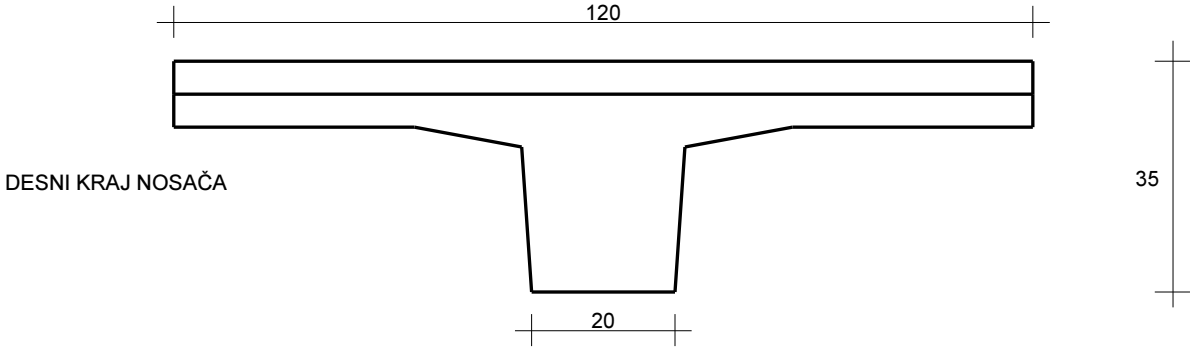
UZDUŽNI POGLED NA NOSAČ



POPREČNI PRESJECI NOSAČA







REAKCIJE (u kN)

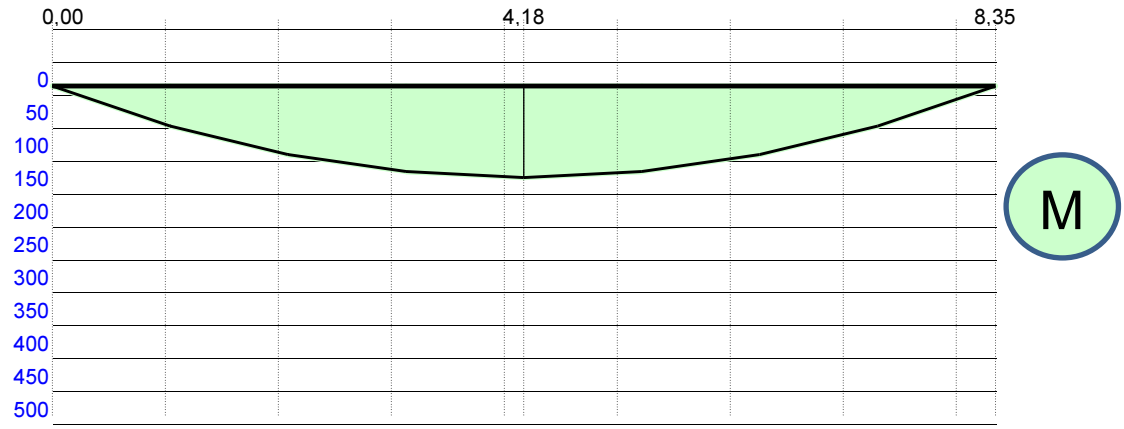
Oznake : **VT1** ... vlastita težina osnovnog presjeka
VT2 ... vlastita težina tlačne ploče
VT = **VT1** + **VT2**
ST ... stalni teret
PT ... promjenjivi teret
UKUPNO = **VT** + **ST** + **PT**

	VT1	VT2	ST	PT	VT	VT + ST	UKUPNO
Ležaj **A**	12,36	6,26	13,82	15,03	18,62	32,44	47,47
Ležaj **B**	12,36	6,26	13,82	15,03	18,62	32,44	47,47

GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

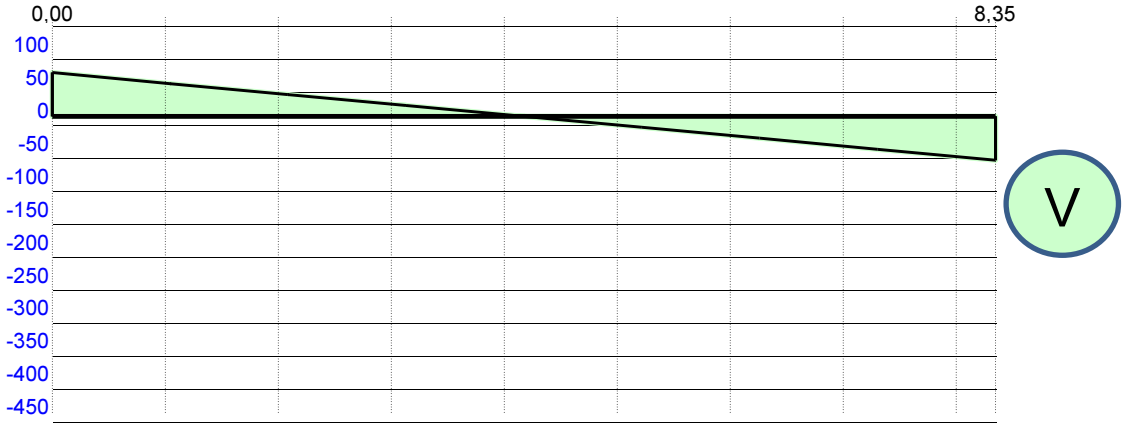
DIJAGRAM MOMENATA SAVIJANJA (**M**Sd = 1,35 x **M**g + 1,50 x **M**q)

Mmax =	138,49	kNm	**x** =	4,18	m



DIJAGRAM POPREČNIH SILA (**V**Sd = 1,35 x **V**g + 1,50 x **V**q)

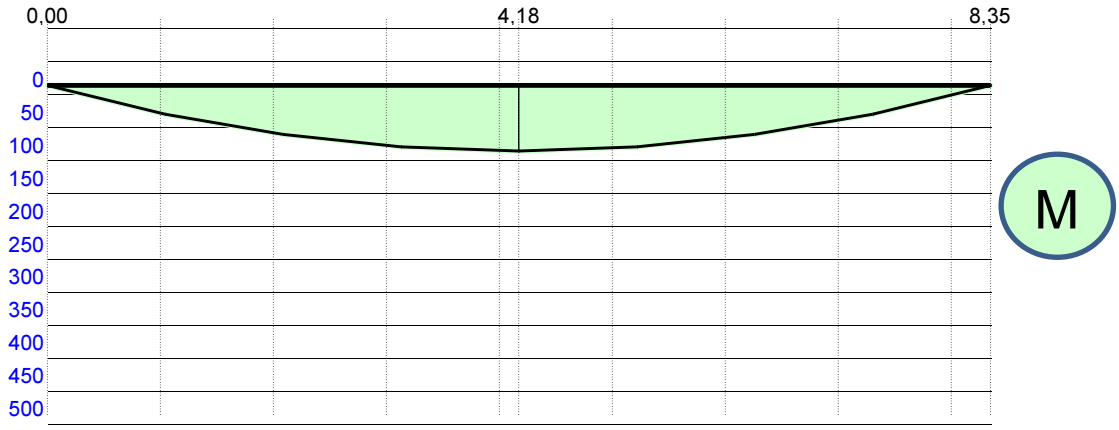
| **V**max | =	66,34	kN	**x** =	0,00	m



GRANIČNA STANJA UPOTREBLJIVOSTI

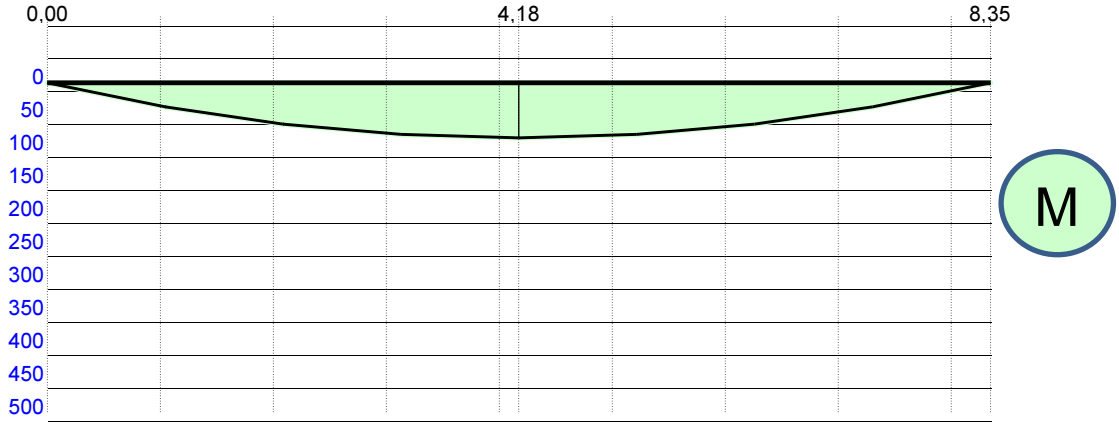
MOMENTI - RIJETKA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + 1,00 x **M**q1 + Σψ0,i x **M**q,i)

Mmax =	99,10	kNm	**x** =	4,18	m



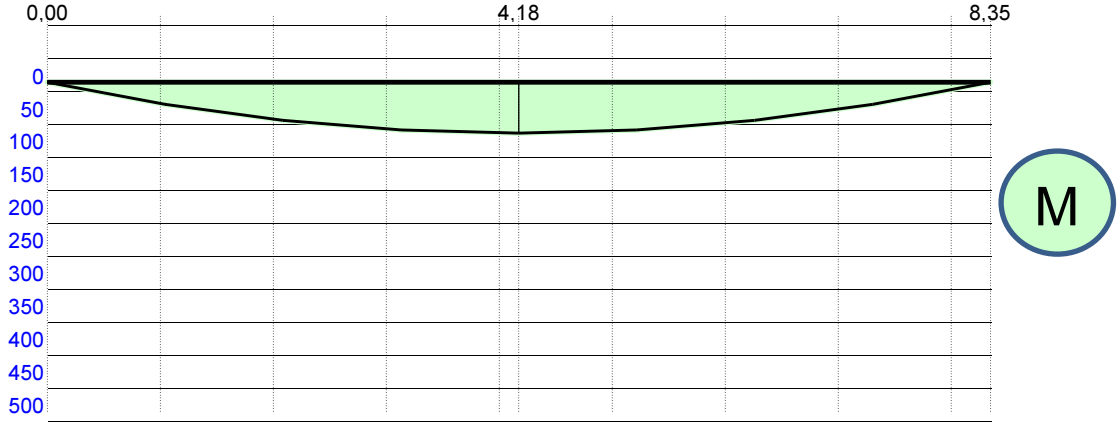
MOMENTI - ČESTA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + ψ1 x **M**q1 + Σψ2,i x **M**q,i)

Mmax =	83,41	kNm	**x** =	4,18	m



MOMENTI - KVAZISTALNA KOMBINACIJA (**M**Ed = 1,00 x **M**g + Σψ2,i x **M**q,i)

Mmax =	77,13	kNm	**x** =	4,18	m



ODABIR KABLOVA ZA PREDNAPREZANJE I MEKE ARMATURE

Kablovi za prednaprezanje postavljaju se u rasteru	4 x 4	cm.	
Najniži red kablova je na	5	cm od donjeg ruba nosača.	

ODABRANI KABLOVI ZA PREDNAPREZANJE

KABL	7 ϕ 5,00	7 ϕ 4,00	7 ϕ 3,00
OZNAKA	**A**	**B**	**C**
komada		4	

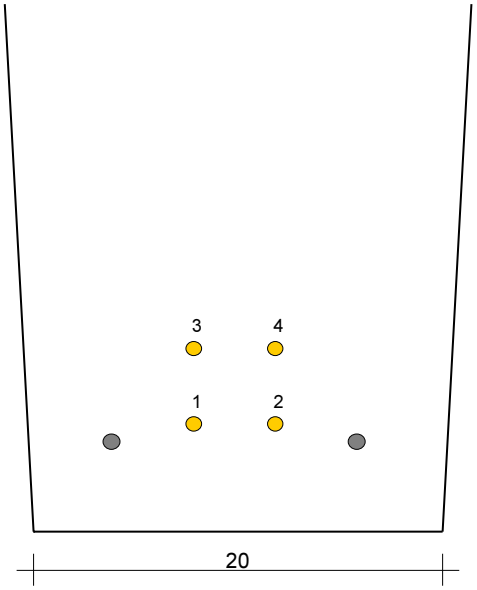
Početni napon u kablu :	1200	N/mm^2
Početna sila u kablovima :	446,40	kN

ODABRANA MEKA ARMATURA

PROFIL	komada
12	2

Armatura tlačne ploče :	2,26	cm^2
Tlačna armatura osnovnog presjeka :	2,26	cm^2
Armatura se postavlja na	4	cm od donjeg (gornjeg) ruba nosača.

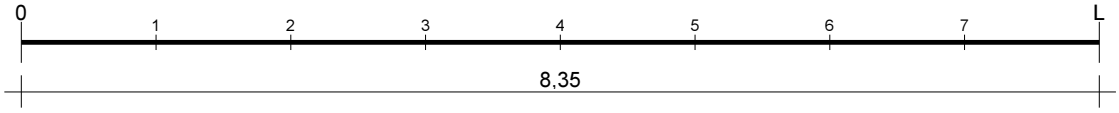
RASPORED KABLOVA I ARMATURE



POVRŠINA SVIH KABLOVA	3,72	cm^2
UDALJENOST TEŽIŠTA KABLOVA OD DONJEG RUBA NOSAČA	7,00	cm
POVRŠINA MEKE ARMATURE	2,26	cm^2

SHEMATSKI POLOŽAJ TIPSKIH PRESJEKA

Razmak između presjeka : Δx = 1,04 m



OMATANJE KABLOVA							KABL DJELUJE	
							od presjeka	do presjeka
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								
KABL BR.								

REOLOGIJA BETONA - POSTUPAK IZRADE PREDNAPREGNUTOG ELEMENTA

Na osnovu podataka iz proizvodnje elemenata i gradnje montažnih građevina, program razmatra karakteristične vremenske periode (periodi **T1** do **T8**), unutar kojih su elementi izloženi promjenama sredine i opterećenja, a koje su vezane uz tehnološki proces.

Period **T1** (0 - 1 dan)

Obuhvaća betoniranje, zaparivanje elementa, hlađenje i pripremu za vađenje iz kalupa. U zasićenoj pari do max.80˚C i vlažnost sredine 100% nije aktivirano ni skupljanje, ni puzanje. Relaksacija čelika ima privremeni kratkotrajni pad.
Pri starosti od 1 dan staza se otpušta, beton prima napone od prednaprezanja, aktivira se vlastita težina. Element je na otvorenom, vlažnost sredine 80%, obavlja se elastično skraćenje i dio relaksacije čelika. Aktivira se skupljanje i puzanje.

Period **T2** (1 - 7 dana)

Element je deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%.

Period **T3** (7 - 14 dana)

Element je transportiran na gradilište, te deponiran na otvorenom. Vlažnost sredine 80%. Pod kraj perioda element se montira, kod sastavljenih nosača betonira se tlačna ploča, vlažnost sredine bez promjene.

Period **T4** (14 - 28 dana)

Element prima stalni dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T5** (28 - 90 dana)

Element prima promjenjivi dio tereta. Objekt je zatvoren. Vlažnost sredine 50%.

Period **T6** (90 - 365 dana)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

Period **T7** (1 god. - 3 god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

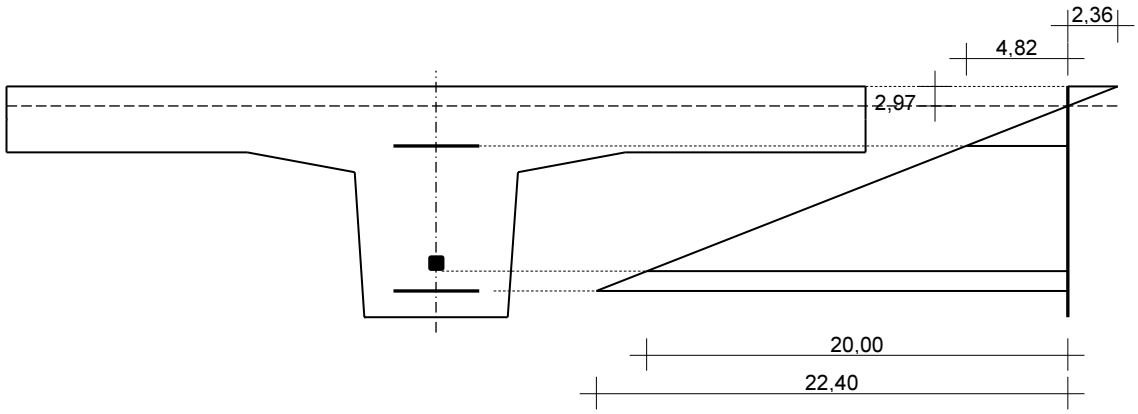
Period **T8** (3 god. - 50. god.)

Nema promjene sredine, ni opterećenja.

U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa konačne vrijednosti deformacija skupljanja u skladu sa postupkom danim u točki 3.1.4, EN 1992-1-1:2004
U ovisnosti o geometrijskim karakteristikama presjeka, starosti betona u trenutku nanošenja opterećenja te vlažnosti sredine u određenom periodu vremena program računa vrijednosti koeficijenta puzanja u skladu sa postupkom danim u Aneksu B, EN 1992-1-1:2004

KONTROLA NA SLOM

KRITIČNI PRESJEK :	4	lijevo/desno	UDALJEN JE	4,18	M OD LIJEVOG LEŽAJA



DEFORMACIJE (‰) - skraćenje se prikazuje sa predznakom '-'

ε p_dek	ε p_uk	ε s1	ε s2	ε c
4,69	24,69	22,40	4,82	-2,36

NAPONI (MPa) - apsolutne vrijednosti

σ p_uk	σ s1	σ s2
1513	450	437

M_Ed =	138,49	kNm
M_Rd =	190,34	kNm

ISKORIŠTENOST PRESJEKA :	72,76	%

KONTROLA NAPREZANJA (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.2)

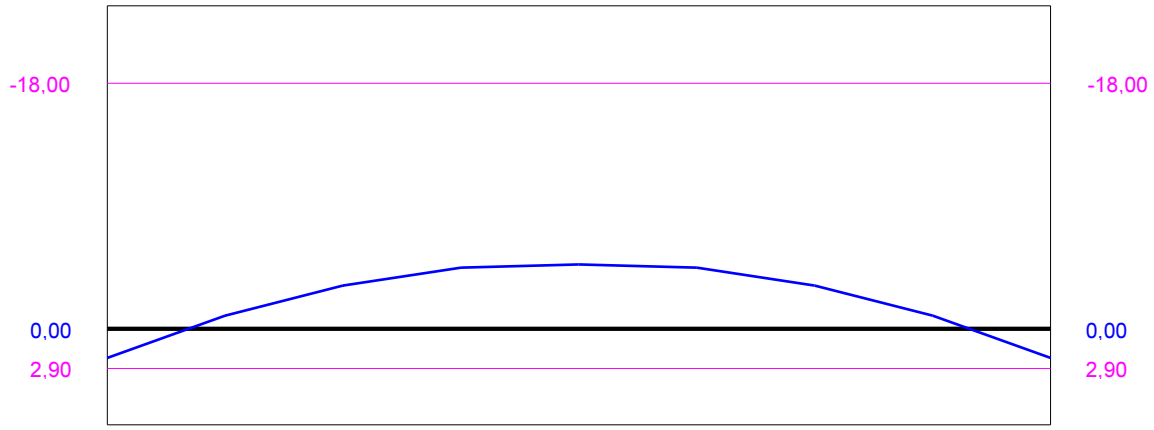
Program vrši kontrolu naprezanja po sljedećim fazama :

FAZA 1	.....	djeluje :	"P"	("P" ... utjecaji od sile prednaprezanja)
FAZA 2	.....	djeluje :	"P" + "VT1"	("VT1" ... utjecaji od vlastite težine osnovnog presjeka)
FAZA 3	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2"	("VT2" ... utjecaji od tlačne ploče za sastavljeni presjek)
FAZA 4	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST"	("ST" ... utjecaji od stalnog tereta)
FAZA 5	.....	djeluje :	"P" + "VT1" + "VT2" + "ST" + "PT"	("PT" ... utjecaji od pokretnog tereta)

Redoslijed nanošenja opterećenja pojašnjen je u **REOLOGIJI BETONA** - kroz periode **T1-T8**.
U **FAZI 1** i **FAZI 2** smatra se da je beton dostigao 70% svoje čvrstoće.
U **FAZI 5** kontrola naprezanja vrši se posebno za **rijetku**, a posebno za **kvazistalnu** kombinaciju opterećenja.

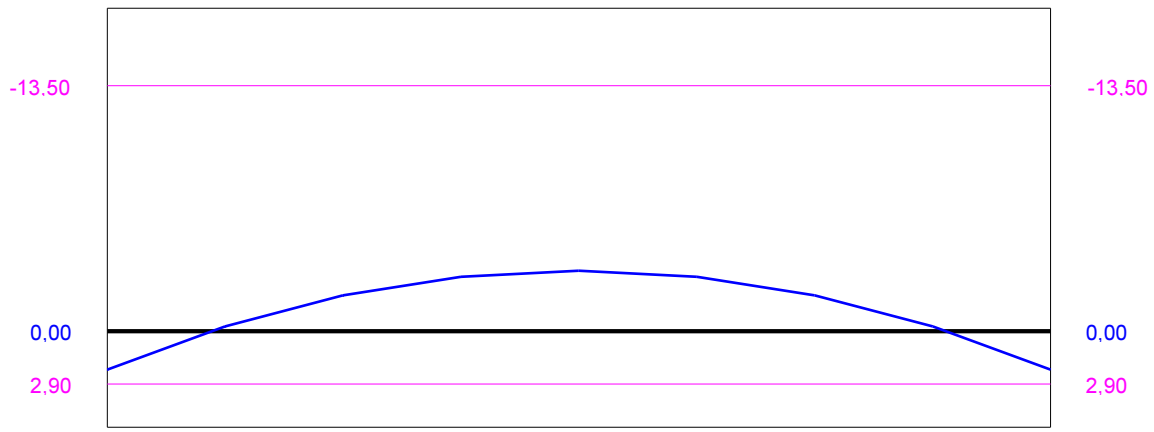
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-4,71	N/mm^2	x_min =	4,18	m



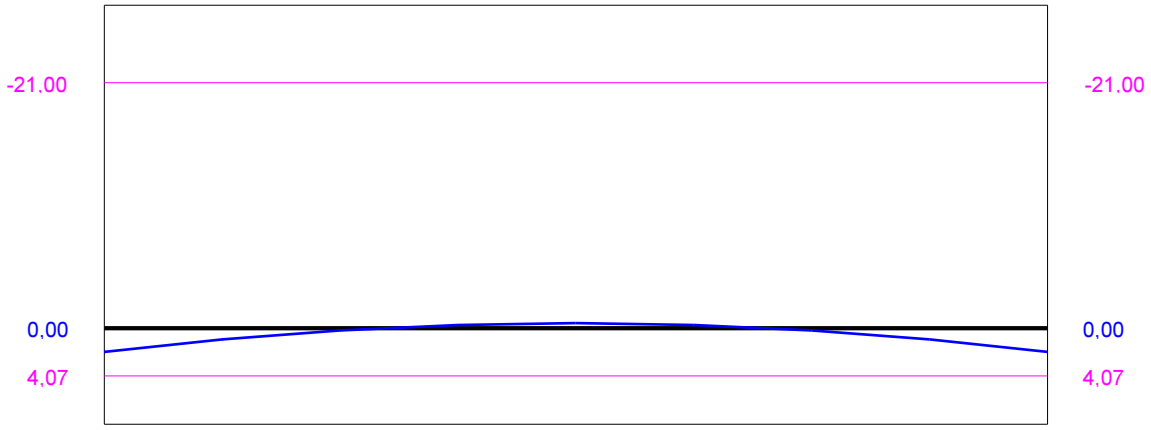
NAPONI NA GORNJEM RUBU SASTAVLJENOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-3,33	N/mm^2	x_min =	4,18	m



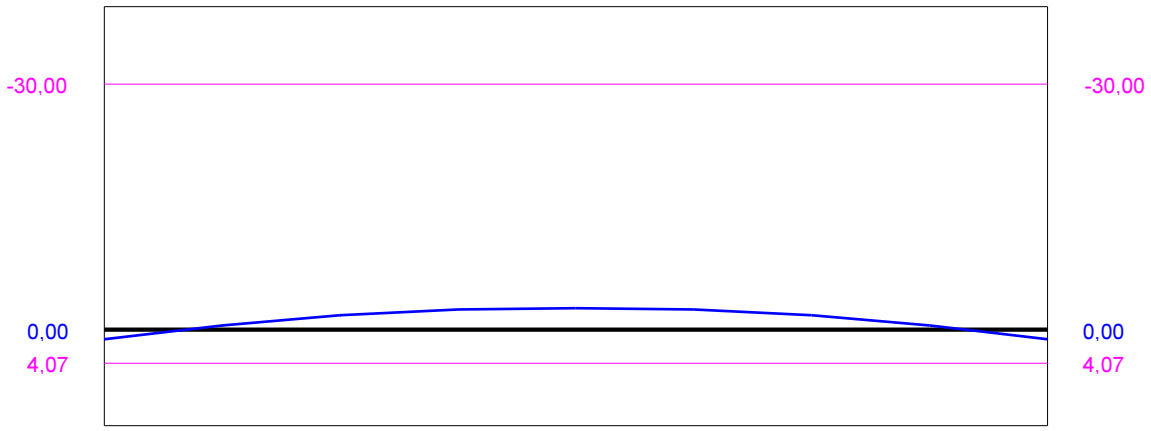
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-0,45	N/mm^2	x_min =	4,18	m
σ_max =	2,04	N/mm^2	x_max =	0,00	m



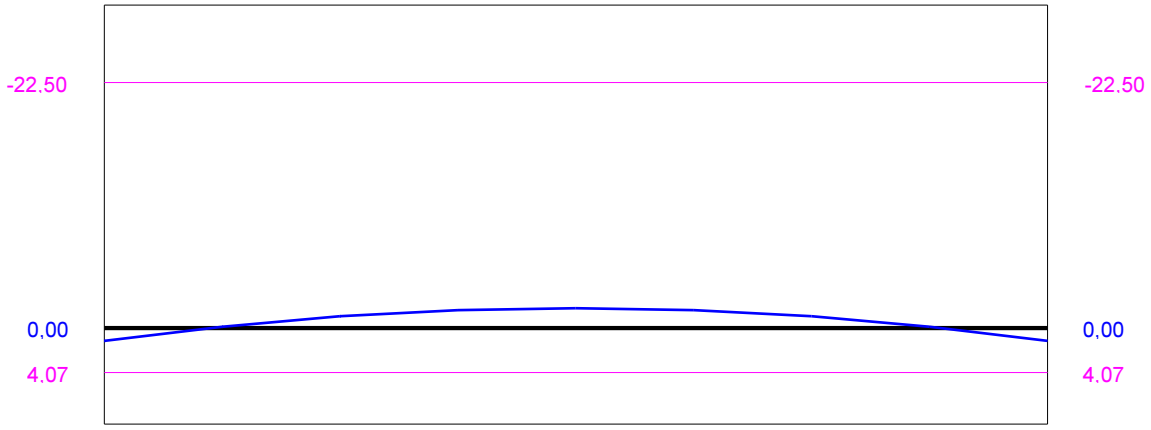
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-2,64	N/mm^2	x_min =	4,18	m
σ_max =	1,16	N/mm^2	x_max =	0,00	m



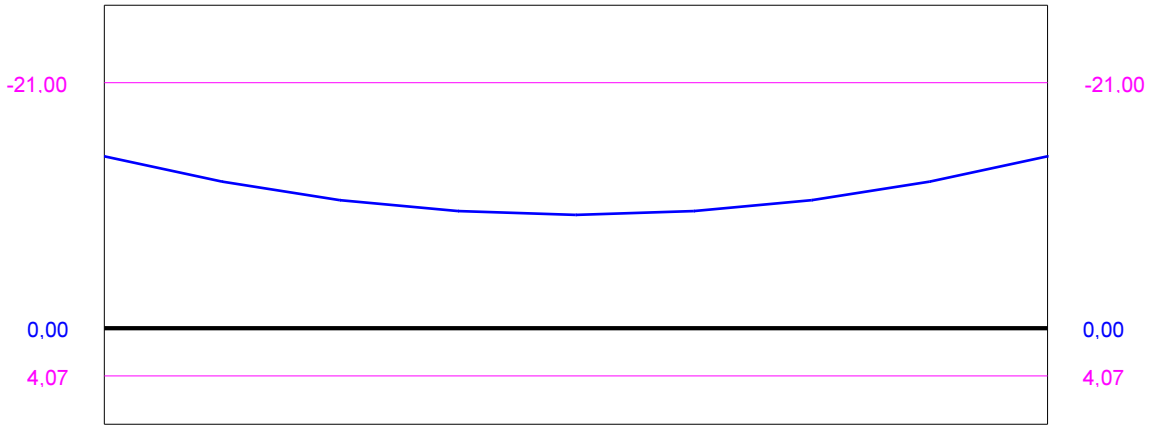
NAPONI NA GORNJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-1,83	N/mm^2	x_min =	4,18	m
σ_max =	1,16	N/mm^2	x_max =	0,00	m



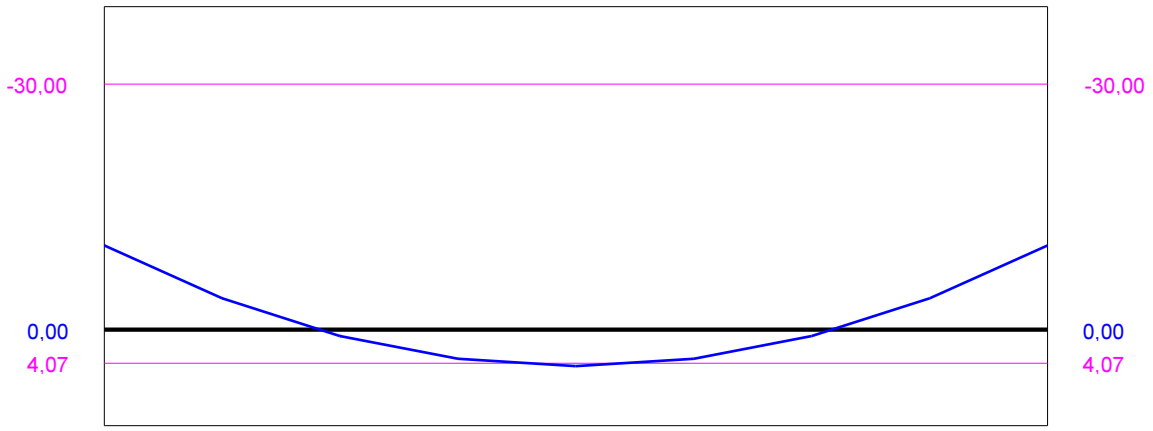
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 2**

σ_min =	-14,73	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



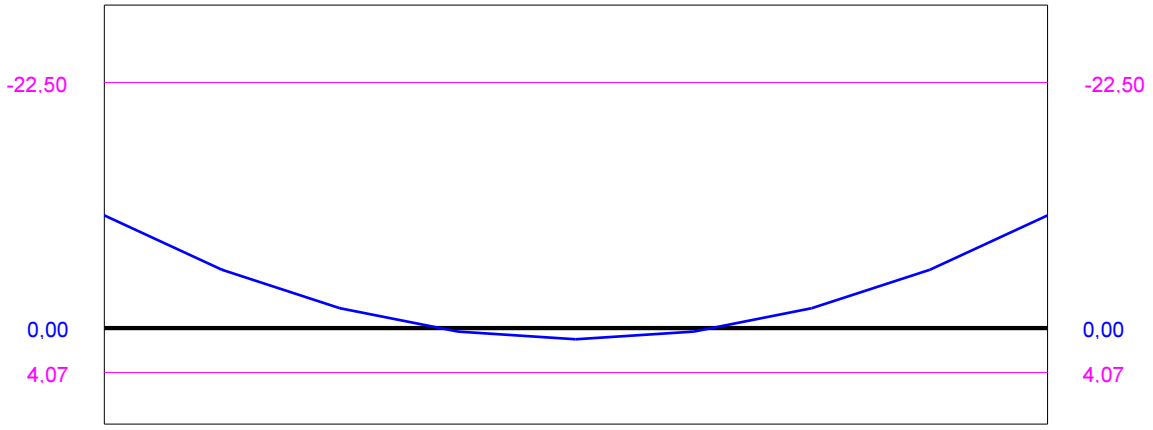
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-10,31	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	4,44	N/mm^2	x_max =	4,18	m



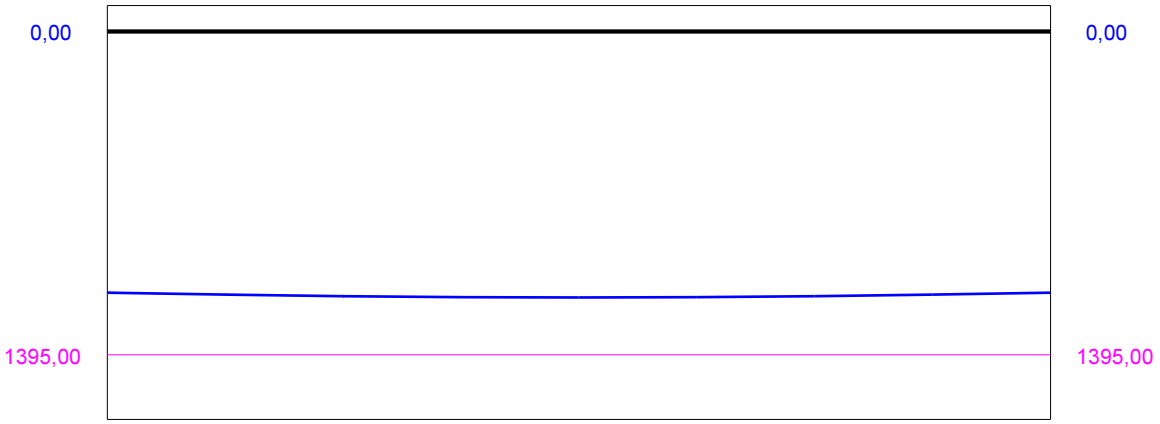
NAPONI NA DONJEM RUBU OSNOVNOG PRESJEKA - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-10,31	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	1,02	N/mm^2	x_max =	4,18	m



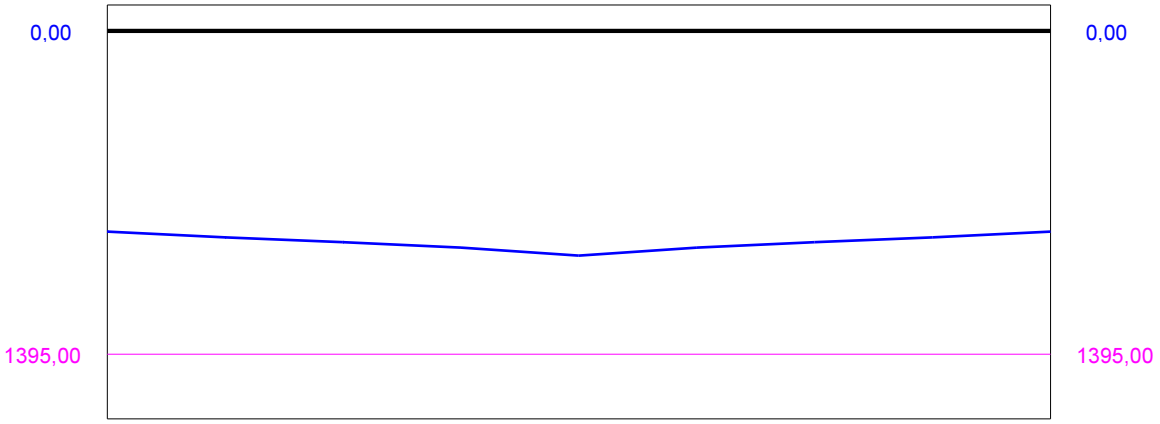
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_max =	1147,32	N/mm^2	x_max =	4,18	m



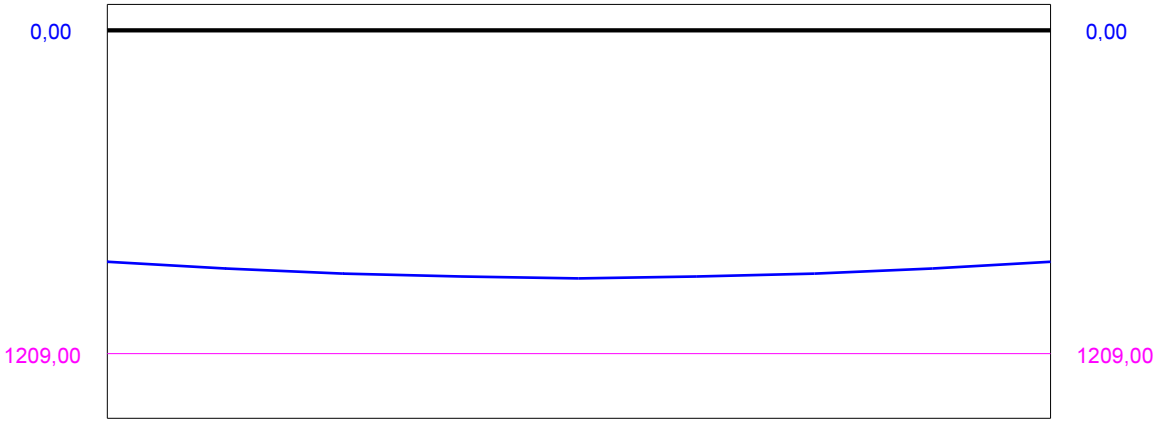
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	969,42	N/mm^2	x_max =	4,18	m



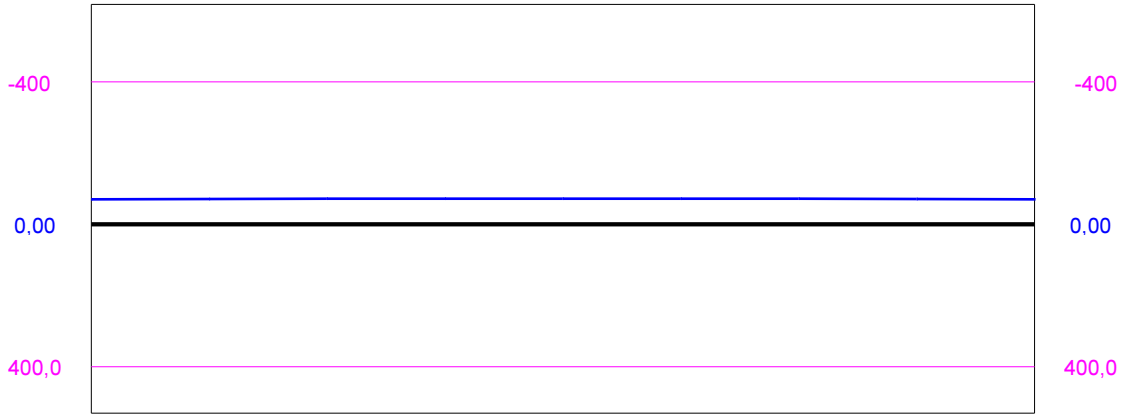
NAPONI U KABLOVSKOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_max =	927,62	N/mm^2	x_max =	4,18	m



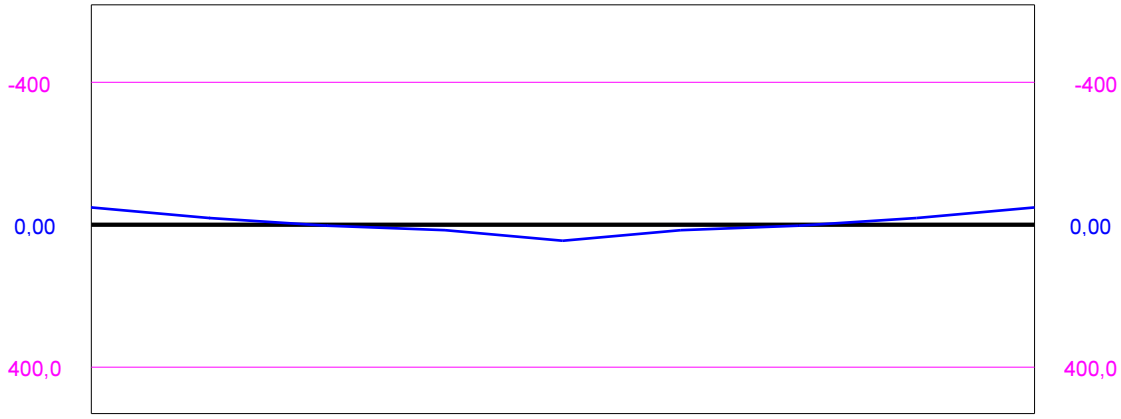
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 1**

σ_min =	-72,11	N/mm^2	x_min =	4,18	m
σ_max =	---	N/mm^2	x_max =	---	m



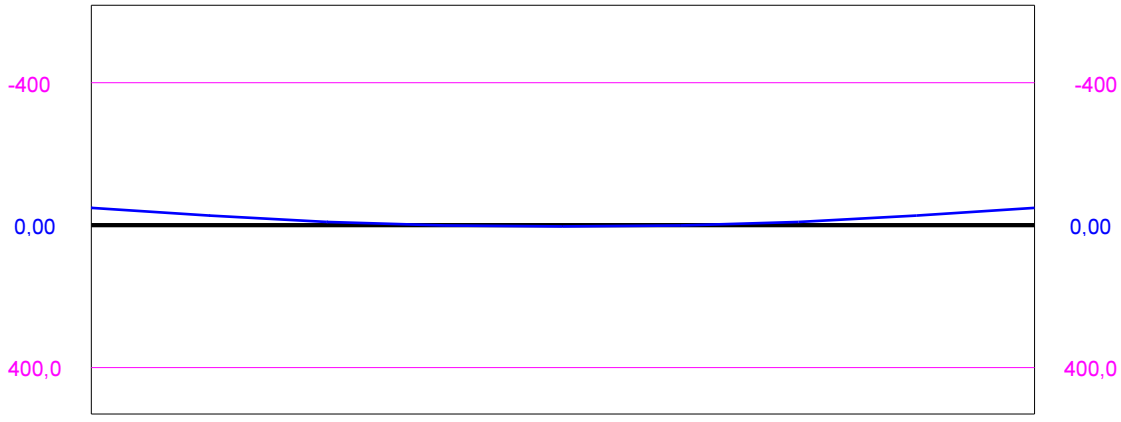
NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - RIJETKA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-48,74	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	45,34	N/mm^2	x_max =	4,18	m



NAPONI U ARMATURNOM ČELIKU - **FAZA 5** - KVAZISTALNA KOMBINACIJA OPTEREĆENJA

σ_min =	-48,74	N/mm^2	x_min =	0,00	m
σ_max =	3,54	N/mm^2	x_max =	4,18	m



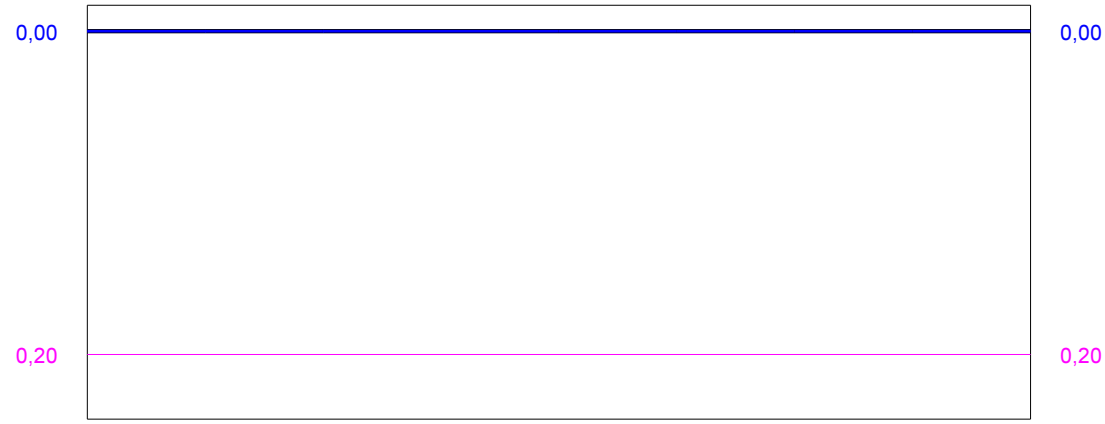
KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Kontrola pukotina vrši se za **FAZU 5** - **čestu kombinaciju opterećenja**.
Kontrolu pukotina nije potrebno provoditi ako naponi na mjerodavnom rubu betona (σ_c_max) ne prelaze vrijednost dopuštenog vlačnog naprezanja u betonu (**f**_ctm).

f_ctm =	4,07	N/mm^2

	Ležaj **A**	Polje	Ležaj **B**
Maksimalni mjerodavni napon σ_c_max [N/mm^2] :	---	1,995	---
Udaljenost σ_c_max od lijevog ležaja nosača [m] :	---	4,18	---
Potrebna površina armature **A**_s_min [cm^2] :	---	0,57	---
Stvarna površina armature **A**_s [cm^2] :	---	2,26	---
Najveća širina pukotine **w**_k_max [mm] :	---	0,000	---
Dopuštena širina pukotine **w**_k_dop [mm] :	---	0,20	---

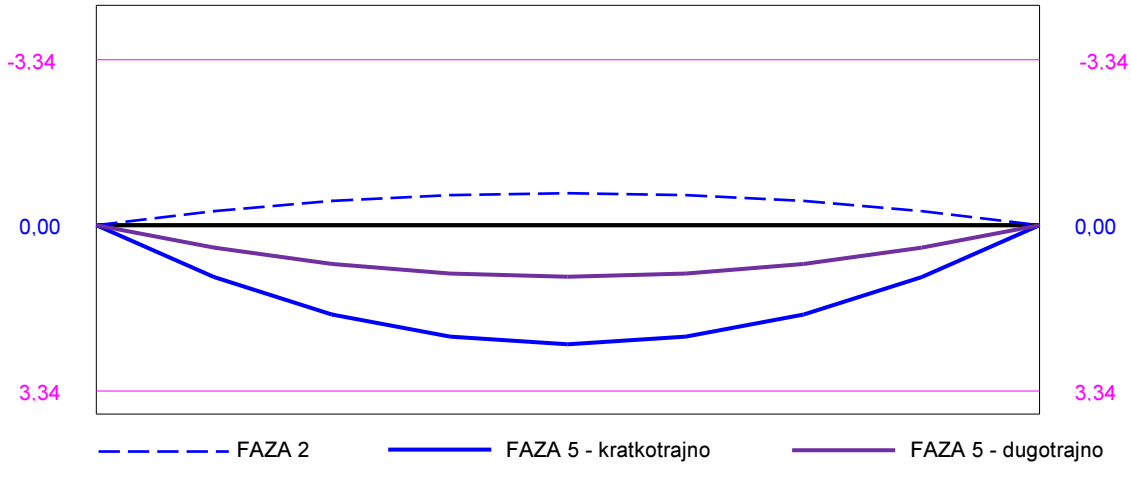


KONTROLA PROGIBA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Mjerodavni progibi su u **FAZI 5**, u kojoj se posebno promatra progib od kratkotrajnog djelovanja, a posebno progib od dugotrajnog djelovanja. Niti u jednom slučaju progib ne smije biti veći od dopuštene vrijednosti.
Informativno, program prikazuje progib u **FAZI 2**, kada na nosač djeluju samo kablovi i njegova vlastita težina.

Dopušteni progib (apsolutna vrijednost):	3,34	**cm**	**(= L/250, odnosno L/600 za slučaj krana)**
Progib usljed djelovanja kablova neposredno nakon njihovog otpuštanja - **FAZA 2**:	-0,65	cm	
Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična/rijetka kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	2,40	cm	
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja) - **FAZA 5**:	1,04	cm	
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja - **FAZA 5**:	0,32	cm	



Progibi u međufazama:

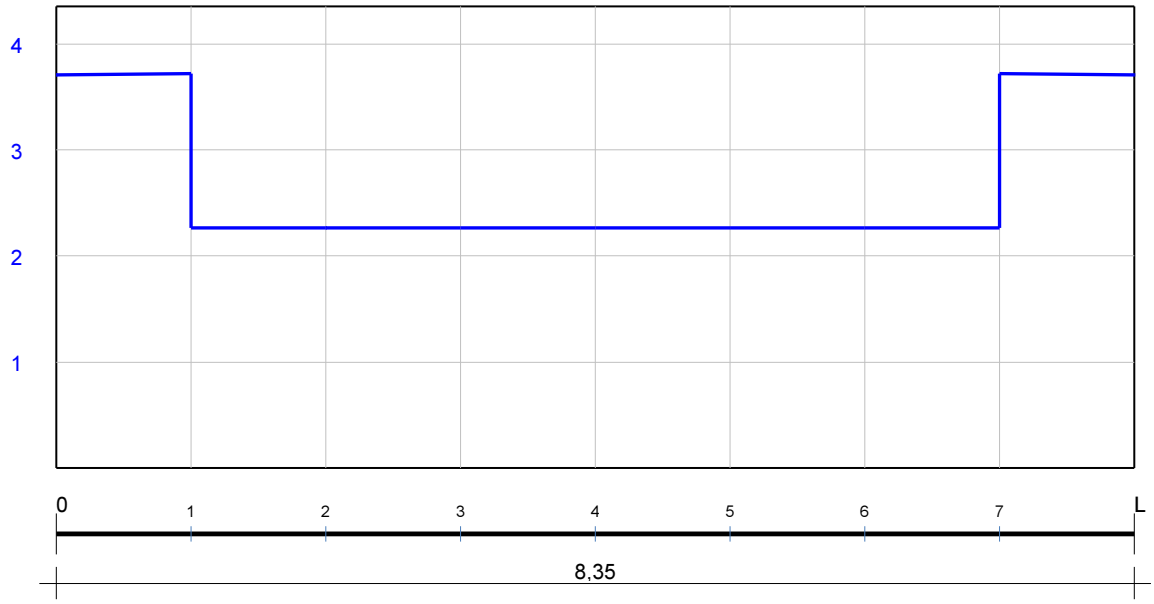
FAZA 3:	-0,29	cm	**FAZA 4:**	0,04	cm

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU (proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

Program određuje potrebnu površinu poprečne armature (vilica) po presjecima duž nosača.

Dijagram prikazuje ukupnu potrebnu poprečnu armaturu **A**sw [cm2] na dužini od 100 cm.

Maksimalni razmak vilica:	**S**w,max =	23	cm



Asw,max =	3,72	cm2/m
Asw,min =	2,26	cm2/m

Δx =	1,04	m

Napomena:

Ukupna potrebna površina poprečne armature (vilica) sastoji se od potrebne površine poprečne armature od djelovanja poprečne sile i potrebne površine poprečne armature od djelovanja sile cijepanja.

Potrebna površina poprečne armature (vilica) od sile cijepanja **A**sw,spl određuje se prema slijedećoj formuli :

$$A_{sw_spl} = 0{,}25 \times (1 - 2 \times y_k / H) \times N_{ko} / f_{yd}$$

gdje je :

yk = udaljenost težišta kablova od donjeg ruba nosača (u cm)
H = visina nosača na ležaju (u cm)
Nko = početna sila prednaprezanja (u k**N**)
fyd = računska vrijednost granice tečenja armature (u kN/cm^2)

Veličina **A**sw,spl pridodaje se potrebnoj poprečnoj armaturi od djelovanja poprečne sile **na prvom metru** od ležaja.

Smatra se da utjecaj sile cijepanja prestaje nakon prvog metra od ležaja.

BOČNA STABILNOST GREDNOG NOSAČA

Kontrola bočne stabilnosti nosača provodi se za dva slučaja - fazu montaže i fazu korištenja.

FAZA MONTAŽE

Provjera se radi po metodi LEBELLE, uz pretpostavke da se centar posmika poklapa sa težištem presjeka i da kritično opterećenje izbočavanja djeluje na gornjem rubu nosača.

Proračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \times G \le q_k \times W$ gdje je q_k = kritično opterećenje izbočavanja

$q_k = 16 \times \alpha^{(1/2)} \times \gamma \times A_k^{(1/2)} / W^3$ W = ukupna dužina grednog nosača

α = koeficijent iz tablice LEBELLE, u zavisnosti od razmaka točaka dizanja $\rho \times W$ i funkcije $f(\alpha)$

$0,5 \le \rho \le 1,0$

$f(\alpha) = 4 \times (f / W) \times [E_{cd} \times I_y / (G_{cd} \times I_T)]^{(1/2)}$

f = udaljenost kritičnog opterećenja izbočavanja od težišta presjeka

$\gamma = (1 + 0,518 \times \delta^2)^{(1/2)} - 0,72 \times \delta$, po pretpostavci je $\delta = f(\alpha)$

$A_k = E_{cd} \times I_y \times G_{cd} \times I_T \times I_x / (I_x - I_y)$

Za mjerodavni presjek uzima se onaj u kojem su u FAZI 2 najveća tlačna naprezanja na gornjem rubu nosača.

U presjeku ispod točke dizanja naponi na gornjem i donjem rubu betona σ_c^g i σ_c^d trebaju biti unutar dopuštenih vrijednosti.

$\gamma_G \times G =$ 33,37 kN (faktorirana vlastita težina nosača)

$L =$ 8,35 m $W =$ 8,35 m $f =$ 0,0933 m

$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_C =$ 24851913 kN/m^2 $G_{cd} = 0,417 \times E_{cd} =$ 10363248 kN/m^2

$I_x =$ 0,0009119 m^4 $I_y =$ 0,0074700 m^4 $I_T =$ 0,0009993 m^4

$f(\alpha) =$ 0,18920 $\gamma =$ 0,87300 $A_k^{(1/2)} =$ 16349,98 kNm^2

	$\rho = 0,5$	$\rho = 0,6$	$\rho = 0,7$	$\rho = 0,8$	$\rho = 0,9$	$\rho = 1,0$
α	203,527	99,295	7,994	1,326	0,344	0,117
$q_k \times W$ [kN]	46729,45	32639,37	9261,01	3771,62	1920,90	1118,41
σ_c^g [N/mm^2]	2,710	2,468	2,290	2,143	2,067	2,042
σ_c^d [N/mm^2]	-16,311	-15,727	-15,352	-14,941	-14,780	-14,727

RAZMAK TOČAKA ZA DIZANJE NOSAČA MOŽE BITI U INTERVALU [0,5W ; 1,0W]!

FAZA KORIŠTENJA

Provjera se radi prema smjernicama iz EUROCODE-a (EN 1992-1-1:2004 - 5.9), te po metodi STIGLAT.

EUROCODE:

-stalne situacije: $L / b =$ 6,96 < 75,39 $= 50 / (h / b)^{(1/3)}$ $h / b =$ 0,29

-prolazne situacije: $L / b =$ 6,96 < 105,55 $= 70 / (h / b)^{(1/3)}$ $h / b =$ 0,29

(L = raspon nosača ; h = visina nosača u sredini raspona ; b = širina gornjeg pojasa nosača)

PREMA EN 1992-1-1:2004 - 5.9 GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

STIGLAT:

Uvjet: $M_{y,K} = (\sigma_T / \sigma_{Ki}) \times M_{y,Ki} \ge \gamma \times M_y$

σ_T = vrijednost iz grafika, u funkciji od λ_v i klase betona $\lambda_v = \pi \times (E_{cm} / \sigma_{Ki})^{(1/2)}$

σ_{Ki} = maksimalni napon od momenta $M_{y,Ki}$

$M_{y,Ki} = (k_1 \times k_2 \times k_3 / L) \times [(E \times I_y) \times (G \times I_T)]^{(1/2)}$ k_1, k_2, k_3 = koeficijenti

$E = E_{cm} =$ 37277869 kN/m^2 $G = 0,417 \times E =$ 15544871 kN/m^2

$M_y = M_g + M_q =$ 99,10 kNm (maksimalni moment savijanja) $\gamma =$ 2,00

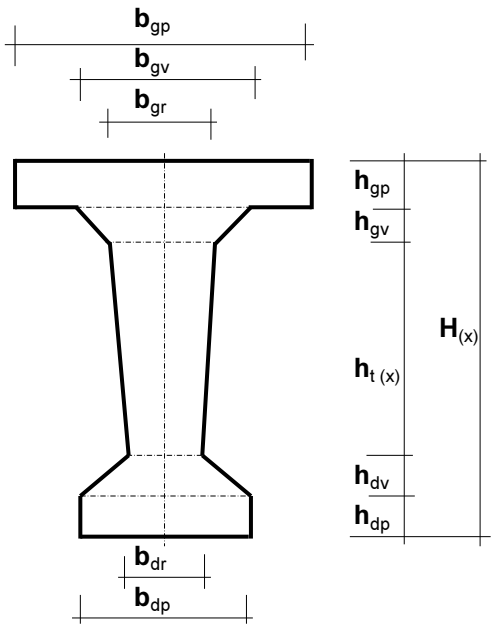
I_y [m^4]	I_T [m^4]	k_1	k_2	k_3	$M_{y,Ki}$ [kNm]	σ_{Ki} [kN/m^2]	λ_v	σ_T [kN/m^2]
0,0146700	0,0014543	3,5400	1,0000	0,8801	41484,48	3088803,39	10,91	50000,00

$M_{y,K} =$ 671,53 kNm > 198,19 kNm $= \gamma \times M_y$

U FAZI KORIŠTENJA GREDNI NOSAČ JE BOČNO STABILAN!

POZ. MG-1

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

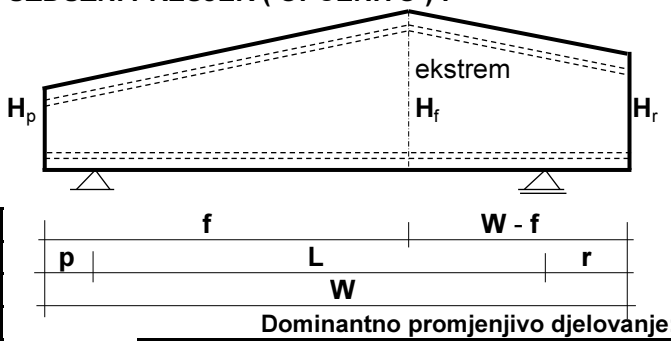
b_{gp}	25
b_{gv}	25
b_{gr}	25
b_{dr}	25
b_{dp}	25

h_{gp}	0
h_{gv}	0

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	70	70	70
$h_{t\,(x)}$	70	70	70

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

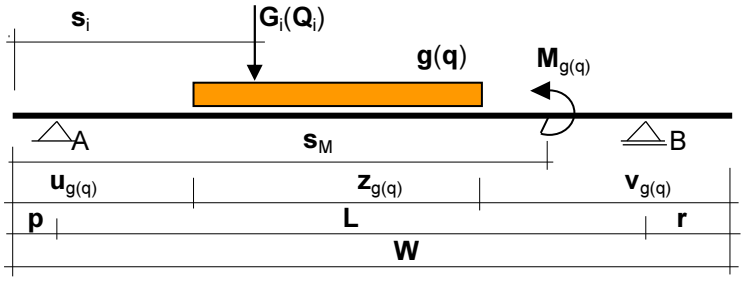


	f =	0,00	m
	L =	7,65	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	7,65	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N =

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	4,38	kN/m
stalno opter.	g =	12,15	kN/m
promjenj. opter.	q =	2,00	kN/m

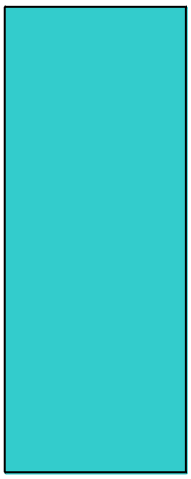
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	7,65	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	7,65	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. MG-1

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	70	70	70

	Visina	Širina
Gornja ploča	0	25
Gornja vuta	0	25
Donja vuta	0	25
Donja ploča	0	25

Širina rebra na donjem rubu	25

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	70	70	70

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C25/30**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3147,58	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,35409

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. MG-1

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	**g**	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	16,73	46,47	7,65	0,00	0,00	63,21	7,65	70,86
Ležaj **B**	16,73	46,47	7,65	0,00	0,00	63,21	7,65	70,86

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa (m)	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,77	43,52	5,27	0,00	0,00	43,52	5,27	48,79
0,2 x **L**	1,53	77,37	9,36	0,00	0,00	77,37	9,36	86,73
0,3 x **L**	2,30	101,54	12,29	0,00	0,00	101,54	12,29	113,83
0,4 x **L**	3,06	116,05	14,05	0,00	0,00	116,05	14,05	130,10
0,5 x **L**	3,83	120,89	14,63	0,00	0,00	120,89	14,63	135,52
0,6 x **L**	4,59	116,05	14,05	0,00	0,00	116,05	14,05	130,10
0,7 x **L**	5,36	101,54	12,29	0,00	0,00	101,54	12,29	113,83
0,8 x **L**	6,12	77,37	9,36	0,00	0,00	77,37	9,36	86,73
0,9 x **L**	6,89	43,52	5,27	0,00	0,00	43,52	5,27	48,79
Ležaj **B**	7,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	120,01	14,53	0,00	0,00	120,01	14,53	134,54

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa (m)	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	63,21	7,65	0,00	0,00	63,21	7,65	70,86
0,1 x **L**	0,77	50,57	6,12	0,00	0,00	50,57	6,12	56,69
0,2 x **L**	1,53	37,92	4,59	0,00	0,00	37,92	4,59	42,51
0,3 x **L**	2,30	25,28	3,06	0,00	0,00	25,28	3,06	28,34
0,4 x **L**	3,06	12,64	1,53	0,00	0,00	12,64	1,53	14,17
0,5 x **L**	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 x **L**	4,59	-12,64	-1,53	0,00	0,00	-12,64	-1,53	-14,17
0,7 x **L**	5,36	-25,28	-3,06	0,00	0,00	-25,28	-3,06	-28,34
0,8 x **L**	6,12	-37,92	-4,59	0,00	0,00	-37,92	-4,59	-42,51
0,9 x **L**	6,89	-50,57	-6,12	0,00	0,00	-50,57	-6,12	-56,69
Ležaj **B** - lijevo	7,65	-63,21	-7,65	0,00	0,00	-63,21	-7,65	-70,86
Ležaj **B** - desno	7,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	5,37	0,65	0,00	0,00	5,37	0,65	6,02

POZ. MG-1

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	1,06	
0,1 x **L**	0,77	66,65	0,039	-1,5	20,0	0,975	3,19	
0,2 x **L**	1,53	118,49	0,069	-2,3	20,0	0,961	4,87	
0,3 x **L**	2,30	155,52	0,091	-2,8	20,0	0,951	6,03	
0,4 x **L**	3,06	177,74	0,103	-3,2	20,0	0,944	6,67	
0,5 x **L**	3,83	185,14	0,108	-3,3	20,0	0,942	6,74	
0,6 x **L**	4,59	177,74	0,103	-3,2	20,0	0,944	6,67	
0,7 x **L**	5,36	155,52	0,091	-2,8	20,0	0,951	6,03	
0,8 x **L**	6,12	118,49	0,069	-2,3	20,0	0,961	4,87	
0,9 x **L**	6,89	66,65	0,039	-1,5	20,0	0,975	3,19	
Ležaj **B**	7,65	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	1,06	
presjek po volji	3,50	183,80	0,107	-3,3	20,0	0,942	6,78	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	2,20	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	70,00	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
16	4	8,04
		0,00
	ΣA_{s1} =	8,04 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
14	2	3,08
		0,00
	ΣA_{s2} =	3,08 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 66,40 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	35,45	14,15	38,94	23,24

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	96,81	0,00	55,99	747,00	8	2	21,6
0,1 x **L**	0,77	77,44	0,00	55,99	747,00	8	2	27,0
0,2 x **L**	1,53	58,08	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,30	38,72	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,4 x **L**	3,06	19,36	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,5 x **L**	3,83	0,00	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,59	-19,36	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,7 x **L**	5,36	-38,72	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,8 x **L**	6,12	-58,08	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0
0,9 x **L**	6,89	-77,44	0,00	55,99	747,00	8	2	27,0
Ležaj **B** - lijevo	7,65	-96,81	0,00	55,99	747,00	8	2	21,6
Ležaj **B** - desno	7,65	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	8,23	0,00	55,99	747,00	8	2	30,0

POZ. MG-1

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,55	0,105	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005000	0,004596	---	1,194	1,0	0,915

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 11,52 < 21,39 = granična vrijednost

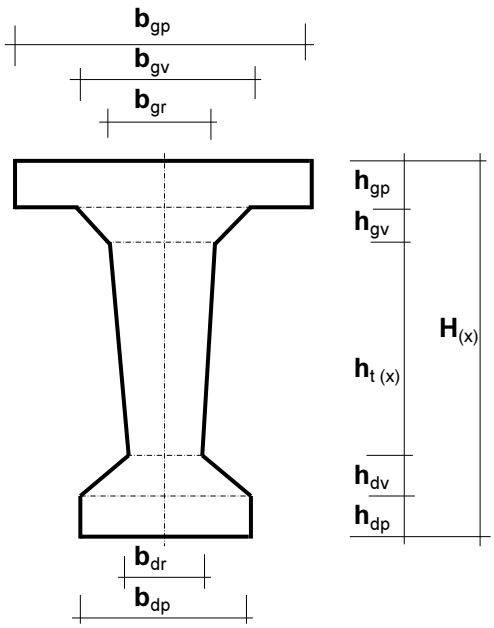
Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	3,06	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,406	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	2,097	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,374	cm

POZ. NAD-1

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

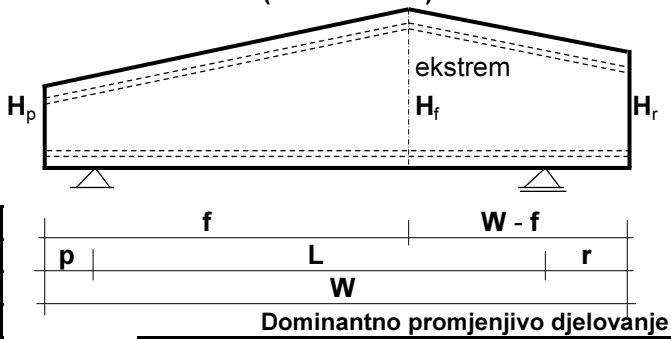
b_{gp}	25
b_{gv}	25
b_{gr}	25
b_{dr}	25
b_{dp}	25

h_{gp}	0
h_{gv}	0

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	60	60
$h_{t\,(x)}$	60	60	60

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

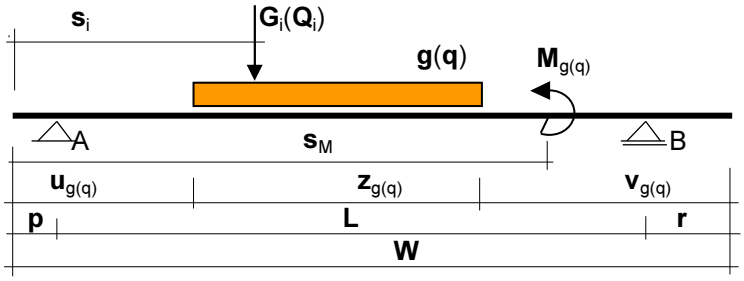


	f =	0,00	m
	L =	7,10	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	7,10	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N =

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	3,75	kN/m
stalno opter.	g =	10,13	kN/m
promjenj. opter.	q =	2,00	kN/m

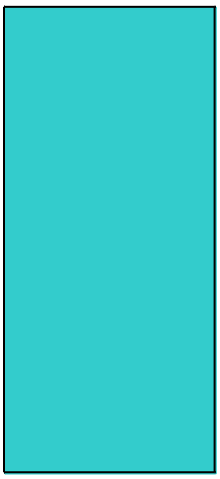
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	7,10	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	7,10	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. NAD-1

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	60	60

	Visina	Širina
Gornja ploča	0	25
Gornja vuta	0	25
Donja vuta	0	25
Donja ploča	0	25

Širina rebra na donjem rubu	25

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	60	60	60

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C25/30**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3147,58	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,35409

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. NAD-1

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	**g**	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	13,31	35,96	7,10	0,00	0,00	49,27	7,10	56,37
Ležaj **B**	13,31	35,96	7,10	0,00	0,00	49,27	7,10	56,37

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa (m)	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,71	31,49	4,54	0,00	0,00	31,49	4,54	36,02
0,2 x **L**	1,42	55,98	8,07	0,00	0,00	55,98	8,07	64,04
0,3 x **L**	2,13	73,47	10,59	0,00	0,00	73,47	10,59	84,05
0,4 x **L**	2,84	83,96	12,10	0,00	0,00	83,96	12,10	96,06
0,5 x **L**	3,55	87,46	12,60	0,00	0,00	87,46	12,60	100,06
0,6 x **L**	4,26	83,96	12,10	0,00	0,00	83,96	12,10	96,06
0,7 x **L**	4,97	73,47	10,59	0,00	0,00	73,47	10,59	84,05
0,8 x **L**	5,68	55,98	8,07	0,00	0,00	55,98	8,07	64,04
0,9 x **L**	6,39	31,49	4,54	0,00	0,00	31,49	4,54	36,02
Ležaj **B**	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	87,44	12,60	0,00	0,00	87,44	12,60	100,04

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa (m)	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + **g**)	**q**	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	49,27	7,10	0,00	0,00	49,27	7,10	56,37
0,1 x **L**	0,71	39,42	5,68	0,00	0,00	39,42	5,68	45,10
0,2 x **L**	1,42	29,56	4,26	0,00	0,00	29,56	4,26	33,82
0,3 x **L**	2,13	19,71	2,84	0,00	0,00	19,71	2,84	22,55
0,4 x **L**	2,84	9,85	1,42	0,00	0,00	9,85	1,42	11,27
0,5 x **L**	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 x **L**	4,26	-9,85	-1,42	0,00	0,00	-9,85	-1,42	-11,27
0,7 x **L**	4,97	-19,71	-2,84	0,00	0,00	-19,71	-2,84	-22,55
0,8 x **L**	5,68	-29,56	-4,26	0,00	0,00	-29,56	-4,26	-33,82
0,9 x **L**	6,39	-39,42	-5,68	0,00	0,00	-39,42	-5,68	-45,10
Ležaj **B** - lijevo	7,10	-49,27	-7,10	0,00	0,00	-49,27	-7,10	-56,37
Ležaj **B** - desno	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	0,69	0,10	0,00	0,00	0,69	0,10	0,79

POZ. NAD-1

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,85	
0,1 x **L**	0,71	49,31	0,040	-1,6	20,0	0,973	2,74	
0,2 x **L**	1,42	87,67	0,072	-2,3	20,0	0,961	4,21	
0,3 x **L**	2,13	115,06	0,094	-2,9	20,0	0,949	5,26	
0,4 x **L**	2,84	131,50	0,107	-3,3	20,0	0,942	5,84	
0,5 x **L**	3,55	136,98	0,112	-3,4	20,0	0,940	5,91	
0,6 x **L**	4,26	131,50	0,107	-3,3	20,0	0,942	5,84	
0,7 x **L**	4,97	115,06	0,094	-2,9	20,0	0,949	5,26	
0,8 x **L**	5,68	87,67	0,072	-2,3	20,0	0,961	4,21	
0,9 x **L**	6,39	49,31	0,040	-1,6	20,0	0,973	2,74	
Ležaj **B**	7,10	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,85	
presjek po volji	3,50	136,95	0,112	-3,4	20,0	0,940	5,92	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	1,86	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	60,00	cm^2

USVOJENO : **VLAČNA ARMATURA**

profil	komada	A_{s1}
16	4	8,04
		0,00
	ΣA_{s1} =	8,04 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 56,40 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	30,34	12,77	34,10	20,51

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	77,17	0,00	49,73	634,50	8	2	23,0
0,1 x **L**	0,71	61,74	0,00	49,73	634,50	8	2	28,8
0,2 x **L**	1,42	46,30	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,13	30,87	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,4 x **L**	2,84	15,43	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,5 x **L**	3,55	0,00	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,26	-15,43	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,7 x **L**	4,97	-30,87	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,8 x **L**	5,68	-46,30	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0
0,9 x **L**	6,39	-61,74	0,00	49,73	634,50	8	2	28,8
Ležaj **B** - lijevo	7,10	-77,17	0,00	49,73	634,50	8	2	23,0
Ležaj **B** - desno	7,10	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	1,09	0,00	49,73	634,50	8	2	30,0

POZ. NAD-1

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,40	0,086	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / (r - r')) + (1/12) \times (fck)^{(1/2)} \times (r'/ r0)] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005000	0,005362	0,002681	1,360	1,0	0,986

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 12,59 < 33,91 = granična vrijednost

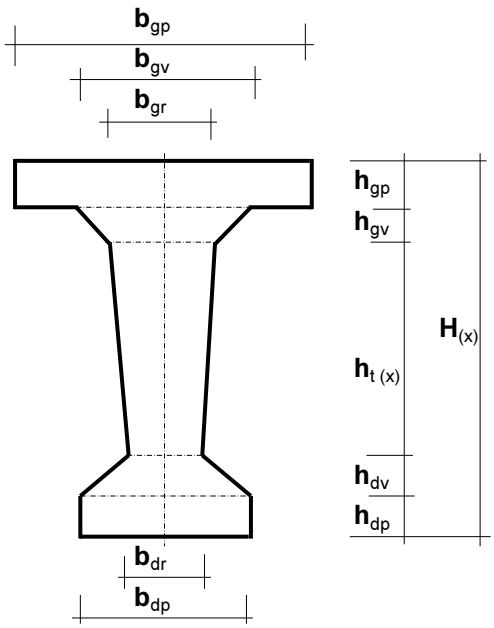
Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	2,84	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,274	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,878	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,349	cm

POZ. NAD-2

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

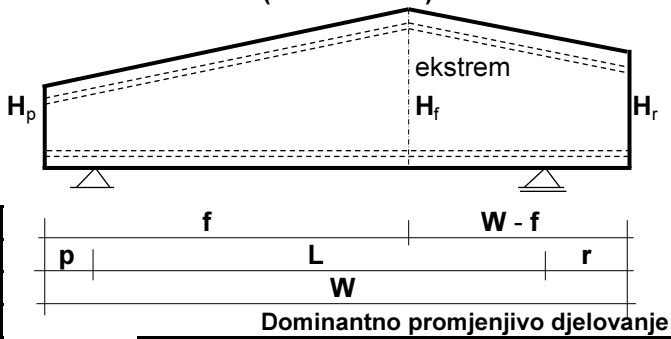
b_{gp}	25
b_{gv}	25
b_{gr}	25
b_{dr}	25
b_{dp}	25

h_{gp}	0
h_{gv}	0

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	60	60
$h_{t\,(x)}$	60	60	60

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

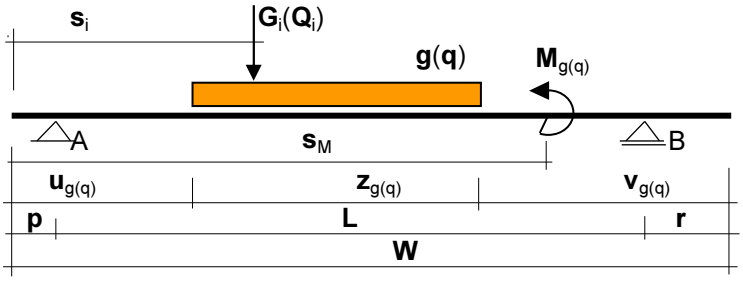


	f =	0,00	m
	L =	7,10	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	7,10	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N =

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	3,75	kN/m
stalno opter.	g =	7,90	kN/m
promjenj. opter.	q =	2,00	kN/m

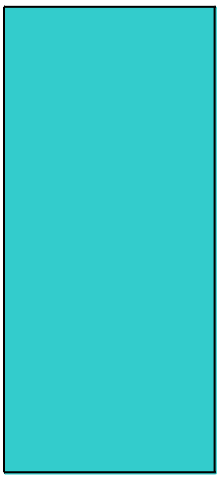
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	7,10	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	7,10	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. NAD-2

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	60	60

	Visina	Širina
Gornja ploča	0	25
Gornja vuta	0	25
Donja vuta	0	25
Donja ploča	0	25

Širina rebra na donjem rubu	25

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	60	60	60

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C25/30**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3147,58	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,35409

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. NAD-2

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	13,31	28,05	7,10	0,00	0,00	41,36	7,10	48,46
Ležaj **B**	13,31	28,05	7,10	0,00	0,00	41,36	7,10	48,46

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,71	26,43	4,54	0,00	0,00	26,43	4,54	30,96
0,2 x **L**	1,42	46,98	8,07	0,00	0,00	46,98	8,07	55,05
0,3 x **L**	2,13	61,66	10,59	0,00	0,00	61,66	10,59	72,25
0,4 x **L**	2,84	70,47	12,10	0,00	0,00	70,47	12,10	82,57
0,5 x **L**	3,55	73,41	12,60	0,00	0,00	73,41	12,60	86,01
0,6 x **L**	4,26	70,47	12,10	0,00	0,00	70,47	12,10	82,57
0,7 x **L**	4,97	61,66	10,59	0,00	0,00	61,66	10,59	72,25
0,8 x **L**	5,68	46,98	8,07	0,00	0,00	46,98	8,07	55,05
0,9 x **L**	6,39	26,43	4,54	0,00	0,00	26,43	4,54	30,96
Ležaj **B**	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	73,40	12,60	0,00	0,00	73,40	12,60	86,00

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
	(m)	(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	41,36	7,10	0,00	0,00	41,36	7,10	48,46
0,1 x **L**	0,71	33,09	5,68	0,00	0,00	33,09	5,68	38,77
0,2 x **L**	1,42	24,81	4,26	0,00	0,00	24,81	4,26	29,07
0,3 x **L**	2,13	16,54	2,84	0,00	0,00	16,54	2,84	19,38
0,4 x **L**	2,84	8,27	1,42	0,00	0,00	8,27	1,42	9,69
0,5 x **L**	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 x **L**	4,26	-8,27	-1,42	0,00	0,00	-8,27	-1,42	-9,69
0,7 x **L**	4,97	-16,54	-2,84	0,00	0,00	-16,54	-2,84	-19,38
0,8 x **L**	5,68	-24,81	-4,26	0,00	0,00	-24,81	-4,26	-29,07
0,9 x **L**	6,39	-33,09	-5,68	0,00	0,00	-33,09	-5,68	-38,77
Ležaj **B** - lijevo	7,10	-41,36	-7,10	0,00	0,00	-41,36	-7,10	-48,46
Ležaj **B** - desno	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	0,58	0,10	0,00	0,00	0,58	0,10	0,68

POZ. NAD-2

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,73	
0,1 x **L**	0,71	42,48	0,035	-1,4	20,0	0,977	2,35	
0,2 x **L**	1,42	75,52	0,062	-2,1	20,0	0,964	3,62	
0,3 x **L**	2,13	99,13	0,081	-2,6	20,0	0,955	4,51	
0,4 x **L**	2,84	113,29	0,093	-2,9	20,0	0,949	4,99	
0,5 x **L**	3,55	118,01	0,096	-3,0	20,0	0,948	5,06	
0,6 x **L**	4,26	113,29	0,093	-2,9	20,0	0,949	4,99	
0,7 x **L**	4,97	99,13	0,081	-2,6	20,0	0,955	4,51	
0,8 x **L**	5,68	75,52	0,062	-2,1	20,0	0,964	3,62	
0,9 x **L**	6,39	42,48	0,035	-1,4	20,0	0,977	2,35	
Ležaj **B**	7,10	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,73	
presjek po volji	3,50	117,98	0,096	-3,0	20,0	0,948	5,06	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	1,86	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	60,00	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
20	2	6,28
		0,00
	ΣA_{s1} =	6,28 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 56,20 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	30,18	11,41	33,57	18,43

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	66,48	0,00	49,60	632,25	8	2	26,6
0,1 x **L**	0,71	53,19	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,2 x **L**	1,42	39,89	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,13	26,59	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,4 x **L**	2,84	13,30	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,5 x **L**	3,55	0,00	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,26	-13,30	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,7 x **L**	4,97	-26,59	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,8 x **L**	5,68	-39,89	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,9 x **L**	6,39	-53,19	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
Ležaj **B** - lijevo	7,10	-66,48	0,00	49,60	632,25	8	2	26,6
Ležaj **B** - desno	7,10	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	0,94	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0

POZ. NAD-2

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,42	0,308	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005000	0,004189	---	1,243	1,0	0,986

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 12,63 < 26,12 = granična vrijednost

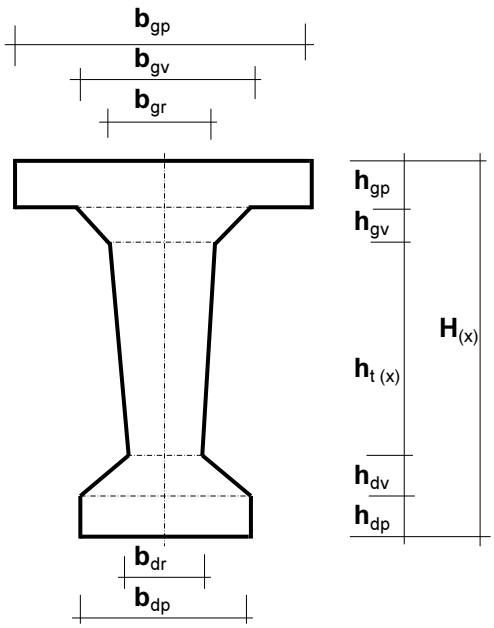
Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	2,84	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,284	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,820	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,322	cm

POZ. NAD-3

POPREČNI PRESJEK (OPĆENITO) :



GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA :

(mjere u cm)

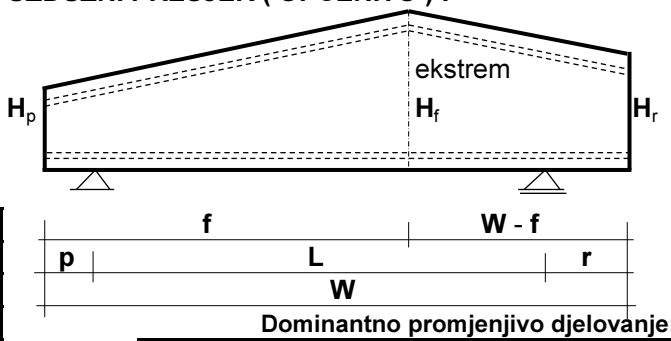
b_{gp}	25
b_{gv}	25
b_{gr}	25
b_{dr}	25
b_{dp}	25

h_{gp}	0
h_{gv}	0

h_{dv}	0
h_{dp}	0

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
$H_{(x)}$	60	60	60
$h_{t\,(x)}$	60	60	60

UZDUŽNI PRESJEK (OPĆENITO) :

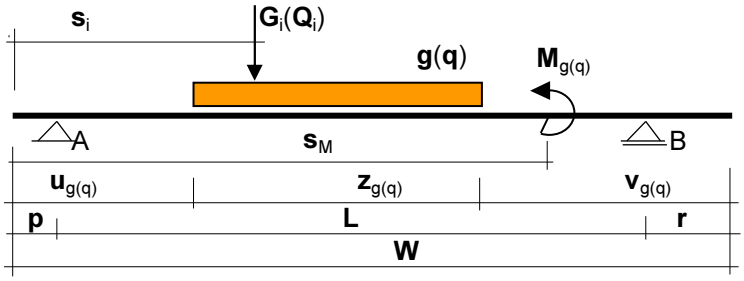


	f =	0,00	m
	L =	7,10	m
puna visina:	p =	0,00	m
puna visina:	r =	0,00	m
	W =	7,10	m

Dominantno promjenjivo djelovanje:

snijeg za zgrade u predjelima do 1000 m n.v.

STATIČKI SISTEM / OPTEREĆENJE :



Broj koncentričnih sila N =

Sila br.	udaljenost s_i (m)	Stalno G_i (kN)	Promjenj. Q_i (kN)

Kontinuirano opterećenje i njegov položaj :

vlastita težina	$g_{VT\ prosj}$ =	3,75	kN/m
stalno opter.	g =	6,08	kN/m
promjenj. opter.	q =	2,00	kN/m

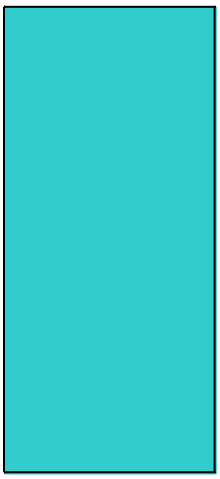
stalno opterećenje	z_g (m)	u_g (m)	v_g (m)
	7,10	0,00	0,00

promjenjivo opterećenje	z_q (m)	u_q (m)	v_q (m)
	7,10	0,00	0,00

Konc. moment	udaljenost s_M (m)	Stalno M_g (kNm)	Promjenj. M_q (kNm)

POZ. NAD-3

POPREČNI PRESJEK NOSAČA (U POLJU) :



MJERE SU U CENTIMETRIMA

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina nosača	60	60	60

	Visina	Širina
Gornja ploča	0	25
Gornja vuta	0	25
Donja vuta	0	25
Donja ploča	0	25

Širina rebra na donjem rubu	25

	Lijevi kraj	Ekstrem	Desni kraj
Visina rebra	60	60	60

PODACI O MATERIJALIMA :

Zahtijevana vatrootpornost	**R 60**

1. BETON

Razred betona	**C25/30**

Razred izloženosti betona	**XC1**

Zaštitni sloj betona	2,0	cm

Modul elastičnosti	E_{cm} =	3147,58	kN/cm^2

2. ČELIK ZA ARMIRANJE

Kvaliteta čelika	**B500B**

Modul elastičnosti	E_s =	20000	kN/cm^2	E_s / E_{cm} = 6,35409

3. PODACI ZA ARMATURU

Poprečna armatura :

profil vilice :	8
reznost vilice :	2

nagib vilica (°) :	90
nagib tlačnih dijagonala (°) :	45

POZ. NAD-3

REAKCIJE (u kN) :

	REAKCIJE OD OPTEREĆENJA :							
	g_{VT}	g	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	13,31	21,58	7,10	0,00	0,00	34,90	7,10	42,00
Ležaj **B**	13,31	21,58	7,10	0,00	0,00	34,90	7,10	42,00

MOMENTI SAVIJANJA (u kNm) :

PRESJEK	apscisa (m)	MOMENTI SAVIJANJA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1 x **L**	0,71	22,30	4,54	0,00	0,00	22,30	4,54	26,84
0,2 x **L**	1,42	39,64	8,07	0,00	0,00	39,64	8,07	47,71
0,3 x **L**	2,13	52,03	10,59	0,00	0,00	52,03	10,59	62,62
0,4 x **L**	2,84	59,46	12,10	0,00	0,00	59,46	12,10	71,56
0,5 x **L**	3,55	61,94	12,60	0,00	0,00	61,94	12,60	74,54
0,6 x **L**	4,26	59,46	12,10	0,00	0,00	59,46	12,10	71,56
0,7 x **L**	4,97	52,03	10,59	0,00	0,00	52,03	10,59	62,62
0,8 x **L**	5,68	39,64	8,07	0,00	0,00	39,64	8,07	47,71
0,9 x **L**	6,39	22,30	4,54	0,00	0,00	22,30	4,54	26,84
Ležaj **B**	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	61,93	12,60	0,00	0,00	61,93	12,60	74,53

POPREČNE SILE (u kN) :

PRESJEK	apscisa (m)	POPREČNA SILA OD OPTEREĆENJA						
		(g_{VT} + g)	q	G_i / M_g	Q_i / M_q	Stalno	Promjenj.	UKUPNO
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ležaj **A** - desno	0,00	34,90	7,10	0,00	0,00	34,90	7,10	42,00
0,1 x **L**	0,71	27,92	5,68	0,00	0,00	27,92	5,68	33,60
0,2 x **L**	1,42	20,94	4,26	0,00	0,00	20,94	4,26	25,20
0,3 x **L**	2,13	13,96	2,84	0,00	0,00	13,96	2,84	16,80
0,4 x **L**	2,84	6,98	1,42	0,00	0,00	6,98	1,42	8,40
0,5 x **L**	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,6 x **L**	4,26	-6,98	-1,42	0,00	0,00	-6,98	-1,42	-8,40
0,7 x **L**	4,97	-13,96	-2,84	0,00	0,00	-13,96	-2,84	-16,80
0,8 x **L**	5,68	-20,94	-4,26	0,00	0,00	-20,94	-4,26	-25,20
0,9 x **L**	6,39	-27,92	-5,68	0,00	0,00	-27,92	-5,68	-33,60
Ležaj **B** - lijevo	7,10	-34,90	-7,10	0,00	0,00	-34,90	-7,10	-42,00
Ležaj **B** - desno	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
presjek po volji	3,50	0,49	0,10	0,00	0,00	0,49	0,10	0,59

POZ. NAD-3

DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE :

PRESJEK	apscisa (m)	M_{Ed} (kNm)	μ_{Ed}	ε_c	ε_{s1}	ζ	A_{s1} (cm^2)	A_{s2} (cm^2)
Ležaj **A**	0,00	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,64	
0,1 x **L**	0,71	36,91	0,030	-1,3	20,0	0,978	2,04	
0,2 x **L**	1,42	65,62	0,054	-1,9	20,0	0,968	3,13	
0,3 x **L**	2,13	86,12	0,070	-2,3	20,0	0,961	3,89	
0,4 x **L**	2,84	98,42	0,080	-2,6	20,0	0,955	4,31	
0,5 x **L**	3,55	102,52	0,084	-2,7	20,0	0,953	4,37	
0,6 x **L**	4,26	98,42	0,080	-2,6	20,0	0,955	4,31	
0,7 x **L**	4,97	86,12	0,070	-2,3	20,0	0,961	3,89	
0,8 x **L**	5,68	65,62	0,054	-1,9	20,0	0,968	3,13	
0,9 x **L**	6,39	36,91	0,030	-1,3	20,0	0,978	2,04	
Ležaj **B**	7,10	0,00	xxx	xxx	xxx	1,000	0,64	
presjek po volji	3,50	102,50	0,084	-2,7	20,0	0,953	4,37	

Dopuštene granice armiranja presjeka	$A_{s,min}$ =	1,86	cm^2
NAPOMENA: Ukupna armatura ne smije preći 4% betonskog presjeka	$A_{s,max}$ =	60,00	cm^2

USVOJENO :

VLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s1}
20	2	6,28
		0,00
	ΣA_{s1} =	6,28 cm^2

TLAČNA ARMATURA

profil	komada	A_{s2}
16	2	4,02
		0,00
	ΣA_{s2} =	4,02 cm^2

KRITIČNI PRESJEK:

Statička visina presjeka: 56,20 cm	st.I-kratkotr.	st.II-kratkotr	st.I-dugotr.	st.II-dugotr.
Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba betona [cm] :	30,18	11,41	33,57	18,43

DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 6.2)

PRESJEK	apscisa (m)	V_{Ed} (kN)	$\lvert V_{ccd} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rdc} \rvert$ (kN)	$\lvert V_{Rd,max} \rvert$ (kN)	vilice ϕ	reznost	razmak (cm)
Ležaj **A** - lijevo	0,00	0,00	---	---	---	---	---	---
Ležaj **A** - desno	0,00	57,76	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,1 x **L**	0,71	46,21	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,2 x **L**	1,42	34,66	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,3 x **L**	2,13	23,10	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,4 x **L**	2,84	11,55	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,5 x **L**	3,55	0,00	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,6 x **L**	4,26	-11,55	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,7 x **L**	4,97	-23,10	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,8 x **L**	5,68	-34,66	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
0,9 x **L**	6,39	-46,21	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
Ležaj **B** - lijevo	7,10	-57,76	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0
Ležaj **B** - desno	7,10	0,00	---	---	---	---	---	---
presjek po volji	3,50	0,81	0,00	49,60	632,25	8	2	30,0

POZ. NAD-3

KONTROLA PUKOTINA

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.3)

Granična vrijednost računske širine pukotine	w_{max} =	0,400	mm

Minimalna površina armature, u [cm^2] : $A_{s,min} = k_c \times k \times f_{ct,eff} \times A_{ct} / \sigma_s$

Karakteristična širina pukotine, u [mm] : $w_k = s_{r,max} \times (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$

	$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k		$A_{s,min}$	w_k
Ležaj **A**	---	---	Polje	2,42	0,245	Ležaj **B**	---	---

KONTROLA PROGIBA :

(proračun prema EN 1992-1-1:2004 - 7.4)

Proračun progiba nije potreban (izuzev u slučaju opterećenja od krana) ako je:

$L / d \le K \times [11 + 1{,}5 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r) + 3{,}2 \times (fck)^{(1/2)} \times (r0 / r - 1)^{(3/2)}] \times k1 \times k2 \times k3$

K	ρ0	ρ	ρ'	k1	k2	k3
1,0	0,005000	0,004189	---	1,439	1,0	0,986

(k_1 = 500 / (fyk x As,req / As,prov) ; k_2 = u funkciji širine presjeka ; k_3 = u funkciji raspona)

L / d = 12,63 < 30,24 = granična vrijednost

Proračun progiba nije potreban, ali se ipak provodi računska kontrola.

Dopušteni progib:	2,84	cm	(= L / 250 , odnosno L / 600 za slučaj krana)

Progib od kratkotrajnog djelovanja (karakteristična kombinacija opterećenja):	1,042	cm
Progib od dugotrajnog djelovanja (kvazistalna kombinacija opterećenja):	1,524	cm
Učešće skupljanja i puzanja betona u progibu od dugotrajnog djelovanja:	0,302	cm

PROING d.o.o.

Ivana Severa 5 Tel.:

42000 Varaždin Fax:

Projekt: Gracotech

Position: B7+-001 - stubišni krak_rev_0

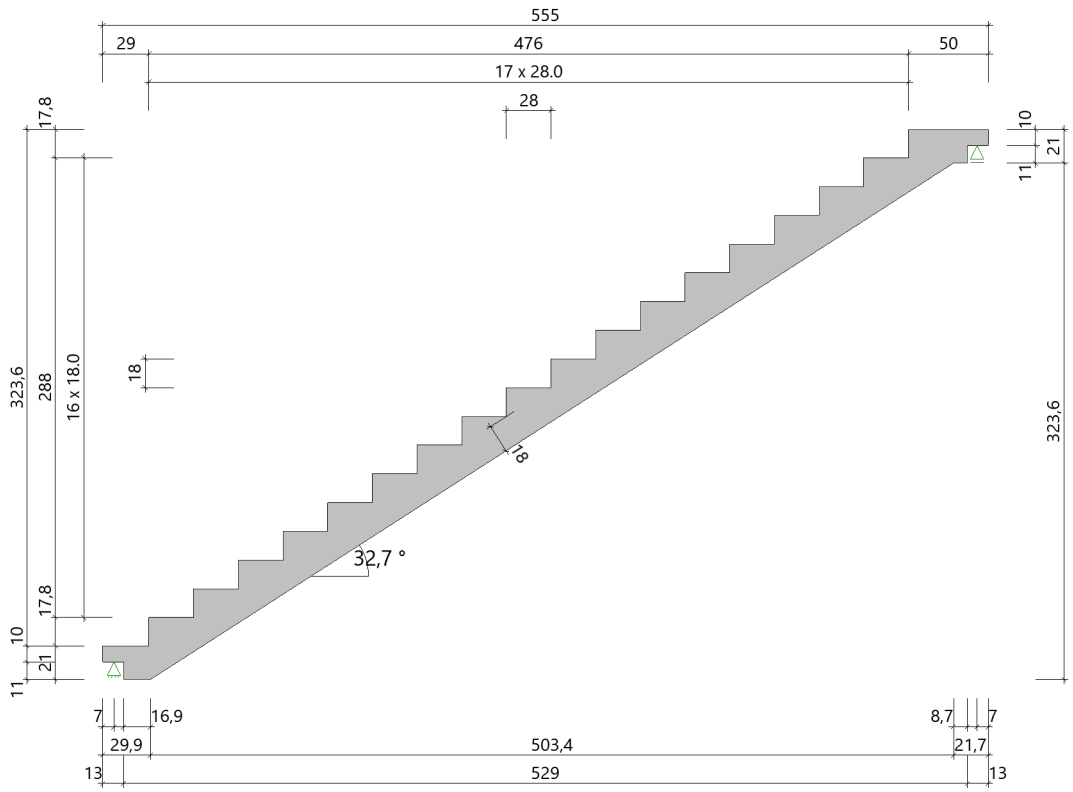
26.05.2021 Seite: 1

Position: B7+-001 - stubišni krak_rev_0

Flight of Stairs B7+ 01/21A (FRILO R-2021-1/P09)

System

System graphics



PROING d.o.o.

Ivana Severa 5 Tel.:

42000 Varaždin Fax:

Projekt: Gracotech

Position: B7+-001 - stubišni krak_rev_0

26.05.2021 Seite: 2

Geometry

Rf b floor landing top - Rf b floor landing bottom	H_1 =	323.6	cm
Length from 1-st to to last step tread	L_1 =	476.0	cm
Length lower landing to FE support	L_2 =	29.0	cm
Length upper landing to FE support	L_3 =	50.0	cm
width of flight	B_1 =	120.0	cm
Width of cover	B_2 =	120.0	cm
Live load width	B_3 =	120.0	cm
Number of steps	n_s =	18	
Height of step bottom	H_u =	17.8	cm
Height of step top	H_o =	17.8	cm
Stairs	H_s / L_s =	18.0 / 28.0	cm
Nosing	u =	0.0	cm
Thickness of stairs	D_1 =	18.0	cm
Thickness lower landing	D_2 =	21.0	cm
Thickness upper landing	D_3 =	21.0	cm
Length of the staircase bottom view in plan	L_4 =	503.4	cm
Distance 1st step to break point bottom	L_5 =	0.9	cm
Length of lower support console	L_6 =	13.0	cm
Length of top support console	L_7 =	13.0	cm
Thickness lower support console	D_6 =	10.0	cm
Deep of upper support console	D_7 =	10.0	cm
Distance lower support to console end	L_{14} =	7.0	cm
Distance of the upper support from the end of the lower console	L_{15} =	7.0	cm

bearing

bttm: hinged with console
top: hinged with console

Support

Location [-]	horizontal [kN/m]	vertical [kN/m]	turning [kNm/rad]
left	rigid	rigid	free
right	free	rigid	free

Durability

Requirements durability

attack on concrete		X0			
attack on reinforc.		XC1			
min. concrete class		C 16/20			
long. reinforcement	ϕ,m	=	10	mm	
allowance in design	Δc_{dev}	=	10	mm	
longitudinal bars	$c_{min,m}$	=	10	mm	*5
concrete coverage	$c_{nom,m}$	=	20	mm	
laying dist. link	c,l	=	20	mm	
all. crack width	w_{max}	=	0,40	mm	

*5: bond decisive

PROING d.o.o.
Ivana Severa 5 Tel.:
42000 Varaždin Fax:

Creeping

Modulus of creep and degree of shrinkage

notional member size	h_0	=	17,1	cm	
air moisture	LU	=	50	%	cement Typ N,R
normal-weight concrete	f_{ck}	=	25	N/mm2	
load age	t_0	=	28	days	t= infinite
modulus of creep	$\phi(t_0,t)$	=	2,70		
shrinkage strain	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0,49	‰	

Loads

Safety and combination factors

Action group	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kat. A: Wohngebäude	1,35	1,5	0,7	0,5	0,3

Load

Location [-]	Type [-]	g [kN/m²]	q [kN/m²]
lower landing/ console	Covering	1.50	-
	Live load	-	3.00
Stairway	Covering	1.50	-
	Live load	-	3.00
upper landing/console	Covering	1.50	-
	Live load	-	3.00

Resulting loading (relative to the horizontal surface)

Location [-]	Type [-]	g [kN/m²]	q [kN/m²]
lower landing/ console	Self weight	5.25	-
	Covering	1.50	-
	Live load	-	3.00
	Total	6.75	3.00
Stairway	Self weight	7.60	-
	Covering	1.50	-
	Live load	-	3.00
	Total	9.10	3.00
upper landing/console	Self weight	5.25	-
	Covering	1.50	-
	Live load	-	3.00
	Total	6.75	3.00

The dead weight is with gamma = 25.00 kN/m³ considered.

Standard, Materials und Reinforcement layer

Design acc.to DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Construction materials:	Concrete	C25/30		Steel	B500B	
	γ_c =	1,50		γ_s =	1,15	
	f_{ck} =	25.0	N/mm²	f_{yk} =	500.0	N/mm²

PROING d.o.o.
Ivana Severa 5 Tel.:
42000 Varaždin Fax:

Individual lengths(for framework calculation)

	lower landing	Stairway	upper landing
Dimension	0.23 m	5.98 m (L_{tot}) 5.03 m (L_{hor}) 3.24 m (L_{vert})	0.15 m

Reinforcement layer bottom d_1 = 3.0 cm
Reinforcement upper layer d_2 = 3.0 cm

Results stair

Bending design

All design results per m stair width!

Flexural reinforcement

Location [-]	h [cm]	M_{Ed} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	req. a_{sb} [cm²/m]	req. a_{st} [cm²/m]	&About [-]
lower landing, lower reinforcement	21.0	9.76	0.0	2.3	0.0	*)
Stairway, lower reinforcement	18.0	61.34	0.3	10.4	0.0	
upper landing, lower reinforcement	21.0	6.59	0.0	2.3	0.0	*)
*) Minimum longitudinal reinforcement acc.to DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) is decisive.						

exist. reinforcement

lower reinforcement 12 O 12 / 10.0 cm (Suggestion from program for number O)
exist. a_{sbtm} = 11.31 cm²/m

Note: existing a_s (related reinforcement) = existing A_s (absolute reinforcement) / B_1 (running width).

Shear design

Shear reinforcement B500B

Location [-]	V_{Ed} [kN/m]	N_{Ed} [kN/m]	k_z [-]	θ [Degree]	a_{sL} [cm²/m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	req. a_{sStir} [cm²/m²]
lower landing left	44.7	0.0	0.78	18.4	0.0	89.1	446.3	0.0
lower landing right	41.6	0.0	0.78	18.4	2.3	89.1	446.3	0.0
Stairway left	35.0	-22.5	0.73	18.4	2.1	76.5	350.6	0.0
Stairway right	-36.1	23.2	0.73	18.4	2.4	71.9	350.6	0.0
Upper landing left	-42.9	0.0	0.78	18.4	2.3	89.1	446.3	0.0
Upper landing right	-44.9	0.0	0.78	18.4	0.0	89.1	446.3	0.0

Crack width check

The check is carried out with the quasi-permanent action combination considering the creep (ϕ = 2,7).

Crack width limitation stairs:

Location [-]	h [cm]	M_{Ed} [kNm]	N_{Ed} [kN]	exist. A_{sb} [cm²]	exist. A_{st} [cm²]	Env.Cl [-]	$d_{s,exist}$ [mm]	$d_{s,limit}$ [mm]	exist. w [mm]	perm. w [mm]
Stairway, bottom side	18.0	43.84	0.2	13.6	0.0	XC1	12	44	0.11	0.40

Deformation

The calculation will be done with characteristic Action combination at state I considering the creep ($E_{c,eff}$ = 8382 N/mm²).

max. f = 4.5 cm (in staircase at x = 2.99 m)

PROING d.o.o.
Ivana Severa 5 Tel.:
42000 Varaždin Fax:

Note: The deflection value is to be understood perpendicular to the corresponding member axis. The x-value refers to the beginning of the member (beginning lower platform, staircase or upper platform) and runs in the direction of the membe axis.

