kap^4 WWW.KAP4.HR

Investitor
NAŠE KLASJE d.o.o.
RAŠKA 35, ZAGREB
OIB: 62858712399

Građevina
PROIZVODNA HALA KUPLJENOVO

Lokacija
K.Č. BR. 2081
K.O. KUPLJENOVO

Faza projekta:
Izmjena i dopuna glavnog projekta 1

Građevinski projekt konstrukcije

ZOP: **NKK-1**
T.D.: **01-18 GR**
MAPA 2/2

Glavni projektant
Darko Murković dipl.ing.arh.

Projektant konstrukcije:
Nikola Miletić dipl.ing.građ.

Suradnici
Antonio Šafranko mag.ing.aedif.
Jurica Lipovac mag.ing.aedif.
Toni Lipovac mag.ing.aedif.
Nataša Baltić mag.ing.aedif.

Direktor
Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

Zagreb, siječanj 2018.g

SADRŽAJ

A. OPĆI DIO PROJEKTA 1
POPIS MAPA 2
IZVADAK IZ SUDSKE REGISTRACIJE 3
RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE 8
RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA 9
TEHNIČKA DOKUMENTACIJA KOJA SE MIJENJA I DOPUNJUJE 10
OPIS DOPUNE PROJEKTA I PROMJENA KONSTRUKCIJE: 11
B. TEHNIČKI DIO PROJEKTA 12
POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA I TEHNIČKIH PROPISA 13
PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE 14
1 OPĆE NAPOMENE 14
2 RADOVI KOJI PRETHODE IZVEDBI KONSTRUKCIJE 14
3 BETONSKI i ARMIRANO-BETONSKI RADOVI 14
4 OPLATA I SKELE 21
5 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE 21
6 ZIDARSKI RADOVI 22
7 RADOVI NA IZVEDBI ČELIČNE KONSTRUKCIJE 23
8 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA 26
9 OSTALI RADOVI I MATERIJALI 27
10 NADZOR 27
11 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI 27
12 DODATNA ISPITIVANJA 27
PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE 28
UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE 29
TEHNIČKI OPIS 30
Uvod 31
Armirano betonska konstrukcija 31
Stupovi 32
Krovni nosači 33
Međuetaža 35
Ziđe 35
Temelji 35
C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE 37
1 ANALIZA OPTEREĆENJA 38
1.1 Vlastita težina 39
1.2 Dodatno stalno djelovanje 39
1.3 Korisno djelovanje 39
1.4 Opterećenje snijegom 39
1.5 Opterećenje vjetrom 40
1.6 Potresno djelovanje za smjer x i y 42
1.7 Kombinacije djelovanja 43
2 POTRESNA ANALIZA 47
2.1 Potresno djelovanje 48
2.2 Modalna analiza 56
2.3 Međukatni pomaci 60
3 PRORAČUN KROVNE KONSTRUKCIJE 61
1.1 Glavni krovni nosač „I“oblika GN1 62
3.1 Glavni krovni nosač „T“oblika GN2 72