Support reactions

Definition supporting forces

(A) support left (v) vertical supporting force
(B) support right (v) horizontal supporting force

Support reactions per m stair width

	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
γ = 1.0				
Total	32.2	0.0	32.4	0.0
from g	24.1	0.0	24.3	0.0
from q	8.1	0.0	8.1	0.0
γ-times				
Total	44.7	0.0	44.9	0.0
from g	32.5	0.0	32.7	0.0
from q	12.2	0.0	12.2	0.0

Self weight of stairs

The self-weight of the stair (without covering) G_k is 48.3 kN

Note :

The lower and upper console were not measured.

Osnovni podaci o modelu

PROSTORNI MODEL

- proračun djelovanja na ab montažne stupove
- proračun djelovanja na temelje stope
- proračun armiranobetonske monolitne međukatne konstrukcije

Datoteka:	2021-05-14 - eko-pak model_rev_0.twp
Datum proračuna:	14.5.2021
Način proračuna:	3D model

[X] Teorija I-og reda	[X] Modalna analiza	[ ] Stabilnost
[ ] Teorija II-og reda	[X] Seizmički proračun	[ ] Faze građenja
[ ] Nelinearni proračun		

Veličina modela

Broj čvorova:	7238
Broj pločastih elemenata:	5619
Broj grednih elemenata:	1501
Broj graničnih elemenata:	1050
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	11
Broj kombinacija opterećenja:	16

Jedinice mjera

Dužina:	m [cm,mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius

Ulazni podaci - Konstrukcija

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
krov	7.20	4.00
međukat	3.20	0.67
međupodest	2.53	2.53

Naziv	z [m]	h [m]
kota ±0,00	0.00	0.40
vrh čašice	-0.40	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton C30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
2	Opeka	5.000e+6	0.00	18.00	1.000e-5	5.000e+6	0.00
3	Beton C50/60	3.700e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.700e+7	0.20
4	Beton C25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

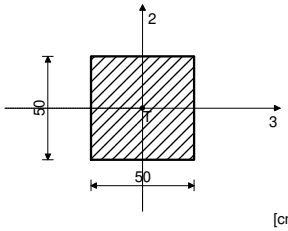
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.250	0.125	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
	ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.001, E x 0.5, γ x 1;							

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=50/50, Fiktivna ekscentričnost, stup

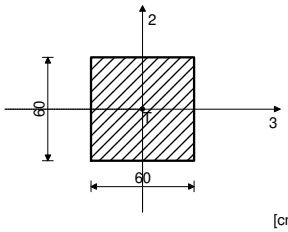
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton C30/37	2.500e-1	2.083e-1	2.083e-1	8.802e-3	5.208e-3	5.208e-3



[cm]

Set: 2 Presjek: b/d=60/60, Fiktivna ekscentričnost, stup

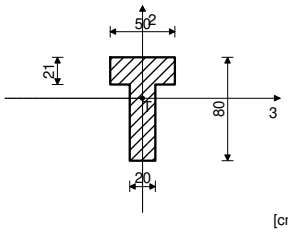
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton C30/37	3.600e-1	3.000e-1	3.000e-1	1.825e-2	1.080e-2	1.080e-2



[cm]

Set: 3 Presjek: T 50/80, Fiktivna ekscentričnost, KN-1

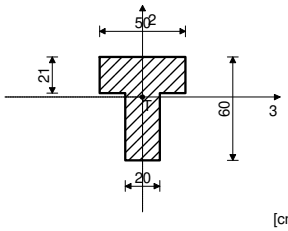
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton C50/60	2.230e-1	1.503e-1	1.908e-1	3.117e-3	2.581e-3	1.270e-2



[cm]

Set: 4 Presjek: T 50/60, Fiktivna ekscentričnost, KN-2

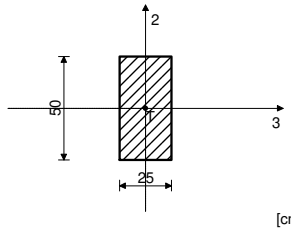
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton C30/37	1.830e-1	1.237e-1	1.623e-1	2.584e-3	2.448e-3	5.402e-3



[cm]

Set: 5 Presjek: b/d=25/50, Fiktivna ekscentričnost, VG

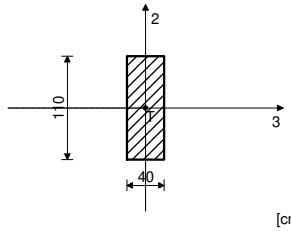
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Beton C30/37	1.250e-1	1.042e-1	1.042e-1	1.788e-3	6.510e-4	2.604e-3



[cm]

Set: 6 Presjek: b/d=40/110, Fiktivna ekscentričnost, GN-1

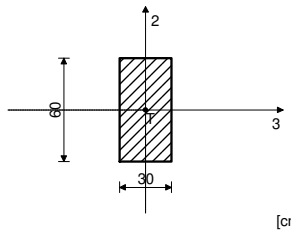
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton C50/60	4.400e-1	3.667e-1	3.667e-1	1.810e-2	5.867e-3	4.437e-2



[cm]

Set: 7 Presjek: b/d=30/60, Fiktivna ekscentričnost, PG

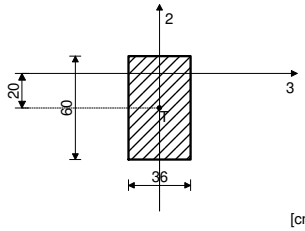
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton C50/60	1.800e-1	1.500e-1	1.500e-1	3.708e-3	1.350e-3	5.400e-3



[cm]

Set: 8 Presjek: b/d=36/60, Fiktivna ekscentričnost

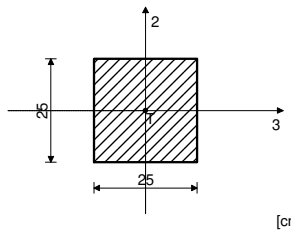
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - Beton C50/60	2.160e-1	1.800e-1	1.800e-1	5.842e-3	2.333e-3	6.480e-3



[cm]

Set: 9 Presjek: b/d=25/25, Fiktivna ekscentričnost, serklaži

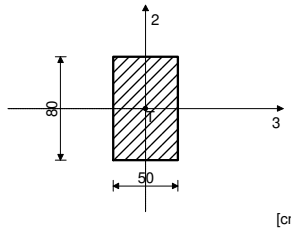
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - Beton C25/30	6.250e-2	5.208e-2	5.208e-2	5.501e-4	3.255e-4	3.255e-4
ST: EA1 x 1, EA2 x 1, EA3 x 1, EI1 x 1, EI2 x 1, EI3 x 1, γ x 1;						
SE: EA1 x 0.5, EA2 x 0.5, EA3 x 0.5, EI1 x 0.5, EI2 x 0.5, EI3 x 0.5, γ x 1;						



[cm]

Set: 10 Presjek: b/d=50/80, Fiktivna ekscentričnost, TR-1

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - Beton C25/30	4.000e-1	3.333e-1	3.333e-1	2.038e-2	8.333e-3	2.133e-2



[cm]

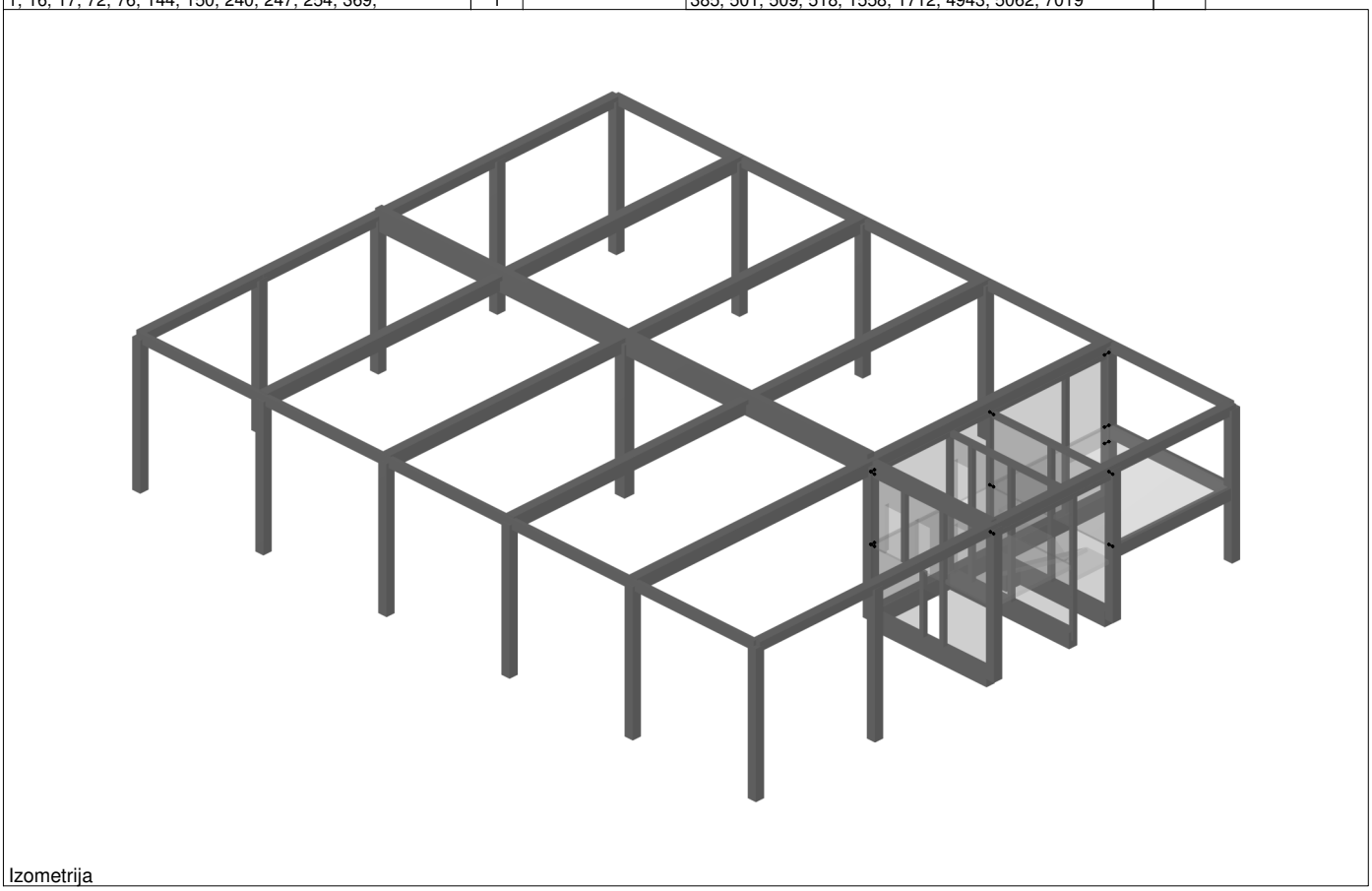
Setovi linijskih ležajeva					
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	5.000e+4	5.000e+4	5.000e+4		0.600

Setovi točkastih ležajeva						
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10

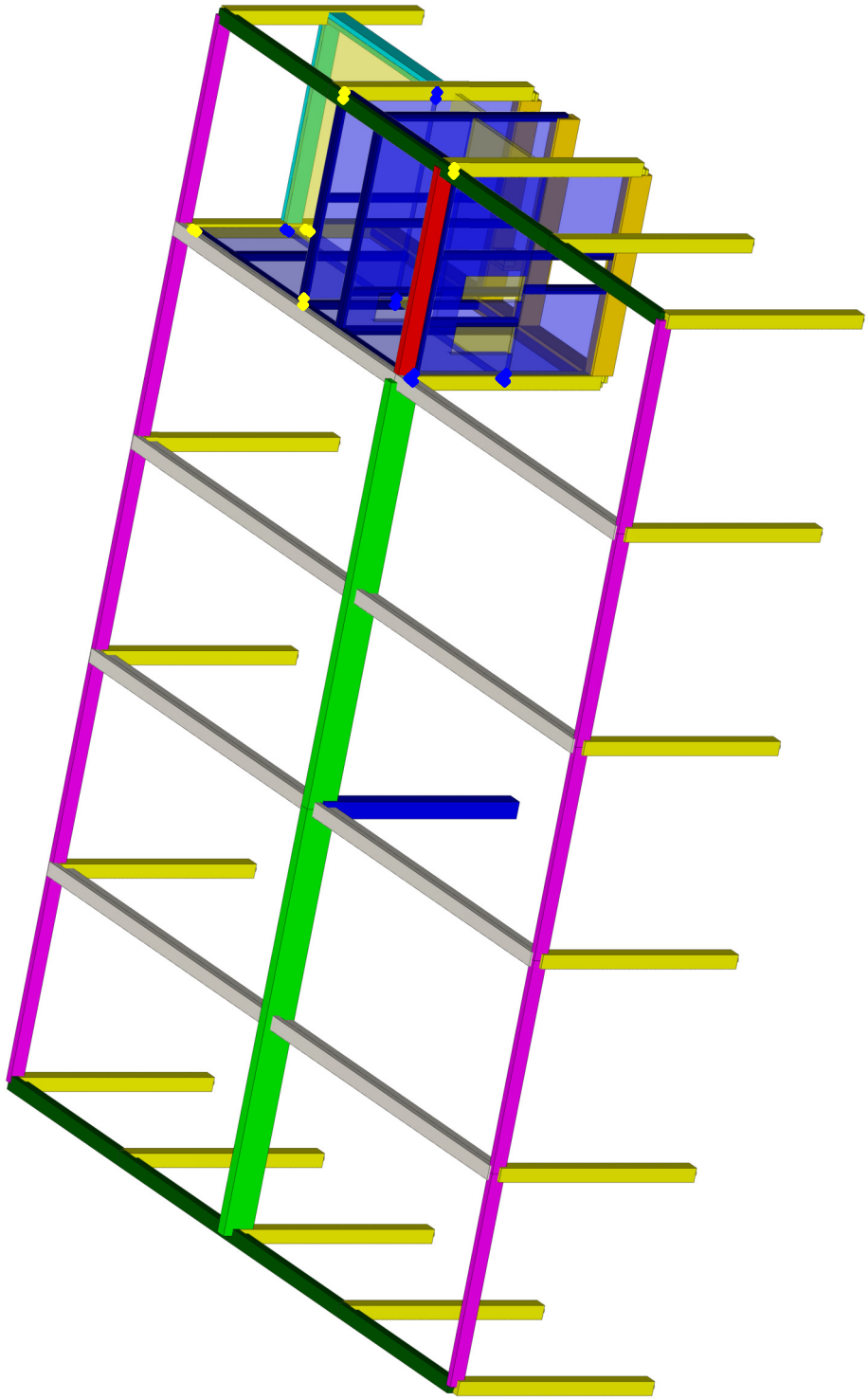
Setovi veza						
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2	1.000e+10					

Konture točkastih ležajeva	
Čvorovi	Set
1, 16, 17, 72, 76, 144, 150, 240, 247, 254, 369,	1

Čvorovi	Set
385, 501, 509, 518, 1558, 1712, 4943, 5062, 7019	

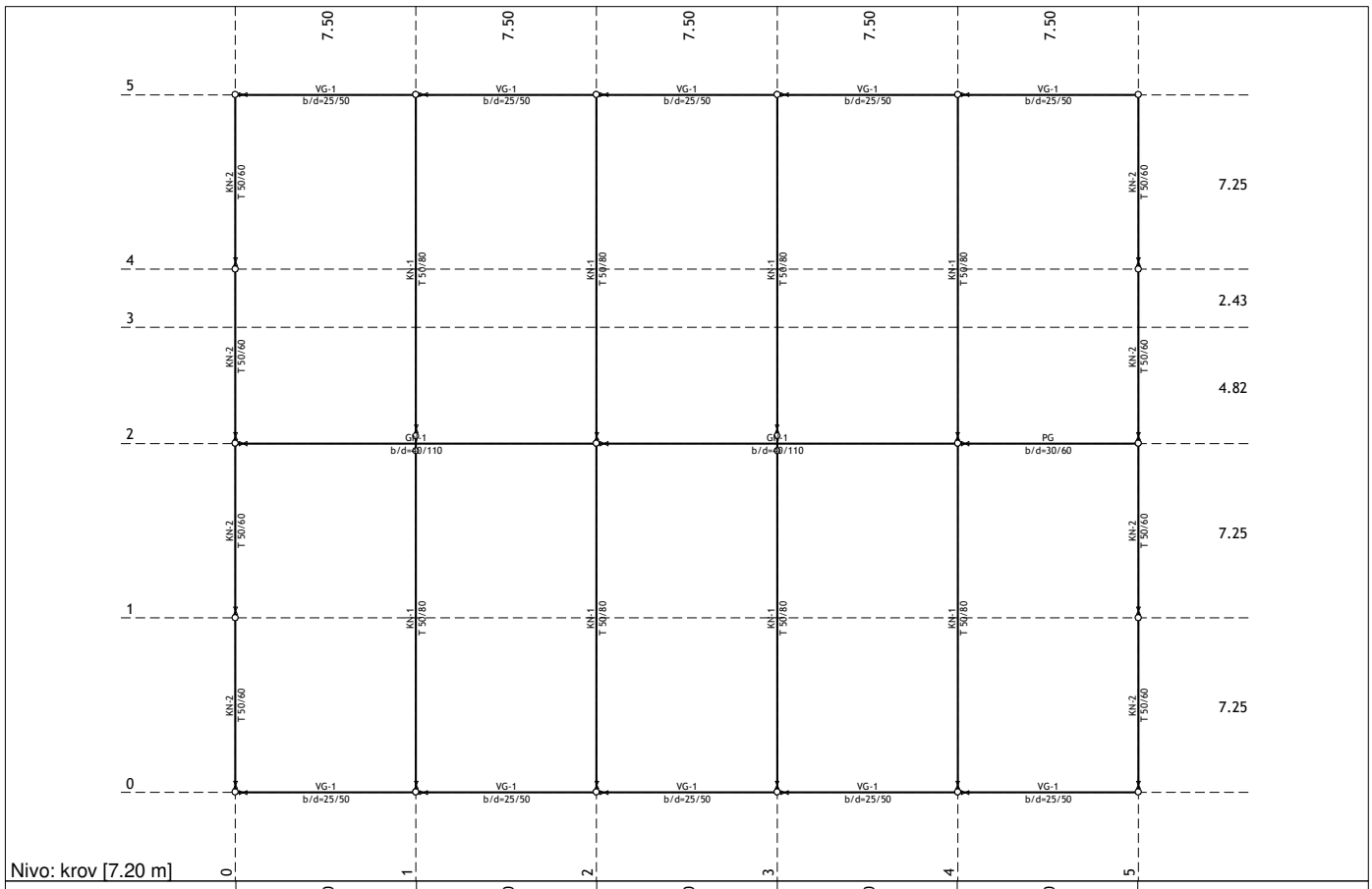


Izometrija

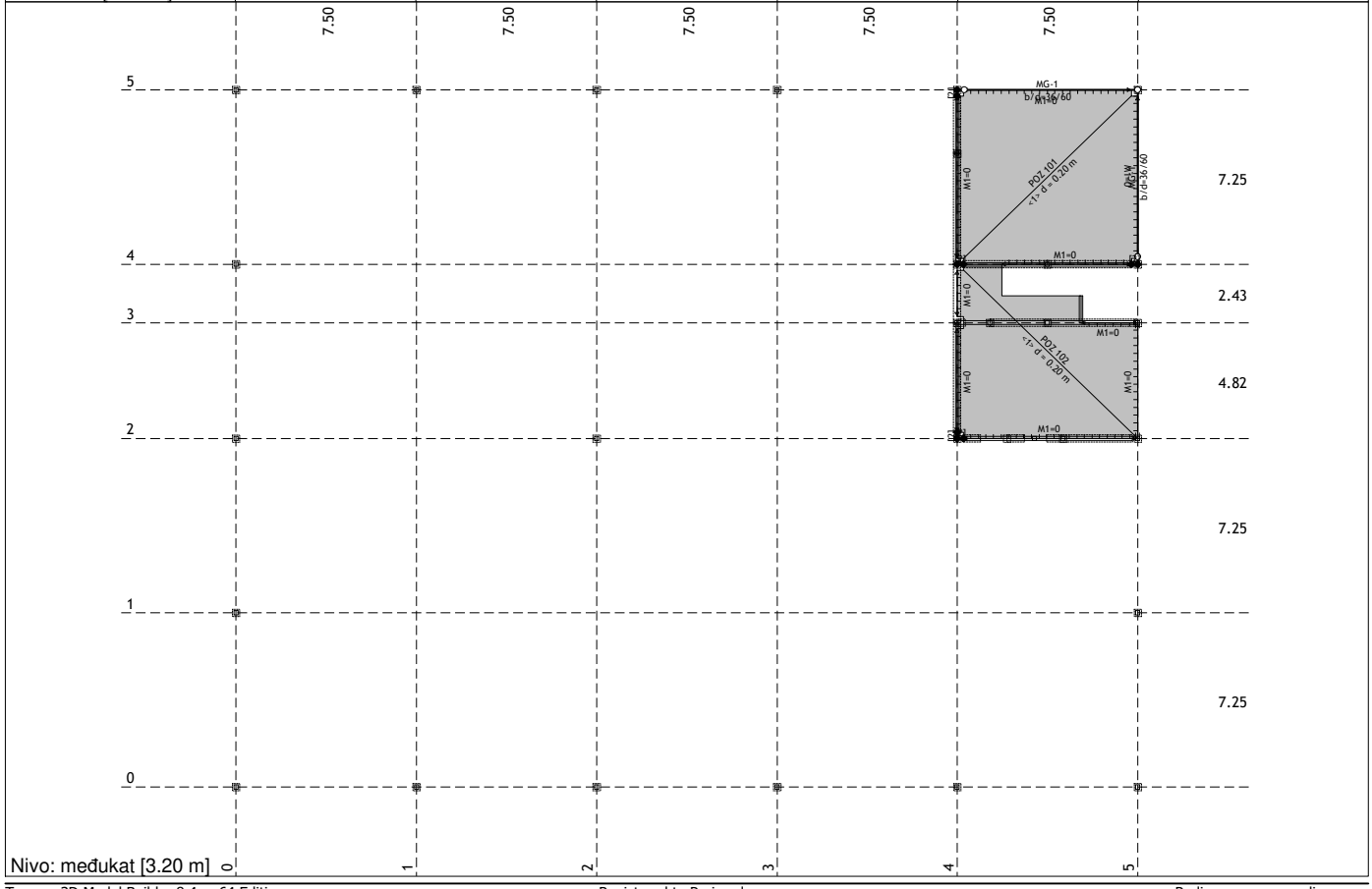


Izometrija

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

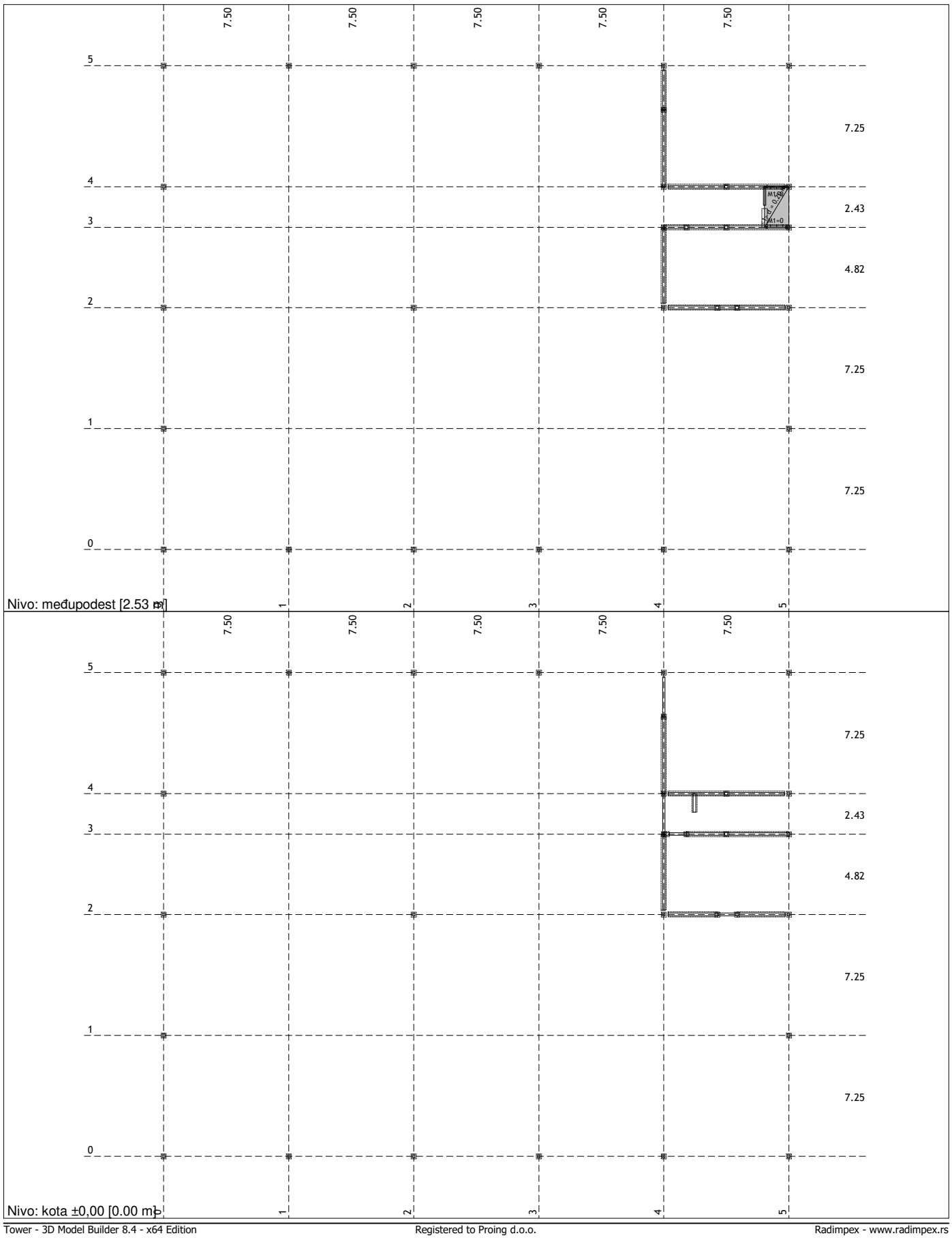


Nivo: krov [7.20 m]

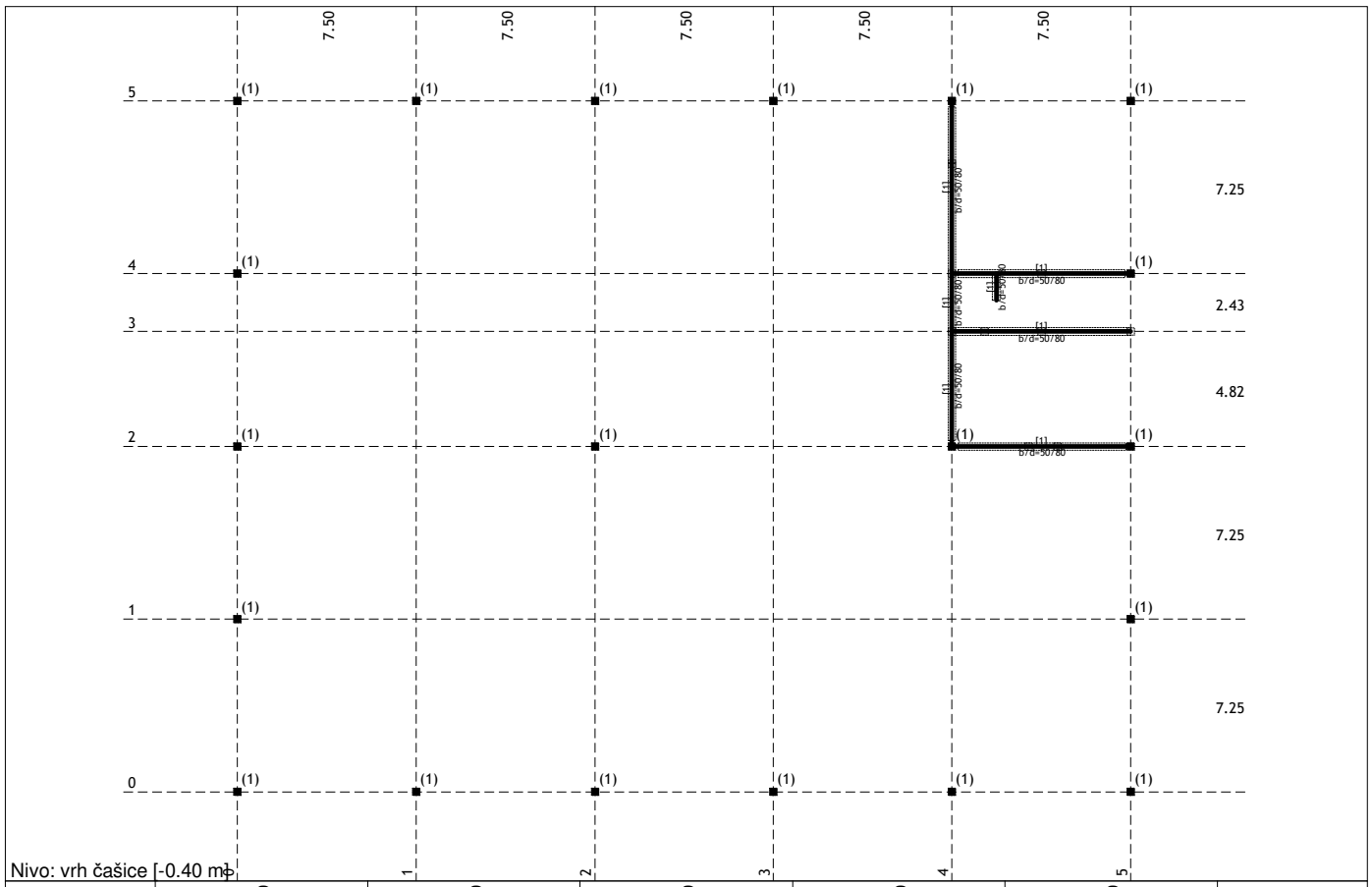


Nivo: međukat [3.20 m]

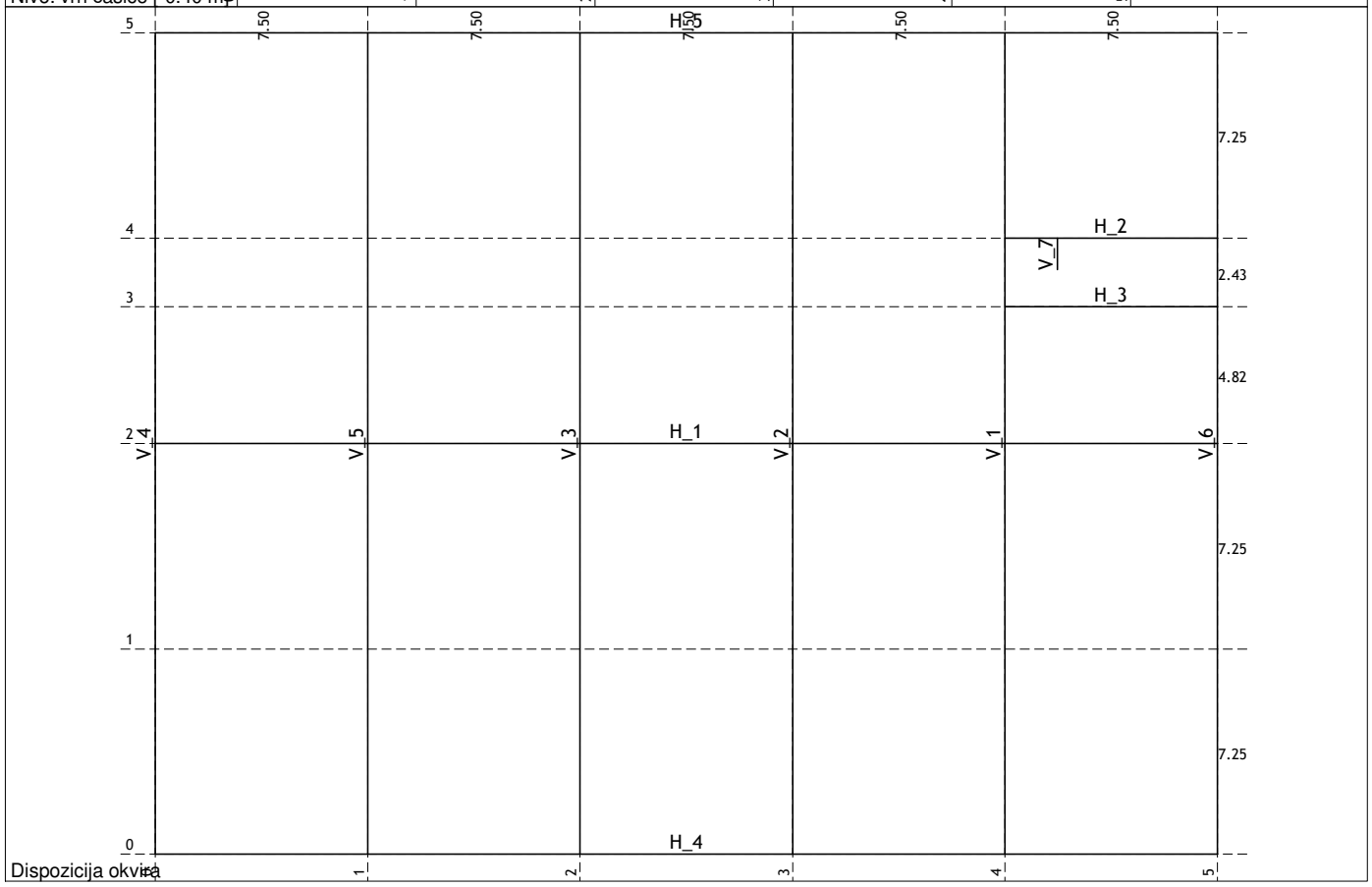
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

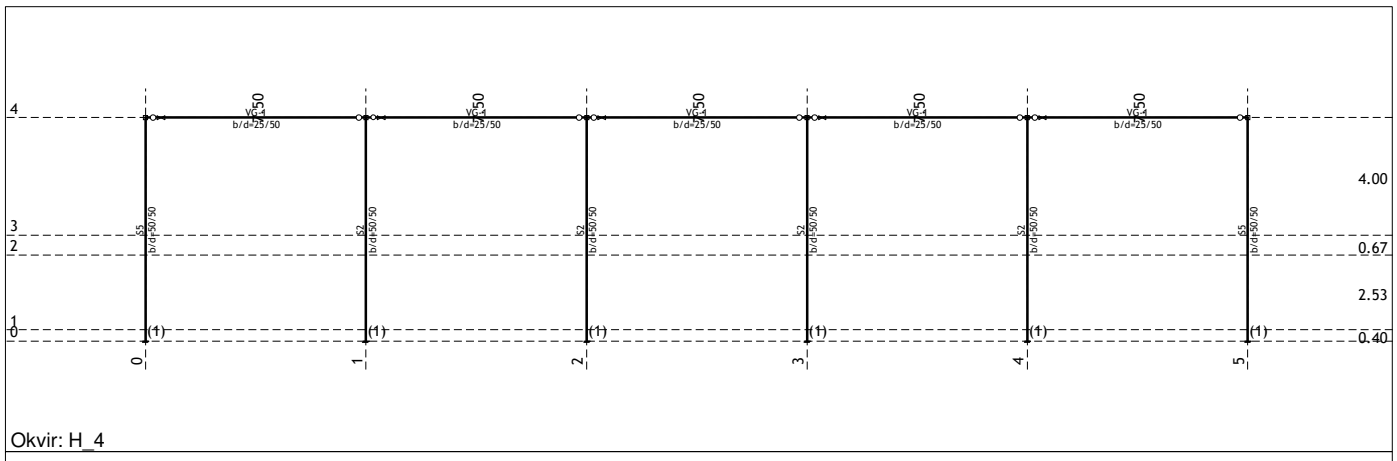


Nivo: vrh čašice [-0.40 m]

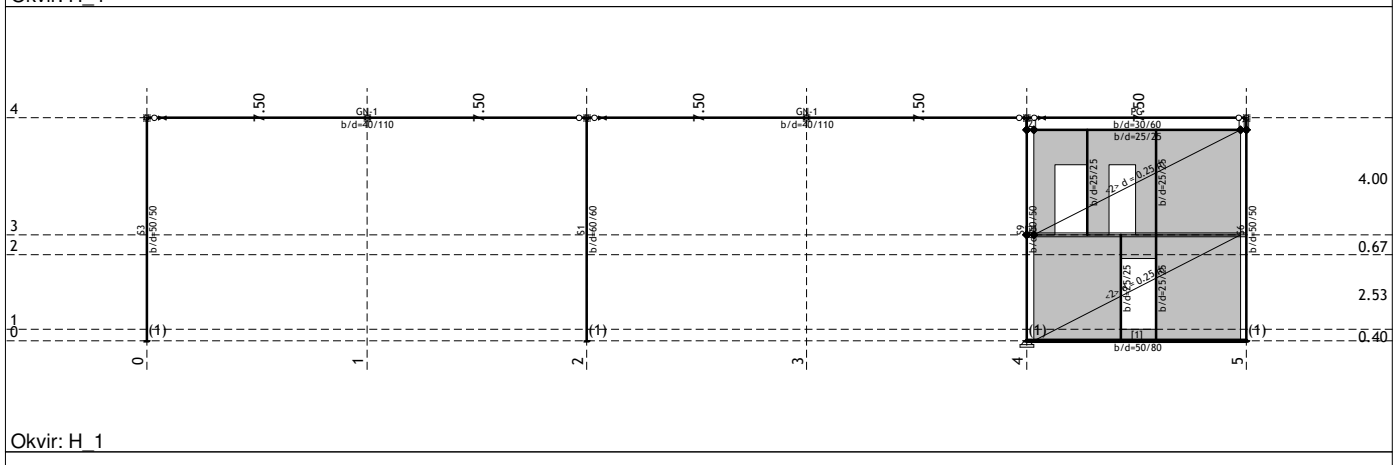


Dispozicija okvira

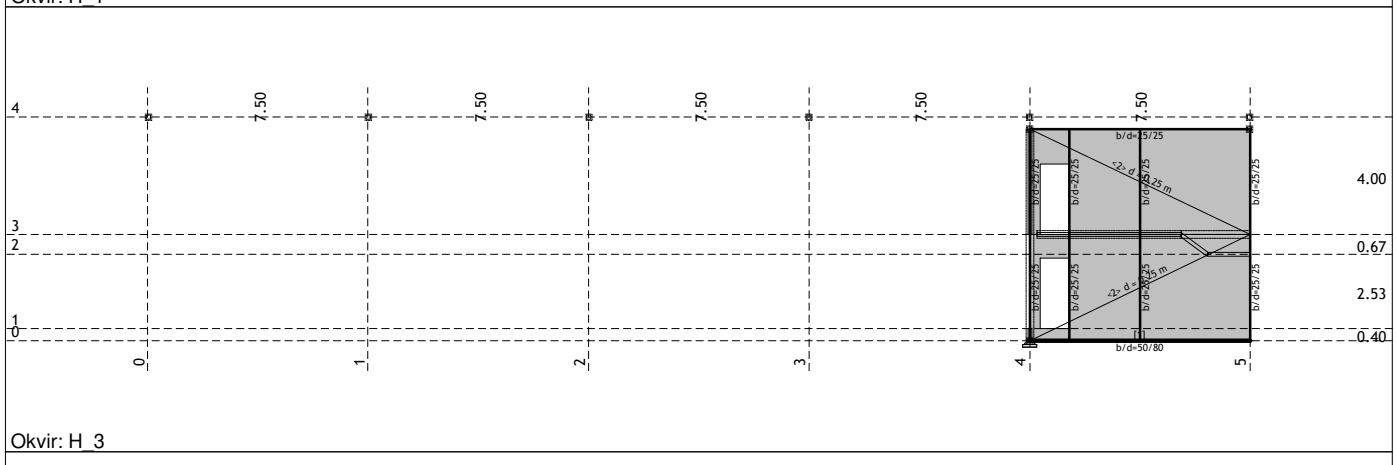
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



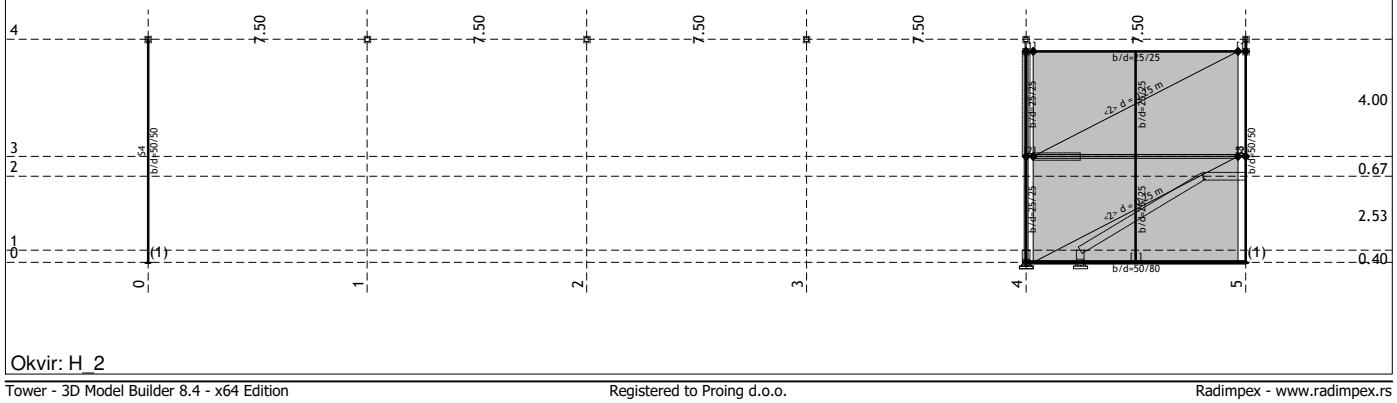
Okvir: H_4



Okvir: H_1

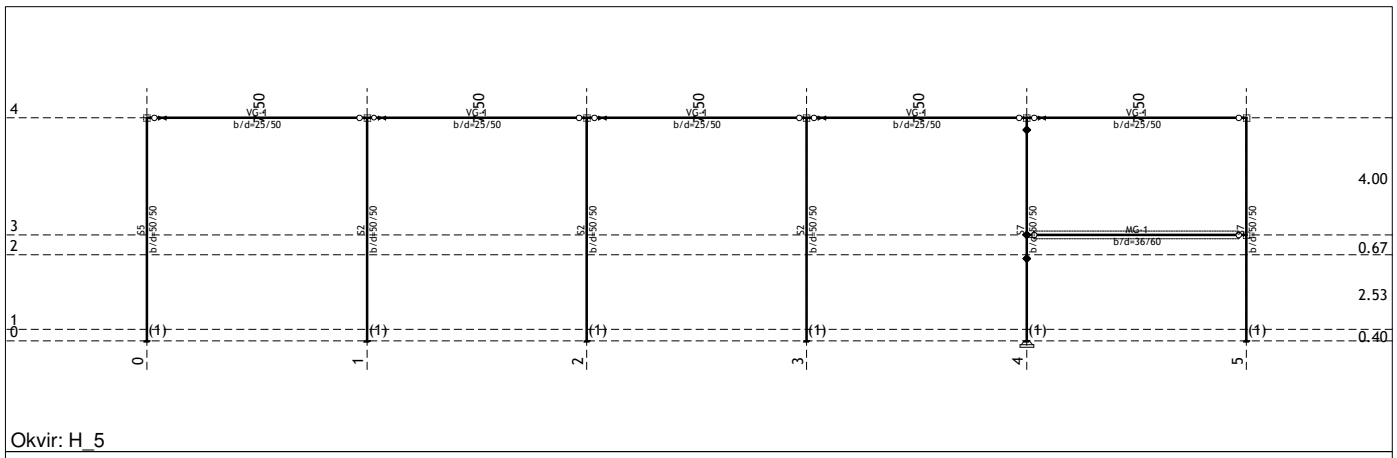


Okvir: H_3

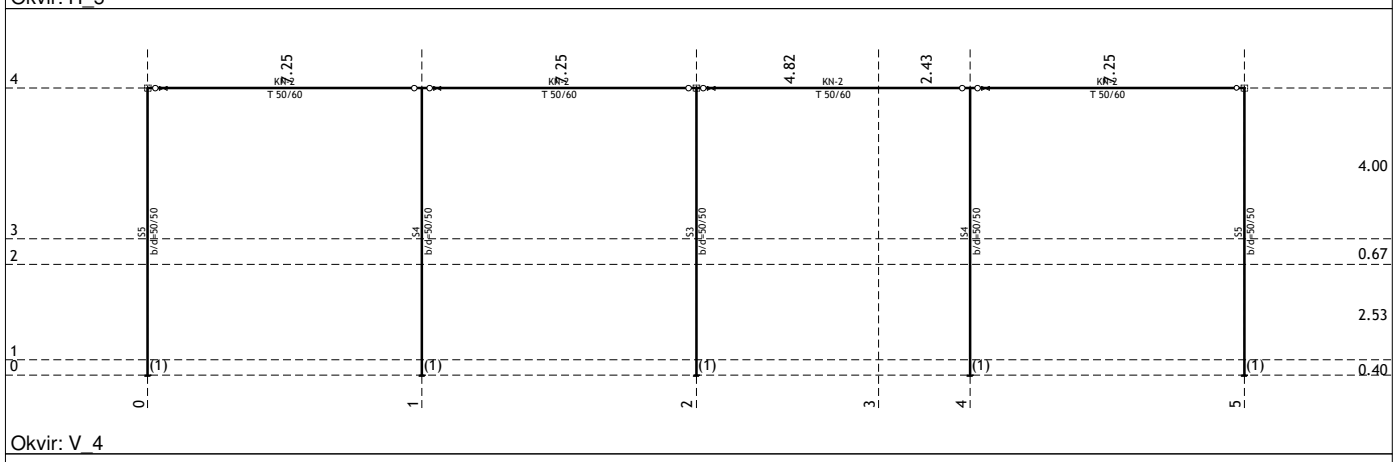


Okvir: H_2

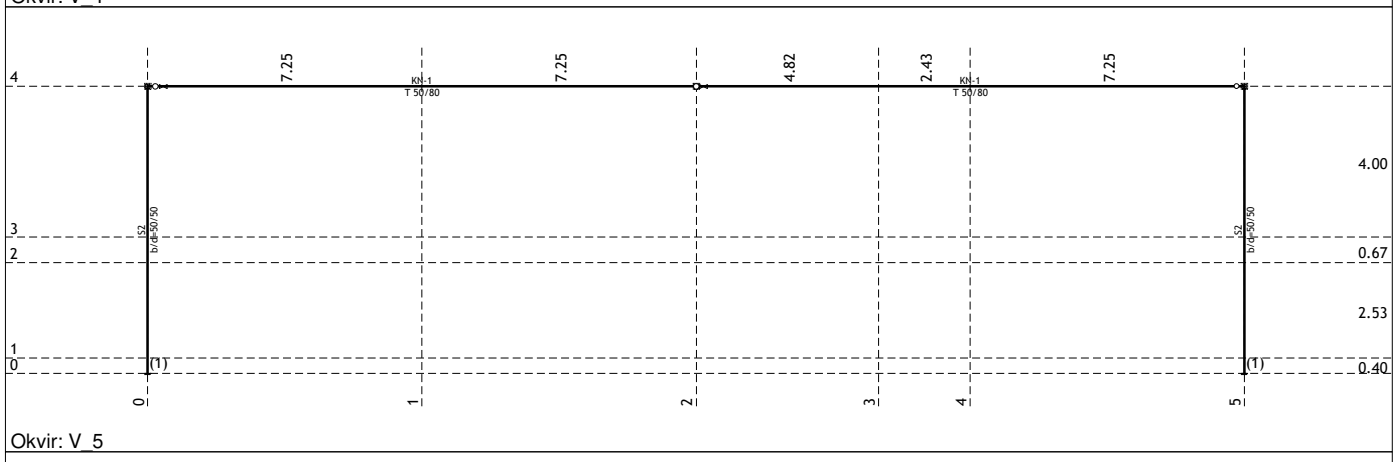
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



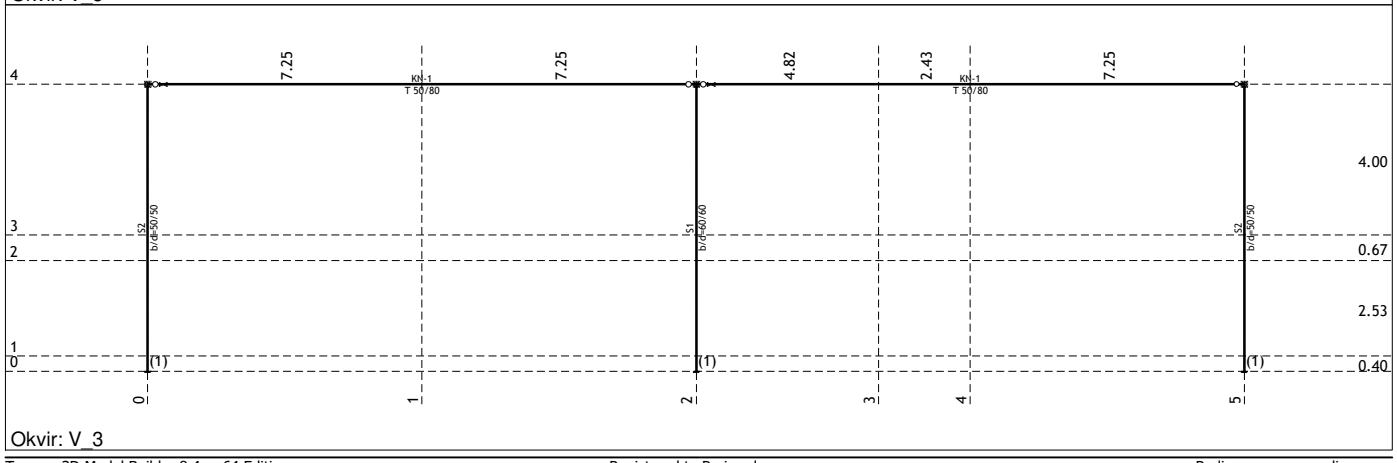
Okvir: H_5



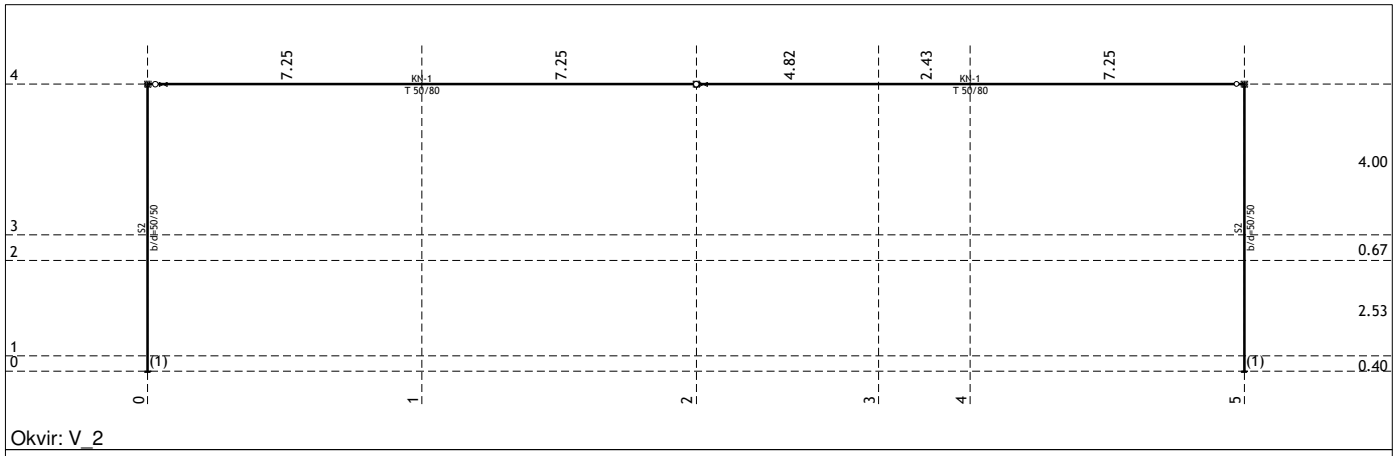
Okvir: V_4



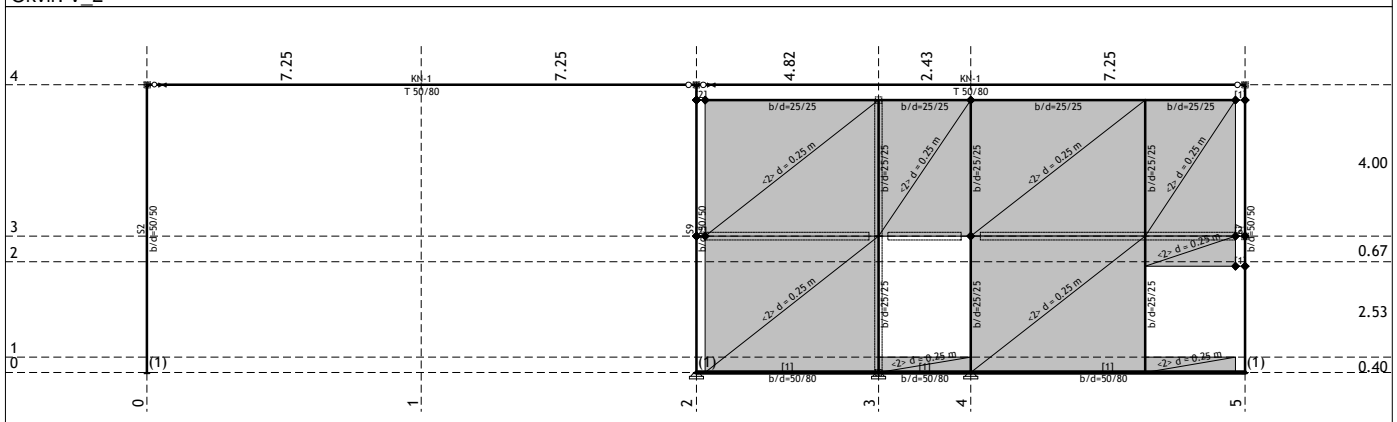
Okvir: V_5



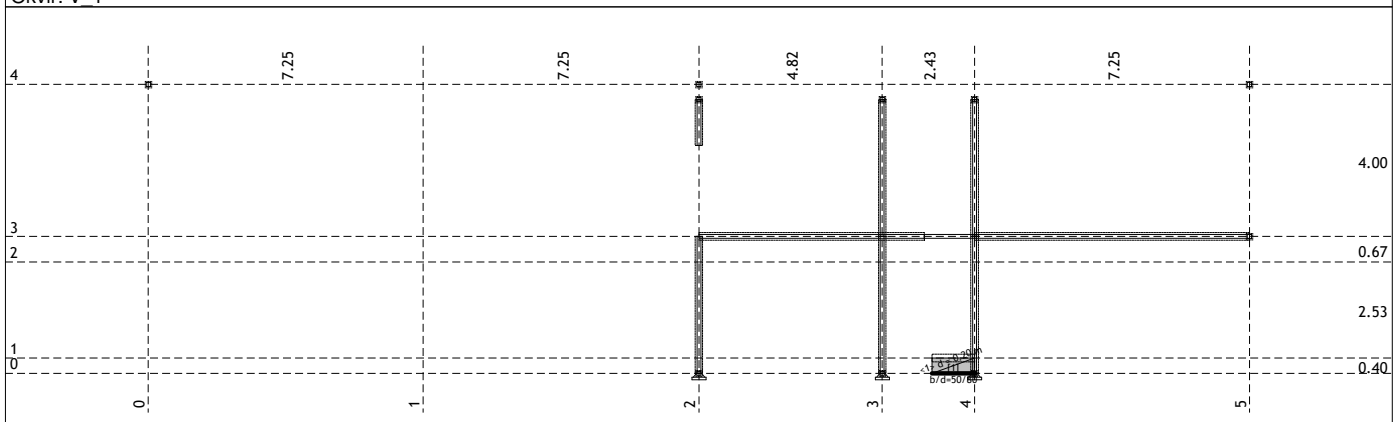
Okvir: V_3



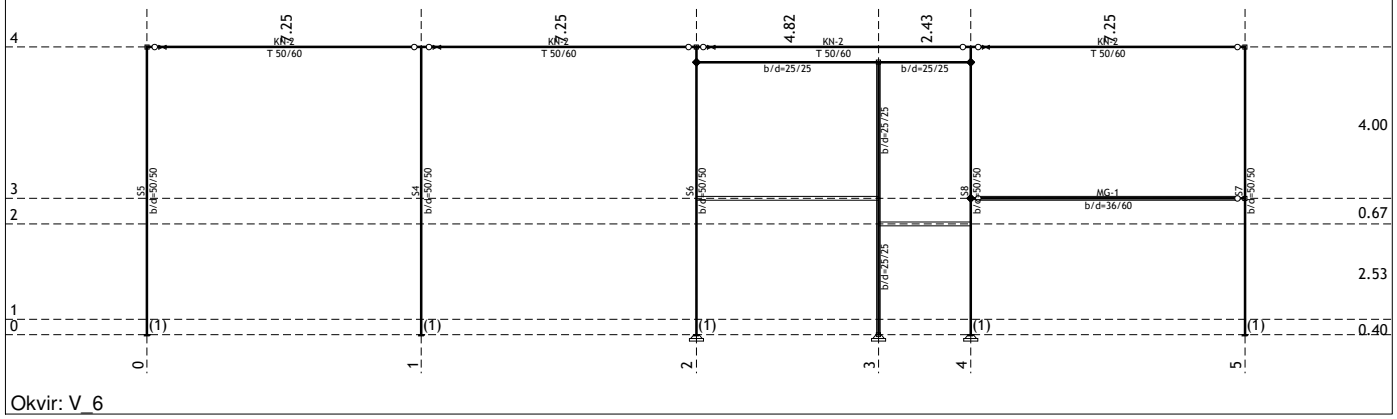
Okvir: V_2



Okvir: V_1



Okvir: V_7



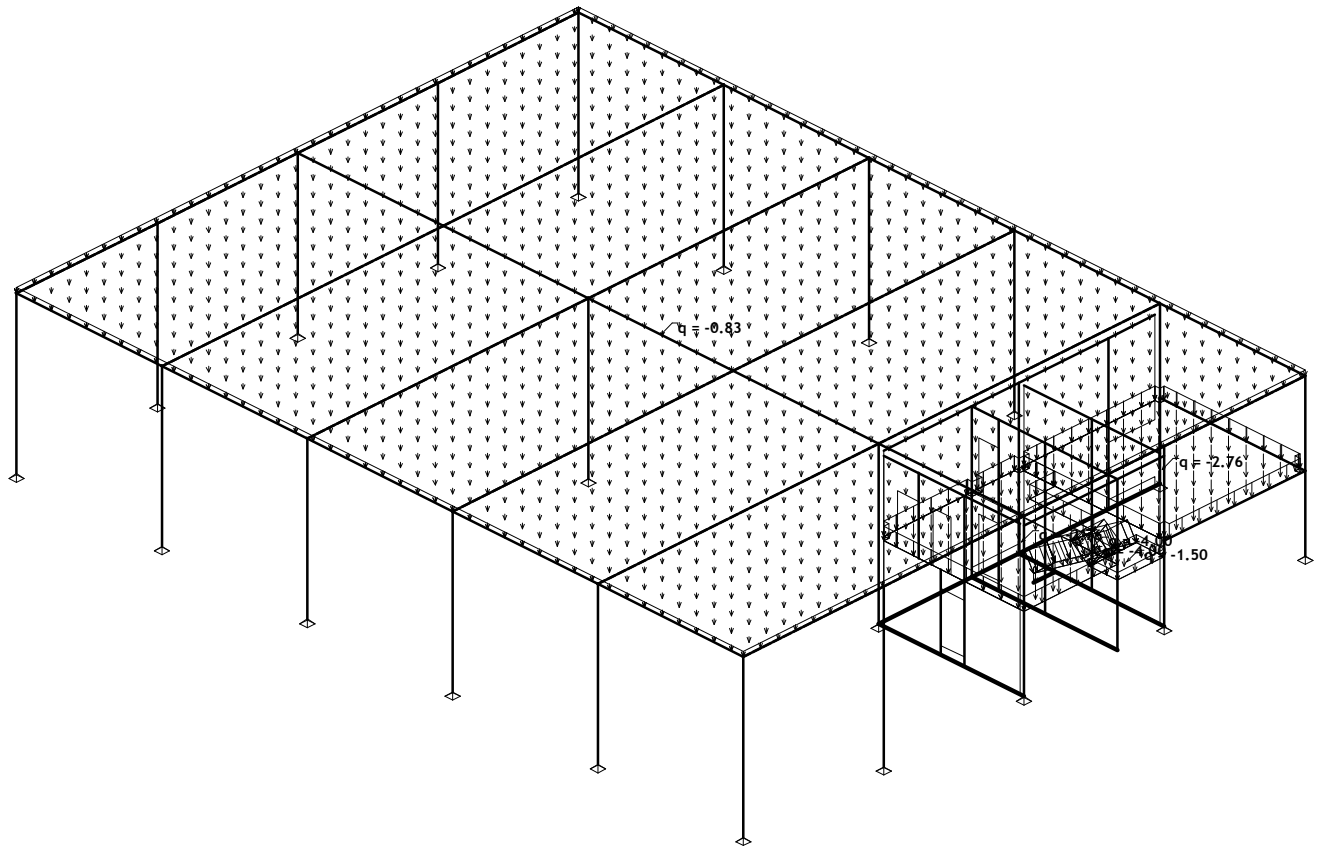
Okvir: V_6

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

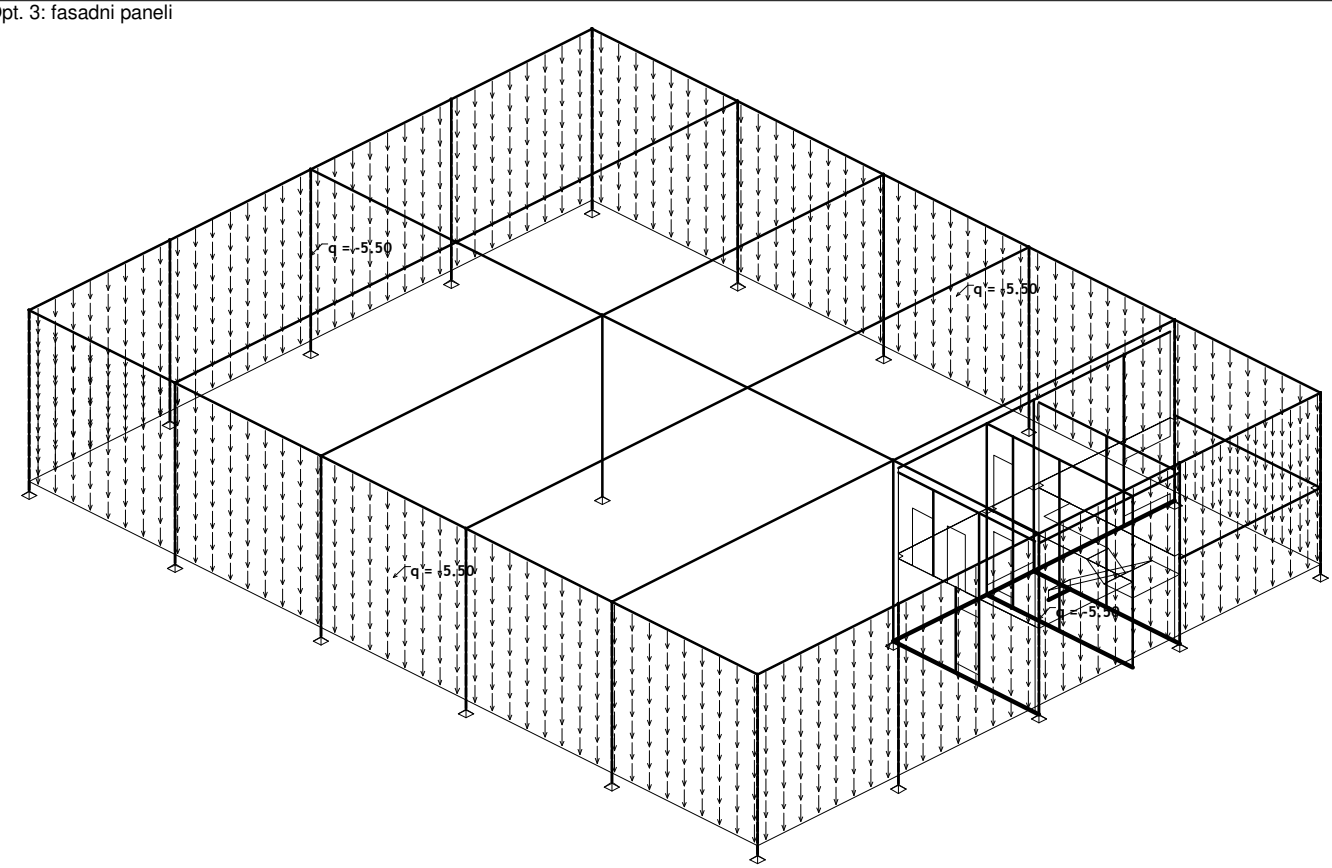
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	stalno (g)	0.00	0.00	-4674.69
2	dodatno stalno	8.30	0.00	-1201.69
3	fasadni paneli	0.00	0.00	-5266.80
4	snijeg	0.00	0.00	-1087.50
5	korisno	6.22	0.00	-342.38
6	vjetar A1	-0.00	224.10	-304.50
7	vjetar A2	-0.00	-224.10	-304.50
8	vjetar B1	-173.30	0.00	-304.50
9	vjetar B2	173.30	0.00	-304.50
10	potres x			
11	potres y			
12	Komb.: KGS 1 (1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.9xVI)	20.53	201.69	-10352.0
13	Komb.: KGS 2 (1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.9xVII)	20.53	-201.69	-10352.0
14	Komb.: KGS 3 (1.35xI+1.35xII+1.5xIV+ +1.5xV+0.9xVIII)	-135.44	0.00	-10352.0
15	Komb.: KGS 4 (1.35xI+1.35xII+ +1.5xIV+1.5xV+0.9xIX)	176.51	0.00	-10352.0
16	Komb.: KGS 5 (1.35xI+1.35xII+0.75xIV+ +1.5xV+1.5xVI)	20.53	336.15	-9719.06
17	Komb.: KGS 6 (1.35xI+1.35xII+0.75xIV+ +1.5xV+1.5xVII)	20.53	-336.15	-9719.06
18	Komb.: KGS 7 (1.35xI+1.35xII+0.75 xIV+1.5xV+1.5xVIII)	-239.42	0.00	-9719.06
19	Komb.: KGS 8 (1.35xI+1.35xII+0.75xIV+ +1.5xV+1.5xIX)	280.49	0.00	-9719.06
20	Komb.: GSU 1 (I+II+0.5xIV+V+VI)	14.52	224.10	-7067.01
21	Komb.: GSU 2 (I+II+0.5xIV+V+VII)	14.52	-224.10	-7067.01
22	Komb.: GSU 3 (I+II+0.5xIV+V+VIII)	-158.79	0.00	-7067.01
23	Komb.: GSU 4 (I+II+0.5xIV+V+IX)	187.82	0.00	-7067.01
24	Komb.: KVAZISTALNA (I+II+0.3xV)	10.16	0.00	-5979.09
25	Komb.: stalno+dodatno stalno (I+II)	8.30	0.00	-5876.37
26	Komb.: Potresna 1 (I+II+0.3xV+X+ +0.3xXI)			
27	Komb.: Potresna 2 (I+II+0.3xV+0.3xX+ +XI)			

Opt. 2: dodatno stalno



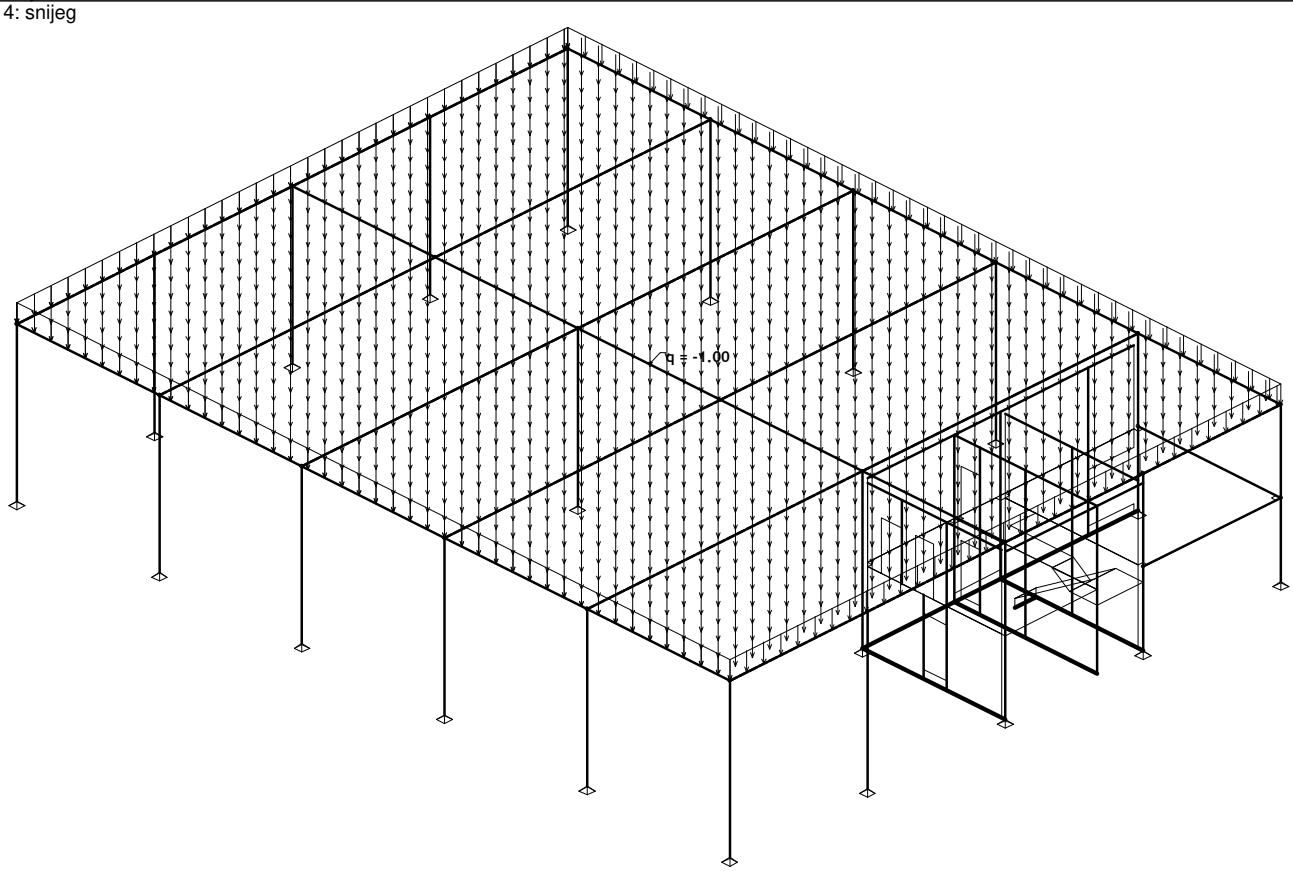
Izometrija

Opt. 3: fasadni paneli



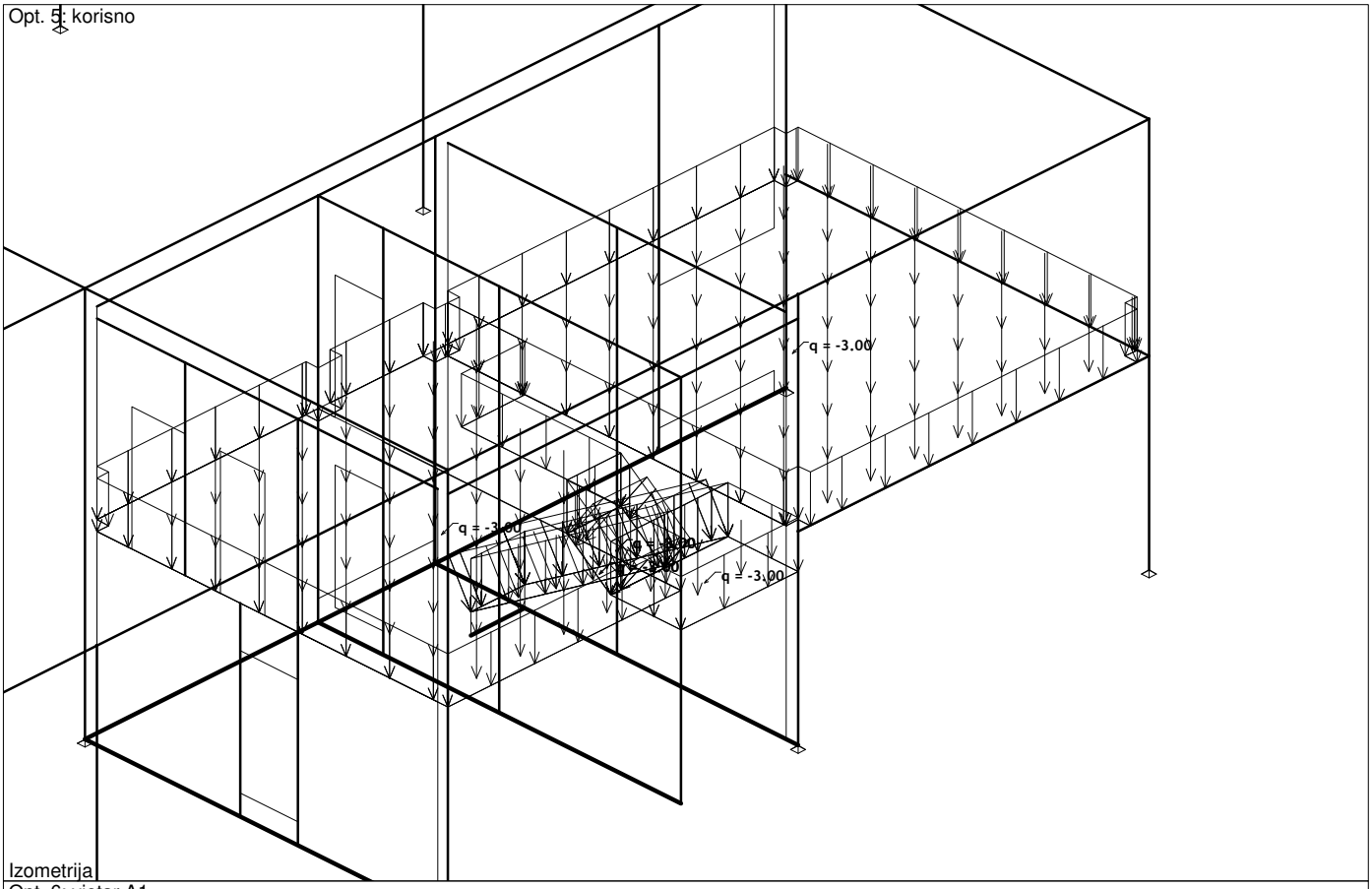
Izometrija

Opt. 4: snijeg



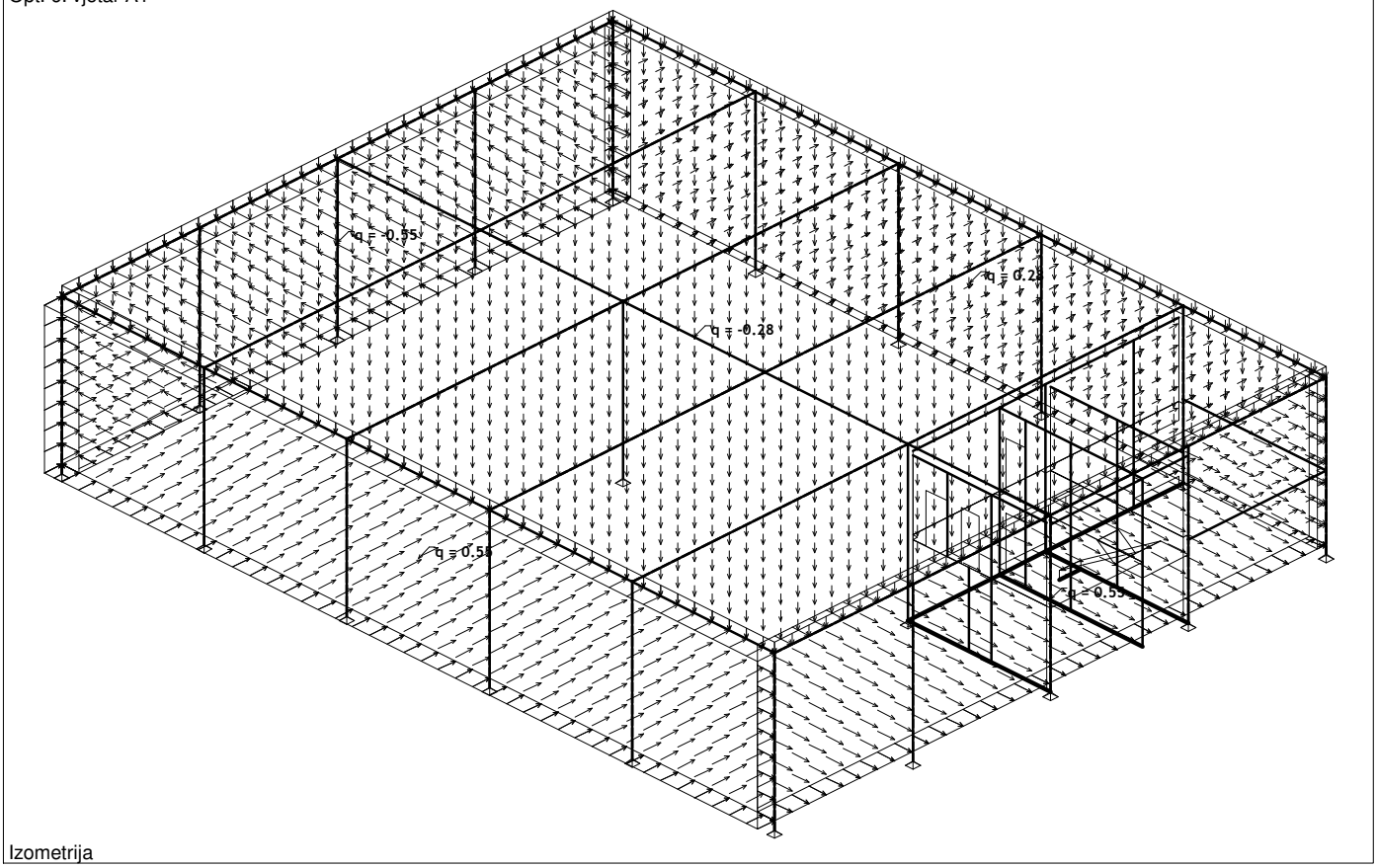
Izometrija

Opt. 5: korisno



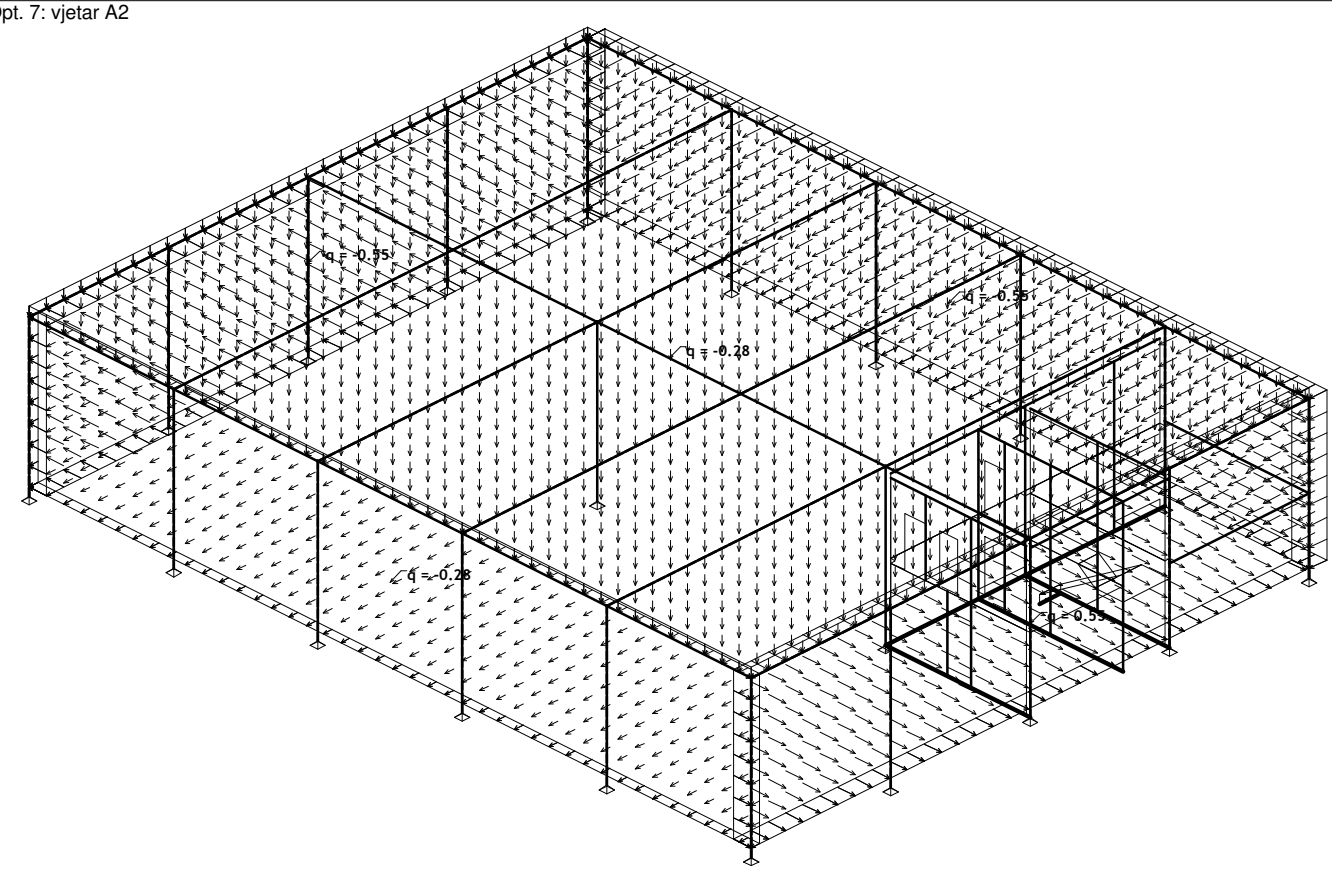
Izometrija

Opt. 6: vjetar A1



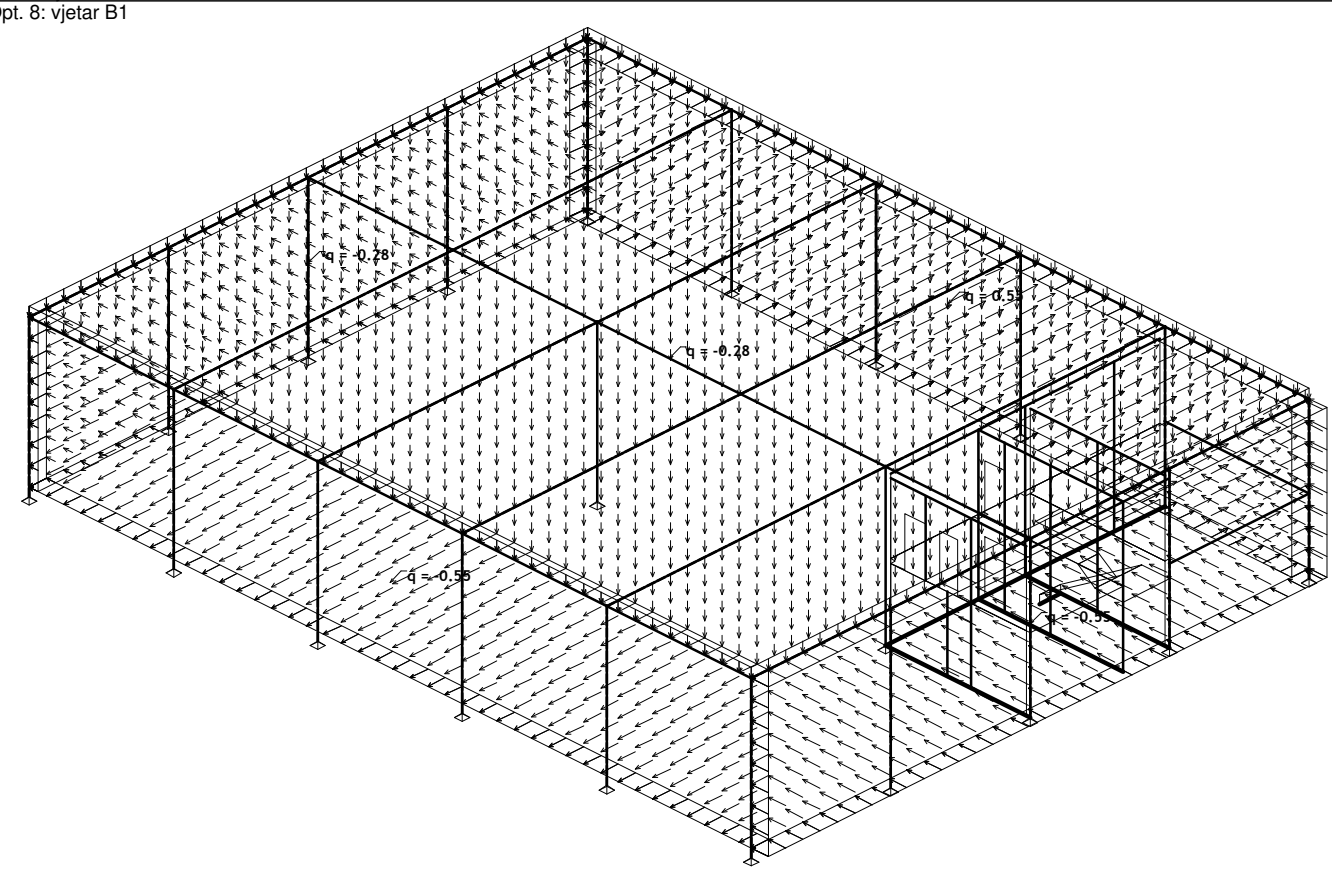
Izometrija

Opt. 7: vjetar A2



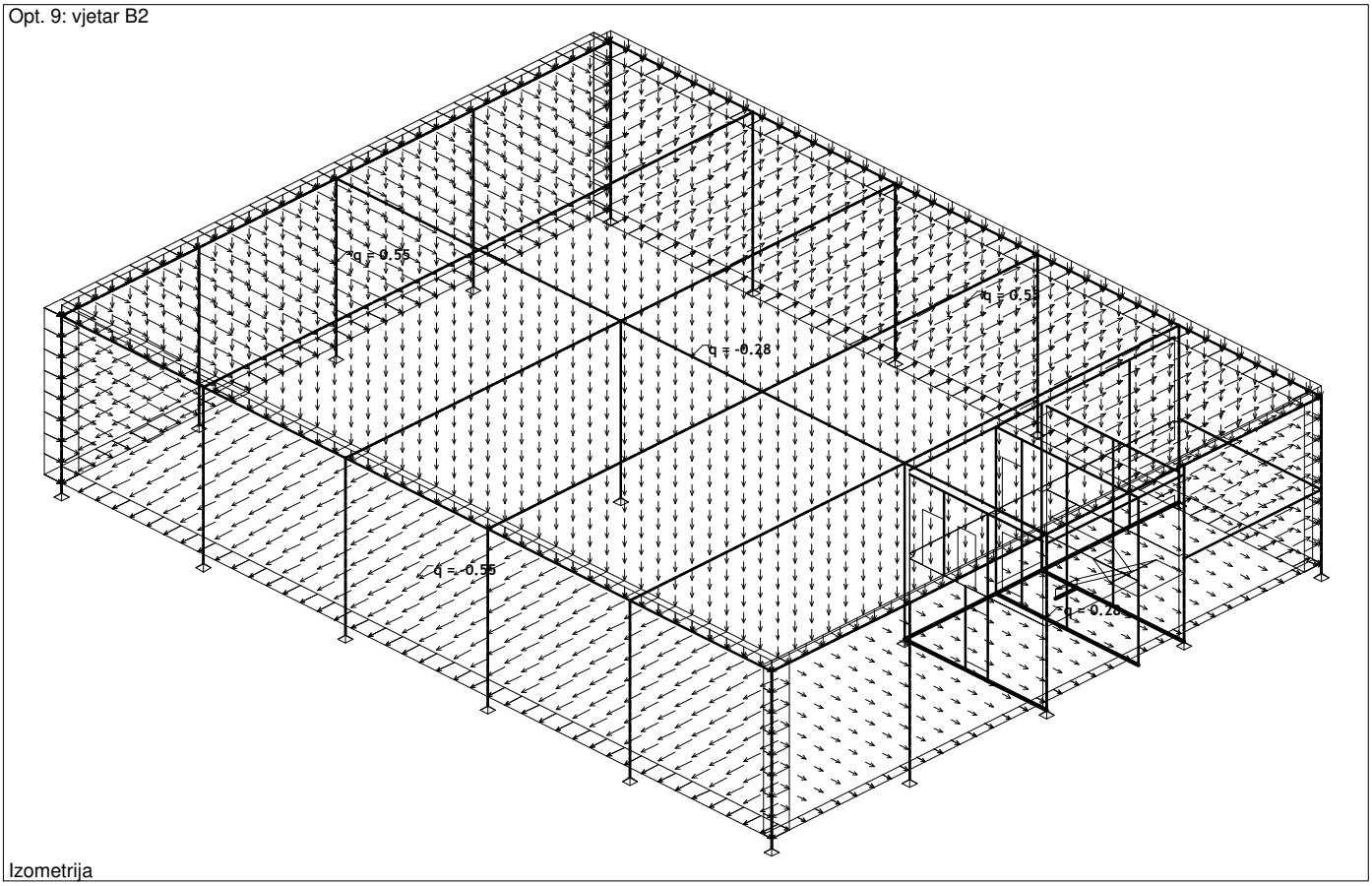
Izometrija

Opt. 8: vjetar B1



Izometrija

Opt. 9: vjetar B2



Izometrija

Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Ploče - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Grede - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Zidovi - redukcija aksijalne krutosti:	0.001
Stupovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Stupovi - redukcija aksijalne krutosti:	0.500
Spriječeno osciliranje u Z pravcu	

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	stalno (g)	1.00
2	dodatno stalno	1.00
3	fasadni paneli	1.00
4	snijeg	0.00
5	korisno	0.30

No	Naziv	Koeficijent
6	vjetar A1	0.00
7	vjetar A2	0.00
8	vjetar B1	0.00
9	vjetar B2	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
krov	7.20	19.98	15.08	443.23	
međukat	3.20	24.03	17.05	349.52	3.56
međupodest	2.53	21.59	15.61	165.06	46.84
kota ±0,00	0.00	21.06	15.20	143.58	
vrh čašice	-0.40	31.01	19.35	45.38	
Ukupno:	4.11	22.02	15.94	1146.76	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
krov	7.20	18.91	14.50
međukat	3.20	18.91	14.50
međupodest	2.53	18.91	14.50
kota ±0,00	0.00	18.91	14.50
vrh čašice	-0.40	18.91	14.50

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

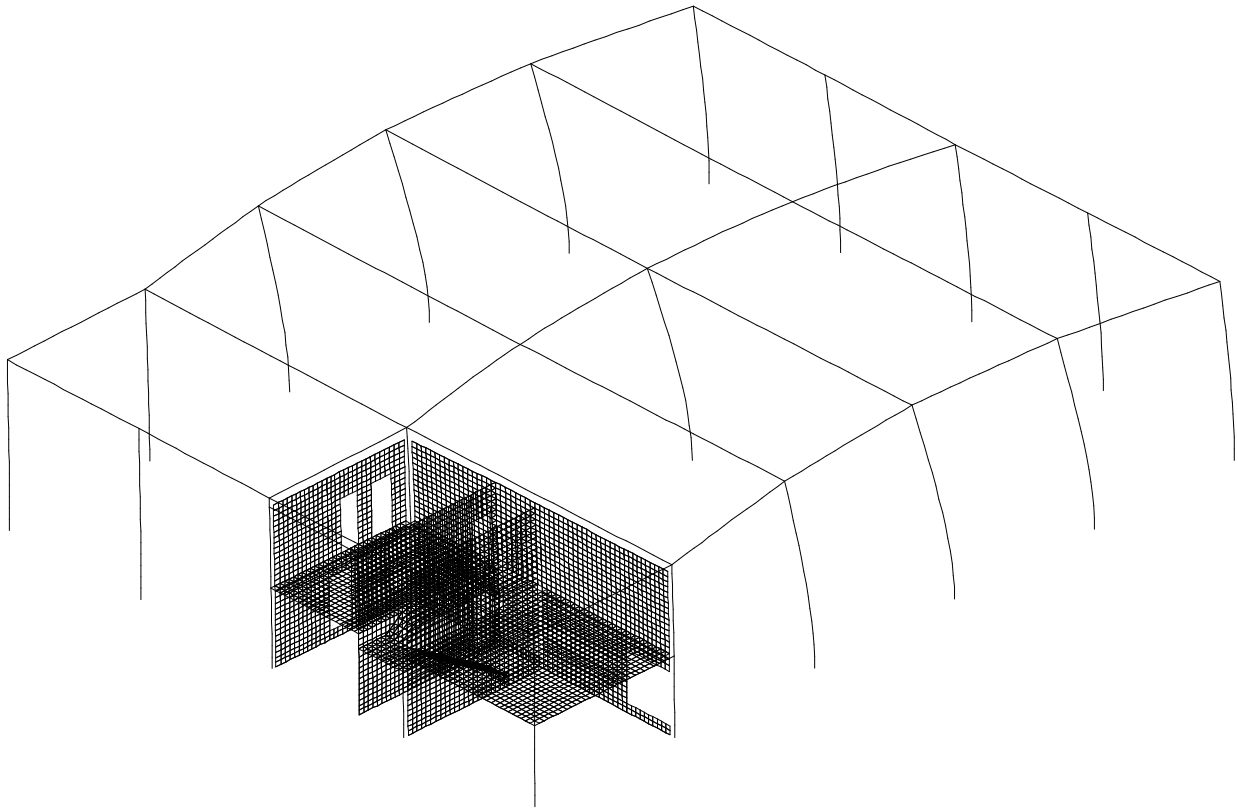
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
krov	7.20	1.07	0.58
međukat	3.20	5.11	2.55
međupodest	2.53	2.68	1.11
kota ±0,00	0.00	2.15	0.70
vrh čašice	-0.40	12.10	4.85

Periodi osciliranja konstrukcije

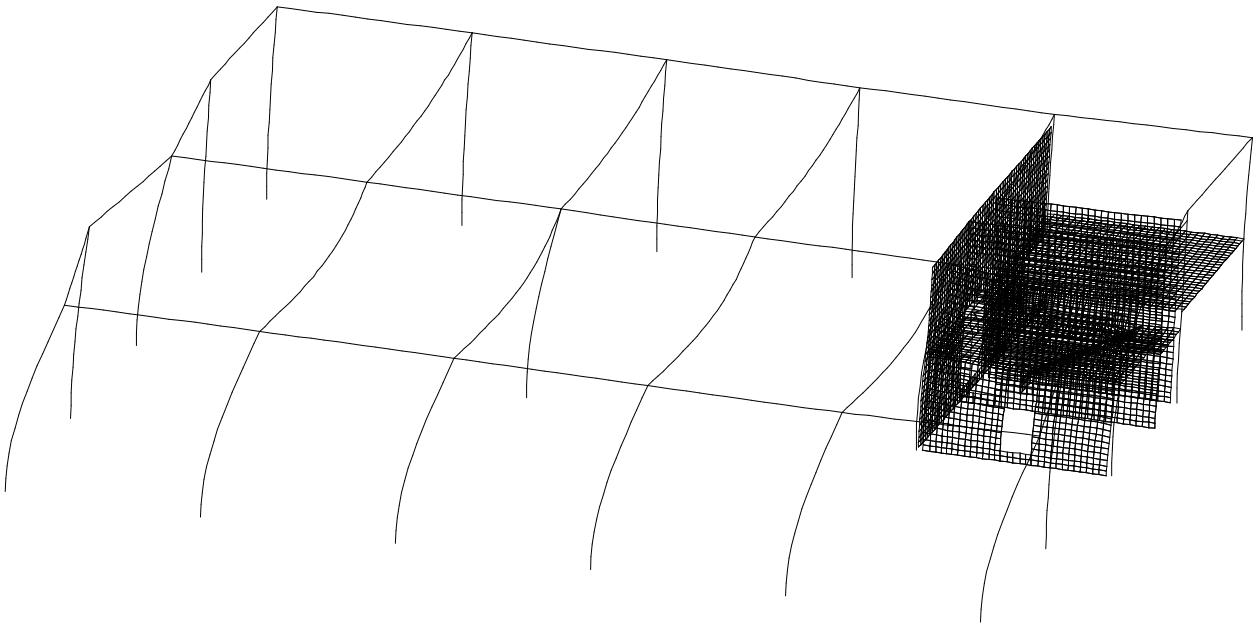
No	T [s]	f [Hz]
1	1.1868	0.8426
2	1.0846	0.9220
3	1.0353	0.9659
4	0.9872	1.0130
5	0.9234	1.0829
6	0.9160	1.0917
7	0.9136	1.0946
8	0.9129	1.0954
9	0.9054	1.1045
10	0.7092	1.4100
11	0.5976	1.6733
12	0.4942	2.0235
13	0.4762	2.1000
14	0.4760	2.1010
15	0.4757	2.1021
16	0.4756	2.1024
17	0.4756	2.1025
18	0.4756	2.1027
19	0.4393	2.2762
20	0.4118	2.4286
21	0.3492	2.8637
22	0.3322	3.0107
23	0.2598	3.8496
24	0.2405	4.1575
25	0.2271	4.4034

No	T [s]	f [Hz]
26	0.2123	4.7093
27	0.1909	5.2387
28	0.1838	5.4408
29	0.1808	5.5302
30	0.1792	5.5800
31	0.1789	5.5912
32	0.1788	5.5913
33	0.1788	5.5914
34	0.1786	5.5993
35	0.1785	5.6017
36	0.1783	5.6094
37	0.1782	5.6106
38	0.1781	5.6164
39	0.1777	5.6259
40	0.1777	5.6259
41	0.1777	5.6259
42	0.1766	5.6640
43	0.1763	5.6711
44	0.1758	5.6888
45	0.1756	5.6964
46	0.1716	5.8260
47	0.1706	5.8634
48	0.1679	5.9567
49	0.1678	5.9604
50	0.1668	5.9937

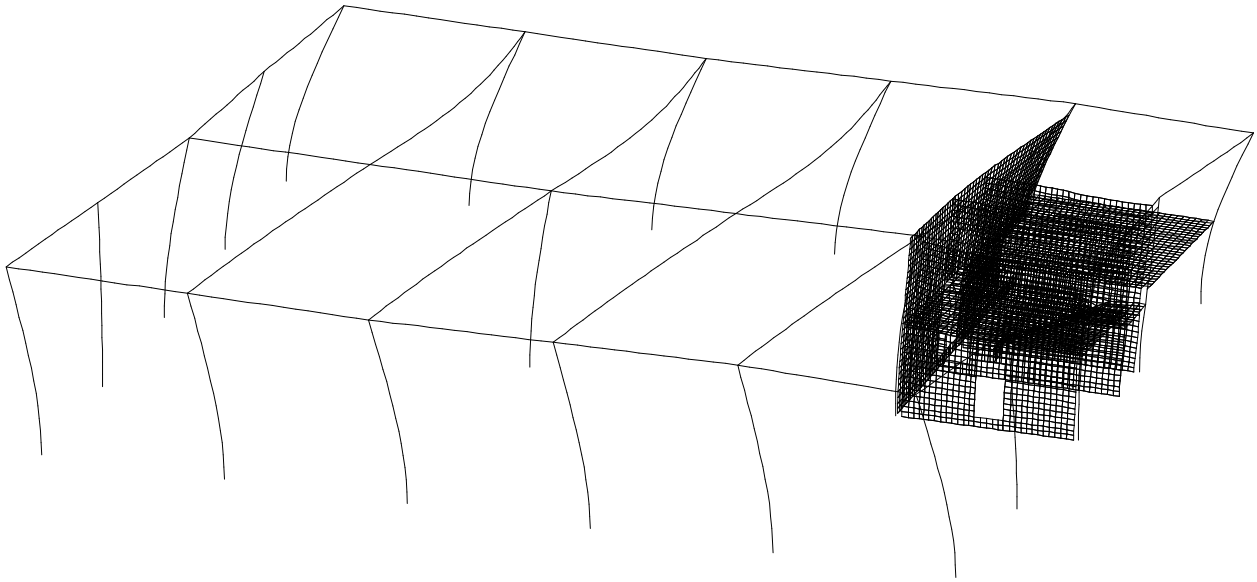
No	T [s]	f [Hz]
51	0.1656	6.0380
52	0.1654	6.0467
53	0.1647	6.0707
54	0.1643	6.0869
55	0.1638	6.1046
56	0.1609	6.2159
57	0.1597	6.2601
58	0.1591	6.2867
59	0.1536	6.5119
60	0.1513	6.6079
61	0.1491	6.7048
62	0.1478	6.7639
63	0.1476	6.7752
64	0.1471	6.7975
65	0.1464	6.8307
66	0.1455	6.8716
67	0.1433	6.9786
68	0.1386	7.2140
69	0.1385	7.2180
70	0.1384	7.2240
71	0.1383	7.2309
72	0.1382	7.2363
73	0.1376	7.2665
74	0.1363	7.3376
75	0.1360	7.3533



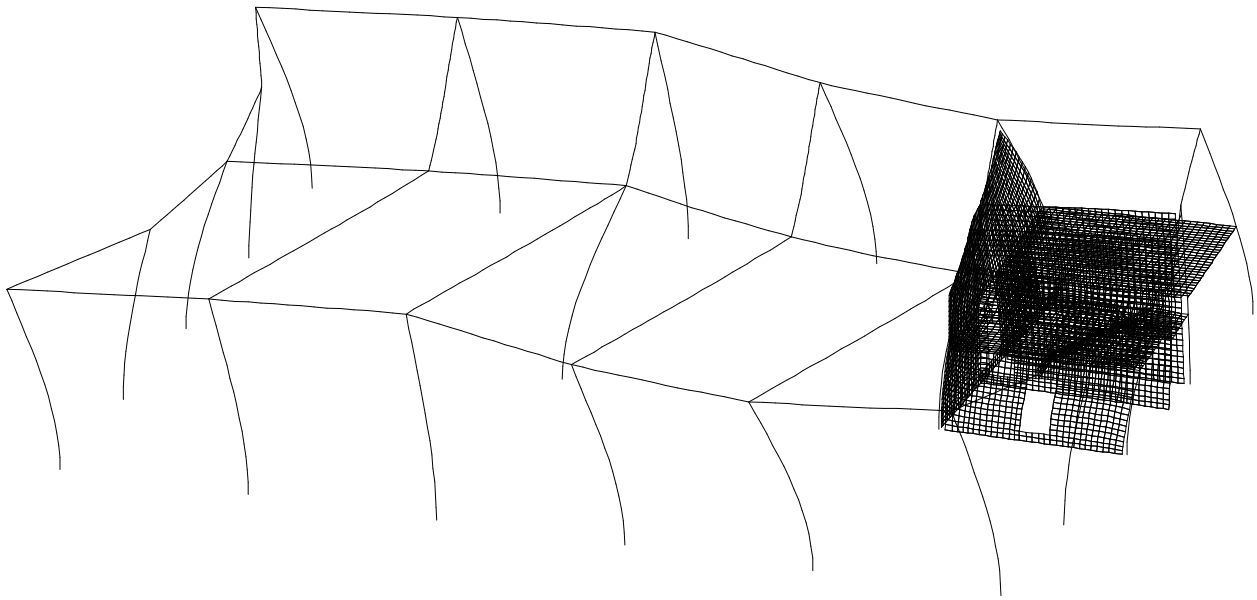
Izometrija
Forma osciliranja: 1/75 [T=1.1868sec / f=0.84Hz]



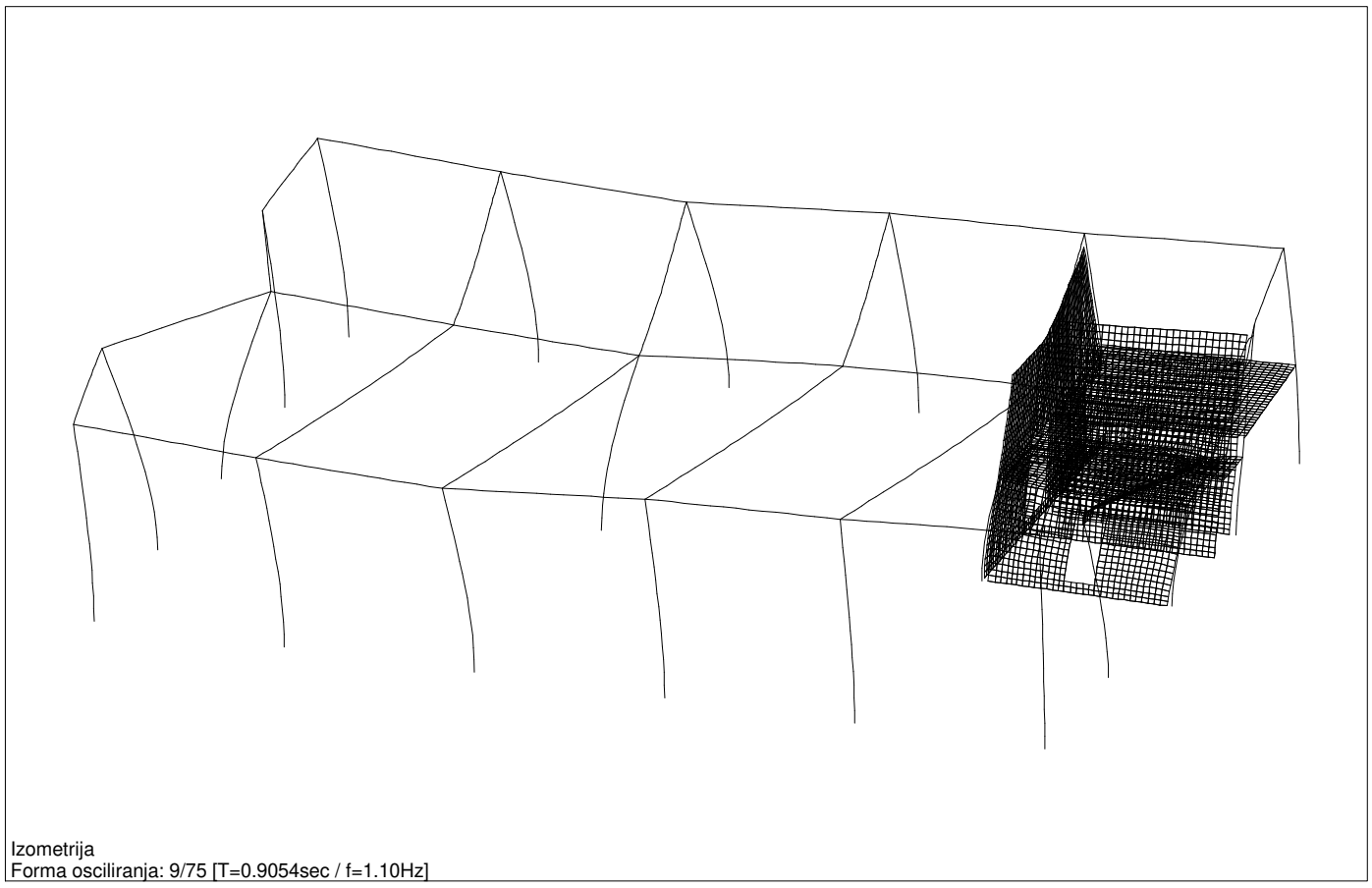
Izometrija
Forma osciliranja: 2/75 [T=1.0846sec / f=0.92Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 4/75 [T=0.9872sec / f=1.01Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 5/75 [T=0.9234sec / f=1.08Hz]



Izometrija
Forma osciliranja: 9/75 [T=0.9054sec / f=1.10Hz]

Seizmički proračun

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998)	
Razred tla:	C
Razred važnosti:	II (γ=1.0)
Odnos agR/g:	0.18
Koeficijent prigušenja	0.05

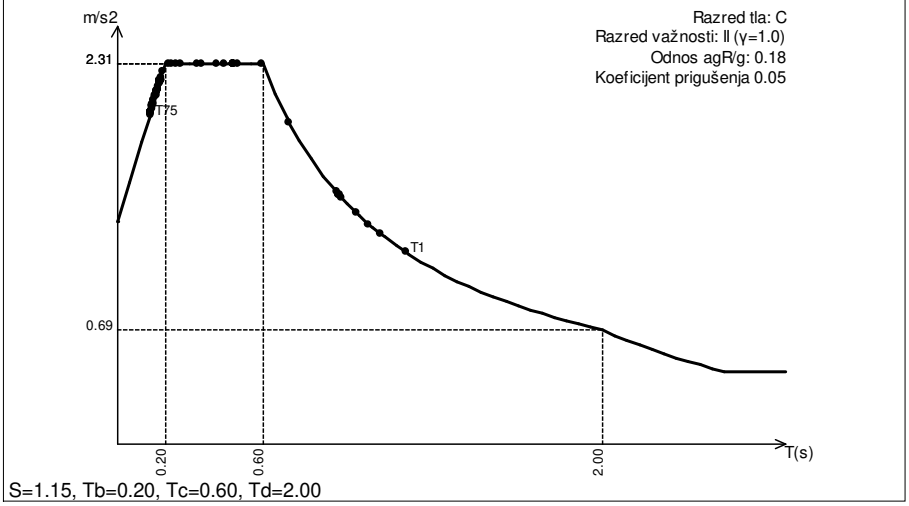
Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α[°]	k,α	k,α+90°	kz	Faktor P.
potres x	0	1.000	0.000	0.000	2.200
potres y	90	1.000	0.000	0.000	2.200

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td	avg/ag
potres x	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
potres y	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

Projektni spektar



S=1.15, Tb=0.20, Tc=0.60, Td=2.00

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - potres x

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.04	-3.28	-0.00	479.27	5.01	0.32	4.25	-3.02	0.04
međukat	3.20	-0.00	-0.74	-0.00	128.74	1.66	1.10	1.71	-2.52	0.07
međupodest	2.53	-0.00	-0.15	-0.00	26.32	0.72	-0.00	0.33	-0.64	0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	-0.03	-0.00	5.33	0.08	0.35	0.06	-0.10	0.01
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	-0.00	0.13	-0.02	0.12	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.04	-4.20	-0.00	639.78	7.45	1.88	6.34	-6.28	0.12

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	148.95	-1.73	0.25	0.34	19.99	0.08	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	49.11	-1.21	0.56	5.03	10.66	0.08	0.00	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	8.27	-0.42	-0.07	0.94	1.92	0.00	0.00	-0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	1.64	-0.02	0.34	0.14	0.45	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.12	-0.00	0.09	-0.01	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	208.08	-3.38	1.18	6.45	33.04	0.16	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	2.87	4.05	0.03	17.39	25.41	0.11	8.89	-50.03	-0.28
međukat	3.20	1.00	2.20	0.05	9.42	14.01	0.21	14.45	-28.07	-0.70
međupodest	2.53	0.17	0.41	0.00	2.21	2.65	0.02	2.78	-5.44	-0.03
kota ±0,00	0.00	0.03	0.09	0.01	0.43	0.58	-0.01	0.48	-1.16	-0.04
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.01	-0.04
	Σ=	4.08	6.76	0.09	29.43	42.66	0.32	26.58	-84.72	-1.10

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.43	3.21	0.01	0.16	2.48	-0.02	0.33	-1.06	-0.17
međukat	3.20	0.92	3.09	0.06	0.45	2.93	-0.00	1.12	0.69	-0.15
međupodest	2.53	0.19	0.50	-0.01	0.10	0.60	-0.01	0.32	0.17	-0.05
kota ±0,00	0.00	0.04	0.12	0.00	0.02	0.12	-0.00	0.09	-0.01	-0.02
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	1.58	6.93	0.07	0.73	6.12	-0.03	1.86	-0.21	-0.38

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.01	0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20			Ton 21		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	20.02	-0.71	-0.15	23.00	1.09	0.39	-0.98	0.04	0.02
međukat	3.20	50.91	2.82	-0.01	69.41	-1.75	0.55	1.79	-0.21	0.09
međupodest	2.53	8.89	0.52	-0.26	13.40	-0.06	-0.13	0.83	-0.04	0.02
kota ±0,00	0.00	1.98	0.10	0.36	3.02	0.03	0.45	0.18	-0.01	-0.02
vrh čašice	-0.40	0.13	0.00	0.12	0.14	-0.00	0.14	0.00	-0.00	-0.01
	Σ=	81.94	2.73	0.05	108.97	-0.68	1.40	1.81	-0.22	0.11

Nivo	Z [m]	Ton 22			Ton 23			Ton 24		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	0.00	-0.00	-0.34	0.03	-0.05	0.20	0.49	0.11
međukat	3.20	0.01	0.03	-0.00	0.61	-0.06	-0.03	1.59	-0.67	0.09
međupodest	2.53	0.00	-0.01	0.00	0.03	-0.01	-0.00	0.54	-0.11	-0.07
kota ±0,00	0.00	-0.00	-0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00	0.19	-0.07	-0.01
vrh čašice	-0.40	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	-0.00
	Σ=	0.01	0.01	-0.00	0.32	-0.05	-0.08	2.52	-0.37	0.12

Nivo	Z [m]	Ton 25			Ton 26			Ton 27		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.91	-7.43	-0.28	-34.22	7.20	-0.60	-21.47	-0.73	0.78
međukat	3.20	2.26	17.11	-0.21	88.87	-17.83	-1.05	45.15	2.52	-1.11
međupodest	2.53	0.59	4.83	-0.05	24.51	-5.91	-0.88	20.18	1.08	-0.74
kota ±0,00	0.00	0.13	1.65	0.02	7.07	-1.18	0.92	8.77	-0.98	0.43
vrh čašice	-0.40	0.01	0.08	-0.00	0.69	-0.07	0.15	0.68	-0.07	0.04
	Σ=	2.08	16.24	-0.53	86.91	-17.79	-1.47	53.31	1.82	-0.59

Nivo	Z [m]	Ton 28			Ton 29			Ton 30		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.79	0.33	-0.51	-0.00	0.00	0.00	-0.09	-0.03	-0.03
međukat	3.20	1.51	-0.08	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.20	-0.10	-0.04
međupodest	2.53	0.79	-1.62	0.04	0.00	-0.00	-0.00	0.10	0.15	-0.01
kota ±0,00	0.00	0.38	-1.12	0.03	0.00	-0.00	0.00	0.04	0.14	0.00
vrh čašice	-0.40	0.03	-0.03	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	1.91	-2.54	-0.52	0.00	-0.00	0.00	0.25	0.16	-0.08

Nivo	Z [m]	Ton 31			Ton 32			Ton 33		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 34			Ton 35			Ton 36		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.53	-0.33	-0.34	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.94	-0.94	-0.40	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.74	1.54	-0.10	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.42	1.46	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.03	0.03	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	1.60	1.75	-0.84	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 37			Ton 38			Ton 39		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.01	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.02	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.01	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.02	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 40			Ton 41			Ton 42		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
međukat	3.20	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00

kota ±0,00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 43			Ton 44			Ton 45		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
međukat	3.20	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.02	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 46			Ton 47			Ton 48		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.99	-4.08	-0.14	-11.79	9.32	-0.12	-0.16	-0.37	0.02
međukat	3.20	2.08	8.54	-0.01	22.95	-19.67	-0.98	0.28	0.47	0.16
međupodest	2.53	0.83	3.17	0.01	12.45	-6.98	-0.25	0.06	0.23	0.01
kota ±0,00	0.00	0.20	0.70	0.01	4.99	-1.48	0.02	0.01	0.09	0.01
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.01	-0.00	0.18	-0.04	-0.01	-0.00	0.01	-0.00
	Σ=	2.11	8.35	-0.12	28.77	-18.85	-1.33	0.19	0.44	0.21

Nivo	Z [m]	Ton 49			Ton 50			Ton 51		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.65	0.00	-0.04	0.08	0.00
međukat	3.20	-0.00	0.00	-0.00	0.02	1.39	0.00	0.09	-0.17	0.01
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.62	0.00	0.01	-0.07	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.16	0.00	-0.00	-0.02	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.02	1.51	0.01	0.06	-0.17	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 52			Ton 53			Ton 54		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.26	-0.72	0.03	-1.41	-0.13	0.01	-2.03	-3.30	0.06
međukat	3.20	-0.88	1.26	-0.01	1.79	0.28	0.06	6.38	6.42	-0.05
međupodest	2.53	0.66	0.51	0.02	0.84	0.09	0.04	0.64	2.46	0.02
kota ±0,00	0.00	0.47	0.15	0.01	0.39	0.01	0.02	-0.56	0.62	0.04
vrh čašice	-0.40	0.01	0.01	-0.00	0.01	-0.00	-0.01	0.01	0.02	0.01
	Σ=	0.52	1.20	0.04	1.63	0.25	0.12	4.44	6.21	0.08

Nivo	Z [m]	Ton 55			Ton 56			Ton 57		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.01	0.04	-0.00	0.02	-1.40	-0.03	0.02	0.11	-0.01
međukat	3.20	0.03	-0.10	-0.00	-0.48	2.88	-0.14	-0.06	-0.21	-0.01
međupodest	2.53	-0.01	-0.05	0.00	0.34	1.20	-0.03	0.02	-0.10	-0.01
kota ±0,00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.35	0.30	-0.01	0.02	-0.03	0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.01	-0.12	-0.00	0.24	2.98	-0.21	0.01	-0.23	-0.03

Nivo	Z [m]	Ton 58			Ton 59			Ton 60		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.06	0.22	-0.01	-35.43	-1.32	0.03	-5.90	2.66	-0.07
međukat	3.20	-0.95	-0.44	0.10	74.98	1.98	0.11	9.62	-4.79	-0.11
međupodest	2.53	1.23	-0.19	0.04	29.08	1.35	-0.07	7.03	-3.00	-0.01
kota ±0,00	0.00	1.05	-0.05	-0.02	5.39	0.33	0.38	2.96	-0.76	-0.14
vrh čašice	-0.40	0.04	-0.00	-0.01	0.10	-0.02	0.04	-0.05	0.01	-0.01
	Σ=	1.43	-0.46	0.11	74.13	2.32	0.50	13.66	-5.87	-0.34

Nivo	Z [m]	Ton 61			Ton 62			Ton 63		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-48.93	-0.03	-0.00	-0.31	-0.09	0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	95.65	0.04	-0.05	1.14	0.19	0.03	-0.00	0.01	-0.00
međupodest	2.53	48.19	0.03	-0.01	-0.13	0.13	0.01	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	13.12	0.00	-0.01	-0.54	0.03	0.03	0.00	0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.01	0.00	-0.00	-0.01	-0.00	0.01	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	108.03	0.05	-0.07	0.15	0.26	0.08	0.00	0.01	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 64			Ton 65			Ton 66		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	0.00	-0.00	-0.70	-0.08	0.01	0.00	0.00	0.00
međukat	3.20	0.00	-0.00	0.00	1.23	0.17	0.01	-0.02	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	-0.00	-0.00	1.00	0.18	-0.00	0.01	0.02	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.45	0.06	-0.02	0.01	0.01	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.00	-0.00	-0.00	1.98	0.33	-0.00	0.00	0.03	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 67			Ton 68			Ton 69		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-7.39	-0.04	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
međukat	3.20	13.81	0.06	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
međupodest	2.53	6.64	-0.04	-0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	1.54	-0.06	0.04	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	14.61	-0.08	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 70			Ton 71			Ton 72		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 73			Ton 74			Ton 75		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	0.01	-0.00	-0.06	0.16	0.01	-0.01	0.08	0.01
međukat	3.20	-0.00	-0.01	0.00	0.10	0.10	0.10	0.02	-0.15	0.01
međupodest	2.53	0.00	-0.01	-0.00	0.12	-0.25	-0.01	0.00	-0.10	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.04	-0.25	-0.00	-0.00	-0.02	-0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	-0.01	-0.00	0.20	-0.25	0.10	0.01	-0.20	0.02

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - potres y

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-4.40	361.09	0.13	5.58	0.06	0.00	-4.21	2.99	-0.04
međukat	3.20	0.22	81.35	0.19	1.50	0.02	0.01	-1.69	2.50	-0.07
međupodest	2.53	0.01	16.91	0.01	0.31	0.01	-0.00	-0.32	0.63	-0.00
kota ±0,00	0.00	-0.02	3.34	0.01	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.10	-0.01
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.01	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	-4.20	462.69	0.35	7.45	0.09	0.02	-6.28	6.22	-0.12

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-2.42	0.03	-0.00	1.73	102.36	0.41	-0.00	0.00	0.00
međukat	3.20	-0.80	0.02	-0.01	25.78	54.60	0.39	-0.00	0.00	0.00
međupodest	2.53	-0.13	0.01	0.00	4.83	9.83	0.00	-0.00	0.00	0.00
kota ±0,00	0.00	-0.03	0.00	-0.01	0.73	2.29	-0.01	-0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.00	-0.00	-0.04	0.05	0.02	-0.00	0.00	0.00
	Σ=	-3.38	0.06	-0.02	33.04	169.14	0.82	-0.00	0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	4.76	6.72	0.04	25.20	36.83	0.15	-28.33	159.46	0.89
međukat	3.20	1.65	3.65	0.09	13.65	20.31	0.30	-46.05	89.47	2.25
međupodest	2.53	0.29	0.68	0.00	3.20	3.85	0.02	-8.85	17.35	0.11
kota ±0,00	0.00	0.06	0.15	0.02	0.62	0.84	-0.02	-1.52	3.69	0.14
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.13
	Σ=	6.76	11.21	0.16	42.66	61.84	0.47	-84.72	270.03	3.51

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	1.88	14.07	0.06	1.36	20.70	-0.16	-0.04	0.12	0.02
međukat	3.20	4.05	13.55	0.26	3.74	24.45	-0.02	-0.13	-0.08	0.02
međupodest	2.53	0.85	2.20	-0.03	0.84	5.00	-0.07	-0.04	-0.02	0.01
kota ±0,00	0.00	0.15	0.55	0.01	0.18	1.03	-0.01	-0.01	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	-0.00	0.00	0.00
	Σ=	6.93	30.39	0.32	6.12	51.19	-0.24	-0.21	0.02	0.04

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20			Ton 21		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.67	-0.02	-0.01	-0.14	-0.01	-0.00	0.12	-0.00	-0.00
međukat	3.20	1.70	0.09	-0.00	-0.43	0.01	-0.00	-0.22	0.03	-0.01
međupodest	2.53	0.30	0.02	-0.01	-0.08	0.00	0.00	-0.10	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.07	0.00	0.01	-0.02	-0.00	-0.00	-0.02	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
	Σ=	2.73	0.09	0.00	-0.68	0.00	-0.01	-0.22	0.03	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 22			Ton 23			Ton 24		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.01	0.01	-0.00	0.05	-0.00	0.01	-0.03	-0.07	-0.02
međukat	3.20	0.02	0.07	-0.00	-0.10	0.01	0.01	-0.23	0.10	-0.01
međupodest	2.53	0.00	-0.03	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.08	0.02	0.01
kota ±0,00	0.00	-0.00	-0.02	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.03	0.01	0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	0.01	0.02	-0.01	-0.05	0.01	0.01	-0.37	0.05	-0.02

Nivo	Z [m]	Ton 25			Ton 26			Ton 27		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-7.13	-57.95	-2.18	7.00	-1.47	0.12	-0.73	-0.02	0.03
međukat	3.20	17.64	133.53	-1.66	-18.19	3.65	0.22	1.54	0.09	-0.04
međupodest	2.53	4.64	37.72	-0.42	-5.02	1.21	0.18	0.69	0.04	-0.03
kota ±0,00	0.00	1.03	12.85	0.17	-1.45	0.24	-0.19	0.30	-0.03	0.01
vrh čašice	-0.40	0.06	0.59	-0.01	-0.14	0.01	-0.03	0.02	-0.00	0.00
	Σ=	16.24	126.74	-4.10	-17.79	3.64	0.30	1.82	0.06	-0.02

Nivo	Z [m]	Ton 28			Ton 29			Ton 30		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	1.05	-0.43	0.67	0.00	-0.00	-0.00	-0.06	-0.02	-0.02
međukat	3.20	-2.00	0.11	0.11	-0.00	-0.00	-0.00	0.13	-0.07	-0.02
međupodest	2.53	-1.05	2.16	-0.05	-0.00	0.00	0.00	0.06	0.10	-0.01
kota ±0,00	0.00	-0.50	1.49	-0.04	-0.00	0.00	-0.00	0.03	0.09	0.00
vrh čašice	-0.40	-0.04	0.05	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
	Σ=	-2.54	3.37	0.69	-0.00	0.00	-0.00	0.16	0.11	-0.05

Nivo	Z [m]	Ton 31			Ton 32			Ton 33		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 34			Ton 35			Ton 36		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.58	-0.37	-0.37	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	1.03	-1.04	-0.44	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.81	1.69	-0.11	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.01	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.47	1.60	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.03	0.04	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	1.75	1.93	-0.92	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.01	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 37			Ton 38			Ton 39		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 40			Ton 41			Ton 42		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.02	-0.00
međukat	3.20	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.03	0.00
međupodest	2.53	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.02	0.00
kota ±0,00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.04	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 43			Ton 44			Ton 45		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.01	-0.10	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
međukat	3.20	0.01	0.22	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.01	0.07	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	0.01	0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.02	0.19	0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 46			Ton 47			Ton 48		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-3.90	-16.14	-0.54	7.73	-6.11	0.08	-0.36	-0.83	0.06
međukat	3.20	8.22	33.81	-0.02	-15.04	12.89	0.64	0.64	1.08	0.37
međupodest	2.53	3.28	12.54	0.06	-8.16	4.57	0.16	0.13	0.53	0.03
kota ±0,00	0.00	0.77	2.78	0.04	-3.27	0.97	-0.02	0.03	0.21	0.01
vrh čašice	-0.40	-0.01	0.06	-0.01	-0.12	0.03	0.00	-0.01	0.02	-0.00
	Σ=	8.35	33.05	-0.48	-18.85	12.35	0.87	0.44	1.01	0.47

Nivo	Z [m]	Ton 49			Ton 50			Ton 51		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.01	0.00	-0.78	-45.29	0.11	0.14	-0.25	-0.01
međukat	3.20	-0.00	0.01	-0.01	1.43	96.49	0.26	-0.29	0.54	-0.02
međupodest	2.53	0.01	0.00	-0.00	0.60	42.97	0.01	-0.03	0.21	0.00

kota ±0,00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.26	11.25	0.01	0.01	0.05	0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	0.01	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00
	Σ=	0.00	0.01	-0.01	1.51	105.43	0.38	-0.17	0.54	-0.03

Nivo	Z [m]	Ton 52			Ton 53			Ton 54		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.60	-1.68	0.07	-0.22	-0.02	0.00	-2.85	-4.62	0.08
međukat	3.20	-2.05	2.92	-0.03	0.27	0.04	0.01	8.93	8.98	-0.06
međupodest	2.53	1.54	1.20	0.04	0.13	0.01	0.01	0.89	3.44	0.03
kota ±0,00	0.00	1.09	0.34	0.02	0.06	0.00	0.00	-0.78	0.86	0.06
vrh čašice	-0.40	0.03	0.02	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	0.02	0.03	0.01
	Σ=	1.20	2.80	0.08	0.25	0.04	0.02	6.21	8.69	0.11

Nivo	Z [m]	Ton 55			Ton 56			Ton 57		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.12	-0.66	0.02	0.19	-17.59	-0.42	-0.95	-4.49	0.30
međukat	3.20	-0.46	1.66	0.02	-5.96	36.09	-1.70	2.42	8.88	0.56
međupodest	2.53	0.08	0.80	-0.00	4.26	15.03	-0.33	-0.74	4.05	0.24
kota ±0,00	0.00	0.13	0.22	-0.00	4.40	3.81	-0.11	-0.93	1.14	-0.02
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	-0.00	0.10	0.04	-0.04	-0.03	0.01	-0.02
	Σ=	-0.12	2.01	0.03	2.98	37.38	-2.61	-0.23	9.58	1.07

Nivo	Z [m]	Ton 58			Ton 59			Ton 60		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.02	-0.07	0.00	-1.11	-0.04	0.00	2.54	-1.14	0.03
međukat	3.20	0.31	0.14	-0.03	2.35	0.06	0.00	-4.13	2.06	0.05
međupodest	2.53	-0.40	0.06	-0.01	0.91	0.04	-0.00	-3.02	1.29	0.00
kota ±0,00	0.00	-0.34	0.02	0.01	0.17	0.01	0.01	-1.27	0.33	0.06
vrh čašice	-0.40	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.02	-0.00	0.00
	Σ=	-0.46	0.15	-0.03	2.32	0.07	0.02	-5.87	2.53	0.15

Nivo	Z [m]	Ton 61			Ton 62			Ton 63		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.02	-0.00	-0.00	-0.55	-0.17	0.01	0.12	-25.70	-0.01
međukat	3.20	0.04	0.00	-0.00	2.02	0.33	0.06	-0.52	50.02	-0.02
međupodest	2.53	0.02	0.00	-0.00	-0.23	0.23	0.02	0.11	25.34	-0.01
kota ±0,00	0.00	0.01	0.00	-0.00	-0.95	0.06	0.06	0.29	6.83	-0.02
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	-0.00	-0.02	-0.00	0.01	0.01	0.00	-0.00
	Σ=	0.05	0.00	-0.00	0.26	0.46	0.15	0.01	56.50	-0.06

Nivo	Z [m]	Ton 64			Ton 65			Ton 66		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.00	-0.00	0.00	-0.12	-0.01	0.00	0.06	0.01	0.03
međukat	3.20	-0.00	0.00	-0.00	0.21	0.03	0.00	-0.32	-0.04	-0.01
međupodest	2.53	-0.00	0.00	0.00	0.17	0.03	-0.00	0.10	0.44	-0.01
kota ±0,00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	-0.00	0.20	0.22	-0.02
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.02	-0.00
	Σ=	-0.00	0.00	0.00	0.33	0.06	-0.00	0.03	0.65	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 67			Ton 68			Ton 69		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	0.04	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
međukat	3.20	-0.08	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
međupodest	2.53	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
	Σ=	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 70			Ton 71			Ton 72		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
međukat	3.20	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
međupodest	2.53	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
kota ±0,00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
vrh čašice	-0.40	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
	Σ=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 73			Ton 74			Ton 75		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
krov	7.20	-0.02	-0.38	0.02	0.08	-0.20	-0.01	0.12	-1.78	-0.13
međukat	3.20	0.05	0.56	-0.00	-0.13	-0.13	-0.12	-0.38	3.55	-0.28
međupodest	2.53	-0.02	0.33	0.00	-0.14	0.31	0.01	-0.04	2.24	0.00
kota ±0,00	0.00	-0.04	0.12	0.00	-0.05	0.31	0.00	0.11	0.45	0.01
vrh čašice	-0.40	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.02	-0.00	-0.01	0.02	-0.01
	Σ=	-0.01	0.64	0.03	-0.25	0.32	-0.12	-0.20	4.48	-0.40

Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. potres x	2. potres y
1	0.000	0.313
2	0.421	0.000
3	0.004	0.004
4	0.137	0.000
5	0.004	0.114
6	0.000	0.000
7	0.003	0.008

Faktori participacije - Relativno učešće		
Ton \ Naziv	1. potres x	2. potres y
8	0.019	0.042
9	0.018	0.183
10	0.001	0.021
11	0.000	0.035
12	0.001	0.000
13	0.000	0.000
14	0.000	0.000
15	0.000	0.000
16	0.000	0.000
17	0.000	0.000
18	0.000	0.000
19	0.054	0.000
20	0.072	0.000
21	0.001	0.000
22	0.000	0.000
23	0.000	0.000
24	0.002	0.000
25	0.001	0.086
26	0.057	0.002
27	0.035	0.000
28	0.001	0.002
29	0.000	0.000
30	0.000	0.000
31	0.000	0.000
32	0.000	0.000
33	0.000	0.000
34	0.001	0.001
35	0.000	0.000
36	0.000	0.000
37	0.000	0.000
38	0.000	0.000
39	0.000	0.000
40	0.000	0.000
41	0.000	0.000
42	0.000	0.000
43	0.000	0.000
44	0.000	0.000
45	0.000	0.000
46	0.001	0.022
47	0.019	0.008
48	0.000	0.001
49	0.000	0.000
50	0.000	0.071
51	0.000	0.000
52	0.000	0.002
53	0.001	0.000
54	0.003	0.006
55	0.000	0.001
56	0.000	0.025
57	0.000	0.006
58	0.001	0.000
59	0.049	0.000
60	0.009	0.002
61	0.071	0.000
62	0.000	0.000
63	0.000	0.038
64	0.000	0.000
65	0.001	0.000
66	0.000	0.000
67	0.010	0.000
68	0.000	0.000
69	0.000	0.000
70	0.000	0.000
71	0.000	0.000
72	0.000	0.000
73	0.000	0.000
74	0.000	0.000
75	0.000	0.003

Faktori participacije - Sudjelujuće mase		
Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
1	0.00	34.60
2	43.74	0.01
3	0.41	0.41
4	12.95	0.00
5	0.38	9.85
6	0.00	0.00
7	0.24	0.65
8	1.69	3.56
9	1.52	15.43
10	0.07	1.36
11	0.03	1.94

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
12	0.07	0.00
13	0.00	0.00
14	0.00	0.00
15	0.00	0.00
16	0.00	0.00
17	0.00	0.00
18	0.00	0.00
19	3.10	0.00
20	4.13	0.00
21	0.07	0.00
22	0.00	0.00

Statički proračun

Faktori participacije - Sudjelujuće mase

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
23	0.01	0.00
24	0.10	0.00
25	0.08	4.84
26	3.31	0.14
27	2.08	0.00
28	0.08	0.14
29	0.00	0.00
30	0.01	0.00
31	0.00	0.00
32	0.00	0.00
33	0.00	0.00
34	0.06	0.08
35	0.00	0.00
36	0.00	0.00
37	0.00	0.00
38	0.00	0.00
39	0.00	0.00
40	0.00	0.00
41	0.00	0.00
42	0.00	0.00
43	0.00	0.01
44	0.00	0.00
45	0.00	0.00
46	0.09	1.33
47	1.16	0.50
48	0.01	0.04
49	0.00	0.00

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]
50	0.00	4.28
51	0.00	0.02
52	0.02	0.12
53	0.07	0.00
54	0.18	0.36
55	0.00	0.08
56	0.01	1.55
57	0.00	0.40
58	0.06	0.01
59	3.12	0.00
60	0.58	0.11
61	4.56	0.00
62	0.01	0.02
63	0.00	2.40
64	0.00	0.00
65	0.08	0.00
66	0.00	0.03
67	0.63	0.00
68	0.00	0.00
69	0.00	0.00
70	0.00	0.00
71	0.00	0.00
72	0.00	0.00
73	0.00	0.03
74	0.01	0.01
75	0.00	0.20
ΣU (%)	84.71	84.49

Rezne sile u pločama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
6183	26-	|**-435.23**|	-49.386
POZ 102(3212)	26-	|**-330.85**|	-48.322
6183	27-	|**-319.43**|	-34.942
6183	10-	|**-282.56**|	-35.601
6183	10+	|**282.56**|	35.601
POZ 102(3212)	10-	|**-239.26**|	-37.811
POZ 102(3212)	10+	|**239.26**|	37.811
6183	26+	|**200.17**|	30.798
6183	19	|**-199.24**|	-15.859
6183	16	|**-196.29**|	-15.585

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
2297	26-	-35.850	|**-117.64**|
2184	26-	-14.656	|**-114.74**|
2297	10-	-30.706	|**-112.80**|
2297	10+	30.706	|**112.80**|
1972	26+	15.981	|**112.63**|
2297	26+	27.019	|**109.84**|
1866	26+	11.974	|**109.62**|
2184	10-	-16.254	|**-107.76**|
2184	10+	16.254	|**107.76**|
2075	26+	16.147	|**106.60**|

Deformacija ploča L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	u3 [mm]
POZ 101(6466)	18	|**-11.288**|
POZ 101(6466)	14	|**-11.286**|
POZ 101(6466)	12	|**-11.270**|
POZ 101(6466)	15	|**-11.266**|

Oznaka	LC	u3 [mm]
POZ 101(6466)	16	|**-11.261**|
POZ 101(6466)	13	|**-11.261**|
POZ 101(6398)	18	|**-11.257**|
POZ 101(6529)	18	|**-11.256**|

Oznaka	LC	u3 [mm]
POZ 101(6529)	14	|**-11.255**|
POZ 101(6398)	14	|**-11.254**|

Deformacija ploča GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	Zp [mm]
POZ 101(6466)	18	|**-11.288**|
POZ 101(6466)	14	|**-11.286**|
POZ 101(6466)	12	|**-11.270**|
POZ 101(6466)	15	|**-11.266**|

Oznaka	LC	Zp [mm]
POZ 101(6466)	16	|**-11.261**|
POZ 101(6466)	13	|**-11.261**|
POZ 101(6398)	18	|**-11.257**|
POZ 101(6398)	18	|**-11.257**|

Oznaka	LC	Zp [mm]
POZ 101(6529)	18	|**-11.256**|
POZ 101(6529)	14	|**-11.255**|

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
S1 (382 - 247)	13	7.600	|**-1158.1**|	6.595	-80.970	-50.120
S1 (382 - 247)	15	7.600	|**-1158.1**|	5.953	1.779	-45.245
S1 (382 - 247)	14	7.600	|**-1158.1**|	6.947	1.865	-52.794
S1 (382 - 247)	12	7.600	|**-1158.1**|	6.229	84.593	-47.338
S1 (382 - 247)	19	7.600	|**-1031.5**|	5.642	1.759	-42.881
S1 (382 - 247)	18	7.600	|**-1031.5**|	7.298	1.903	-55.462
S1 (382 - 247)	17	7.600	|**-1031.5**|	6.711	-136.16	-51.006
S1 (382 - 247)	16	7.600	|**-1031.5**|	6.101	139.78	-46.370
S9 (1745 - 509)	15	7.600	|**-830.55**|	6.892	-27.138	-30.225
S9 (1745 - 509)	13	7.600	|**-830.55**|	8.178	-33.335	-33.942
GN-1 (382 - 1745)	12	0.000	0.992	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (146 - 382)	14	0.000	1.855	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (382 - 1745)	13	0.000	0.449	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (146 - 382)	13	0.000	7.044	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (382 - 1745)	15	0.000	-19.051	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (146 - 382)	15	0.000	-13.097	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (382 - 1745)	14	0.000	-5.092	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (146 - 382)	12	0.000	7.221	|**-322.13**|	0.000	0.000
GN-1 (382 - 1745)	19	0.000	-25.406	|**-290.49**|	0.000	0.000
GN-1 (146 - 382)	19	0.000	-19.764	|**-290.49**|	0.000	0.000

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
S1 (382 - 247)	27(M2+)	7.600	-575.60	28.062	**|625.32|**	139.99
S1 (382 - 247)	27(M2-)	7.600	-575.60	-18.939	**|-622.76|**	-209.32
S1 (382 - 247)	11(M2-)	7.600	0.000	-7.480	**|-614.70|**	-55.263
S1 (382 - 247)	11(M2+)	7.600	0.000	7.480	**|614.70|**	55.263
S2 (152 - 76)	27(M2+)	7.600	-156.49	16.489	**|324.89|**	99.009
S2 (1582 - 501)	27(M2+)	7.600	-156.49	16.737	**|324.89|**	84.691
S2 (152 - 76)	27(M2-)	7.600	-156.49	-16.489	**|-323.65|**	-99.009
S2 (1582 - 501)	27(M2-)	7.600	-156.49	-15.610	**|-323.65|**	-93.264
S8 (7044 - 5062)	27(M2-)	7.600	-516.81	-70.470	**|-323.52|**	-124.06
S2 (152 - 76)	11(M2-)	7.600	0.000	-3.110	**|-319.26|**	-18.410
GN-1 (382 - 1745)	12	7.500	0.992	-210.76	-26.193	**|1998.3|**
GN-1 (146 - 382)	14	7.500	1.855	-210.76	0.239	**|1998.3|**
GN-1 (382 - 1745)	13	7.500	0.449	-210.76	18.709	**|1998.3|**
GN-1 (146 - 382)	13	7.500	7.044	-210.76	18.604	**|1998.3|**
GN-1 (382 - 1745)	15	7.500	-19.051	-210.76	-3.675	**|1998.3|**
GN-1 (146 - 382)	15	7.500	-13.097	-210.76	0.228	**|1998.3|**
GN-1 (382 - 1745)	14	7.500	-5.092	-210.76	-3.853	**|1998.3|**
GN-1 (146 - 382)	12	7.500	7.221	-210.76	-18.140	**|1998.3|**
GN-1 (382 - 1745)	19	7.500	-25.406	-179.11	-3.634	**|1761.0|**
GN-1 (146 - 382)	19	7.500	-19.764	-179.11	0.225	**|1761.0|**

Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
KN-1 (514 - 4984)	12	6.167	**|-49.514|**
KN-1 (260 - 514)	14	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (514 - 4984)	13	6.167	**|-49.514|**
KN-1 (260 - 514)	13	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (514 - 4984)	15	6.167	**|-49.514|**

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
KN-1 (260 - 514)	15	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (514 - 4984)	14	6.167	**|-49.514|**
KN-1 (260 - 514)	12	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (250 - 504)	14	6.167	**|-49.429|**
KN-1 (250 - 504)	15	6.167	**|-49.429|**

Utjecaji u linijskim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	σ,tla [kN/m²]	s,tla [mm]
(1017-509)	18	**|163.54|**	-3.271
(1017-509)	14	**|161.48|**	-3.230
(1017-509)	17	**|160.99|**	-3.220
(1017-509)	13	**|159.95|**	-3.199
(1017-509)	15	**|155.67|**	-3.113
(1017-509)	12	**|154.67|**	-3.093
(1866-2297)	26+	**|154.40|**	-0.146
(1017-509)	19	**|153.86|**	-3.077
(1017-509)	16	**|152.19|**	-3.044
(1017-3844)	17	**|148.86|**	-2.977
(1017-509)	18	163.54	**|-3.271|**
(1017-509)	14	161.48	**|-3.230|**
(1017-509)	17	160.99	**|-3.220|**
(1017-509)	13	159.95	**|-3.199|**
(1017-509)	15	155.67	**|-3.113|**
(1017-509)	12	154.67	**|-3.093|**
(1866-2297)	26-	7.301	**|-3.088|**
(1017-509)	19	153.86	**|-3.077|**
(1017-509)	16	152.19	**|-3.044|**
(1017-3844)	17	148.86	**|-2.977|**

Deformacija greda GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
KN-1 (514 - 4984)	12	6.167	**|-49.514|**
KN-1 (260 - 514)	14	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (514 - 4984)	13	6.167	**|-49.514|**
KN-1 (260 - 514)	13	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (514 - 4984)	15	6.167	**|-49.514|**

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
KN-1 (260 - 514)	15	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (514 - 4984)	14	6.167	**|-49.514|**
KN-1 (260 - 514)	12	8.333	**|-49.514|**
KN-1 (250 - 504)	14	6.167	**|-49.429|**
KN-1 (250 - 504)	15	6.167	**|-49.429|**

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
247	13	6.595	10.654	**|1158.1|**	-80.970	50.120	0.000
247	15	5.953	-0.234	**|1158.1|**	1.779	45.245	0.000
247	14	6.947	-0.245	**|1158.1|**	1.865	52.794	0.000
247	12	6.229	-11.131	**|1158.1|**	84.593	47.338	0.000
247	19	5.642	-0.231	**|1031.5|**	1.759	42.881	0.000
247	18	7.298	-0.250	**|1031.5|**	1.903	55.462	0.000
247	17	6.711	17.915	**|1031.5|**	-136.16	51.006	0.000
247	16	6.101	-18.392	**|1031.5|**	139.78	46.370	0.000
509	14	9.593	9.594	**|830.55|**	-28.082	37.933	0.000
509	15	6.892	9.353	**|830.55|**	-27.138	30.225	0.000

Utjecaji u vezama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(4915-5036)	16	-9.828	-60.763	**|-2.264|**	0.000	0.000	0.000
(4915-5036)	12	-9.989	-61.649	**|-2.173|**	0.000	0.000	0.000
(4915-5036)	18	-8.889	-70.422	**|-2.110|**	0.000	0.000	0.000
(4915-5036)	14	-9.426	-67.444	**|-2.081|**	0.000	0.000	0.000
(4915-5036)	15	-11.013	-60.950	**|-1.998|**	0.000	0.000	0.000
(6966-6991)	19	44.122	107.38	**|1.990|**	0.000	0.000	0.000

Utjecaji u vezama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-27

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(4915-5036)	19	-11.534	-59.598	**|-1.971|**	0.000	0.000	0.000
(4915-5036)	13	-10.636	-58.939	**|-1.859|**	0.000	0.000	0.000
(4915-5036)	17	-10.906	-56.247	**|-1.741|**	0.000	0.000	0.000
(6966-6991)	15	42.455	104.30	**|1.648|**	0.000	0.000	0.000

Deformacija čvorova: max. |Xp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]	Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]	Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
138	26-	**-64.329**	-19.902	-19.193	244	26-	**-64.317**	-23.103	-14.626	133	26-	**-64.190**	-19.902	-18.285
236	26-	**-64.325**	-23.103	-14.287	376	26-	**-64.309**	-19.330	-19.967	229	26-	**-64.187**	-23.103	-13.788
143	26-	**-64.322**	-19.902	-19.940	499	26-	**-64.294**	-18.790	-14.289					
367	26-	**-64.318**	-19.330	-19.218	507	26-	**-64.285**	-18.789	-14.627					

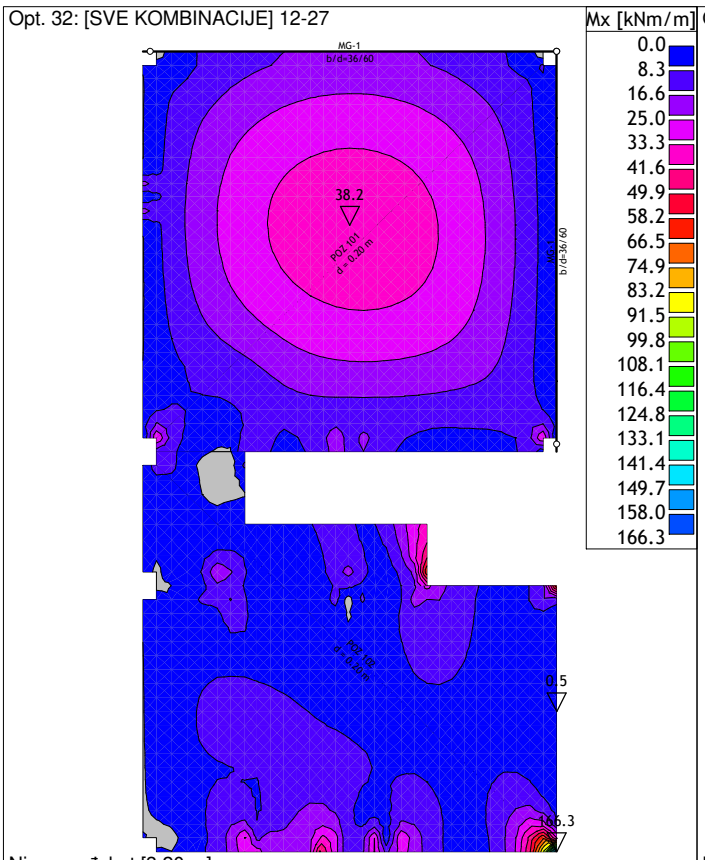
Deformacija čvorova: max. |Yp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]	Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]	Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
527	27+	15.720	**67.188**	-14.626	550	27+	15.836	**67.188**	-14.287	584	27+	15.997	**67.188**	-13.788
244	27+	20.198	**67.188**	-14.626	236	27+	20.109	**67.188**	-14.287	229	27+	20.009	**67.188**	-13.788
513	27+	15.688	**67.188**	-14.799	505	27+	15.752	**67.188**	-14.807					
251	27+	20.263	**67.188**	-14.799	259	27+	20.295	**67.188**	-14.807					

Deformacija čvorova: max. |Zp|

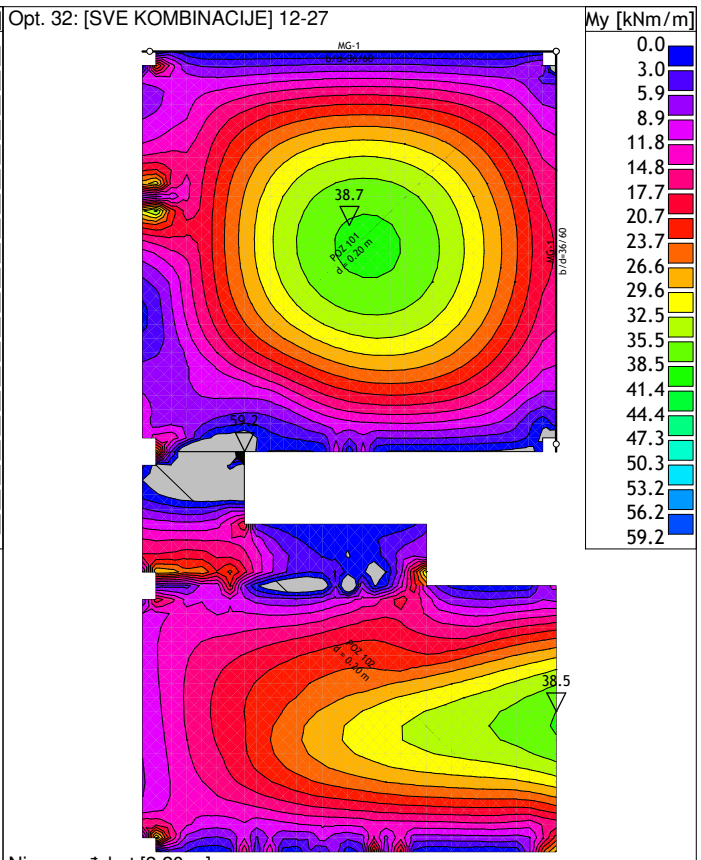
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]	Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]	Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
1308	13	-1.800	-4.693	**-49.484**	408	14	-2.135	-0.447	**-49.484**	1436	15	-1.347	-0.411	**-49.441**
1308	15	-1.433	-0.411	**-49.484**	408	15	-0.991	-0.427	**-49.484**	1436	13	-1.723	-4.693	**-49.441**
1308	14	-2.244	-0.432	**-49.484**	408	13	-1.592	-4.689	**-49.484**					
1308	12	-1.816	3.836	**-49.484**	408	12	-1.504	3.839	**-49.484**					

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27



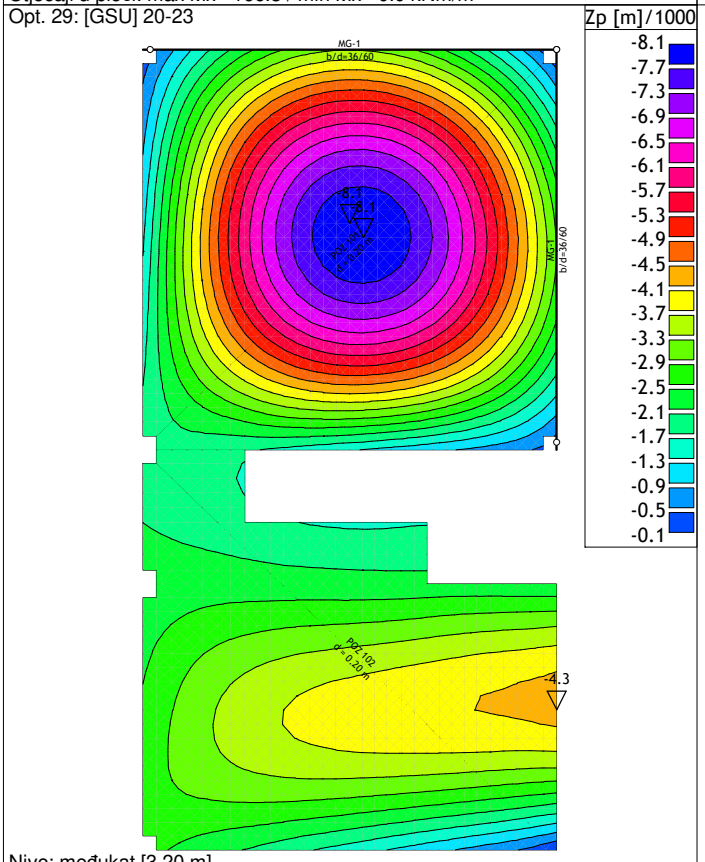
Nivo: međukat [3.20 m]
Utjecaji u ploči: max Mx= 166.3 / min Mx= 0.0 kNm/m

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27



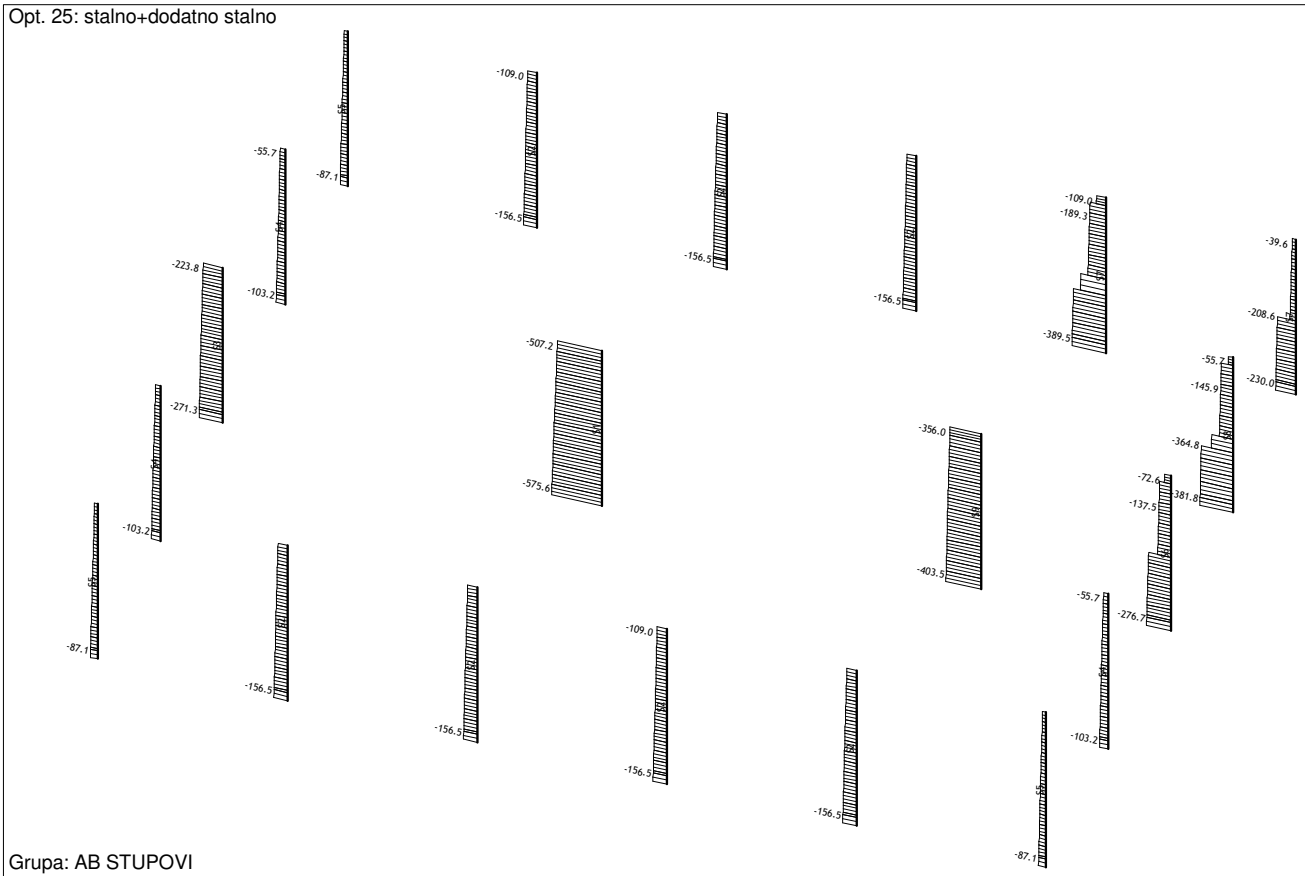
Nivo: međukat [3.20 m]
Utjecaji u ploči: max My= 59.2 / min My= 0.0 kNm/m

Opt. 29: [GSU] 20-23



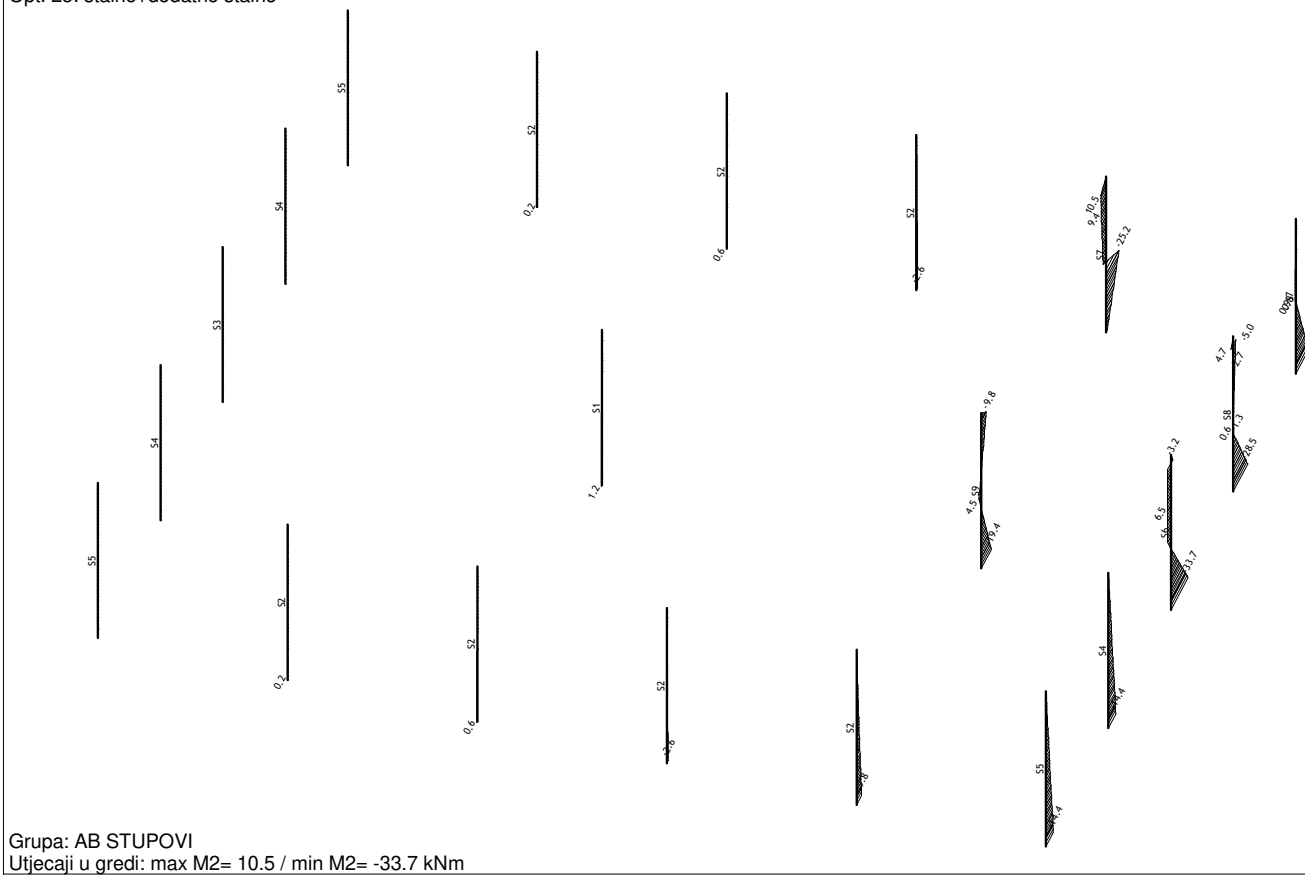
Nivo: međukat [3.20 m]
Utjecaji u ploči: max Zp= -0.1 / min Zp= -8.1 m / 1000

Opt. 25: stalno+dodatno stalno



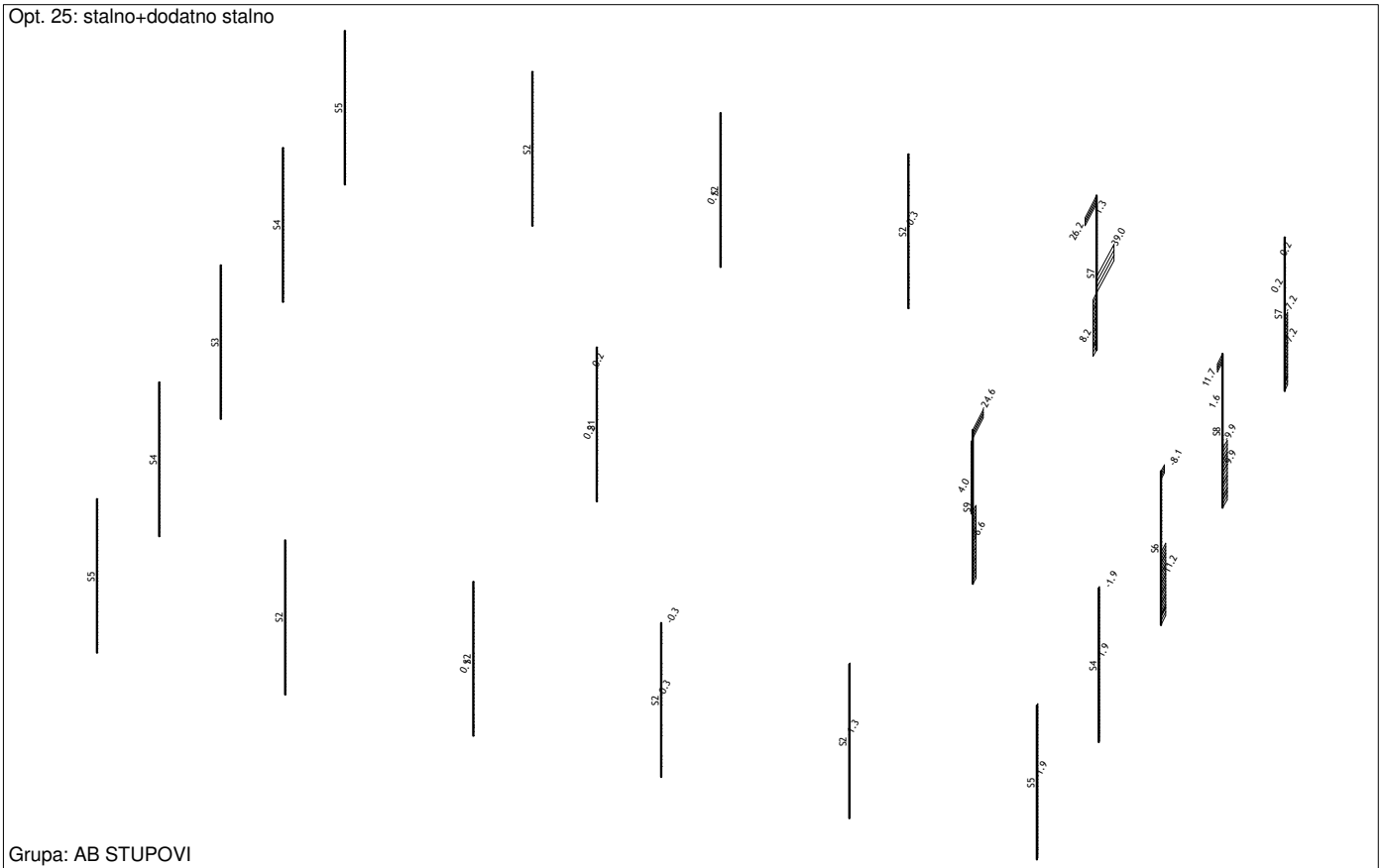
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max N1= -39.6 / min N1= -575.6 kN

Opt. 25: stalno+dodatno stalno



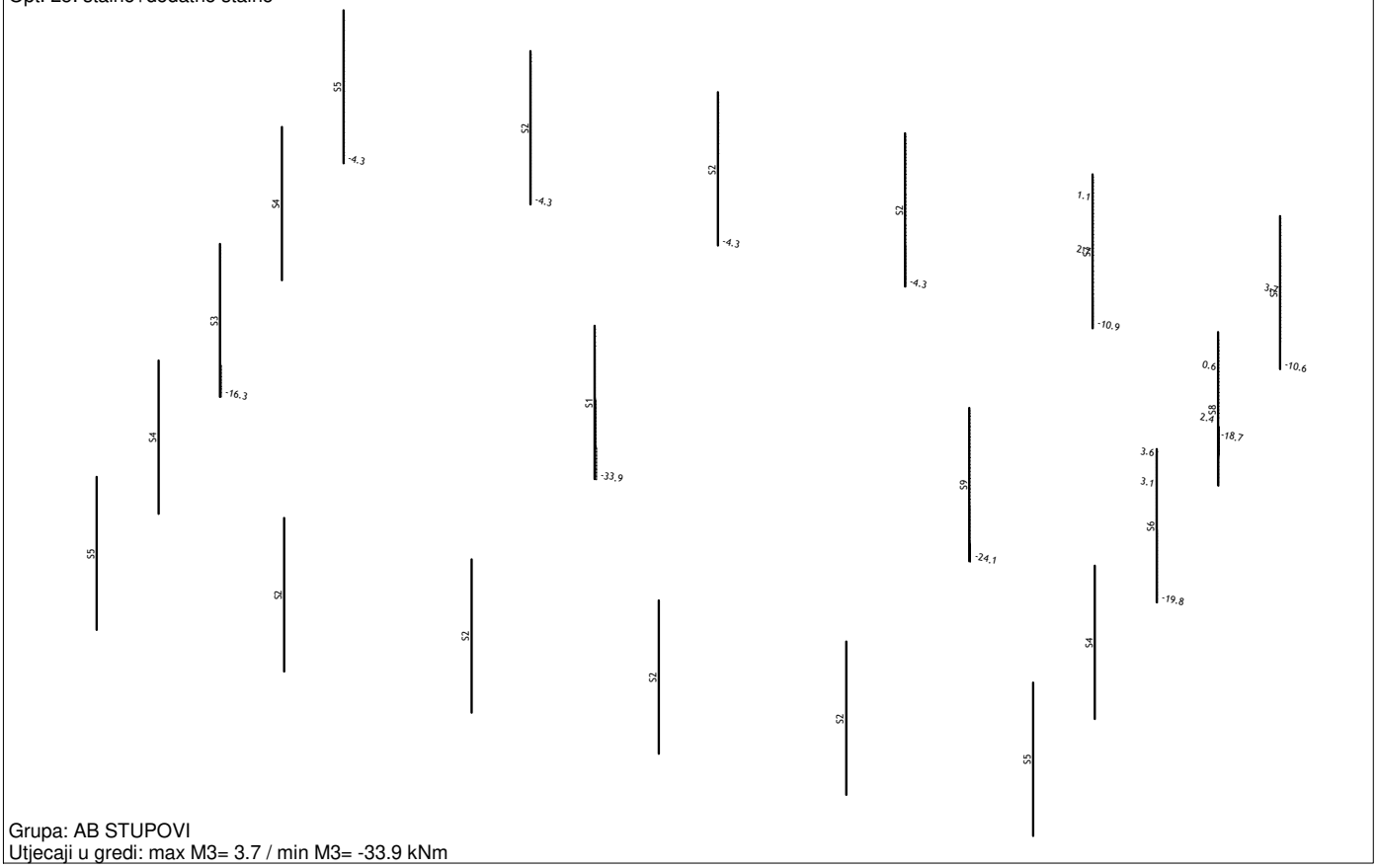
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M2= 10.5 / min M2= -33.7 kNm

Opt. 25: stalno+dodatno stalno



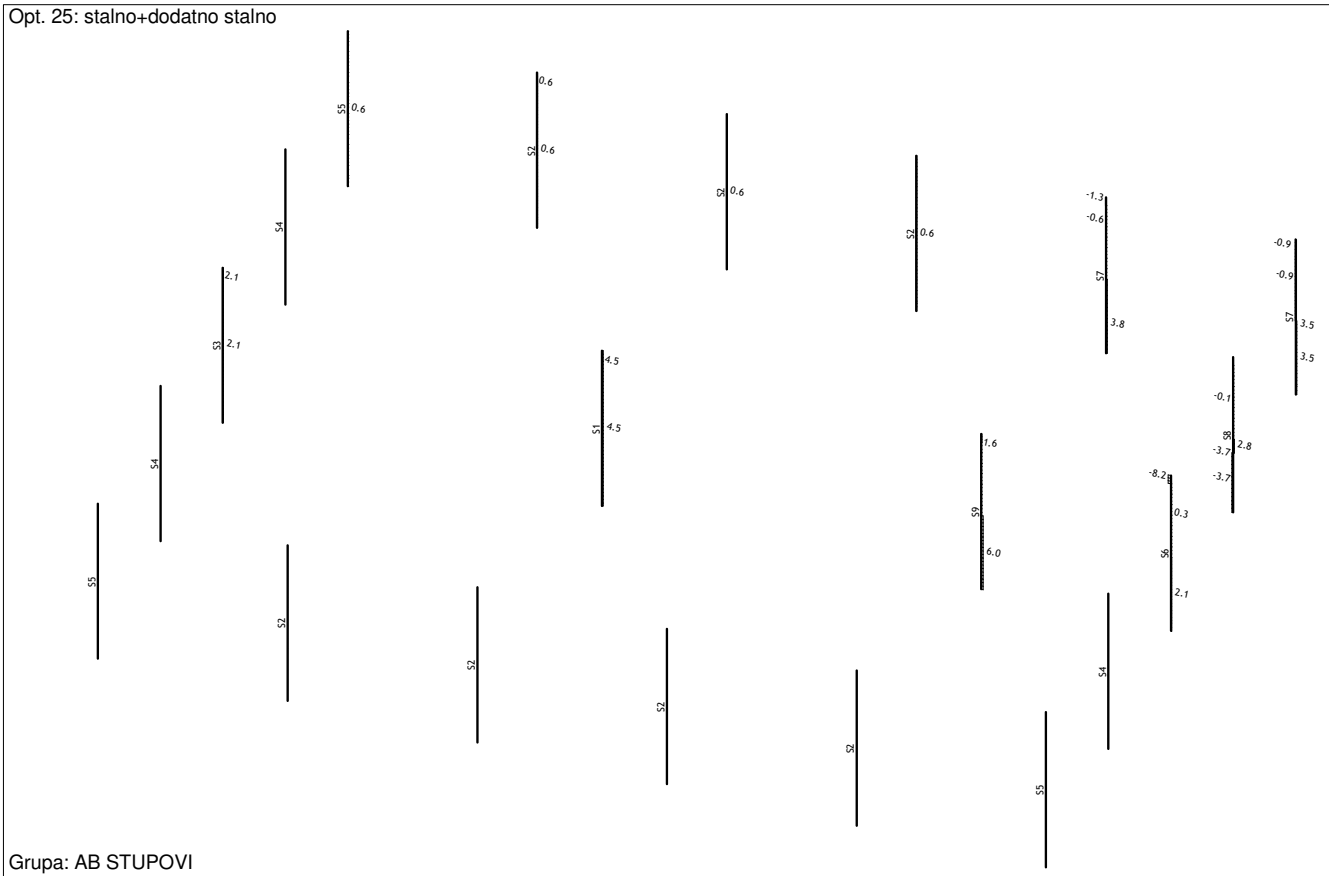
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T3= 26.2 / min T3= -39.0 kN

Opt. 25: stalno+dodatno stalno



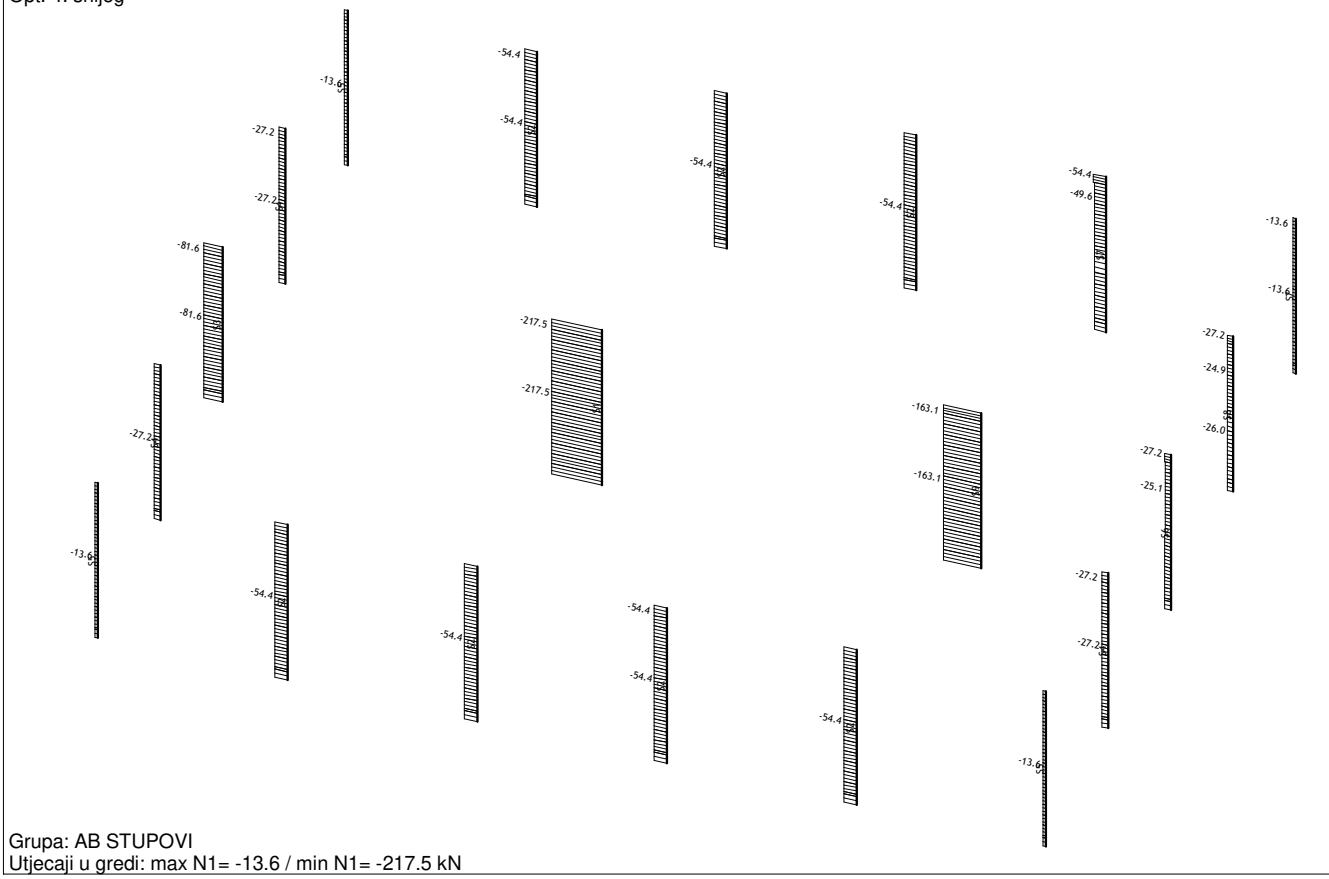
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M3= 3.7 / min M3= -33.9 kNm

Opt. 25: stalno+dodatno stalno



Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T2= 6.0 / min T2= -8.2 kN

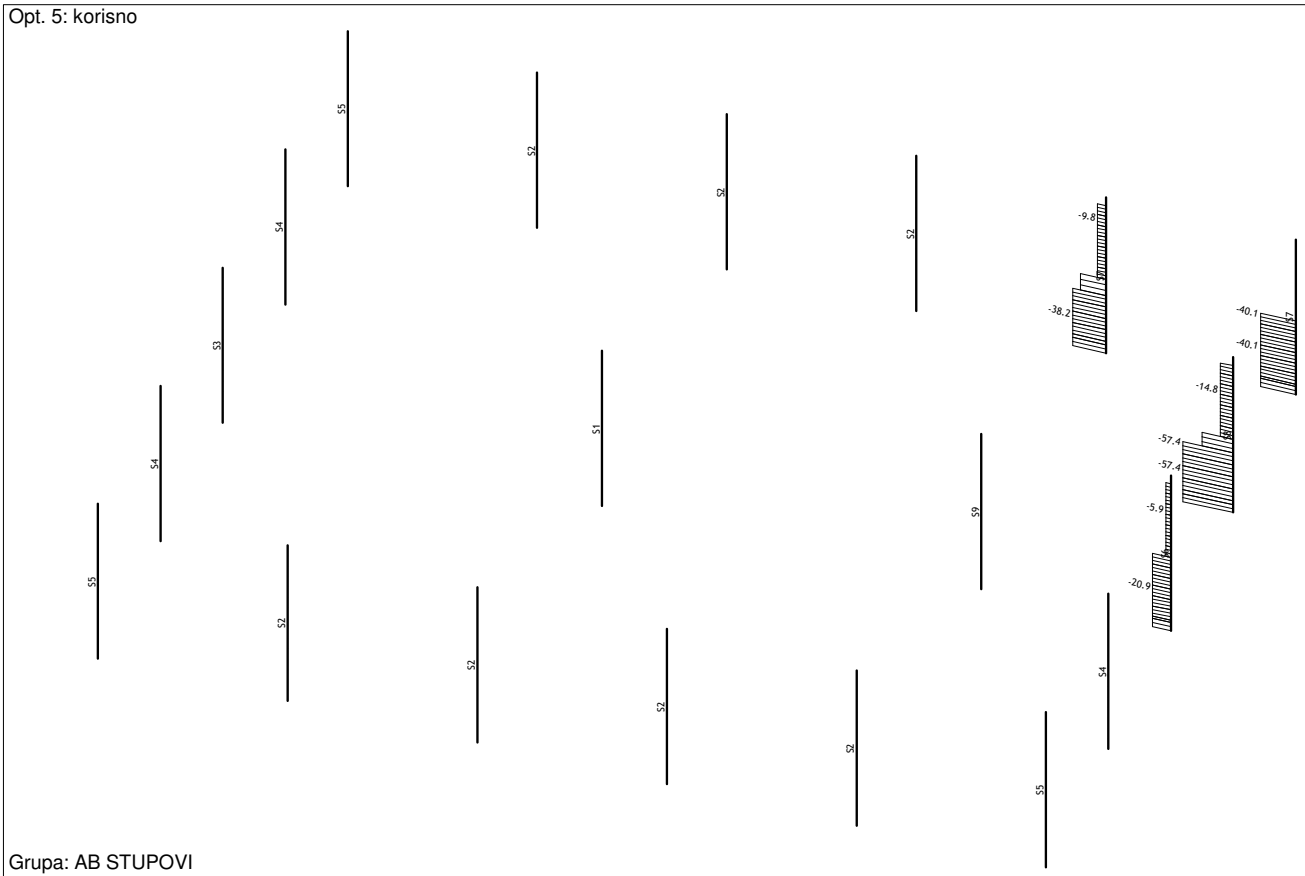
Opt. 4: snijeg



Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max N1= -13.6 / min N1= -217.5 kN

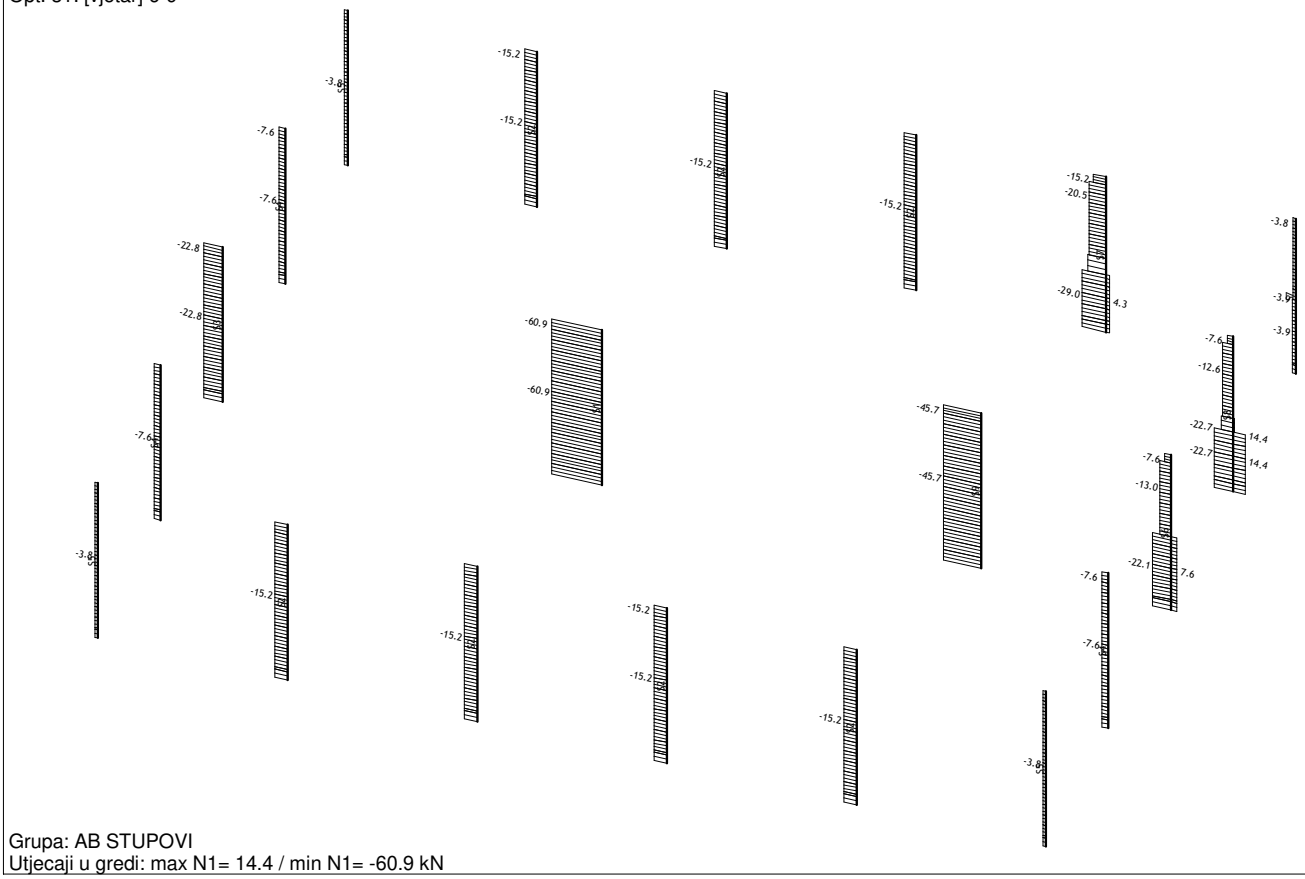
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

Opt. 5: korisno



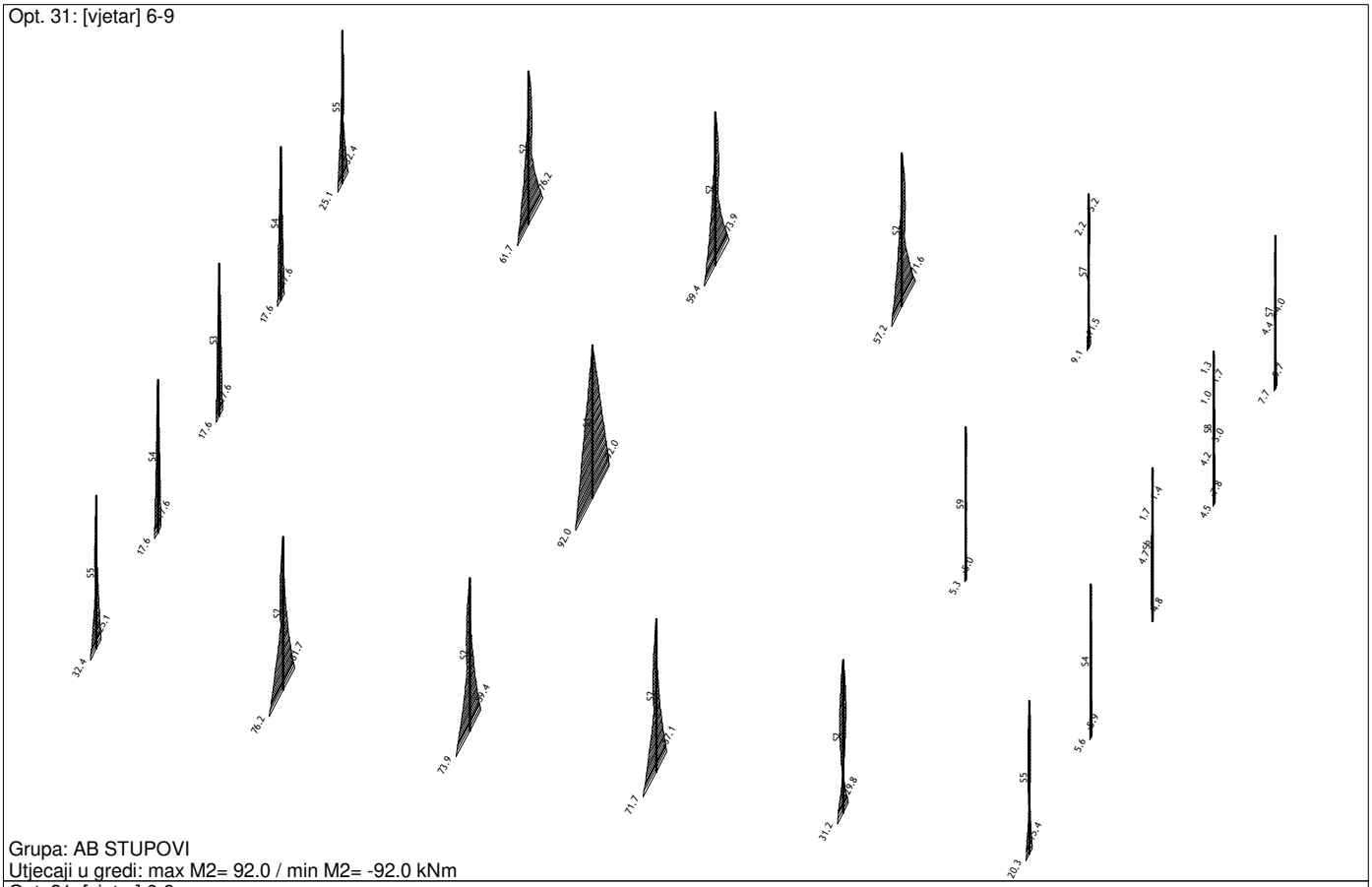
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max N1= 0.0 / min N1= -57.4 kN

Opt. 31: [vjetar] 6-9



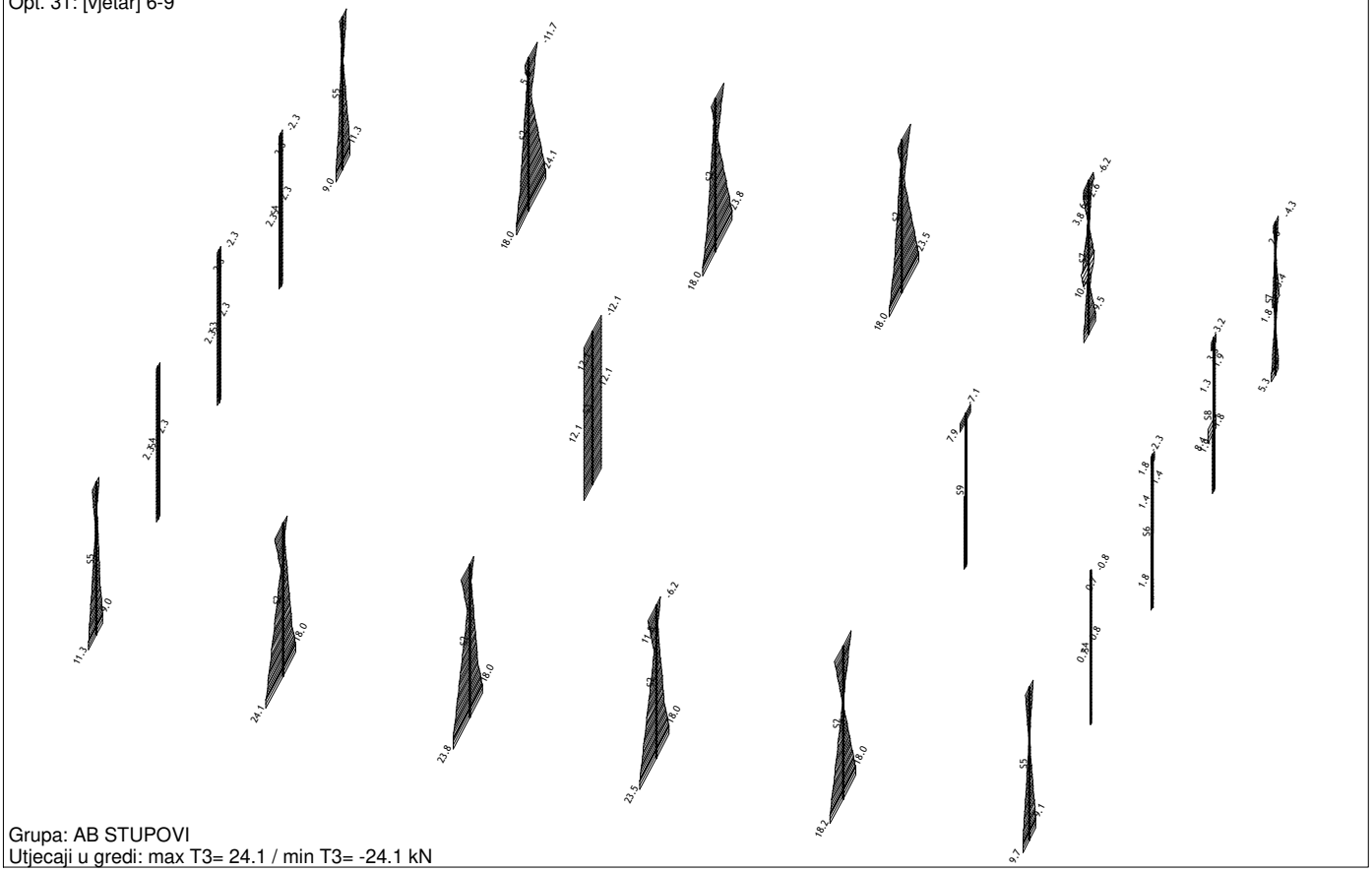
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max N1= 14.4 / min N1= -60.9 kN

Opt. 31: [vjetar] 6-9



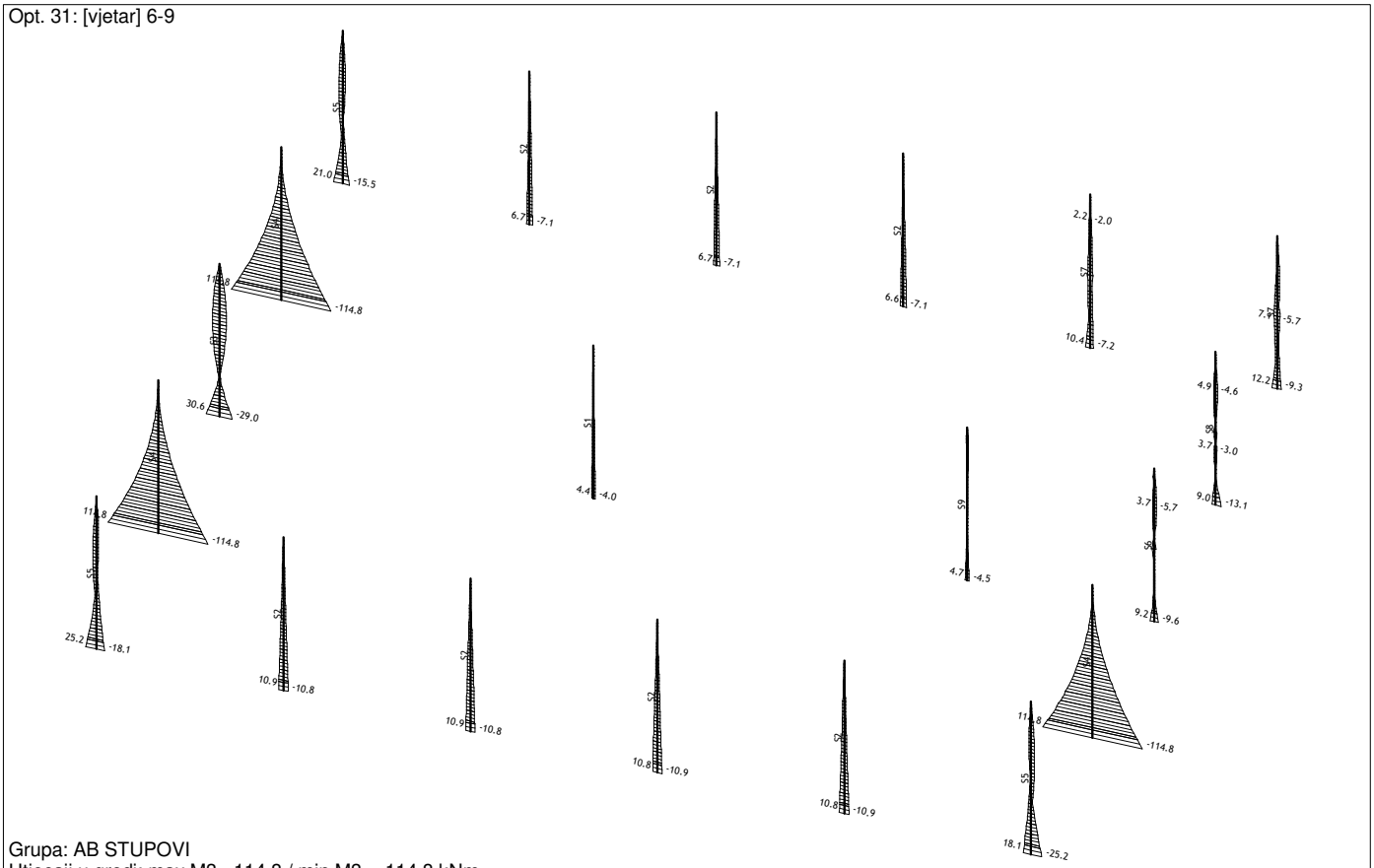
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M2= 92.0 / min M2= -92.0 kNm

Opt. 31: [vjetar] 6-9



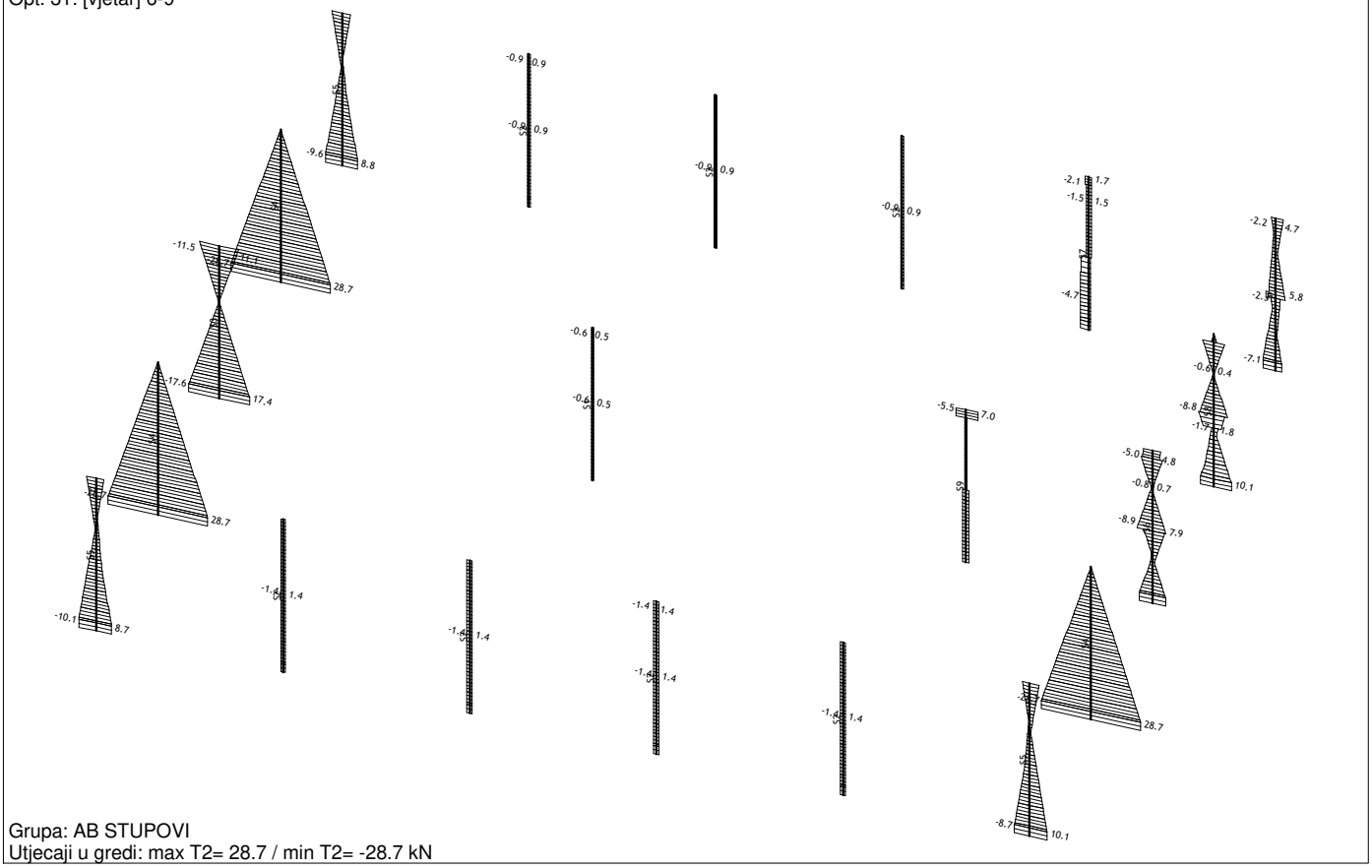
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T3= 24.1 / min T3= -24.1 kN

Opt. 31: [vjetar] 6-9



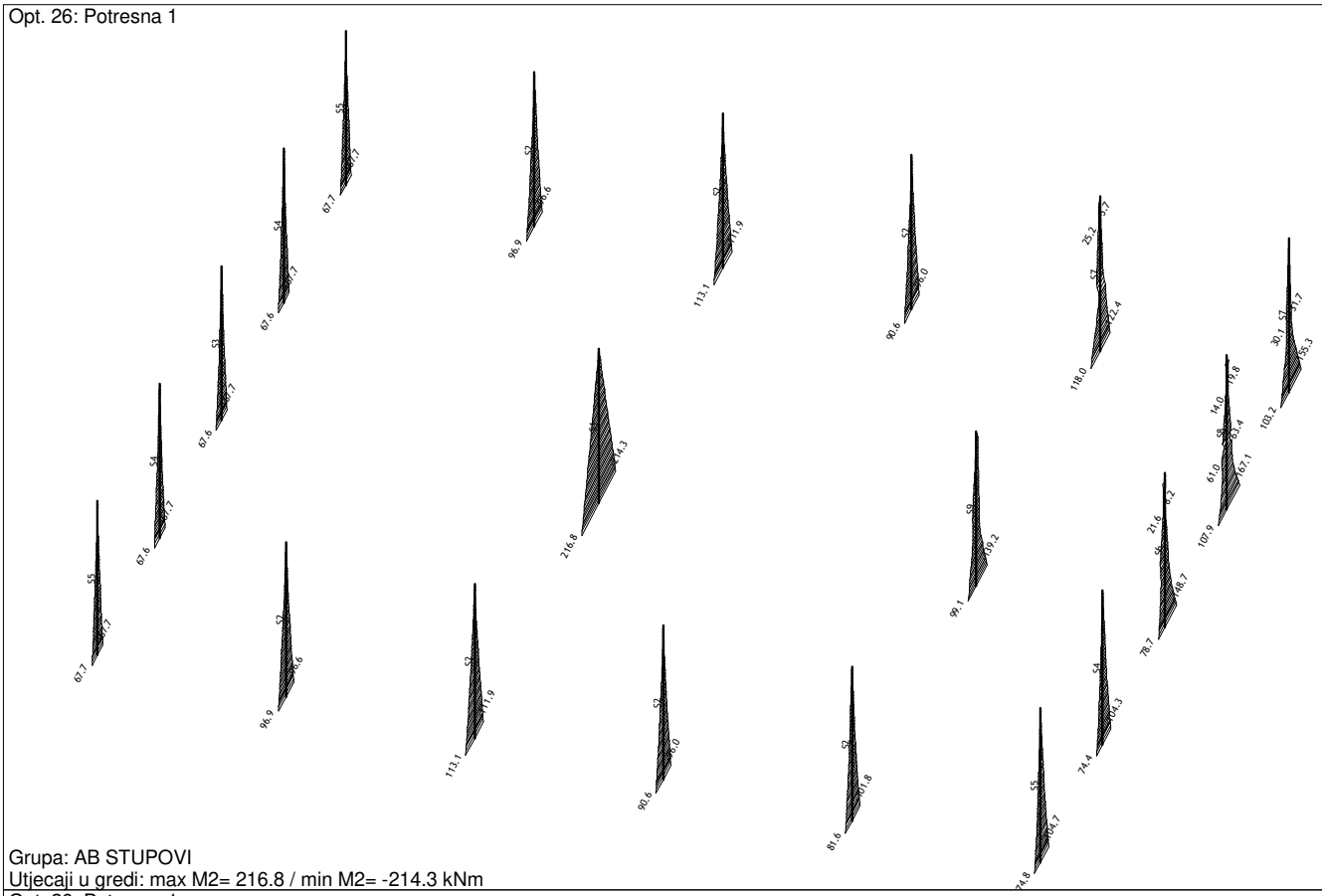
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M3= 114.8 / min M3= -114.8 kNm

Opt. 31: [vjetar] 6-9



Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T2= 28.7 / min T2= -28.7 kN

Opt. 26: Potresna 1



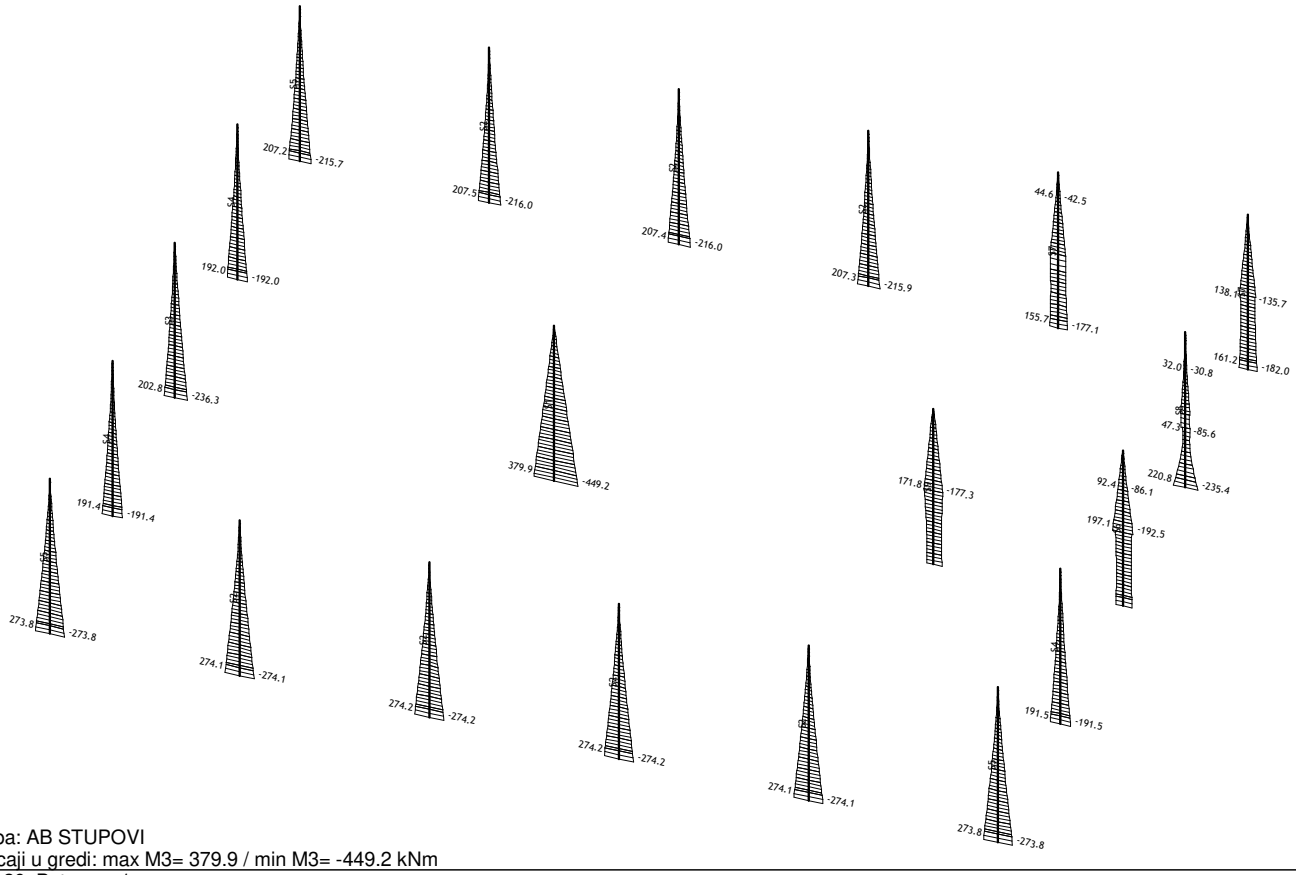
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M2= 216.8 / min M2= -214.3 kNm