3.2 Glavni krovni nosač „T“oblika GN3 81
1.2 Sekundarni nosač-podrožnice „T“ oblika -N1-N5 90
1.3 Rubni pravokutni nosač – R1-R5 104
4 PRORAČUN MEĐUETAŽNE KONSTRUKCIJE 114
4.1 TT ploča 115
4.2 L1 greda 121
4.3 L2 greda 127
4.4 L3 greda 133
4.5 P1 greda 141
4.6 Kratke konzole za TT ploče 148
4.7 Kratka konzole za šuplje ploče 149
5 PRORAČUN STUPOVA 150
5.1 Općenito 151
5.2 Rezne sile 154
5.3 Dimenzioniranje stupova 187
5.3.1 Proračunska armatura za CO1 188
5.3.2 Proračunska armatura za CO3 189
5.3.3 Izvod iz proračuna za stup TIP1 190
5.4 Odabrana armatura stupa 194
5.4.1 Stup TIP 1 194
5.4.2 Stup TIP 2 195
5.4.3 Stup TIP3 196
5.5 Provjera lokalne duktilnosti stupova 197
5.6 Kratka konzola za L1 i L2 gredu 200
5.7 Kratka konzola za L3 gredu 202
5.8 Proračun kliješta 204
6 ZIDANI ZIDOVI 205
6.1 Zidani zidovi 206
6.1.1 Horizntalni i verikalni serklaži u zidanim zidovima 206
6.1.2 Dokaz tlačne čvrstoće 208
7 MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA 7-9 I B-D 210
7.1 Općenito 211
7.2 Monolitna ploča 212
7.2.1 Pomaci ploče 212
7.2.2 Rezne sile 214
7.3 Proračun potrebne armature 217
7.3.1 Ploča 217
7.3.2 Greda 219
7.4 Proračun čelične konstrukcije 220
8 TEMELJNE STOPE 221
8.1 Općenito 222
8.2 Odabir zaštitnih slojeva i klase betona temeljne AB konstrukcije 225
8.3 Dimenzije temeljnih stopa i plan pozicija 225
8.4 Razne sile na dnu stupa 226
8.4.1 Rezultati na dnu stupova za kombinacije opterećenja CO1-GSN 226
8.4.2 Rezultati na dnu stupova za kombinacije opterećenja CO2-GSU 228
8.4.3 Rezultati na dnu stupova za kombinacije opterećenja CO3-potres 230
8.4.4 Ukupni prikaz reznih sila na dnu stupa po tipovima temeljnih stopa 232
8.5 Kontrola naprezanja i ekscentriciteta 233
8.5.1 Temeljna stopa TS 1 234
8.5.2 Temeljna stopa TS 2 236
8.5.3 Temeljna stopa TS 3 238
8.5.4 Temeljna stopa TS 4 240

8.5.5 Temeljna stopa TS5 242
8.6 Dimenzioniranje temeljnih stopa 244
8.6.1 Temeljna stopa TIP 1 245
8.6.2 Temeljna stopa TIP 2 249
8.6.3 Temeljna stopa TIP 3 253
8.6.4 Temeljna stopa TIP 4 257
8.6.5 Temeljna stopa TIP 5 261
8.7 Provjera proboja temeljnih stopa 265
8.7.1 Kontrola proboja temeljne stope Nsd=1400 kN 266
8.8 Detalji armiranje temeljnih stopa 267
9 TEMELJNE TRAKE 268
9.1 Rezne sile 270
9.2 Dimenzioniranje temeljnih traka 271
9.2.1 Usvojena armatura temeljne traka TT1 273
D. PLANOVI POZICIJA 274

A. OPĆI DIO PROJEKTA

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

POPIS MAPA

MAPA 1 ARHITEKTONSKI PROJEKT
INTERMO d.o.o., Zagreb

MAPA 2 GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
KAP4 d.o.o., Zagreb

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080718870

OIB:

68965490837

TVRTKA:

1 KAP4 društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, građenje i nadzor

1 English KAP4, limited liability company for projecting, construction and supervision

1 KAP4 d.o.o.

1 English KAP4 Ltd.

SJEDIŠTE/ADRESA:

1 Zagreb (Grad Zagreb)
Pokornoga 9

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
1 * - financiranje komercijalnih poslova, uključujući izvozno financiranje na osnovi otkupa s diskontom i bez regresa dugoročnih nedospjelih potraživanja osiguranih financijskim instrumentima (engl. forfeiting)
1 * - otkup potraživanja s regresom ili bez njega (engl. factoring)
1 * - usluge vezane uz poslove kreditiranja: prikupljanje podataka, izrada analiza i davanje informacija o kreditnoj sposobnosti pravnih i fizičkih osoba koje samostalno obavljaju djelatnost
1 * - posredovanje pri sklapanju poslova na novčanom tržištu
1 * - savjetovanje pravnih osoba glede strukture kapitala, poslovne strategije i sličnih pitanja te pružanje usluga koje se odnose na poslovna spajanja i stjecanje dionica i poslovnih udjela u drugim društvima
1 * - kupnja i prodaja robe
1 * - obavljanje trgovačkog poslovanja na domaćem i inozemnom tržištu
1 * - zastupanje inozemnih tvrtki
1 * - poslovanje nekretninama

REPUBLIKA HRVATSKA 23 - TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU -

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

1	*	- tehničko ispitivanje i analiza
1	*	- izrada i izvedba projekata iz područja građevinarstva, tehnike, elektronike, rudarstva, kemije, mehanike i industrije
1	*	- savjetovanje, prikupljanje, analiza te davanje informacija s područja niskogradnje, hidrogradnje, prometa, sistemsko i sigurnosno savjetovanje
4	*	- Projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
4	*	- Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
4	*	- Provedba programa izobrazbe osoba ovlaštenih za energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
4	*	- Neovisna kontrola energetskog certifikata i izvješća o redovitom pregledu sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizcije u zgradi
4	*	- Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
4	*	- Pružanje usluga u trgovini
4	*	- Usluge informacijskog društva

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

1 Nikola Miletić, OIB: 14770117508
Zagreb, Pokornoga 9
2 - član društva

6 Nikica Tabain, OIB: 95104912181
Zagreb, Vinogradi 56
2 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

1 Nikola Miletić, OIB: 14770117508
Zagreb, Pokornoga 9
1 - direktor
1 - zastupa pojedinačno i samostalno

6 Nikica Tabain, OIB: 95104912181
Zagreb, Vinogradi 56
2 - direktor
2 - zastupa pojedinačno i samostalno od 26.10.2012. godine

TEMELJNI KAPITAL:
5 650.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

REPUBLIKA HRVATSKA - TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Osnivački akt:

1 Izjava o osnivanju od 16.12.2009. godine ulaže se u zbirku isprava.

3 Izjava o osnivanju društva od 16.12.2009. godine Odlukom članova društva od 26.10.2012. godine u potpunosti izmijenjena i preimenovana u Društveni ugovor.

4 Društveni ugovor društva s ograničenom odgovornošću od 26.listopada 2012.godine, Odlukom članova društva od 5.veljače 2014.godine, izmijenjen u odredbi koja uređuje predmet poslovanja, te je zamijenjen novim potpunim tekstom Društvenog ugovora.

5 Društveni ugovor društva s ograničenom odgovornošću od 05.veljače 2014.godine, izmijenjen Odlukom članova društva od 30.travnja 2014.godine u odredbi koja uređuje temeljni kapital društva, te je u potpuno novom tekstu dostavljen sudu.

Promjene temeljnog kapitala:

5 Odlukom članova društva od 30.travnja 2014.godine, unosom zadržane dobiti za 2013.godinu, povećan je temeljni kapital društva sa iznosa od 20.000,00 kuna, za iznos od 630.000,00 kuna, na iznos od 650.000,00 kuna.

PODRUŽNICA BR. 001

TVRTKA PODRUŽNICE:

7 KAP4 društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, građenje i nadzor - Podružnica Split

7 KAP4 d.o.o. - Podružnica Split

SJEDIŠTE/ADRESA PODRUŽNICE:

7 Split (Grad Split)
Lovački put 5

DJELATNOSTI PODRUŽNICE:

7 * - Projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja

7 * - Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi

7 * - Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje

7 * - Savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem

7 * - Usluge vezane uz poslove kreditiranja: prikupljanje podataka, izrada analiza i davanje informacija o kreditnoj sposobnosti pravnih i fizičkih osoba koje samostalno obavljaju djelatnost

7 * - Posredovanje pri sklapanju poslova na novčanoj

REPUBLIKA HRVATSKA TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PODRUŽNICA BR. 001

DJELATNOSTI PODRUŽNICE:

		tržištu
7	*	- Savjetovanje pravnih osoba glede strukture kapitala, poslovne strategije i sličnih pitanja te pružanje usluga koje se odnose na poslovna spajanja i stjecanje dionica i poslovnih udjela u drugim društvima
7	*	- Kupnja i prodaja robe
7	*	- Pružanje usluga u trgovini
7	*	- Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
7	*	- Zastupanje inozemnih tvrtki
7	*	- Usluge informacijskog društva
7	*	- Poslovanje nekretninama
7	*	- Tehničko ispitivanje i analiza
7	*	- Izrada i izvedba projekata iz područja građevinarstva, tehnike, elektronike, rudarstva, kemije, mehanike i industrije
7	*	- Savjetovanje, prikupljanje, analiza te davanje informacija s područja niskogradnje, hidrogradnje, prometa, sistemsko i sigurnosno savjetovanje