Opt. 26: Potresna 1



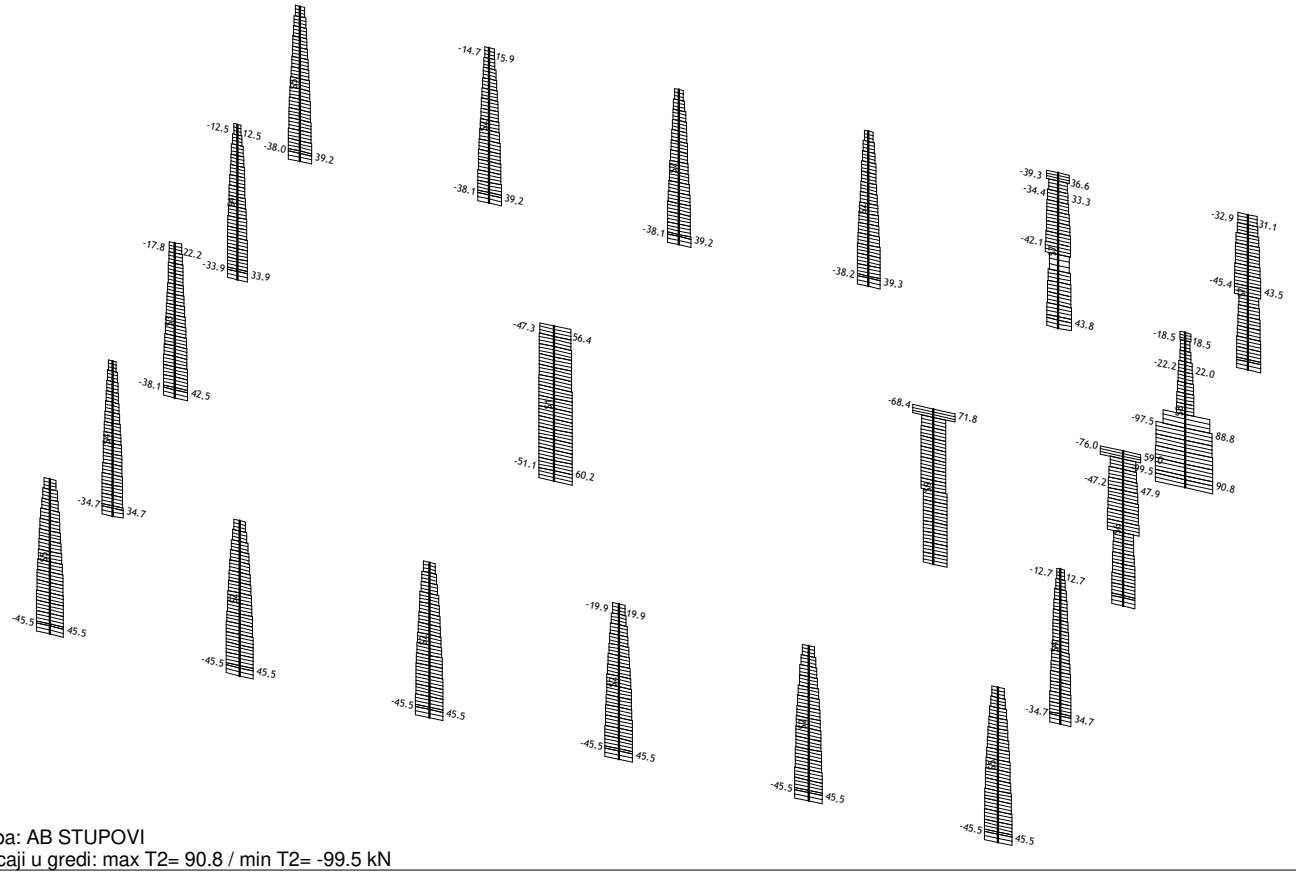
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T3= 117.6 / min T3= -116.2 kN

Opt. 26: Potresna 1



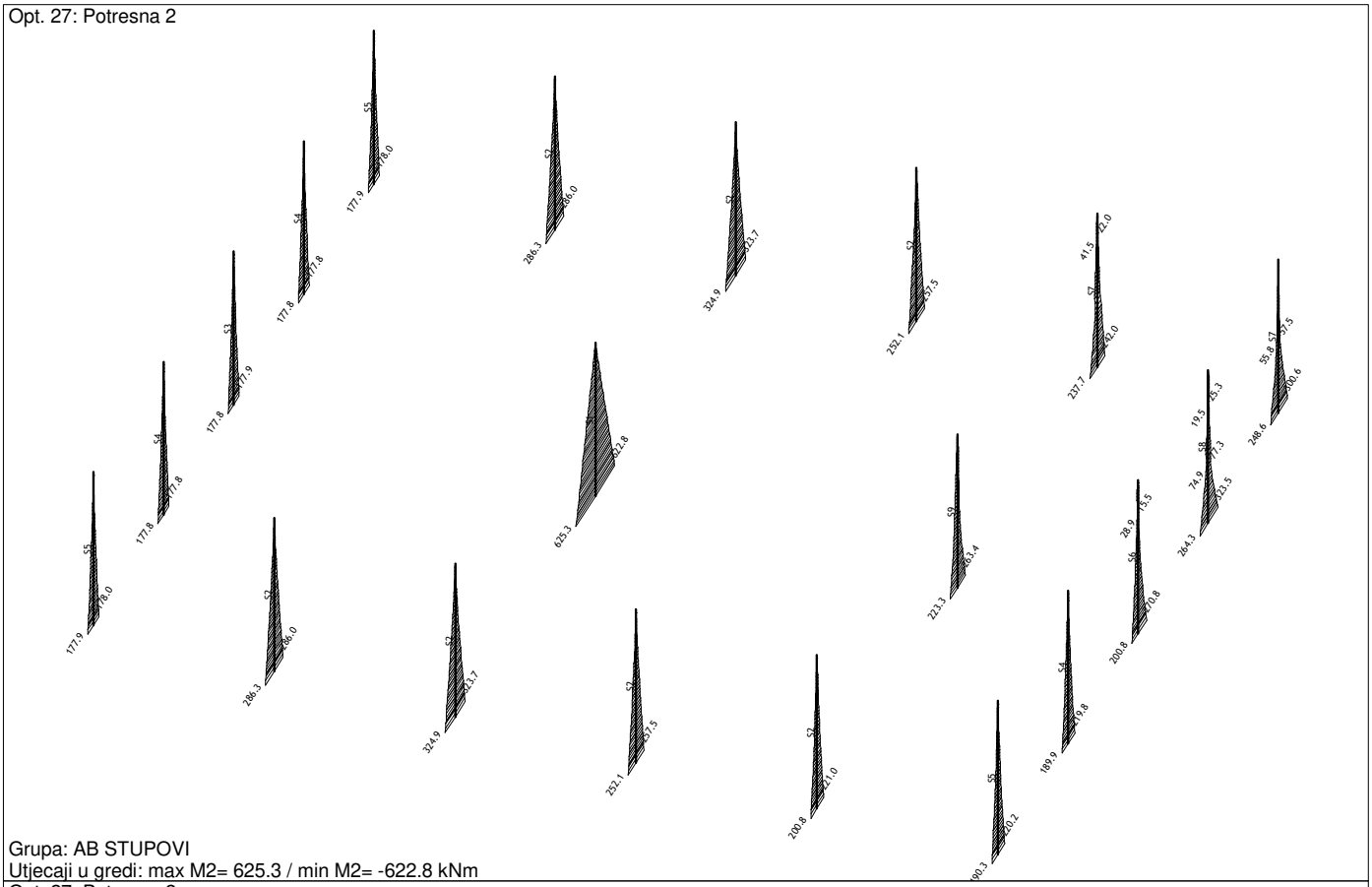
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M3= 379.9 / min M3= -449.2 kNm

Opt. 26: Potresna 1



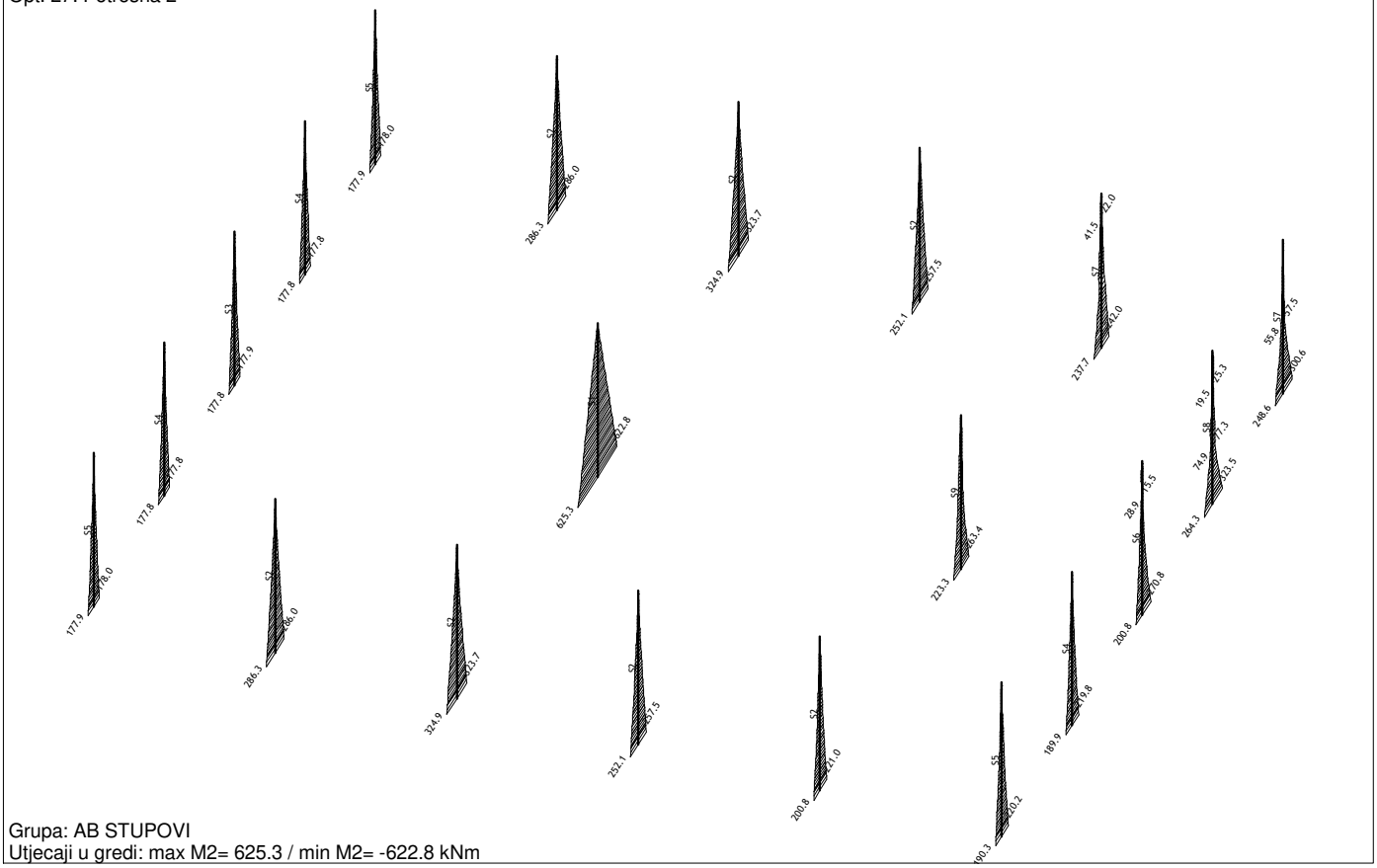
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T2= 90.8 / min T2= -99.5 kN

Opt. 27: Potresna 2



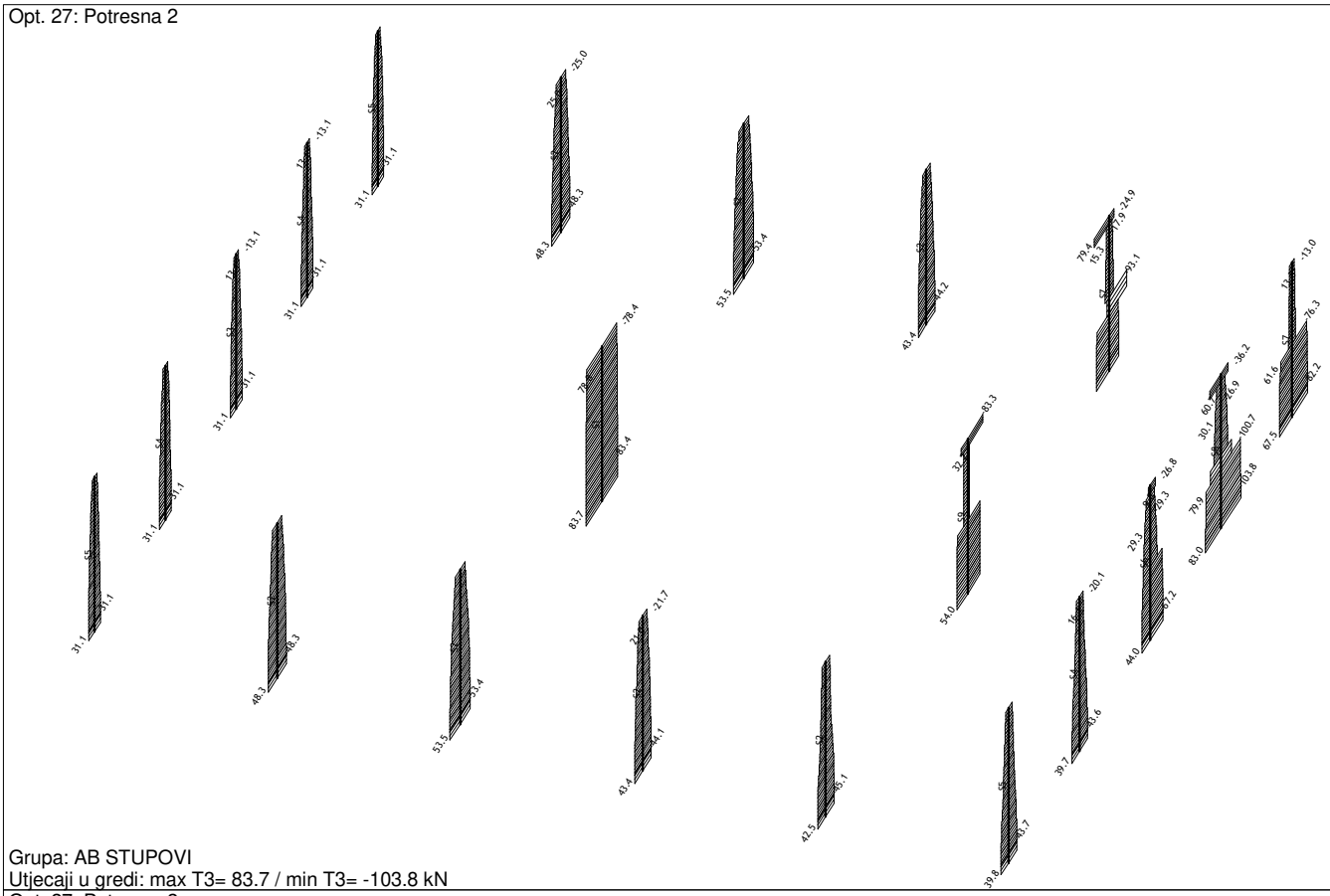
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M2= 625.3 / min M2= -622.8 kNm

Opt. 27: Potresna 2



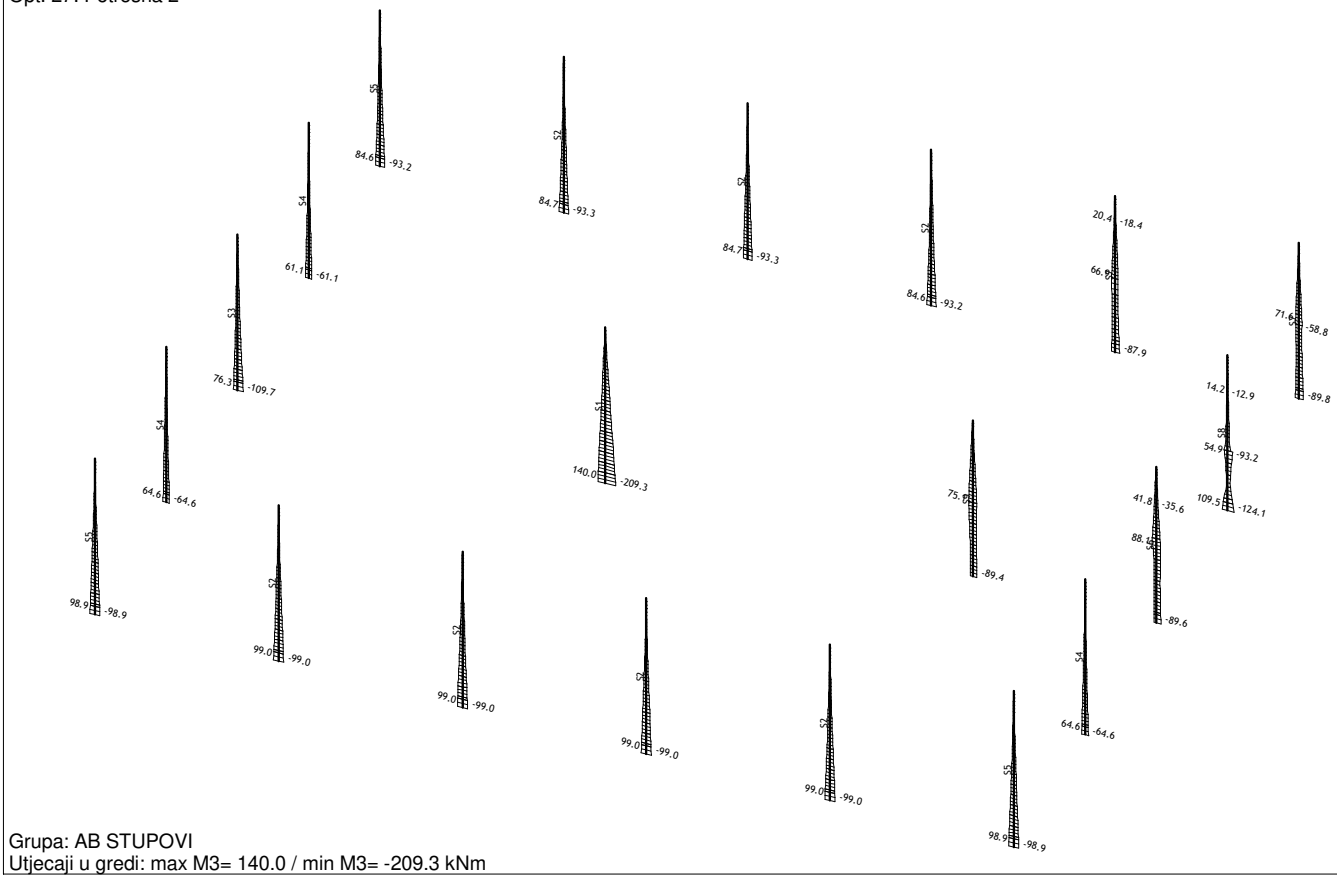
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M2= 625.3 / min M2= -622.8 kNm

Opt. 27: Potresna 2



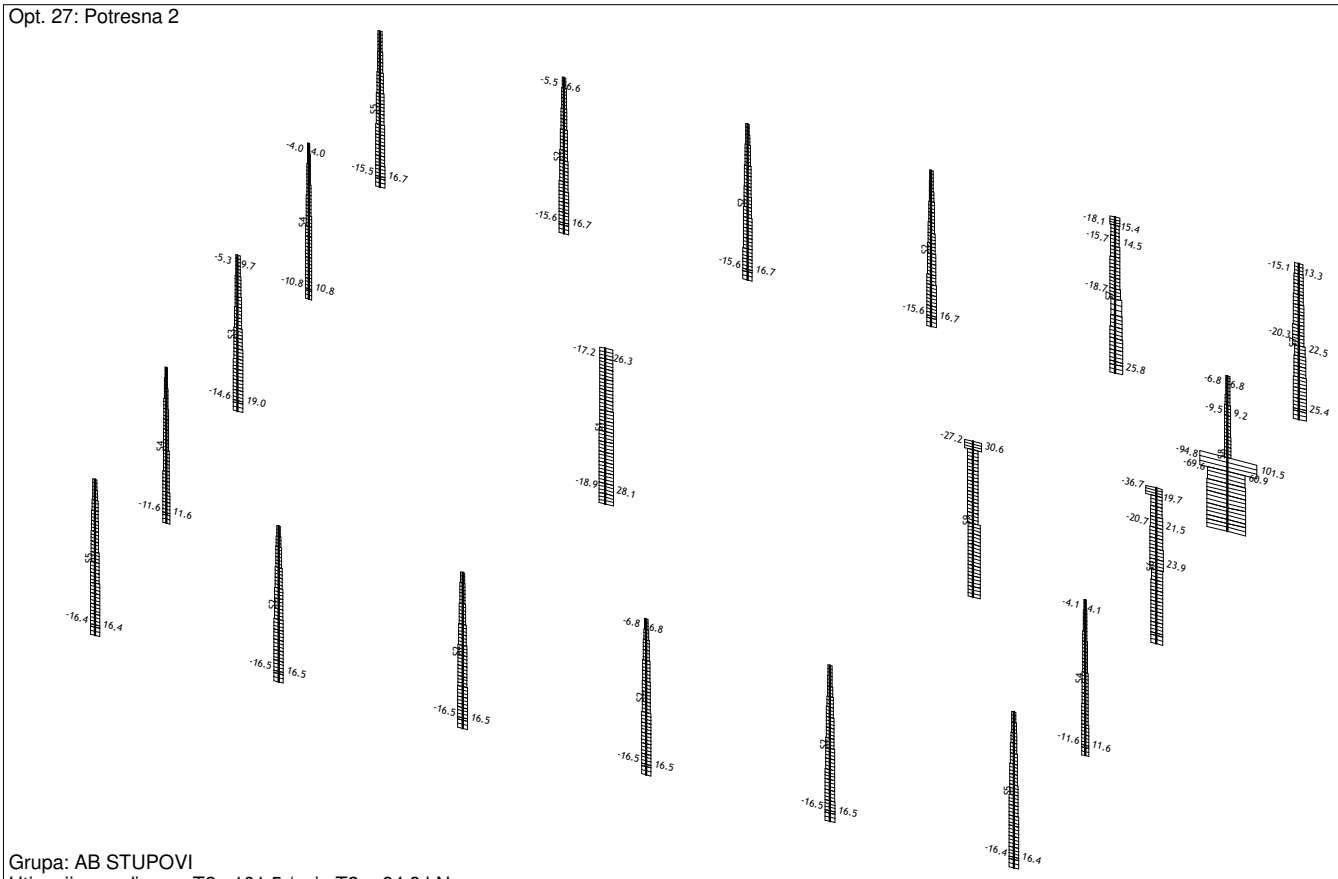
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T3= 83.7 / min T3= -103.8 kN

Opt. 27: Potresna 2



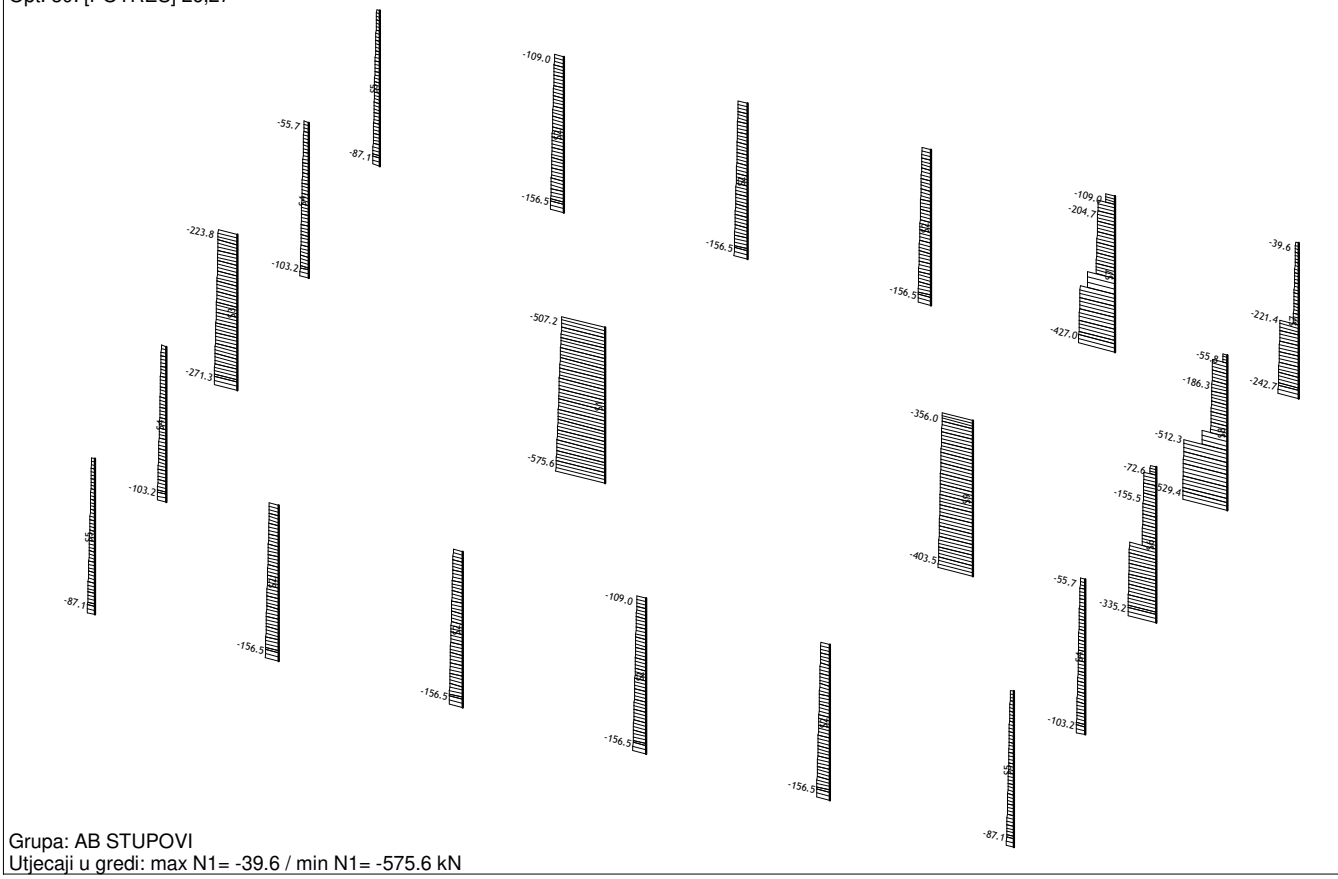
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M3= 140.0 / min M3= -209.3 kNm

Opt. 27: Potresna 2



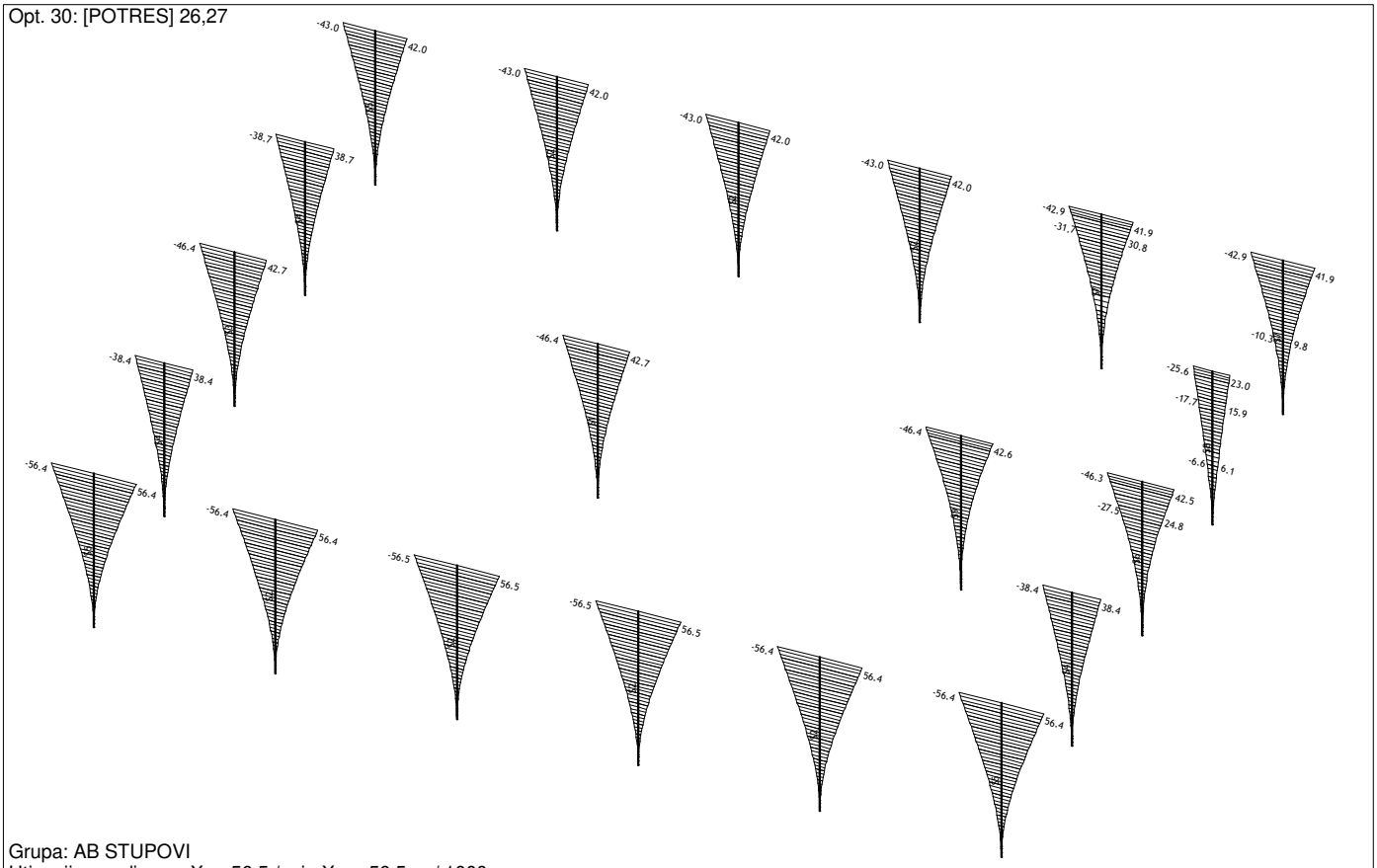
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T2= 101.5 / min T2= -94.8 kN

Opt. 30: [POTRES] 26,27



Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max N1= -39.6 / min N1= -575.6 kN

Opt. 30: [POTRES] 26,27



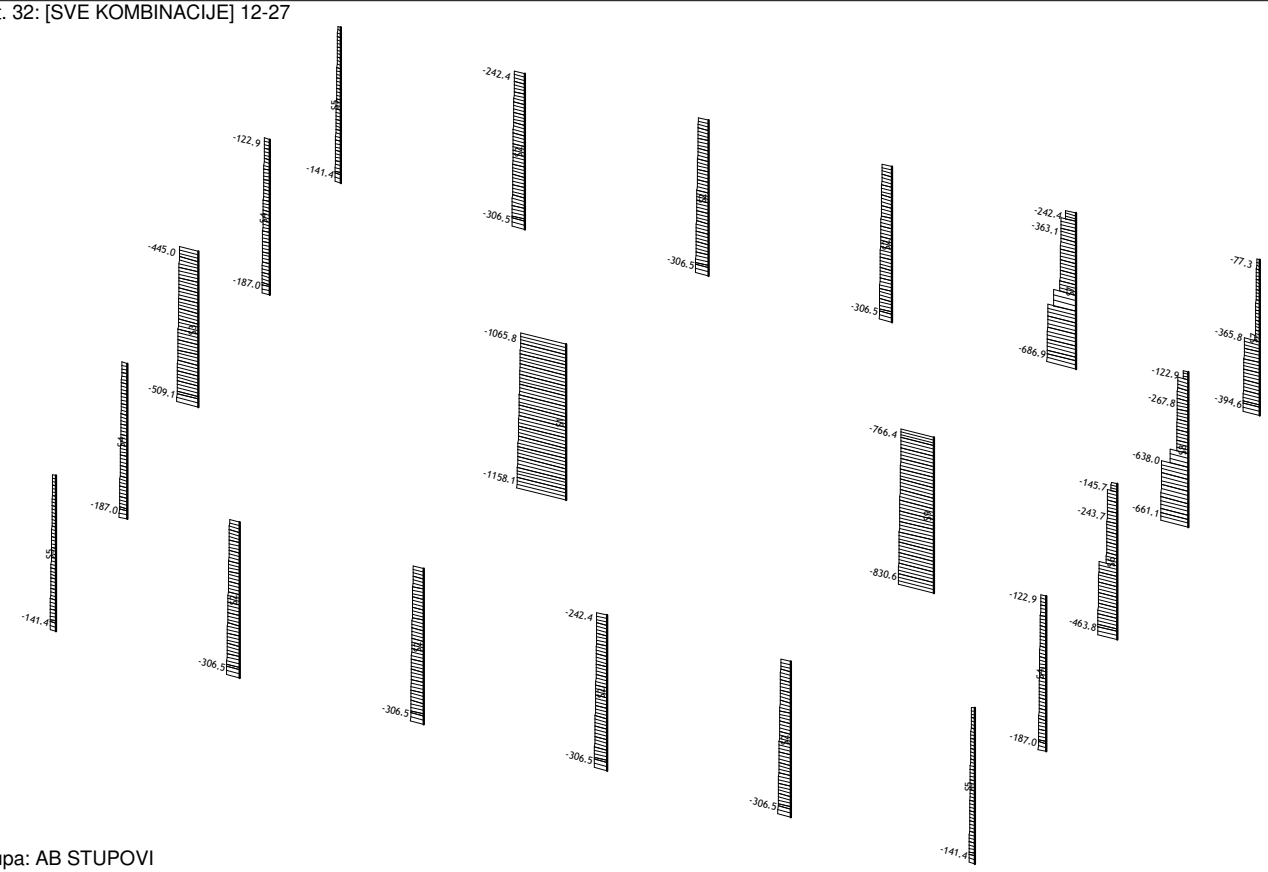
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max Xp= 56.5 / min Xp= -56.5 m / 1000

Opt. 30: [POTRES] 26,27



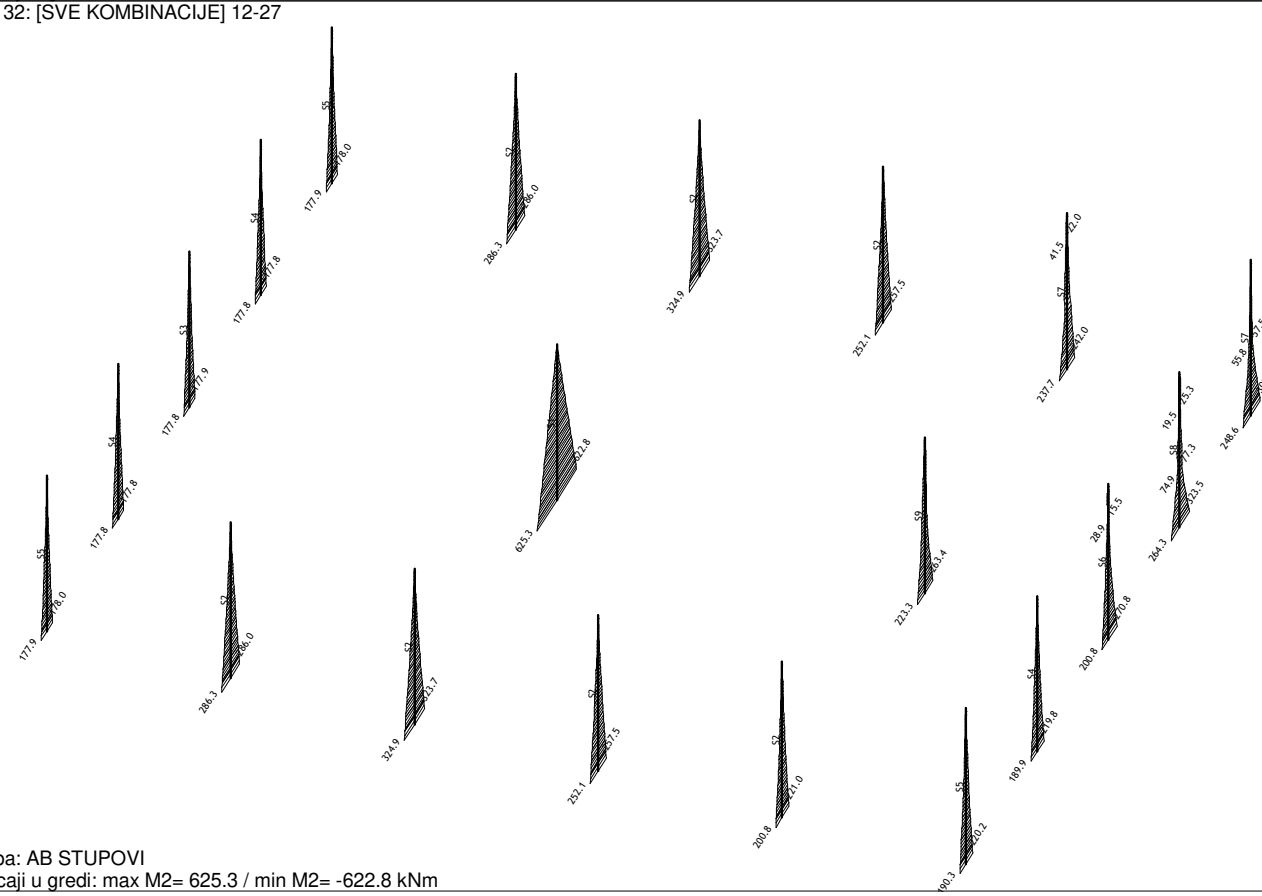
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max Yp= 67.2 / min Yp= -67.0 m / 1000

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27



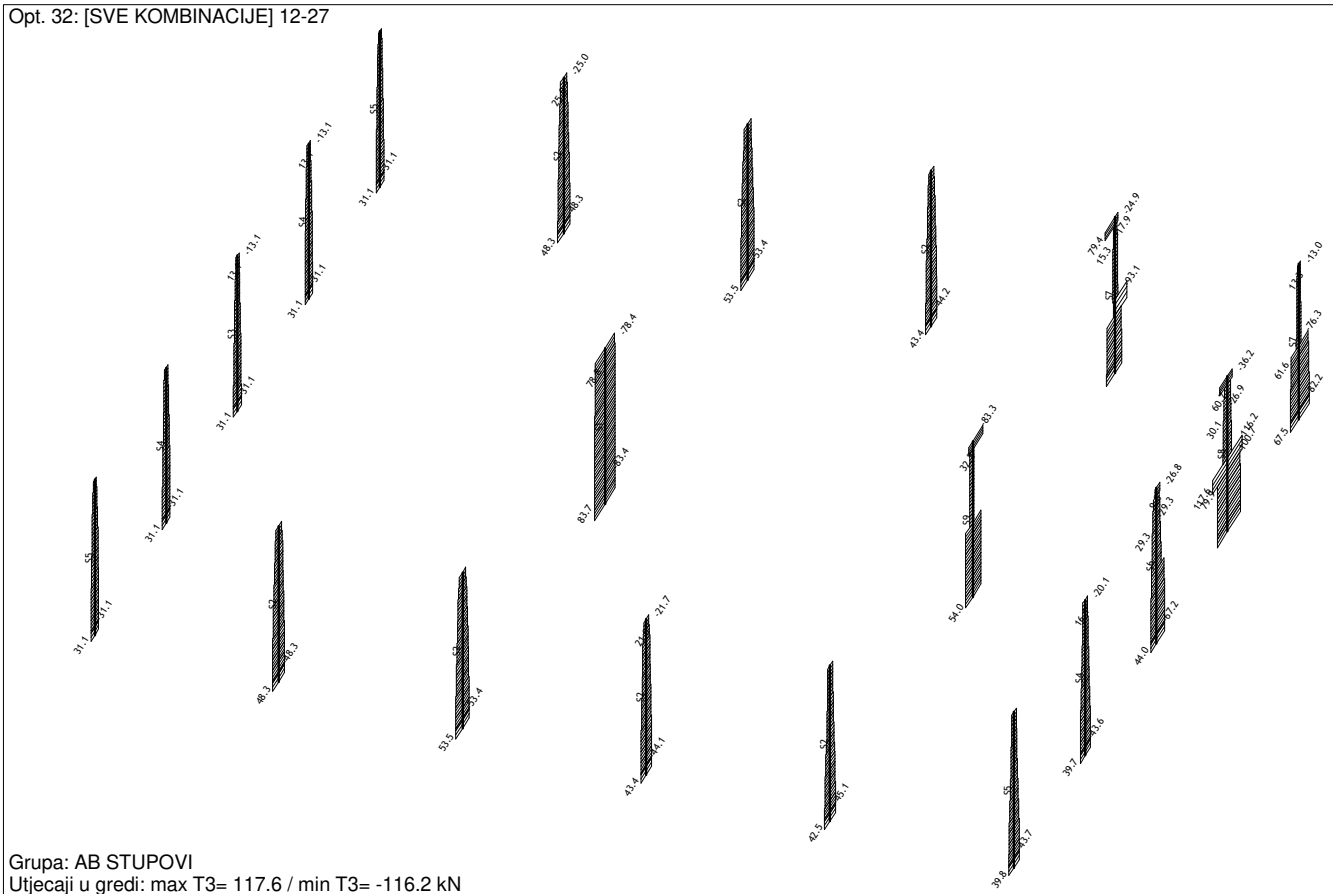
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max N1= -39.6 / min N1= -1158.1 kN

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27



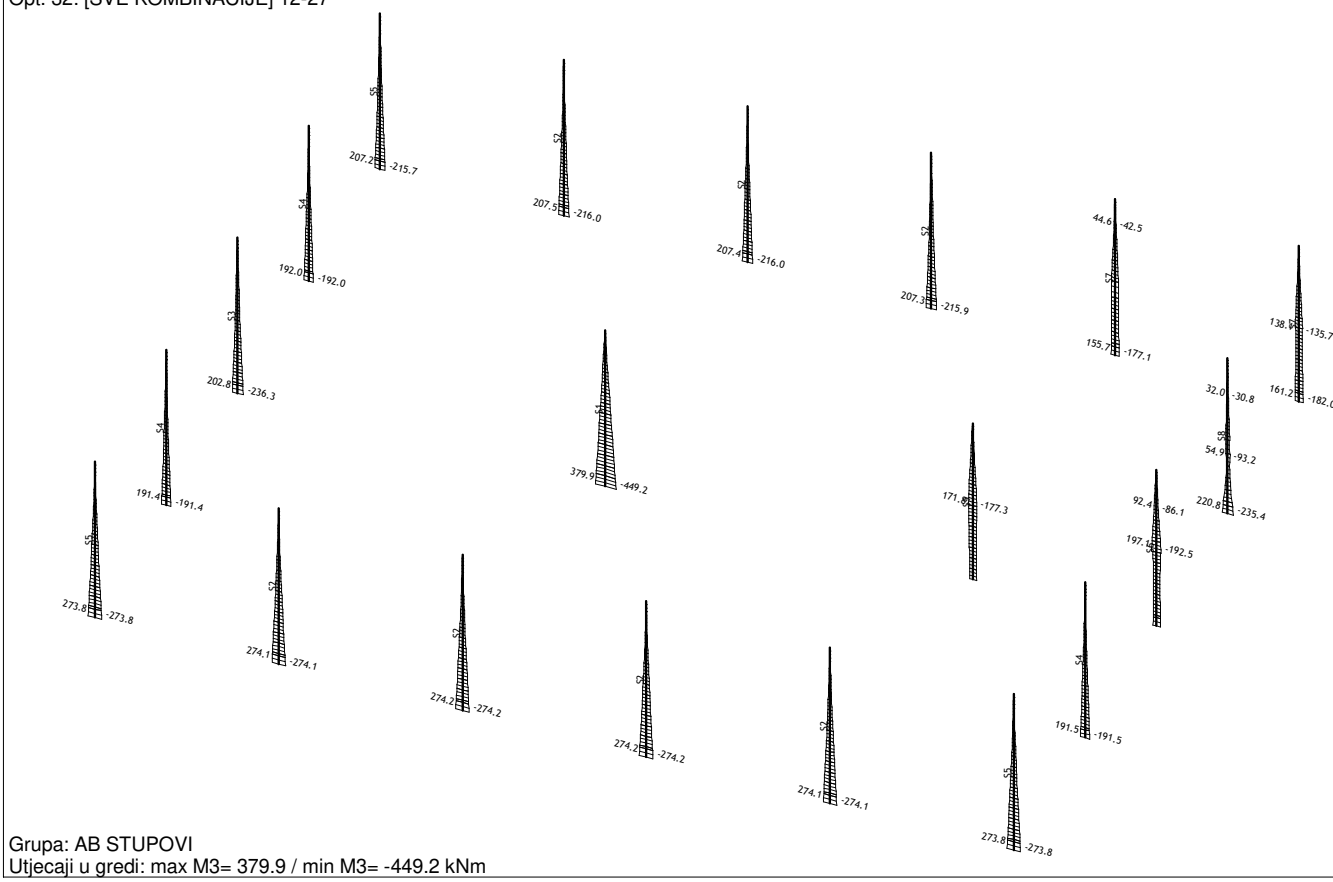
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M2= 625.3 / min M2= -622.8 kNm

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27



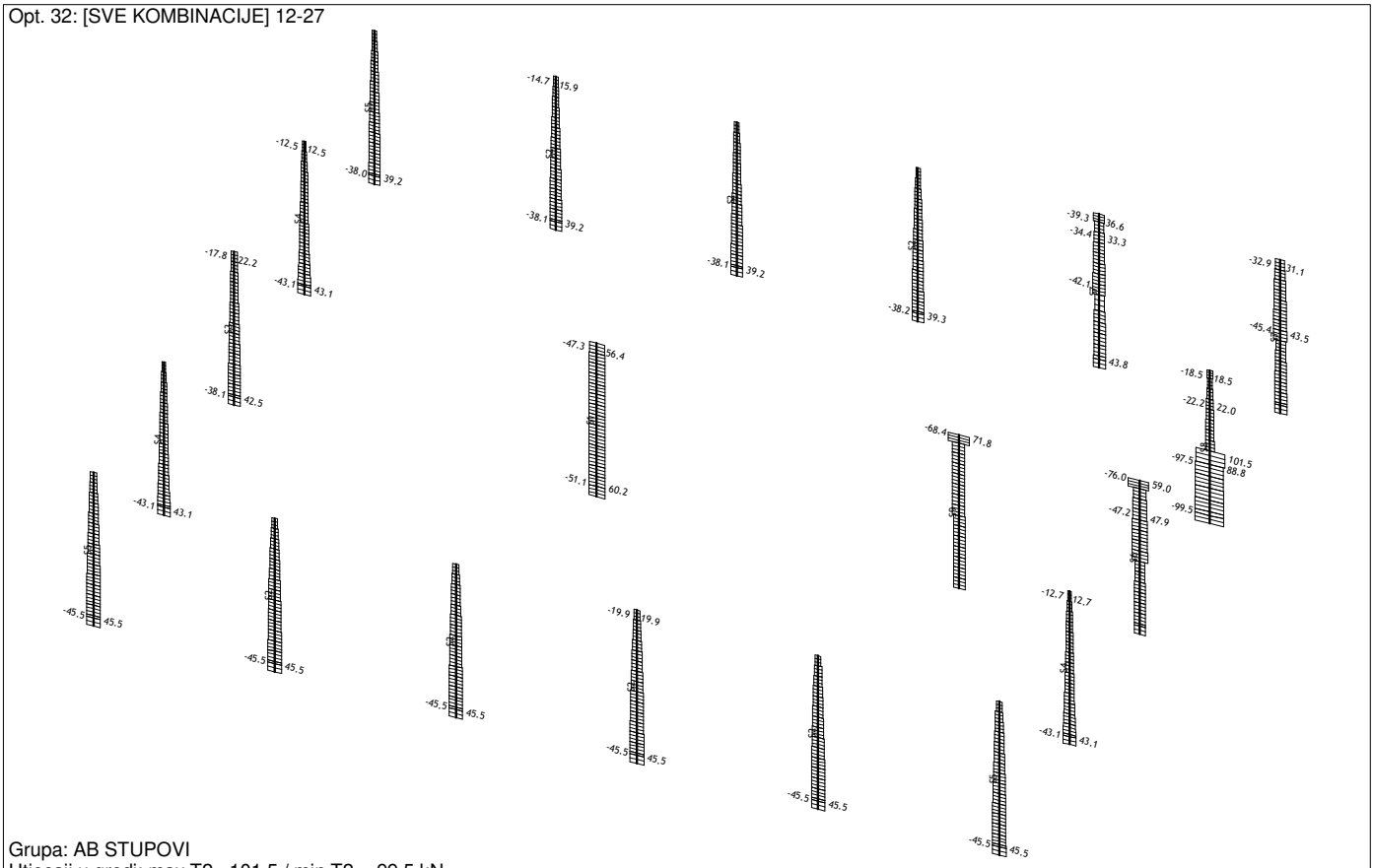
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T3= 117.6 / min T3= -116.2 kN

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27



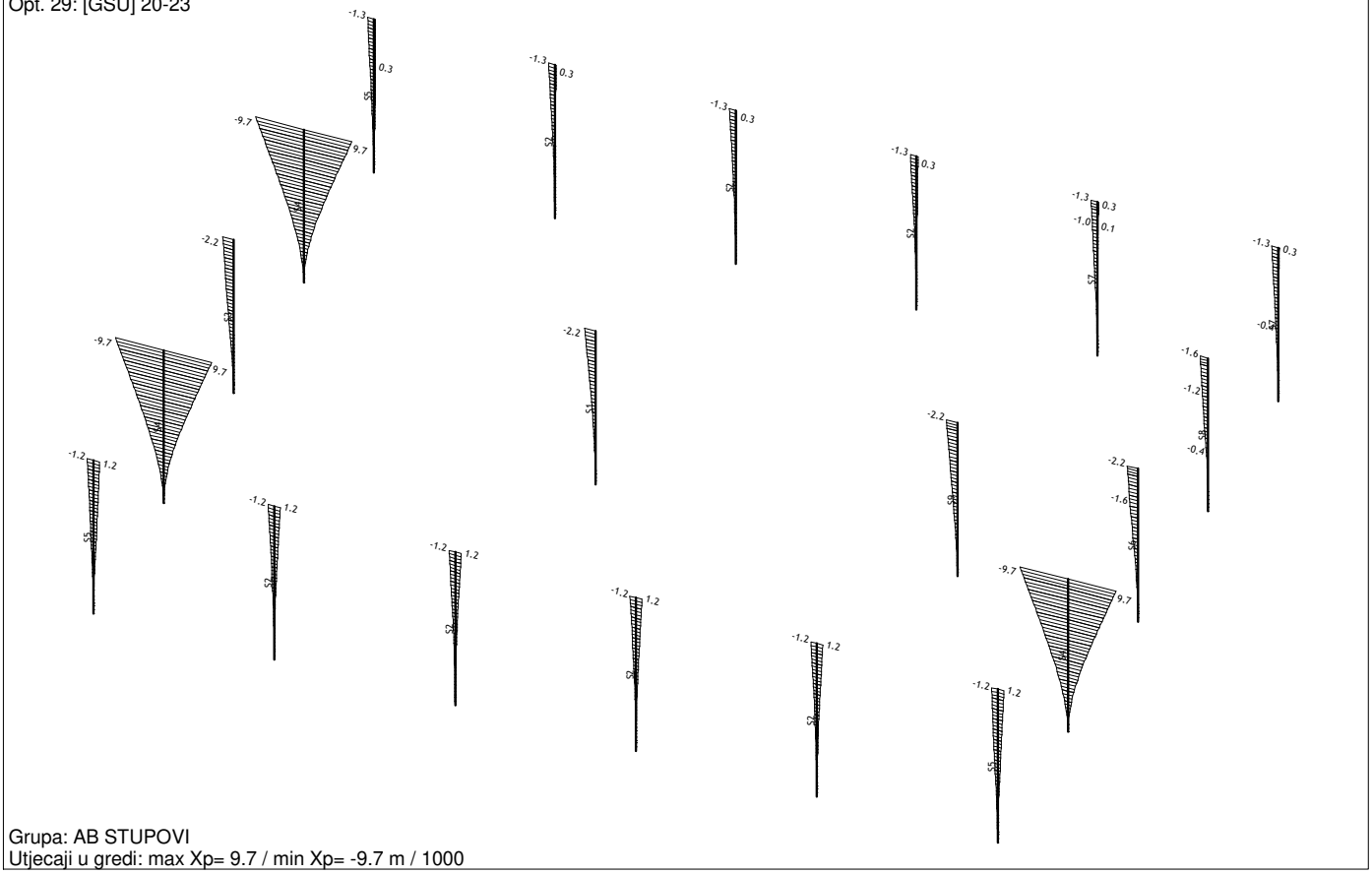
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max M3= 379.9 / min M3= -449.2 kNm

Opt. 32: [SVE KOMBINACIJE] 12-27

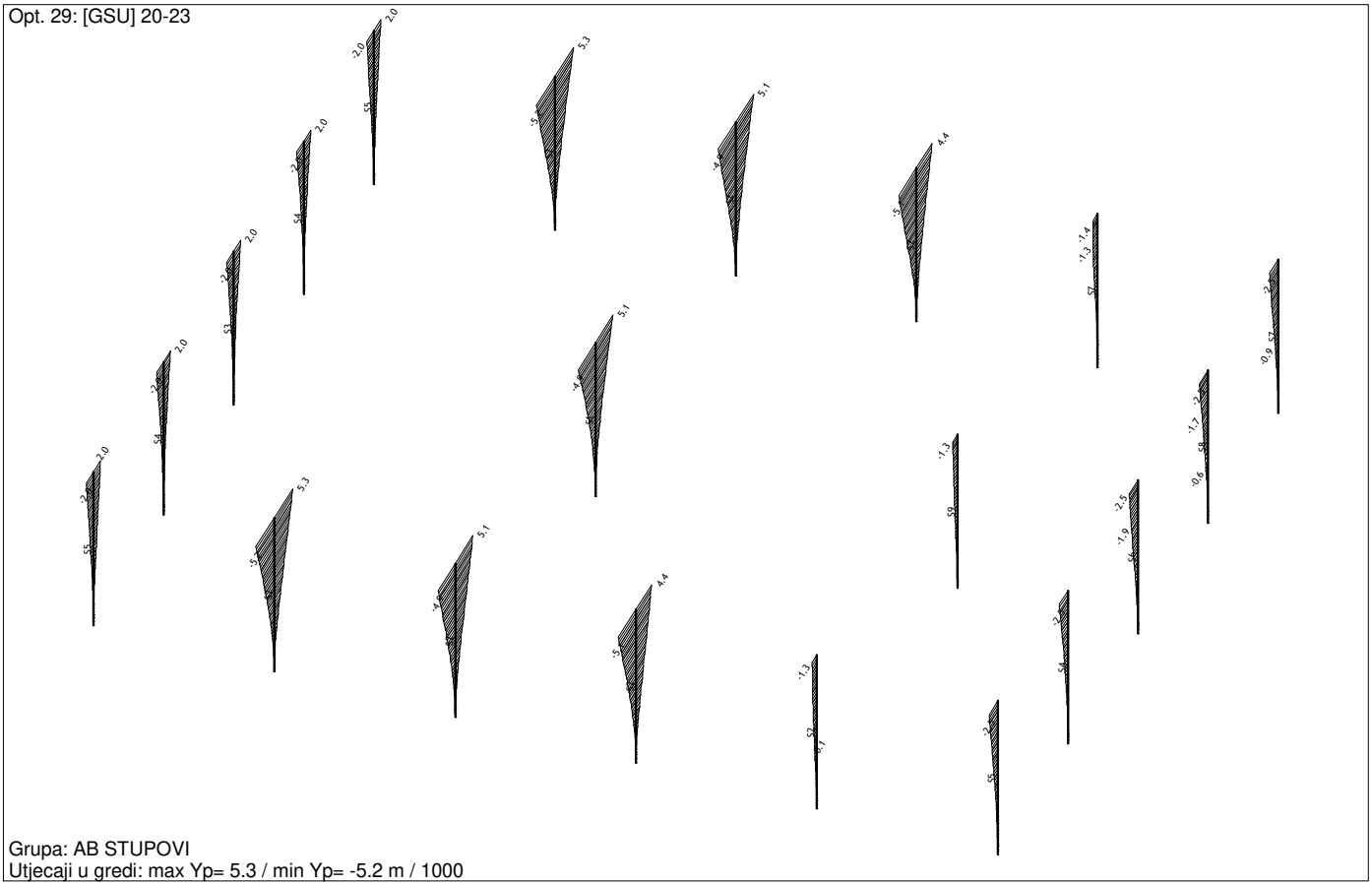


Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max T2= 101.5 / min T2= -99.5 kN

Opt. 29: [GSU] 20-23

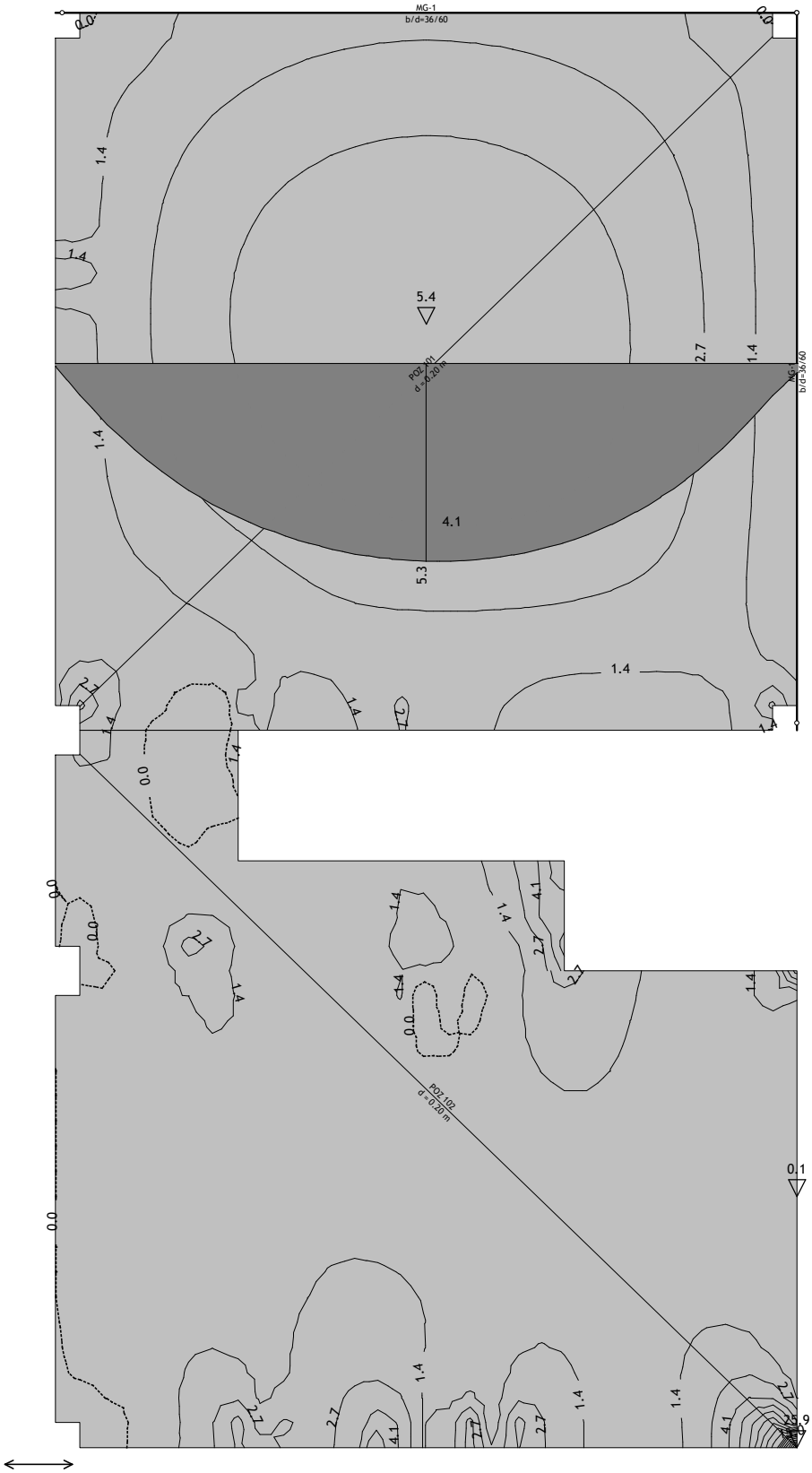


Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max Xp= 9.7 / min Xp= -9.7 m / 1000


Opt. 29: [GSU] 20-23
Grupa: AB STUPOVI
Utjecaji u gredi: max Yp= 5.3 / min Yp= -5.2 m / 1000

Dimenzioniranje (beton)

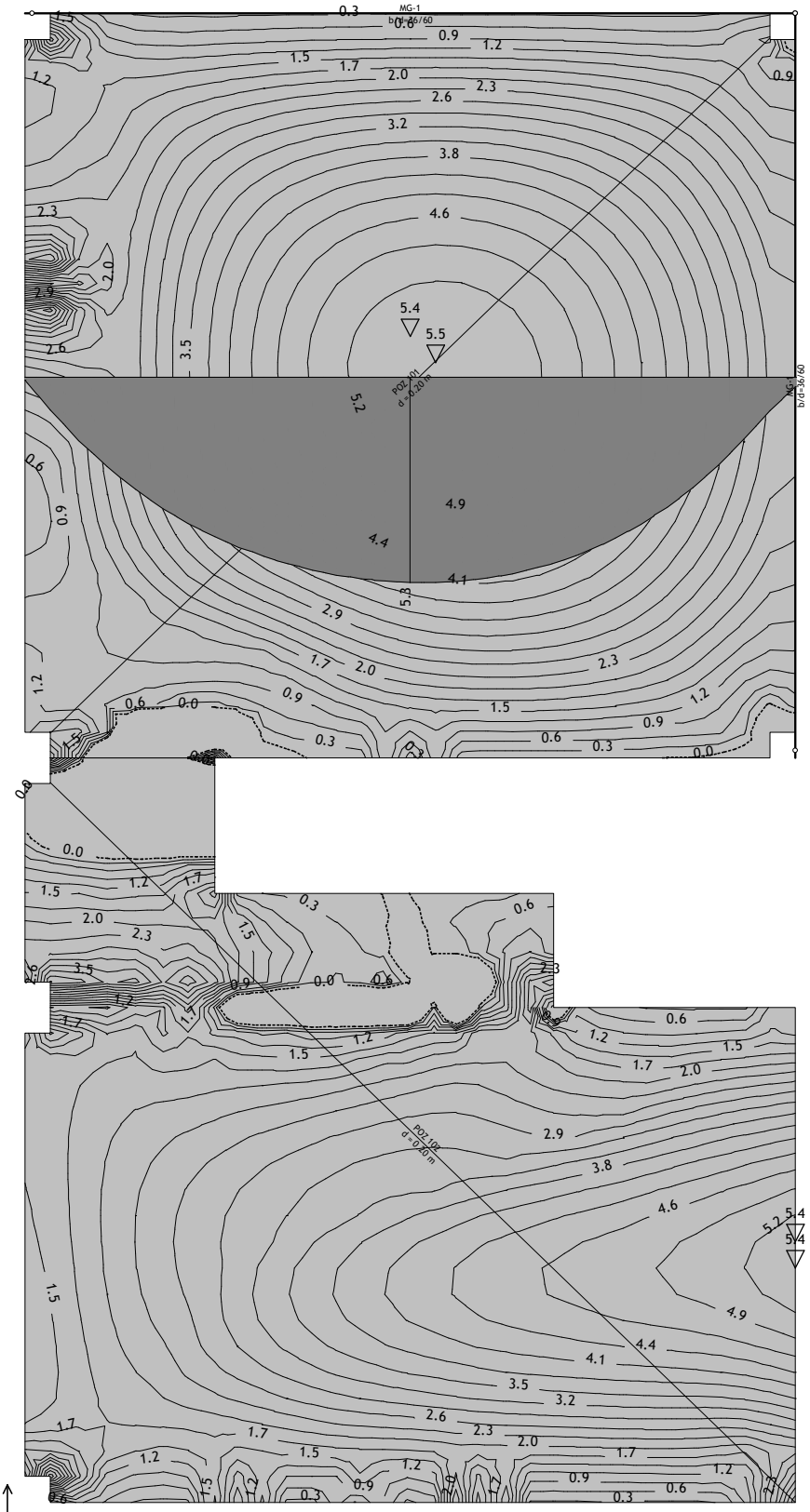
Mjerodavno opterećenje: 12-27
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500H, a=3.00 cm



Nivo: međukat [3.20 m]
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 25.9 cm²/m

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

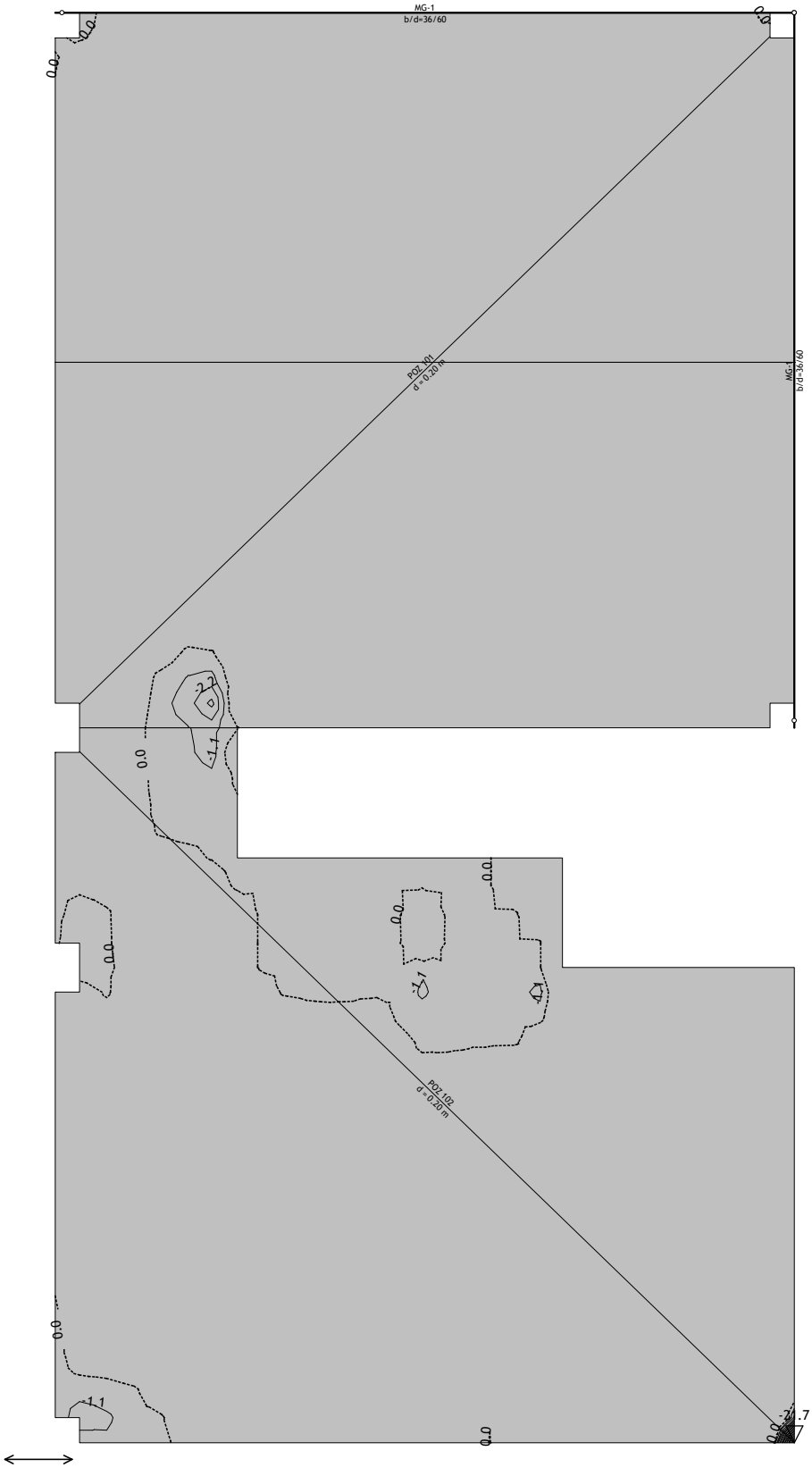
Mjerodavno opterećenje: 12-27
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500H, a=3.00 cm



Nivo: međukat [3.20 m]
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 5.5 cm²/m

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

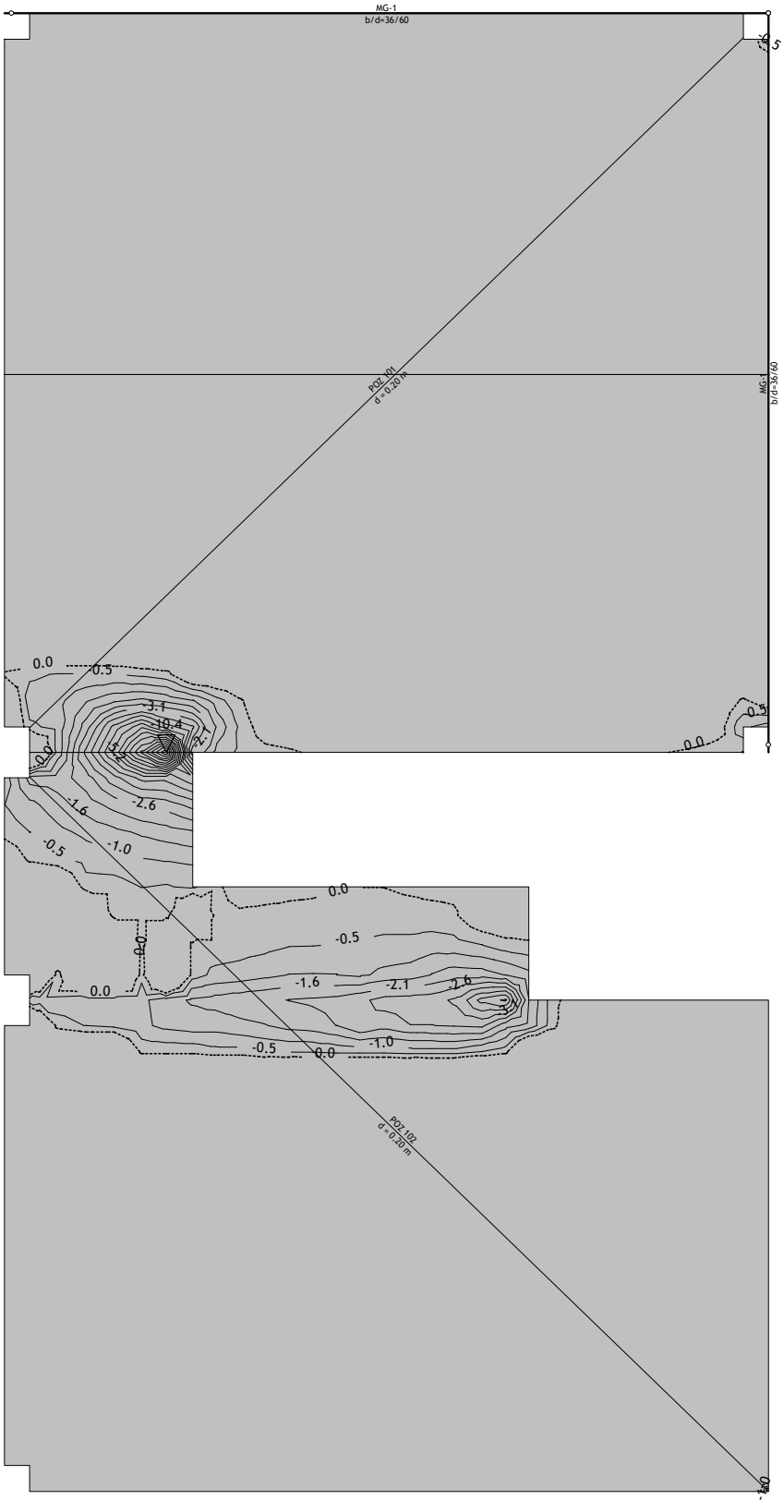
Mjerodavno opterećenje: 12-27
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500H, a=3.00 cm



Nivo: međukat [3.20 m]
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -21.7 cm²/m

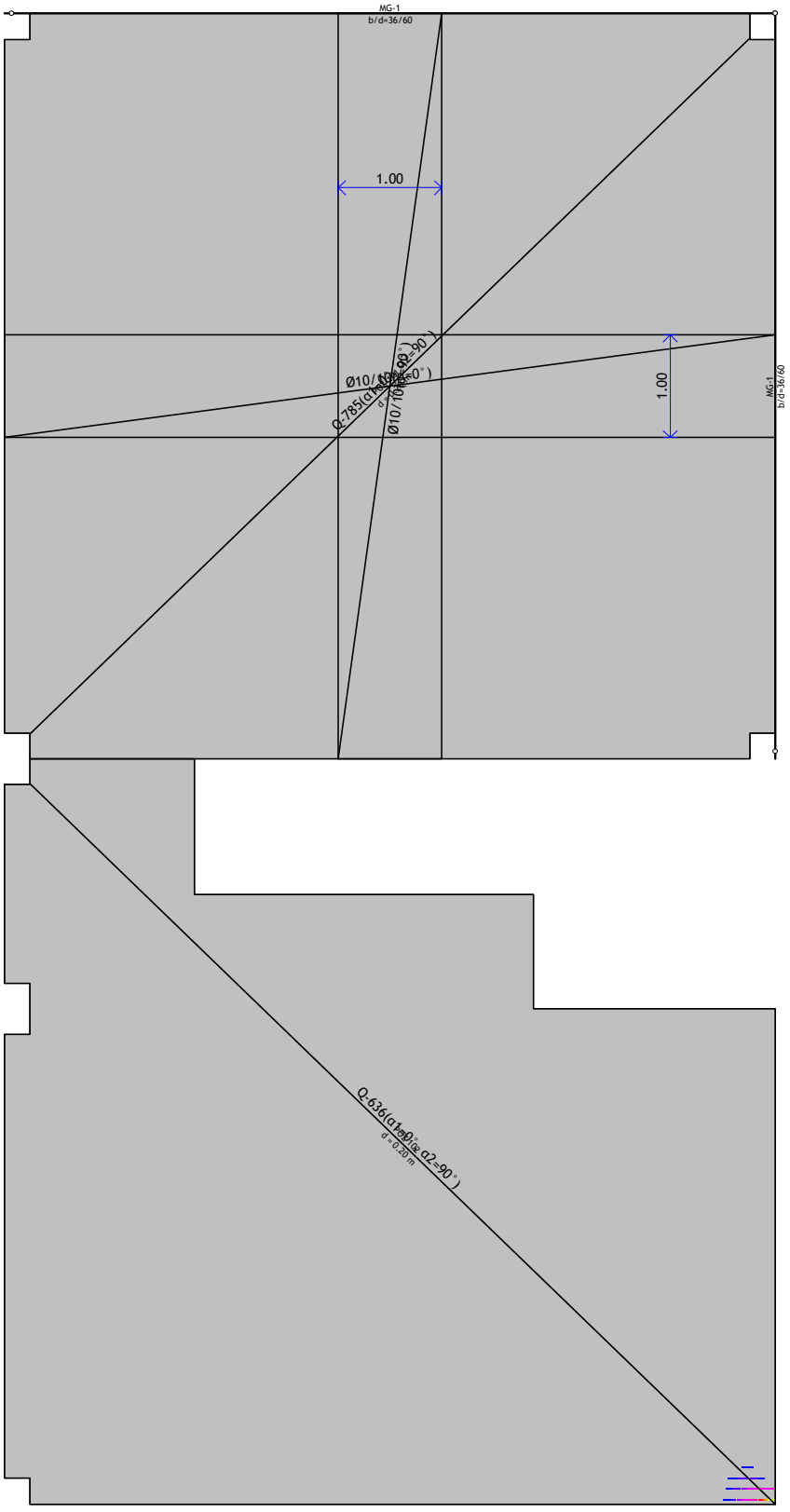
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

Mjerodavno opterećenje: 12-27
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500H, a=3.00 cm



Nivo: međukat [3.20 m]
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -10.4 cm²/m

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500H, a=3.00 cm



Aa - d.zona [cm²/m]

0.0
1.3
2.6
3.9
5.2
6.5
7.8
9.1
10.4
11.7
13.0
14.3
15.6
16.9
18.2
19.4
20.7
22.0
23.3
24.6
25.9

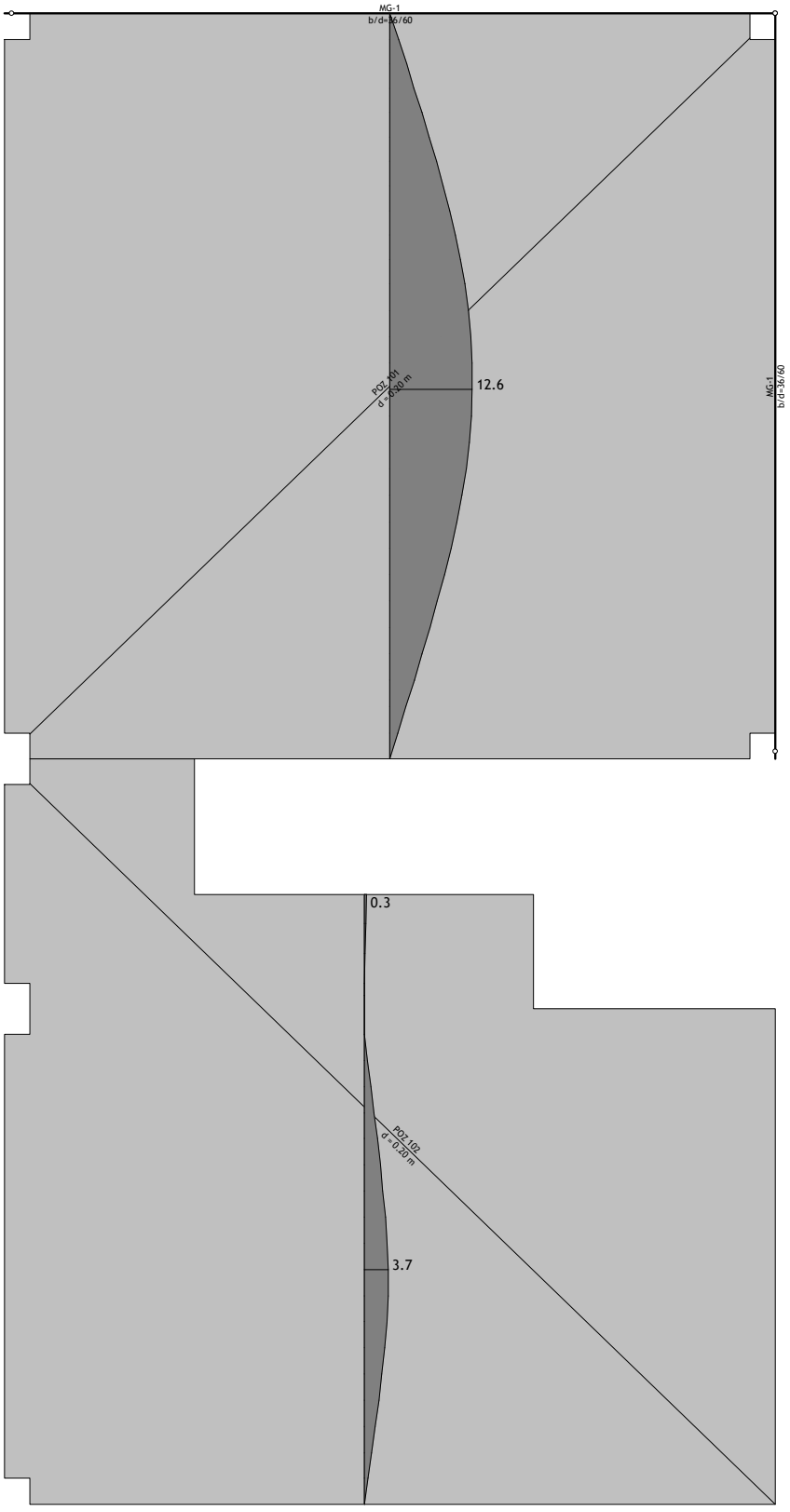
Nivo: međukat [3.20 m]
Aa - d.zona

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500H, a=3.00 cm

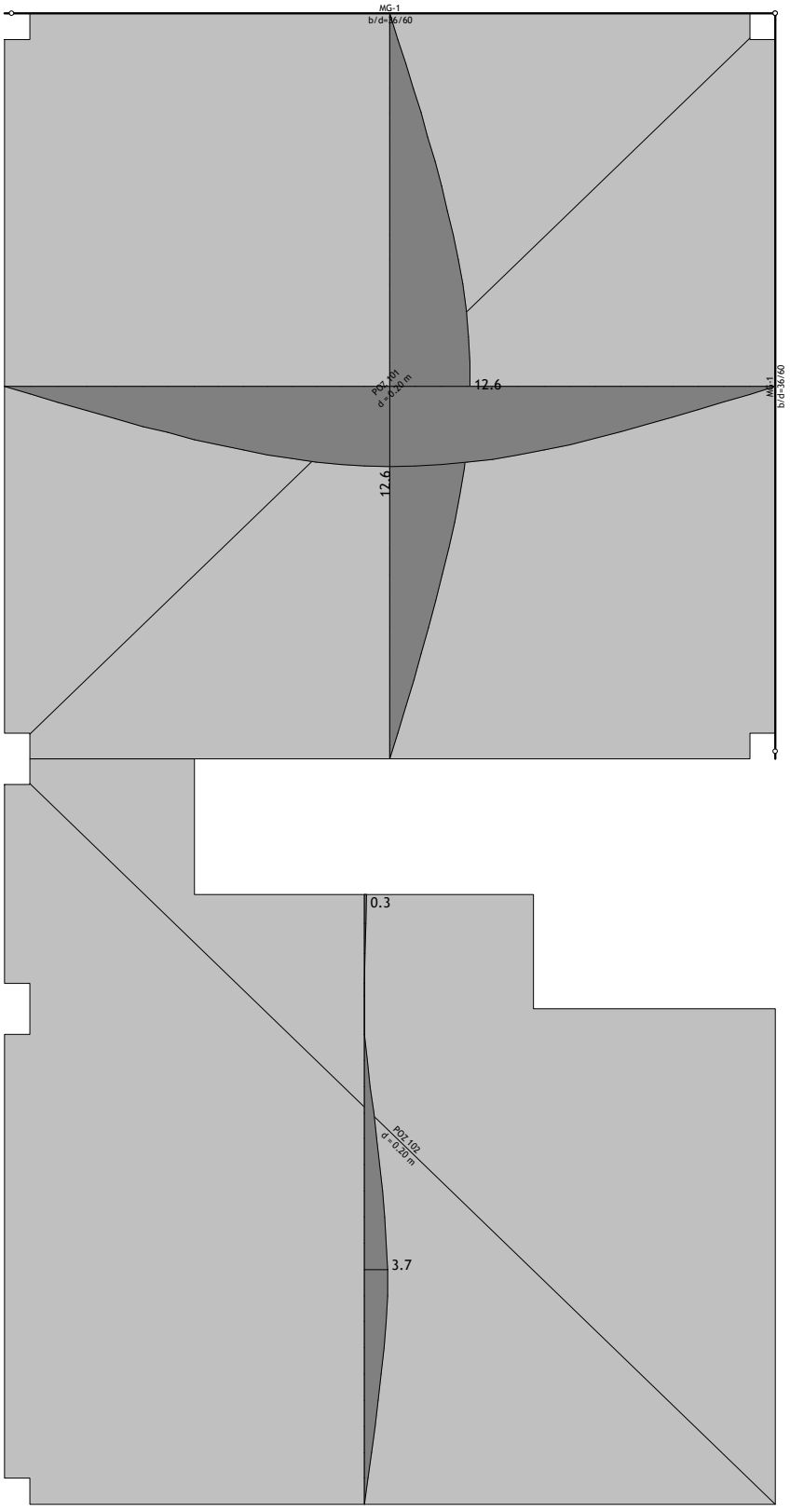


Nivo: međukat [3.20 m]
Aa - g.zona



Nivo: međukat [3.20 m]
Dijagram progiba u ploči (T0)

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



Nivo: međukat [3.20 m]
Dijagram progiba u ploči (T0)

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

Nivo: međukat [3.20 m] - EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

POZ 101 C 30/37 (d,pl=20.0 cm)
Gornja zona: S500H (a=3.0 cm)
Donja zona: S500H (a=3.0 cm)

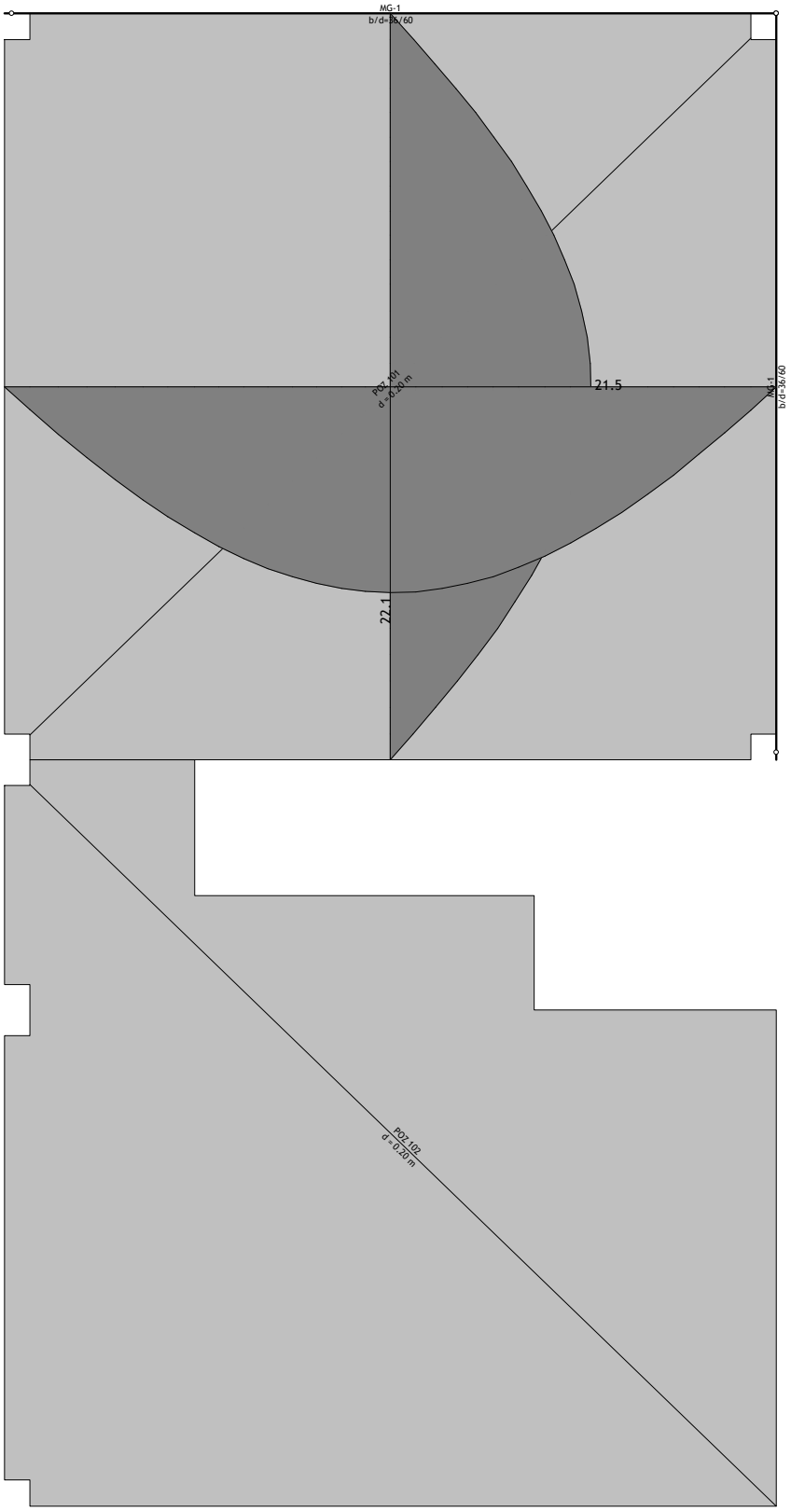
Modul elastičnosti betona	Eb(t0)=	33000 MPa
Vlačna čvrstoća pri savijanju	fbzs=	2.90 MPa
Modul elastičnosti armature	Ea=	2.00e+5 MPa
Koef.utjecaja prijanjanja arm.	k1=	0.80
Koef. prijanjanja armature	β1=	1.00
Koeficijent tečenja betona	φ∞=	2.60
Dilatacija skupljanja betona	εs=	0.30 ‰

Kut = 0°

Presjek 1-1
X=33.8 m; Y=25.3 m; Z=3.2 m
Gornja zona
Ø6.5/15 α = 0°
Ø6.5/15 α = 90°
Donja zona
Ø10/10 α = 0°
Ø10/10 α = 0°
Ø10/10 α = 90°
Ø10/10 α = 90°

T = 0
Mjerodavna kombinacija: 1.00xI+1.00xII+0.50xIV+1.00xV +1.00xVIII
N1 = 0.00 kN/m
M = 27.16 kNm/m
Veličina početnog progiba **ug(0)= 12.58 mm**

T = ∞
Dugotrajni utjecaji
Mjerodavna kombinacija: 1.00xI+1.00xII+0.50xIV+1.00xV +1.00xVIII
N1 = 0.00 kN/m
M = 27.16 kNm/m
Veličina trajnog progiba **ug(∞)= 32.24 mm**



Nivo: međukat [3.20 m]
Dijagram progiba u ploči (T∞)

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.

Nivo: međukat [3.20 m] - EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

POZ 101 C 30/37 (d,pl=20.0 cm)
Gornja zona: S500H (a=3.0 cm)
Donja zona: S500H (a=3.0 cm)

Modul elastičnosti betona	Eb(t0)=	33000 MPa
Vlačna čvrstoća pri savijanju	fbzs=	2.90 MPa
Modul elastičnosti armature	Ea=	2.00e+5 MPa
Koef.utjecaja prijanjanja arm.	k1=	0.80
Koef. prijanjanja armature	β1=	1.00
Koeficijent tečenja betona	φ∞=	2.60
Dilatacija skupljanja betona	εs=	0.30 ‰

Kut = 0°

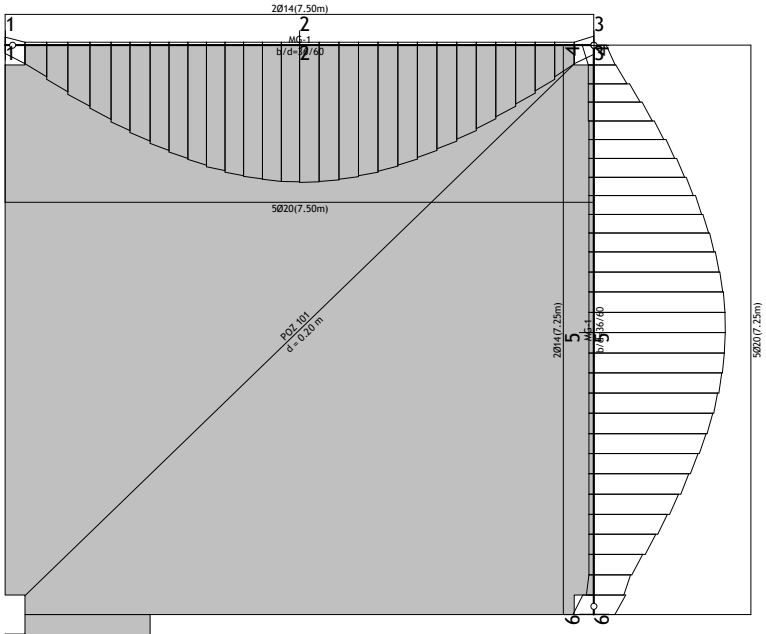
Presjek 1-1
X=33.8 m; Y=25.3 m; Z=3.2 m
Gornja zona
Ø6.5/15 α = 0°
Ø6.5/15 α = 90°

Donja zona
Ø10/10 α = 0°
Ø10/10 α = 0°
Ø10/10 α = 90°
Ø10/10 α = 90°

T = 0
Mjerodavna kombinacija: 1.00xI+1.00xII+0.30xV
N1 = 0.00 kN/m
M = 21.92 kNm/m
Veličina početnog progiba **ug(0)= 6.05 mm**

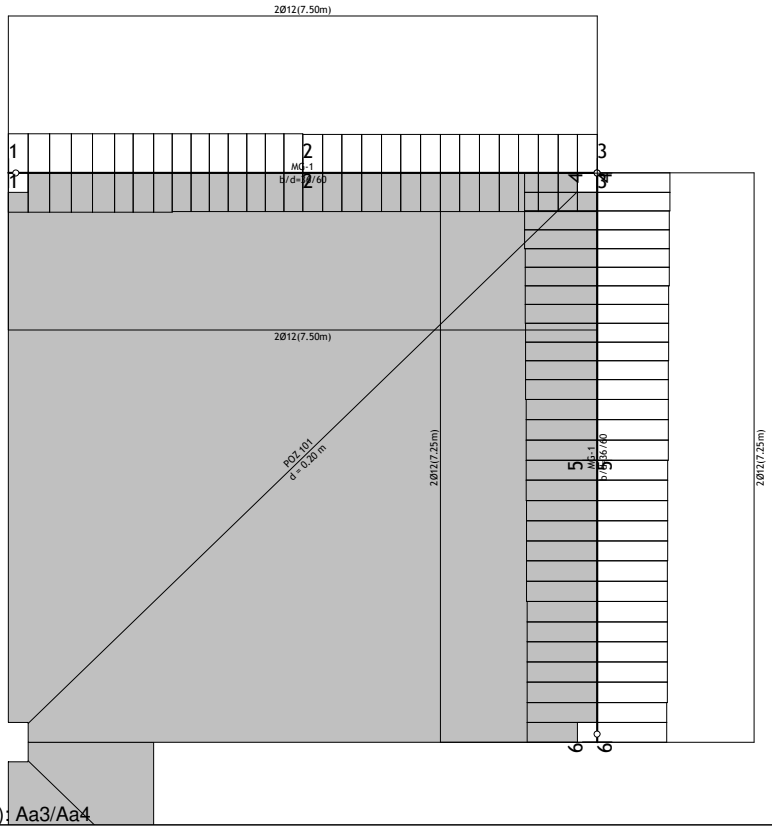
T = ∞
Dugotrajni utjecaji
Mjerodavna kombinacija: 1.00xI+1.00xII+0.30xV
N1 = 0.00 kN/m
M = 21.92 kNm/m
Veličina trajnog progiba **ug(∞)= 22.07 mm**

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500N



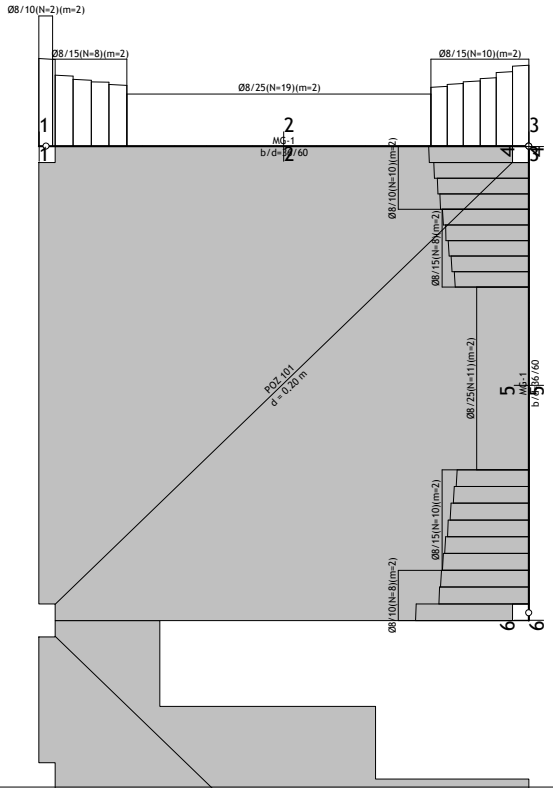
Nivo: međukat [3.20 m]
Armatura u gredama (odabrana): Aa2/Aa1

Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500N



Nivo: međukat [3.20 m]
Armatura u gredama (odabrana): Aa3/Aa4

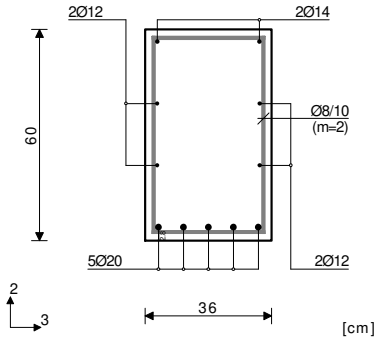
Odabrana armatura
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, S500N



Nivo: međukat [3.20 m]
Armatura u gredama (odabrana): Asw

MG-1 (6293-7216)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 12-27 (SVE KOMBINACIJE)

Presjek 1-1 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
N1ed = 46.49 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

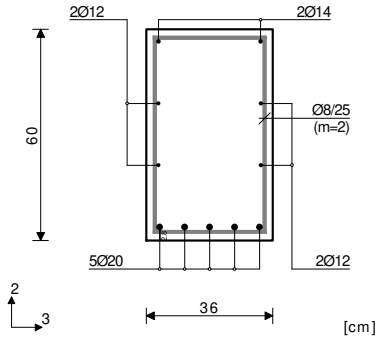
Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
M1ed = 11.85 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+0.75xIV+1.50xV+1.50xVI
V2ed = -141.39 kN
V3ed = 13.53 kN
M1ed = -1.07 kNm

Vrd,max,2 = 941.32 kN
Vrd,max,3 = 884.27 kN
εb/εa = -0.009/25.000 ‰
As1 = 0.53 + 0.29` = 0.83 cm²
As2 = 0.53 + 0.29` = 0.83 cm²
As3 = 0.00 + 0.56` = 0.56 cm²
As4 = 0.00 + 0.56` = 0.56 cm²
Asw = 6.77 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø8/10(m=2) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.08%
`) - dodatna uzdužna armatura za prihvat torzije.

Presjek 2-2 x = 3.75m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+0.75xIV+1.50xV
+1.50xVII
N1ed = 1.46 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 295.82 kNm

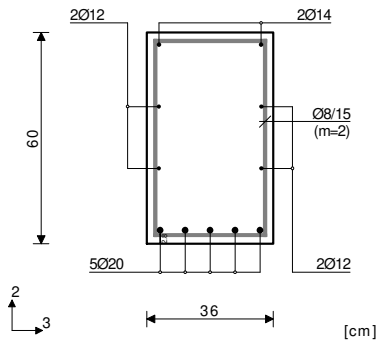
Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
M1ed = 11.71 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
V2ed = 1.89 kN
V3ed = 0.92 kN
M1ed = 11.71 kNm

Vrd,max,2 = 940.90 kN
Vrd,max,3 = 883.87 kN
εb/εa = -3.500/15.895 ‰
As1 = 13.39 + 0.29` = 13.68 cm²
As2 = 0.00 + 0.29` = 0.29 cm²
As3 = 0.00 + 0.56` = 0.56 cm²
As4 = 0.00 + 0.56` = 0.56 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø8/25(m=2) = 4.02 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.08%

Presjek 3-3 x = 7.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
N1ed = 54.98 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
M1ed = 11.66 kNm

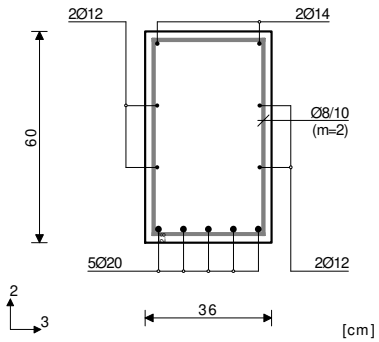
Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+0.75xIV+1.50xV+1.50xVI
V2ed = 128.80 kN
V3ed = -1.73 kN
M1ed = -1.49 kNm

Vrd,max,2 = 940.90 kN
Vrd,max,3 = 883.87 kN
εb/εa = -0.010/25.000 ‰
As1 = 0.63 + 0.29` = 0.92 cm²
As2 = 0.63 + 0.29` = 0.92 cm²
As3 = 0.00 + 0.56` = 0.56 cm²
As4 = 0.00 + 0.56` = 0.56 cm²
Asw = 6.27 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø8/15(m=2) = 6.70 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.08%

MG-1 (7216-6366)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500N
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 12-27 (SVE KOMBINACIJE)

Presjek 4-4 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+0.30xX+1.00xXI
N1ed = 56.77 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

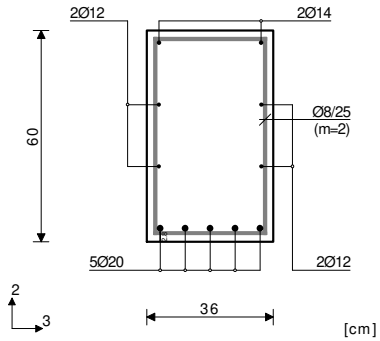
Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
M1ed = 21.97 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
V2ed = -75.75 kN
V3ed = 4.42 kN
M1ed = 21.97 kNm

Vrd,max,2 = 940.90 kN
Vrd,max,3 = 883.87 kN
εb/εa = -0.010/25.000 ‰
As1 = 0.65 + 0.54` = 1.20 cm²
As2 = 0.65 + 0.54` = 1.20 cm²
As3 = 0.00 + 1.05` = 1.05 cm²
As4 = 0.00 + 1.05` = 1.05 cm²
Asw = 7.71 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø8/10(m=2) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.08%
`) - dodatna uzdužna armatura za prihvat torzije.

Presjek 5-5 x = 3.66m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+0.75xIV+1.50xV
+1.50xVIII
N1ed = 11.56 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 277.74 kNm

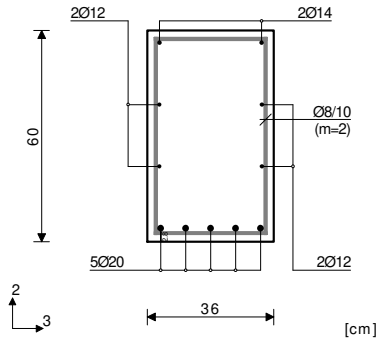
Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
M1ed = 21.42 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
V2ed = 3.56 kN
V3ed = 1.25 kN
M1ed = 21.42 kNm

Vrd,max,2 = 940.90 kN
Vrd,max,3 = 883.87 kN
εb/εa = -3.500/17.471 ‰
As1 = 12.62 + 0.53` = 13.15 cm²
As2 = 0.00 + 0.53` = 0.53 cm²
As3 = 0.00 + 1.02` = 1.02 cm²
As4 = 0.00 + 1.02` = 1.02 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø8/25(m=2) = 4.02 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.08%

Presjek 6-6 x = 7.25m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
N1ed = 135.10 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
M1ed = 21.10 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+0.30xV+1.00xX+0.30xXI
V2ed = 101.14 kN
V3ed = 29.26 kN
M1ed = 21.10 kNm

Vrd,max,2 = 940.90 kN
Vrd,max,3 = 883.87 kN
εb/εa = -0.016/25.000 ‰
As1 = 1.55 + 0.52` = 2.08 cm²
As2 = 1.55 + 0.52` = 2.08 cm²
As3 = 0.00 + 1.01` = 1.01 cm²
As4 = 0.00 + 1.01` = 1.01 cm²
Asw = 8.72 cm²/m (m=1)
[Odabrano Asw = Ø8/10(m=2) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.08%

PROVJERA POMAKA USLIJED SEIZMIČKOG DJELOVANJA

Relativni pomak vrha stupa u odnosu na vrh temeljne čašice, određen linearnom analizom na temelju računskog spektra odgovora:

d_e = **85** mm

Faktor ponašanja za pomake, jednak faktoru ponašanja **q**:

q_d = **2,00**

Ako je korištena linarna analiza relativni pomaci uslijed seizmičkog djelovanja proračunavaju se na temelju elastičnih deformacija konstrukcijskog sistema prema slijedećem izrazu:

$$d_r = q_d \cdot d_e = 170 \text{ mm}$$

Ograničenje relativnog pomaka

ν - faktor redukcije koji uzima u obzir manji povratni period potresnog djelovanja povezanog s provjerom zahtjeva za ograničenjem štete.

ν = **0,50**

Visina stupa: h = **9,13** m

a) za objekte koji imaju nenosive elemente od krtih materijala koji su vezani s konstrukcijom:

$$d_r \cdot \nu = 85{,}0 > 0{,}005 \cdot h = 45{,}7 \text{ mm} \quad !$$

b) za objekte s duktilnim nenosivim elementima:

$$d_r \cdot \nu = 85{,}0 > 0{,}0075 \cdot h = 68{,}5 \text{ mm} \quad !$$

c) za objekte koji imaju nenosive elemente pričvršćene tako da pomaci nosive konstrukcije nemaju utjecaja na njih; ili ih nema:

$$d_r \cdot \nu = 85{,}0 \leq 0{,}010 \cdot h = 91{,}3 \text{ mm}$$

PREGLED OPTEREĆENJA KOJA DJELUJU NA ARMIRANOBETONSKE MONTAŽNE STUPOVE

Stup : **POZ S1** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 8,32 m**

Faktor ponašanja: **q = 2,00**

N_{G1} =	214,00	kN	djeluje na visini :	8,32	m	G_{temelj} =	374,98 kN
N_{G2} =	86,10	kN	djeluje na visini :	6,60	m	$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	598,20 kN
N_s =	80,60	kN	djeluje na visini :	8,32	m		
N_Q =	452,80	kN	djeluje na visini :	8,32	m		
N_w =	108,00	kN	djeluje na visini :	8,32	m		
$M_{g,x}$ =	22,90	kNm	$M_{g,y}$ =	0,00	kNm		
$T_{g,y}$ =	9,20	kN	$T_{g,x}$ =	0,00	kN		
$M_{Q,x}$ =	413,40	kNm	$M_{Q,y}$ =	9,20	kNm		
$T_{Q,y}$ =	71,10	kN	$T_{Q,x}$ =	3,00	kN		
$M_{s,x}$ =	0,00	kNm	$M_{s,y}$ =	0,00	kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00	kN	$T_{s,x}$ =	0,00	kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**205,10**	kNm	**$M_{w,y,(x\ max)}$ =**	5,20	kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**50,40**	kN	**$T_{w,x,(x\ max)}$ =**	1,10	kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	205,10	kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**5,20**	kNm		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	50,40	kN	**$T_{w,x,(y\ max)}$ =**	**1,10**	kN		
$M_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =	**764,10**	kNm	**$M_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =**	124,70	kNm		
$T_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =	**112,30**	kN	**$T_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =**	19,60	kN		
$M_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =	250,50	kNm	**$M_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =**	**628,80**	kNm		
$T_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =	41,90	kN	**$T_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =**	**89,20**	kN		

Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	**24** mm
$y_{max,2}$ =	**19** mm
$x_{max,1}$ =	**68** mm
$x_{max,2}$ =	**54** mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	**0,01**
$\Theta_{y,2}$ =	**0,02**
$\Theta_{x,1}$ =	**0,04**
$\Theta_{x,2}$ =	**0,09**

Stup : **POZ S2** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 8,32 m**

Faktor ponašanja: **q = 2,00**

N_{G1} =	48,30	kN	djeluje na visini :	8,32	m	G_{temelj} =	170,48 kN
N_{G2} =	47,30	kN	djeluje na visini :	6,60	m	$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	371,02 kN
N_s =	13,80	kN	djeluje na visini :	8,32	m		
N_Q =	345,10	kN	djeluje na visini :	8,32	m		
N_w =	20,20	kN	djeluje na visini :	8,32	m		
$M_{g,x}$ =	14,10	kNm	$M_{g,y}$ =	0,00	kNm		
$T_{g,y}$ =	5,00	kN	$T_{g,x}$ =	0,00	kN		
$M_{Q,x}$ =	230,00	kNm	$M_{Q,y}$ =	7,60	kNm		
$T_{Q,y}$ =	60,50	kN	$T_{Q,x}$ =	2,20	kN		
$M_{s,x}$ =	0,00	kNm	$M_{s,y}$ =	0,00	kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00	kN	$T_{s,x}$ =	0,00	kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**72,30**	kNm	**$M_{w,y,(x\ max)}$ =**	25,00	kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**21,60**	kN	**$T_{w,x,(x\ max)}$ =**	12,60	kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	72,30	kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**25,00**	kNm		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	21,60	kN	**$T_{w,x,(y\ max)}$ =**	**12,60**	kN		
$M_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =	**460,30**	kNm	**$M_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =**	123,30	kNm		
$T_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =	**71,90**	kN	**$T_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =**	18,60	kN		
$M_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =	148,10	kNm	**$M_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =**	**628,30**	kNm		
$T_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =	25,10	kN	**$T_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =**	**89,20**	kN		

Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	**14** mm
$y_{max,2}$ =	**11** mm
$x_{max,1}$ =	**67** mm
$x_{max,2}$ =	**53** mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	**0,00**
$\Theta_{y,2}$ =	**0,01**
$\Theta_{x,1}$ =	**0,01**
$\Theta_{x,2}$ =	**0,05**

Stup : **POZ S3** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 9,13 m**

Faktor ponašanja: q = 2,00

N_{G1} =	68,70 kN	djeluje na visini :	9,13 m	G_{temelj} =	150,87 kN
N_{G2} =	0,00 kN	djeluje na visini :	0,00 m	$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	46,78 kN
N_s =	26,50 kN	djeluje na visini :	9,13 m		
N_Q =	0,00 kN	djeluje na visini :	9,13 m		
N_w =	33,80 kN	djeluje na visini :	9,13 m		
$M_{g,x}$ =	0,00 kNm	$M_{g,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{g,y}$ =	0,00 kN	$T_{g,x}$ =	0,00 kN		
$M_{Q,x}$ =	165,70 kNm	$M_{Q,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{Q,y}$ =	18,10 kN	$T_{Q,x}$ =	0,00 kN		
$M_{s,x}$ =	0,00 kNm	$M_{s,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00 kN	$T_{s,x}$ =	0,00 kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**34,70 kNm**	**$M_{w,y,(x\ max)}$ =**	75,30 kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**3,80 kN**	$T_{w,x,(x\ max)}$ =	32,00 kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	34,70 kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**75,30 kNm**		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	3,80 kN	**$T_{w,x,(y\ max)}$ =**	**32,00 kN**		
$M_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =	**373,60 kNm**	**$M_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =**	50,30 kNm		
$T_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =	**51,60 kN**	**$T_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =**	6,60 kN		
$M_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =	113,40 kNm	**$M_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =**	**638,20 kNm**		
$T_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =	15,60 kN	**$T_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =**	**79,80 kN**		

Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	**14** mm
$y_{max,2}$ =	**0** mm
$x_{max,1}$ =	**85** mm
$x_{max,2}$ =	**0** mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	**0,01**
$\Theta_{y,2}$ =	**0,00**
$\Theta_{x,1}$ =	**0,03**
$\Theta_{x,2}$ =	**0,00**

Stup : **POZ S4** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 8,32 m**

Faktor ponašanja: q = 2,00

N_{G1} =	94,50 kN	djeluje na visini :	8,32 m	G_{temelj} =	318,68 kN
N_{G2} =	149,30 kN	djeluje na visini :	7,50 m	$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	417,58 kN
N_s =	34,10 kN	djeluje na visini :	8,32 m		
N_Q =	352,70 kN	djeluje na visini :	8,32 m		
N_w =	51,30 kN	djeluje na visini :	8,32 m		
$M_{g,x}$ =	10,20 kNm	$M_{g,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{g,y}$ =	4,50 kN	$T_{g,x}$ =	0,00 kN		
$M_{Q,x}$ =	211,00 kNm	$M_{Q,y}$ =	9,70 kNm		
$T_{Q,y}$ =	52,00 kN	$T_{Q,x}$ =	2,20 kN		
$M_{s,x}$ =	0,00 kNm	$M_{s,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00 kN	$T_{s,x}$ =	0,00 kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**66,60 kNm**	**$M_{w,y,(x\ max)}$ =**	7,70 kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**33,80 kN**	$T_{w,x,(x\ max)}$ =	9,40 kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	66,60 kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**7,70 kNm**		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	33,80 kN	**$T_{w,x,(y\ max)}$ =**	**9,40 kN**		
$M_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =	**525,60 kNm**	**$M_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =**	125,00 kNm		
$T_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =	**86,50 kN**	**$T_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =**	55,10 kN		
$M_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =	184,00 kNm	**$M_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =**	**648,60 kNm**		
$T_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =	33,30 kN	**$T_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =**	**93,50 kN**		

Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	**18** mm
$y_{max,2}$ =	**14** mm
$x_{max,1}$ =	**68** mm
$x_{max,2}$ =	**54** mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	**0,01**
$\Theta_{y,2}$ =	**0,01**
$\Theta_{x,1}$ =	**0,04**
$\Theta_{x,2}$ =	**0,06**

Stup : **POZ S5** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 8,32 m**

Faktor ponašanja: q = 2,00

N_{G1} =	126,70 kN	djeluje na visini :	8,32 m	G_{temelj} =	314,38 kN
N_{G2} =	112,80 kN	djeluje na visini :	7,50 m	$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	86,14 kN
N_s =	47,80 kN	djeluje na visini :	8,32 m		
N_Q =	0,00 kN	djeluje na visini :	8,32 m		
N_w =	63,90 kN	djeluje na visini :	8,32 m		
$M_{g,x}$ =	7,70 kNm	$M_{g,y}$ =	2,00 kNm		
$T_{g,y}$ =	2,00 kN	$T_{g,x}$ =	2,00 kN		
$M_{Q,x}$ =	5,00 kNm	$M_{Q,y}$ =	13,10 kNm		
$T_{Q,y}$ =	5,00 kN	$T_{Q,x}$ =	8,30 kN		
$M_{s,x}$ =	0,00 kNm	$M_{s,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00 kN	$T_{s,x}$ =	0,00 kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**48,40 kNm**	**$M_{w,y,(x\ max)}$ =**	28,40 kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**28,00 kN**	$T_{w,x,(x\ max)}$ =	15,40 kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	48,40 kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**28,40 kNm**		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	28,00 kN	**$T_{w,x,(y\ max)}$ =**	**15,40 kN**		
$M_{Ed,x,(x\ max)}$ =	**618,00 kNm**	$M_{Ed,y,(x\ max)}$ =	127,10 kNm		
$T_{Ed,y,(x\ max)}$ =	**68,30 kN**	$T_{Ed,x,(x\ max)}$ =	26,90 kN		
$M_{Ed,x,(y\ max)}$ =	227,20 kNm	$M_{Ed,y,(y\ max)}$ =	**678,60 kNm**		
$T_{Ed,y,(y\ max)}$ =	117,30 kN	$T_{Ed,x,(y\ max)}$ =	**113,50 kN**		

Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	16 mm
$y_{max,2}$ =	15 mm
$x_{max,1}$ =	69 mm
$x_{max,2}$ =	62 mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	0,01
$\Theta_{y,2}$ =	0,02
$\Theta_{x,1}$ =	0,02
$\Theta_{x,2}$ =	0,04

Stup : **POZ S6** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 9,32 m**

Faktor ponašanja: q = 2,00

N_{G1} =	153,70 kN	djeluje na visini :	9,32 m	G_{temelj} =	327,40 kN
N_{G2} =	89,82 kN	djeluje na visini :	7,50 m	$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	171,44 kN
N_s =	79,50 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
N_Q =	27,50 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
N_w =	107,40 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
$M_{g,x}$ =	6,80 kNm	$M_{g,y}$ =	2,80 kNm		
$T_{g,y}$ =	3,20 kN	$T_{g,x}$ =	1,40 kN		
$M_{Q,x}$ =	18,00 kNm	$M_{Q,y}$ =	3,40 kNm		
$T_{Q,y}$ =	4,80 kN	$T_{Q,x}$ =	1,90 kN		
$M_{s,x}$ =	0,00 kNm	$M_{s,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00 kN	$T_{s,x}$ =	0,00 kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**17,10 kNm**	**$M_{w,y,(x\ max)}$ =**	14,60 kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**4,90 kN**	$T_{w,x,(x\ max)}$ =	6,70 kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	17,10 kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**14,60 kNm**		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	4,90 kN	**$T_{w,x,(y\ max)}$ =**	**6,70 kN**		
$M_{Ed,x,(x\ max)}$ =	**582,40 kNm**	$M_{Ed,y,(x\ max)}$ =	41,90 kNm		
$T_{Ed,y,(x\ max)}$ =	**113,00 kN**	$T_{Ed,x,(x\ max)}$ =	16,80 kN		
$M_{Ed,x,(y\ max)}$ =	205,50 kNm	$M_{Ed,y,(y\ max)}$ =	**621,70 kNm**		
$T_{Ed,y,(y\ max)}$ =	50,10 kN	$T_{Ed,x,(y\ max)}$ =	**105,40 kN**		

Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	18 mm
$y_{max,2}$ =	14 mm
$x_{max,1}$ =	83 mm
$x_{max,2}$ =	67 mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	0,01
$\Theta_{y,2}$ =	0,01
$\Theta_{x,1}$ =	0,03
$\Theta_{x,2}$ =	0,06

Stup : **POZ S7** ..... **60 /60cm**

Visina stupa : **H = 9,32** m

Faktor ponašanja:

q = 2,00

N_{G1} =	70,50 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
N_{G2} =	123,02 kN	djeluje na visini :	7,50 m		
N_s =	26,20 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
N_Q =	2,00 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
N_w =	34,20 kN	djeluje na visini :	9,32 m		
$M_{g,x}$ =	3,80 kNm	$M_{g,y}$ =	4,10 kNm		
$T_{g,y}$ =	1,00 kN	$T_{g,x}$ =	2,00 kN		
$M_{Q,x}$ =	2,00 kNm	$M_{Q,y}$ =	4,90 kNm		
$T_{Q,y}$ =	2,00 kN	$T_{Q,x}$ =	1,50 kN		
$M_{s,x}$ =	0,00 kNm	$M_{s,y}$ =	0,00 kNm		
$T_{s,y}$ =	0,00 kN	$T_{s,x}$ =	0,00 kN		
$M_{w,x,(x\ max)}$ =	**5,00** kNm	$M_{w,y,(x\ max)}$ =	24,70 kNm		
$T_{w,y,(x\ max)}$ =	**5,00** kN	$T_{w,x,(x\ max)}$ =	15,30 kN		
$M_{w,x,(y\ max)}$ =	5,00 kNm	$M_{w,y,(y\ max)}$ =	**24,70** kNm		
$T_{w,y,(y\ max)}$ =	5,00 kN	$T_{w,x,(y\ max)}$ =	**15,30** kN		
$M_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =	**579,50** kNm	$M_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =	65,30 kNm		
$T_{Ed,y,\ (x\ max)}$ =	**115,50** kN	$T_{Ed,x,\ (x\ max)}$ =	15,00 kN		
$M_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =	204,10 kNm	$M_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =	**659,10** kNm		
$T_{Ed,y,\ (y\ max)}$ =	48,40 kN	$T_{Ed,x,\ (y\ max)}$ =	**120,90** kN		

G_{temelj} =	277,40 kN
$Q_{temelj(q+s+0,6*w)}$ =	48,72 kN

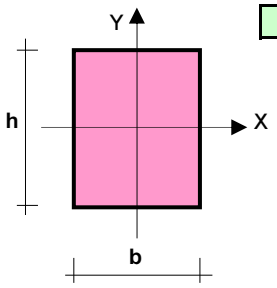
Pomaci od potresa:

$y_{max,1}$ =	**16** mm
$y_{max,2}$ =	**13** mm
$x_{max,1}$ =	**82** mm
$x_{max,2}$ =	**66** mm

Faktor osjetljivosti:

$\Theta_{y,1}$ =	**0,00**
$\Theta_{y,2}$ =	**0,01**
$\Theta_{x,1}$ =	**0,01**
$\Theta_{x,2}$ =	**0,04**

STUP: S1



Visina stupa (**L**) :	8,32	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	95,96	95,96

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	214,00	80,60					8,32	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		108,00					8,32	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	86,10	452,80	22,90	205,10	0,00	5,20	6,60	1,0	0,9	0,2
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				205,10		5,20		1,0	0,9	0,16
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	**1. slučaj**		**2. slučaj**				
	$\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]			
Vjetar	205,10	5,20	205,10	5,20	0,6	0,2	0,0
Potres	764,10	124,70	250,50	628,80			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   1. slučaj - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   2. slučaj - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S1

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

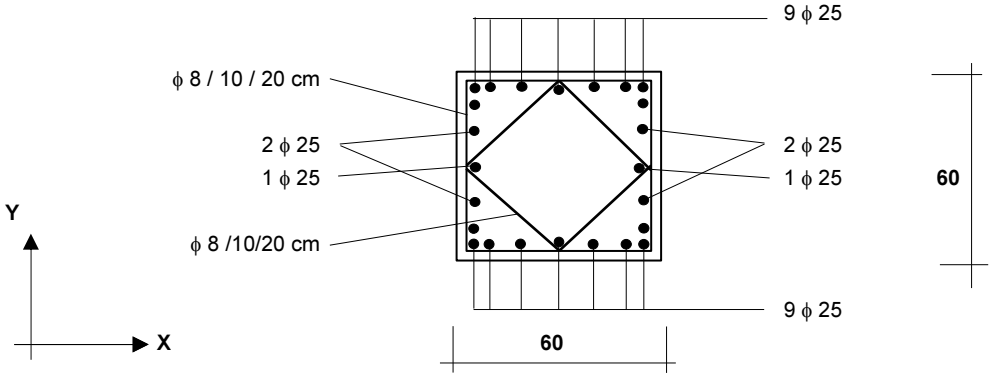
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	1343,07	1,16	4,16	5,32	71,47	17,45	234,36	305,83
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	1343,07	48,11	4,16	52,27	702,09	17,45	234,36	936,44
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	1343,07	1,16	4,16	5,32	71,47	17,45	234,36	305,83
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	1343,07	48,11	4,16	52,27	702,09	17,45	234,36	936,44
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	447,32	1,58	4,16	5,74	25,68	24,55	109,81	135,49
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	447,32	67,47	4,16	71,63	320,40	24,55	109,81	430,20
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	447,32	1,58	4,16	5,74	25,68	24,55	109,81	135,49
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	447,32	67,47	4,16	71,63	320,40	24,55	109,81	430,20
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	447,32	27,88	0,00	27,88	124,70	0,00	22,01	146,71
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	447,32	170,82	0,00	170,82	764,10	0,00	134,84	898,94
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	447,32	140,57	0,00	140,57	628,80	0,00	110,96	739,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	447,32	56,00	0,00	56,00	250,50	0,00	44,21	294,71
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	34,73

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	1343,07	936,44	305,83	2,86	103,10
Kombinacija 1 - II slučaj	1343,07	936,44	305,83	2,86	103,10
Kombinacija 2 - I slučaj	447,32	430,20	135,49	1,36	48,81
Kombinacija 2 - II slučaj	447,32	430,20	135,49	1,36	48,81
Kombinacija 3 - I slučaj	447,32	898,94	146,71	3,15	**113,24**
Kombinacija 3 - II slučaj	447,32	294,71	739,76	2,50	89,94
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	24	117,81
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		117,81



STUP: S1

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

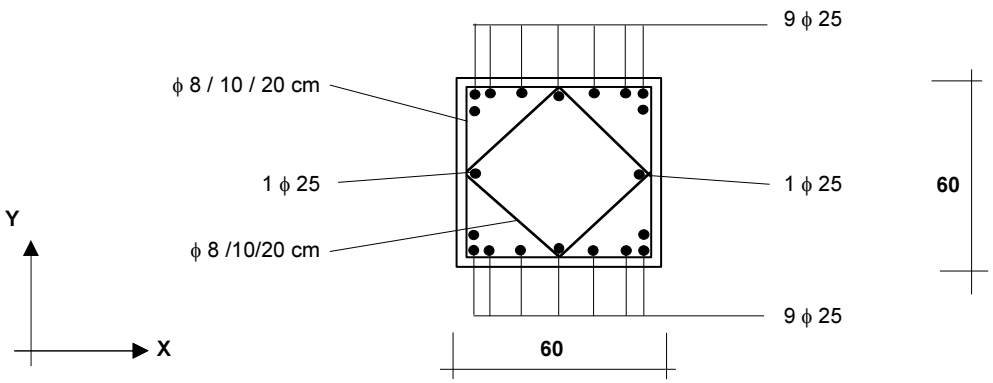
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	1317,80	0,92	4,16	5,08	67,01	12,11	159,59	226,60
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	1317,80	38,82	4,16	42,98	566,44	12,11	159,59	726,03
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	1317,80	0,92	4,16	5,08	67,01	12,11	159,59	226,60
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	1317,80	38,82	4,16	42,98	566,44	12,11	159,59	726,03
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	428,60	1,16	4,16	5,08	21,79	13,12	56,25	78,04
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	428,60	51,14	4,16	55,30	237,03	13,12	56,25	293,28
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	428,60	1,16	4,16	5,08	21,79	13,12	56,25	78,04
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	428,60	51,14	4,16	55,30	237,03	13,12	56,25	293,28
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	428,60	21,82	0,00	21,82	93,53	0,00	16,50	110,03
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	428,60	133,71	0,00	133,71	573,08	0,00	101,13	674,21
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	428,60	110,03	0,00	110,03	471,60	0,00	83,22	554,82
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	428,60	43,83	0,00	43,83	187,88	0,00	33,15	221,03
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	35,06

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	1317,80	726,03	226,60	2,25	80,97
Kombinacija 1 - II slučaj	1317,80	726,03	226,60	2,25	80,97
Kombinacija 2 - I slučaj	428,60	293,28	78,04	0,95	34,03
Kombinacija 2 - II slučaj	428,60	293,28	78,04	0,95	34,03
Kombinacija 3 - I slučaj	428,60	674,21	110,03	2,27	**81,81**
Kombinacija 3 - II slučaj	428,60	221,03	554,82	1,72	61,83
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	20	98,17
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	98,17



STUP: S1

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

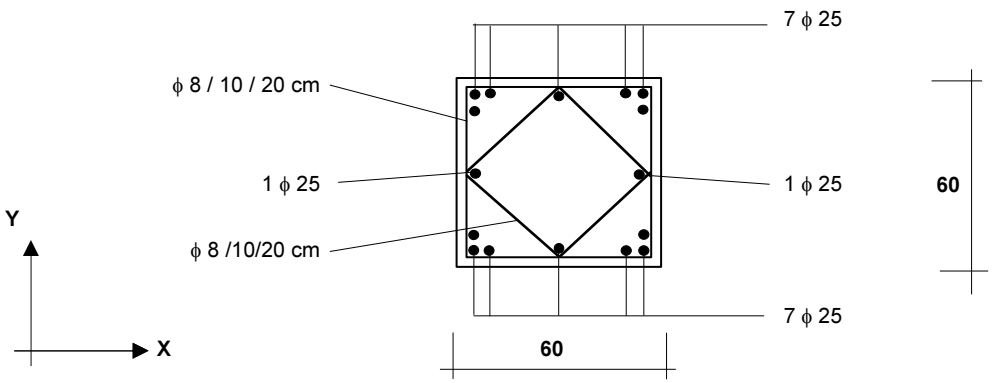
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	1292,53	0,75	4,16	4,91	63,52	6,83	88,31	151,83
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	1292,53	32,14	4,16	36,30	469,25	6,83	88,31	557,56
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	1292,53	0,75	4,16	4,91	63,52	6,83	88,31	151,83
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	1292,53	32,14	4,16	36,30	469,25	6,83	88,31	557,56
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	409,88	0,74	4,16	4,90	20,06	8,17	33,49	53,55
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	409,88	34,58	4,16	38,74	158,80	8,17	33,49	192,29
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	409,88	0,74	4,16	4,90	20,06	8,17	33,49	53,55
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	409,88	34,58	4,16	38,74	158,80	8,17	33,49	192,29
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	409,88	15,21	0,00	15,21	62,35	0,00	11,00	73,35
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	409,88	93,21	0,00	93,21	382,05	0,00	67,42	449,47
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	409,88	76,70	0,00	76,70	314,40	0,00	55,48	369,88
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	409,88	30,56	0,00	30,56	125,25	0,00	22,10	147,35
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	35,40

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	1292,53	557,56	151,83	1,59	**57,20**
Kombinacija 1 - II slučaj	1292,53	557,56	151,83	1,59	**57,20**
Kombinacija 2 - I slučaj	409,88	192,29	53,55	0,62	22,27
Kombinacija 2 - II slučaj	409,88	192,29	53,55	0,62	22,27
Kombinacija 3 - I slučaj	409,88	449,47	73,35	1,52	54,67
Kombinacija 3 - II slučaj	409,88	147,35	369,88	1,15	41,37
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S1

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

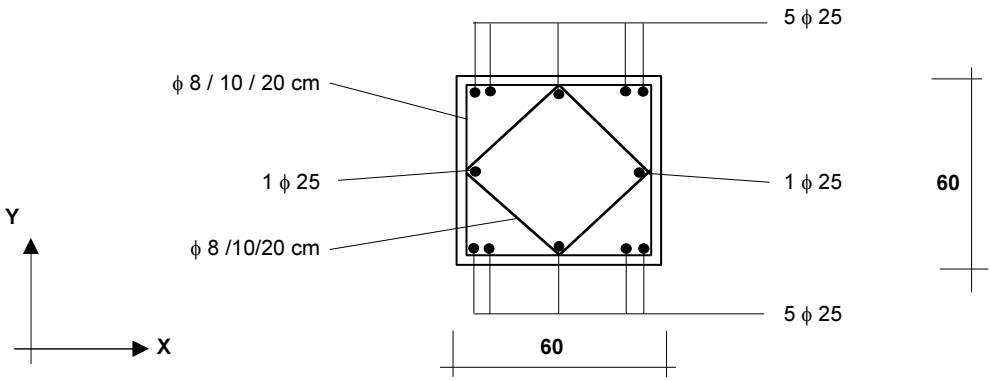
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	1267,26	0,65	4,16	4,81	61,01	2,27	28,72	89,73
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	1267,26	28,23	4,16	32,39	410,51	2,27	28,72	439,23
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	1267,26	0,65	4,16	4,81	61,01	2,27	28,72	89,73
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	1267,26	28,23	4,16	32,39	410,51	2,27	28,72	439,23
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	391,16	0,30	4,16	4,46	17,45	3,44	13,46	30,91
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	391,16	17,75	4,16	21,91	85,69	3,44	13,46	99,15
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	391,16	0,30	4,16	4,46	17,45	3,44	13,46	30,91
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	391,16	17,75	4,16	21,91	85,69	3,44	13,46	99,15
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	391,16	7,97	0,00	7,97	31,18	0,00	5,50	36,68
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	391,16	48,84	0,00	48,84	191,03	0,00	33,71	224,74
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	391,16	40,19	0,00	40,19	157,20	0,00	27,74	184,94
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	391,16	16,01	0,00	16,01	62,63	0,00	11,05	73,68
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	35,75

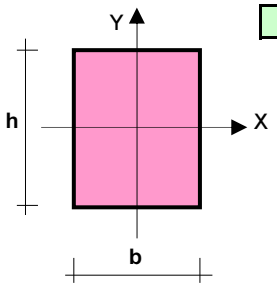
	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	1267,26	439,23	89,73	1,30	**46,69**
Kombinacija 1 - II slučaj	1267,26	439,23	89,73	1,30	**46,69**
Kombinacija 2 - I slučaj	391,16	99,15	30,91	0,32	11,42
Kombinacija 2 - II slučaj	391,16	99,15	30,91	0,32	11,42
Kombinacija 3 - I slučaj	391,16	224,74	36,68	0,76	27,40
Kombinacija 3 - II slučaj	391,16	73,68	184,94	0,58	20,80
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S2



Visina stupa (**L**) :	8,32	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	95,96	95,96

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	48,30	13,80					8,32	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		20,20					8,32	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	47,30	345,10	14,10	230,00	0,00	7,60	6,60	1,0	0,9	0,1
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				230,00		7,60		1,0	0,9	0,12
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	**1. slučaj** $\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	**2. slučaj** $\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]			
Vjetar	72,30	25,00	72,30	25,00	0,6	0,2	0,0
Potres	460,30	123,30	148,10	628,30			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   - KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   - KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   - KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   - **1. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   - **2. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S2

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

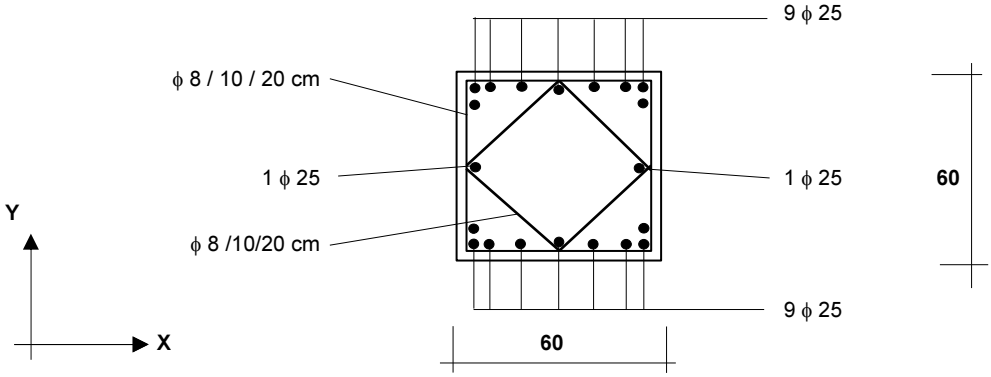
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	776,33	6,30	4,16	10,46	81,20	15,06	116,88	198,07
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	776,33	60,86	4,16	65,02	504,78	15,06	116,88	621,66
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	776,33	6,30	4,16	10,46	81,20	15,06	116,88	198,07
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	776,33	60,86	4,16	65,02	504,78	15,06	116,88	621,66
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	212,08	6,37	4,16	10,53	22,34	19,31	40,95	63,29
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	212,08	134,99	4,16	139,15	295,11	19,31	40,95	336,06
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	212,08	6,37	4,16	10,53	22,34	19,31	40,95	63,29
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	212,08	134,99	4,16	139,15	295,11	19,31	40,95	336,06
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	212,08	58,14	0,00	58,14	123,30	0,00	21,76	145,06
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	212,08	217,04	0,00	217,04	460,30	0,00	81,23	541,53
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	212,08	296,26	0,00	296,26	628,30	0,00	110,88	739,18
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	212,08	69,83	0,00	69,83	148,10	0,00	26,14	174,24
Granična vrijednost	4680,00	←	maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku					

Granična vitkost λ^* =	45,68

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	776,33	621,66	198,07	1,87	67,26
Kombinacija 1 - II slučaj	776,33	621,66	198,07	1,87	67,26
Kombinacija 2 - I slučaj	212,08	336,06	63,29	1,17	41,99
Kombinacija 2 - II slučaj	212,08	336,06	63,29	1,17	41,99
Kombinacija 3 - I slučaj	212,08	541,53	145,06	1,80	64,81
Kombinacija 3 - II slučaj	212,08	174,24	739,18	2,67	**96,12**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	20	98,17
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		98,17



STUP: S2

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

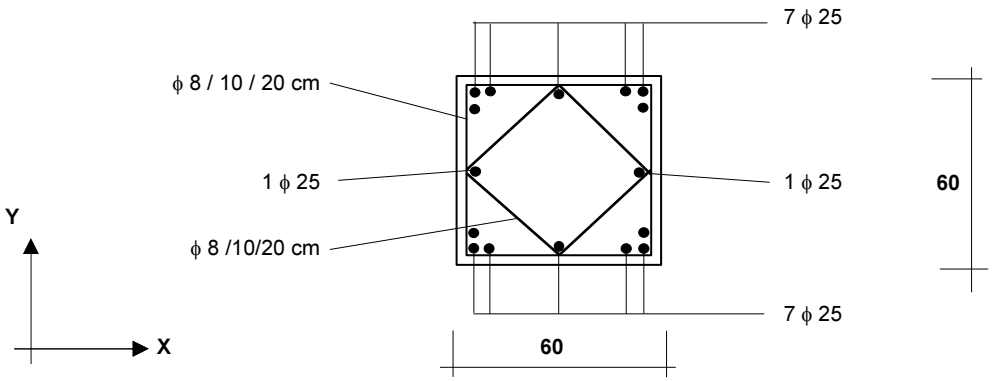
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	751,06	4,33	4,16	8,49	63,74	10,06	75,52	139,26
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	751,06	56,59	4,16	60,75	456,28	10,06	75,52	531,80
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	751,06	4,33	4,16	8,49	63,74	10,06	75,52	139,26
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	751,06	56,59	4,16	60,75	456,28	10,06	75,52	531,80
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	193,36	4,62	4,16	8,49	16,41	10,19	19,70	36,11
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	193,36	107,30	4,16	111,46	215,52	10,19	19,70	235,22
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	193,36	4,62	4,16	8,49	16,41	10,19	19,70	36,11
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	193,36	107,30	4,16	111,46	215,52	10,19	19,70	235,22
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	193,36	47,83	0,00	47,83	92,48	0,00	16,32	108,79
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	193,36	178,54	0,00	178,54	345,23	0,00	60,92	406,15
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	193,36	243,71	0,00	243,71	471,23	0,00	83,16	554,38
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	193,36	57,45	0,00	57,45	111,08	0,00	19,60	130,68
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	46,44

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	751,06	531,80	139,26	1,64	58,98
Kombinacija 1 - II slučaj	751,06	531,80	139,26	1,64	58,98
Kombinacija 2 - I slučaj	193,36	235,22	36,11	0,82	29,50
Kombinacija 2 - II slučaj	193,36	235,22	36,11	0,82	29,50
Kombinacija 3 - I slučaj	193,36	406,15	108,79	1,35	48,75
Kombinacija 3 - II slučaj	193,36	130,68	554,38	1,89	**67,95**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S2

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

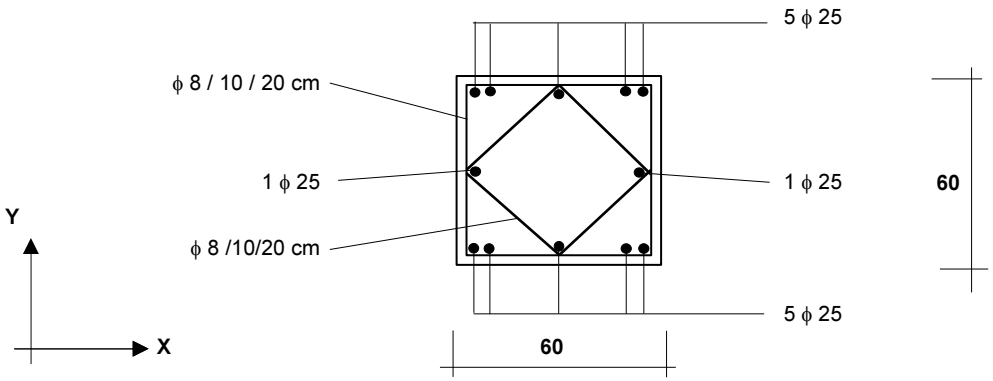
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	725,78	2,86	4,16	7,02	50,97	5,09	36,93	87,89
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	725,78	53,89	4,16	58,05	421,34	5,09	36,93	458,27
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	725,78	2,86	4,16	7,02	50,97	5,09	36,93	87,89
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	725,78	53,89	4,16	58,05	421,34	5,09	36,93	458,27
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	174,64	2,85	4,16	7,01	12,24	6,09	10,63	22,87
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	174,64	74,71	4,16	78,87	137,73	6,09	10,63	148,37
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	174,64	2,85	4,16	7,01	12,24	6,09	10,63	22,87
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	174,64	74,71	4,16	78,87	137,73	6,09	10,63	148,37
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	174,64	35,30	0,00	35,30	61,65	0,00	10,88	72,53
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	174,64	131,79	0,00	131,79	230,15	0,00	40,61	270,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	174,64	179,89	0,00	179,89	314,15	0,00	55,44	369,59
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	174,64	42,40	0,00	42,40	74,05	0,00	13,07	87,12
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	47,24

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	725,78	458,27	87,89	1,48	**53,36**
Kombinacija 1 - II slučaj	725,78	458,27	87,89	1,48	**53,36**
Kombinacija 2 - I slučaj	174,64	148,37	22,87	0,52	18,66
Kombinacija 2 - II slučaj	174,64	148,37	22,87	0,52	18,66
Kombinacija 3 - I slučaj	174,64	270,76	72,53	0,91	32,60
Kombinacija 3 - II slučaj	174,64	87,12	369,59	1,26	45,43
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S2

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

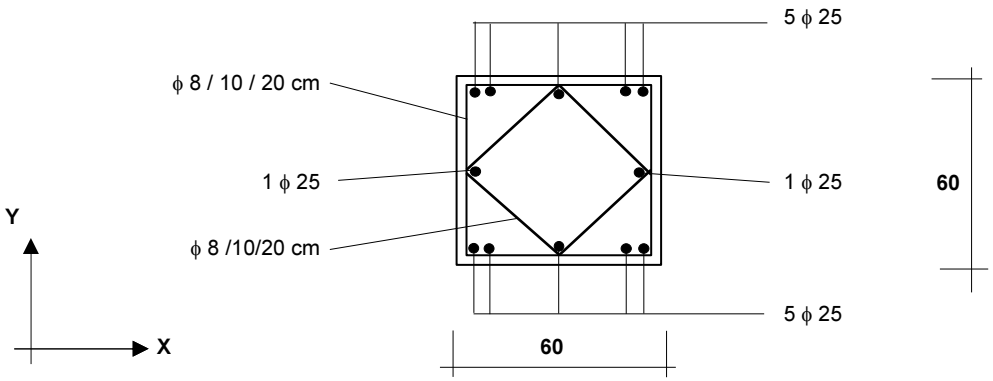
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	700,51	1,96	4,16	6,12	42,89	1,01	7,08	49,96
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	700,51	52,93	4,16	57,09	399,95	1,01	7,08	407,03
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	700,51	1,96	4,16	6,12	42,89	1,01	7,08	49,96
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	700,51	52,93	4,16	57,09	399,95	1,01	7,08	407,03
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	155,92	1,05	4,16	5,21	8,13	2,15	3,35	11,48
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	155,92	35,45	4,16	39,61	61,76	2,15	3,35	65,11
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	155,92	1,05	4,16	5,21	8,13	2,15	3,35	11,48
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	155,92	35,45	4,16	39,61	61,76	2,15	3,35	65,11
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	155,92	19,77	0,00	19,77	30,83	0,00	5,44	36,26
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	155,92	73,80	0,00	73,80	115,08	0,00	20,31	135,38
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	155,92	100,74	0,00	100,74	157,08	0,00	27,72	184,79
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	155,92	23,75	0,00	23,75	37,03	0,00	6,53	43,56
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	48,09

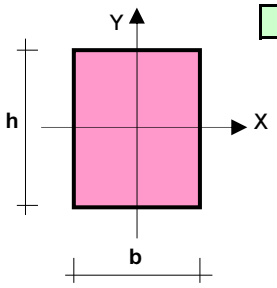
	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	700,51	407,03	49,96	1,33	**47,71**
Kombinacija 1 - II slučaj	700,51	407,03	49,96	1,33	**47,71**
Kombinacija 2 - I slučaj	155,92	65,11	11,48	0,23	8,20
Kombinacija 2 - II slučaj	155,92	65,11	11,48	0,23	8,20
Kombinacija 3 - I slučaj	155,92	135,38	36,26	0,45	16,36
Kombinacija 3 - II slučaj	155,92	43,56	184,79	0,63	22,77
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S3



Visina stupa (**L**) :	9,13	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	105,31	105,31

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	68,70	26,50					9,13	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		33,80					9,13	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	0,00	0,00	0,00	165,70	0,00	0,00	9,13	1,0	0,9	0,5
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				165,70		0,00		1,0	0,9	0,50
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	**1. slučaj**		**2. slučaj**				
	$\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]			
Vjetar	34,70	75,30	34,70	75,30	0,6	0,2	0,0
Potres	373,60	50,30	113,40	638,20			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   - KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   - KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   - KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   - **1. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   - **2. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S3

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

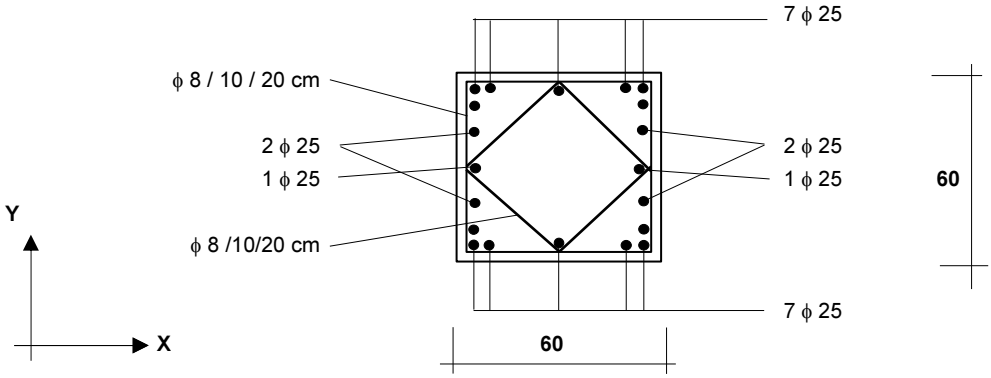
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	274,25	41,18	4,57	45,75	125,47	20,22	55,45	180,92
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	274,25	109,61	4,57	114,17	313,12	20,22	55,45	368,57
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	274,25	41,18	4,57	45,75	125,47	20,22	55,45	180,92
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	274,25	109,61	4,57	114,17	313,12	20,22	55,45	368,57
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	150,87	9,98	4,57	14,55	21,95	23,18	34,97	56,91
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	150,87	169,34	4,57	173,91	262,38	23,18	34,97	297,34
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	150,87	9,98	4,57	14,55	21,95	23,18	34,97	56,91
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	150,87	169,34	4,57	173,91	262,38	23,18	34,97	297,34
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	150,87	33,34	0,00	33,34	50,30	0,00	8,88	59,18
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	150,87	247,63	0,00	247,63	373,60	0,00	65,93	439,53
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	150,87	423,01	0,00	423,01	638,20	0,00	112,62	750,82
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	150,87	75,16	0,00	75,16	113,40	0,00	20,01	133,41
Granična vrijednost	4680,00	←	maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku					

Granična vitkost λ^* =	76,86

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	274,25	368,57	180,92	1,16	41,61
Kombinacija 1 - II slučaj	274,25	368,57	180,92	1,16	41,61
Kombinacija 2 - I slučaj	150,87	297,34	56,91	1,04	37,47
Kombinacija 2 - II slučaj	150,87	297,34	56,91	1,04	37,47
Kombinacija 3 - I slučaj	150,87	439,53	59,18	1,55	55,64
Kombinacija 3 - II slučaj	150,87	133,41	750,82	2,74	**98,69**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	20	98,17
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		98,17



STUP: S3

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

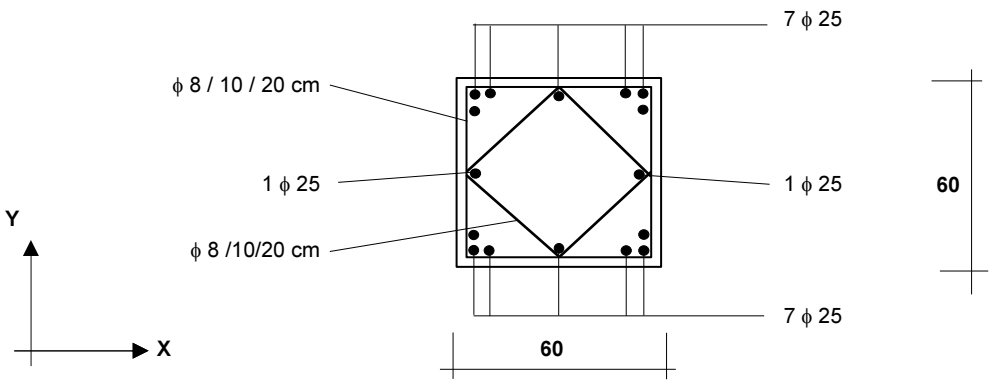
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	246,52	25,77	4,57	30,34	74,79	16,26	40,08	114,87
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	246,52	112,70	4,57	117,27	289,08	16,26	40,08	329,16
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	246,52	25,77	4,57	30,34	74,79	16,26	40,08	114,87
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	246,52	112,70	4,57	117,27	289,08	16,26	40,08	329,16
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	130,33	6,50	4,57	30,34	39,54	14,05	18,31	57,85
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	130,33	161,92	4,57	166,49	216,98	14,05	18,31	235,29
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	130,33	6,50	4,57	30,34	39,54	14,05	18,31	57,85
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	130,33	161,92	4,57	166,49	216,98	14,05	18,31	235,29
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	130,33	28,95	0,00	28,95	37,73	0,00	6,66	44,38
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	130,33	214,99	0,00	214,99	280,20	0,00	49,45	329,65
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	130,33	367,26	0,00	367,26	478,65	0,00	84,47	563,12
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	130,33	65,26	0,00	65,26	85,05	0,00	15,01	100,06
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	81,06

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	246,52	329,16	114,87	1,06	38,05
Kombinacija 1 - II slučaj	246,52	329,16	114,87	1,06	38,05
Kombinacija 2 - I slučaj	130,33	235,29	57,85	0,80	28,91
Kombinacija 2 - II slučaj	130,33	235,29	57,85	0,80	28,91
Kombinacija 3 - I slučaj	130,33	329,65	44,38	1,16	41,85
Kombinacija 3 - II slučaj	130,33	100,06	563,12	1,98	**71,22**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S3

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

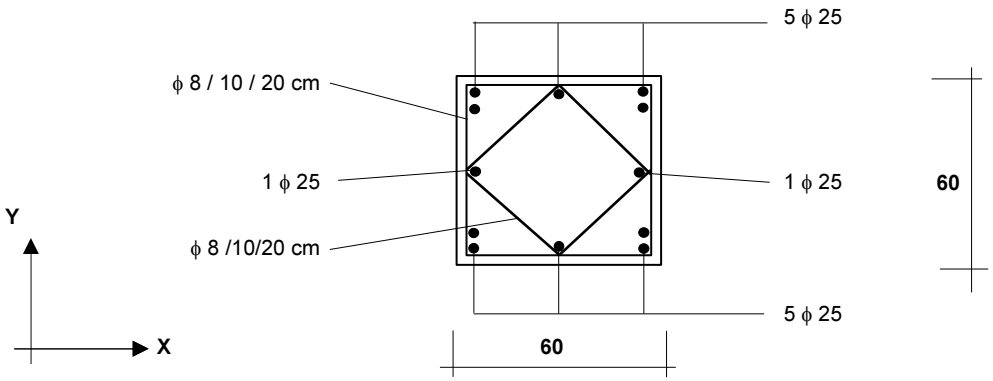
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	218,79	12,91	4,57	17,47	38,23	11,75	25,71	63,94
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	218,79	119,55	4,57	124,12	271,55	11,75	25,71	297,26
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	218,79	12,91	4,57	17,47	38,23	11,75	25,71	63,94
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	218,79	119,55	4,57	124,12	271,55	11,75	25,71	297,26
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	109,79	3,43	4,57	7,99	8,78	10,44	11,46	20,24
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	109,79	152,51	4,57	157,07	172,45	10,44	11,46	183,91
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	109,79	3,43	4,57	7,99	8,78	10,44	11,46	20,24
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	109,79	152,51	4,57	157,07	172,45	10,44	11,46	183,91
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	109,79	22,91	0,00	22,91	25,15	0,00	4,44	29,59
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	109,79	170,15	0,00	170,15	186,80	0,00	32,96	219,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	109,79	290,66	0,00	290,66	319,10	0,00	56,31	375,41
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	109,79	51,65	0,00	51,65	56,70	0,00	10,01	66,71
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	86,05

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	218,79	297,26	63,94	1,03	36,92
Kombinacija 1 - II slučaj	218,79	297,26	63,94	1,03	36,92
Kombinacija 2 - I slučaj	109,79	183,91	20,24	0,65	23,48
Kombinacija 2 - II slučaj	109,79	183,91	20,24	0,65	23,48
Kombinacija 3 - I slučaj	109,79	219,76	29,59	0,78	27,97
Kombinacija 3 - II slučaj	109,79	66,71	375,41	1,32	**47,62**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S3

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

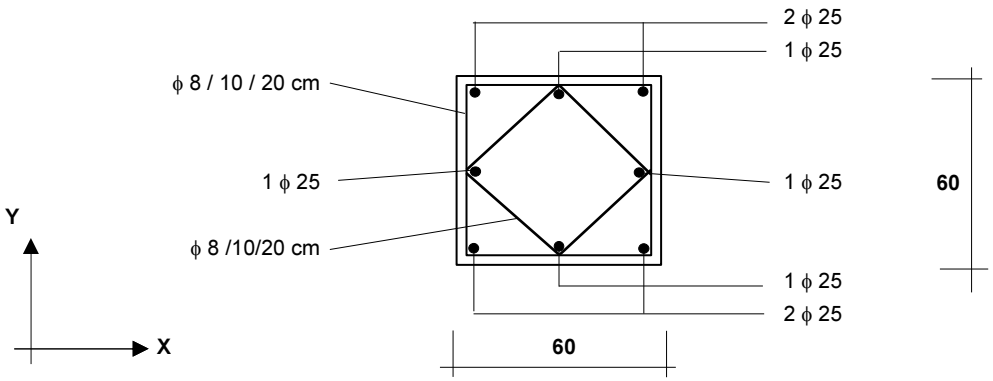
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	191,06	3,69	4,57	8,26	15,78	6,47	12,35	28,13
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	191,06	131,80	4,57	136,36	260,52	6,47	12,35	272,88
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	191,06	3,69	4,57	8,26	15,78	6,47	12,35	28,13
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	191,06	131,80	4,57	136,36	260,52	6,47	12,35	272,88
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	89,24	1,05	4,57	5,62	5,02	6,00	5,36	10,37
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	89,24	139,74	4,57	144,30	128,78	6,00	5,36	134,14
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	89,24	1,05	4,57	5,62	5,02	6,00	5,36	10,37
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	89,24	139,74	4,57	144,30	128,78	6,00	5,36	134,14
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	89,24	14,09	0,00	14,09	12,58	0,00	2,22	14,79
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	89,24	104,66	0,00	104,66	93,40	0,00	16,48	109,88
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	89,24	178,78	0,00	178,78	159,55	0,00	28,16	187,71
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	89,24	31,77	0,00	31,77	28,35	0,00	5,00	33,35
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	92,08

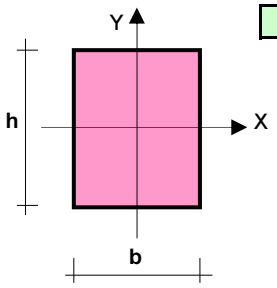
	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	191,06	272,88	28,13	0,96	34,49
Kombinacija 1 - II slučaj	191,06	272,88	28,13	0,96	34,49
Kombinacija 2 - I slučaj	89,24	134,14	10,37	0,48	17,40
Kombinacija 2 - II slučaj	89,24	134,14	10,37	0,48	17,40
Kombinacija 3 - I slučaj	89,24	109,88	14,79	0,39	14,02
Kombinacija 3 - II slučaj	89,24	33,35	187,71	0,66	23,88
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	**36,00**
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	8	39,27
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	39,27



STUP: S4



Visina stupa (**L**) :	8,32	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	95,96	95,96

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	94,50	34,10					8,32	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		51,30					8,32	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	149,30	352,70	10,20	211,00	0,00	9,70	7,50	1,0	0,9	0,3
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				211,00		9,70		1,0	0,9	0,30
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	**1. slučaj** $\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	**2. slučaj** $\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]			
Vjetar	66,60	7,70	66,60	7,70	0,6	0,2	0,0
Potres	525,60	125,00	184,00	648,60			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   - KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   - KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   - KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   - **1. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   - **2. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S4

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

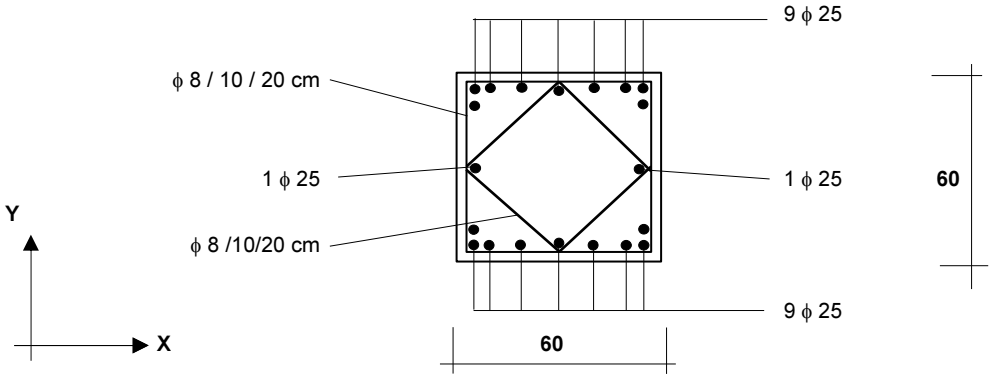
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	1031,01	2,53	4,16	6,69	68,99	19,13	197,22	266,21
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	1031,01	41,72	4,16	45,88	473,06	19,13	197,22	670,28
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	1031,01	2,53	4,16	6,69	68,99	19,13	197,22	266,21
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	1031,01	41,72	4,16	45,88	473,06	19,13	197,22	670,28
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	423,58	3,33	4,16	7,49	31,75	25,29	107,13	138,87
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	423,58	70,18	4,16	74,34	314,89	25,29	107,13	422,02
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	423,58	3,33	4,16	7,49	31,75	25,29	107,13	138,87
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	423,58	70,18	4,16	74,34	314,89	25,29	107,13	422,02
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	423,58	29,51	0,00	29,51	125,00	0,00	22,06	147,06
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	423,58	124,09	0,00	124,09	525,60	0,00	92,75	618,35
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	423,58	153,12	0,00	153,12	648,60	0,00	114,46	763,06
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	423,58	43,44	0,00	43,44	184,00	0,00	32,47	216,47
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	39,64

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	1031,01	670,28	266,21	2,09	75,10
Kombinacija 1 - II slučaj	1031,01	670,28	266,21	2,09	75,10
Kombinacija 2 - I slučaj	423,58	422,02	138,87	1,33	47,83
Kombinacija 2 - II slučaj	423,58	422,02	138,87	1,33	47,83
Kombinacija 3 - I slučaj	423,58	618,35	147,06	2,03	72,97
Kombinacija 3 - II slučaj	423,58	216,47	763,06	2,68	**96,30**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	20	98,17
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		98,17



STUP: S4

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

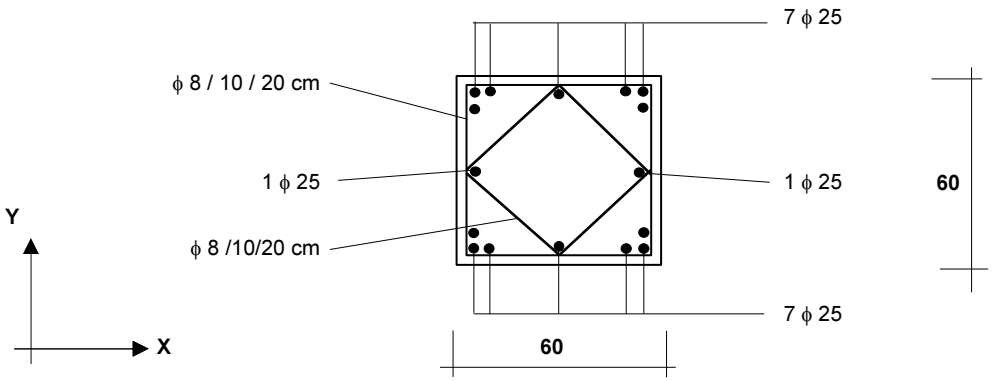
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	1005,74	2,09	4,16	6,25	62,89	13,83	139,09	201,98
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	1005,74	38,43	4,16	42,59	428,30	13,83	139,09	567,39
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	1005,74	2,09	4,16	6,25	62,89	13,83	139,09	201,98
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	1005,74	38,43	4,16	42,59	428,30	13,83	139,09	567,39
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	404,86	2,66	4,16	6,25	25,31	13,41	54,29	79,60
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	404,86	57,53	4,16	61,69	249,77	13,41	54,29	304,06
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	404,86	2,66	4,16	6,25	25,31	13,41	54,29	79,60
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	404,86	57,53	4,16	61,69	249,77	13,41	54,29	304,06
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	404,86	23,16	0,00	23,16	93,75	0,00	16,54	110,29
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	404,86	97,37	0,00	97,37	394,20	0,00	69,56	463,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	404,86	120,15	0,00	120,15	486,45	0,00	85,84	572,29
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	404,86	34,09	0,00	34,09	138,00	0,00	24,35	162,35
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	40,13

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	1005,74	567,39	201,98	1,64	59,02
Kombinacija 1 - II slučaj	1005,74	567,39	201,98	1,64	59,02
Kombinacija 2 - I slučaj	404,86	304,06	79,60	0,99	35,48
Kombinacija 2 - II slučaj	404,86	304,06	79,60	0,99	35,48
Kombinacija 3 - I slučaj	404,86	463,76	110,29	1,52	54,88
Kombinacija 3 - II slučaj	404,86	162,35	572,29	1,83	**66,05**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S4

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

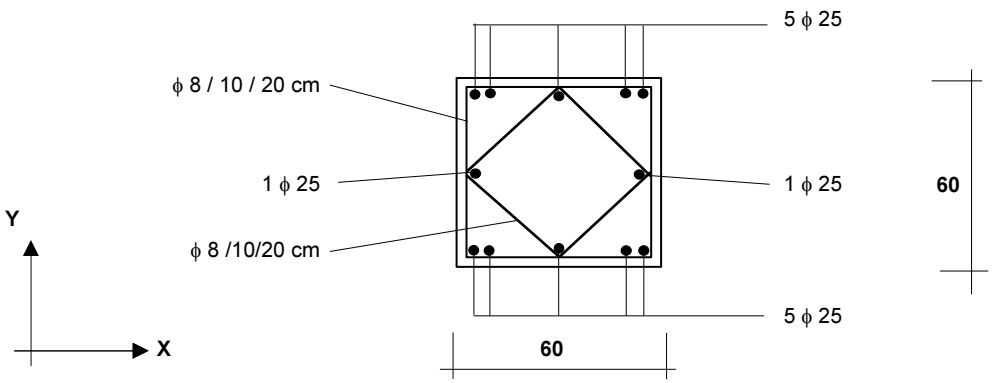
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	980,47	1,78	4,16	5,94	58,23	8,39	82,30	140,52
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	980,47	36,23	4,16	40,39	396,03	8,39	82,30	478,33
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	980,47	1,78	4,16	5,94	58,23	8,39	82,30	140,52
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	980,47	36,23	4,16	40,39	396,03	8,39	82,30	478,33
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	386,14	1,97	4,16	6,13	23,65	8,36	32,26	55,92
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	386,14	44,09	4,16	48,25	186,31	8,36	32,26	218,57
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	386,14	1,97	4,16	6,13	23,65	8,36	32,26	55,92
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	386,14	44,09	4,16	48,25	186,31	8,36	32,26	218,57
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	386,14	16,19	0,00	16,19	62,50	0,00	11,03	73,53
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	386,14	68,06	0,00	68,06	262,80	0,00	46,38	309,18
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	386,14	83,99	0,00	83,99	324,30	0,00	57,23	381,53
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	386,14	23,83	0,00	23,83	92,00	0,00	16,24	108,24
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	40,65

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	980,47	478,33	140,52	1,41	**50,78**
Kombinacija 1 - II slučaj	980,47	478,33	140,52	1,41	**50,78**
Kombinacija 2 - I slučaj	386,14	218,57	55,92	0,71	25,66
Kombinacija 2 - II slučaj	386,14	218,57	55,92	0,71	25,66
Kombinacija 3 - I slučaj	386,14	309,18	73,53	1,02	36,68
Kombinacija 3 - II slučaj	386,14	108,24	381,53	1,23	44,18
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S4

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

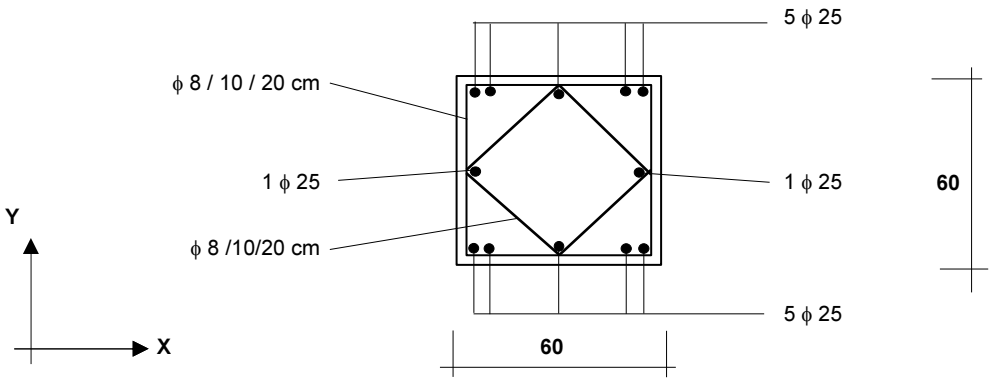
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	955,20	1,60	4,16	5,76	55,01	2,99	28,54	83,55
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	955,20	35,23	4,16	39,39	376,25	2,99	28,54	404,79
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	955,20	1,60	4,16	5,76	55,01	2,99	28,54	83,55
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	955,20	35,23	4,16	39,39	376,25	2,99	28,54	404,79
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	367,42	1,25	4,16	5,41	19,90	3,16	11,60	31,49
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	367,42	29,73	4,16	33,89	124,52	3,16	11,60	136,11
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	367,42	1,25	4,16	5,41	19,90	3,16	11,60	31,49
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	367,42	29,73	4,16	33,89	124,52	3,16	11,60	136,11
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	367,42	8,51	0,00	8,51	31,25	0,00	5,51	36,76
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	367,42	35,76	0,00	35,76	131,40	0,00	23,19	154,59
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	367,42	44,13	0,00	44,13	162,15	0,00	28,61	190,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	367,42	12,52	0,00	12,52	46,00	0,00	8,12	54,12
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	41,18

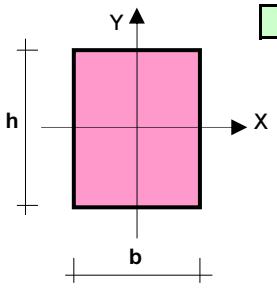
	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	955,20	404,79	83,55	1,25	**44,97**
Kombinacija 1 - II slučaj	955,20	404,79	83,55	1,25	**44,97**
Kombinacija 2 - I slučaj	367,42	136,11	31,49	0,45	16,23
Kombinacija 2 - II slučaj	367,42	136,11	31,49	0,45	16,23
Kombinacija 3 - I slučaj	367,42	154,59	36,76	0,51	18,38
Kombinacija 3 - II slučaj	367,42	54,12	190,76	0,62	22,19
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S5



Visina stupa (**L**) :	8,32	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	95,96	95,96

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	126,70	47,80					8,32	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		63,90					8,32	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	112,80	0,00	7,70	5,00	0,00	13,10	7,50			
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				5,00		13,10				
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	1. slučaj $\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	1. slučaj $\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	2. slučaj $\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	2. slučaj $\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]	$\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Vjetar	48,40	28,40	48,40	28,40	0,6	0,2	0,0
Potres	618,00	127,10	227,20	678,60			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   - KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   - KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   - KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   - **1. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   - **2. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S5

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

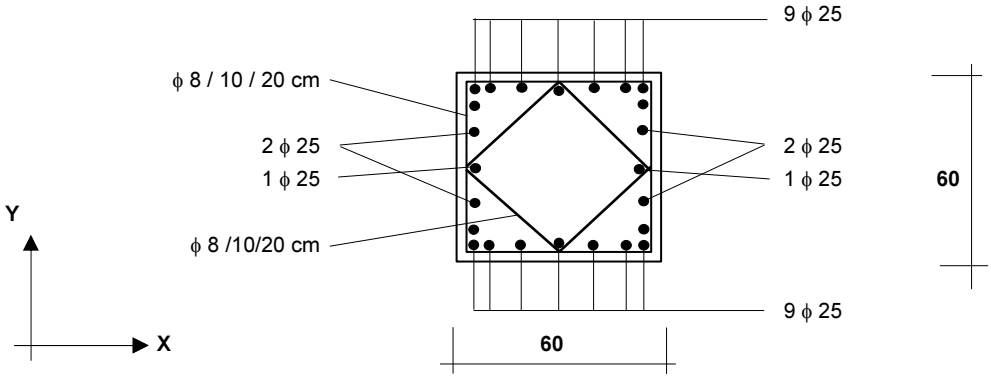
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	556,11	11,19	4,16	15,35	85,38	19,58	108,88	194,26
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	556,11	16,27	4,16	20,43	113,63	19,58	108,88	222,51
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	556,11	11,19	4,16	15,35	85,38	19,58	108,88	194,26
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	556,11	16,27	4,16	20,43	113,63	19,58	108,88	222,51
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	314,38	40,43	0,00	40,43	127,10	0,00	22,43	149,53
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	314,38	196,58	0,00	196,58	618,00	0,00	109,06	727,06
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	314,38	215,85	0,00	215,85	678,60	0,00	119,75	798,35
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	314,38	72,27	0,00	72,27	227,20	0,00	40,09	267,29
Granična vrijednost	4680,00	←	maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku					

Granična vitkost λ^* =	53,97

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	556,11	222,51	194,26	0,66	23,92
Kombinacija 1 - II slučaj	556,11	222,51	194,26	0,66	23,92
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	314,38	727,06	149,53	2,59	93,16
Kombinacija 3 - II slučaj	314,38	267,29	798,35	2,83	**101,93**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	24	117,81
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		117,81



STUP: S5

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

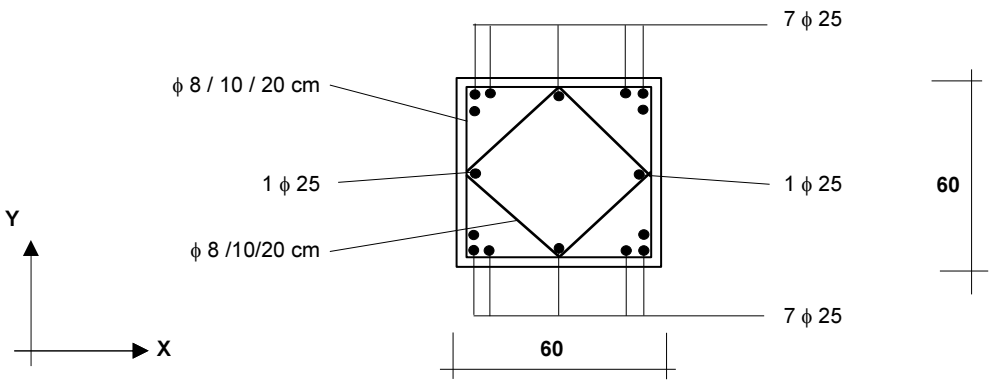
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	530,84	8,22	4,16	12,38	65,70	14,87	78,92	144,61
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	530,84	11,06	4,16	15,22	80,82	14,87	78,92	159,73
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	530,84	8,22	4,16	12,38	65,70	14,87	78,92	144,61
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	530,84	11,06	4,16	15,22	80,82	14,87	78,92	159,73
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	295,66	32,24	0,00	32,24	95,33	0,00	16,82	112,15
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	295,66	156,77	0,00	156,77	463,50	0,00	81,79	545,29
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	295,66	172,14	0,00	172,14	508,95	0,00	89,81	598,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	295,66	57,63	0,00	57,63	170,40	0,00	30,07	200,47
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	55,24

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	530,84	159,73	144,61	0,48	17,24
Kombinacija 1 - II slučaj	530,84	159,73	144,61	0,48	17,24
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	295,66	545,29	112,15	1,87	67,29
Kombinacija 3 - II slučaj	295,66	200,47	598,76	1,91	**68,92**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S5

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

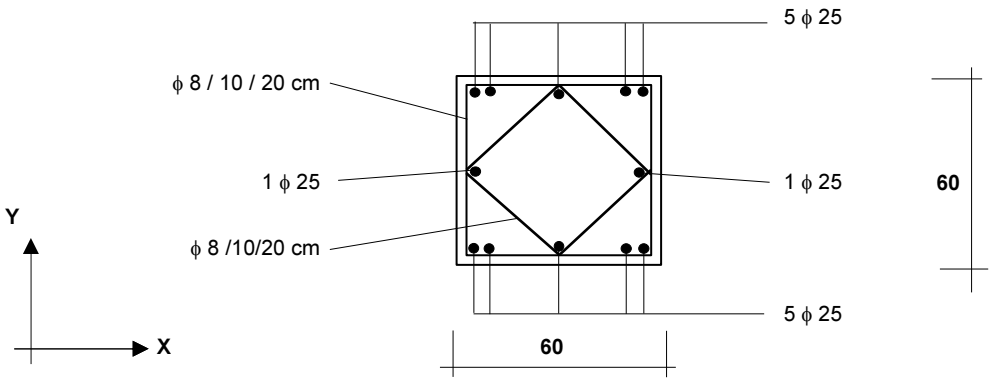
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	505,57	5,99	4,16	10,15	51,33	9,86	49,84	101,17
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	505,57	7,13	4,16	11,29	57,08	9,86	49,84	106,91
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	505,57	5,99	4,16	10,15	51,33	9,86	49,84	101,17
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	505,57	7,13	4,16	11,29	57,08	9,86	49,84	106,91
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	276,94	22,95	0,00	22,95	63,55	0,00	11,21	74,76
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	276,94	111,58	0,00	111,58	309,00	0,00	54,53	363,53
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	276,94	122,52	0,00	122,52	339,30	0,00	59,88	399,18
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	276,94	41,02	0,00	41,02	113,60	0,00	20,05	133,65
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	56,61

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	505,57	106,91	101,17	0,32	11,58
Kombinacija 1 - II slučaj	505,57	106,91	101,17	0,32	11,58
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	276,94	363,53	74,76	1,25	44,98
Kombinacija 3 - II slučaj	276,94	133,65	399,18	1,28	**46,11**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S5

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

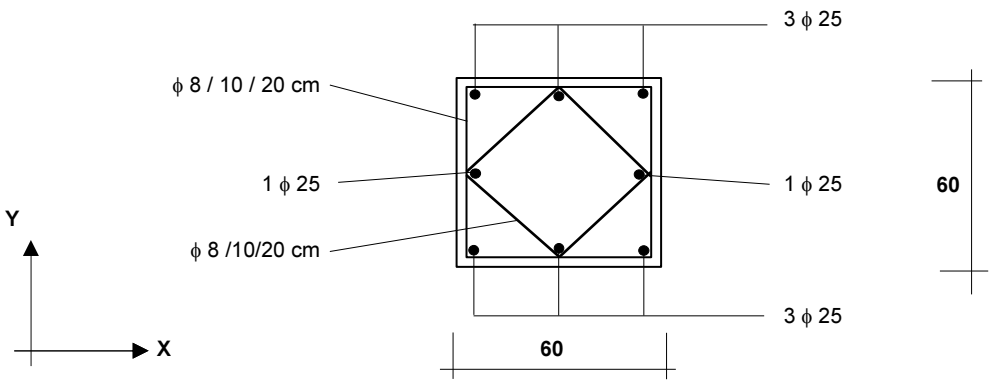
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	480,30	4,65	4,16	8,81	42,29	4,58	21,99	64,28
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	480,30	4,67	4,16	8,83	42,41	4,58	21,99	64,40
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	480,30	4,65	4,16	8,81	42,29	4,58	21,99	64,28
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	480,30	4,67	4,16	8,83	42,41	4,58	21,99	64,40
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	258,22	12,31	0,00	12,31	31,78	0,00	5,61	37,38
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	258,22	59,83	0,00	59,83	154,50	0,00	27,26	181,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	258,22	65,70	0,00	65,70	169,65	0,00	29,94	199,59
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	258,22	22,00	0,00	22,00	56,80	0,00	10,02	66,82
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	58,08

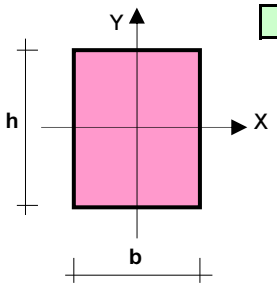
	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	480,30	64,40	64,28	0,19	7,01
Kombinacija 1 - II slučaj	480,30	64,40	64,28	0,19	7,01
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	258,22	181,76	37,38	0,63	22,55
Kombinacija 3 - II slučaj	258,22	66,82	199,59	0,64	23,16
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	**36,00**
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	8	39,27
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	39,27



STUP: S6



Visina stupa (**L**) :	9,32	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	107,50	107,50

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	153,70	79,50					9,32	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		107,40					9,32	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	89,82	0,00	6,80	18,00	0,00	3,40	7,50			
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				18,00		3,40				
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	1. slučaj $\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	1. slučaj $\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	2. slučaj $\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	2. slučaj $\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]	$\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Vjetar	17,10	14,60	17,10	14,60	0,6	0,2	0,0
Potres	582,40	41,90	205,50	621,70			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   - KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   - KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   - KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   - **1. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   - **2. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S6

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

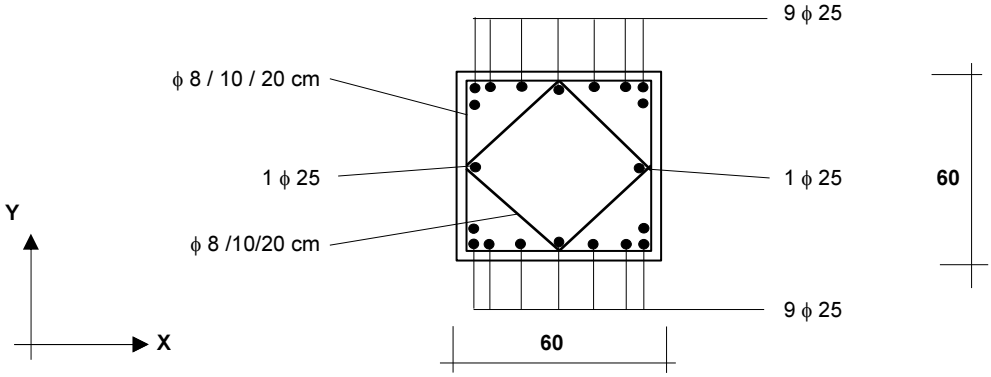
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	662,72	4,07	4,66	8,73	57,88	24,42	161,82	219,70
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	662,72	9,33	4,66	13,99	92,71	24,42	161,82	254,53
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	662,72	4,07	4,66	8,73	57,88	24,42	161,82	219,70
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	662,72	9,33	4,66	13,99	92,71	24,42	161,82	254,53
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	327,40	12,80	0,00	12,80	41,90	0,00	7,39	49,29
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	327,40	177,89	0,00	177,89	582,40	0,00	102,78	685,18
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	327,40	189,89	0,00	189,89	621,70	0,00	109,71	731,41
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	327,40	62,77	0,00	62,77	205,50	0,00	36,26	241,76
Granična vrijednost	4680,00	←	maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku					

Granična vitkost λ^* = 49,44

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	662,72	254,53	219,70	0,75	26,97
Kombinacija 1 - II slučaj	662,72	254,53	219,70	0,75	26,97
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	327,40	685,18	49,29	2,40	86,31
Kombinacija 3 - II slučaj	327,40	241,76	731,41	2,60	**93,45**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	20	98,17
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		98,17



STUP: S6

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

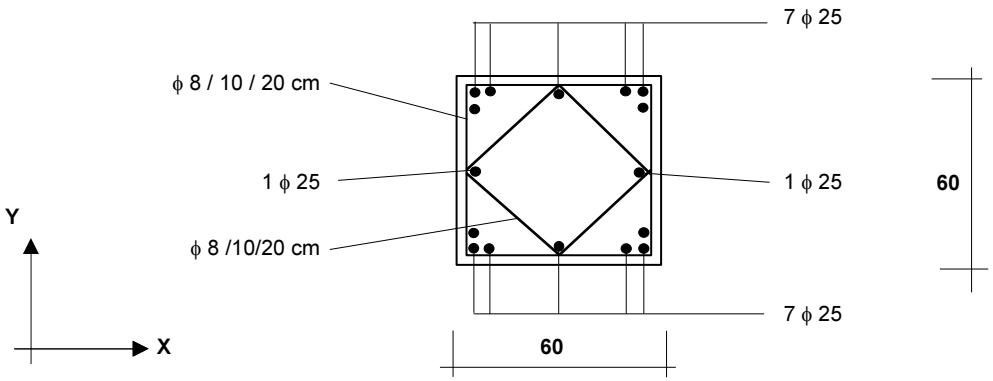
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	634,41	2,75	4,66	7,41	46,98	18,44	116,99	163,97
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	634,41	7,98	4,66	12,64	80,17	18,44	116,99	197,16
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	634,41	2,75	4,66	7,41	46,98	18,44	116,99	163,97
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	634,41	7,98	4,66	12,64	80,17	18,44	116,99	197,16
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	306,43	10,26	0,00	10,26	31,43	0,00	5,55	36,97
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	306,43	142,54	0,00	142,54	436,80	0,00	77,08	513,88
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	306,43	152,16	0,00	152,16	466,28	0,00	82,28	548,56
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	306,43	50,30	0,00	50,30	154,13	0,00	27,20	181,32
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	50,53

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	634,41	197,16	163,97	0,58	20,99
Kombinacija 1 - II slučaj	634,41	197,16	163,97	0,58	20,99
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	306,43	513,88	36,97	1,80	**64,83**
Kombinacija 3 - II slučaj	306,43	181,32	548,56	1,75	63,14
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S6

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

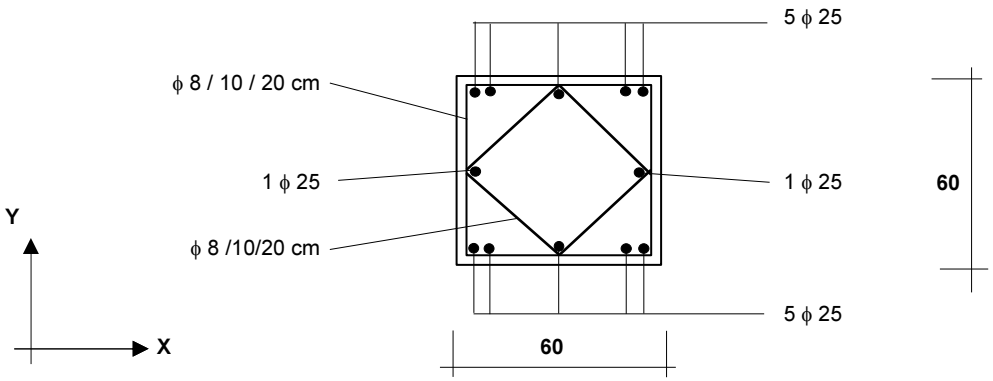
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	606,10	1,74	4,66	6,40	38,82	12,16	73,70	112,52
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	606,10	7,03	4,66	11,69	70,84	12,16	73,70	144,54
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	606,10	1,74	4,66	6,40	38,82	12,16	73,70	112,52
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	606,10	7,03	4,66	11,69	70,84	12,16	73,70	144,54
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	285,46	7,34	0,00	7,34	20,95	0,00	3,70	24,65
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	285,46	102,01	0,00	102,01	291,20	0,00	51,39	342,59
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	285,46	108,89	0,00	108,89	310,85	0,00	54,86	365,71
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	285,46	35,99	0,00	35,99	102,75	0,00	18,13	120,88
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	51,70

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	606,10	144,54	112,52	0,43	15,48
Kombinacija 1 - II slučaj	606,10	144,54	112,52	0,43	15,48
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	285,46	342,59	24,65	1,20	**43,22**
Kombinacija 3 - II slučaj	285,46	120,88	365,71	1,17	42,25
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S6

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

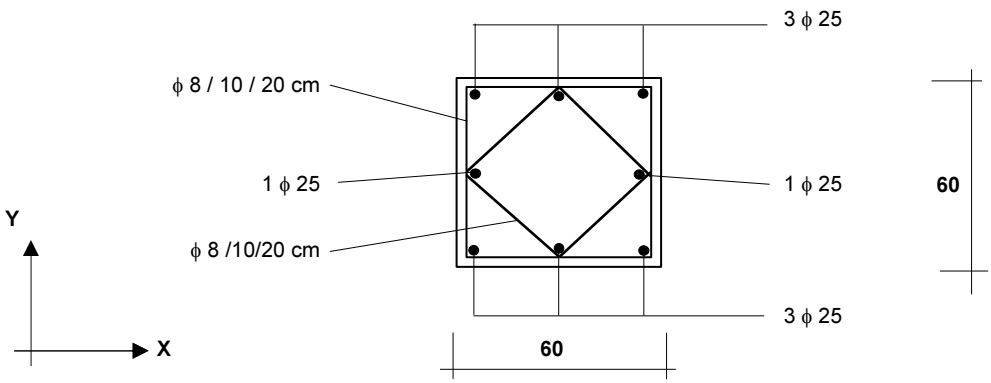
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	577,79	1,12	4,66	5,78	33,39	5,77	33,35	66,74
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	577,79	6,54	4,66	11,20	64,71	5,77	33,35	98,06
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	577,79	1,12	4,66	5,78	33,39	5,77	33,35	66,74
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	577,79	6,54	4,66	11,20	64,71	5,77	33,35	98,06
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	-	-	-	-	-	-	-	-
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	264,49	3,96	0,00	3,96	10,48	0,00	1,85	12,32
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	264,49	55,05	0,00	55,05	145,60	0,00	25,69	171,29
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	264,49	58,76	0,00	58,76	155,43	0,00	27,43	182,85
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	264,49	19,42	0,00	19,42	51,38	0,00	9,07	60,44
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	52,95

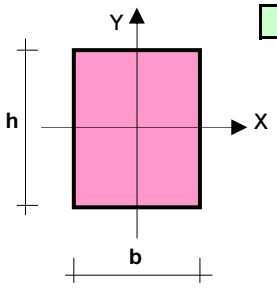
	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	577,79	98,06	66,74	0,29	10,59
Kombinacija 1 - II slučaj	577,79	98,06	66,74	0,29	10,59
Kombinacija 2 - I slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 2 - II slučaj	-	-	-	-	-
Kombinacija 3 - I slučaj	264,49	171,29	12,32	0,60	21,53
Kombinacija 3 - II slučaj	264,49	60,44	182,85	0,59	21,24
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	**36,00**
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	8	39,27
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	39,27



STUP: S7



Visina stupa (**L**) :	9,32	m	beton:	C30/37	XC1	čelik:	B500B

Poprečni presjek:	
b [cm] :	60
h [cm] :	60

βx	βy	λx	λy
2,00	2,00	107,50	107,50

Razred duktilnosti	
(srednji):	DC 'M'

Koeficijenti osjetljivosti relativnog horizontalnog pomaka pri potresu:	θ_x =	0,150	θ_y =	0,150
U potresnoj kombinaciji: za $\theta \le 0{,}10$ utjecaji II reda se zanemaruju ; za $0{,}10 < \theta \le 0{,}20$ je $\mathbf{M}_{Ed} = \mathbf{M}_{0Ed} / (1 - \theta)$				

OZNAKE OPTEREĆENJA: $\mathbf{N}_G$ = stalni vertikalni teret ; N_Q = povremeni (korisni) vertikalni teret , N = vertikalna sila
$\mathbf{M}_x$ = moment savijanja oko X osi ; M_y = moment savijanja oko Y osi
Opterećenje 1 ÷ 6 = vertikalna opterećenja po visini stupa (osim opterećenja od krana)

PREGLED OPTEREĆENJA NA STUP :

	$\mathbf{N}_G$ [kN]	$\mathbf{N}_Q$ [kN]	$\mathbf{M}_{x\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{x\ PROMJ}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ STALNO}$ [kNm]	$\mathbf{M}_{y\ PROMJ}$ [kNm]	Vis. položaj sile **N** [m]	Koeficijenti kombinacije $\psi_{0,i}$	$\psi_{1,1}$	$\psi_{2,i}$
Krov	70,50	26,20					9,32	0,5	0,2	0,0
Krov - vjetar		34,20					9,32	0,6	0,2	0,0
Opterećenje 1										
Opterećenje 2										
Opterećenje 3										
Opterećenje 4										
Opterećenje 5										
Opterećenje 6										
Kran 1	123,02	2,00	3,80	2,00	0,00	4,90	7,50	1,0	0,9	1,0
Kran 2										
Kran 3										
Udar krana 1				2,00		4,90		1,0	0,9	0,98
Udar krana 2										
Udar krana 3										

Horizontalno opterećenje na stup koje izaziva koso savijanje	1. slučaj $\mathbf{M}_{1\,x}$ [kNm]	1. slučaj $\mathbf{M}_{1\,y}$ [kNm]	2. slučaj $\mathbf{M}_{2\,x}$ [kNm]	2. slučaj $\mathbf{M}_{2\,y}$ [kNm]			
Vjetar	5,00	24,70	5,00	24,70	0,6	0,2	0,0
Potres	579,50	65,30	204,10	659,10			

1. Stup se provjerava na slijedeće kombinacije opterećenja:
   - KOMBINACIJA 1 - trajna i prolazna opterećenja: $1{,}35 \times \mathbf{G} + 1{,}50 \times \mathbf{Q}_{max} + 1{,}50 \times \Sigma\, \psi_{0,i} \times \mathbf{Q}_i$
   - KOMBINACIJA 2 - slučajna kombinacija - udar krana: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_k + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_k$ = udar krana)
   - KOMBINACIJA 3 - slučajna kombinacija - potres: $1{,}00 \times \mathbf{G} + 1{,}00 \times \mathbf{A}_E + \Sigma\, \psi_{2,i} \times \mathbf{Q}_i$ ($\mathbf{A}_E$ = potres)

2. Svaka od kombinacija ima dva slučaja, u zavisnosti od toga koji momenti izazivaju koso savijanje:
   - **1. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **X** osi
   - **2. slučaj** - dominantni momenti savijanja vrte oko **Y** osi

3. Ako ne postoji opterećenje od krana, tada je KOMBINACIJA 2 istovjetna KOMBINACIJI 1, pa je program ne uzima u obzir.

4. Vlastitu težinu stupa program računa automatski.

STUP: S7

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA DNU STUPA

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

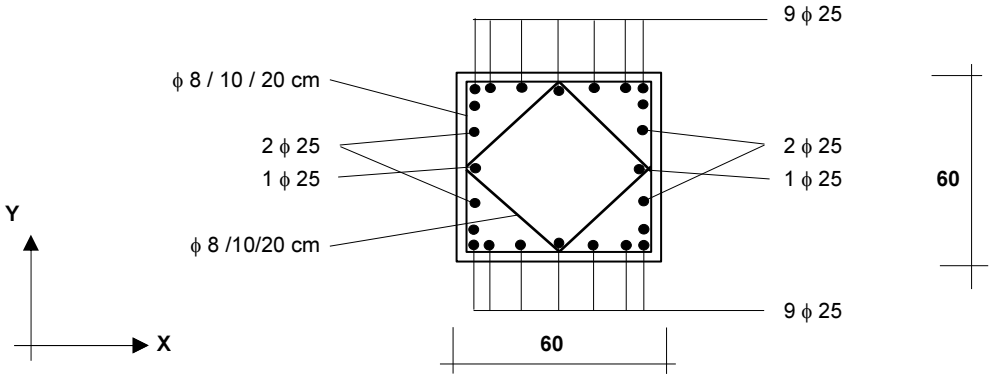
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	448,44	9,90	4,66	14,56	65,30	20,50	91,92	157,21
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	448,44	3,49	4,66	8,15	36,53	20,50	91,92	128,44
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	448,44	9,90	4,66	14,56	65,30	20,50	91,92	157,21
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	448,44	3,49	4,66	8,15	36,53	20,50	91,92	128,44
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	279,37	5,25	4,66	9,91	27,68	25,22	70,45	98,13
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	279,37	3,14	4,66	7,80	21,79	25,22	70,45	92,24
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	279,37	5,25	4,66	9,91	27,68	25,22	70,45	98,13
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	279,37	3,14	4,66	7,80	21,79	25,22	70,45	92,24
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	279,37	23,37	0,00	23,37	65,30	0,00	11,52	76,82
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	279,37	207,43	0,00	207,43	579,50	0,00	102,26	681,76
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	279,37	235,93	0,00	235,93	659,10	0,00	116,31	775,41
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	279,37	73,06	0,00	73,06	204,10	0,00	36,02	240,12
Granična vrijednost	4680,00	←	maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku					

Granična vitkost λ^* =	60,10

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	448,44	128,44	157,21	0,48	17,17
Kombinacija 1 - II slučaj	448,44	128,44	157,21	0,48	17,17
Kombinacija 2 - I slučaj	279,37	92,24	98,13	0,30	10,97
Kombinacija 2 - II slučaj	279,37	92,24	98,13	0,30	10,97
Kombinacija 3 - I slučaj	279,37	681,76	76,82	2,36	85,00
Kombinacija 3 - II slučaj	279,37	240,12	775,41	2,78	**100,01**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	24	117,81
		0,00
ukupno A_s [cm^2] :		117,81



STUP: S7

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA ČETVRTINI VISINE STUPA (H = 0,25 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

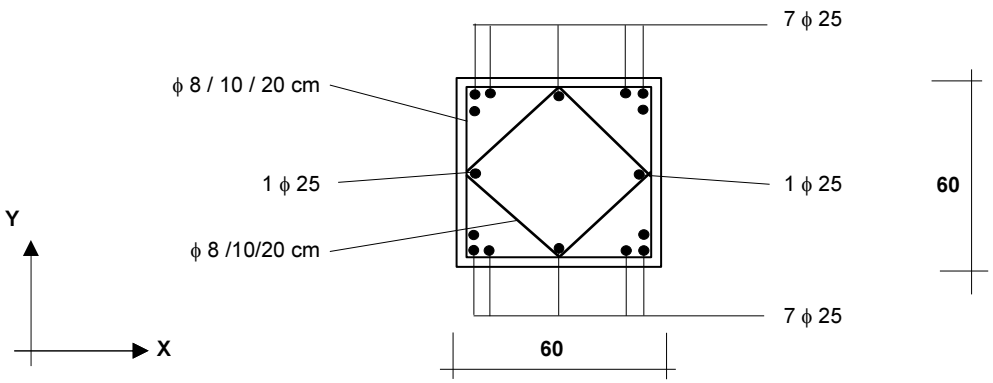
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	420,13	6,71	4,66	11,37	47,77	15,11	63,48	111,25
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	420,13	2,94	4,66	7,60	31,93	15,11	63,48	95,40
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	420,13	6,71	4,66	11,37	47,77	15,11	63,48	111,25
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	420,13	2,94	4,66	7,60	31,93	15,11	63,48	95,40
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	258,40	4,25	4,66	11,37	29,38	13,57	35,07	64,45
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	258,40	2,98	4,66	7,64	19,75	13,57	35,07	54,82
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	258,40	4,25	4,66	11,37	29,38	13,57	35,07	64,45
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	258,40	2,98	4,66	7,64	19,75	13,57	35,07	54,82
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	258,40	18,95	0,00	18,95	48,98	0,00	8,64	57,62
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	258,40	168,20	0,00	168,20	434,63	0,00	76,70	511,32
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	258,40	191,30	0,00	191,30	494,33	0,00	87,23	581,56
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	258,40	59,24	0,00	59,24	153,08	0,00	27,01	180,09
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	62,10

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	420,13	95,40	111,25	0,34	12,20
Kombinacija 1 - II slučaj	420,13	95,40	111,25	0,34	12,20
Kombinacija 2 - I slučaj	258,40	54,82	64,45	0,20	7,23
Kombinacija 2 - II slučaj	258,40	54,82	64,45	0,20	7,23
Kombinacija 3 - I slučaj	258,40	511,32	57,62	1,78	63,91
Kombinacija 3 - II slučaj	258,40	180,09	581,56	1,88	**67,86**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	16	78,54
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	78,54



STUP: S7

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA POLOVICI VISINE STUPA (H = 0,50 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ M_{Ed} = $M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

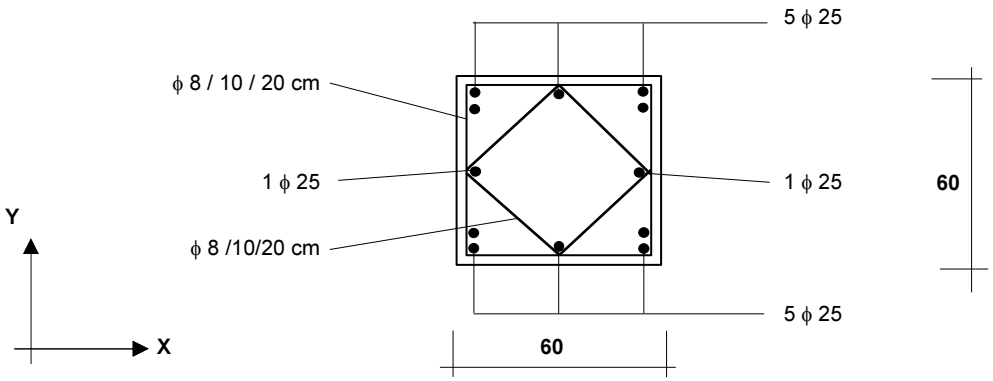
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	391,82	4,24	4,66	8,90	34,87	9,38	36,76	71,63
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	391,82	2,55	4,66	7,21	28,26	9,38	36,76	65,02
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	391,82	4,24	4,66	8,90	34,87	9,38	36,76	71,63
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	391,82	2,55	4,66	7,21	28,26	9,38	36,76	65,02
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	237,43	3,33	4,66	7,99	18,98	8,11	19,27	38,24
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	237,43	2,85	4,66	7,51	17,84	8,11	19,27	37,11
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	237,43	3,33	4,66	7,99	18,98	8,11	19,27	38,24
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	237,43	2,85	4,66	7,51	17,84	8,11	19,27	37,11
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	237,43	13,75	0,00	13,75	32,65	0,00	5,76	38,41
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	237,43	122,04	0,00	122,04	289,75	0,00	51,13	340,88
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	237,43	138,80	0,00	138,80	329,55	0,00	58,16	387,71
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	237,43	42,98	0,00	42,98	102,05	0,00	18,01	120,06
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	64,30

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	391,82	65,02	71,63	0,22	7,88
Kombinacija 1 - II slučaj	391,82	65,02	71,63	0,22	7,88
Kombinacija 2 - I slučaj	237,43	37,11	38,24	0,12	4,30
Kombinacija 2 - II slučaj	237,43	37,11	38,24	0,12	4,30
Kombinacija 3 - I slučaj	237,43	340,88	38,41	1,19	42,71
Kombinacija 3 - II slučaj	237,43	120,06	387,71	1,26	**45,40**
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	36,00
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	12	58,90
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	58,90



STUP: S7

DIMENZIONIRANJE (postupak prema EN 1992-1-1:2004 - 5.8)

PRESJEK NA TRI ČETVRTINE VISINE STUPA (H = 0,75 × L)

OZNAKE : N_{Ed} = računska vertikalna sila M_{Ed_0} = računski moment savijanja

e_1 = ekscentricitet po teoriji I reda , gdje je $e_1 = e_0 + e_a$

e_0 = M_{Ed_0} / N_{Ed}

e_a = ekscentricitet zbog imperfekcija, $e_a = \nu_1 \times L_0 / 2$, $\nu_1 = 1 / (100 \times (L)^{0,5}) \geq 1/200$

M_{0Ed} = računski moment savijanja po teoriji I reda , $M_{0Ed} = N_{Ed} \times e_1$

e_2 = ekscentricitet po teoriji II reda $e_2 = (1/r) \times L_0^2 / c$, $L_0 = \beta \times L$, $c = 10$

$1/r = K \times f_{yd} / (E_s \times 0,45 \times d)$, $K = 1,00$ (na strani sigurnosti) , d = statička visina

M_2 = računski moment savijanja po teoriji II reda , $M_2 = N_{Ed} \times e_2$ $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2$

w = koeficijent armiranja $A_{s1} = \omega \times b \times h$ (potrebna armatura)

(Za stupove kod kojih je vitkost λ manja od $\lambda^* = 15 / [(N_{Ed} / (b \times h \times f_{cd})]^{0,5}$ utjecaji II reda mogu se zanemariti.)

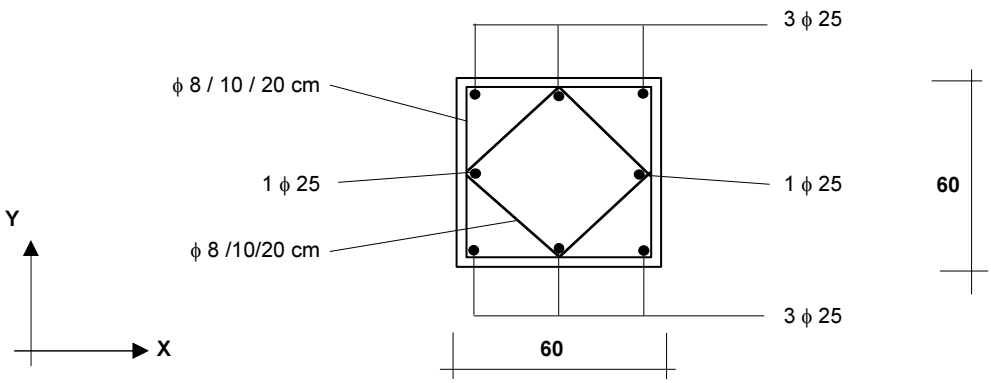
Kombinacije opterećenja i smjer djelovanja	N_{Ed} [kN]	e_0 [cm]	e_a [cm]	e_1 [cm]	M_{0Ed} [kNm]	e_2 [cm]	$M_2 = \Delta M$ [kNm]	M_{Ed} [kNm]
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer X	363,51	2,66	4,66	7,32	26,61	3,77	13,71	40,31
KOMBINACIJA 1 - I slučaj - smjer Y	363,51	2,37	4,66	7,03	25,54	3,77	13,71	39,25
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer X	363,51	2,66	4,66	7,32	26,61	3,77	13,71	40,31
KOMBINACIJA 1 - II slučaj - smjer Y	363,51	2,37	4,66	7,03	25,54	3,77	13,71	39,25
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer X	216,46	2,52	4,66	7,18	15,55	2,85	6,18	21,73
KOMBINACIJA 2 - I slučaj - smjer Y	216,46	2,76	4,66	7,42	16,05	2,85	6,18	22,23
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer X	216,46	2,52	4,66	7,18	15,55	2,85	6,18	21,73
KOMBINACIJA 2 - II slučaj - smjer Y	216,46	2,76	4,66	7,42	16,05	2,85	6,18	22,23
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer X	216,46	7,54	0,00	7,54	16,33	0,00	2,88	19,21
KOMBINACIJA 3 - I slučaj - smjer Y	216,46	66,93	0,00	66,93	144,88	0,00	25,57	170,44
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer X	216,46	76,12	0,00	76,12	164,78	0,00	29,08	193,85
KOMBINACIJA 3 - II slučaj - smjer Y	216,46	23,57	0,00	23,57	51,03	0,00	9,00	60,03
Granična vrijednost	4680,00	← maksimalno dopuštena veličina računske uzdužne sile u presjeku						

Granična vitkost λ^* =	66,76

	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	ω [%]	A_{s1} [cm^2]
Kombinacija 1 - I slučaj	363,51	39,25	40,31	0,12	4,46
Kombinacija 1 - II slučaj	363,51	39,25	40,31	0,12	4,46
Kombinacija 2 - I slučaj	216,46	22,23	21,73	0,07	2,52
Kombinacija 2 - II slučaj	216,46	22,23	21,73	0,07	2,52
Kombinacija 3 - I slučaj	216,46	170,44	19,21	0,59	21,39
Kombinacija 3 - II slučaj	216,46	60,03	193,85	0,63	22,81
minimalno potrebna površina armature u presjeku:				$A_{s,min}$ =	**36,00**
maksimalno dopuštena površina armature u presjeku:				$A_{s,max}$ =	144,00

C30/37	XC1	B500B

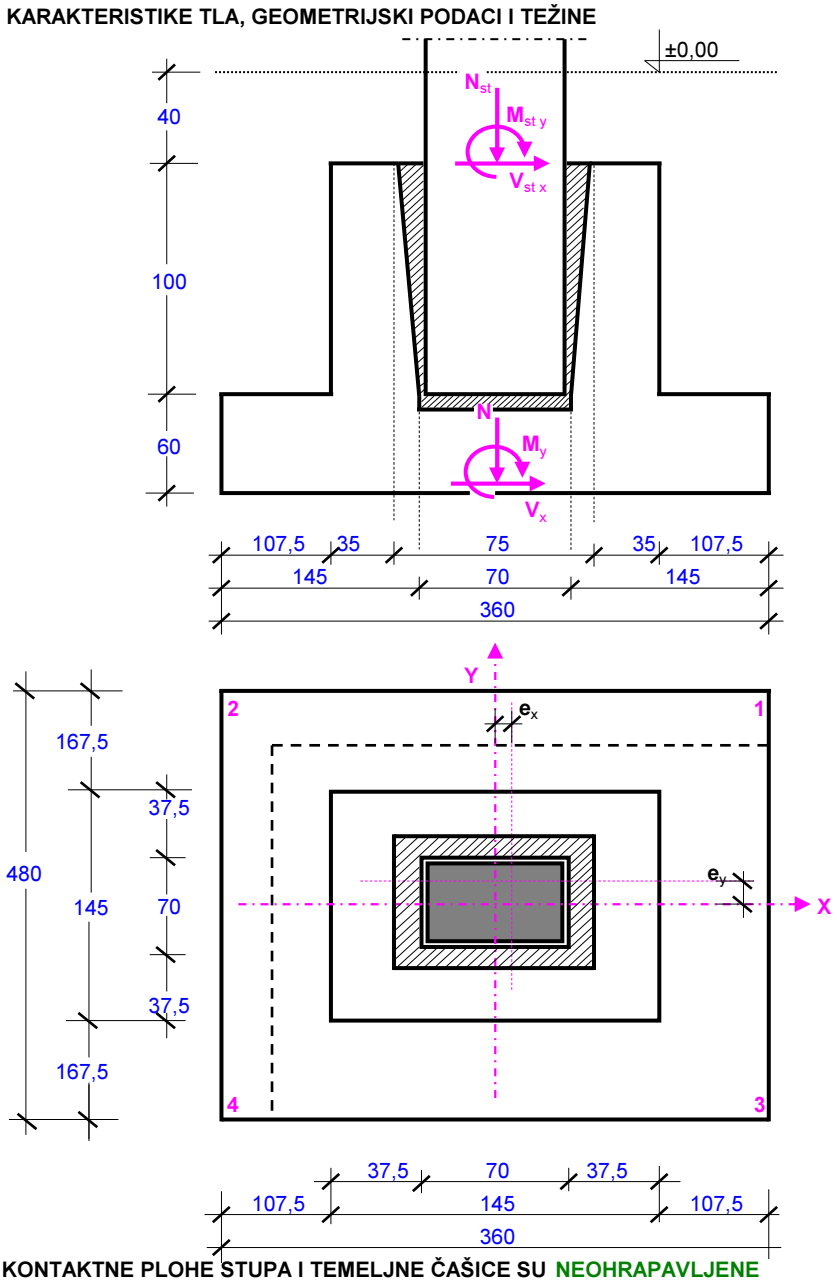
Usvojeno		
Φ	komada	površina
25	8	39,27
		0,00
ukupno	A_s [cm^2] :	39,27



POZ. T1 PODACI BUŠOTINE G2

B / H / D = 360 / 480 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



Geotehnički elaborat: **DA**

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
18,40	17,70	8,80

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	360	cm
L =	480	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	35	cm
s_{dno} =	37,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	17,28	m^2
W_x =	13,824	m^3
W_y =	10,368	m^3

Težine:

temelj =	299,51	kN
nasip =	416,96	kN
Σ =	716,48	kN

KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	374,98	130,56	9,20	107,66	0,00	1091,46	145,28	9,20	107,66	0,00
povremeno	598,20	413,40	71,10	9,20	3,00	598,20	527,16	71,10	14,00	3,00
vjetar 1 (u smjeru Y)		376,84	50,40	176,94	1,10		457,48	50,40	178,70	1,10
vjetar 2 (u smjeru X)	376,84	50,40	176,94	1,10			457,48	50,40	178,70	1,10
potres 1 (u smjeru Y)	764,10	112,30	124,70	19,60			943,78	112,30	156,06	19,60
potres 2 (u smjeru X)	250,50	41,90	628,80	89,20			317,54	41,90	771,52	89,20

POZ. T1 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1403,52	194,67	1361,62	6,15	424,55
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		1403,52	194,67	1361,62	6,15	424,55
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		374,98	121,50	894,66	19,60	232,36
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		374,98	51,10	381,06	89,20	736,46
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		2370,77	101,82	1673,09	6,15	434,39	101,82	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		2370,77	101,82	1673,09	6,15	434,39	6,15	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		1091,46	121,50	1089,06	19,60	263,72	121,50	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		1091,46	51,10	462,82	89,20	879,18	89,20	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		1673,09	2357,55			1,41	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				434,39	1768,16	4,07	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		1089,06	2357,55			2,16	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				879,18	1768,16	2,01	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T1 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,106	0,183	0,706	0,024	3,23	3,39	10,96
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,106	0,183	0,706	0,024	3,23	3,39	10,96
slučajna kombinacija - potres **1**			0,242	0,998	0,048	3,12	2,80	8,74
slučajna kombinacija - potres **2**			0,806	0,424	0,058	1,99	3,95	7,86

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	36,80	14,32	7,04

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
	X	Y		X	Y	
N_c	10,56	10,56		10,56	10,56	
b_c	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c	1,32	1,36		1,17	1,31	
i_c	1,00	0,92		0,85	0,81	
N_q	3,70	3,70		3,70	3,70	
b_q	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q	1,24	1,26		1,12	1,22	
i_q	1,00	0,94		0,89	0,86	
N_γ	1,38	1,38		1,38	1,38	
b_γ	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ	0,71	0,69		0,85	0,73	
i_γ	0,99	0,91		0,83	0,79	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):	3227,39	3083,23		1788,27	2124,46	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):	294,55	281,39		227,51	243,06	
Računski otpor tla R_d (kN):	3227,39	3083,23		1788,27	2124,46	
Računsko opterećenje N_d (kN):	2370,77	2370,77		1091,46	1091,46	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):	73,5	76,9		61,0	51,4	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):	**294,5**	**281,4**		**227,5**	**243,1**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
	X	Y		X	Y	
H_d (kN):	6,15	101,82		89,20	121,50	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):	605,29	605,29		278,66	278,66	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):	98,4	5,9		3,1	2,3	

POZ. T1 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m²)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		300,12	300,12			167,38	181,44	
σ_2		216,33	216,33			116,51	11,85	
σ_3		58,07	58,07			9,82	114,48	
σ_4		-25,73	-25,73			-41,05	-55,11	
$\sigma_0 = N_d / A'$		216,37	216,37			124,87	138,86	
q_d		281,4	294,5			243,1	227,5	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

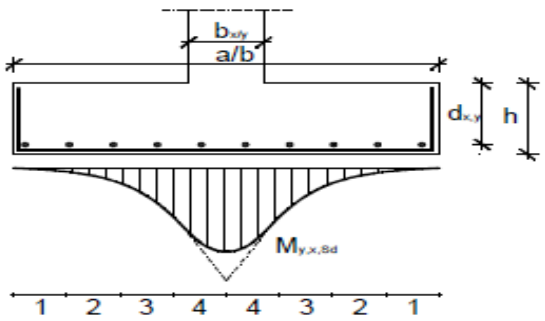
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m²)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	258,22	29,03	179,09	108,16	0,00	-12,86	0,00	-12,86
trajna i prolazna opterećenja 2	258,22	29,03	179,09	108,16	0,00	-12,86	0,00	-12,86
slučajna opterećenja - potres 1	141,94	4,91	88,60	58,25	0,00	-20,53	0,00	-20,53
slučajna opterećenja - potres 2	96,64	57,24	147,96	5,92	0,00	-27,56	0,00	-27,56

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	1413,38	932,69
trajna i prolazna opterećenja 2	1413,38	932,69
slučajna opterećenja - potres 1	766,41	465,53
slučajna opterećenja - potres 2	573,04	698,03

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	-69,04	-60,24
trajna i prolazna opterećenja 2	-69,04	-60,24
slučajna opterećenja - potres 1	-110,16	-96,12
slučajna opterećenja - potres 2	-147,88	-129,05



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,60 m

širina trake u smjeru Y: 0,45 m

POZ. T1 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

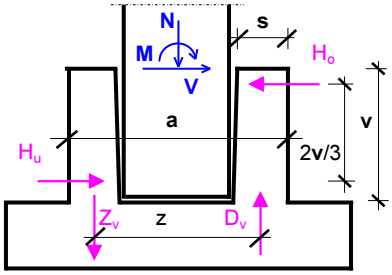
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	62,02	26,53	40,52	34,89	2,89	2,89	2,56	2,56
trajna i prolazna opterećenja 2	62,02	26,53	40,52	34,89	2,89	2,89	2,56	2,56
slučajna opterećenja - potres 1	32,91	26,53	20,01	34,89	4,63	4,63	4,09	4,09
slučajna opterećenja - potres 2	24,47	26,53	30,17	34,89	6,23	6,23	5,49	5,49

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,60 m				širina trake: 0,45 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,84	4,05	5,67	7,70	4,34	6,20	8,68	11,78
gornja zona	(cm²)	5,49				6,23			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	1 Φ12	3 Φ12	1 Φ12	3 Φ12	5 Φ12	8 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	4,71	4,71	5,84	8,10	4,66	6,93	9,19	12,58
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica

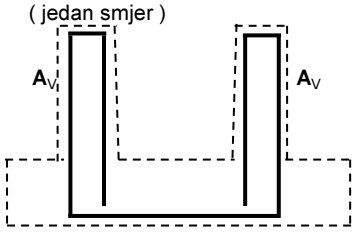


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

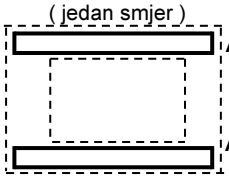
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	736,46	1361,62
V_{Ed} (kN):	89,20	194,67
H_o (kN):	1216,19	2285,76
H_u (kN):	1126,99	2091,09
Z_v (kN):	1186,52	2230,01
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	13,99	26,29
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	12,96	24,05
$A_{V,\,req}$ (cm²):	27,29	51,29

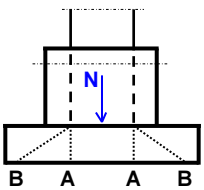
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 5	$A_{H\,o}$ / 2 31,42
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 25,13

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 9	A_V 56,55

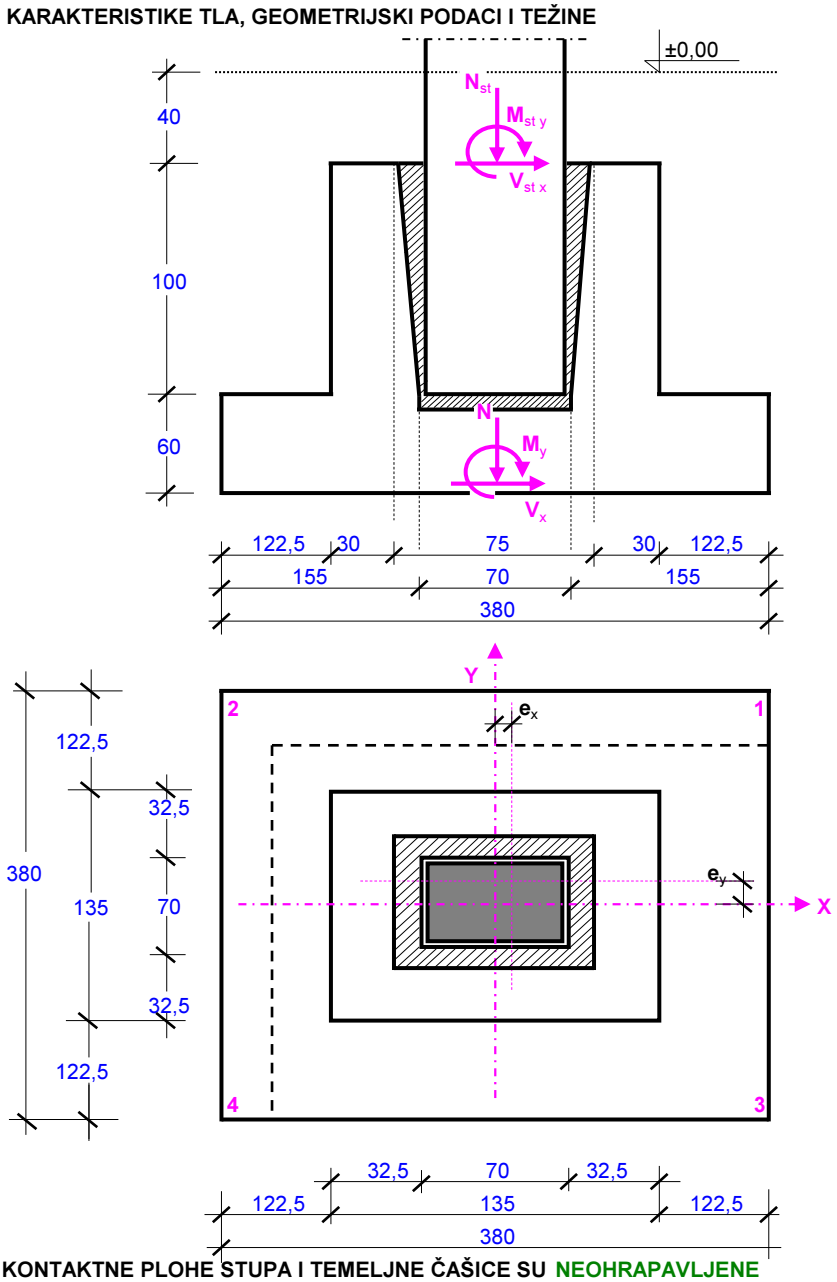
Kontrola temeljne stope na probijanje



	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	1403,52	240,00	54,88	1,066	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	1256,44	929,58	54,88	0,283	0,352	zadovoljava	ne treba

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 380 / 380 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



Geotehnički elaborat: **DA**

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,50	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	380	cm
L =	380	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	14,44	m^2
W_x =	9,145	m^3
W_y =	9,145	m^3

Težine:

temelj =	249,91	kN
nasip =	346,74	kN
Σ =	596,65	kN

KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	170,48	55,12	5,00	41,02	0,00	767,13	63,12	5,00	41,02	0,00
povremeno	371,02	230,00	60,50	7,60	2,20	371,02	326,80	60,50	11,12	2,20
vjetar 1 (u smjeru Y)		161,57	21,60	114,27	12,60		196,13	21,60	134,43	12,60
vjetar 2 (u smjeru X)		161,57	21,60	114,27	12,60		196,13	21,60	134,43	12,60
potres 1 (u smjeru Y)		460,30	71,90	123,30	18,60		575,34	71,90	153,06	18,60
potres 2 (u smjeru X)		148,10	25,10	628,30	89,20		188,26	25,10	771,02	89,20

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 380 / 380 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		786,68	129,90	661,76	22,20	238,17
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		786,68	129,90	661,76	22,20	238,17
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		170,48	76,90	515,42	18,60	164,32
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		170,48	30,10	203,22	89,20	669,32
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1592,16	46,65	869,60	22,20	273,69	46,65	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1592,16	46,65	869,60	22,20	273,69	22,20	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		767,13	76,90	638,46	18,60	194,08	76,90	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		767,13	30,10	251,38	89,20	812,04	89,20	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		869,60	1311,80			1,51	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				273,69	1311,80	4,79	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		638,46	1311,80			2,05	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				812,04	1311,80	1,62	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 380 / 380 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,107	0,172	0,546	0,023	3,46	2,71	9,36
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,107	0,172	0,546	0,023	3,46	2,71	9,36
slučajna kombinacija - potres **1**			0,253	0,832	0,052	3,29	2,14	7,03
slučajna kombinacija - potres **2**			1,059	0,328	0,085	1,68	3,14	5,29

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	6,82	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
		X	Y		X	Y	
N_c		7,09	7,09		7,09	7,09	
b_c		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c		1,33	1,20		1,14	1,17	
i_c		0,98	0,95		0,82	0,87	
N_q		1,85	1,85		1,85	1,85	
b_q		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q		1,15	1,09		1,06	1,08	
i_q		0,99	0,98		0,92	0,94	
N_γ		0,20	0,20		0,20	0,20	
b_γ		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ		0,62	0,76		0,84	0,81	
i_γ		0,98	0,96		0,87	0,91	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		2680,30	2400,75		1139,53	1631,08	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		286,41	256,54		215,32	231,88	
Računski otpor tla R_d (kN):		2680,30	2400,75		1139,53	1631,08	
Računsko opterećenje N_d (kN):		1592,16	1592,16		767,13	767,13	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		59,4	66,3		67,3	47,0	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**286,4**	**256,5**		**215,3**	**231,9**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y		X	Y	
H_d (kN):		22,20	46,65		89,20	76,90	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		190,36	190,36		91,72	91,72	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		8,6	4,1		1,0	1,2	

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 380 / 380 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		235,27	235,27			144,16	169,41	
σ_2		175,42	175,42			101,72	-8,18	
σ_3		45,10	45,10			4,53	114,43	
σ_4		-14,75	-14,75			-37,91	-63,15	
$\sigma_0 = N_d / A'$		170,14	170,14			109,06	144,96	
q_d		256,5	286,4			231,9	215,3	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

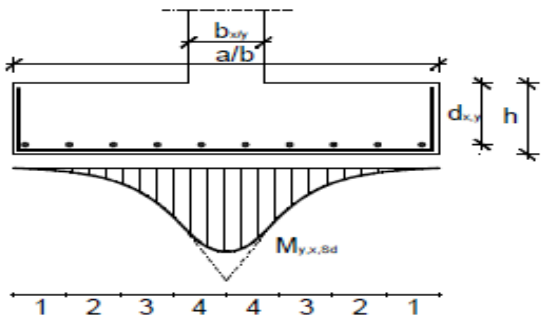
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	205,35	22,55	140,19	87,71	0,00	-7,38	0,00	-7,38
trajna i prolazna opterećenja 2	205,35	22,55	140,19	87,71	0,00	-7,38	0,00	-7,38
slučajna opterećenja - potres 1	122,94	2,27	74,35	50,86	0,00	-18,95	0,00	-18,95
slučajna opterećenja - potres 2	84,70	57,22	141,92	0,00	-4,09	-31,58	0,00	-35,67

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	806,19	600,84
trajna i prolazna opterećenja 2	806,19	600,84
slučajna opterećenja - potres 1	474,81	321,68
slučajna opterećenja - potres 2	365,98	546,29

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	-28,40	-28,40
trajna i prolazna opterećenja 2	-28,40	-28,40
slučajna opterećenja - potres 1	-72,96	-72,96
slučajna opterećenja - potres 2	-124,41	-137,29



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,48 m

širina trake u smjeru Y: 0,48 m

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 380 / 380 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

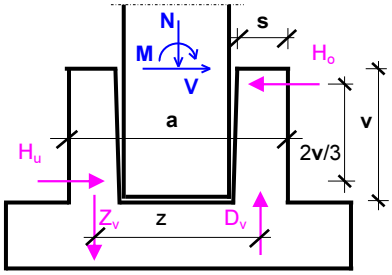
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	34,62	28,00	26,01	27,62	1,19	1,19	1,20	1,20
trajna i prolazna opterećenja 2	34,62	28,00	26,01	27,62	1,19	1,19	1,20	1,20
slučajna opterećenja - potres 1	20,21	28,00	13,81	27,62	3,06	3,06	3,10	3,10
slučajna opterećenja - potres 2	15,52	28,00	23,61	27,62	5,23	5,23	5,85	5,85

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,48 m				širina trake: 0,48 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	1,82	2,60	3,64	4,94	2,42	3,46	4,85	6,58
gornja zona	(cm²)	5,85				5,23			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	----	2 Φ12	----	----	1 Φ12	3 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	3,73	3,73	3,73	5,99	3,73	3,73	4,86	7,12
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica

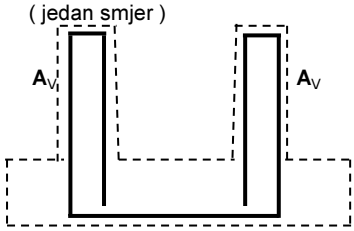


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

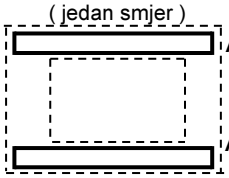
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	669,32	661,76
V_{Ed} (kN):	89,20	129,90
H_o (kN):	1115,48	1155,01
H_u (kN):	1026,28	1025,11
Z_v (kN):	1144,08	1184,63
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	12,83	13,28
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	11,80	11,79
$A_{V,\,req}$ (cm²):	26,31	27,25

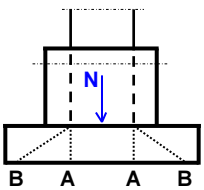
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 7	A_V 28,15

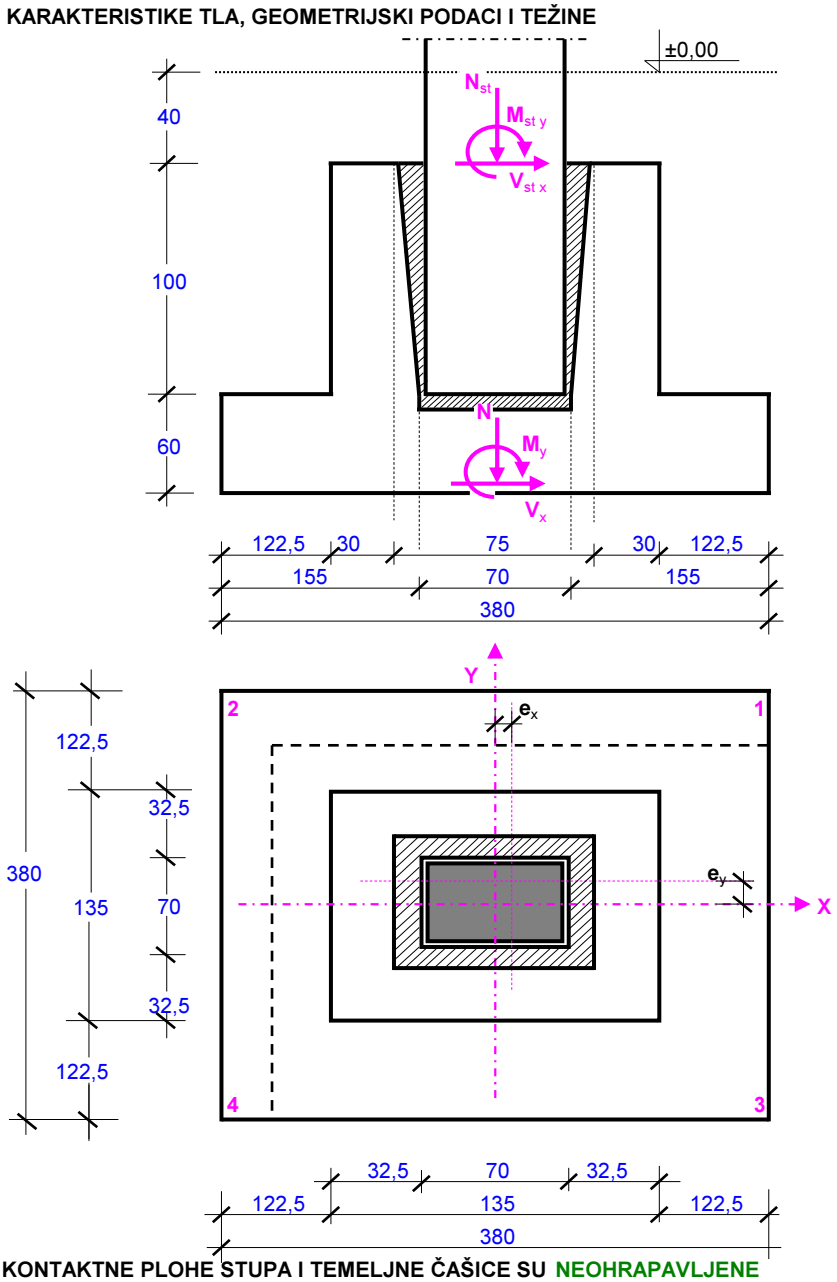
Kontrola temeljne stope na probijanje



točka A	N_{Ed} (kN)	u_0 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,A}$ (N/mm²)	$v_{Rd,max}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	786,68	240,00	54,88	0,597	4,500	zadovoljava	
točka B	N_{Ed}-ΔN_{Ed} (kN)	u_1 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,B}$ (N/mm²)	$v_{Rd,c}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	A_{proboj} (cm²)
	706,66	929,58	54,88	0,159	0,315	zadovoljava	ne treba

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 380 / 380 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
18,40	17,70	8,80

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	380	cm
L =	380	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	14,44	m^2
W_x =	9,145	m^3
W_y =	9,145	m^3

Težine:

temelj =	249,91	kN
nasip =	346,74	kN
Σ =	596,65	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	170,48	55,12	5,00	41,02	0,00	767,13	63,12	5,00	41,02	0,00
povremeno	371,02	230,00	60,50	7,60	2,20	371,02	326,80	60,50	11,12	2,20
vjetar 1 (u smjeru Y)		161,57	21,60	114,27	12,60		196,13	21,60	134,43	12,60
vjetar 2 (u smjeru X)		161,57	21,60	114,27	12,60		196,13	21,60	134,43	12,60
potres 1 (u smjeru Y)		460,30	71,90	123,30	18,60		575,34	71,90	153,06	18,60
potres 2 (u smjeru X)		148,10	25,10	628,30	89,20		188,26	25,10	771,02	89,20

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 380 / 380 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća (c_u)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća (q_u)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		786,68	129,90	661,76	22,20	238,17
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		786,68	129,90	661,76	22,20	238,17
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		170,48	76,90	515,42	18,60	164,32
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		170,48	30,10	203,22	89,20	669,32
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1592,16	46,65	869,60	22,20	273,69	46,65	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1592,16	46,65	869,60	22,20	273,69	22,20	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		767,13	76,90	638,46	18,60	194,08	76,90	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		767,13	30,10	251,38	89,20	812,04	89,20	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		869,60	1311,80			1,51	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				273,69	1311,80	4,79	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		638,46	1311,80			2,05	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				812,04	1311,80	1,62	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 380 / 380 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \leq 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \leq 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,107	0,172	0,546	0,023	3,46	2,71	9,36
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,107	0,172	0,546	0,023	3,46	2,71	9,36
slučajna kombinacija - potres **1**			0,253	0,832	0,052	3,29	2,14	7,03
slučajna kombinacija - potres **2**			1,059	0,328	0,085	1,68	3,14	5,29

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	36,80	14,32	7,04

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
		X	Y		X	Y	
N_c		10,56	10,56		10,56	10,56	
b_c		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c		1,43	1,27		1,18	1,22	
i_c		0,98	0,95		0,79	0,83	
N_q		3,70	3,70		3,70	3,70	
b_q		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q		1,32	1,19		1,13	1,16	
i_q		0,98	0,96		0,84	0,87	
N_γ		1,38	1,38		1,38	1,38	
b_γ		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ		0,62	0,76		0,84	0,81	
i_γ		0,97	0,94		0,76	0,80	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		2864,87	2523,64		1125,35	1622,64	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		306,14	269,67		212,64	230,68	
Računski otpor tla R_d (kN):		2864,87	2523,64		1125,35	1622,64	
Računsko opterećenje N_d (kN):		1592,16	1592,16		767,13	767,13	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		55,6	63,1		68,2	47,3	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**306,1**	**269,7**		**212,6**	**230,7**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y		X	Y	
H_d (kN):		22,20	46,65		89,20	76,90	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		406,50	406,50		195,86	195,86	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		18,3	8,7		2,2	2,5	

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 380 / 380 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		235,27	235,27			144,16	169,41	
σ_2		175,42	175,42			101,72	-8,18	
σ_3		45,10	45,10			4,53	114,43	
σ_4		-14,75	-14,75			-37,91	-63,15	
$\sigma_0 = N_d / A'$		170,14	170,14			109,06	144,96	
q_d		269,7	306,1			230,7	212,6	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

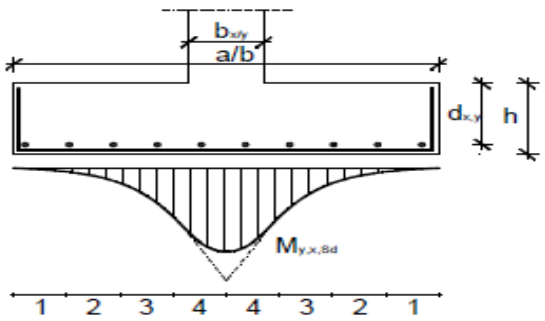
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	205,35	22,55	140,19	87,71	0,00	-7,38	0,00	-7,38
trajna i prolazna opterećenja 2	205,35	22,55	140,19	87,71	0,00	-7,38	0,00	-7,38
slučajna opterećenja - potres 1	122,94	2,27	74,35	50,86	0,00	-18,95	0,00	-18,95
slučajna opterećenja - potres 2	84,70	57,22	141,92	0,00	-4,09	-31,58	0,00	-35,67

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	806,19	600,84
trajna i prolazna opterećenja 2	806,19	600,84
slučajna opterećenja - potres 1	474,81	321,68
slučajna opterećenja - potres 2	365,98	546,29

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	-28,40	-28,40
trajna i prolazna opterećenja 2	-28,40	-28,40
slučajna opterećenja - potres 1	-72,96	-72,96
slučajna opterećenja - potres 2	-124,41	-137,29



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,48 m

širina trake u smjeru Y: 0,48 m

POZ. T2 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 380 / 380 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

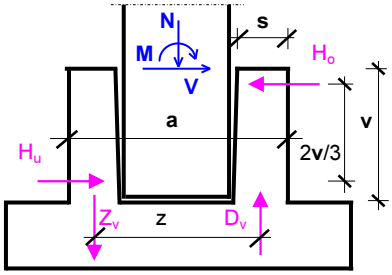
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	34,62	28,00	26,01	27,62	1,19	1,19	1,20	1,20
trajna i prolazna opterećenja 2	34,62	28,00	26,01	27,62	1,19	1,19	1,20	1,20
slučajna opterećenja - potres 1	20,21	28,00	13,81	27,62	3,06	3,06	3,10	3,10
slučajna opterećenja - potres 2	15,52	28,00	23,61	27,62	5,23	5,23	5,85	5,85

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,48 m				širina trake: 0,48 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	1,82	2,60	3,64	4,94	2,42	3,46	4,85	6,58
gornja zona	(cm²)	5,85				5,23			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	----	2 Φ12	----	----	1 Φ12	3 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	3,73	3,73	3,73	5,99	3,73	3,73	4,86	7,12
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica

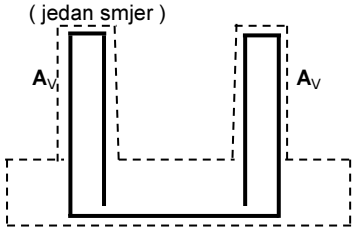


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

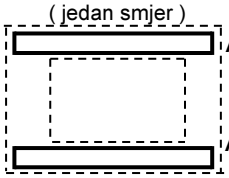
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	669,32	661,76
V_{Ed} (kN):	89,20	129,90
H_o (kN):	1115,48	1155,01
H_u (kN):	1026,28	1025,11
Z_v (kN):	1144,08	1184,63
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	12,83	13,28
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	11,80	11,79
$A_{V,\,req}$ (cm²):	26,31	27,25

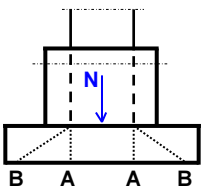
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 7	A_V 28,15

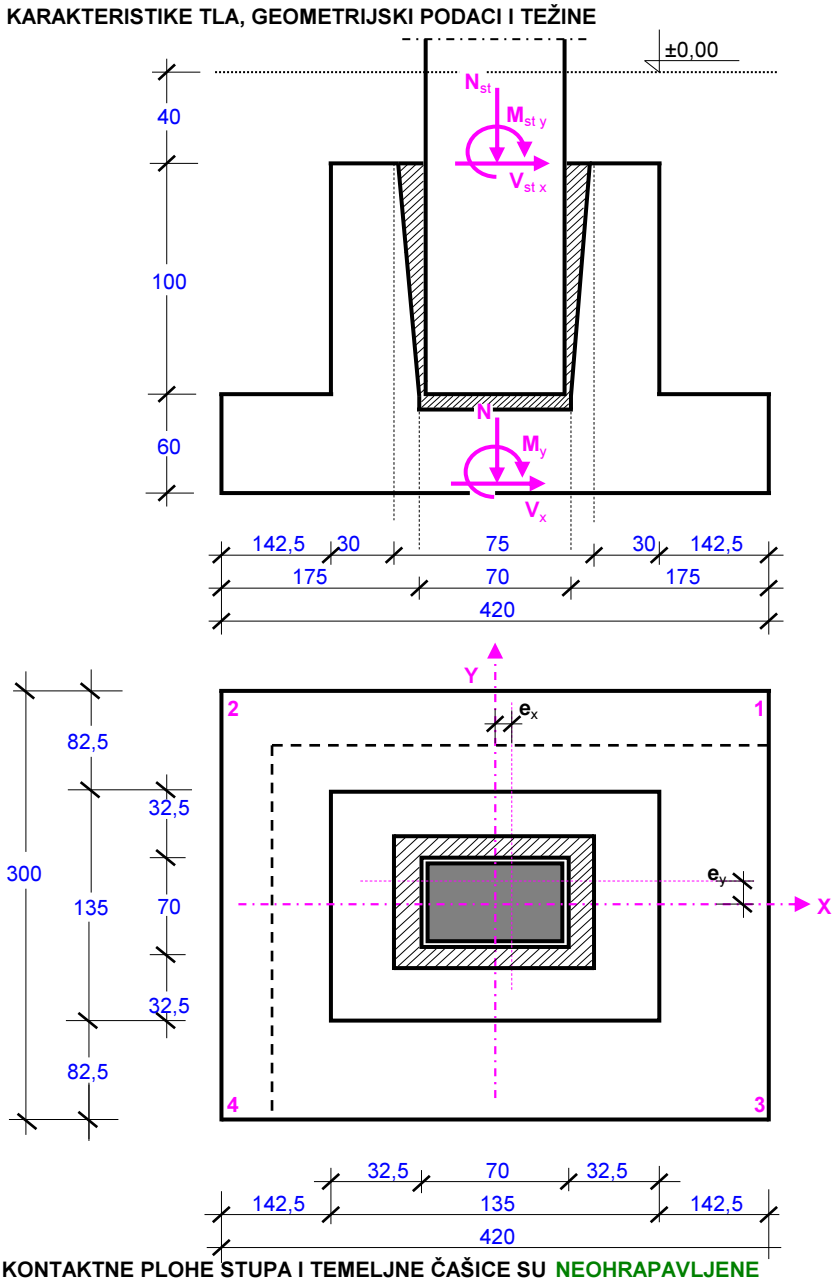
Kontrola temeljne stope na probijanje



točka A	N_{Ed} (kN)	u_0 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,A}$ (N/mm²)	$v_{Rd,max}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	786,68	240,00	54,88	0,597	4,500	zadovoljava	
točka B	N_{Ed}-ΔN_{Ed} (kN)	u_1 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,B}$ (N/mm²)	$v_{Rd,c}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	A_{proboj} (cm²)
	706,66	929,58	54,88	0,159	0,315	zadovoljava	ne treba

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 300 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,50	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	420	cm
L =	300	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	12,60	m^2
W_x =	6,300	m^3
W_y =	8,820	m^3

Težine:

temelj =	222,31	kN
nasip =	297,80	kN
Σ =	520,11	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	150,87	41,87	0,00	41,87	0,00	670,98	41,87	0,00	41,87	0,00
povremeno	46,78	165,70	18,10	0,00	0,00	46,78	194,66	18,10	0,00	0,00
vjetar 1 (u smjeru Y)		47,68	3,80	88,28	32,00		53,76	3,80	139,48	32,00
vjetar 2 (u smjeru X)		47,68	3,80	88,28	32,00		53,76	3,80	139,48	32,00
potres 1 (u smjeru Y)		373,60	51,60	50,30	6,60		456,16	51,60	60,86	6,60
potres 2 (u smjeru X)		113,40	15,60	638,20	79,80		138,36	15,60	765,88	79,80

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 300 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		273,84	32,85	376,59	48,00	188,94
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		273,84	32,85	376,59	48,00	188,94
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		150,87	51,60	415,47	6,60	92,17
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		150,87	15,60	155,27	79,80	680,07
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		975,99	5,70	429,15	48,00	265,74	5,70	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		975,99	5,70	429,15	48,00	265,74	48,00	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		670,98	51,60	498,03	6,60	102,73	51,60	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		670,98	15,60	180,23	79,80	807,75	79,80	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		429,15	905,82			2,11	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				265,74	1268,15	4,77	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		498,03	905,82			1,82	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				807,75	1268,15	1,57	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 300 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,133	0,272	0,440	0,026	3,66	2,12	7,75
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,133	0,272	0,440	0,026	3,66	2,12	7,75
slučajna kombinacija - potres **1**			0,153	0,742	0,063	3,89	1,52	5,90
slučajna kombinacija - potres **2**			1,204	0,269	0,090	1,79	2,46	4,41

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	6,82	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
	X	Y		X	Y	
N_c	7,09	7,09		7,09	7,09	
b_c	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c	1,45	1,15		1,19	1,10	
i_c	0,94	0,99		0,82	0,89	
N_q	1,85	1,85		1,85	1,85	
b_q	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q	1,20	1,07		1,09	1,05	
i_q	0,97	1,00		0,92	0,95	
N_γ	0,20	0,20		0,20	0,20	
b_γ	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ	0,48	0,83		0,78	0,88	
i_γ	0,95	0,99		0,87	0,92	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):	2303,37	1975,85		984,36	1322,87	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):	297,15	254,89		223,00	224,17	
Računski otpor tla R_d (kN):	2303,37	1975,85		984,36	1322,87	
Računsko opterećenje N_d (kN):	975,99	975,99		670,98	670,98	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):	42,4	49,4		68,2	50,7	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):	**297,1**	**254,9**		**223,0**	**224,2**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
	X	Y		X	Y	
H_d (kN):	48,00	5,70		79,80	51,60	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):	116,69	116,69		80,22	80,22	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):	2,4	20,5		1,0	1,6	

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 300 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m²)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		175,71	175,71			143,95	173,44	
σ_2		115,45	115,45			120,66	-9,72	
σ_3		39,47	39,47			-14,15	116,23	
σ_4		-20,79	-20,79			-37,45	-66,94	
$\sigma_0 = N_d / A'$		125,91	125,91			113,70	152,01	
q_d		254,9	297,1			224,2	223,0	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

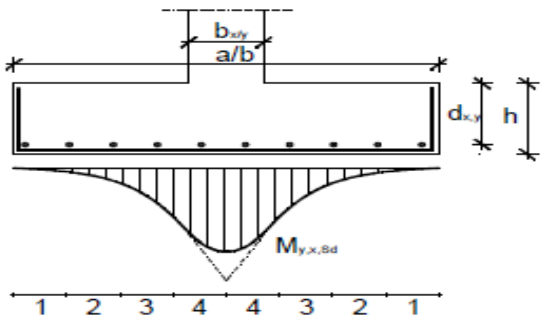
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m²)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	145,58	19,73	107,59	57,72	0,00	-10,39	0,00	-10,39
trajna i prolazna opterećenja 2	145,58	19,73	107,59	57,72	0,00	-10,39	0,00	-10,39
slučajna opterećenja - potres 1	132,30	0,00	71,98	60,33	0,00	-25,80	-7,08	-18,72
slučajna opterećenja - potres 2	86,72	58,11	144,83	0,00	-4,86	-33,47	0,00	-38,33

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	419,43	377,27
trajna i prolazna opterećenja 2	419,43	377,27
slučajna opterećenja - potres 1	371,84	264,41
slučajna opterećenja - potres 2	273,99	464,84

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	-29,21	-33,36
trajna i prolazna opterećenja 2	-29,21	-33,36
slučajna opterećenja - potres 1	-72,51	-64,01
slučajna opterećenja - potres 2	-96,59	-123,02



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,38 m

širina trake u smjeru Y: 0,53 m

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 300 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

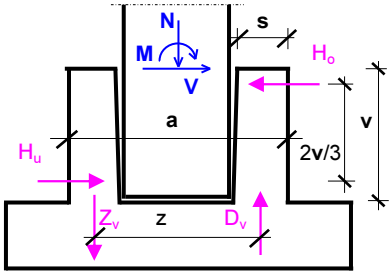
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	17,79	30,95	16,28	21,81	1,22	1,22	1,41	1,41
trajna i prolazna opterećenja 2	17,79	30,95	16,28	21,81	1,22	1,22	1,41	1,41
slučajna opterećenja - potres 1	15,74	30,95	11,35	21,81	3,04	3,04	2,72	2,72
slučajna opterećenja - potres 2	11,58	30,95	20,12	21,81	4,05	4,05	5,25	5,25

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,38 m				širina trake: 0,53 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	1,41	2,01	2,82	3,82	1,25	1,78	2,49	3,38
gornja zona	(cm²)	5,25				4,05			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	---	---	---	1 Φ12	---	---	---	---
Donja zona - ukupno (cm²)	2,94	2,94	2,94	4,07	4,12	4,12	4,12	4,12
Gornja zona - šipke	---				---			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica

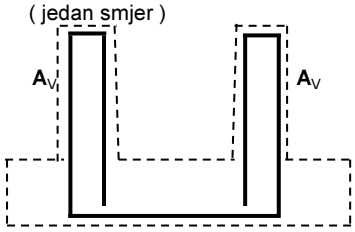


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

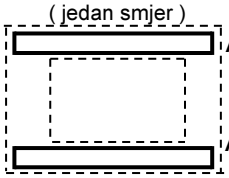
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	680,07	415,47
V_{Ed} (kN):	79,80	51,60
H_o (kN):	1119,85	687,70
H_u (kN):	1040,05	636,10
Z_v (kN):	1148,56	705,33
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	12,88	7,91
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	11,96	7,32
$A_{V,\,req}$ (cm²):	26,42	16,22

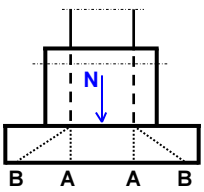
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,o}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08
donja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,u}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna	profil dvorezne vilice		komada	A_V
armatura	Φ	16	7	28,15

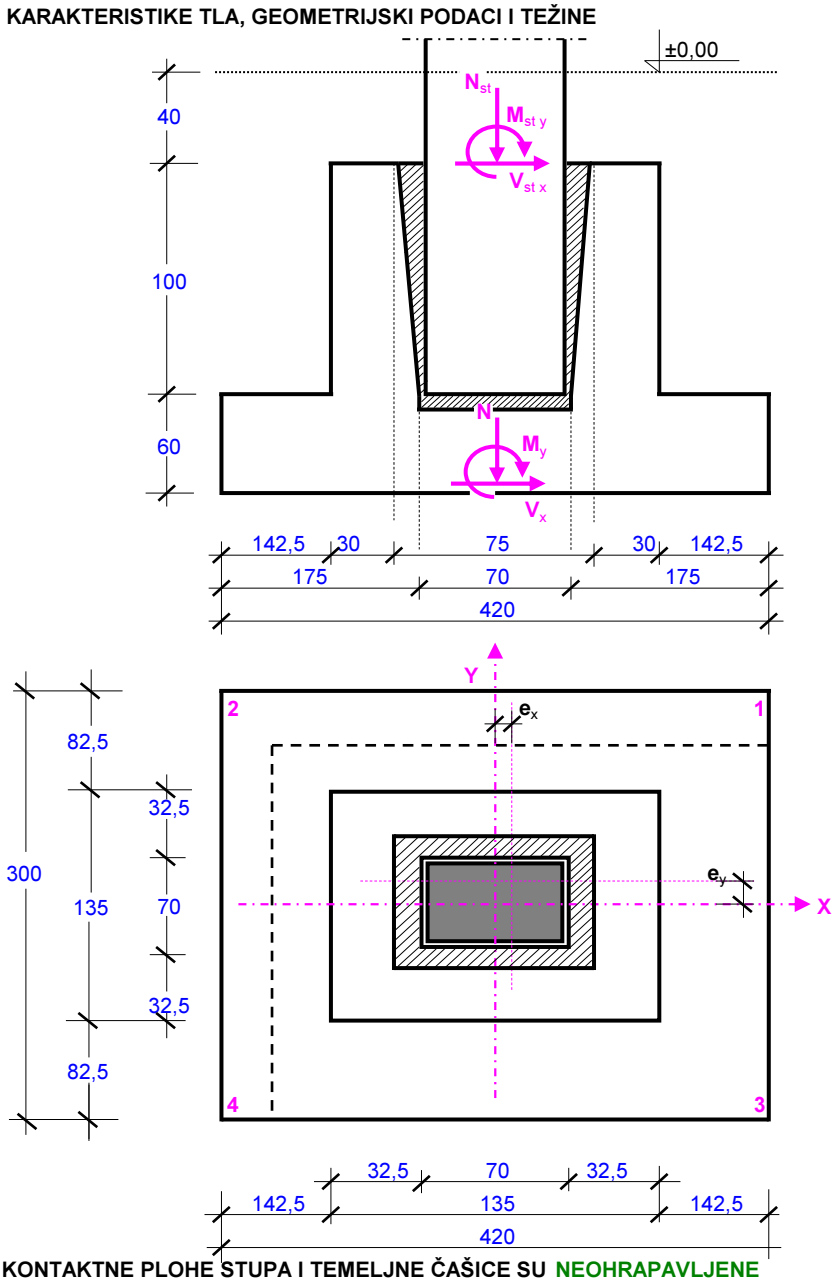
Kontrola temeljne stope na probijanje



	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	273,84	240,00	54,88	0,208	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	192,69	929,58	54,88	0,043	0,303	zadovoljava	ne treba

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 300 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
18,40	17,70	8,80

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	420	cm
L =	300	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	12,60	m^2
W_x =	6,300	m^3
W_y =	8,820	m^3

Težine:

temelj =	222,31	kN
nasip =	297,80	kN
Σ =	520,11	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	150,87	41,87	0,00	41,87	0,00	670,98	41,87	0,00	41,87	0,00
povremeno	46,78	165,70	18,10	0,00	0,00	46,78	194,66	18,10	0,00	0,00
vjetar 1 (u smjeru Y)		47,68	3,80	88,28	32,00		53,76	3,80	139,48	32,00
vjetar 2 (u smjeru X)		47,68	3,80	88,28	32,00		53,76	3,80	139,48	32,00
potres 1 (u smjeru Y)		373,60	51,60	50,30	6,60		456,16	51,60	60,86	6,60
potres 2 (u smjeru X)		113,40	15,60	638,20	79,80		138,36	15,60	765,88	79,80

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 300 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća (c_u)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća (q_u)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		273,84	32,85	376,59	48,00	188,94
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		273,84	32,85	376,59	48,00	188,94
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		150,87	51,60	415,47	6,60	92,17
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		150,87	15,60	155,27	79,80	680,07
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		975,99	5,70	429,15	48,00	265,74	5,70	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		975,99	5,70	429,15	48,00	265,74	48,00	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		670,98	51,60	498,03	6,60	102,73	51,60	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		670,98	15,60	180,23	79,80	807,75	79,80	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		429,15	905,82			2,11	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				265,74	1268,15	4,77	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		498,03	905,82			1,82	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				807,75	1268,15	1,57	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 300 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \leq 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \leq 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,133	0,272	0,440	0,026	3,66	2,12	7,75
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,133	0,272	0,440	0,026	3,66	2,12	7,75
slučajna kombinacija - potres **1**			0,153	0,742	0,063	3,89	1,52	5,90
slučajna kombinacija - potres **2**			1,204	0,269	0,090	1,79	2,46	4,41

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	36,80	14,32	7,04

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
		X	Y		X	Y	
N_c		10,56	10,56		10,56	10,56	
b_c		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c		1,58	1,20		1,25	1,13	
i_c		0,92	0,99		0,79	0,86	
N_q		3,70	3,70		3,70	3,70	
b_q		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q		1,43	1,14		1,18	1,10	
i_q		0,95	0,99		0,85	0,90	
N_γ		1,38	1,38		1,38	1,38	
b_γ		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ		0,48	0,83		0,78	0,88	
i_γ		0,91	0,99		0,76	0,84	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		2423,57	2048,42		981,48	1298,29	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		312,65	264,26		222,35	220,01	
Računski otpor tla R_d (kN):		2423,57	2048,42		981,48	1298,29	
Računsko opterećenje N_d (kN):		975,99	975,99		670,98	670,98	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		40,3	47,6		68,4	51,7	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**312,7**	**264,3**		**222,3**	**220,0**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y		X	Y	
H_d (kN):		48,00	5,70		79,80	51,60	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		249,18	249,18		171,31	171,31	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		5,2	43,7		2,1	3,3	

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 300 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m²)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		175,71	175,71			143,95	173,44	
σ_2		115,45	115,45			120,66	-9,72	
σ_3		39,47	39,47			-14,15	116,23	
σ_4		-20,79	-20,79			-37,45	-66,94	
$\sigma_0 = N_d / A'$		125,91	125,91			113,70	152,01	
q_d		264,3	312,7			220,0	222,3	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

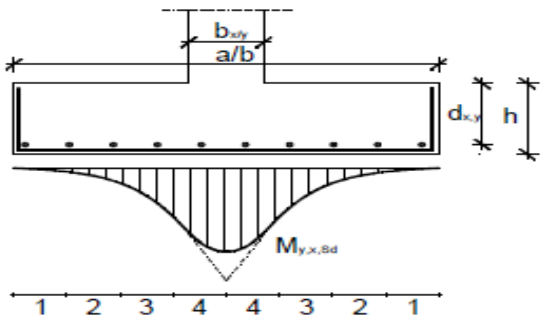
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m²)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	145,58	19,73	107,59	57,72	0,00	-10,39	0,00	-10,39
trajna i prolazna opterećenja 2	145,58	19,73	107,59	57,72	0,00	-10,39	0,00	-10,39
slučajna opterećenja - potres 1	132,30	0,00	71,98	60,33	0,00	-25,80	-7,08	-18,72
slučajna opterećenja - potres 2	86,72	58,11	144,83	0,00	-4,86	-33,47	0,00	-38,33

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	419,43	377,27
trajna i prolazna opterećenja 2	419,43	377,27
slučajna opterećenja - potres 1	371,84	264,41
slučajna opterećenja - potres 2	273,99	464,84

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	-29,21	-33,36
trajna i prolazna opterećenja 2	-29,21	-33,36
slučajna opterećenja - potres 1	-72,51	-64,01
slučajna opterećenja - potres 2	-96,59	-123,02



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,38 m

širina trake u smjeru Y: 0,53 m

POZ. T3 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 300 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

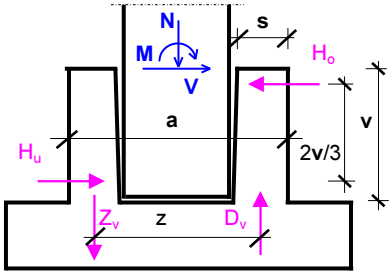
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	17,79	30,95	16,28	21,81	1,22	1,22	1,41	1,41
trajna i prolazna opterećenja 2	17,79	30,95	16,28	21,81	1,22	1,22	1,41	1,41
slučajna opterećenja - potres 1	15,74	30,95	11,35	21,81	3,04	3,04	2,72	2,72
slučajna opterećenja - potres 2	11,58	30,95	20,12	21,81	4,05	4,05	5,25	5,25

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,38 m				širina trake: 0,53 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	1,41	2,01	2,82	3,82	1,25	1,78	2,49	3,38
gornja zona	(cm²)	5,25				4,05			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	---	---	---	1 Φ12	---	---	---	---
Donja zona - ukupno (cm²)	2,94	2,94	2,94	4,07	4,12	4,12	4,12	4,12
Gornja zona - šipke	---				---			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica

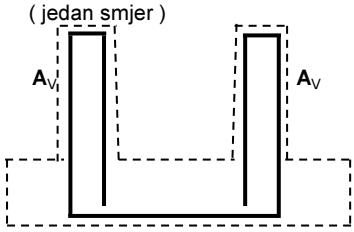


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

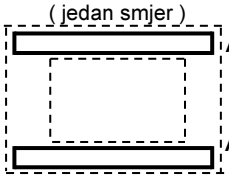
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	680,07	415,47
V_{Ed} (kN):	79,80	51,60
H_o (kN):	1119,85	687,70
H_u (kN):	1040,05	636,10
Z_v (kN):	1148,56	705,33
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	12,88	7,91
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	11,96	7,32
$A_{V,\,req}$ (cm²):	26,42	16,22

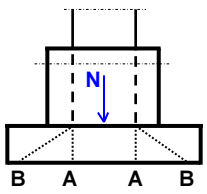
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,o}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08
donja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,u}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna	profil dvorezne vilice		komada	A_V
armatura	Φ	16	7	28,15

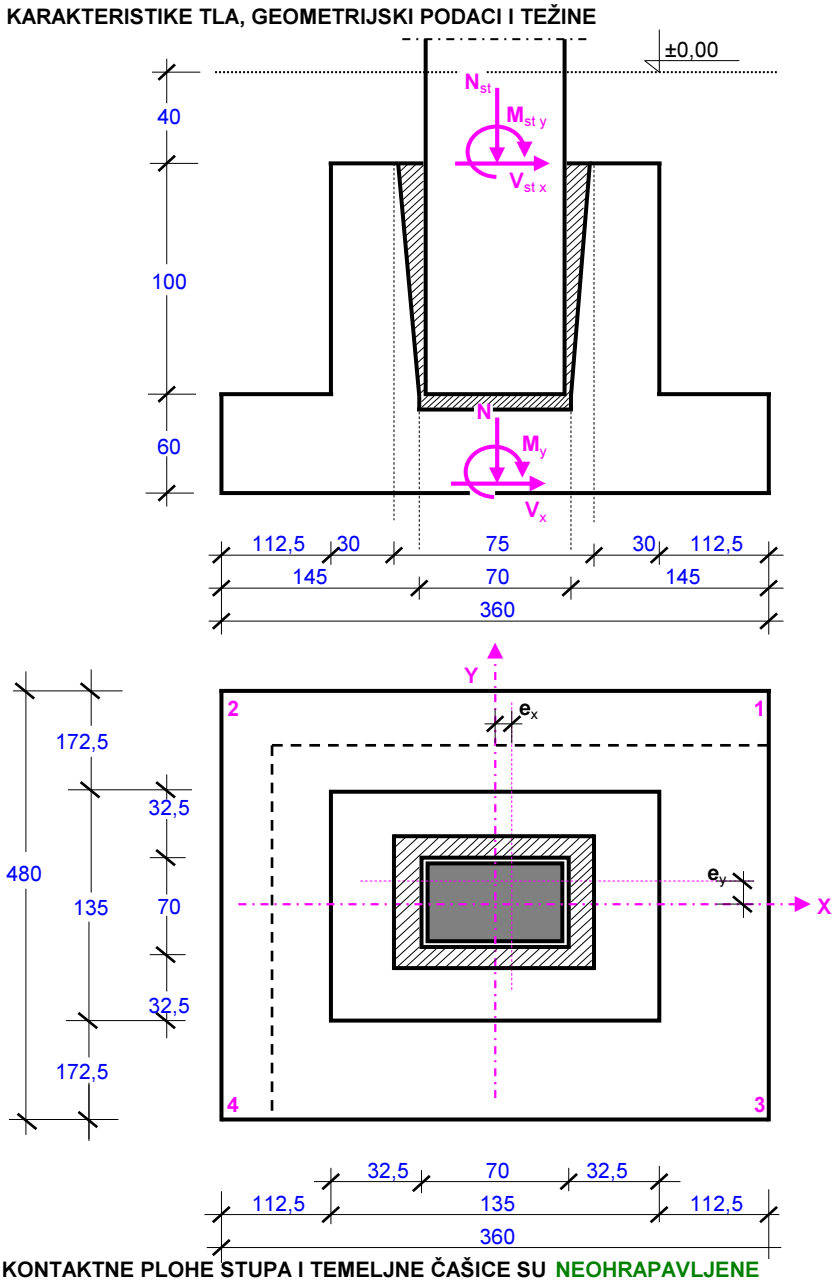
Kontrola temeljne stope na probijanje



točka A	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	273,84	240,00	54,88	0,208	4,500	zadovoljava	
točka B	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	192,69	929,58	54,88	0,043	0,303	zadovoljava	ne treba

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 360 / 480 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,50	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	360	cm
L =	480	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	17,28	m^2
W_x =	13,824	m^3
W_y =	10,368	m^3

Težine:

temelj =	292,51	kN
nasip =	422,28	kN
Σ =	714,80	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	318,68	104,05	4,50	93,85	0,00	1033,48	111,25	4,50	93,85	0,00
povremeno	417,58	211,00	52,00	9,70	2,20	417,58	294,20	52,00	13,22	2,20
vjetar 1 (u smjeru Y)		189,58	33,80	130,68	9,40		243,66	33,80	145,72	9,40
vjetar 2 (u smjeru X)		189,58	33,80	130,68	9,40		243,66	33,80	145,72	9,40
potres 1 (u smjeru Y)		525,60	86,50	125,00	55,10		664,00	86,50	213,16	55,10
potres 2 (u smjeru X)		184,00	33,30	648,60	93,50		237,28	33,30	798,20	93,50

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 360 / 480 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1056,59	134,78	741,34	17,40	337,27
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		1056,59	134,78	741,34	17,40	337,27
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		318,68	91,00	629,65	55,10	218,85
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		318,68	37,80	288,05	93,50	742,45
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		2021,56	63,53	956,98	17,40	365,11	63,53	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		2021,56	63,53	956,98	17,40	365,11	17,40	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		1033,48	91,00	775,25	55,10	307,01	91,00	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		1033,48	37,80	348,53	93,50	892,05	93,50	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		956,98	2232,31			2,33	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				365,11	1674,23	4,59	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		775,25	2232,31			2,88	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				892,05	1674,23	1,88	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 360 / 480 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,081	0,181	0,473	0,012	3,24	3,85	12,48
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,081	0,181	0,473	0,012	3,24	3,85	12,48
slučajna kombinacija - potres **1**			0,297	0,750	0,031	3,01	3,30	9,92
slučajna kombinacija - potres **2**			0,863	0,337	0,062	1,87	4,13	7,73

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	6,82	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
		X	Y		X	Y	
N_c		7,09	7,09		7,09	7,09	
b_c		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c		1,22	1,31		1,12	1,28	
i_c		0,99	0,95		0,86	0,90	
N_q		1,85	1,85		1,85	1,85	
b_q		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q		1,10	1,14		1,05	1,13	
i_q		0,99	0,98		0,94	0,95	
N_γ		0,20	0,20		0,20	0,20	
b_γ		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ		0,75	0,64		0,86	0,67	
i_γ		0,99	0,96		0,90	0,92	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		3339,75	3452,12		1711,10	2566,19	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		267,61	276,62		221,36	258,73	
Računski otpor tla R_d (kN):		3339,75	3452,12		1711,10	2566,19	
Računsko opterećenje N_d (kN):		2021,56	2021,56		1033,48	1033,48	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		60,5	58,6		60,4	40,3	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**267,6**	**276,6**		**221,4**	**258,7**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y		X	Y	
H_d (kN):		17,40	63,53		93,50	91,00	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		241,70	241,70		123,56	123,56	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		13,9	3,8		1,3	1,4	

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 360 / 480 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m²)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		221,43	221,43			145,50	171,06	
σ_2		151,00	151,00			86,28	-1,02	
σ_3		82,98	82,98			33,34	120,63	
σ_4		12,55	12,55			-25,88	-51,44	
$\sigma_0 = N_d / A'$		161,99	161,99			104,20	133,70	
q_d		276,6	267,6			258,7	221,4	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

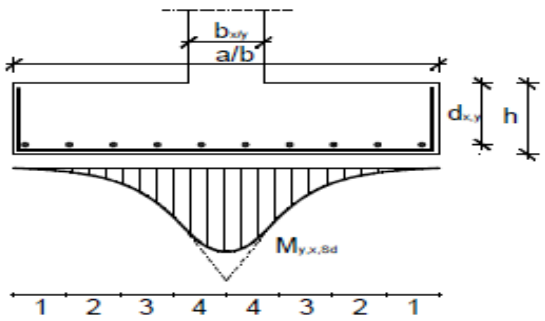
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m²)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	186,21	47,76	152,20	81,77	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	186,21	47,76	152,20	81,77	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	115,89	16,67	89,42	43,14	0,00	-12,94	0,00	-12,94
slučajna opterećenja - potres 2	85,53	60,32	145,85	0,00	-0,51	-25,72	0,00	-26,23

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	1090,57	806,38
trajna i prolazna opterećenja 2	1090,57	806,38
slučajna opterećenja - potres 1	665,56	469,34
slučajna opterećenja - potres 2	539,54	702,26

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-72,45	-62,32
slučajna opterećenja - potres 2	-144,51	-126,30



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,60 m

širina trake u smjeru Y: 0,45 m

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 360 / 480 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

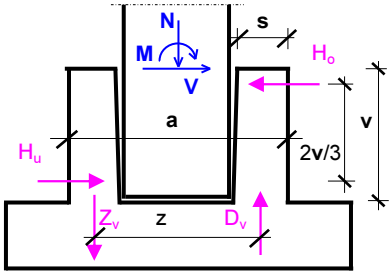
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	47,27	26,53	34,91	34,89	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	47,27	26,53	34,91	34,89	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	28,47	26,53	20,18	34,89	3,04	3,04	2,65	2,65
slučajna opterećenja - potres 2	23,00	26,53	30,35	34,89	6,09	6,09	5,37	5,37

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,60 m				širina trake: 0,45 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,44	3,49	4,89	6,63	3,31	4,73	6,62	8,98
gornja zona	(cm²)	5,37				6,09			

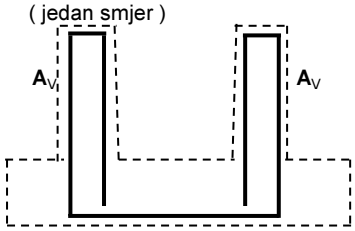
USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	1 Φ12	2 Φ12	----	2 Φ12	3 Φ12	5 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	4,71	4,71	5,84	6,97	3,53	5,79	6,93	9,19
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica



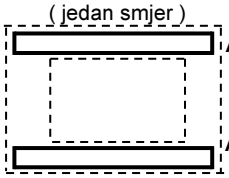
vertikalna armatura čašice (A_V)

(jedan smjer)



horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

$Z_v = H_o \times v / z$

$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	742,45	741,34
V_{Ed} (kN):	93,50	134,78
H_o (kN):	1230,55	1280,47
H_u (kN):	1137,05	1145,70
Z_v (kN):	1262,10	1313,30
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	14,15	14,73
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	13,08	13,18
$A_{V,\,req}$ (cm²):	29,03	30,21

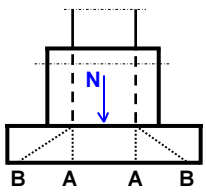
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 5	A_V 31,42

Kontrola temeljne stope na probijanje

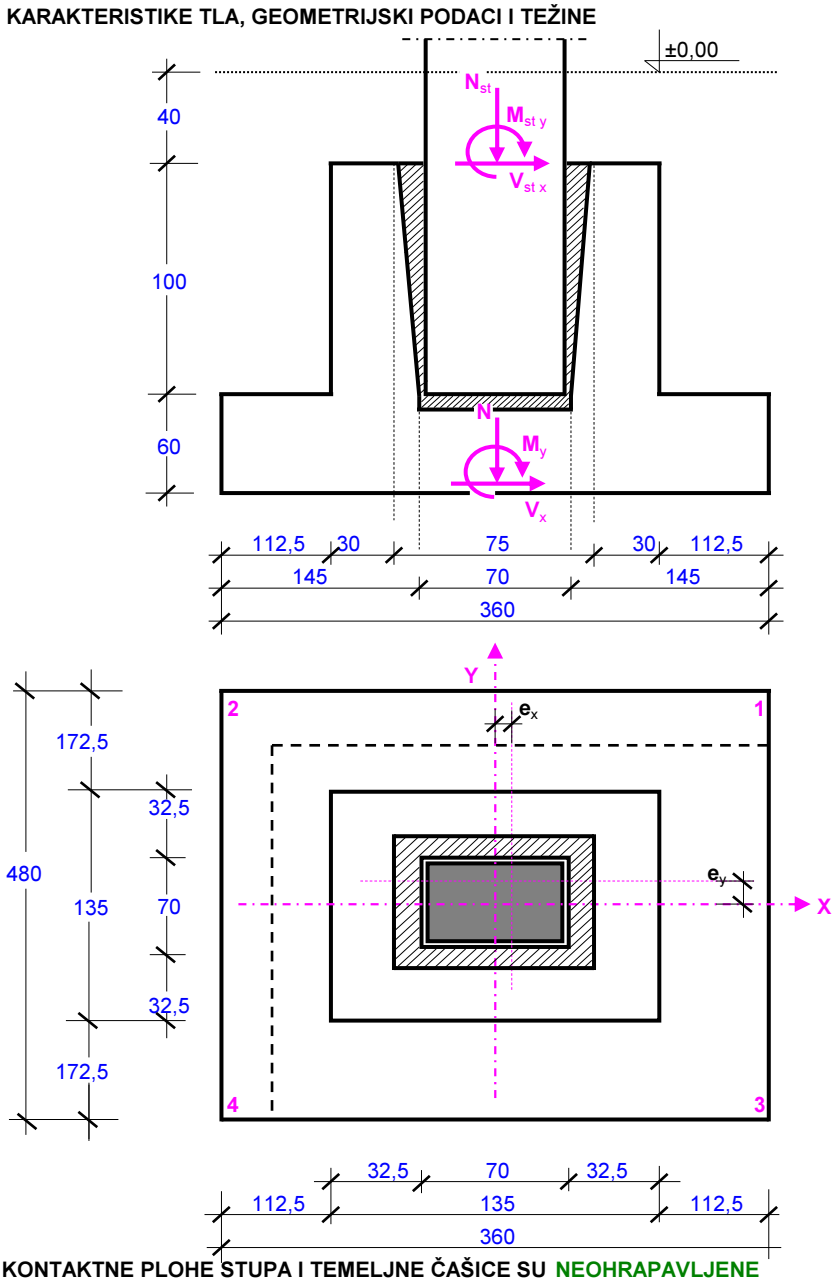


	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	1056,59	240,00	54,88	0,802	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	931,59	929,58	54,88	0,210	0,334	zadovoljava	ne treba

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G2

B / H / D = 360 / 480 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



Geotehnički elaborat: **DA**

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
18,40	17,70	8,80

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	360	cm
L =	480	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	17,28	m^2
W_x =	13,824	m^3
W_y =	10,368	m^3

Težine:

temelj =	292,51	kN
nasip =	422,28	kN
Σ =	714,80	kN

KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	318,68	104,05	4,50	93,85	0,00	1033,48	111,25	4,50	93,85	0,00
povremeno	417,58	211,00	52,00	9,70	2,20	417,58	294,20	52,00	13,22	2,20
vjetar 1 (u smjeru Y)		189,58	33,80	130,68	9,40		243,66	33,80	145,72	9,40
vjetar 2 (u smjeru X)		189,58	33,80	130,68	9,40		243,66	33,80	145,72	9,40
potres 1 (u smjeru Y)		525,60	86,50	125,00	55,10		664,00	86,50	213,16	55,10
potres 2 (u smjeru X)		184,00	33,30	648,60	93,50		237,28	33,30	798,20	93,50

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1056,59	134,78	741,34	17,40	337,27
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		1056,59	134,78	741,34	17,40	337,27
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		318,68	91,00	629,65	55,10	218,85
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		318,68	37,80	288,05	93,50	742,45
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		2021,56	63,53	956,98	17,40	365,11	63,53	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		2021,56	63,53	956,98	17,40	365,11	17,40	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		1033,48	91,00	775,25	55,10	307,01	91,00	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		1033,48	37,80	348,53	93,50	892,05	93,50	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		956,98	2232,31			2,33	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				365,11	1674,23	4,59	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		775,25	2232,31			2,88	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				892,05	1674,23	1,88	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \leq 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \leq 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,081	0,181	0,473	0,012	3,24	3,85	12,48
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,081	0,181	0,473	0,012	3,24	3,85	12,48
slučajna kombinacija - potres **1**			0,297	0,750	0,031	3,01	3,30	9,92
slučajna kombinacija - potres **2**			0,863	0,337	0,062	1,87	4,13	7,73

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	36,80	14,32	7,04

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y			X	Y	
N_c		10,56	10,56			10,56	10,56	
b_c		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_c		1,29	1,40			1,15	1,37	
i_c		0,98	0,95			0,83	0,86	
N_q		3,70	3,70			3,70	3,70	
b_q		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_q		1,21	1,29			1,11	1,27	
i_q		0,99	0,96			0,88	0,90	
N_γ		1,38	1,38			1,38	1,38	
b_γ		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_γ		0,75	0,64			0,86	0,67	
i_γ		0,98	0,94			0,81	0,84	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		3576,82	3710,87			1705,00	2646,31	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		286,61	297,35			220,57	266,81	
Računski otpor tla R_d (kN):		3576,82	3710,87			1705,00	2646,31	
Računsko opterećenje N_d (kN):		2021,56	2021,56			1033,48	1033,48	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		56,5	54,5			60,6	39,1	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**286,6**	**297,3**			**220,6**	**266,8**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y			X	Y	
H_d (kN):		17,40	63,53			93,50	91,00	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		516,13	516,13			263,86	263,86	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		29,7	8,1			2,8	2,9	

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m²)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		221,43	221,43			145,50	171,06	
σ_2		151,00	151,00			86,28	-1,02	
σ_3		82,98	82,98			33,34	120,63	
σ_4		12,55	12,55			-25,88	-51,44	
$\sigma_0 = N_d / A'$		161,99	161,99			104,20	133,70	
q_d		297,3	286,6			266,8	220,6	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

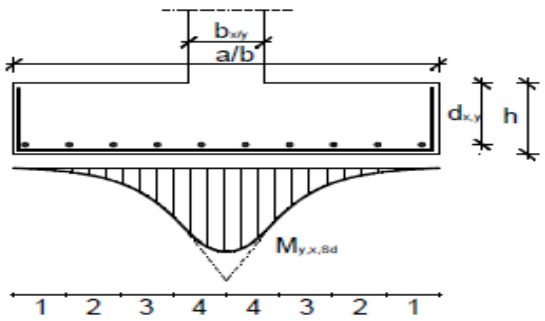
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m²)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	186,21	47,76	152,20	81,77	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	186,21	47,76	152,20	81,77	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	115,89	16,67	89,42	43,14	0,00	-12,94	0,00	-12,94
slučajna opterećenja - potres 2	85,53	60,32	145,85	0,00	-0,51	-25,72	0,00	-26,23

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	1090,57	806,38
trajna i prolazna opterećenja 2	1090,57	806,38
slučajna opterećenja - potres 1	665,56	469,34
slučajna opterećenja - potres 2	539,54	702,26

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-72,45	-62,32
slučajna opterećenja - potres 2	-144,51	-126,30



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,60 m

širina trake u smjeru Y: 0,45 m

POZ. T4 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 360 / 480 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

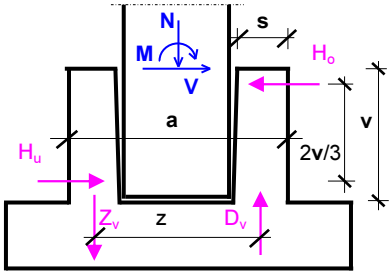
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	47,27	26,53	34,91	34,89	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	47,27	26,53	34,91	34,89	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	28,47	26,53	20,18	34,89	3,04	3,04	2,65	2,65
slučajna opterećenja - potres 2	23,00	26,53	30,35	34,89	6,09	6,09	5,37	5,37

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,60 m				širina trake: 0,45 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,44	3,49	4,89	6,63	3,31	4,73	6,62	8,98
gornja zona	(cm²)	5,37				6,09			

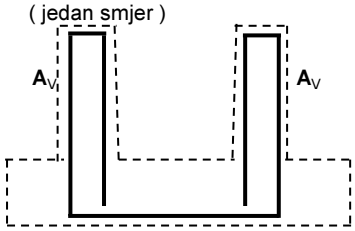
USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	1 Φ12	2 Φ12	----	2 Φ12	3 Φ12	5 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	4,71	4,71	5,84	6,97	3,53	5,79	6,93	9,19
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica



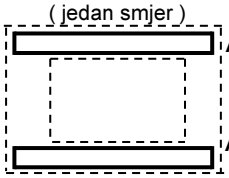
vertikalna armatura čašice (A_V)

(jedan smjer)



horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

$Z_v = H_o \times v / z$

$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	742,45	741,34
V_{Ed} (kN):	93,50	134,78
H_o (kN):	1230,55	1280,47
H_u (kN):	1137,05	1145,70
Z_v (kN):	1262,10	1313,30
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	14,15	14,73
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	13,08	13,18
$A_{V,\,req}$ (cm²):	29,03	30,21

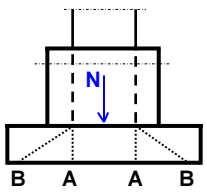
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 5	A_V 31,42

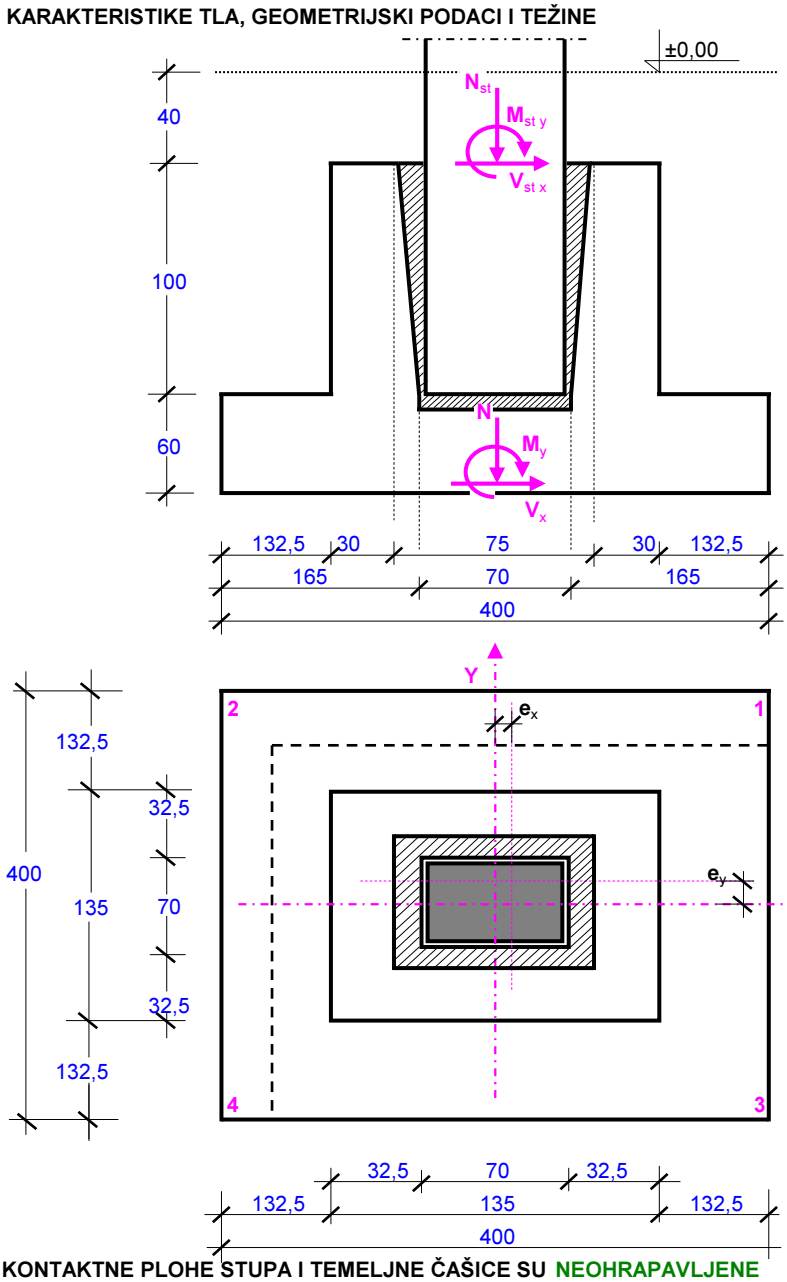
Kontrola temeljne stope na probijanje



	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	1056,59	240,00	54,88	0,802	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	931,59	929,58	54,88	0,210	0,334	zadovoljava	ne treba

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



Geotehnički elaborat: **DA**

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,50	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	400	cm
L =	400	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	16,00	m^2
W_x =	10,667	m^3
W_y =	10,667	m^3

Težine:

temelj =	273,31	kN
nasip =	388,24	kN
Σ =	661,55	kN

KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	314,38	82,33	2,00	76,63	2,00	975,93	85,53	2,00	79,83	2,00
povremeno	86,14	5,00	5,00	13,10	8,30	86,14	13,00	5,00	26,38	8,30
vjetar 1 (u smjeru Y)		68,85	28,00	48,85	15,40		113,65	28,00	73,49	15,40
vjetar 2 (u smjeru X)		68,85	28,00	48,85	15,40		113,65	28,00	73,49	15,40
potres 1 (u smjeru Y)		618,00	68,30	127,10	26,90		727,28	68,30	170,14	26,90
potres 2 (u smjeru X)		227,20	117,30	678,60	113,50		414,88	117,30	860,20	113,50

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća (c_u)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća (q_u)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		553,62	52,20	221,93	38,25	196,38
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		553,62	52,20	221,93	38,25	196,38
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		314,38	70,30	700,33	28,90	203,73
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		314,38	119,30	309,53	115,50	755,23
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1446,71	47,70	305,45	38,25	257,58	47,70	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1446,71	47,70	305,45	38,25	257,58	38,25	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		975,93	70,30	812,81	28,90	249,97	70,30	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		975,93	119,30	500,41	115,50	940,03	115,50	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		305,45	1756,67			5,75	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				257,58	1756,67	6,82	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		812,81	1756,67			2,16	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				940,03	1756,67	1,87	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,049	0,178	0,211	0,005	3,64	3,58	13,04
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,049	0,178	0,211	0,005	3,64	3,58	13,04
slučajna kombinacija - potres **1**			0,256	0,833	0,047	3,49	2,33	8,14
slučajna kombinacija - potres **2**			0,963	0,513	0,074	2,07	2,97	6,17

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	6,82	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y		X	Y	
N_c		7,09	7,09		7,09	7,09	
b_c		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c		1,26	1,25		1,18	1,17	
i_c		0,97	0,96		0,82	0,90	
N_q		1,85	1,85		1,85	1,85	
b_q		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q		1,12	1,12		1,08	1,08	
i_q		0,99	0,98		0,92	0,96	
N_γ		0,20	0,20		0,20	0,20	
b_γ		1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ		0,69	0,71		0,79	0,80	
i_γ		0,98	0,97		0,87	0,93	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		3546,33	3498,39		1364,15	1952,17	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		272,02	268,34		221,17	239,79	
Računski otpor tla R_d (kN):		3546,33	3498,39		1364,15	1952,17	
Računsko opterećenje N_d (kN):		1446,71	1446,71		975,93	975,93	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		40,8	41,4		71,5	50,0	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**272,0**	**268,3**		**221,2**	**239,8**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y		X	Y	
H_d (kN):		38,25	47,70		115,50	70,30	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		172,97	172,97		116,68	116,68	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		4,5	3,6		1,0	1,7	

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		143,20	143,20			160,63	196,04	
σ_2		94,91	94,91			113,76	19,78	
σ_3		85,93	85,93			8,23	102,21	
σ_4		37,64	37,64			-38,64	-74,05	
$\sigma_0 = N_d / A'$		110,97	110,97			119,87	158,23	
q_d		268,3	272,0			239,8	221,2	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

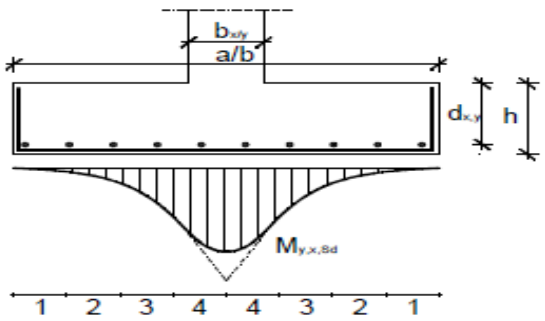
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	119,06	61,78	114,57	66,27	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	119,06	61,78	114,57	66,27	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	137,20	4,11	84,43	56,88	0,00	-19,32	0,00	-19,32
slučajna opterećenja - potres 2	107,91	51,10	149,12	9,89	0,00	-37,02	0,00	-37,02

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	597,91	581,08
trajna i prolazna opterećenja 2	597,91	581,08
slučajna opterećenja - potres 1	632,84	434,96
slučajna opterećenja - potres 2	537,83	692,39

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-88,63	-88,63
slučajna opterećenja - potres 2	-169,84	-169,84



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,50 m

širina trake u smjeru Y: 0,50 m

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

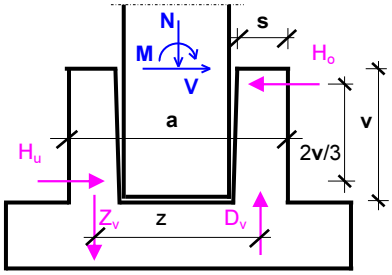
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	25,49	29,48	25,11	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	25,49	29,48	25,11	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	27,03	29,48	18,73	29,08	3,72	3,72	3,77	3,77
slučajna opterećenja - potres 2	22,89	29,48	30,03	29,08	7,15	7,15	7,25	7,25

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,50 m				širina trake: 0,50 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,10	3,00	4,20	5,71	1,89	2,70	3,78	5,13
gornja zona	(cm²)	7,25				7,15			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	–––	–––	1 Φ12	2 Φ12	–––	–––	–––	2 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	3,93	3,93	5,06	6,19	3,93	3,93	3,93	6,19
Gornja zona - šipke	Φ10 / 30				Φ10 / 30			
Gornja zona - ukupno (cm²)	10,21				10,21			

Temeljna čašica

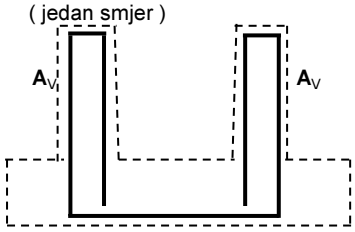


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

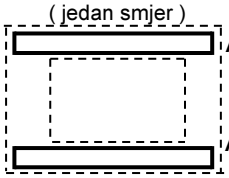
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	755,23	700,33
V_{Ed} (kN):	115,50	70,30
H_o (kN):	1277,23	1138,38
H_u (kN):	1161,73	1068,08
Z_v (kN):	1309,98	1167,56
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	14,69	13,09
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	13,36	12,28
$A_{V,\,req}$ (cm²):	30,13	26,85

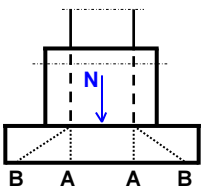
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 5	A_V 31,42

Kontrola temeljne stope na probijanje

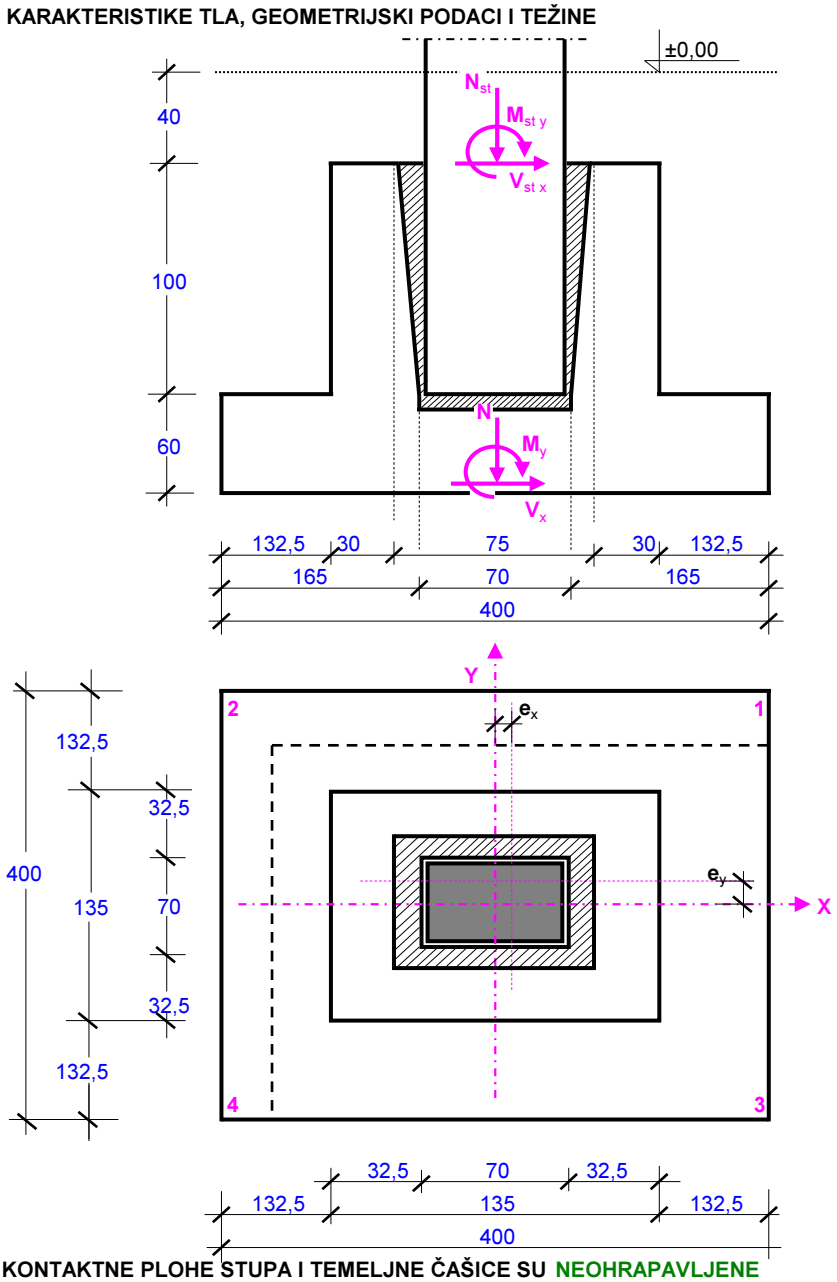


točka A	N_{Ed} (kN)	u_0 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,A}$ (N/mm²)	$v_{Rd,max}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	553,62	240,00	54,88	0,420	4,500	zadovoljava	
točka B	N_{Ed}-ΔN_{Ed} (kN)	u_1 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,B}$ (N/mm²)	$v_{Rd,c}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	A_{proboj} (cm²)
	420,44	929,58	54,88	0,095	0,311	zadovoljava	ne treba

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G2

B / H / D = 400 / 400 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
18,40	17,70	8,80

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	400	cm
L =	400	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	16,00	m^2
W_x =	10,667	m^3
W_y =	10,667	m^3

Težine:

temelj =	273,31	kN
nasip =	388,24	kN
Σ =	661,55	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	314,38	82,33	2,00	76,63	2,00	975,93	85,53	2,00	79,83	2,00
povremeno	86,14	5,00	5,00	13,10	8,30	86,14	13,00	5,00	26,38	8,30
vjetar 1 (u smjeru Y)		68,85	28,00	48,85	15,40		113,65	28,00	73,49	15,40
vjetar 2 (u smjeru X)		68,85	28,00	48,85	15,40		113,65	28,00	73,49	15,40
potres 1 (u smjeru Y)		618,00	68,30	127,10	26,90		727,28	68,30	170,14	26,90
potres 2 (u smjeru X)		227,20	117,30	678,60	113,50		414,88	117,30	860,20	113,50

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća (c_u)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća (q_u)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		553,62	52,20	221,93	38,25	196,38
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		553,62	52,20	221,93	38,25	196,38
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		314,38	70,30	700,33	28,90	203,73
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		314,38	119,30	309,53	115,50	755,23
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1446,71	47,70	305,45	38,25	257,58	47,70	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1446,71	47,70	305,45	38,25	257,58	38,25	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		975,93	70,30	812,81	28,90	249,97	70,30	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		975,93	119,30	500,41	115,50	940,03	115,50	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		305,45	1756,67			5,75	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				257,58	1756,67	6,82	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		812,81	1756,67			2,16	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				940,03	1756,67	1,87	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,049	0,178	0,211	0,005	3,64	3,58	13,04
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,049	0,178	0,211	0,005	3,64	3,58	13,04
slučajna kombinacija - potres **1**			0,256	0,833	0,047	3,49	2,33	8,14
slučajna kombinacija - potres **2**			0,963	0,513	0,074	2,07	2,97	6,17

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	36,80	14,32	7,04

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
	X	Y		X	Y	
N_c	10,56	10,56		10,56	10,56	
b_c	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c	1,35	1,33		1,24	1,23	
i_c	0,96	0,95		0,79	0,87	
N_q	3,70	3,70		3,70	3,70	
b_q	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q	1,25	1,24		1,17	1,17	
i_q	0,97	0,96		0,84	0,91	
N_γ	1,38	1,38		1,38	1,38	
b_γ	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ	0,69	0,71		0,79	0,80	
i_γ	0,95	0,94		0,76	0,85	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):	3794,03	3728,88		1374,36	1985,47	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):	291,02	286,02		222,83	243,88	
Računski otpor tla R_d (kN):	3794,03	3728,88		1374,36	1985,47	
Računsko opterećenje N_d (kN):	1446,71	1446,71		975,93	975,93	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):	38,1	38,8		71,0	49,2	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):	**291,0**	**286,0**		**222,8**	**243,9**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:		
	X	Y		X	Y	
H_d (kN):	38,25	47,70		115,50	70,30	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):	369,36	369,36		249,17	249,17	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):	9,7	7,7		2,2	3,5	

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		143,20	143,20			160,63	196,04	
σ_2		94,91	94,91			113,76	19,78	
σ_3		85,93	85,93			8,23	102,21	
σ_4		37,64	37,64			-38,64	-74,05	
$\sigma_0 = N_d / A'$		110,97	110,97			119,87	158,23	
q_d		286,0	291,0			243,9	222,8	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

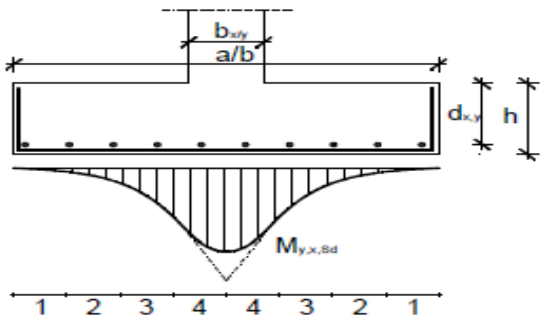
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	119,06	61,78	114,57	66,27	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	119,06	61,78	114,57	66,27	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	137,20	4,11	84,43	56,88	0,00	-19,32	0,00	-19,32
slučajna opterećenja - potres 2	107,91	51,10	149,12	9,89	0,00	-37,02	0,00	-37,02

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	597,91	581,08
trajna i prolazna opterećenja 2	597,91	581,08
slučajna opterećenja - potres 1	632,84	434,96
slučajna opterećenja - potres 2	537,83	692,39

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-88,63	-88,63
slučajna opterećenja - potres 2	-169,84	-169,84



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,50 m

širina trake u smjeru Y: 0,50 m

POZ. T5 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

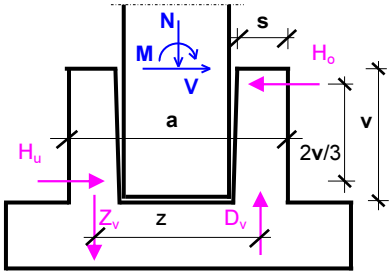
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	25,49	29,48	25,11	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	25,49	29,48	25,11	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	27,03	29,48	18,73	29,08	3,72	3,72	3,77	3,77
slučajna opterećenja - potres 2	22,89	29,48	30,03	29,08	7,15	7,15	7,25	7,25

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,50 m				širina trake: 0,50 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,10	3,00	4,20	5,71	1,89	2,70	3,78	5,13
gornja zona	(cm²)	7,25				7,15			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	–––	–––	1 Φ12	2 Φ12	–––	–––	–––	2 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	3,93	3,93	5,06	6,19	3,93	3,93	3,93	6,19
Gornja zona - šipke	Φ10 / 30				Φ10 / 30			
Gornja zona - ukupno (cm²)	10,21				10,21			

Temeljna čašica

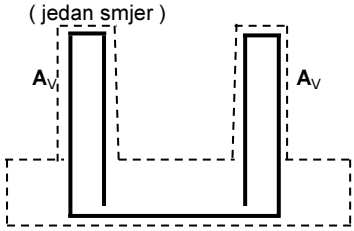


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

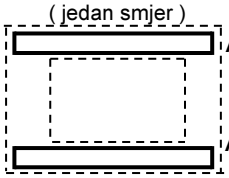
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	755,23	700,33
V_{Ed} (kN):	115,50	70,30
H_o (kN):	1277,23	1138,38
H_u (kN):	1161,73	1068,08
Z_v (kN):	1309,98	1167,56
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	14,69	13,09
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	13,36	12,28
$A_{V,\,req}$ (cm²):	30,13	26,85

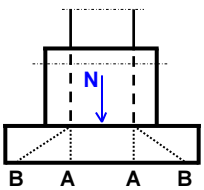
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 5	A_V 31,42

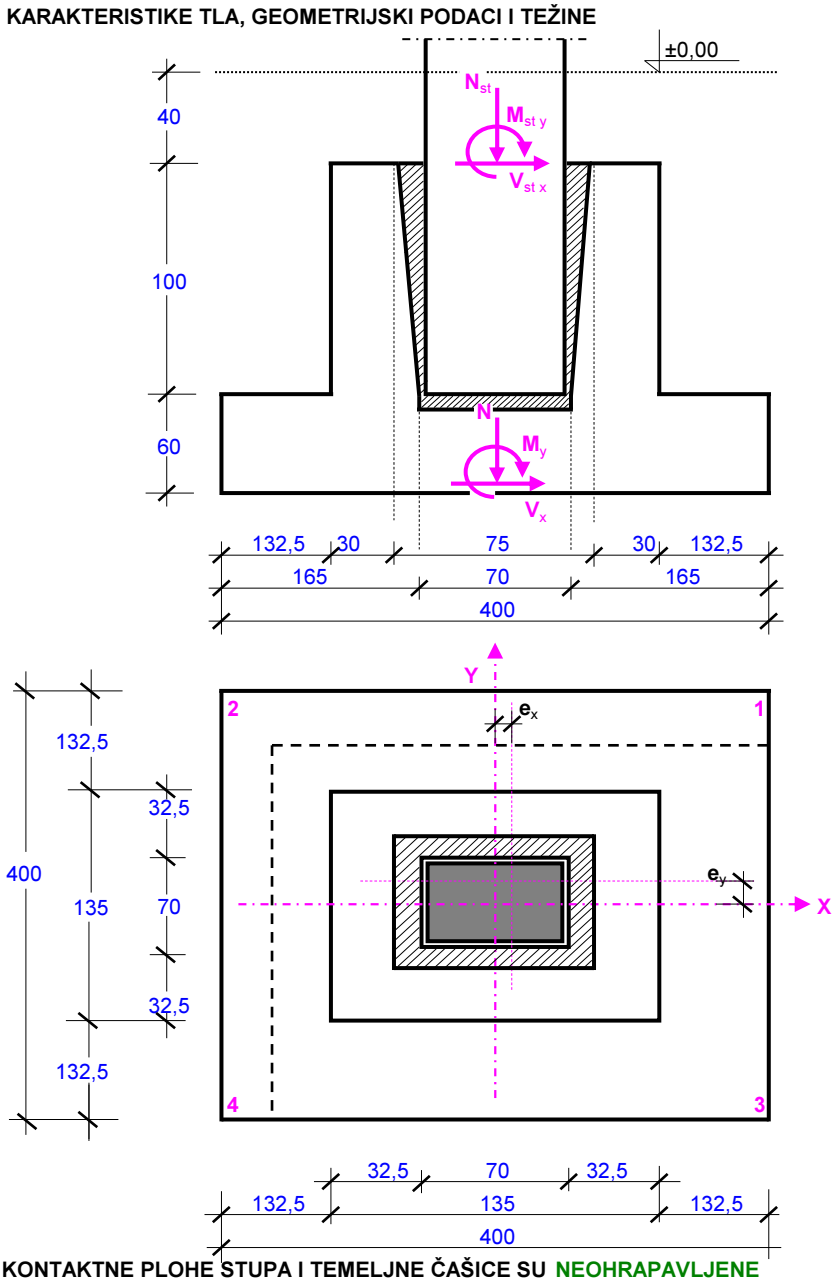
Kontrola temeljne stope na probijanje



točka A	N_{Ed} (kN)	u_0 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,A}$ (N/mm²)	$v_{Rd,max}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	553,62	240,00	54,88	0,420	4,500	zadovoljava	
točka B	N_{Ed}-ΔN_{Ed} (kN)	u_1 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,B}$ (N/mm²)	$v_{Rd,c}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	A_{proboj} (cm²)
	420,44	929,58	54,88	0,095	0,311	zadovoljava	ne treba

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,50	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	400	cm
L =	400	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	16,00	m^2
W_x =	10,667	m^3
W_y =	10,667	m^3

Težine:

temelj =	273,31	kN
nasip =	388,24	kN
Σ =	661,55	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	327,40	102,01	3,20	98,01	1,40	988,95	107,13	3,20	100,25	1,40
povremeno	171,44	18,00	4,80	3,40	1,90	171,44	25,68	4,80	6,44	1,90
vjetar 1 (u smjeru Y)		66,95	4,90	64,45	6,70		74,79	4,90	75,17	6,70
vjetar 2 (u smjeru X)		66,95	4,90	64,45	6,70		74,79	4,90	75,17	6,70
potres 1 (u smjeru Y)		582,40	113,00	41,90	16,80		763,20	113,00	68,78	16,80
potres 2 (u smjeru X)		205,50	50,10	621,70	105,40		285,66	50,10	790,34	105,40

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		699,15	18,87	265,14	14,79	234,09
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		699,15	18,87	265,14	14,79	234,09
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		327,40	116,20	684,41	18,20	139,91
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		327,40	53,30	307,51	106,80	719,71
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1592,24	16,47	295,33	14,79	257,76	16,47	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1592,24	16,47	295,33	14,79	257,76	14,79	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		988,95	116,20	870,33	18,20	169,03	116,20	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		988,95	53,30	392,79	106,80	890,59	106,80	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		295,33	1780,11			6,03	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				257,76	1780,11	6,91	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		870,33	1780,11			2,05	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				890,59	1780,11	2,00	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,052	0,162	0,185	0,004	3,68	3,63	13,34
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,052	0,162	0,185	0,004	3,68	3,63	13,34
slučajna kombinacija - potres **1**			0,171	0,880	0,050	3,66	2,24	8,19
slučajna kombinacija - potres **2**			0,901	0,397	0,061	2,20	3,21	7,05

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	6,82	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$\text{tg}\,\varphi' = \text{tg}\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru: X	Y		Za slučajna opterećenja - potres u smjeru: X	Y	
N_c	7,09	7,09		7,09	7,09	
b_c	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c	1,26	1,26		1,18	1,16	
i_c	0,99	0,99		0,84	0,84	
N_q	1,85	1,85		1,85	1,85	
b_q	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q	1,12	1,12		1,08	1,07	
i_q	0,99	0,99		0,93	0,93	
N_γ	0,20	0,20		0,20	0,20	
b_γ	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ	0,70	0,70		0,79	0,82	
i_γ	0,99	0,99		0,88	0,88	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):	3690,31	3669,05		1598,25	1830,25	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):	276,61	275,02		226,74	223,37	
Računski otpor tla R_d (kN):	3690,31	3669,05		1598,25	1830,25	
Računsko opterećenje N_d (kN):	1592,24	1592,24		988,95	988,95	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):	43,1	43,4		61,9	54,0	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):	**276,6**	**275,0**		**226,7**	**223,4**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru: X	Y		Za slučajna opterećenja - potres u smjeru: X	Y	
H_d (kN):	14,79	16,47		106,80	116,20	
$R_{Hd} = N_d \times \text{tg}\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):	190,37	190,37		118,24	118,24	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):	12,9	11,6		1,1	1,0	

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		151,37	151,37			159,25	182,13	
σ_2		103,04	103,04			127,56	15,14	
σ_3		95,99	95,99			-3,94	108,48	
σ_4		47,66	47,66			-35,63	-58,51	
$\sigma_0 = N_d / A'$		119,35	119,35			120,69	140,30	
q_d		275,0	276,6			223,4	226,7	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

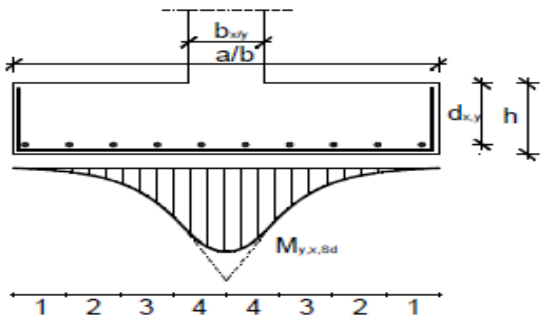
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	127,20	71,83	123,68	75,35	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	127,20	71,83	123,68	75,35	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	143,40	0,00	79,62	63,78	0,00	-19,78	-1,97	-17,82
slučajna opterećenja - potres 2	98,63	54,24	145,30	7,57	0,00	-29,25	0,00	-29,25

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	643,70	630,49
trajna i prolazna opterećenja 2	643,70	630,49
slučajna opterećenja - potres 1	657,86	418,69
slučajna opterećenja - potres 2	497,90	672,91

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-90,76	-83,38
slučajna opterećenja - potres 2	-134,20	-134,20



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,50 m

širina trake u smjeru Y: 0,50 m

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 400 / 400 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

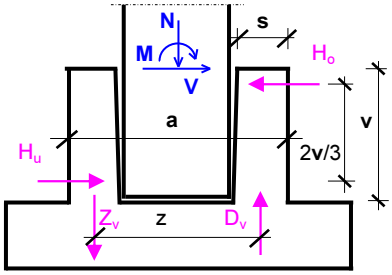
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	27,49	29,48	27,30	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	27,49	29,48	27,30	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	28,09	29,48	18,03	29,08	3,81	3,81	3,55	3,55
slučajna opterećenja - potres 2	21,19	29,48	29,13	29,08	5,64	5,64	5,72	5,72

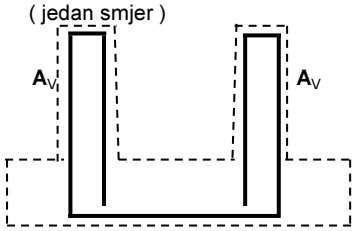
POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,50 m				širina trake: 0,50 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,04	2,91	4,08	5,54	1,97	2,81	3,93	5,34
gornja zona	(cm²)	5,72				5,64			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	1 Φ12	2 Φ12	----	----	1 Φ12	2 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	3,93	3,93	5,06	6,19	3,93	3,93	5,06	6,19
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

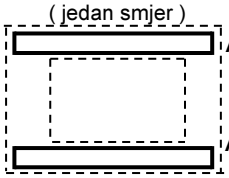
Temeljna čašica



vertikalna armatura čašice (A_V) (jedan smjer)



horizontalna armatura čašice (A_H) (jedan smjer)



$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

$Z_v = H_o \times v / z$

$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	719,71	684,41
V_{Ed} (kN):	106,80	116,20
H_o (kN):	1213,06	1171,86
H_u (kN):	1106,26	1055,66
Z_v (kN):	1244,17	1201,91
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	13,95	13,48
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	12,72	12,14
$A_{V,\,req}$ (cm²):	28,62	27,64

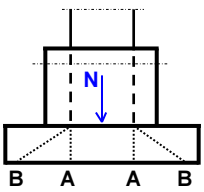
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,o}$ / 2 16,08
donja šestina	profil dvorezne vilice Φ	16	komada 4	$A_{H\,u}$ / 2 16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna armatura	profil dvorezne vilice Φ	20	komada 5	A_V 31,42

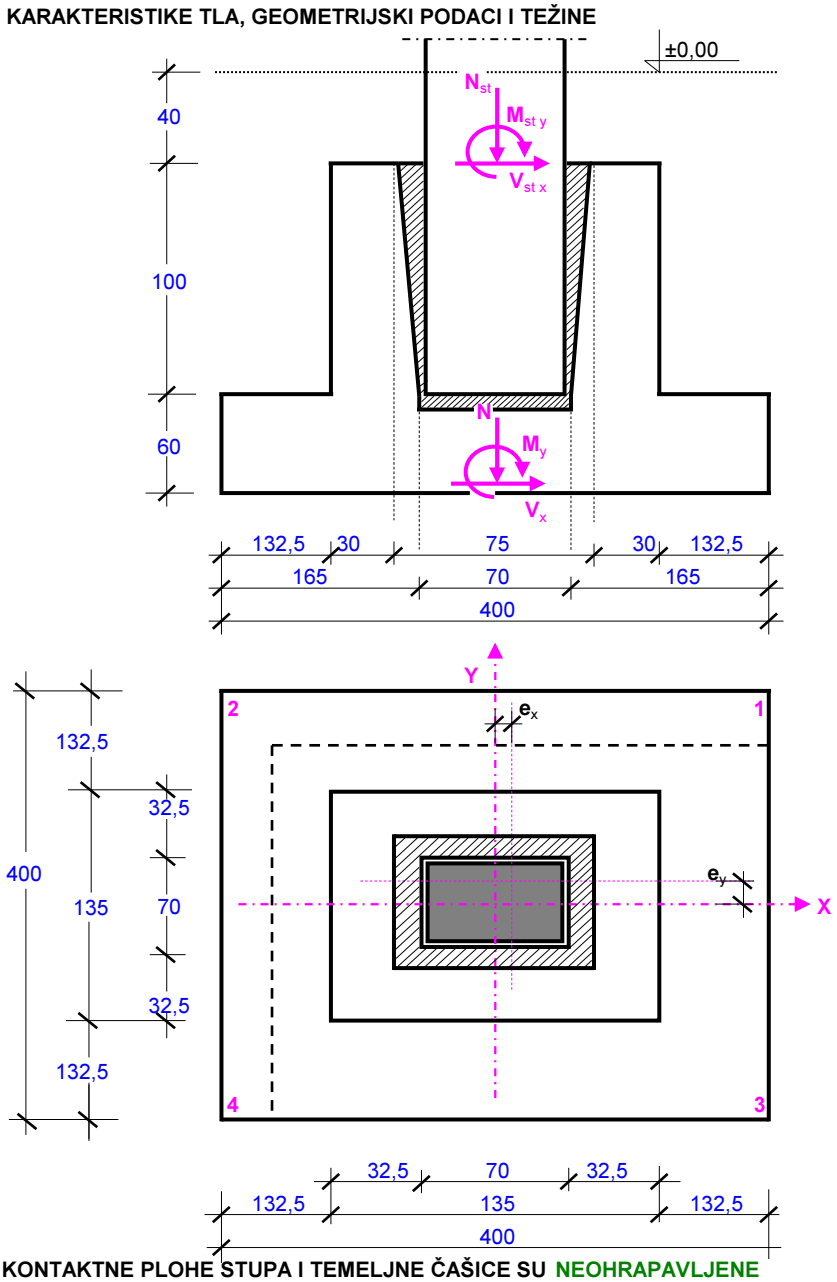
Kontrola temeljne stope na probijanje



točka A	N_{Ed} (kN)	u_0 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,A}$ (N/mm²)	$v_{Rd,max}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	699,15	240,00	54,88	0,531	4,500	zadovoljava	
točka B	N_{Ed}-ΔN_{Ed} (kN)	u_1 (cm)	d_{sr} (cm)	$v_{Ed\,B}$ (N/mm²)	$v_{Rd,c}$ (N/mm²)	Kriterij: $v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	A_{proboj} (cm²)
	560,45	929,58	54,88	0,126	0,314	zadovoljava	ne treba

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE



KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

Geotehnički elaborat: DA

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
18,40	17,70	8,80

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	400	cm
L =	400	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	16,00	m^2
W_x =	10,667	m^3
W_y =	10,667	m^3

Težine:

temelj =	273,31	kN
nasip =	388,24	kN
Σ =	661,55	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	327,40	102,01	3,20	98,01	1,40	988,95	107,13	3,20	100,25	1,40
povremeno	171,44	18,00	4,80	3,40	1,90	171,44	25,68	4,80	6,44	1,90
vjetar 1 (u smjeru Y)		66,95	4,90	64,45	6,70		74,79	4,90	75,17	6,70
vjetar 2 (u smjeru X)		66,95	4,90	64,45	6,70		74,79	4,90	75,17	6,70
potres 1 (u smjeru Y)		582,40	113,00	41,90	16,80		763,20	113,00	68,78	16,80
potres 2 (u smjeru X)		205,50	50,10	621,70	105,40		285,66	50,10	790,34	105,40

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća (c_u)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća (q_u)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		699,15	18,87	265,14	14,79	234,09
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		699,15	18,87	265,14	14,79	234,09
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		327,40	116,20	684,41	18,20	139,91
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		327,40	53,30	307,51	106,80	719,71
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1592,24	16,47	295,33	14,79	257,76	16,47	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1592,24	16,47	295,33	14,79	257,76	14,79	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		988,95	116,20	870,33	18,20	169,03	116,20	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		988,95	53,30	392,79	106,80	890,59	106,80	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		295,33	1780,11			6,03	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				257,76	1780,11	6,91	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		870,33	1780,11			2,05	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				890,59	1780,11	2,00	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,052	0,162	0,185	0,004	3,68	3,63	13,34
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,052	0,162	0,185	0,004	3,68	3,63	13,34
slučajna kombinacija - potres **1**			0,171	0,880	0,050	3,66	2,24	8,19
slučajna kombinacija - potres **2**			0,901	0,397	0,061	2,20	3,21	7,05

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	36,80	14,32	7,04

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$\text{tg}\,\varphi' = \text{tg}\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru: X	Y		Za slučajna opterećenja - potres u smjeru: X	Y	
N_c	10,56	10,56		10,56	10,56	
b_c	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_c	1,34	1,33		1,23	1,21	
i_c	0,98	0,98		0,81	0,79	
N_q	3,70	3,70		3,70	3,70	
b_q	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_q	1,25	1,24		1,17	1,15	
i_q	0,99	0,99		0,86	0,85	
N_γ	1,38	1,38		1,38	1,38	
b_γ	1,00	1,00		1,00	1,00	
s_γ	0,70	0,70		0,79	0,82	
i_γ	0,98	0,98		0,78	0,77	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):	3980,23	3953,06		1608,74	1820,37	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):	298,34	296,31		228,22	222,16	
Računski otpor tla R_d (kN):	3980,23	3953,06		1608,74	1820,37	
Računsko opterećenje N_d (kN):	1592,24	1592,24		988,95	988,95	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):	40,0	40,3		61,5	54,3	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):	**298,3**	**296,3**		**228,2**	**222,2**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru: X	Y		Za slučajna opterećenja - potres u smjeru: X	Y	
H_d (kN):	14,79	16,47		106,80	116,20	
$R_{Hd} = N_d \times \text{tg}\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):	406,52	406,52		252,49	252,49	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):	27,5	24,7		2,4	2,2	

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		151,37	151,37			159,25	182,13	
σ_2		103,04	103,04			127,56	15,14	
σ_3		95,99	95,99			-3,94	108,48	
σ_4		47,66	47,66			-35,63	-58,51	
$\sigma_0 = N_d / A'$		119,35	119,35			120,69	140,30	
q_d		296,3	298,3			222,2	228,2	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

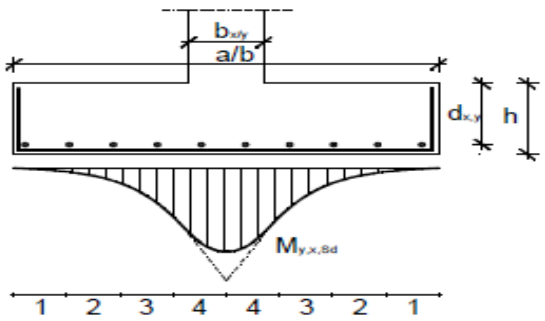
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	127,20	71,83	123,68	75,35	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	127,20	71,83	123,68	75,35	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	143,40	0,00	79,62	63,78	0,00	-19,78	-1,97	-17,82
slučajna opterećenja - potres 2	98,63	54,24	145,30	7,57	0,00	-29,25	0,00	-29,25

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	643,70	630,49
trajna i prolazna opterećenja 2	643,70	630,49
slučajna opterećenja - potres 1	657,86	418,69
slučajna opterećenja - potres 2	497,90	672,91

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-90,76	-83,38
slučajna opterećenja - potres 2	-134,20	-134,20



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a		
	0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,50 m

širina trake u smjeru Y: 0,50 m

POZ. T6 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 400 / 400 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

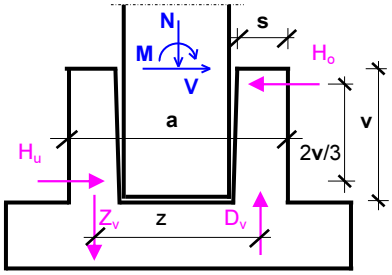
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	27,49	29,48	27,30	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	27,49	29,48	27,30	29,08	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	28,09	29,48	18,03	29,08	3,81	3,81	3,55	3,55
slučajna opterećenja - potres 2	21,19	29,48	29,13	29,08	5,64	5,64	5,72	5,72

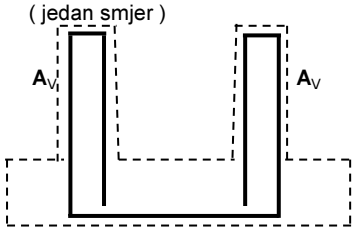
POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,50 m				širina trake: 0,50 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,04	2,91	4,08	5,54	1,97	2,81	3,93	5,34
gornja zona	(cm²)	5,72				5,64			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	----	----	1 Φ12	2 Φ12	----	----	1 Φ12	2 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	3,93	3,93	5,06	6,19	3,93	3,93	5,06	6,19
Gornja zona - šipke	----				----			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

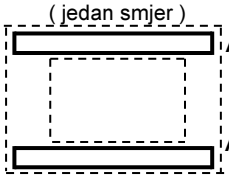
Temeljna čašica



vertikalna armatura čašice (A_V) (jedan smjer)



horizontalna armatura čašice (A_H) (jedan smjer)



$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

$Z_v = H_o \times v / z$

$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	719,71	684,41
V_{Ed} (kN):	106,80	116,20
H_o (kN):	1213,06	1171,86
H_u (kN):	1106,26	1055,66
Z_v (kN):	1244,17	1201,91
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	13,95	13,48
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	12,72	12,14
$A_{V,\,req}$ (cm²):	28,62	27,64

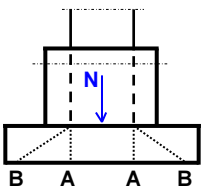
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,o}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08
donja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,u}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna	profil dvorezne vilice		komada	A_V
armatura	Φ	20	5	31,42

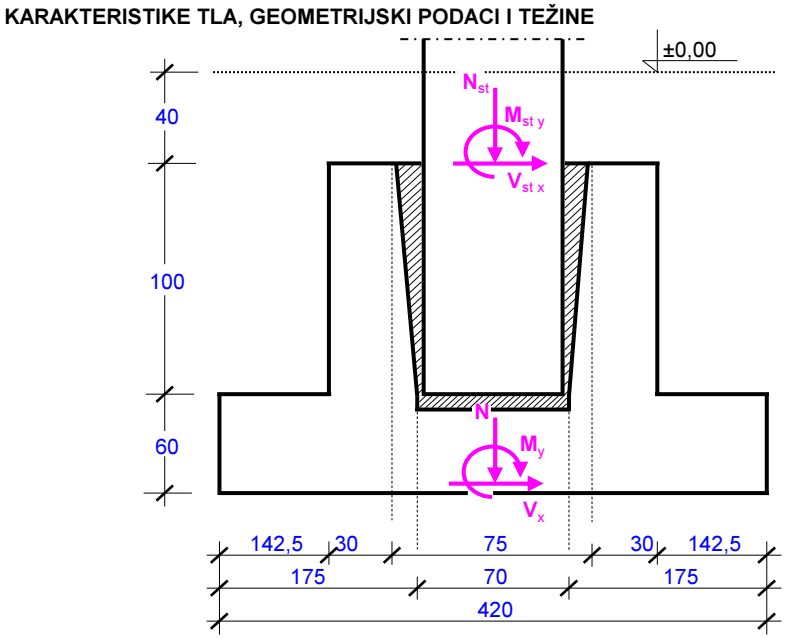
Kontrola temeljne stope na probijanje

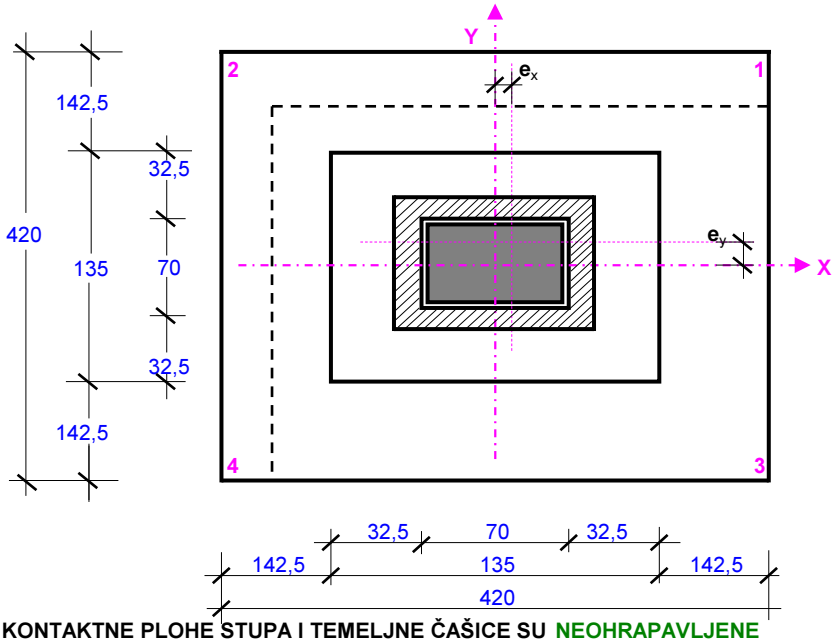


	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	699,15	240,00	54,88	0,531	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	560,45	929,58	54,88	0,126	0,314	zadovoljava	ne treba

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 420 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE





KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU **NEOHRAPAVLJENE**

Geotehnički elaborat: **DA**

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,80	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	420	cm
L =	420	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	17,64	m^2
W_x =	12,348	m^3
W_y =	12,348	m^3

Težine:

temelj =	297,91	kN
nasip =	431,86	kN
Σ =	729,77	kN

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	277,40	86,69	1,00	86,99	2,00	1007,17	88,29	1,00	90,19	2,00
povremeno	48,72	2,00	2,00	4,90	1,50	48,72	5,20	2,00	7,30	1,50
vjetar 1 (u smjeru Y)		19,56	5,00	39,26	15,30		27,56	5,00	63,74	15,30
vjetar 2 (u smjeru X)		19,56	5,00	39,26	15,30		27,56	5,00	63,74	15,30
potres 1 (u smjeru Y)		579,50	115,50	65,30	15,00		764,30	115,50	89,30	15,00
potres 2 (u smjeru X)		204,10	48,40	659,10	120,90		281,54	48,40	852,54	120,90

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 420 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća ($\mathbf{c_u}$)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća ($\mathbf{q_u}$)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		447,57	11,85	149,36	27,90	183,67
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		447,57	11,85	149,36	27,90	183,67
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		277,40	116,50	666,19	17,00	152,29
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		277,40	49,40	290,79	122,90	746,09
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1432,76	10,35	168,32	27,90	228,31	10,35	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1432,76	10,35	168,32	27,90	228,31	27,90	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		1007,17	116,50	852,59	17,00	179,49	116,50	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		1007,17	49,40	369,83	122,90	942,73	122,90	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		168,32	1903,56			11,31	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				228,31	1903,56	8,34	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		852,59	1903,56			2,23	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				942,73	1903,56	2,02	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 420 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,043	0,159	0,117	0,002	3,88	3,97	15,39
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,043	0,159	0,117	0,002	3,88	3,97	15,39
slučajna kombinacija - potres **1**			0,178	0,847	0,042	3,84	2,51	9,64
slučajna kombinacija - potres **2**			0,936	0,367	0,057	2,33	3,47	8,07

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	7,06	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$\text{tg}\,\varphi' = \text{tg}\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y			X	Y	
N_c		7,18	7,18			7,18	7,18	
b_c		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_c		1,26	1,27			1,18	1,17	
i_c		0,98	0,99			0,83	0,86	
N_q		1,89	1,89			1,89	1,89	
b_q		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_q		1,12	1,13			1,08	1,08	
i_q		0,99	1,00			0,92	0,93	
N_γ		0,22	0,22			0,22	0,22	
b_γ		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_γ		0,71	0,69			0,80	0,80	
i_γ		0,98	0,99			0,88	0,89	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		4279,63	4362,36			1841,96	2246,75	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		278,09	283,46			228,31	233,17	
Računski otpor tla R_d (kN):		4279,63	4362,36			1841,96	2246,75	
Računsko opterećenje N_d (kN):		1432,76	1432,76			1007,17	1007,17	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		33,5	32,8			54,7	44,8	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**278,1**	**283,5**			**228,3**	**233,2**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y			X	Y	
H_d (kN):		27,90	10,35			122,90	116,50	
$R_{Hd} = N_d \times \text{tg}\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		177,44	177,44			124,73	124,73	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		6,4	17,1			1,0	1,1	

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 420 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		113,34	113,34			140,68	163,39	
σ_2		76,36	76,36			111,61	10,70	
σ_3		86,08	86,08			2,59	103,49	
σ_4		49,10	49,10			-26,49	-49,20	
$\sigma_0 = N_d / A'$		93,10	93,10			104,52	124,84	
q_d		283,5	278,1			233,2	228,3	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

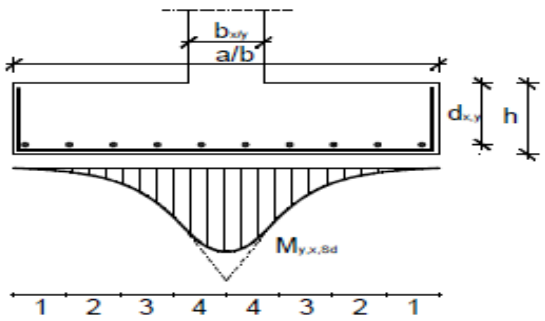
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	94,85	67,59	99,71	62,73	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	94,85	67,59	99,71	62,73	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	126,14	1,29	71,63	55,80	0,00	-13,24	0,00	-13,24
slučajna opterećenja - potres 2	87,05	51,75	133,44	5,35	0,00	-24,60	0,00	-24,60

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	580,82	602,29
trajna i prolazna opterećenja 2	580,82	602,29
slučajna opterećenja - potres 1	684,28	443,36
slučajna opterećenja - potres 2	522,79	727,84

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-71,70	-71,70
slučajna opterećenja - potres 2	-133,20	-133,20



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a 0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,53 m

širina trake u smjeru Y: 0,53 m

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G1 B / H / D = 420 / 420 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

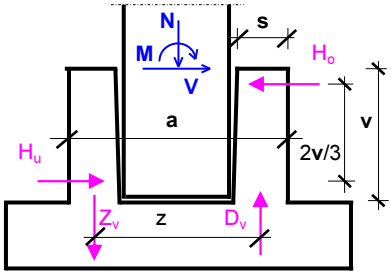
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	24,72	30,95	26,03	30,53	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	24,72	30,95	26,03	30,53	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	29,22	30,95	19,09	30,53	3,00	3,00	3,05	3,05
slučajna opterećenja - potres 2	22,25	30,95	31,57	30,53	5,60	5,60	5,68	5,68

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,53 m				širina trake: 0,53 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,21	3,16	4,42	6,00	2,05	2,92	4,09	5,55
gornja zona	(cm²)	5,68				5,60			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	---	---	1 Φ12	2 Φ12	---	---	---	2 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	4,12	4,12	5,25	6,38	4,12	4,12	4,12	6,38
Gornja zona - šipke	---				---			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica

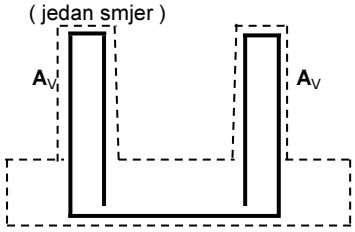


$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

vertikalna armatura čašice (A_V)

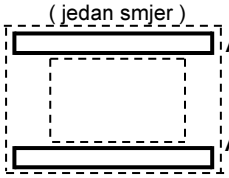
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	746,09	666,19
V_{Ed} (kN):	122,90	116,50
H_o (kN):	1272,76	1144,91
H_u (kN):	1149,86	1028,41
Z_v (kN):	1305,39	1174,26
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	14,64	13,17
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	13,22	11,83
$A_{V,\,req}$ (cm²):	30,02	27,01

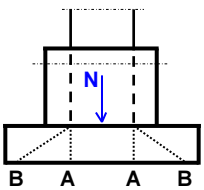
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,o}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08
donja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,u}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna	profil dvorezne vilice		komada	A_V
armatura	Φ	20	5	31,42

Kontrola temeljne stope na probijanje

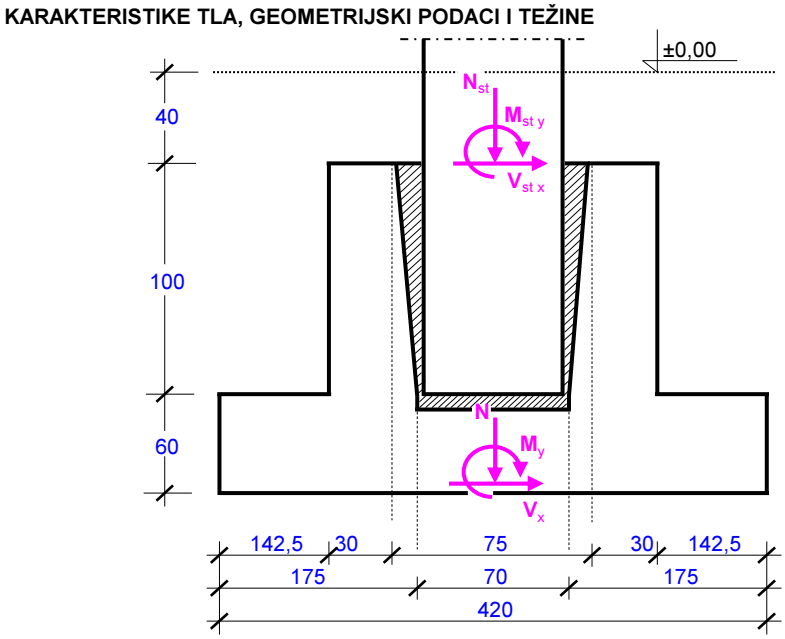


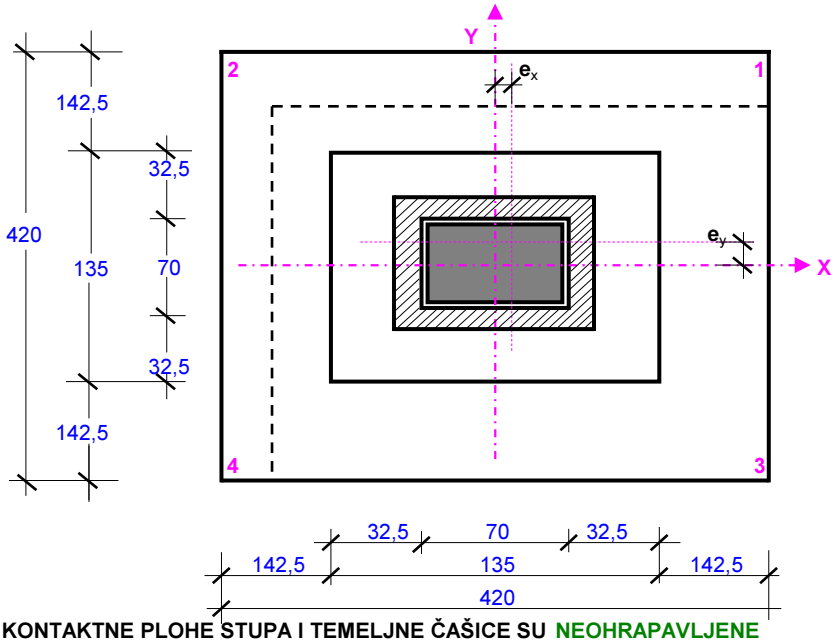
	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	447,57	240,00	54,88	0,340	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	340,98	929,58	54,88	0,077	0,310	zadovoljava	ne treba

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G2

B / H / D = 420 / 420 / 60

KARAKTERISTIKE TLA, GEOMETRIJSKI PODACI I TEŽINE





Geotehnički elaborat: **DA**

Podaci o tlu		
γ_{tlo} [kN/m^3]	φ [°]	c [kN/m^2]
17,60	8,80	28,20

Zapreminske težine		
γ_{beton} =	25,00	kN/m^3
γ_{nasip} =	19,00	kN/m^3

Dimenzije stupa		
b =	60	cm
h =	60	cm

Dimenzije temeljne stope		
B =	420	cm
L =	420	cm
D =	60	cm

Dimenzije temeljne čašice		
s_{vrh} =	30	cm
s_{dno} =	32,5	cm
v =	100	cm

Debljina nadsloja		
n =	40	cm

Nagib temeljne stope		
α =	0	°

Geometrijske karakteristike:

A =	17,64	m^2
W_x =	12,348	m^3
W_y =	12,348	m^3

Težine:

temelj =	297,91	kN
nasip =	431,86	kN
Σ =	729,77	kN

KONTAKTNE PLOHE STUPA I TEMELJNE ČAŠICE SU NEOHRAPAVLJENE

PREGLED UTJECAJA NA TEMELJ

Poprečna sila V_X (V_Y) djeluje u smjeru osi **X** (**Y**), a moment savijanja M_X (M_Y) vrti oko osi **X** (**Y**)

	na vrhu temeljne čašice					na dnu temeljne stope				
	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)	N (kN)	M_X (kNm)	V_Y (kN)	M_Y (kNm)	V_X (kN)
stalno	277,40	86,69	1,00	86,99	2,00	1007,17	88,29	1,00	90,19	2,00
povremeno	48,72	2,00	2,00	4,90	1,50	48,72	5,20	2,00	7,30	1,50
vjetar 1 (u smjeru Y)		19,56	5,00	39,26	15,30		27,56	5,00	63,74	15,30
vjetar 2 (u smjeru X)		19,56	5,00	39,26	15,30		27,56	5,00	63,74	15,30
potres 1 (u smjeru Y)		579,50	115,50	65,30	15,00		764,30	115,50	89,30	15,00
potres 2 (u smjeru X)		204,10	48,40	659,10	120,90		281,54	48,40	852,54	120,90

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 420 / 60

Parcijalni koeficijenti sigurnosti za projektni pristup : PP3 ..... 'A1' + 'M2' + 'R3'

Parametar		Oznaka	EQU	GEO / STR				
				Djelovanja ili efekti		Mater. karakteristike		Otpornost
				A1	A2	M1	M2	R3
Stalno djelovanje (**G**)	nepovolj.	$\gamma_{G,\,nep}$	1,10	1,35				
	povolj.	$\gamma_{G,\,pov}$	0,90	1,00				
Povremeno djelovanje (**Q**)	nepovolj.	$\gamma_{Q,\,nep}$	1,50	1,50				
	povolj.							
Slučajno djelovanje - potres (**A**)	nepovolj.	$\gamma_{A,\,nep}$	1,00	1,00				
	povolj.							
Tangens efektivnog kuta trenja (**tg φ'**)		$\gamma_{\varphi'}$	1,25				1,25	
Efektivna kohezija (**c'**)		$\gamma_{c'}$	1,25				1,25	
Nedrenirana čvrstoća (c_u)		γ_{cu}	1,40				1,40	
Jednoosna čvrstoća (q_u)		γ_{qu}	1,40				1,40	
Zapreminska težina (γ)		γ_{γ}	1,00				1,00	
Plitki temelji	nosivost	γ_{Rv}						1,00
	klizanje	γ_{Rh}						1,00

RAČUNSKA OPTEREĆENJA I KONTROLA NA PREVRTANJE

[trajna i prolazna opterećenja **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**) ; potres **1** (**2**) = dominantni smjer djelovanja **Y** (**X**)]

Opterećenja na vrhu temeljne čašice		GEO / STR - nepovoljno				
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)
trajna i prolazna opterećenja **1**		447,57	11,85	149,36	27,90	183,67
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
trajna i prolazna opterećenja **2**		447,57	11,85	149,36	27,90	183,67
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**						
slučajna kombinacija - potres **1**		277,40	116,50	666,19	17,00	152,29
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						
slučajna kombinacija - potres **2**		277,40	49,40	290,79	122,90	746,09
1,00 x **G** + 1,00 x **A**						

Opterećenja na dnu temeljne stope		GEO / STR - nepovoljno						
		N_d (kN)	V_{Yd} (kN)	M_{Xd} (kNm)	V_{Xd} (kN)	M_{Yd} (kNm)	H_d (kN)	θ (°)
trajna i prolazna opterećenja **1**		1432,76	10,35	168,32	27,90	228,31	10,35	0,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
trajna i prolazna opterećenja **2**		1432,76	10,35	168,32	27,90	228,31	27,90	90,00
$\gamma_{G,\,nep}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**								
slučajna kombinacija - potres **1**		1007,17	116,50	852,59	17,00	179,49	116,50	0,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								
slučajna kombinacija - potres **2**		1007,17	49,40	369,83	122,90	942,73	122,90	90,00
1,00 x **G** + 1,00 x **A**								

Kontrola temelja na prevrtanje oko svog ruba (statička ravnoteža)		EQU - povoljno					
		M_{Xd} (kNm)	R_{Xd} (kNm)	M_{Yd} (kNm)	R_{Yd} (kNm)	R_d / M_d	KRITERIJ
trajna i prolazna opterećenja **1**		168,32	1903,56			11,31	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
trajna i prolazna opterećenja **2**				228,31	1903,56	8,34	zadovoljava
$\gamma_{G,\,pov}$ x **G** + $\gamma_{Q,\,nep}$ x **Q**							
slučajna kombinacija - potres **1**		852,59	1903,56			2,23	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							
slučajna kombinacija - potres **2**				942,73	1903,56	2,02	zadovoljava
0,90 x **G** + 1,00 x **A**							

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 420 / 60

KONTROLA EKSCENTRICITETA

Za osnovna opterećenja (vertikalna djelovanja) mora biti ispunjen uvjet: $K_{OSN} = [(e_{x\,OSN} / B) + (e_{y\,OSN} / L)] \le 1/6 = 0{,}167$

Za osnovna + dopunska opterećenja mora biti ispunjen uvjet $K_{DOP} = [(e_x / B)^2 + (e_y / L)^2] \le 1/9 = 0{,}111$

Pri tom je: $e_{OSN} = M_{OSN} / N_{OSN}$ $e_{x(y)} = M_{y(x)} / N$ $B' = B - 2\,e_x$ $L' = L - 2\,e_y$ $A' = B' \times L'$

Kontrola ekscentriciteta za granični položaj rezultante sila		K_{OSN}	e_x (m)	e_y (m)	K_{DOP}	B' (m)	L' (m)	A' (m^2)
trajna i prolazna opterećenja **1**		0,043	0,159	0,117	0,002	3,88	3,97	15,39
trajna i prolazna opterećenja **2**		0,043	0,159	0,117	0,002	3,88	3,97	15,39
slučajna kombinacija - potres **1**			0,178	0,847	0,042	3,84	2,51	9,64
slučajna kombinacija - potres **2**			0,936	0,367	0,057	2,33	3,47	8,07

Efektivne karakteristike tla ispod temeljne stope	q' [kN/m^2]	φ' [°]	c' [kN/m^2]
	35,20	7,06	22,56

$q' = \gamma_{TLO} \times (n + v + D)$

$tg\,\varphi' = tg\,\varphi / \gamma_{\varphi'}$

$c' = c / \gamma_{c'}$

Nosivost temeljnog tla

smjer **X** : $R_{d\,x} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

smjer **Y** : $R_{d\,y} = (c' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + 0{,}5 \times \gamma \times L' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma) \times A' / \gamma_{Rv}$

	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y			X	Y	
N_c		7,18	7,18			7,18	7,18	
b_c		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_c		1,26	1,27			1,18	1,17	
i_c		0,98	0,99			0,83	0,86	
N_q		1,89	1,89			1,89	1,89	
b_q		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_q		1,12	1,13			1,08	1,08	
i_q		0,99	1,00			0,92	0,93	
N_γ		0,22	0,22			0,22	0,22	
b_γ		1,00	1,00			1,00	1,00	
s_γ		0,71	0,69			0,80	0,80	
i_γ		0,98	0,99			0,88	0,89	
Otpor tla $R = R_d \times \gamma_{Rv}$ (kN):		4279,63	4362,36			1841,96	2246,75	
Nosivost tla $q = R / A'$ (kN/m^2):		278,09	283,46			228,31	233,17	
Računski otpor tla R_d (kN):		4279,63	4362,36			1841,96	2246,75	
Računsko opterećenje N_d (kN):		1432,76	1432,76			1007,17	1007,17	
Iskorištenost tem. tla N_d/R_d (%):		33,5	32,8			54,7	44,8	
$q_d = R_d / A'$ (kN/m^2):		**278,1**	**283,5**			**228,3**	**233,2**	

(q_d ... računska nosivost temeljnog tla)

Provjera graničnog stanja nosivosti na klizanje	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:			Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		X	Y			X	Y	
H_d (kN):		27,90	10,35			122,90	116,50	
$R_{Hd} = N_d \times tg\,\varphi' / \gamma_{Rh}$ (kN):		177,44	177,44			124,73	124,73	
Koeficijent sigurnosti (R_{Hd} / H_d):		6,4	17,1			1,0	1,1	

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 420 / 60

KONTAKTNI NAPONI

$\sigma_1 = N_d / A + M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_3 = N_d / A - M_{Xd} / W_X + M_{Yd} / W_Y$

$\sigma_2 = N_d / A + M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$ $\quad$ $\sigma_4 = N_d / A - M_{Xd} / W_X - M_{Yd} / W_Y$

Uvjet nosivosti: $\sigma_0 \leq q_d$

Naponi u tlu na kontaktu sa temeljnom stopom (kN/m^2)	Za trajna i prolazna opterećenja u smjeru:				Za slučajna opterećenja - potres u smjeru:			
		Y	X			Y	X	
σ_1		113,34	113,34			140,68	163,39	
σ_2		76,36	76,36			111,61	10,70	
σ_3		86,08	86,08			2,59	103,49	
σ_4		49,10	49,10			-26,49	-49,20	
$\sigma_0 = N_d / A'$		93,10	93,10			104,52	124,84	
q_d		283,5	278,1			233,2	228,3	

DIMENZIONIRANJE TEMELJA

$M_{Ed\,x,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,x,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (B - b_{čaš}) \times L^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (l_{čaš} / L)) \times b_{čaš} \times (L - l_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,max} = [(5 \times \sigma' + \sigma'') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma' + \sigma'' + (\sigma' - \sigma'') \times (b_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

$M_{Ed\,y,\,min} = [(5 \times \sigma'' + \sigma') \times (L - l_{čaš}) \times B^2 + (5 \times \sigma'' + \sigma' + (\sigma'' - \sigma') \times (B_{čaš} / B)) \times l_{čaš} \times (B - b_{čaš})^2] / 48$

za momente oko X-X osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4) / 2$

za momente oko Y-Y osi : $\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ $\quad$ $\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4) / 2$

$b_{čaš} = b + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

$l_{čaš} = h + 2 \times s_{vrh} + 15$ [cm]

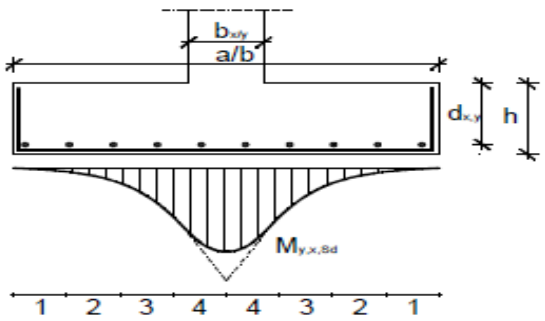
Kod proračuna napona s' i s'' za maksimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su veći od nule (negativni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Kod proračuna napona s' i s'' za minimalni moment savijanja kontaktni naponi $\sigma_{1,2,3,4}$ uzimaju se u obzir samo ako su manji od nule (pozitivni momenti se isključuju, odnosno izjednačavaju se sa nulom).

Računski naponi (kN/m^2)	za proračun maksimalnog momenta				za proračun minimalnog momenta			
	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y	σ'_x	σ''_x	σ'_y	σ''_y
trajna i prolazna opterećenja 1	94,85	67,59	99,71	62,73	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	94,85	67,59	99,71	62,73	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	126,14	1,29	71,63	55,80	0,00	-13,24	0,00	-13,24
slučajna opterećenja - potres 2	87,05	51,75	133,44	5,35	0,00	-24,60	0,00	-24,60

Maksimalni momenti savijanja (za donju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	580,82	602,29
trajna i prolazna opterećenja 2	580,82	602,29
slučajna opterećenja - potres 1	684,28	443,36
slučajna opterećenja - potres 2	522,79	727,84

Minimalni momenti savijanja (za gornju zonu armature)	$M_{Ed\,X}$ (kNm)	$M_{Ed\,Y}$ (kNm)
trajna i prolazna opterećenja 1	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	-71,70	-71,70
slučajna opterećenja - potres 2	-133,20	-133,20



Koeficijenti preraspodjele potrebne armature u funkciji veličine momenta savijanja

traka	b_x / b ; b_y / a		
	0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
Σ =	0,50	0,50	0,50

širina trake u smjeru X: 0,53 m

širina trake u smjeru Y: 0,53 m

POZ. T7 PODACI BUŠOTINE G2 B / H / D = 420 / 420 / 60

BETON: C25/30 XC2 ČELIK: B500B

zaštitni sloj betona: 4,0 cm

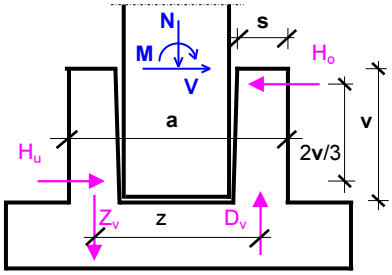
Temeljna stopa

PRORAČUN ARMATURE	donja zona temeljne stope				gornja zona temeljne stope			
	$A_{s1\,x}$ (cm²)	$A_{s1\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s1\,y}$ (cm²)	$A_{s1\,y\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,x}$ (cm²)	$A_{s2\,x\,min}$ (cm²)	$A_{s2\,y}$ (cm²)	$A_{s2\,y\,min}$ (cm²)
trajna i prolazna opterećenja 1	24,72	30,95	26,03	30,53	0,00	0,00	0,00	0,00
trajna i prolazna opterećenja 2	24,72	30,95	26,03	30,53	0,00	0,00	0,00	0,00
slučajna opterećenja - potres 1	29,22	30,95	19,09	30,53	3,00	3,00	3,05	3,05
slučajna opterećenja - potres 2	22,25	30,95	31,57	30,53	5,60	5,60	5,68	5,68

POTREBNA ARMATURA		smjer X				smjer Y			
		širina trake: 0,53 m				širina trake: 0,53 m			
		traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
donja zona	(cm²)	2,21	3,16	4,42	6,00	2,05	2,92	4,09	5,55
gornja zona	(cm²)	5,68				5,60			

USVOJENA ARMATURA	smjer X				smjer Y			
	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4	traka 1	traka 2	traka 3	traka 4
Donja zona - mreže	Q785							
Donja zona - šipke	---	---	1 Φ12	2 Φ12	---	---	---	2 Φ12
Donja zona - ukupno (cm²)	4,12	4,12	5,25	6,38	4,12	4,12	4,12	6,38
Gornja zona - šipke	---				---			
Gornja zona - ukupno (cm²)	0,00				0,00			

Temeljna čašica



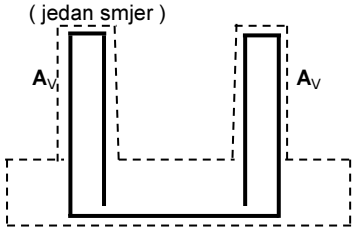
$H_o = (3 / 2) \times (M / v) + (5 / 4) \times V$

$H_u = (3 / 2) \times (M / v) + (1 / 4) \times V$

Granične vrijednosti	smjer X	smjer Y
M_{Ed} (kNm):	746,09	666,19
V_{Ed} (kN):	122,90	116,50
H_o (kN):	1272,76	1144,91
H_u (kN):	1149,86	1028,41
Z_v (kN):	1305,39	1174,26
$A_{H\,o,\,req}$ / 2 (cm²):	14,64	13,17
$A_{H\,u,\,req}$ / 2 (cm²):	13,22	11,83
$A_{V,\,req}$ (cm²):	30,02	27,01

vertikalna armatura čašice (A_V)

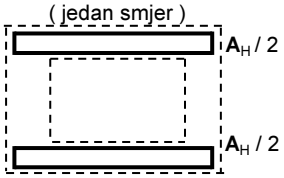
(jedan smjer)



$Z_v = H_o \times v / z$

horizontalna armatura čašice (A_H)

(jedan smjer)



$A_{H\,o} = H_o / f_{yd}$

$A_{H\,u} = H_u / f_{yd}$

$A_V = Z_v / f_{yd}$

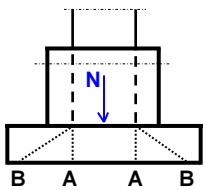
Horizontalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

gornja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,o}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08
donja	profil dvorezne vilice		komada	$A_{H\,u}$ / 2
šestina	Φ	16	4	16,08

Vertikalna armatura čašice (cm²) - ista u oba smjera

vertikalna	profil dvorezne vilice		komada	A_V
armatura	Φ	20	5	31,42

Kontrola temeljne stope na probijanje



	N_{Ed}	u_0	d_{sr}	$v_{Ed\,A}$	$v_{Rd,max}$	Kriterij:	
točka A	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,A} \le v_{Rd,max}$	
	447,57	240,00	54,88	0,340	4,500	zadovoljava	
	N_{Ed}-ΔN_{Ed}	u_1	d_{sr}	$v_{Ed\,B}$	$v_{Rd,c}$	Kriterij:	A_{proboj}
točka B	(kN)	(cm)	(cm)	(N/mm²)	(N/mm²)	$v_{Ed\,B} \le v_{Rd,c}$	(cm²)
	340,98	929,58	54,88	0,077	0,310	zadovoljava	ne treba

PRORAČUN TEMELJNE TRAKE ISPOD FASADNIH AB PANELA

POZ **TG-1**

Provjerava se kontaktni napon na tlu ispod temeljne trake.
Utjecaji stalnih i pokretnih djelovanja se uzimaju s karakterističnim vrijednostima za provjere naprezanja u tlu. Panel se povezuje sa temeljnim stopama i čašicama.

Beton : **C25/30**

Širina trake (b_{tr}): **50 cm**

Visina trake (h): **60 cm**

Dopušteni kontaktni napon na tlo: σ_{dop} = **120 kN/m²**

Analiza opterećenja :

STALNO:				
Fasadni panel	0,18·25kN/m³ · 9,05m	=	40,73	kN/m¹
Vlastita težina temelja	0,50m·0,60m·25kN/m3	=	9,00	kN/m¹
		N_g =	49,73	kN/m¹
KORISNO:				
			0,00	kN/m¹
		N_q =	0,00	kN/m¹

N_{Ed} = 1,00·N_g+1,00·N_q = 1,00·49,73+1,00·0,00 = **49,73 kN/m¹**

Kontaktni napon :

σ_{Ed} = N_{Ed} / b_{tr} = 49,73/0,50 = **99,46** kN/m² < σ_{dop} = **120 kN/m²**

Temeljnu traku armirati sa 4Ø12 RA, u gornjoj i donjoj zoni, vilice ϕ8 RA / 25 cm, armaturom B500B.

PRORAČUN TEMELJNE TRAKE ISPOD FASADNIH AB PANELA

POZ **TG-2**

Provjerava se kontaktni napon na tlu ispod temeljne trake. Kao mjerodavna traka uzima se u osi 16. Utjecaji stalnih i pokretnih djelovanja se uzimaju s karakterističnim vrijednostima za provjere naprezanja u tlu.

Beton : **C25/30**

Širina trake (b_{tr}): **100 cm**

Visina trake (h): **60 cm**

Dopušteni kontaktni napon na tlo: σ_{dop} = **120 kN/m²**

Analiza opterećenja :

STALNO:				
Zidani zid + žbuka	0,25·18kN/m³ · 9,40m	=	42,30	kN/m¹
Reakcija TT ploče poz TT-3	32,44kN/1,20m	=	27,03	kN/m¹
Reakcija TT ploče poz TT-2	18,98kN/1,20m	=	15,82	kN/m¹
Vlastita težina temelja	1,00m·0,60m·25kN/m3	=	9,00	kN/m¹
		N_g =	94,15	kN/m¹
KORISNO:				
Reakcija TT ploče poz TT-3	15,03kN/1,20m	=	12,52	kN/m¹
Reakcija ab ploče stubišta	3,10m/2·3kN/m²	=	4,65	kN/m¹
		N_q =	17,17	kN/m¹
N_{Ed} = 1,00·N_g+1,00·N_q =	1,00·94,15+1,00·17,17 =		**111,32**	**kN/m¹**

Kontaktni napon :

σ_{Ed} = N_{Ed} / b_{tr} = 111,32/1,00 = **111,32** kN/m² < σ_{dop} = **120 kN/m²**

Temeljnu traku armirati sa 6Ø14 RA, u gornjoj i donjoj zoni, vilice ϕ8 RA / 25, m=4 cm, armaturom B500B.

PRORAČUN TEMELJNE TRAKE ISPOD FASADNIH AB PANELA

POZ **TG-3**

Provjerava se kontaktni napon na tlu ispod temeljne trake. Kao mjerodavna traka uzima se u osi A. Utjecaji stalnih i pokretnih djelovanja se uzimaju s karakterističnim vrijednostima za provjere naprezanja u tlu.

Beton : **C25/30**

Širina trake (b_{tr}): **60 cm**

Visina trake (h): **60 cm**

Dopušteni kontaktni napon na tlo: σ_{dop} = **120 kN/m²**

Analiza opterećenja :

STALNO:				
Zidani zid + žbuka	0,25·18kN/m³ · 8,25m	=	37,13	kN/m¹
Reakcija TT ploče poz TT-1	14,69kN/1,20m	=	12,24	kN/m¹
Vlastita težina temelja	0,60m·0,60m·25kN/m3	=	9,00	kN/m¹
		N_g =	58,37	kN/m¹
KORISNO:				
Reakcija TT ploče poz TT-1	7,43kN/1,20m	=	6,19	kN/m¹
		N_q =	6,19	kN/m¹
$N_{Ed} = 1{,}00 \cdot N_g + 1{,}00 \cdot N_q$ =	1,00·58,37+1,00·6,19 =		**64,56**	**kN/m¹**

Kontaktni napon :

$\sigma_{Ed} = N_{Ed} / b_{tr}$ = 64,56/0,60 = **107,60** kN/m² < σ_{dop} = **120 kN/m²**

Temeljnu traku armirati sa 4Ø12 RA, u gornjoj i donjoj zoni, vilice ϕ8 RA / 25 cm, armaturom B500B.

PRORAČUN TEMELJNE TRAKE ISPOD FASADNIH AB PANELA

POZ **TG-4**

Provjerava se kontaktni napon na tlu ispod temeljne trake. Kao mjerodavna traka uzima se u osi 15. Utjecaji stalnih i pokretnih djelovanja se uzimaju s karakterističnim vrijednostima za provjere naprezanja u tlu.

Beton : **C25/30**

Širina trake (b_{tr}): **80 cm**

Visina trake (h): **60 cm**

Dopušteni kontaktni napon na tlo: σ_{dop} = **120 kN/m^2**

Analiza opterećenja :

STALNO:				
Zidani zid + žbuka	0,25·18kN/m^3 · 3,6m	=	16,20	kN/m^1
Reakcija TT ploče poz TT-3	32,44kN/1,20m	=	27,03	kN/m^1
Reakcija ab ploče kraj stubišta	3,10m/2·7,8kN/m^2	=	12,09	kN/m^1
Vlastita težina temelja	0,80m·0,60m·25kN/m3	=	9,00	kN/m^1
		N_g =	64,32	kN/m^1
KORISNO:				
Reakcija TT ploče poz TT-3	15,03kN/1,20m	=	12,52	kN/m^1
Reakcija ab ploče stubišta	3,10m/2·3kN/m^2	=	4,65	kN/m^1
		N_q =	17,17	kN/m^1
N_{Ed} = 1,00·N_g+1,00·N_q =	1,00·64,32+1,00·17,17 =		**81,49**	**kN/m^1**

Kontaktni napon :

σ_{Ed} = N_{Ed} / b_{tr} = 81,49/0,80 = **101,86** kN/m^2 < σ_{dop} = **120 kN/m^2**

Temeljnu traku armirati sa 6Ø14 RA, u gornjoj i donjoj zoni, vilice ϕ8 RA / 25 cm,m=4 armaturom B500B.

PRORAČUN TEMELJNIH TRAKA ZA POVEZIVANJE

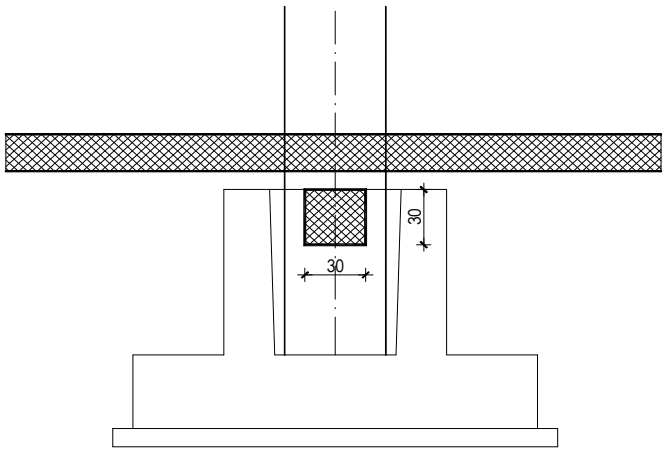
POZ **TS-1**

Ova temeljna traka povezuje temeljne stope prema zahtjevima iz EN1998-1 točka 5.8.2 (3).
Gornji rub ovih traka poravnava se s gornjim rubom temeljne čašice.

Beton : **C25/30**

Širina trake (b_{tr}): **30 cm**

Visina trake (h): **30 cm**



Temeljnu traku armirati sa 2Ø16 RA, u gornjoj i donjoj zoni, vilice ϕ8 RA / 25 cm, armaturom B500B.

PODNA AB PLOČA

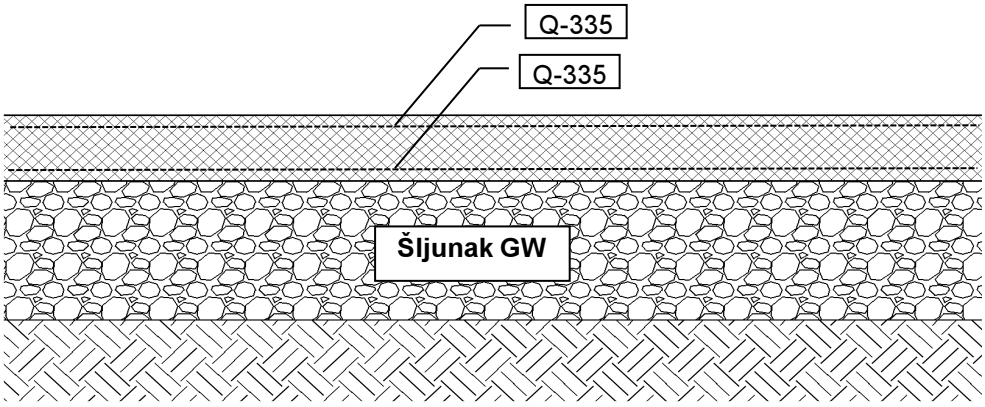
POZ **PP**

Debljina :	d_{pl} =	**20cm**
Beton:		**C25/30**
Razred izloženosti:		**XC3**
Zaštitni sloj:	**c =**	**4,0cm**
Armatura:		**B500B**

Ploču je potrebno armirati mrežastom armaturom:

GORNJA ZONA:	**Q-335**
DONJA ZONA:	**Q-335**

Naknadno je potrebno izvesti dilatacije u poljima veličine 5 x 5 m.
Dilatacije se zapunjuju trajnoelastičnim kitom.



GW - dobro graduirani šljunak debljine sloja dostatne za ostvarenje modula stišljivosti ispod ploče

M_s = 80 Mpa

Osnovni podaci o modelu

ČELIČNI DIO - ANEKSI NA SJEVERNOM PROČELJU

- prostorije za usisavanje prašine, termogen za grijanje i kompresor

Datoteka: 2021-05-12 - aneksi_rev_0.twp
Datum proračuna: 12.5.2021

Način proračuna: 3D model

☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost

☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja

☒ Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova:	1249
Broj pločastih elemenata:	0
Broj grednih elemenata:	1299
Broj graničnih elemenata:	75
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	6
Broj kombinacija opterećenja:	18

Jedinice mjera

Dužina:	m [cm,mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius

Ulazni podaci - Konstrukcija

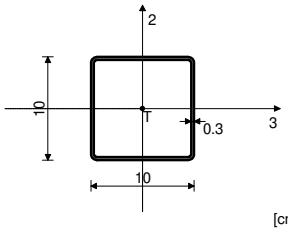
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30
2	Čelik	2.100e+8	0.30	0.00	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: HOP [] 100x100x3, Fiktivna ekscentričnost

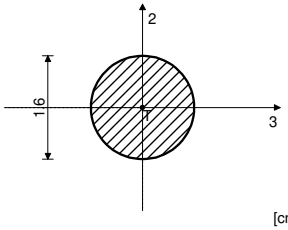
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.141e-3	6.000e-4	6.000e-4	2.783e-6	1.770e-6	1.770e-6



[cm]

Set: 2 Presjek: D=1.6, Jednostavan nelinearan (vlačni) štap, Fiktivna ekscentričnost

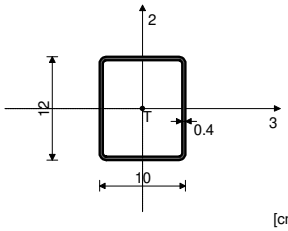
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	2.011e-4	1.810e-4	1.810e-4	6.434e-9	3.217e-9	3.217e-9



[cm]

Set: 3 Presjek: HOP [] 120x100x4, Fiktivna ekscentričnost

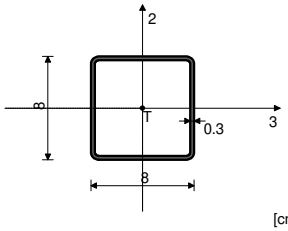
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.655e-3	9.600e-4	8.000e-4	4.770e-6	2.632e-6	3.484e-6



[cm]

Set: 4 Presjek: HOP [] 80x80x3, Fiktivna ekscentričnost

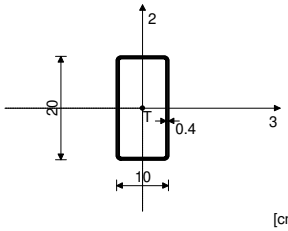
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	9.010e-4	4.800e-4	4.800e-4	1.397e-6	8.613e-7	8.613e-7



[cm]

Set: 5 Presjek: HOP [] 200x100x4, Fiktivna ekscentričnost

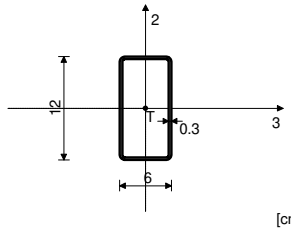
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.295e-3	1.600e-3	8.000e-4	9.842e-6	4.103e-6	1.200e-5



[cm]

Set: 6 Presjek: HOP [] 120x60x3, Fiktivna ekscentričnost

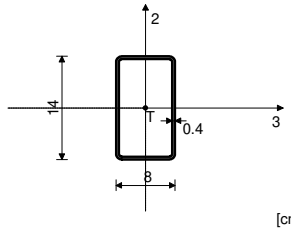
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.021e-3	7.200e-4	3.600e-4	1.560e-6	6.431e-7	1.891e-6



[cm]

Set: 7 Presjek: HOP [] 140x80x4, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.655e-3	1.120e-3	6.400e-4	4.107e-6	1.804e-6	4.296e-6



[cm]

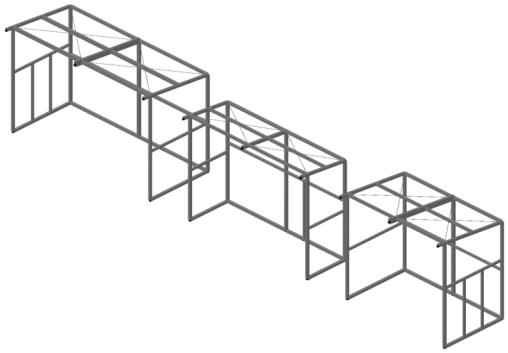
Setovi točkastih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

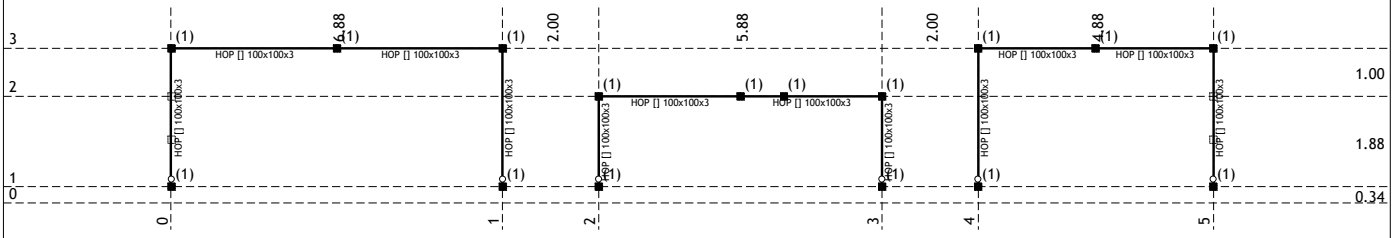
Konture točkastih ležajeva

Čvorovi	Set
1, 43, 70, 142, 162, 199, 280, 339, 406, 410, 511, 543, 574, 582, 644, 693, 699, 817, 855, 896,	1

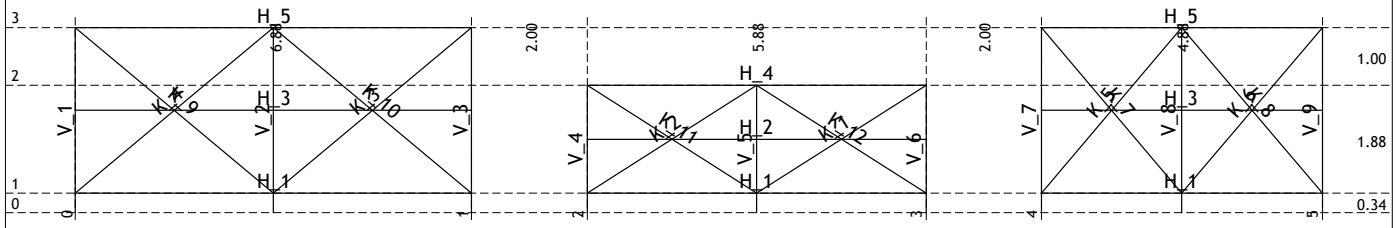
Čvorovi	Set
920, 936, 987, 1090, 1150	



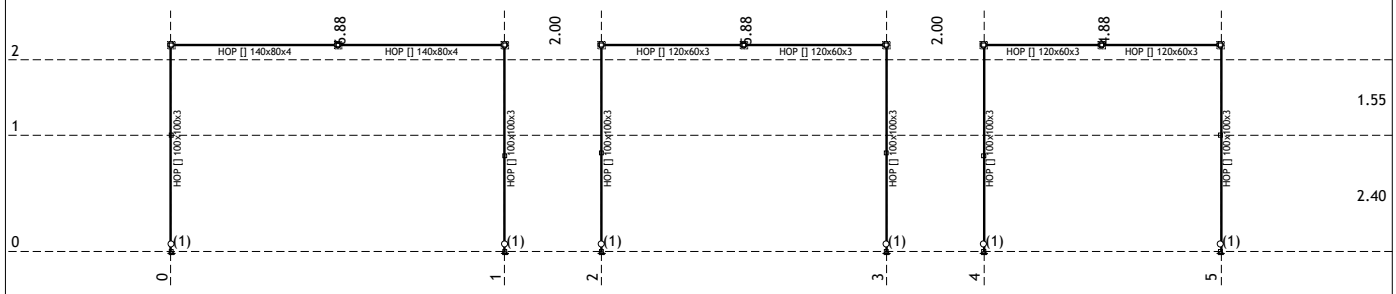
Izometrija



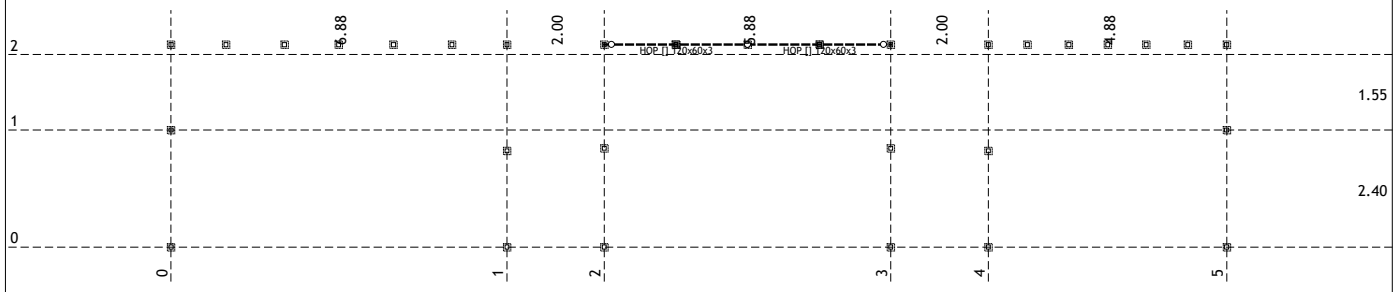
Nivo: [0.00 m]



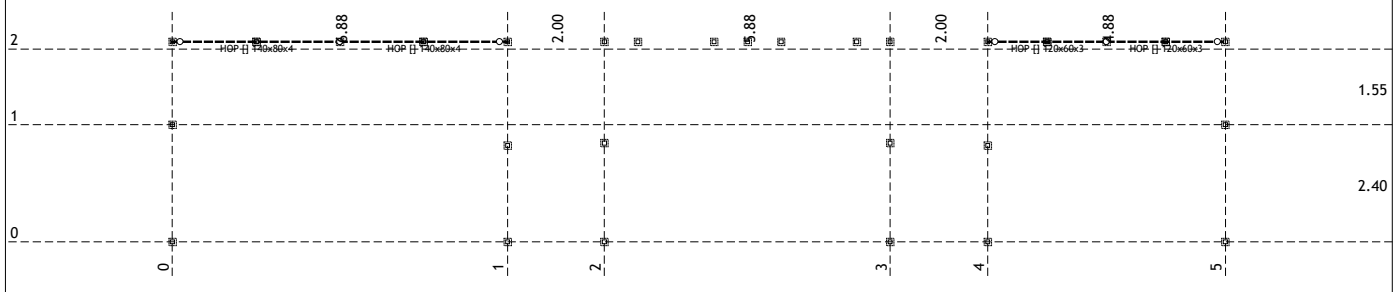
Dispozicija okvira



Okvir: H_1

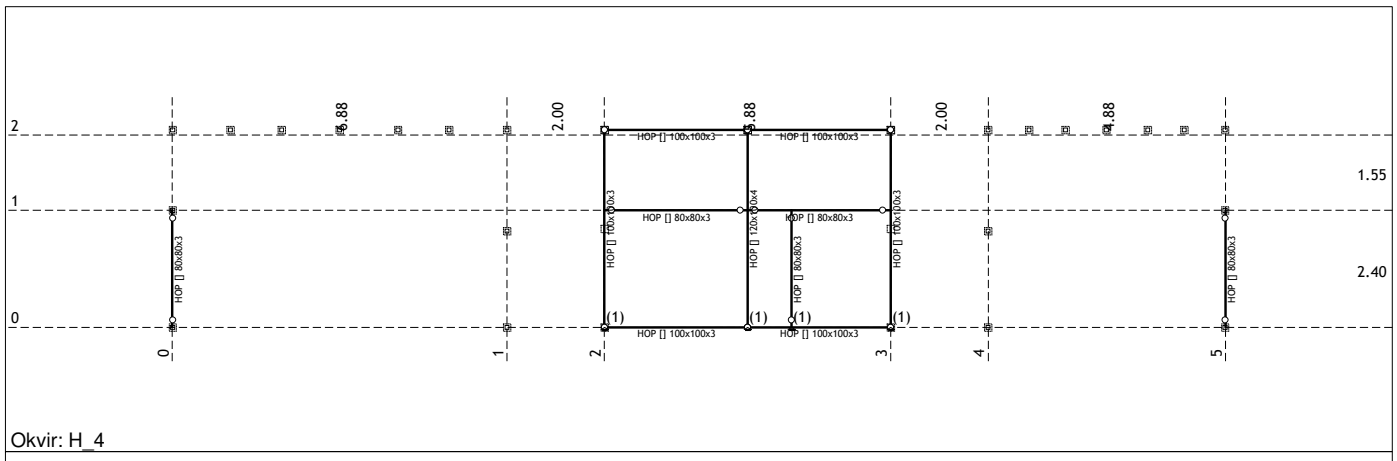


Okvir: H_2

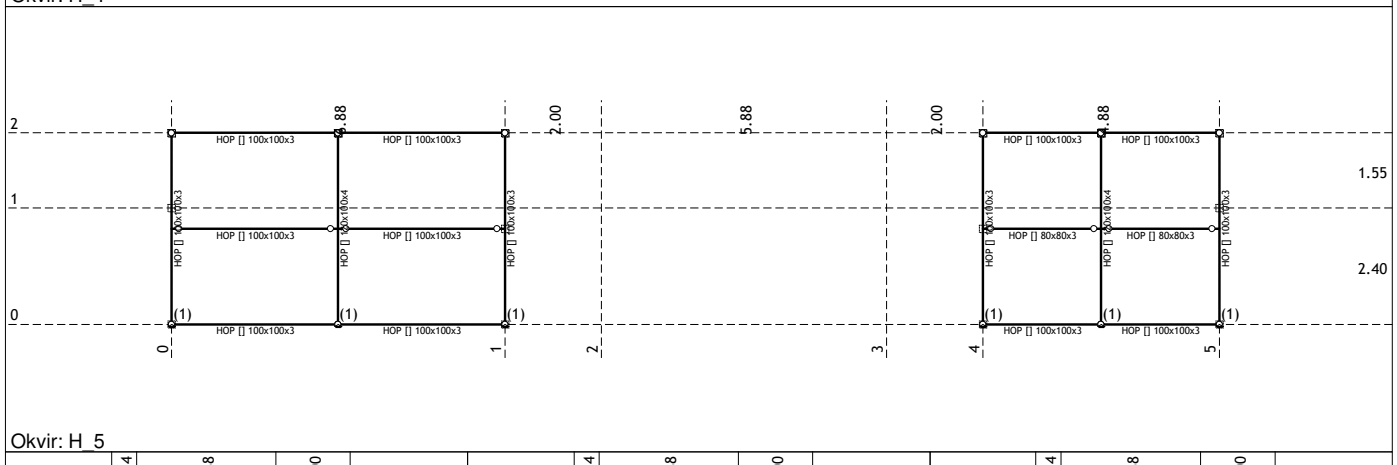


Okvir: H_3

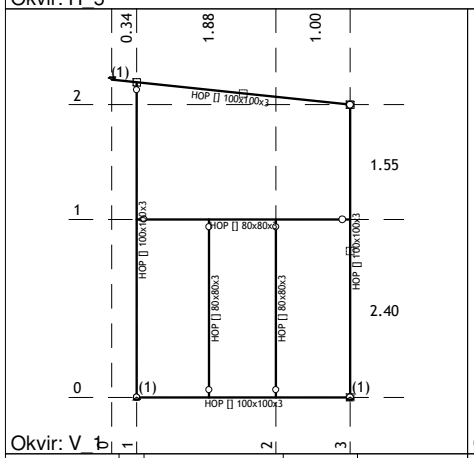
MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



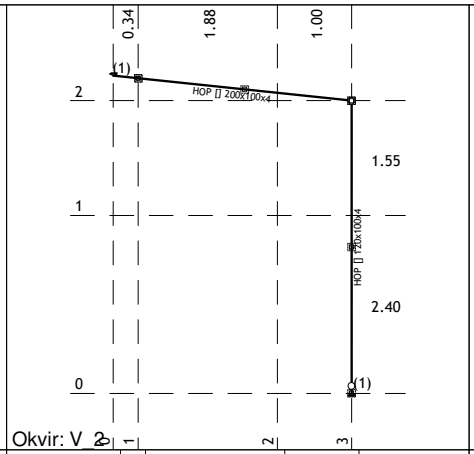
Okvir: H_4



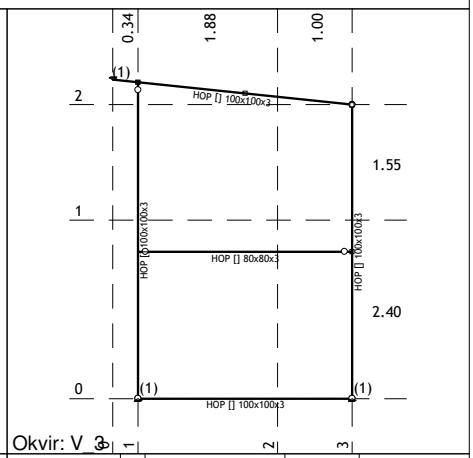
Okvir: H_5



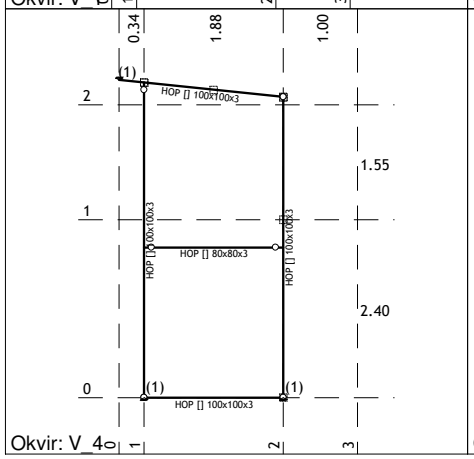
Okvir: V_1



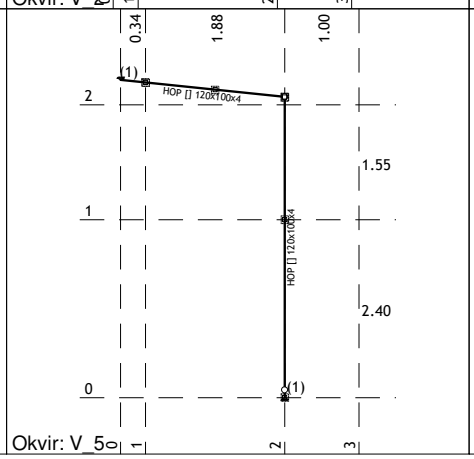
Okvir: V_2



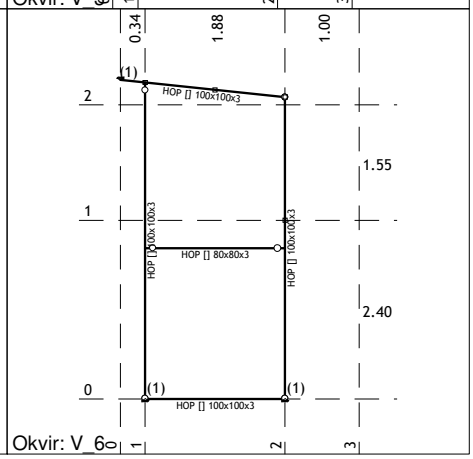
Okvir: V_3



Okvir: V_4

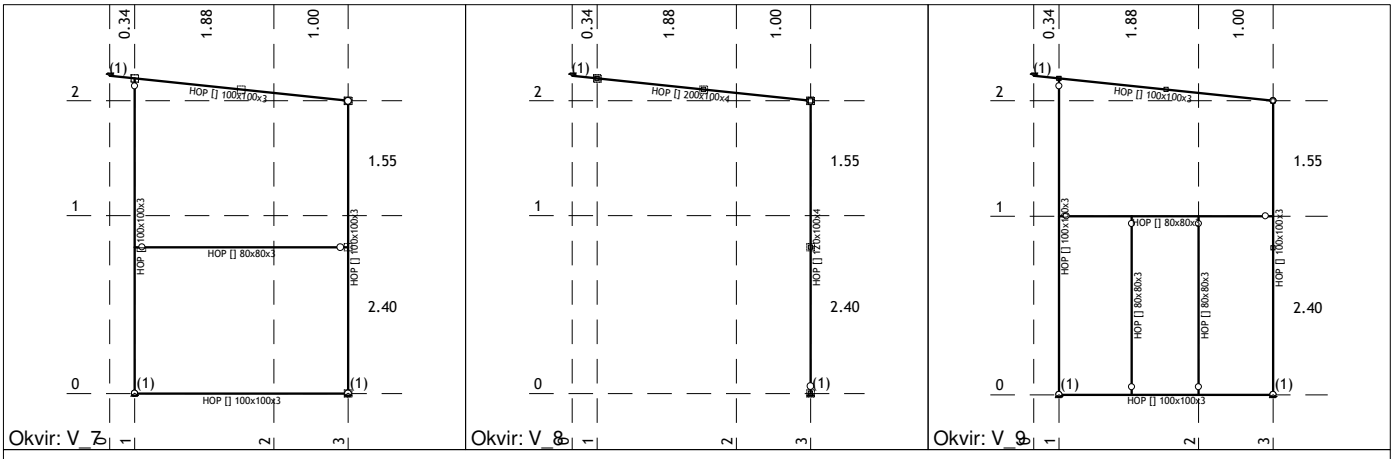


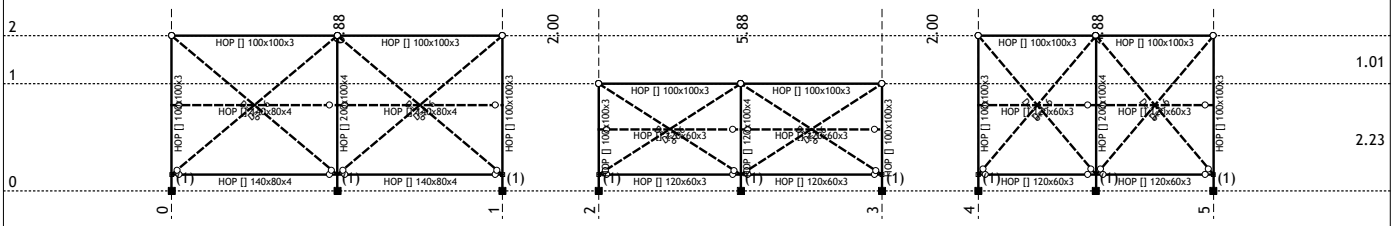
Okvir: V_5



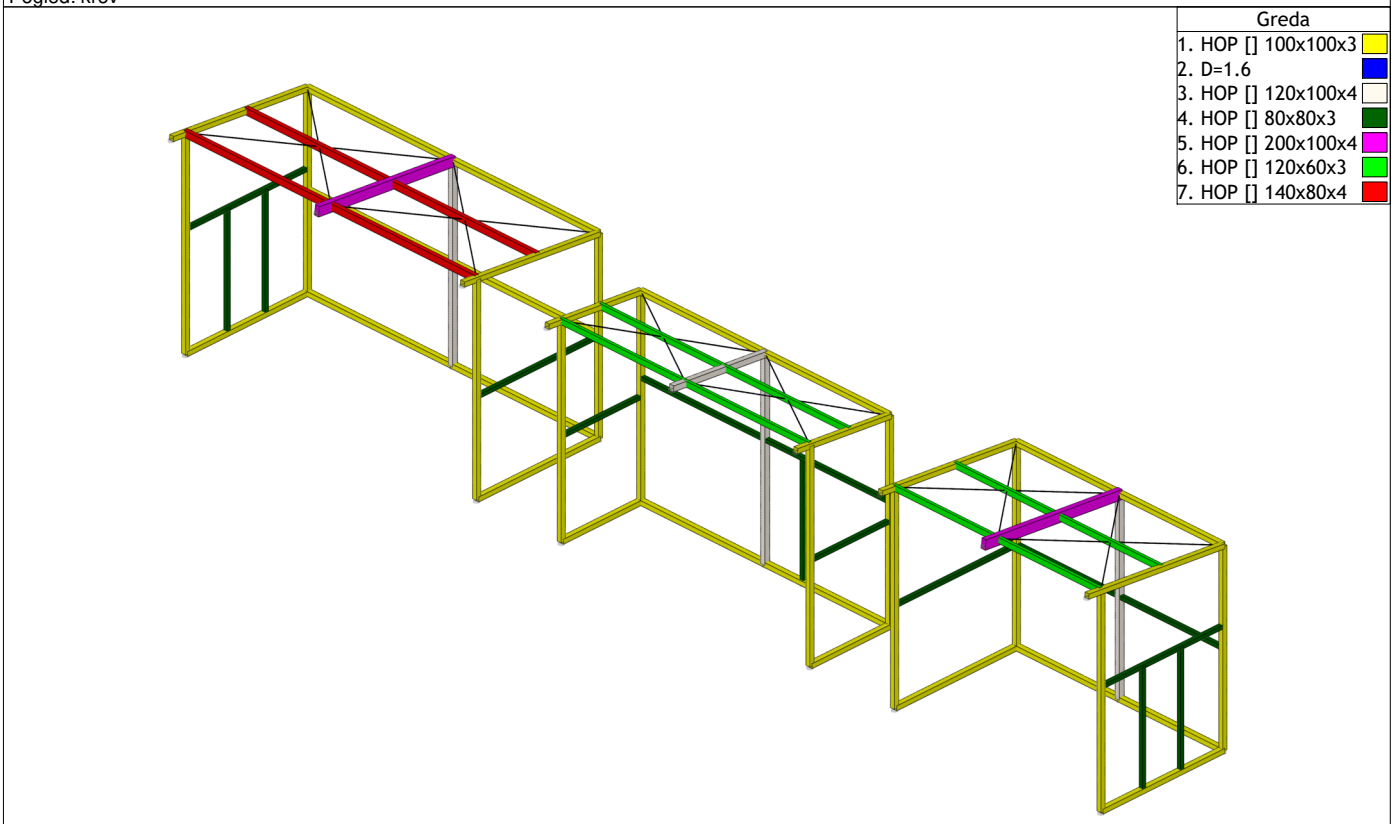
Okvir: V_6

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



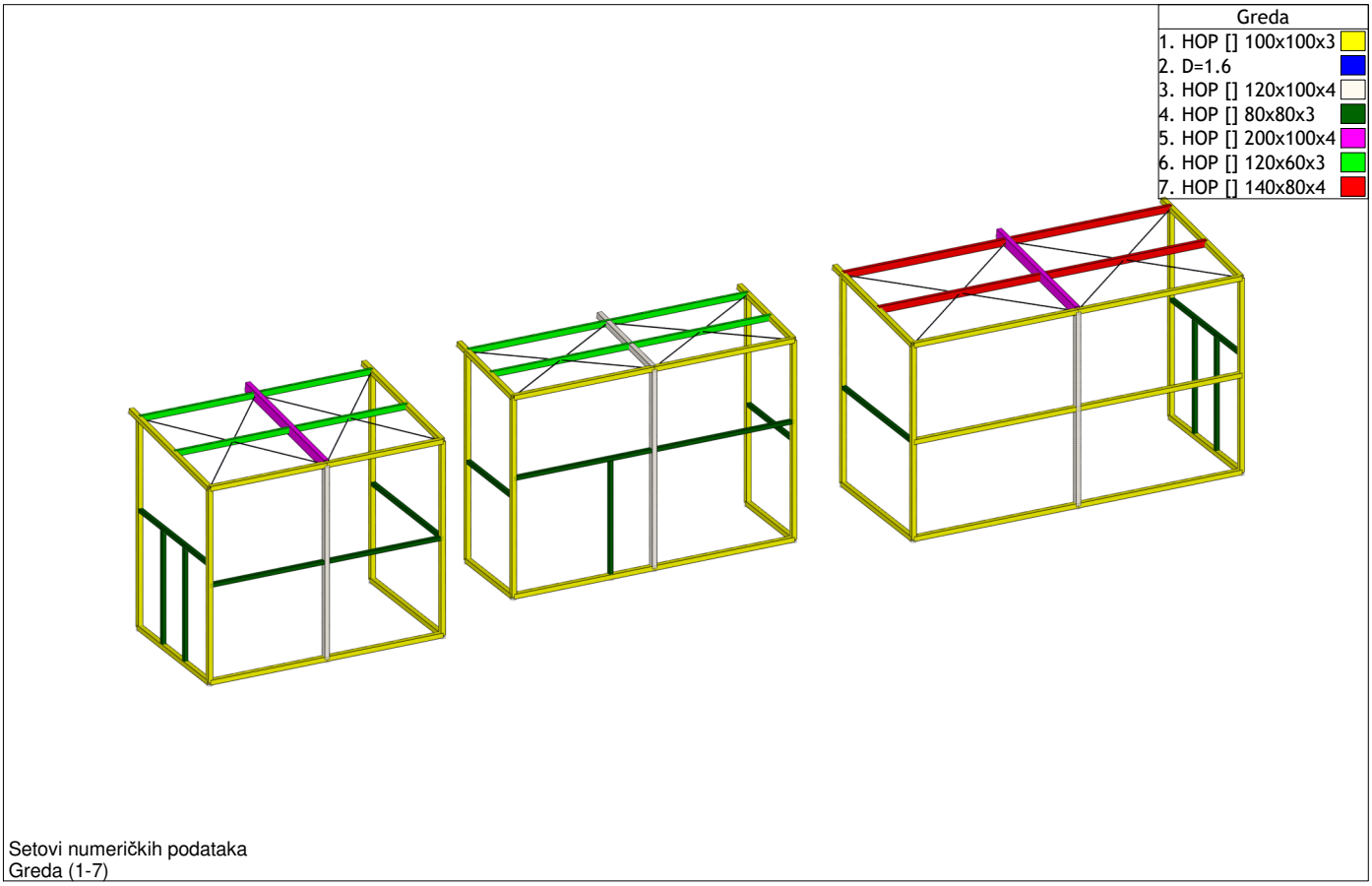


Pogled: krov



Setovi numeričkih podataka
Greda (1-7)

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



Setovi numeričkih podataka
Greda (1-7)

Grede - količine po setovima

Set	Presjek/Materijal	γ [kN/m³]	L [m]	O [m²]	V [m³]	m [T]
1	HOP [] 100x100x3 Čelik	78.500	124.25	48.420	0.142	1.135
2	D=1.6 Čelik	0.000	47.115	2.368	0.009	0.000
3	HOP [] 120x100x4 Čelik	78.500	14.182	6.045	0.023	0.188
4	HOP [] 80x80x3 Čelik	78.500	38.040	11.781	0.034	0.274
5	HOP [] 200x100x4 Čelik	78.500	6.465	3.790	0.015	0.119
6	HOP [] 120x60x3 Čelik	78.500	21.520	7.526	0.022	0.176
7	HOP [] 140x80x4 Čelik	78.500	13.760	5.865	0.023	0.182
		Ukupno:	265.33	85.796	0.269	2.074

Rekapitulacija količina materijala

Materijal	γ [kN/m³]	O [m²]	V [m³]	m [T]
Čelik	78.500	83.428	0.259	2.074
Čelik	0.000	2.368	0.009	0.000

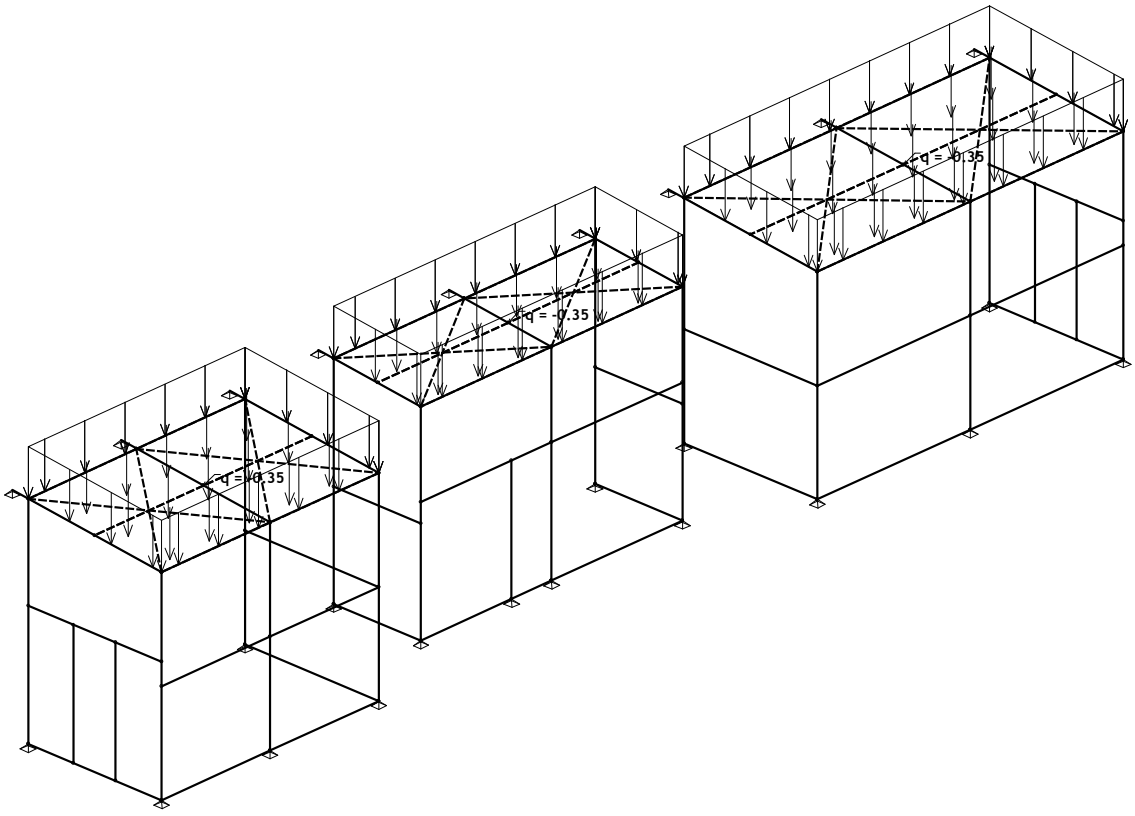
Materijal	γ [kN/m³]	O [m²]	V [m³]	m [T]
	Ukupno:	85.796	0.269	2.074

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

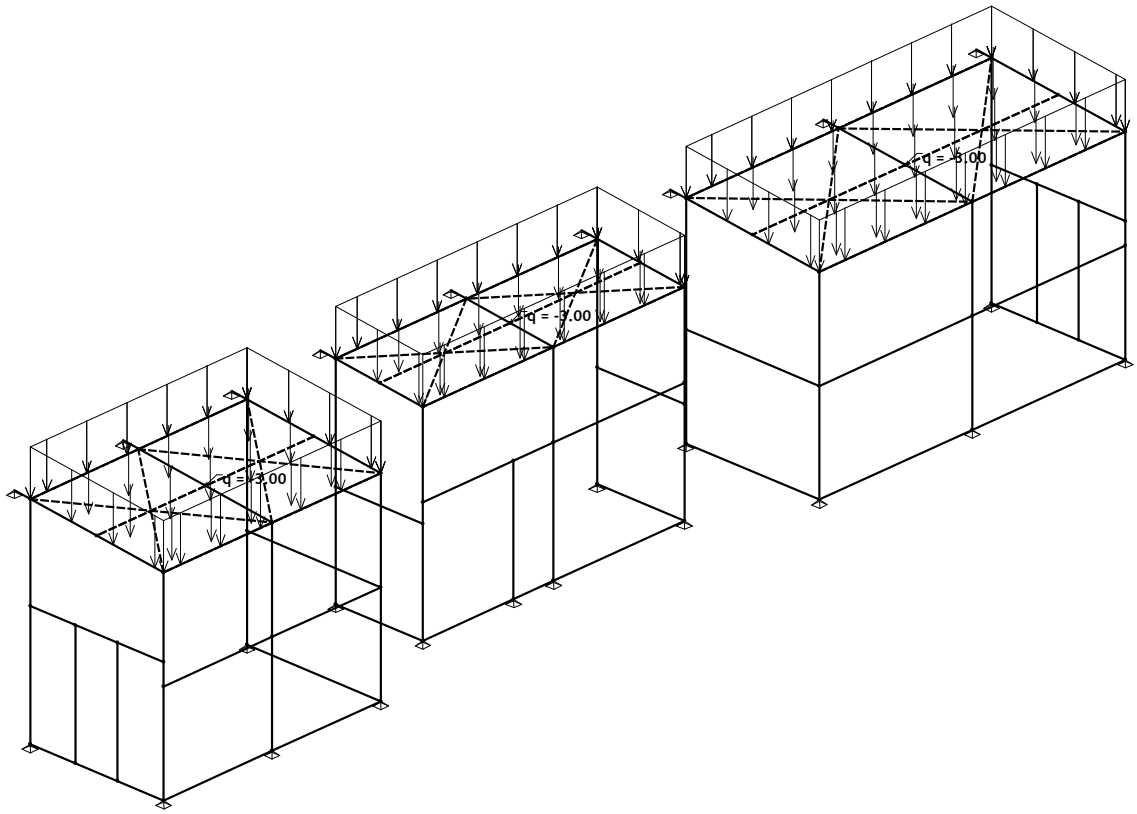
LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	stalno (g)	0.00	-0.00	-20.34
2	dodatno stalno	0.00	0.00	-15.81
3	snijeg	0.00	0.00	-135.51
4	vjetar A1	-42.43	61.14	-20.22
5	vjetar A2	42.43	61.14	-20.22
6	vjetar B1	0.00	-65.39	-20.22
7	Komb.: KGS 1 s+w (1.35xI+1.35xII+ 1.5xIII+0.9xIV)	-38.19	55.03	-270.26
8	Komb.: KGS 2 (1.35xI+1.35xII+1.5xIII+ +0.9xV)	38.19	55.03	-270.26
9	Komb.: KGS 3 (1.35xI+1.35xII+1.5x III+0.9xVI)	0.00	-58.85	-270.26
10	Komb.: KGS 5 w+s (1.35xI+1.35xII+ 0.75xIII+1.5xIV)	-63.65	91.71	-180.76
11	Komb.: KGS 6 (1.35xI+1.35xII+ +0.75xIII+1.5xV)	63.65	91.71	-180.76
12	Komb.: KGS 7 (1.35xI+1.35xII+0.75xIII+ +1.5xVI)	0.00	-98.08	-180.76
13	Komb.: KGS 9 w (I+1.5xIV)	-63.65	91.71	-50.66
14	Komb.: KGS 10 (I+1.5xV)	63.65	91.71	-50.66
15	Komb.: KGS 11 (I+1.5xVI)	0.00	-98.08	-50.66
16	Komb.: GSU 1 s+w (I+II+III+0.6xIV)	-25.46	36.69	-183.79
17	Komb.: GSU 2 (I+II+III+0.6xV)	25.46	36.69	-183.79
18	Komb.: GSU 3 (I+II+III+0.6xVI)	0.00	-39.23	-183.79
19	Komb.: GSU 5 w+s (I+II+0.5xIII+IV)	-42.43	61.14	-124.12
20	Komb.: GSU 6 (I+II+0.5xIII+V)	42.43	61.14	-124.12
21	Komb.: GSU 7 (I+II+0.5xIII+VI)	0.00	-65.39	-124.12
22	Komb.: GSU 9 w (I+IV)	-42.43	61.14	-40.55
23	Komb.: GSU 10 (I+V)	42.43	61.14	-40.55
24	Komb.: GSU 11 (I+VI)	0.00	-65.39	-40.55

Opt. 2: dodatno stalno



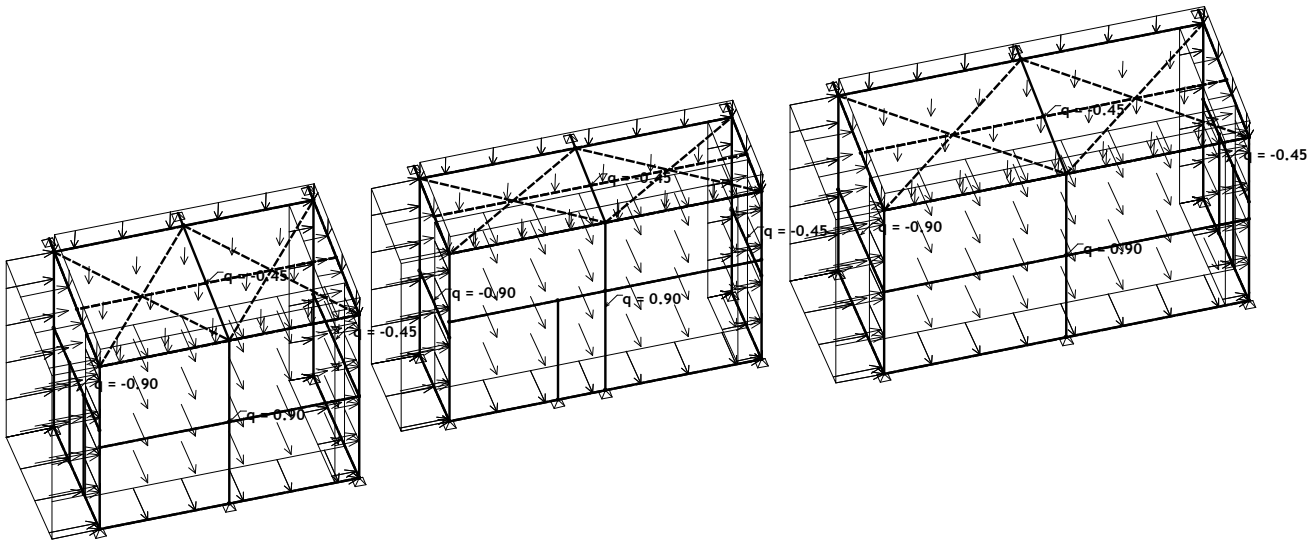
Izometrija

Opt. 3: snijeg



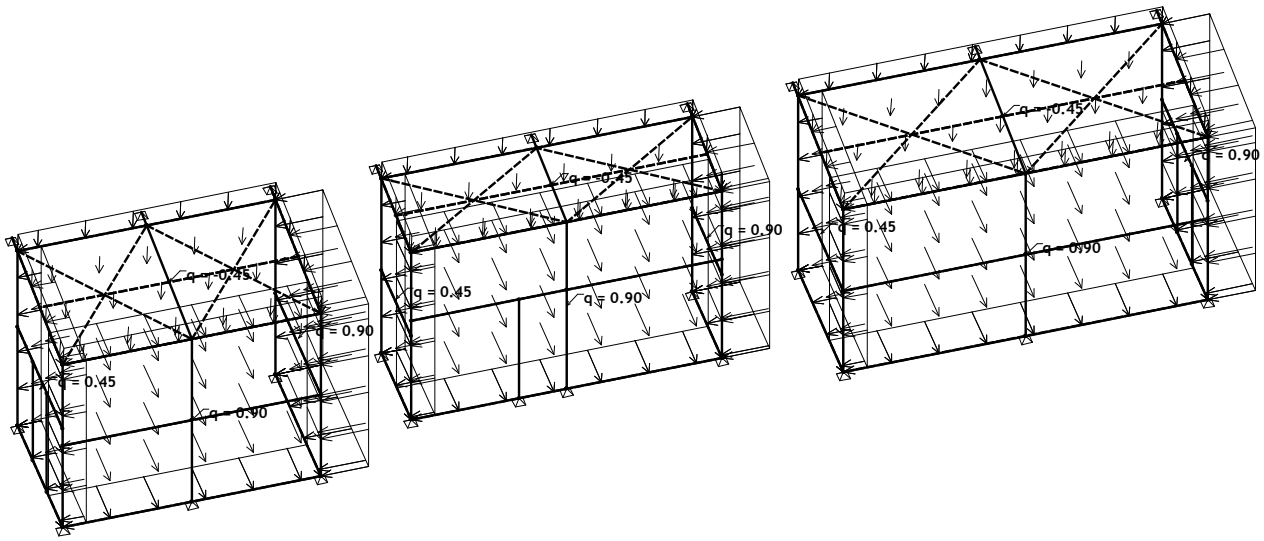
Izometrija

Opt. 4: vjetar A1



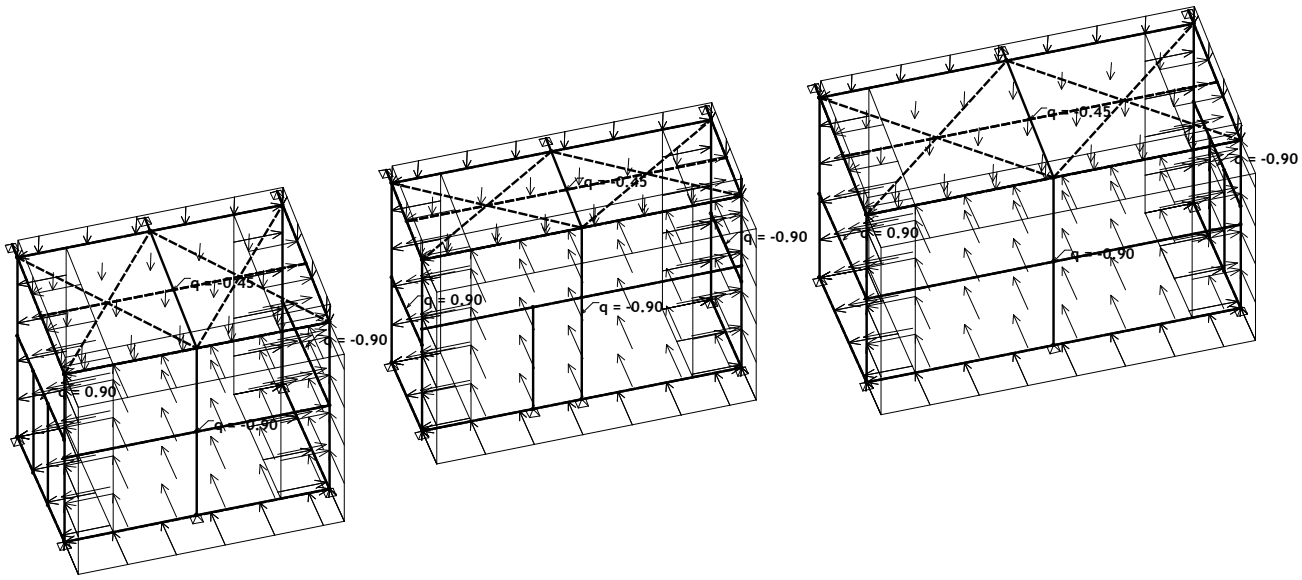
Izometrija

Opt. 5: vjetar A2



Izometrija

Opt. 6: vjetar B1



Izometrija

Statički proračun

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-24

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
(437 - 162)	9	4.252	**|-35.554|**	-1.296	0.000	0.000
(77 - 1)	9	4.252	**|-35.548|**	0.986	0.000	0.000
(437 - 162)	7	4.252	**|-35.441|**	1.283	0.000	0.000
(437 - 162)	8	4.252	**|-35.439|**	-0.641	0.000	0.000
(77 - 1)	8	4.252	**|-35.413|**	-1.007	0.000	0.000
(77 - 1)	7	4.252	**|-35.412|**	0.515	0.000	0.000
(365 - 142)	9	3.950	**|-32.417|**	2.756	0.000	0.000
(365 - 142)	8	3.950	**|-31.263|**	-2.756	0.000	0.000
(365 - 142)	7	3.950	**|-31.263|**	-2.756	0.000	0.000
(1169 - 920)	9	4.252	**|-25.005|**	-0.986	0.000	0.000
(365 - 199)	9	3.233	-3.313	**|25.131|**	0.000	0.000
(365 - 199)	8	3.233	7.691	**|25.131|**	0.000	0.000
(365 - 199)	7	3.233	7.694	**|25.131|**	0.000	0.000
(158 - 70)	8	2.896	2.489	**|-18.585|**	-0.567	-6.253
(544 - 410)	7	2.896	2.483	**|-18.584|**	0.547	-6.253
(158 - 70)	7	2.896	-1.318	**|-18.584|**	0.535	-6.253
(544 - 410)	8	2.896	-1.322	**|-18.583|**	-0.521	-6.253
(544 - 410)	9	2.896	-4.885	**|-18.578|**	0.057	-6.251
(158 - 70)	9	2.896	-4.881	**|-18.577|**	-0.046	-6.251
(1192 - 987)	9	3.233	-2.364	**|17.701|**	0.000	0.000
(250 - 466)	10	1.551	-2.296	-0.020	**|-3.906|**	0.177
(93 - 250)	12	1.551	3.892	-0.020	**|3.906|**	0.177
(250 - 466)	11	1.551	0.317	-0.020	**|-3.906|**	0.177
(93 - 250)	11	1.551	-2.161	-0.020	**|-3.906|**	0.177
(250 - 466)	15	1.551	3.935	-0.015	**|3.906|**	0.131
(93 - 250)	15	1.551	3.892	-0.015	**|3.906|**	0.131
(250 - 466)	14	1.551	0.317	-0.015	**|-3.906|**	0.131
(93 - 250)	14	1.551	-2.161	-0.015	**|-3.906|**	0.131
(250 - 466)	13	1.551	-2.296	-0.015	**|-3.906|**	0.131
(93 - 250)	13	1.551	0.198	-0.015	**|-3.906|**	0.131
(365 - 199)	8	1.449	1.760	-16.466	-1.424	**|24.110|**
(365 - 199)	7	1.449	1.770	-16.466	1.482	**|24.110|**
(365 - 199)	9	1.449	-7.363	-16.466	-0.118	**|24.110|**
(1192 - 987)	8	1.449	-0.082	-11.603	-1.482	**|17.065|**
(1192 - 987)	7	1.449	-0.096	-11.603	1.424	**|17.065|**
(1192 - 987)	9	1.449	-5.216	-11.603	0.117	**|17.065|**
(365 - 199)	17	1.449	1.159	-11.114	-0.949	**|16.290|**
(365 - 199)	16	1.449	1.166	-11.114	0.988	**|16.290|**
(365 - 199)	18	1.449	-4.923	-11.114	-0.078	**|16.290|**
(365 - 199)	10	1.449	4.731	-10.569	2.470	**|15.567|**

Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-24

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
(116 - 287)	9	1.684	**|-26.216|**
(287 - 495)	9	1.756	**|-26.216|**
(116 - 287)	7	1.684	**|-26.209|**
(287 - 495)	8	1.756	**|-26.209|**
(116 - 287)	8	1.684	**|-26.208|**

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
(287 - 495)	7	1.756	**|-26.208|**
(1118 - 958)	13	0.000	**|-25.346|**
(1118 - 958)	10	0.000	**|-25.346|**
(56 - 9)	14	0.000	**|25.302|**
(56 - 9)	11	0.000	**|25.302|**

Deformacija greda GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-24

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
(116 - 287)	9	1.684	**|-26.216|**
(287 - 495)	9	1.756	**|-26.216|**
(116 - 287)	7	1.684	**|-26.209|**
(287 - 495)	8	1.756	**|-26.209|**
(116 - 287)	8	1.684	**|-26.208|**

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
(287 - 495)	7	1.756	**|-26.208|**
(158 - 365)	9	1.754	**|-20.089|**
(365 - 544)	9	1.686	**|-20.089|**
(158 - 365)	8	1.754	**|-20.079|**
(158 - 365)	7	1.754	**|-20.079|**

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-24

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
1	9	2.451	0.528	**|35.970|**	*	*	*
1	8	-2.467	-0.531	**|35.834|**	*	*	*
1	7	1.227	-0.530	**|35.833|**	*	*	*
162	9	-2.447	0.658	**|35.728|**	*	*	*
162	7	2.435	-0.661	**|35.615|**	*	*	*
162	8	-1.217	-0.660	**|35.614|**	*	*	*
142	9	-0.013	5.508	**|32.833|**	*	*	*
142	8	-0.743	-5.508	**|31.679|**	*	*	*
142	7	0.748	-5.508	**|31.678|**	*	*	*
199	7	3.974	-5.027	**|25.797|**	*	*	*

Deformacija čvorova: max. |Yp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
153	12	-4.692	**-26.129**	-0.694
153	15	-4.692	**-26.119**	-0.469
153	14	6.868	**26.106**	-0.461
153	13	-6.904	**26.100**	-0.461

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
161	12	-4.689	**-26.098**	-0.677
153	11	6.868	**26.096**	-0.685
153	10	-6.904	**26.090**	-0.685
161	15	-4.689	**-26.089**	-0.456

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
161	14	6.866	**26.075**	-0.447
587	12	-0.018	**-26.071**	-0.578

Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
188	9	-3.046	-1.360	**-26.201**
398	9	-3.033	-1.361	**-26.201**

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
181	9	-3.047	-1.366	**-26.194**
188	7	-2.563	-1.333	**-26.194**

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
398	8	2.498	-1.333	**-26.194**
188	8	2.500	-1.325	**-26.194**

Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
398	7	-2.568	-1.324	**-26.194**
409	9	-3.032	-1.367	**-26.193**

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
181	7	-2.563	-1.339	**-26.186**
409	8	2.498	-1.339	**-26.186**

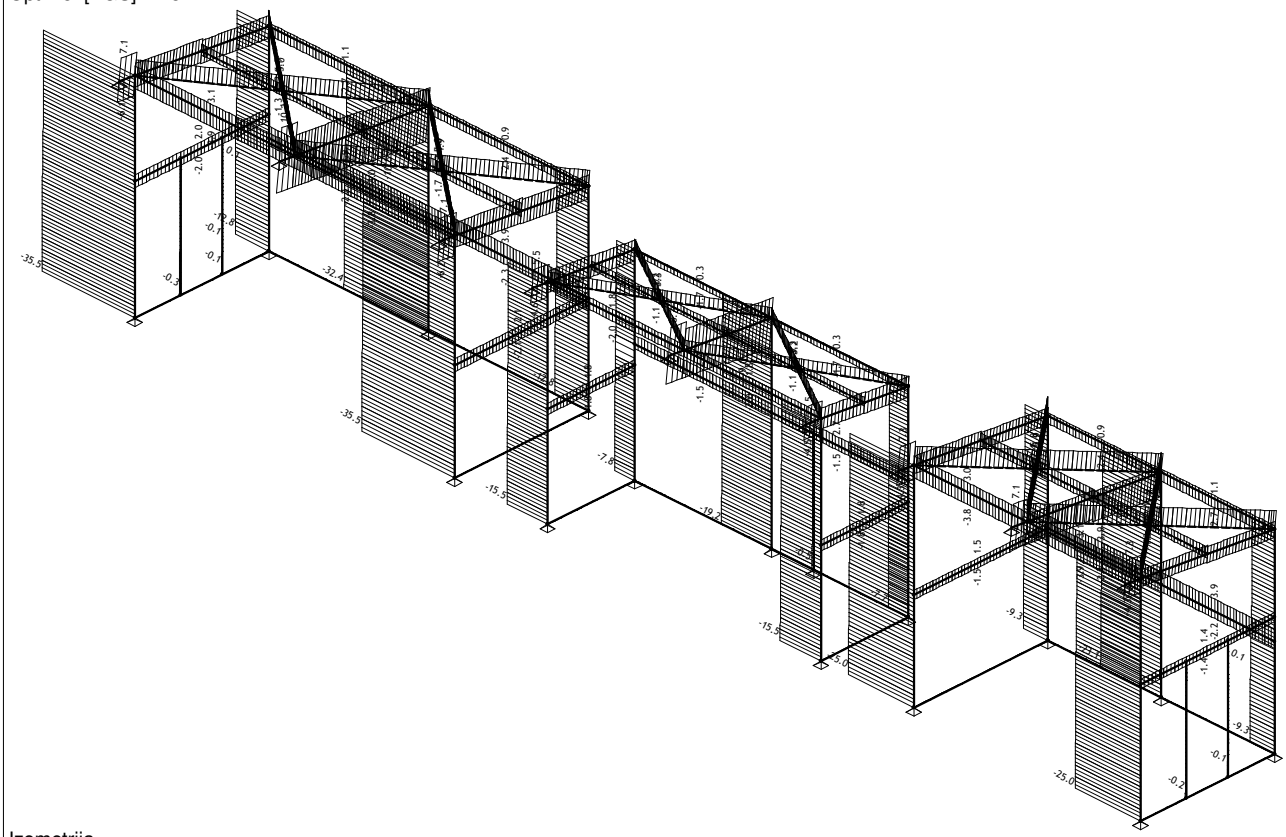
Deformacija čvorova: max. |Xp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
868	14	**26.569**	6.250	-0.367
868	11	**26.569**	6.243	-0.560
356	13	**-26.528**	8.810	-0.377
356	10	**-26.528**	8.800	-0.600

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
861	14	**26.343**	6.249	-0.343
861	11	**26.343**	6.242	-0.532
343	13	**-26.307**	8.808	-0.353
343	10	**-26.307**	8.798	-0.575

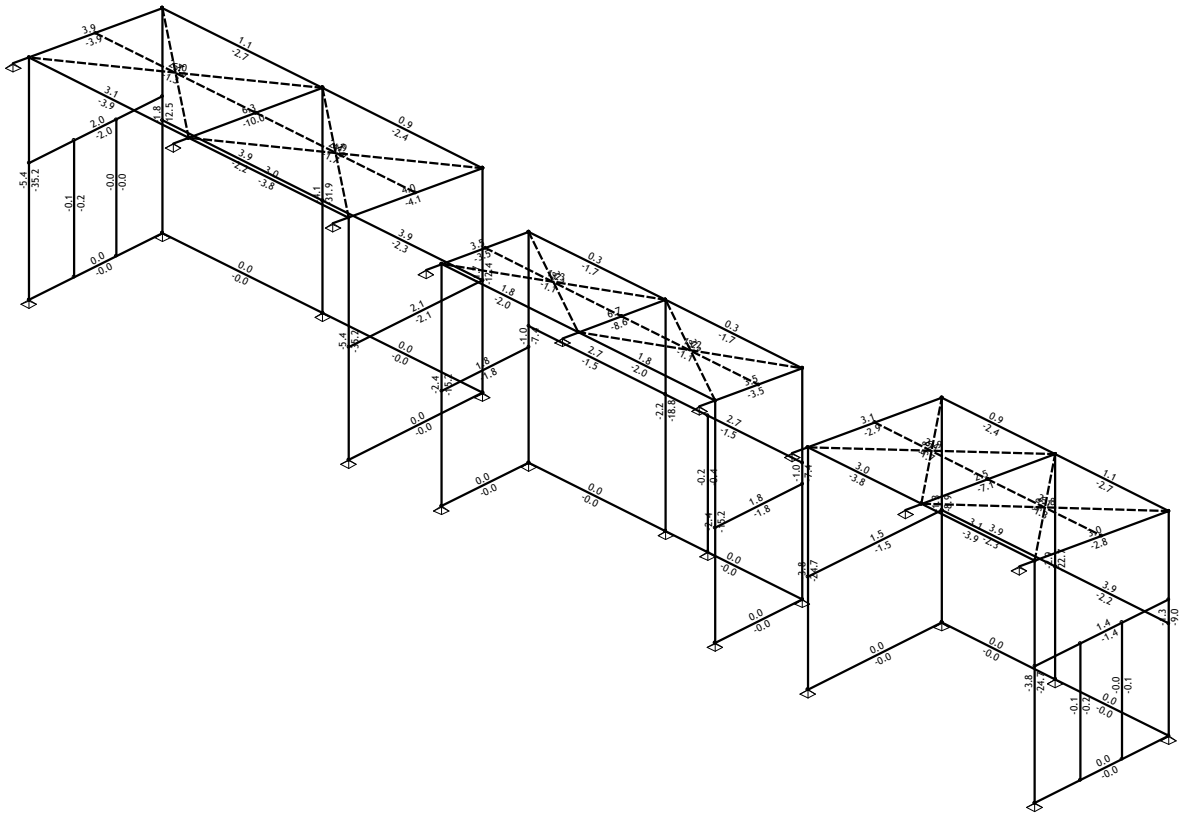
Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
876	14	**26.139**	6.252	-0.374
876	11	**26.139**	6.245	-0.566

Opt. 25: [KGS] 7-15



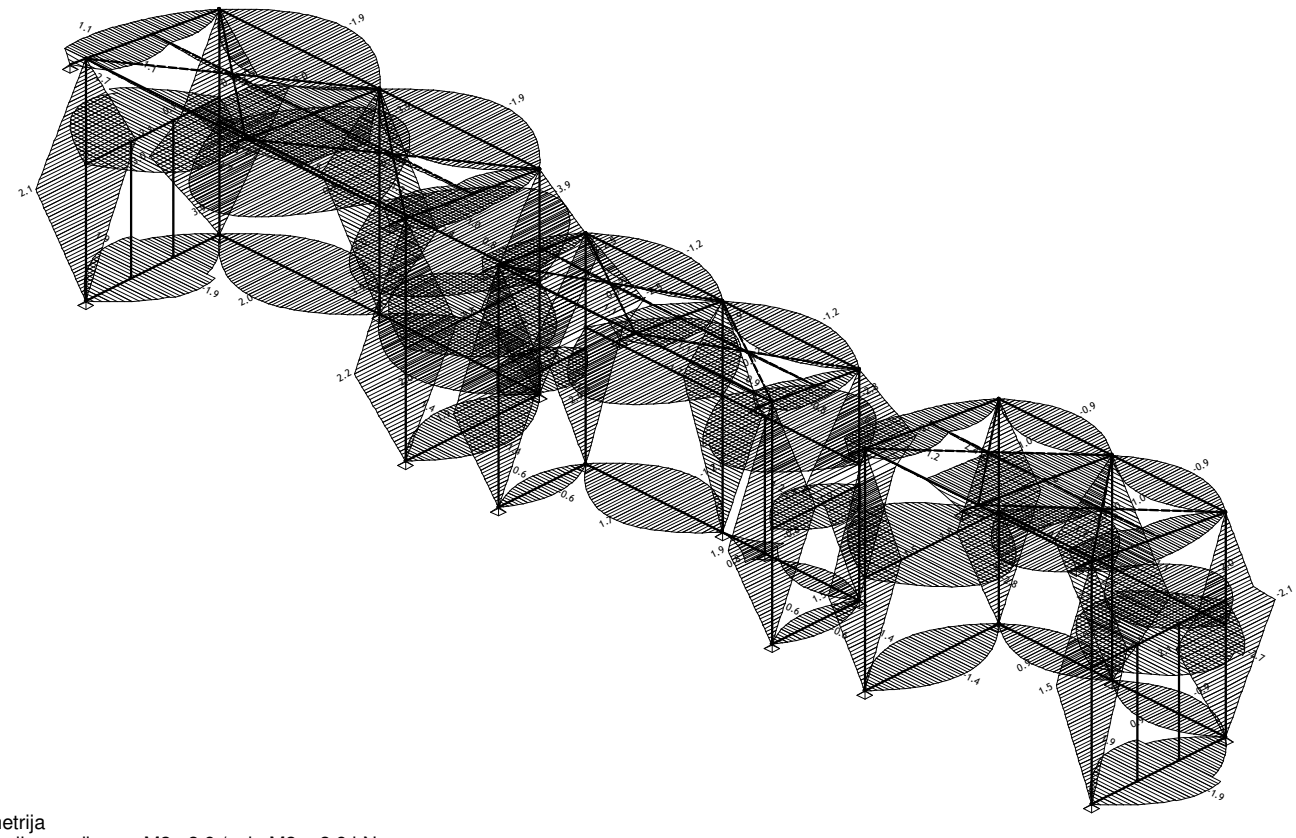
Izometrija
Utjecaji u gredi: max N1= 10.2 / min N1= -35.6 kN

Opt. 25: [KGS] 7-15



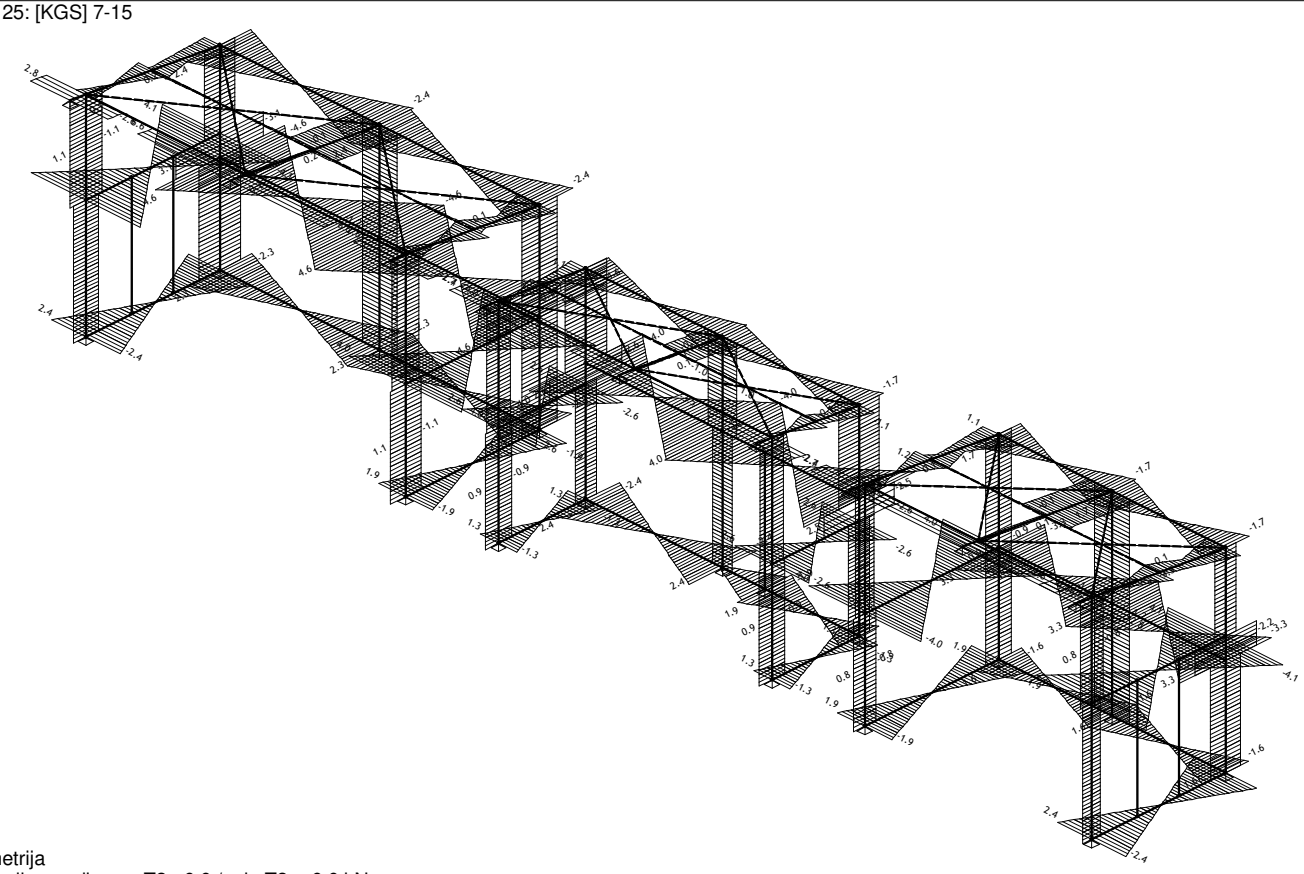
Izometrija
Utjecaji u gredi: max N1= 10.2 / min N1= -35.6 kN

Opt. 25: [KGS] 7-15



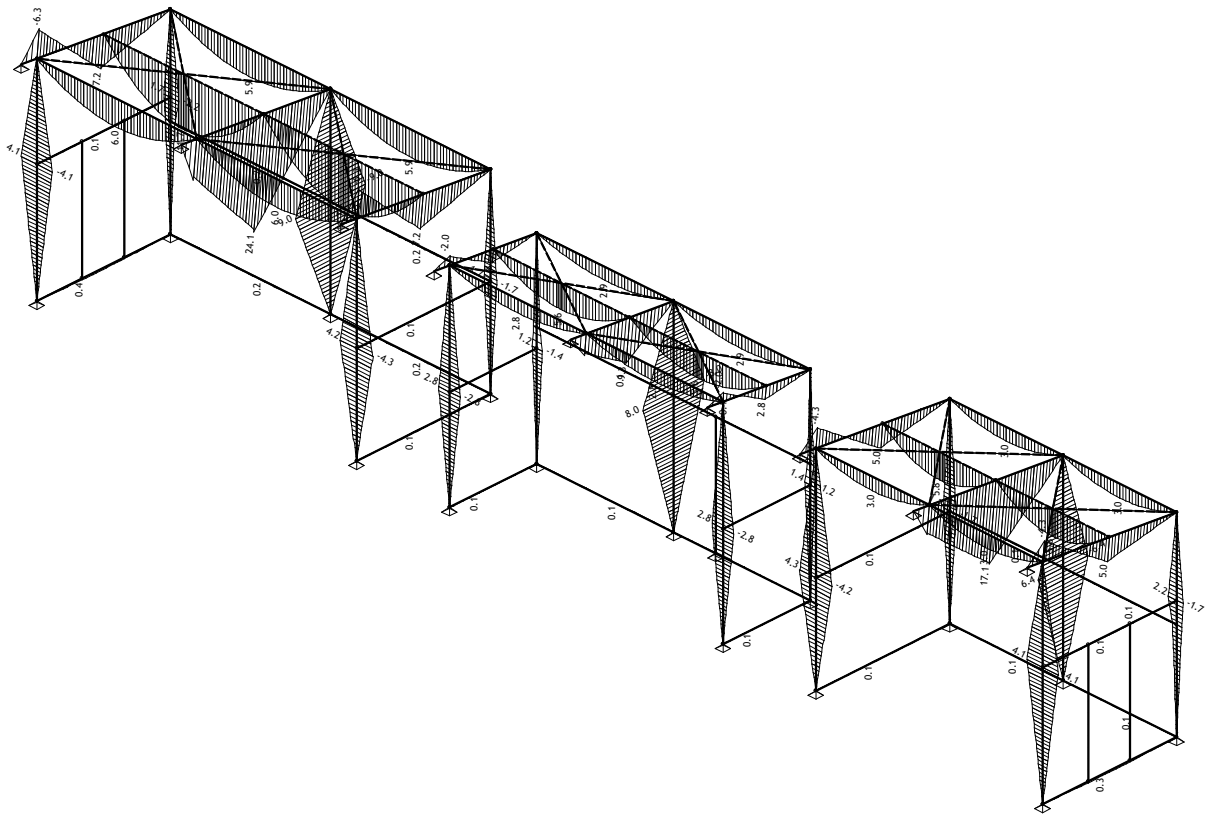
Izometrija
Utjecaji u gredi: max M2= 3.9 / min M2= -3.9 kNm

Opt. 25: [KGS] 7-15



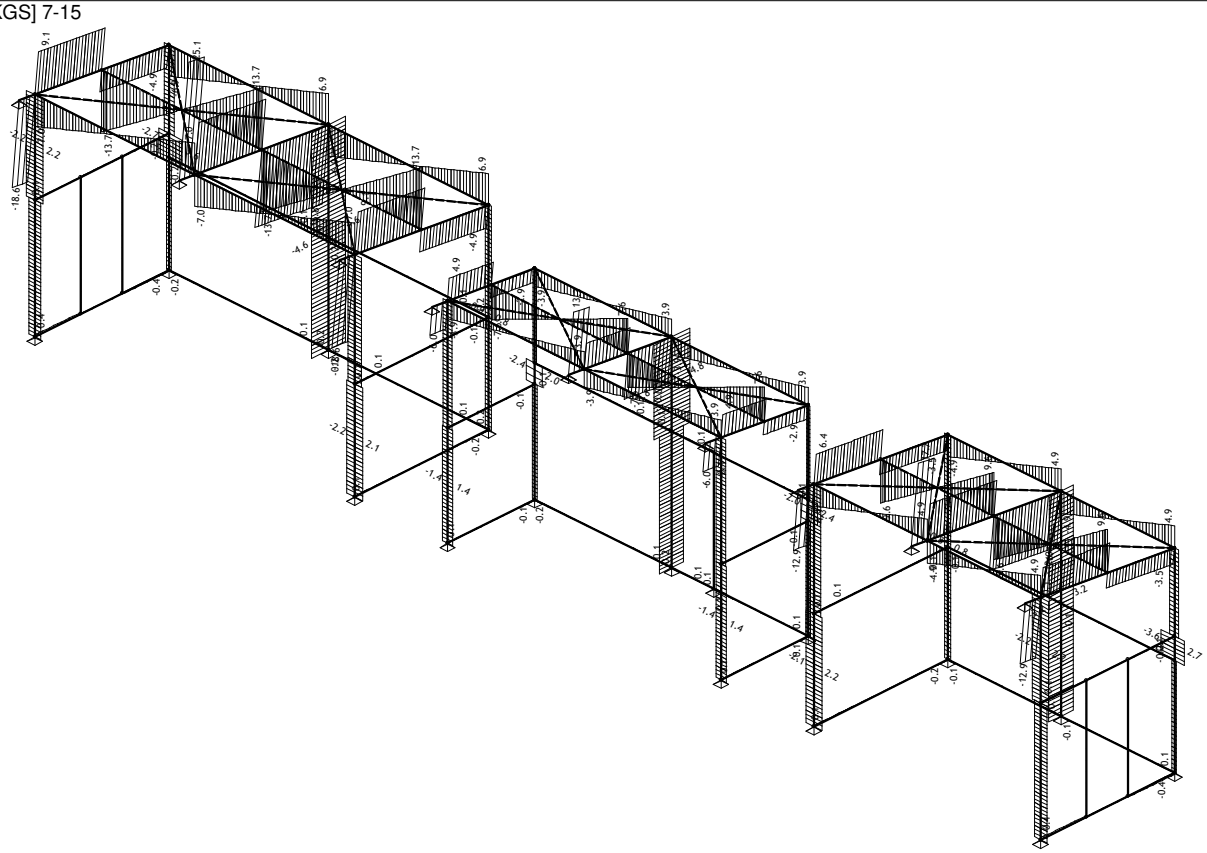
Izometrija
Utjecaji u gredi: max T3= 6.6 / min T3= -6.6 kN

Opt. 25: [KGS] 7-15



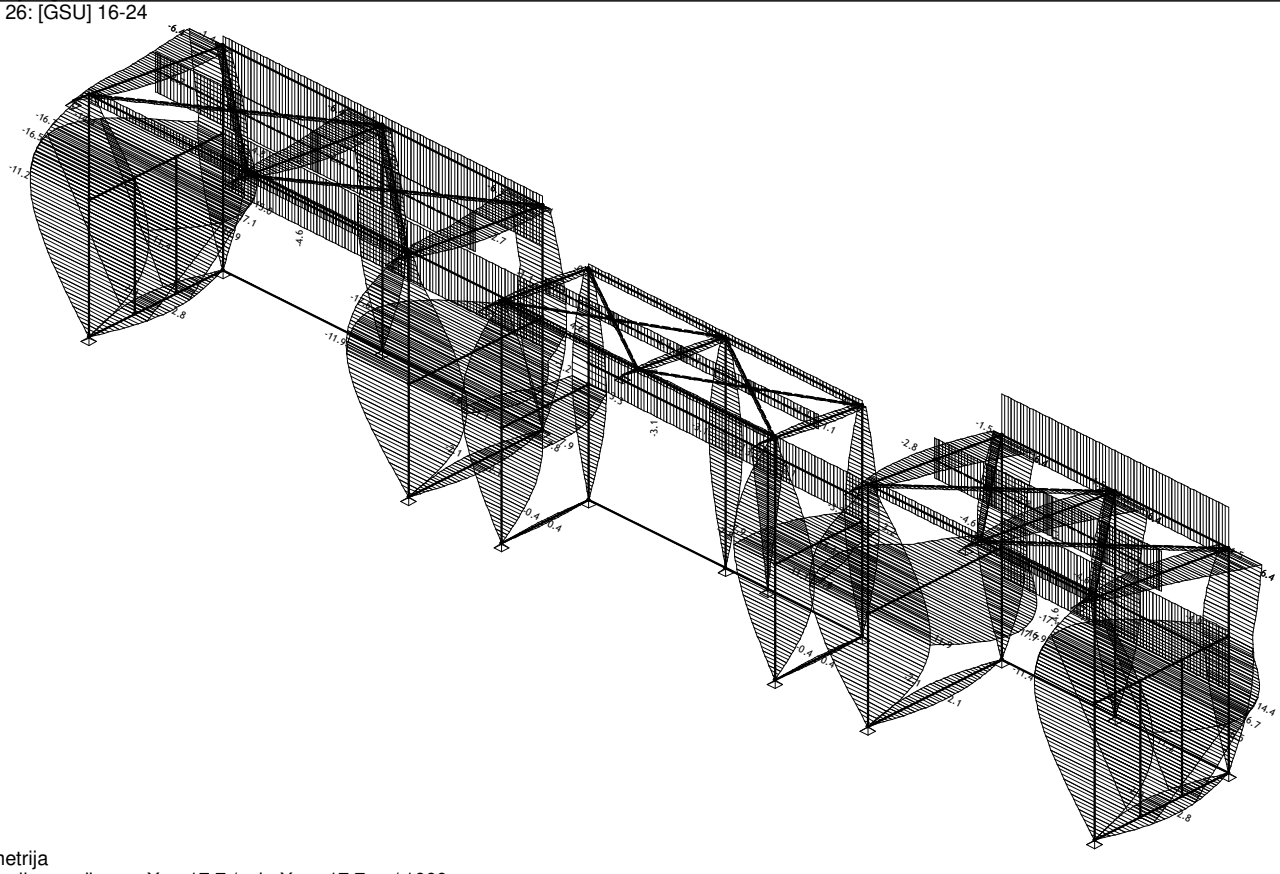
Izometrija
Utjecaji u gredi: max M3= 24.1 / min M3= -9.1 kNm

Opt. 25: [KGS] 7-15



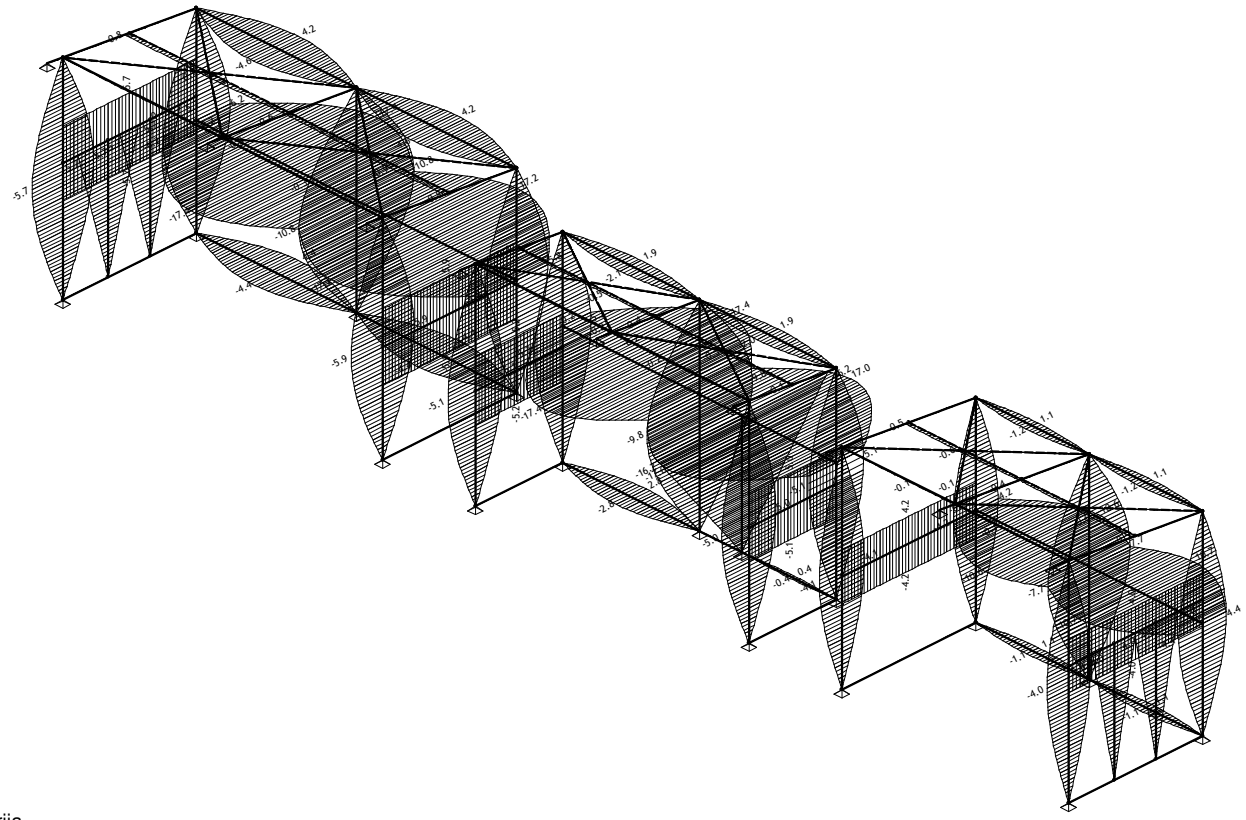
Izometrija
Utjecaji u gredi: max T2= 25.1 / min T2= -18.6 kN

Opt. 26: [GSU] 16-24



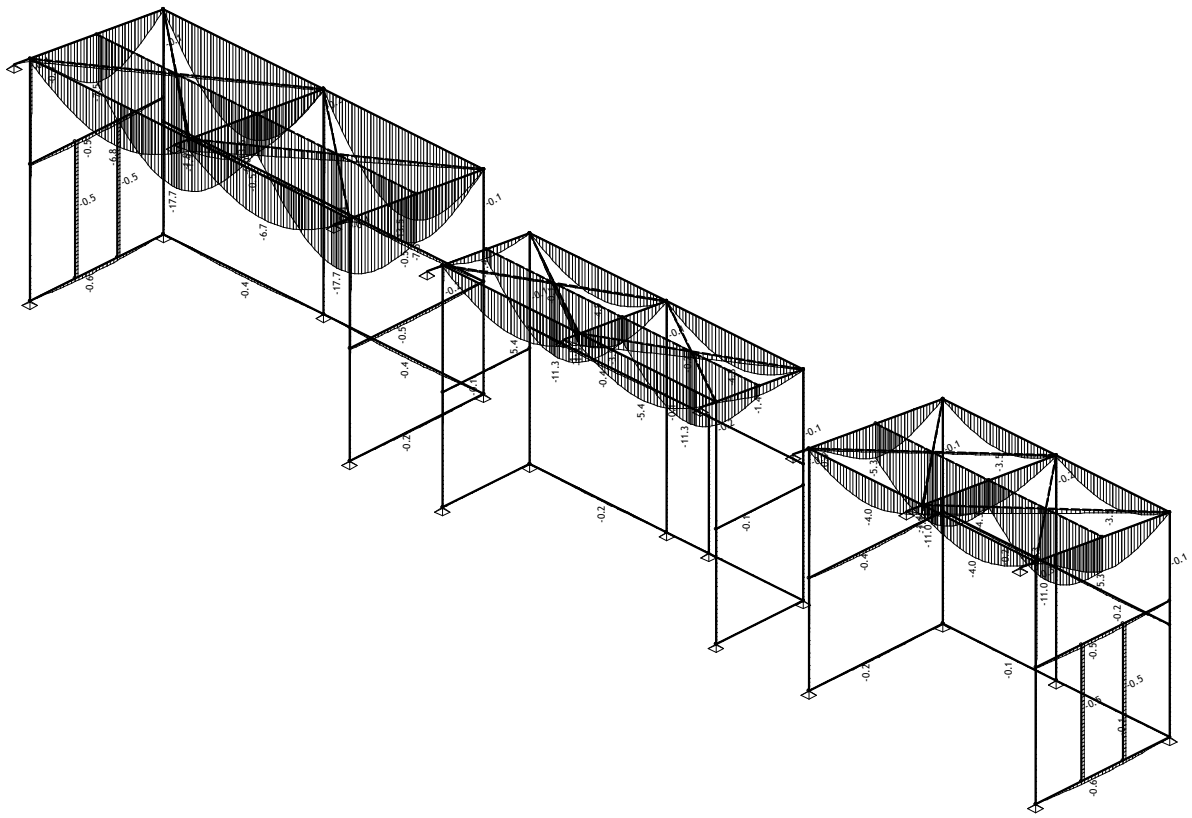
Izometrija
Utjecaji u gredi: max Xp= 17.7 / min Xp= -17.7 m / 1000

Opt. 26: [GSU] 16-24



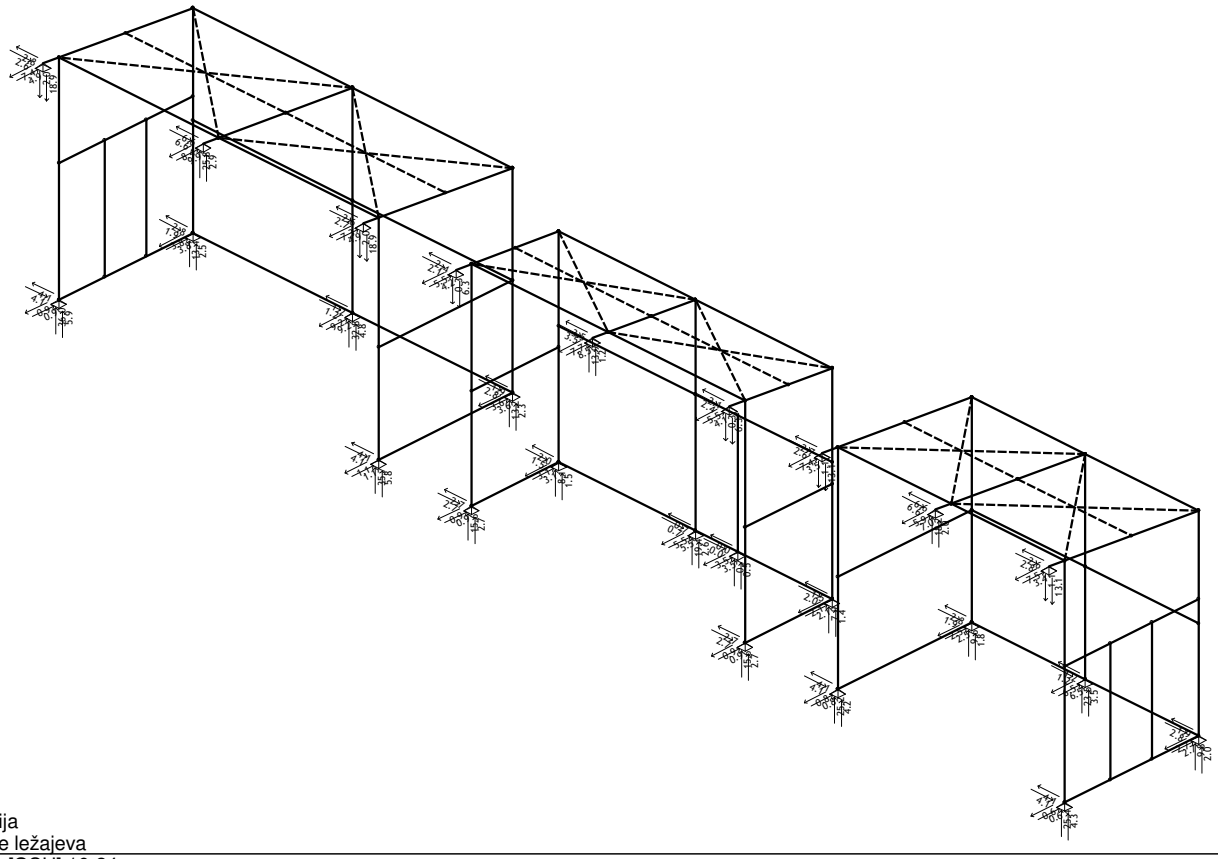
Izometrija
Utjecaji u gredi: max Yp= 17.4 / min Yp= -17.4 m / 1000

Opt. 26: [GSU] 16-24



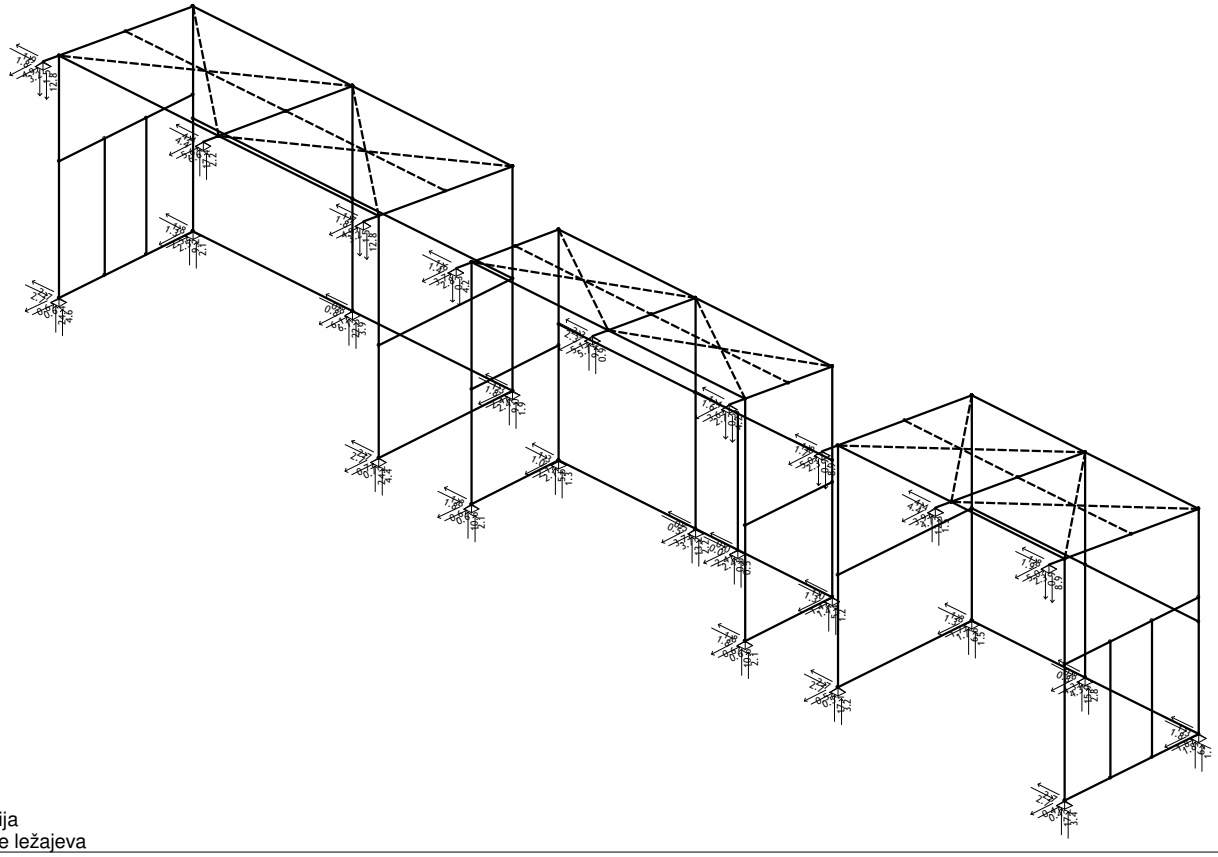
Izometrija
Utjecaji u gredi: max Zp= 0.0 / min Zp= -17.7 m / 1000

Opt. 25: [KGS] 7-15



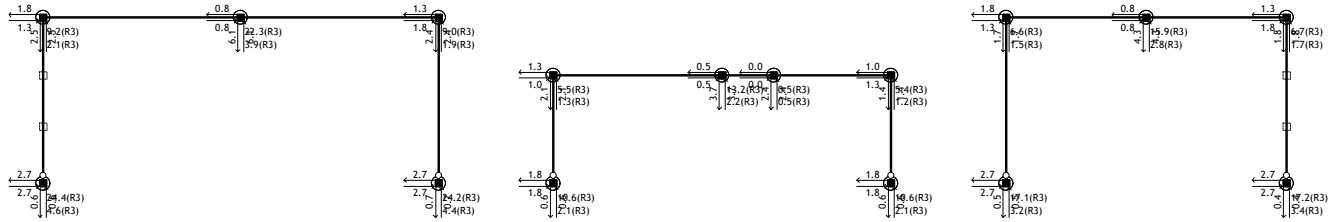
Izometrija
Reakcije ležajeva

Opt. 26: [GSU] 16-24



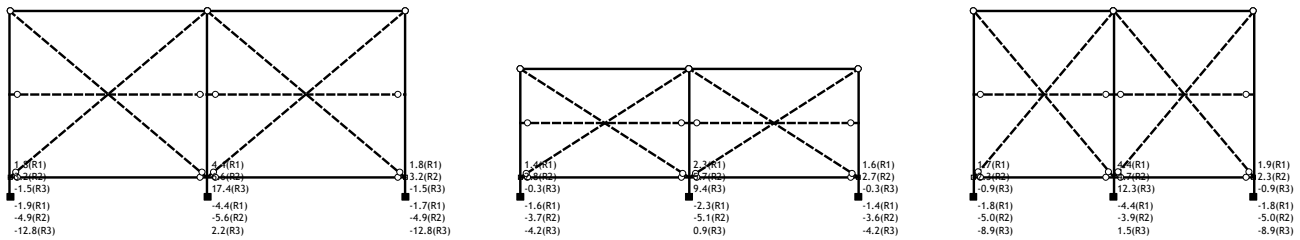
Izometrija
Reakcije ležajeva

Opt. 26: [GSU] 16-24



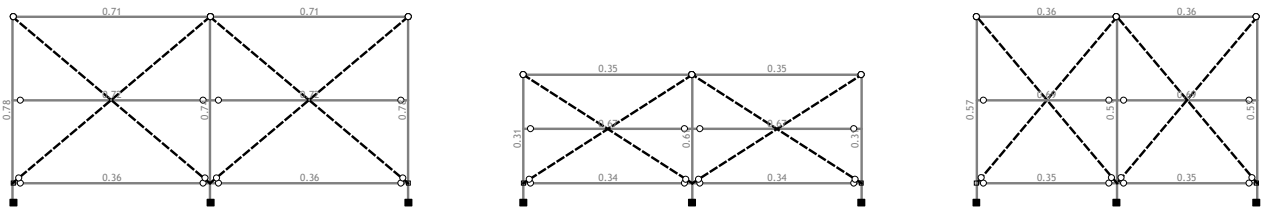
Nivo: [0.00 m]
Reakcije ležajeva (Min/Max)

Opt. 26: [GSU] 16-24

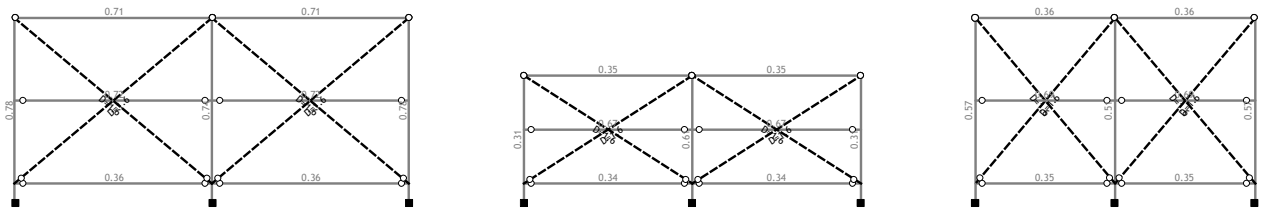


Pogled: krov
Reakcije ležajeva (Min/Max)

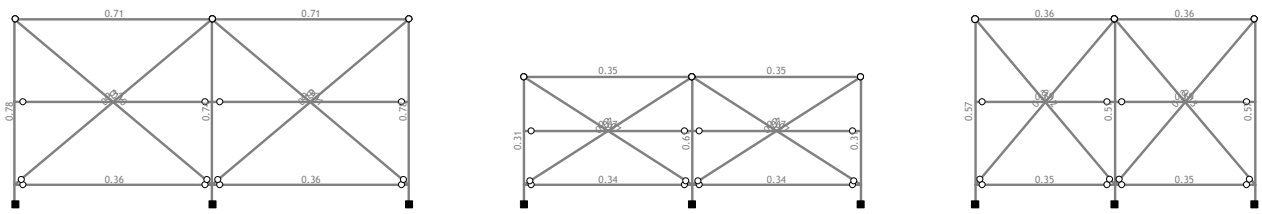
Dimenzioniranje (čelik)



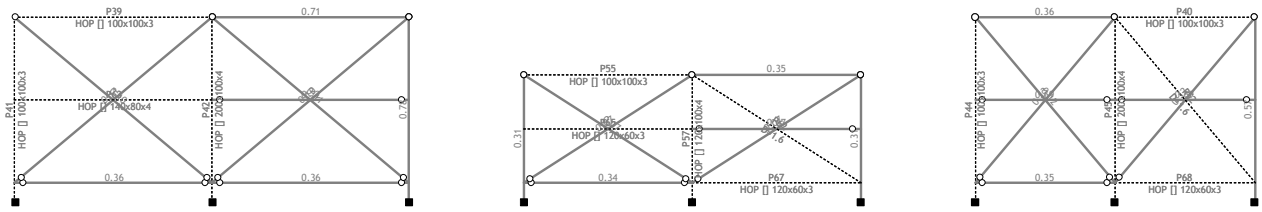
Pogled: krov
Kontrola stabilnosti



Pogled: krov
Kontrola stabilnosti



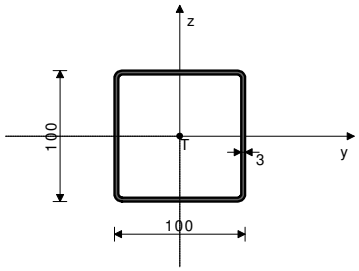
Pogled: krov
Kontrola stabilnosti



Pogled: krov
Kontrola stabilnosti

P55 (757-586)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

8. γ=0.35	7. γ=0.35	9. γ=0.29
11. γ=0.28	10. γ=0.28	17. γ=0.24
16. γ=0.24	18. γ=0.20	20. γ=0.19
19. γ=0.19	12. γ=0.19	14. γ=0.16
13. γ=0.16	21. γ=0.13	15. γ=0.12
23. γ=0.11	22. γ=0.11	24. γ=0.08

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 8, na 147.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.005 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	2.878 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.703 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	294.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	268.14 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (1.01 <= 268.14)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (2.88 <= 9.95)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.70 <= 9.95)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.004
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.127
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.012

Uvjet 6.41: (0.14 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$l_{,y}$ =	294.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.795
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	424.52 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,y}$ =	0.665
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	162.21 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (1.01 <= 162.21)

Dužina izvijanja z-z	$l_{,z}$ =	294.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.795
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,z}$ =	0.665
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	162.21 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (1.01 <= 162.21)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.954
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.572
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.572
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.954
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.665
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.006
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.303
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.044

Uvjet 6.61: (0.35 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.665
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.006
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.182
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.074

Uvjet 6.62: (0.26 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 8, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.005 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.956 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-3.916 kN
Sistemska dužina štapa	L =	294.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

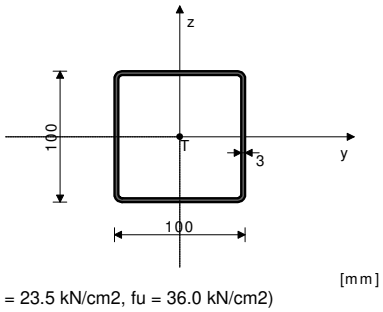
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (3.92 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.96 <= 77.40)

P41 (70-158)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.78	7. γ=0.77	8. γ=0.72
12. γ=0.54	10. γ=0.53	18. γ=0.53
16. γ=0.52	17. γ=0.49	11. γ=0.46
21. γ=0.36	19. γ=0.36	20. γ=0.32
15. γ=0.16	14. γ=0.11	24. γ=0.11
13. γ=0.11	23. γ=0.08	22. γ=0.08

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 144.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.251 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.618 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	8.941 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	7.173 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.220 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	268.14 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (1.25 <= 268.14)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (7.17 <= 9.95)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.22 <= 9.95)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (8.94 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.62 <= 77.40)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.005
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.581

Uvjet 6.41: (0.58 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	323.27 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.874
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	351.13 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.616
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	150.15 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (1.25 <= 150.15)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	323.27 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.874
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.616
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	150.15 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (1.25 <= 150.15)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.955
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.573
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.573
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.955
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.616
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.008
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.757
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.014

Uvjet 6.61: (0.78 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.616
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.008
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.454
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.023

Uvjet 6.62: (0.49 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 8, na 289.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	2.489 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	1.684 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-18.585 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-6.253 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.567 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

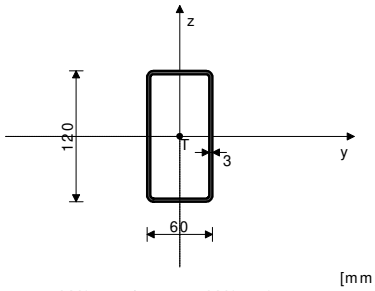
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (18.59 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.68 <= 77.40)

P68 (1169-1005)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x3 [S 235] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	10.210 cm2
Ay =	3.403 cm2
Az =	6.807 cm2
Ix =	156.03 cm4
Iy =	189.12 cm4
Iz =	64.310 cm4
Wy =	31.520 cm3
Wz =	21.437 cm3
Wy,pl =	40.554 cm3
Wz,pl =	24.894 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.35	8. γ=0.35	9. γ=0.35
10. γ=0.24	16. γ=0.24	17. γ=0.24
18. γ=0.24	12. γ=0.22	11. γ=0.22
19. γ=0.16	20. γ=0.15	21. γ=0.15
13. γ=0.07	14. γ=0.06	22. γ=0.05
15. γ=0.05	23. γ=0.04	24. γ=0.04

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 122.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.318 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	2.975 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.023 kNm
Moment torzije	M_t =	0.143 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	244.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	239.94 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (2.32 <= 239.94)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	40.554 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.530 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (2.97 <= 9.53)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	24.894 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	5.850 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.02 <= 5.85)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.010
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.530 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.145

Uvjet 6.41: (0.14 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	244.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.604
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	658.38 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.783
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	170.83 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (2.32 <= 170.83)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	244.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.035
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.520
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	113.37 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (2.32 <= 113.37)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	244.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	190.14 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	40.554 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.224
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.981
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	8.502 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (2.97 <= 8.50)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.955
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.579
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.573
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.966

Redukcijski koeficijent	χy =	0.783
N_{Ed} / (χy N_{Rk} / γM1)		0.014
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.334
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.002

Uvjet 6.61: (0.35 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.520
N_{Ed} / (χz N_{Rk} / γM1)		0.020
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.201
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.004

Uvjet 6.62: (0.23 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.318 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.037 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-4.877 kN
Moment torzije	M_t =	0.143 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	244.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

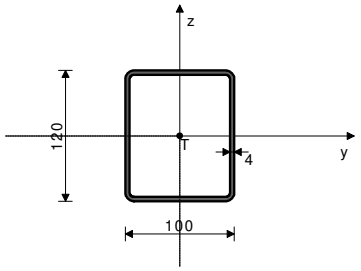
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	92.351 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	92.351 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (4.88 <= 92.35)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 46.176 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 46.176 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.04 <= 46.18)

P57 (644-757)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x100x4 [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	16.550 cm2
Ay =	7.523 cm2
Az =	9.027 cm2
Ix =	476.96 cm4
Iy =	348.42 cm4
Iz =	263.23 cm4
Wy =	58.070 cm3
Wz =	52.646 cm3
Wy,pl =	71.488 cm3
Wz,pl =	63.008 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.60	8. γ=0.56	7. γ=0.56
12. γ=0.41	18. γ=0.41	17. γ=0.38
16. γ=0.38	10. γ=0.36	11. γ=0.36
21. γ=0.28	20. γ=0.24	19. γ=0.24
15. γ=0.11	14. γ=0.08	13. γ=0.08
24. γ=0.08	23. γ=0.06	22. γ=0.06

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 94.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-5.992 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-9.800 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	9.349 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	222.72 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 388.93 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (5.99 <= 388.93)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 71.488 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 16.800 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (9.35 <= 16.80)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 122.48 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 122.48 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (9.80 <= 122.48)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.015
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 16.800 kNm
Koeficijent α = 1.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α 0.557
Uvjet 6.41: (0.56 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 222.72 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.517
Krivulja izvijanja za os y-y: C α = 0.490
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 1455.8 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 0.834
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 294.70 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (5.99 <= 294.70)

Dužina izvijanja z-z l,z = 222.72 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 0.595
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 0.789
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 278.81 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (5.99 <= 278.81)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)
Koeficijent uniformnog momenta C_{my} = 0.950
Koeficijent uniformnog momenta C_{mz} = 1.000
Koeficijent uniformnog momenta C_{mLT} = 0.950
Koeficijent interakcije k_{yy} = 0.956
Koeficijent interakcije k_{yz} = 0.605
Koeficijent interakcije k_{zy} = 0.574
Koeficijent interakcije k_{zz} = 1.008

Redukcijski koeficijent χ_y = 0.834
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1) 0.020
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.585
Uvjet 6.61: (0.61 <= 1)

Redukcijski koeficijent χ_z = 0.789
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1) 0.021
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.351
Uvjet 6.62: (0.37 <= 1)

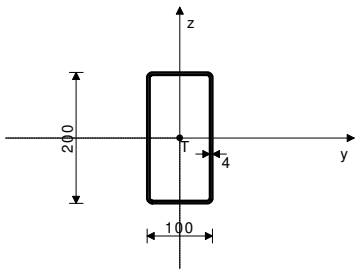
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-3.739 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	13.350 kN
Sistemska dužina štapa	L =	222.72 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 122.48 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 122.48 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (13.35 <= 122.48)

P45 (987-1192)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 200x100x4 [S 235] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	22.950 cm2
Ay =	7.650 cm2
Az =	15.300 cm2
Ix =	984.15 cm4
Iy =	1199.7 cm4
Iz =	410.30 cm4
Wy =	119.97 cm3
Wz =	82.060 cm3
Wy,pl =	152.13 cm3
Wz,pl =	93.728 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

8. γ=0.51	7. γ=0.51	9. γ=0.49
17. γ=0.35	16. γ=0.35	18. γ=0.33
12. γ=0.33	10. γ=0.31	11. γ=0.31
21. γ=0.22	20. γ=0.21	19. γ=0.21
14. γ=0.11	13. γ=0.11	15. γ=0.09
23. γ=0.07	22. γ=0.07	24. γ=0.07

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 8, na 144.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-0.082 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-1.023 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-11.603 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	17.065 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	1.482 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	539.33 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (0.08 <= 539.33)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	152.13 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	35.750 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (17.07 <= 35.75)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	93.728 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	22.026 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (1.48 <= 22.03)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	207.59 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	207.59 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (11.60 <= 207.59)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	103.79 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	103.79 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.02 <= 103.79)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.000
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	35.750 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.293
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	22.026 kNm
Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.011

Uvjet 6.41: (0.30 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	323.27 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.476
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	2379.4 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.856
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	419.82 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (0.08 <= 419.82)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	323.27 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.814
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.653
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	320.31 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (0.08 <= 320.31)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.900
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.900
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.900
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.570
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.540
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.950

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.856
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γ_{M1})		0.000
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.473
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.042

Uvjet 6.61: (0.51 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.653
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γ_{M1})		0.000
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.284
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.070

Uvjet 6.62: (0.35 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.364 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.038 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	17.701 kN
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	207.59 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	207.59 kN

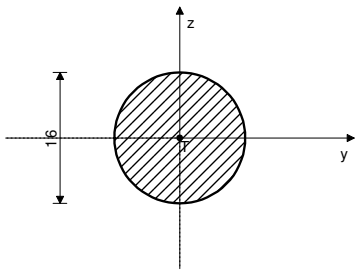
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (17.70 <= 207.59)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	103.79 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	103.79 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.04 <= 103.79)

P62 (757-832)
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 2]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	2.011 cm2
Ay =	1.810 cm2
Az =	1.810 cm2
Ix =	0.643 cm4
Iy =	0.322 cm4
Iz =	0.322 cm4
Wy =	0.402 cm3
Wz =	0.402 cm3
Wy,pl =	0.683 cm3
Wz,pl =	0.683 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

10. γ=0.07	13. γ=0.07	19. γ=0.05
22. γ=0.05	7. γ=0.04	16. γ=0.03
9. γ=0.00	14. γ=0.00	15. γ=0.00
8. γ=0.00	17. γ=0.00	18. γ=0.00
11. γ=0.00	20. γ=0.00	21. γ=0.00
12. γ=0.00	23. γ=0.00	24. γ=0.00

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	3.252 kN
Sistemska dužina štapa	L =	349.53 cm

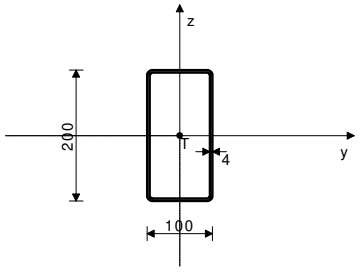
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	47.250 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	46.904 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	46.904 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (3.25 <= 46.90)

P42 (199-365)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 200x100x4 [S 235] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	22.950 cm2
Ay =	7.650 cm2
Az =	15.300 cm2
Ix =	984.15 cm4
Iy =	1199.7 cm4
Iz =	410.30 cm4
Wy =	119.97 cm3
Wz =	82.060 cm3
Wy,pl =	152.13 cm3
Wz,pl =	93.728 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.74	8. γ=0.74	9. γ=0.74
16. γ=0.50	17. γ=0.50	18. γ=0.50
10. γ=0.48	11. γ=0.48	12. γ=0.48
19. γ=0.33	20. γ=0.33	21. γ=0.33
15. γ=0.13	13. γ=0.11	14. γ=0.11
24. γ=0.10	23. γ=0.08	22. γ=0.08

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 144.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	1.770 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	1.023 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-16.466 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	24.110 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-1.482 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	539.33 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	535.38 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	535.38 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (1.77 <= 535.38)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	152.13 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	35.750 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (24.11 <= 35.75)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	93.728 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	22.026 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (1.48 <= 22.03)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	207.59 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	207.59 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (16.47 <= 207.59)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	103.79 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	103.79 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.02 <= 103.79)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.003
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	35.750 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.520
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	22.026 kNm
Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.011

Uvjet 6.41: (0.53 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.365
Koeficijent	C2 =	0.553
Koeficijent	C3 =	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	160.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	2218.1 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	152.13 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.127
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	32.500 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (24.11 <= 32.50)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-3.313 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.037 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	25.131 kN
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	207.59 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	207.59 kN

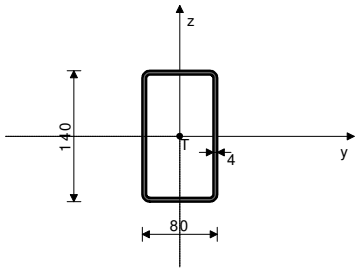
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (25.13 <= 207.59)

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.04 <= 103.79)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	103.79 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	103.79 kN

P63 (287-116)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 140x80x4 [S 235] [Set: 7]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	16.550 cm2
Ay =	6.018 cm2
Az =	10.532 cm2
Ix =	410.71 cm4
Iy =	429.59 cm4
Iz =	180.42 cm4
Wy =	61.370 cm3
Wz =	45.105 cm3
Wy,pl =	78.368 cm3
Wz,pl =	52.928 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.72	8. γ=0.72	9. γ=0.72
16. γ=0.48	17. γ=0.48	18. γ=0.48
10. γ=0.46	11. γ=0.46	12. γ=0.46
19. γ=0.31	20. γ=0.31	21. γ=0.31
14. γ=0.11	13. γ=0.10	15. γ=0.10
23. γ=0.07	22. γ=0.07	24. γ=0.07

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 172.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	0.081 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	11.772 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.091 kNm
Moment torzije	M_t =	0.262 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	388.93 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	386.08 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	386.08 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (0.08 <= 386.08)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	Wy,pl =	78.368 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	18.416 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (11.77 <= 18.42)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	Wz,pl =	52.928 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	12.438 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.09 <= 12.44)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.000
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	18.416 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.476

Uvjet 6.41: (0.48 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	344.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	366.51 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	78.368 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.224
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.981
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	16.425 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (11.77 <= 16.43)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	0.081 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.105 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-13.688 kN
Moment torzije	M_t =	0.262 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	142.89 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	142.89 kN

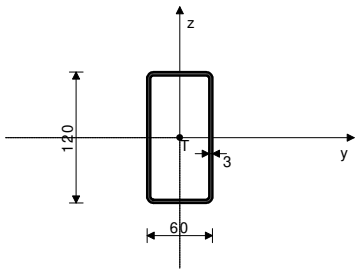
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (13.69 <= 142.89)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	81.653 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	81.653 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.11 <= 81.65)

P65 (707-553)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x3 [S 235] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	10.210 cm2
Ay =	3.403 cm2
Az =	6.807 cm2
Ix =	156.03 cm4
Iy =	189.12 cm4
Iz =	64.310 cm4
Wy =	31.520 cm3
Wz =	21.437 cm3
Wy,pl =	40.554 cm3
Wz,pl =	24.894 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.67	8. γ=0.67	9. γ=0.67
16. γ=0.45	17. γ=0.45	18. γ=0.45
10. γ=0.43	11. γ=0.43	12. γ=0.43
19. γ=0.29	20. γ=0.29	21. γ=0.29
14. γ=0.10	13. γ=0.10	15. γ=0.09
23. γ=0.07	22. γ=0.07	24. γ=0.07

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 147.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-0.015 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	5.606 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.043 kNm
Moment torzije	M_t =	0.081 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	294.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	239.94 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (0.01 <= 239.94)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	Wy,pl =	40.554 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.530 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (5.61 <= 9.53)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	Wz,pl =	24.894 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	5.850 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.04 <= 5.85)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.000
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.530 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha}$		0.414

Uvjet 6.41: (0.41 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	294.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.727
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	453.48 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.708
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	154.36 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (0.01 <= 154.36)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	294.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.247
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.412
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b.Rd,z}$ =	89.821 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (0.01 <= 89.82)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	294.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	157.81 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	40.554 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.246
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.964
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	8.355 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (5.61 <= 8.36)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.570
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.570
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.950

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.708
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.000
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.637
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.005

Uvjet 6.61: (0.64 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.412
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.000
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.382
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.008

Uvjet 6.62: (0.39 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-0.015 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.059 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-7.627 kN
Moment torzije	M_t =	0.081 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	294.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	92.351 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	92.351 kN

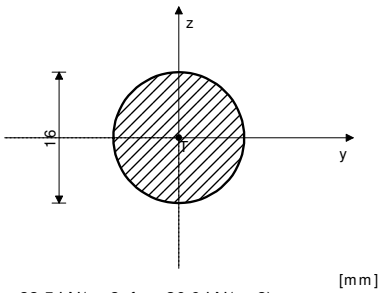
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (7.63 <= 92.35)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	46.176 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	46.176 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.06 <= 46.18)

P52 (1192-1169)
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 2]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	2.011 cm2
Ay =	1.810 cm2
Az =	1.810 cm2
Ix =	0.643 cm4
Iy =	0.322 cm4
Iz =	0.322 cm4
Wy =	0.402 cm3
Wz =	0.402 cm3
Wy,pl =	0.683 cm3
Wz,pl =	0.683 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

10. γ=0.13	13. γ=0.13	19. γ=0.08
22. γ=0.08	7. γ=0.07	16. γ=0.05
9. γ=0.00	14. γ=0.00	15. γ=0.00
8. γ=0.00	17. γ=0.00	18. γ=0.00
11. γ=0.00	20. γ=0.00	21. γ=0.00
12. γ=0.00	23. γ=0.00	24. γ=0.00

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	5.925 kN
Sistemska dužina štapa	L =	378.67 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

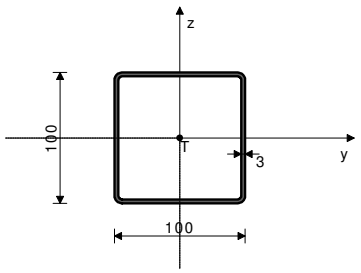
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	47.250 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	46.904 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	46.904 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (5.93 <= 46.90)

P44 (896-1029)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.56	9. γ=0.55	8. γ=0.50
10. γ=0.41	16. γ=0.38	12. γ=0.37
18. γ=0.37	17. γ=0.34	11. γ=0.32
19. γ=0.28	21. γ=0.25	20. γ=0.22
13. γ=0.15	14. γ=0.12	15. γ=0.11
22. γ=0.10	23. γ=0.08	24. γ=0.08

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 144.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-0.584 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.306 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	6.275 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	5.022 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.525 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 268.14 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (0.58 <= 268.14)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 9.953 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (5.02 <= 9.95)

6.2.5 Savijanje z-z
Plastični moment otpora $W_{z,pl}$ = 42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 9.953 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.53 <= 9.95)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 77.404 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 77.404 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (6.28 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 77.404 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 77.404 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.31 <= 77.40)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.002
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 9.953 kNm
Koeficijent α = 1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α 0.321
Uvjet 6.41: (0.33 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 323.27 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.874
Krivulja izvijanja za os y-y: C α = 0.490
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 351.13 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 0.616
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 150.15 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (0.58 <= 150.15)

Dužina izvijanja z-z l,z = 323.27 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 0.874
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 0.616
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 150.15 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (0.58 <= 150.15)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)
Koeficijent uniformnog momenta C_{my} = 0.950
Koeficijent uniformnog momenta C_{mz} = 0.950
Koeficijent uniformnog momenta C_{mLT} = 0.950
Koeficijent interakcije k_{yy} = 0.952
Koeficijent interakcije k_{yz} = 0.571
Koeficijent interakcije k_{zy} = 0.571
Koeficijent interakcije k_{zz} = 0.952

Redukcijski koeficijent χy = 0.616
N_{Ed} / (χy N_{Rk} / γM1) 0.004
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.529
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.033
Uvjet 6.61: (0.57 <= 1)

Redukcijski koeficijent χz = 0.616
N_{Ed} / (χz N_{Rk} / γM1) 0.004
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.317
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.055
Uvjet 6.62: (0.38 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 8, na 289.6 cm od početka štapa)

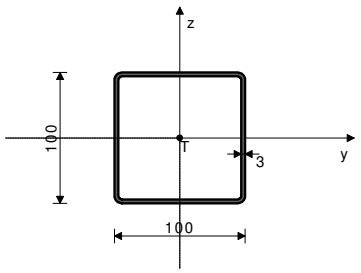
Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	3.141 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	1.639 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-12.870 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-4.328 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.552 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	323.27 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 77.404 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 77.404 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (12.87 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 77.404 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 77.404 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.64 <= 77.40)

P39 (365-158)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

8. γ=0.71	7. γ=0.70	9. γ=0.59
11. γ=0.54	10. γ=0.53	17. γ=0.48
16. γ=0.47	18. γ=0.40	12. γ=0.38
20. γ=0.37	19. γ=0.36	14. γ=0.27
13. γ=0.26	21. γ=0.26	15. γ=0.20
23. γ=0.19	22. γ=0.18	24. γ=0.14

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 8, na 161.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.629 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.078 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.406 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	5.918 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	1.134 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	268.14 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (1.63 <= 268.14)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (5.92 <= 9.95)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (1.13 <= 9.95)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.41 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.08 <= 77.40)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.006
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.422
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.027

Uvjet 6.41: (0.45 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	344.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.930
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	310.08 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.582
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	141.76 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (1.63 <= 141.76)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	344.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.930
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.582
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	141.76 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (1.63 <= 141.76)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.958
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.575
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.575
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.958

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.582
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.011
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.627
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.072

Uvjet 6.61: (0.71 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.582
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.011
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.376
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.120

Uvjet 6.62: (0.51 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 8, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.629 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-1.323 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-6.906 kN
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

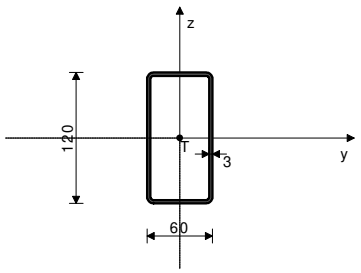
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (6.91 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.32 <= 77.40)

P67 (832-663)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x3 [S 235] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	10.210 cm2
Ay =	3.403 cm2
Az =	6.807 cm2
Ix =	156.03 cm4
Iy =	189.12 cm4
Iz =	64.310 cm4
Wy =	31.520 cm3
Wz =	21.437 cm3
Wy,pl =	40.554 cm3
Wz,pl =	24.894 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.34	8. γ=0.34	9. γ=0.34
16. γ=0.23	17. γ=0.23	18. γ=0.23
10. γ=0.23	11. γ=0.22	12. γ=0.22
19. γ=0.15	20. γ=0.15	21. γ=0.15
13. γ=0.07	14. γ=0.06	15. γ=0.05
22. γ=0.05	23. γ=0.04	24. γ=0.04

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 147.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.188 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	2.859 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.022 kNm
Moment torzije	M_t =	0.230 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	294.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	239.94 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (1.19 <= 239.94)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	Wy,pl =	40.554 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.530 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (2.86 <= 9.53)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	Wz,pl =	24.894 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	5.850 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.02 <= 5.85)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.005
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.530 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha}$		0.136

Uvjet 6.41: (0.14 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	294.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.727
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	453.48 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.708
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	154.36 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (1.19 <= 154.36)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	294.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.247
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.412
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	89.821 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (1.19 <= 89.82)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	294.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	157.81 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	40.554 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.246
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.964
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	8.355 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (2.86 <= 8.36)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.954
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.576
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.572
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.960

Redukcijski koeficijent	χy =	0.708
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γ_{M1})		0.008
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.326
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.002

Uvjet 6.61: (0.34 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.412
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γ_{M1})		0.013
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.196
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.004

Uvjet 6.62: (0.21 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.188 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.029 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-3.890 kN
Moment torzije	M_t =	0.230 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	294.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	92.351 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	92.351 kN

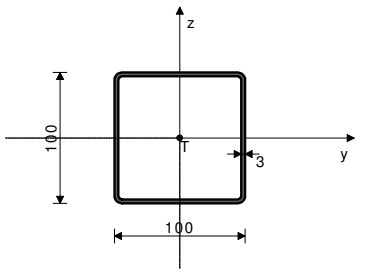
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (3.89 <= 92.35)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	46.176 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	46.176 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.03 <= 46.18)

P40 (1249-1192)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.36	8. γ=0.35	9. γ=0.30
10. γ=0.28	11. γ=0.27	16. γ=0.24
17. γ=0.24	18. γ=0.20	12. γ=0.19
19. γ=0.19	20. γ=0.18	13. γ=0.14
14. γ=0.14	21. γ=0.13	15. γ=0.10
22. γ=0.10	23. γ=0.09	24. γ=0.07

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 122.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.628 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	2.988 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.572 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	244.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	268.14 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (1.63 <= 268.14)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (2.99 <= 9.95)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.57 <= 9.95)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.006
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	α =	1.660
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.136

Uvjet 6.41: (0.14 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	244.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.660
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	616.33 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.750
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	182.71 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (1.63 <= 182.71)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	244.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.660
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.750
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	182.71 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (1.63 <= 182.71)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.954
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.572
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.572
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.954

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.750
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / $\gamma M1$)		0.009
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.315
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.036

Uvjet 6.61: (0.36 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.750
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / $\gamma M1$)		0.009
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.189
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.060

Uvjet 6.62: (0.26 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-1.628 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.938 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-4.898 kN
Sistemska dužina štapa	L =	244.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (4.90 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.94 <= 77.40)



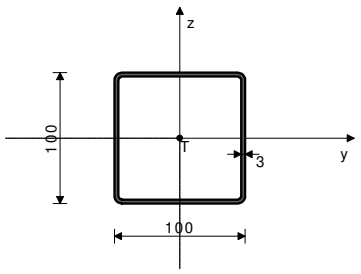
Okvir: H_5
Kontrola stabilnosti



Okvir: H_5
Kontrola stabilnosti

P30 (466-250)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

10. γ=0.45	13. γ=0.44	12. γ=0.39
11. γ=0.39	14. γ=0.39	15. γ=0.39
19. γ=0.30	22. γ=0.30	7. γ=0.27
21. γ=0.26	20. γ=0.26	23. γ=0.26
24. γ=0.26	8. γ=0.24	9. γ=0.24
16. γ=0.18	17. γ=0.16	18. γ=0.16

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 10, na 161.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.296 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.270 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.012 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.178 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	3.930 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	268.14 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (2.30 <= 268.14)		

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.18 <= 9.95)		

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (3.93 <= 9.95)		

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.01 <= 77.40)		
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.27 <= 77.40)		

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.009
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	9.953 kNm
Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.214
Uvjet 6.41: (0.22 <= 1)		

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	344.00 cm

Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.930
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	310.08 kN
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.582
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	141.76 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (2.30 <= 141.76)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	344.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.930
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.582
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	141.76 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (2.30 <= 141.76)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.961
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.577
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.577
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.961
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.582
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.016
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.019
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.251

Uvjet 6.61: (0.29 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.582
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.016
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.011
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.418

Uvjet 6.62: (0.45 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.296 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-4.586 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.208 kN
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

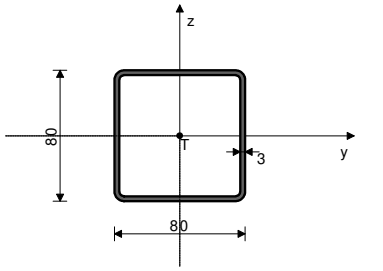
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.21 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (4.59 <= 77.40)

P31 (1209-1060)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 80x80x3 [S 235] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =		9.010 cm2
Ay =		4.505 cm2
Az =		4.505 cm2
Ix =		139.66 cm4
Iy =		86.130 cm4
Iz =		86.130 cm4
Wy =		21.533 cm3
Wz =		21.533 cm3
Wy,pl =		26.694 cm3
Wz,pl =		26.694 cm3
γM0 =		1.000
γM1 =		1.100
γM2 =		1.250
Anet/A =		0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

10. γ=0.36	13. γ=0.36	12. γ=0.32
11. γ=0.32	14. γ=0.32	15. γ=0.32
19. γ=0.24	22. γ=0.24	7. γ=0.22
21. γ=0.21	20. γ=0.21	23. γ=0.21
24. γ=0.21	8. γ=0.19	9. γ=0.19
16. γ=0.14	17. γ=0.13	18. γ=0.13

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 10, na 122.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.160 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.071 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	1.984 kNm
Moment torzije	M_t =	0.016 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	244.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	211.74 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (2.16 <= 211.74)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	26.694 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	6.273 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.07 <= 6.27)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	26.694 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	6.273 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (1.98 <= 6.27)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.010
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	6.273 kNm
Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.148

Uvjet 6.41: (0.15 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	244.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.840
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	299.84 kN
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.637
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	122.59 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (2.16 <= 122.59)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	244.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	0.840
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.637
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	122.59 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (2.16 <= 122.59)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.961
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.576
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.576
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.961
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.637
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.018
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.012
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.201

Uvjet 6.61: (0.23 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.637
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.018
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.007
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.334

Uvjet 6.62: (0.36 <= 1)

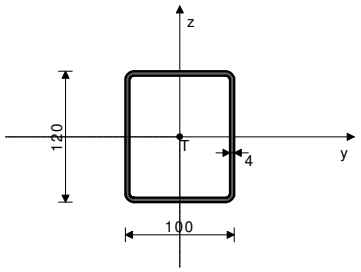
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.160 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-3.253 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.116 kN
Moment torzije	M_t =	0.016 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	244.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

P7 (142-365)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x100x4 [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	16.550 cm2
Ay =	7.523 cm2
Az =	9.027 cm2
Ix =	476.96 cm4
Iy =	348.42 cm4
Iz =	263.23 cm4
Wy =	58.070 cm3
Wz =	52.646 cm3
Wy,pl =	71.488 cm3
Wz,pl =	63.008 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

10. γ=0.77	11. γ=0.77	12. γ=0.68
13. γ=0.66	14. γ=0.66	15. γ=0.59
7. γ=0.57	8. γ=0.57	9. γ=0.51
19. γ=0.51	20. γ=0.51	21. γ=0.45
22. γ=0.44	23. γ=0.44	24. γ=0.40
16. γ=0.37	17. γ=0.37	18. γ=0.33

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 10, na 197.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-19.671 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	1.247 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-4.594 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-9.073 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	2.462 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	395.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 388.93 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (19.67 <= 388.93)

6.2.5 Savijanje y-y
Plastični moment otpora $W_{y,pl}$ = 71.488 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 16.800 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (9.07 <= 16.80)

6.2.5 Savijanje z-z
Plastični moment otpora $W_{z,pl}$ = 63.008 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 14.807 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (2.46 <= 14.81)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 122.48 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 122.48 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (4.59 <= 122.48)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 102.07 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 102.07 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.25 <= 102.07)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 61.123 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 61.123 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.12 <= 61.12)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 61.123 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 61.123 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (3.25 <= 61.12)

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.051
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 16.800 kNm
Koeficijent α = 1.665
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α 0.359
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 14.807 kNm
Koeficijent β = 1.665
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β 0.050
Uvjet 6.41: (0.41 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 395.00 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 0.917
Krivulja izvijanja za os y-y: C α = 0.490
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 462.84 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 0.590
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 208.47 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (19.67 <= 208.47)

Dužina izvijanja z-z l,z = 395.00 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 1.055
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 0.509
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 179.93 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (19.67 <= 179.93)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje
Koeficijent C1 = 1.365
Koeficijent C2 = 0.553
Koeficijent C3 = 1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja k = 1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja kw = 1.000
Koordinata zg = 0.000 cm
Koordinata zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka L = 395.00 cm
Sektorski moment inercije Iw = 0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje Mcr = 500.99 kNm
Odgovarajući moment otpora W_y = 71.488 cm3
Koeficijent imperf. αLT = 0.760
Bezdimenzionalna vitkost λLT_ = 0.183
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.) χLT = 1.000
Računska otpornost na izvijanje $M_{b,Rd}$ = 15.272 kNm
Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (9.07 <= 15.27)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)
Koeficijent uniformnog momenta C_{my} = 0.900
Koeficijent uniformnog momenta C_{mz} = 0.900
Koeficijent uniformnog momenta C_{mLT} = 0.900
Koeficijent interakcije k_{yy} = 0.961
Koeficijent interakcije k_{yz} = 0.587
Koeficijent interakcije k_{zy} = 0.577
Koeficijent interakcije k_{zz} = 0.979

Redukcijski koeficijent χ_y = 0.590
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1) 0.094
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.571
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.107
Uvjet 6.61: (0.77 <= 1)

Redukcijski koeficijent χ_z = 0.509
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1) 0.109
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.342
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.179
Uvjet 6.62: (0.63 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

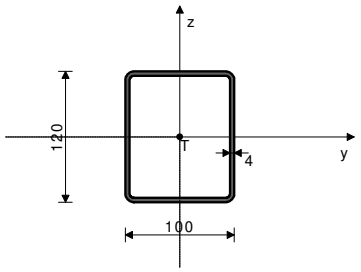
(slučaj opterećenja 12, na 197.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-21.596 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.021 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	4.594 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	9.073 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.042 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	395.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA

P10 (936-1192)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x100x4 [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	16.550 cm2
Ay =	7.523 cm2
Az =	9.027 cm2
Ix =	476.96 cm4
Iy =	348.42 cm4
Iz =	263.23 cm4
Wy =	58.070 cm3
Wz =	52.646 cm3
Wy,pl =	71.488 cm3
Wz,pl =	63.008 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

11. γ=0.57	10. γ=0.57	13. γ=0.50
14. γ=0.50	12. γ=0.47	15. γ=0.42
8. γ=0.41	7. γ=0.41	19. γ=0.38
20. γ=0.38	9. γ=0.35	22. γ=0.33
23. γ=0.33	21. γ=0.31	24. γ=0.28
17. γ=0.27	16. γ=0.27	18. γ=0.23

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 11, na 197.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-14.011 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-1.247 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-3.257 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-6.432 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-2.462 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	395.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	388.93 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (14.01 <= 388.93)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	71.488 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	16.800 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (6.43 <= 16.80)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	63.008 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	14.807 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (2.46 <= 14.81)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	122.48 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	122.48 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (3.26 <= 122.48)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	102.07 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	102.07 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (1.25 <= 102.07)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	122.48 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	122.48 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (4.59 <= 122.48)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	102.07 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	102.07 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.02 <= 102.07)

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.036
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	16.800 kNm
Koeficijent	α =	1.662
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.203
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	14.807 kNm
Koeficijent	β =	1.662
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.051

Uvjet 6.41: (0.25 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	395.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.917
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	462.84 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.590
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	208.47 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (14.01 <= 208.47)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	395.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.055
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.509
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	179.93 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (14.01 <= 179.93)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.365
Koeficijent	C2 =	0.553
Koeficijent	C3 =	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	395.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	500.99 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	71.488 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.760
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.183
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	15.272 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (6.43 <= 15.27)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.900
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.900
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.900
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.943
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.574
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.566
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.956
Redukcijski koeficijent	χy =	0.590
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γ_{M1})		0.067
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.397
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.105

Uvjet 6.61: (0.57 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.509
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γ_{M1})		0.078
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.238
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.175

Uvjet 6.62: (0.49 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 12, na 197.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-15.376 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.021 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	3.257 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	6.433 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.042 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	395.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	122.48 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	122.48 kN

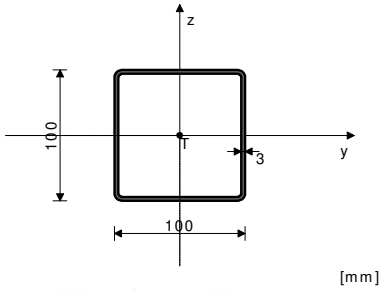
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (3.26 <= 122.48)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	102.07 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	102.07 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.02 <= 102.07)

P22 (339-142)
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x100x3 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

Ax =	11.410 cm2
Ay =	5.705 cm2
Az =	5.705 cm2
Ix =	278.33 cm4
Iy =	177.04 cm4
Iz =	177.04 cm4
Wy =	35.408 cm3
Wz =	35.408 cm3
Wy,pl =	42.354 cm3
Wz,pl =	42.354 cm3
γM0 =	1.000
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

10. γ=0.20	11. γ=0.20	12. γ=0.20
13. γ=0.20	14. γ=0.20	15. γ=0.20
19. γ=0.13	20. γ=0.13	21. γ=0.13
22. γ=0.13	23. γ=0.13	24. γ=0.13
7. γ=0.12	8. γ=0.12	9. γ=0.12
16. γ=0.08	17. γ=0.08	18. γ=0.08

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 10, na 161.9 cm od početka štapa)

Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.135 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.012 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.178 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	1.965 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.18 <= 9.95)

6.2.5 Savijanje z-z

Plastični moment otpora	$W_{z,pl}$ =	42.354 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	9.953 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (1.97 <= 9.95)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.01 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.13 <= 77.40)

6.2.8 Savijanje i posmik
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Koeficijent	β =	1.660
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{pl,Rd,z}$)^β		0.068

Uvjet 6.41: (0.07 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-2.293 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-0.208 kN
Sistemska dužina štapa	L =	344.00 cm

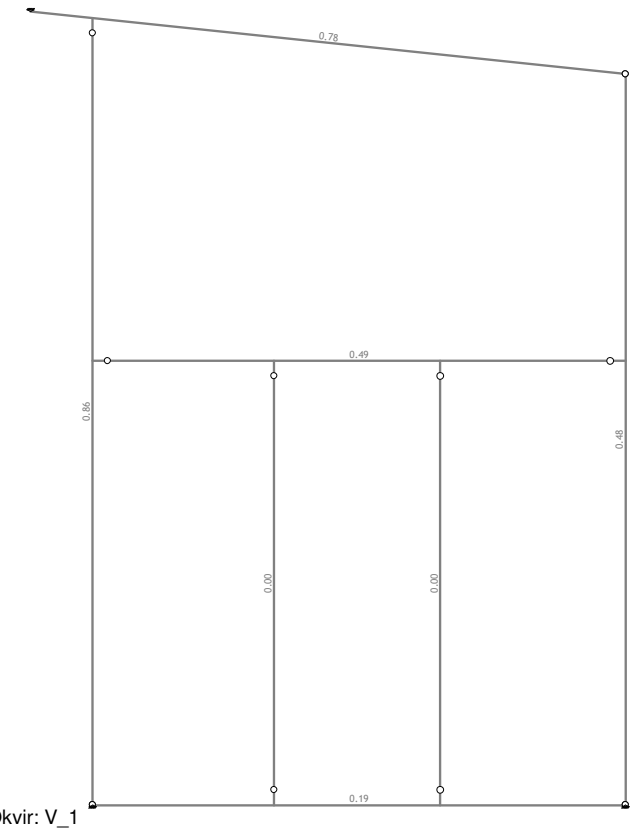
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	77.404 kN

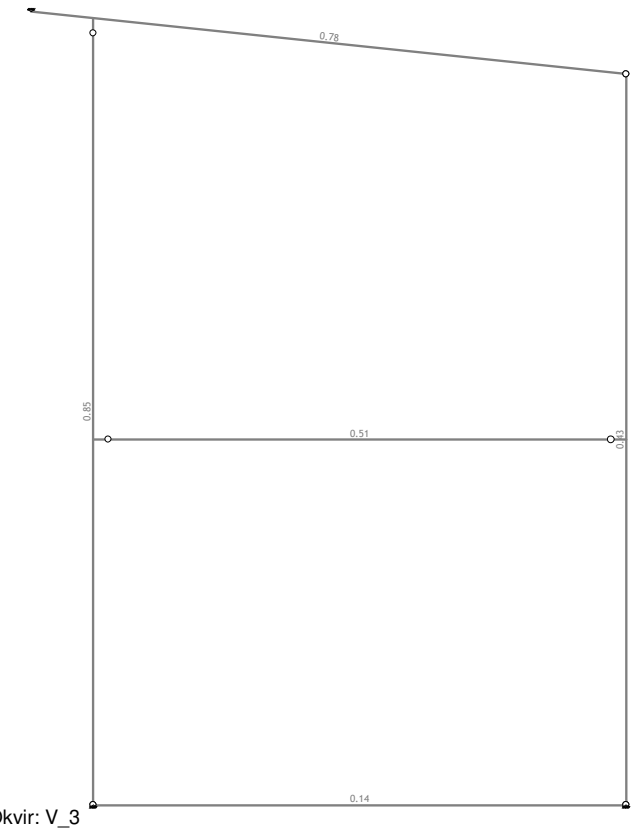
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.21 <= 77.40)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	77.404 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	77.404 kN

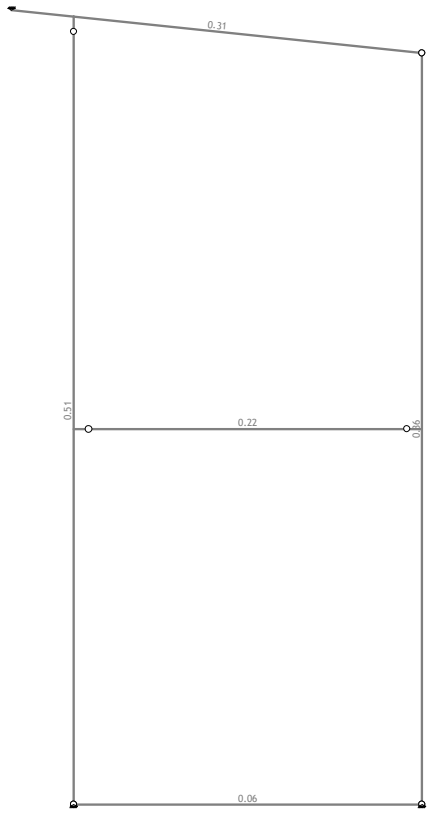
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (2.29 <= 77.40)



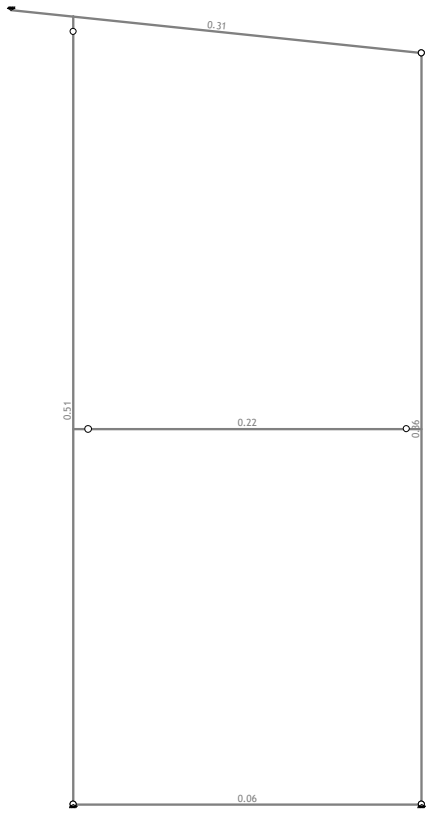
Okvir: V_1
Kontrola stabilnosti



Okvir: V_3
Kontrola stabilnosti

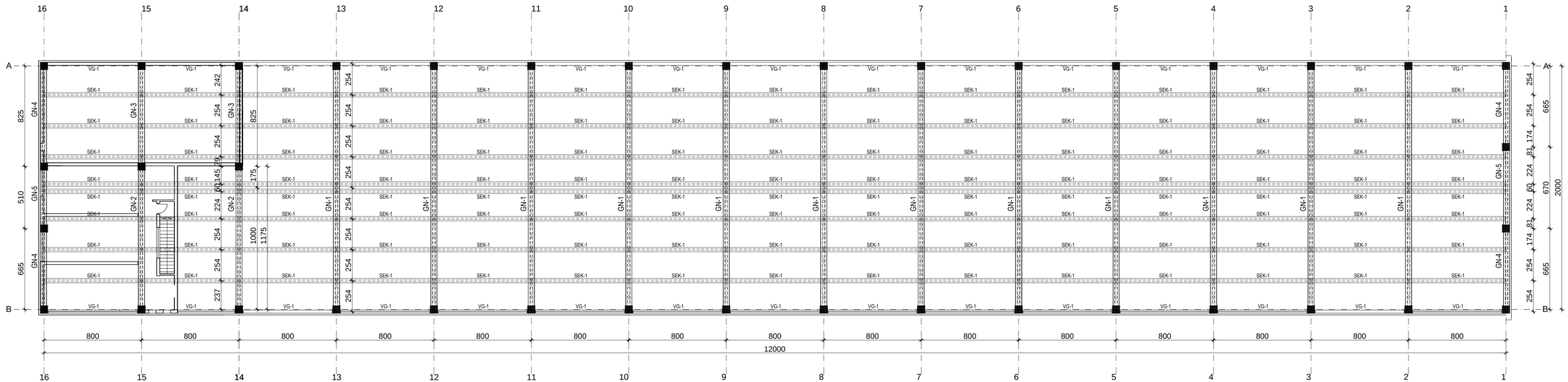


Okvir: V_4
Kontrola stabilnosti



Okvir: V_6
Kontrola stabilnosti

MJESTO/DATUM: Varaždin, svibanj 2021. godine PROJEKTANT: Darko Šilec, dipl.ing.građ.



0			fazo projekta: GLAVNI PROJEKT	vrsta projekta: GRAĐEVINSKI PROJEKT
revizija	izmjena	datum		

PROING

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor
Ivana Sevara 5, Varaždin
T 042 404 404 F 042 404 437

glavni projektant: Astrida Hajzler Filster dipl.ing.arh.	surađnik: Goran Višnjarić mag.ing.aedif.
projektant glavnog projekta:	projektant: Darko Šilec dipl.ing.grad.
odobrio: Darko Šilec dipl.ing.grad.	(m.p.)

građevina:
PROIZVODNA GRAĐEVINA

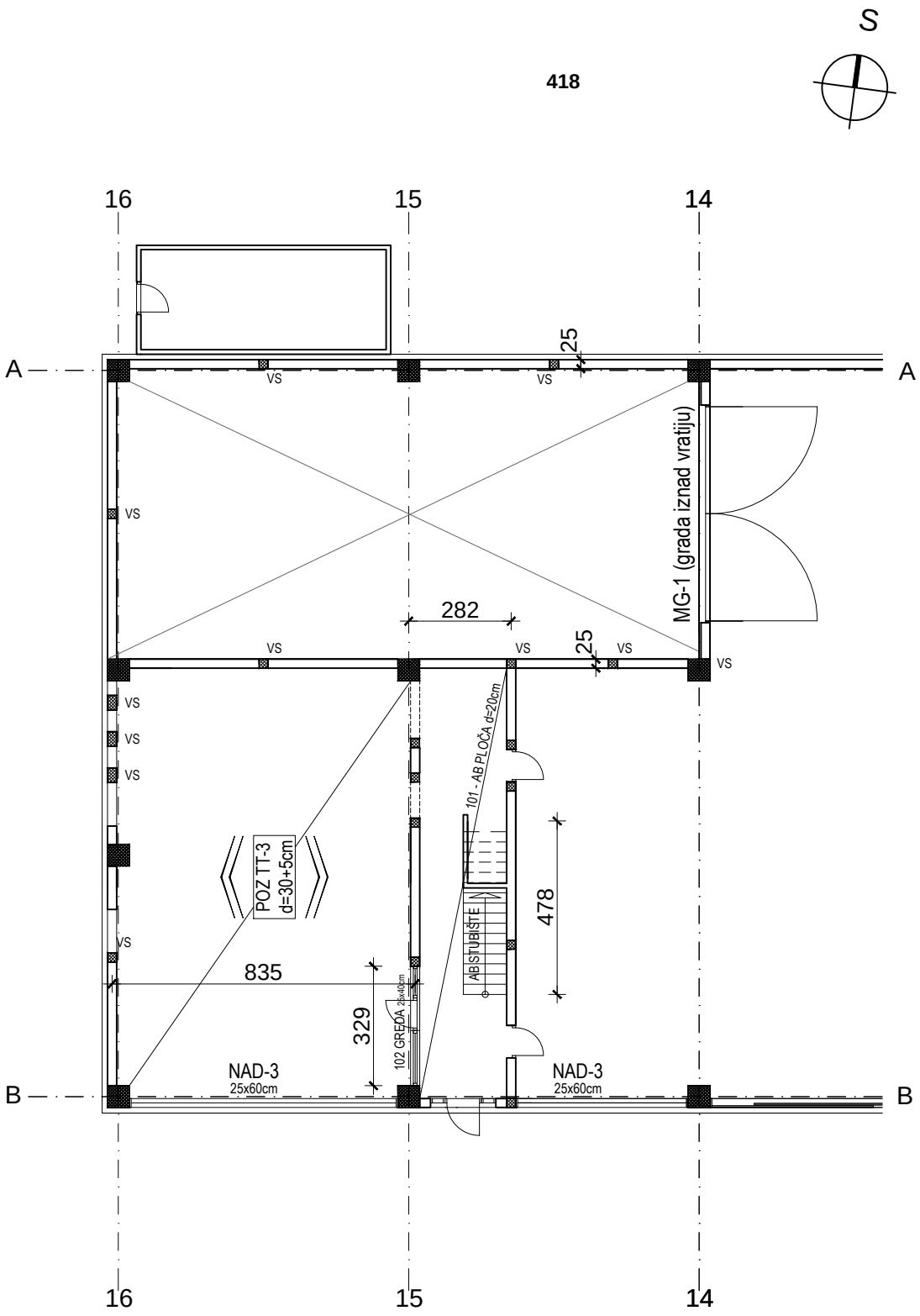
mjesto gradnje:
Donja Zelina, novoformirana k.č.br. 276, (spajanje k.č.br. 275 i 276), k.o. Donja Zelina

investitor:
Gracotech grupa d.o.o.
Donjezelinska ulica 2C, Donja Zelina
Sveti Ivan Zelina

broj tehn.dn.: 67/0/21	
zajednička oznaka: OGP 73/21	
HRN EN 13369:2004	

sadržaj:
PLANOVI POZICIJA KROVNE KONSTRUKCIJE

mjerilo: 1:175	
list broj: 1	



0		
revizija	izmjena	datum

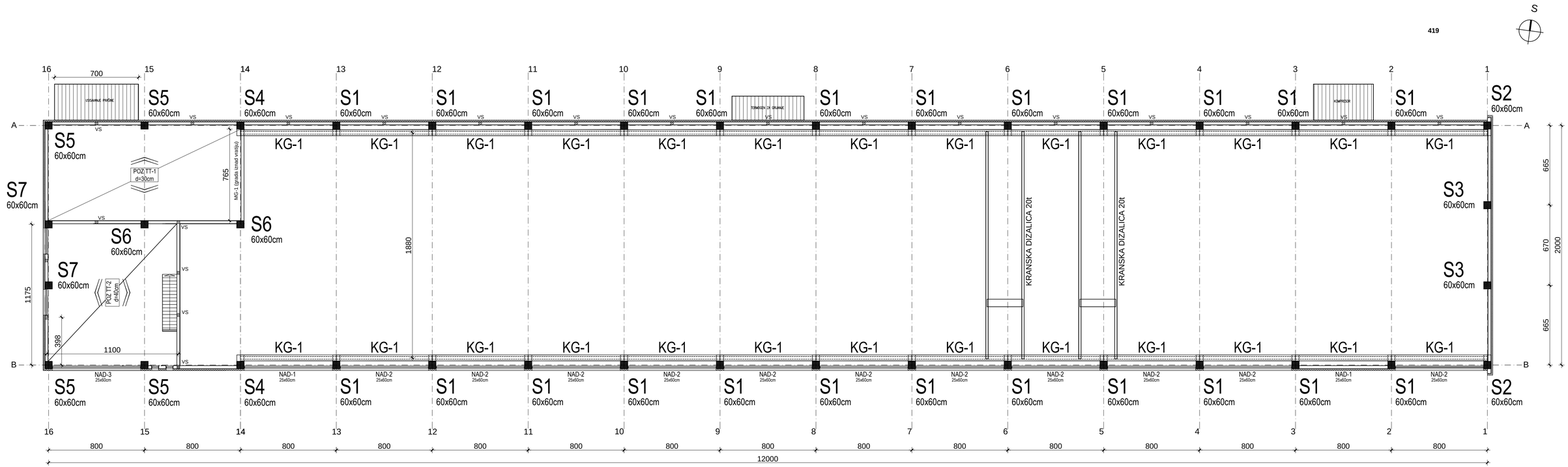
PROING

Proing d.o.o. projektiranje i nadzor
Ivana Severa 5, Varaždin
T 042 404 404 F 042 404 437

gradevina **PROIZVODNA GRAĐEVINA**	broj tehn.dn. **670/21**
mjesto gradnje Donja Zelina, novoformirana k.č.br. 276, (spajanje k.č.br. 275 i 276), k.o. Donja Zelina	zajednička oznaka **OGP 73/21**
investitor **Gracotech grupa d.o.o.** **Donjozelinska ulica 2C, Donja Zelina** **Sveti Ivan Zelina**	**HRN EN 13369:2004**

faza projekta **GLAVNI PROJEKT**	vrsta projekta **GRAĐEVINSKI PROJEKT**
glavni projektant **Astrida Hajzler Fišter dipl.ing.arh.**	suradnik **Goran Višnjarić mag.ing.aedif.**
projektant glavnog projekta	projektant **Darko Šilec dipl.ing.građ.**
odobrio **Darko Šilec dipl.ing.građ.**	(m.p.)

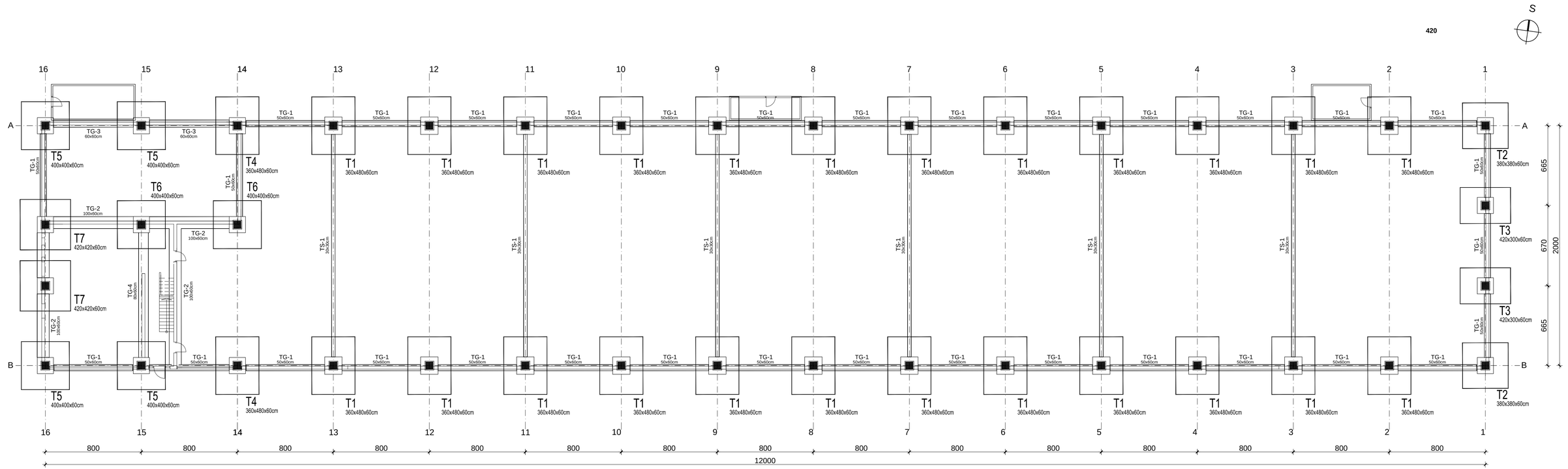
sadržaj **PLAN POZICIJA MEĐUKATA I VERTIKALNIH SERKLAŽA**	mjerilo **1:175**
	list broj **2**



0			faza projekta: GLAVNI PROJEKT	vrsta projekta: GRAĐEVINSKI PROJEKT
revizija	izmjena	datum	glavni projektant: Astrida Hajzler Filšter dipl.ing.arh.	suradnik: Goran Višnjarić mag.ing.aedif.
PROING	Proing d.o.o. projektiranje i nadzor, Ivana Savana 5, Varaždin, T 042 404 404 F 042 404 437		projektant glavnog projekta: Darko Šilec dipl.ing.grad.	projektant: Darko Šilec dipl.ing.grad.

građevina: PROIZVODNA GRAĐEVINA	broj tehn.dn.: 670/21	odobrio: Darko Šilec dipl.ing.grad.	(m.p.)
mjesto gradnje: Donja Zelina, novoformirana k.č.br. 276, (spajanje k.č.br. 275/1 i 276), k.o. Donja Zelina	zajednička oznaka: OGP 73/21		
investitor: Gracotech grupa d.o.o. Donjozelinska ulica 2C, Donja Zelina Sveti Ivan Zelina	HRN EN 13369:2004		

sadržaj: PLANOVI POZICIJA STUPOVI, KRANSKE GREDE I STROP KATA I SAĆMARE	mjerilo: 1:175	list broj: 3



0			faza projekta: GLAVNI PROJEKT	vrsta projekta: GRAĐEVINSKI PROJEKT
revizija	izmjena	datum	glavni projektant: Astrida Hajzler Filšter dipl.ing.arh.	surađnik: Goran Višnjarić mag.ing.aedif.
PROING	Proing d.o.o. projektiranje i nadzor, Ivana Severa 5, Varaždin, T 042 404 404 F 042 404 437		projektant glavnog projekta:	projektant: Darko Šilec dipl.ing.grad.

građevina: PROIZVODNA GRAĐEVINA	broj tehn.dn.: 670/21	odobrio: Darko Šilec dipl.ing.grad. (m.p.)
mjesto gradnje: Donja Zelina, novoformirana k.č.br. 276, (spajanje k.č.br. 275/1 276), k.o. Donja Zelina	zajedničke oznake: OGP 73/21	
investitor: Gracotech grupa d.o.o. Donjezelinska ulica 2C, Donja Zelina Sveti Ivan Zelina	HRN EN 13369:2004	

sadržaj: PLANOVI POZICIJA TEMELJNE KONSTRUKCIJE	mjerilo: 1:175	list broj: 4