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

7 Nikola Miletić, OIB: 14770117508
Zagreb, Pokornoga 9
7 - osoba ovlaštena da u poslovanju podružnice zastupa osnivača
7 - zastupa osnivača pojedinačno i samostalno

7 Nikica Tabain, OIB: 95104912181
Zagreb, Vinogradi 56
7 - osoba ovlaštena da u poslovanju podružnice zastupa osnivača
7 - zastupa osnivača pojedinačno i samostalno

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	26.02.16	2015	01.01.15 - 31.12.15	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-10/89-2	19.01.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-12/17939-4	06.12.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-12/17939-6	18.12.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0004	Tt-14/3605-2	04.03.2014	Trgovački sud u Zagrebu

REPUBLIKA HRVATSKA TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0005	Tt-14/11509-2	21.05.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0006	Tt-14/24352-4	27.11.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0007	Tt-14/24354-4	03.12.2014	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	28.03.2011	elektronički upis
eu	/	23.02.2012	elektronički upis
eu	/	25.02.2013	elektronički upis
eu	/	24.03.2014	elektronički upis
eu	/	06.03.2015	elektronički upis
eu	/	26.02.2016	elektronički upis

U Zagrebu, 08. veljače 2017.

Ovlaštena osoba



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE

građevina:	***PROIZVODNA HALA KUPLJENOVO***
lokacija:	*k.č. 2081, k.o. Kupljenovo*
investitor:	*NAŠE KLASJE d.o.o.* *Rimska ulica 26, Sisak*
ZOP:	*NKK-1*
TD:	*01-18-GR*
faza projekta:	*Izmjena i dopuna glavnog projekta 1* *Projekt konstrukcije*

KAP 4 d.o.o. Zagreb ima u stalnom radnom odnosu ovlaštenog inženjera građevine, iz čega proizlazi da su ispunjeni uvjeti iz čl. 51 Zakona o gradnji (NN153/13) te se izdaje:

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
GRAĐEVINSKOG PROJEKTA KONSTRUKCIJE

kojim se projektantom imenuje:

NIKOLA MILETIĆ, dipl.ing.građ. br. ovl. 4252

Imenovani je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisan pod rednim brojem 4252 na osnovu rješenja Komore klasaUP/I – 360-01/09-01/4252; ur.broj: 314-02-09-1 od 23.03.2009.godine.

Ovo rješenje vrijedi do svršetka projektiranja ili do opoziva.

Direktor:

Nikola Miletić,dipl.ing.građ.

Zagreb, prosinac 2017.god.

RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: UP/I-360-01/09-01/ 4252
Urbroj: 314-02-09-1
Zagreb, 23. ožujka 2009. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrta Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 18.03.2009. godine, koji je ispitavao po Zahtjevu za upis MILETIĆ NIKOLE, dipl.ing.građ., SPLIT, PUT PLOKITA 51, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **MILETIĆ NIKOLA**, dipl.ing.građ., SPLIT, pod rednim brojem **4252**, s danom upisa **18.03.2009**. godine.
2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva**, MILETIĆ NIKOLA, dipl.ing.građ., stiče pravo na uporabu stručnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"** i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje **"inženjersku iskaznicu"** i **"pečat"**, koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.

Obrazloženje

MILETIĆ NIKOLA, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

2

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 18.03.2009. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji koji je ostavljen na snazi člankom 353. stavkom 2. podstavkom 2. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

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

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

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

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stučnog nadzora građenja prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji koji su ostavljeni na snazi člankom 353. stavkom 2, podstavkom 2, Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), obavljati samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

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

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

Pouka o pravnom lijeku

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

PREDSJEDNIK KOMORE
Tomislav Tkalčić, dipl.ing.stroj.

Dostaviti:
1. NIKOLA MILETIĆ, 21000 SPLIT, PUT PLOKITA 51
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA KOJA SE MIJENJA I DOPUNJUJE

Ova Tehnička dokumentacija pod oznakom **T.D.01-18 GR** je izmjena i dopuna sljedeće Tehničke dokumentacije:

Glavni projekt konstrukcije	T.D. 008-17/GP, NKK-1
projektant konstrukcije:	Slaven Cota dipl.ing.građ.
glavni projektant:	Andrej Marković, dipl.ing.arh.
za građevinu:	PROIZVODNA HALA KUPLJENOVO
investitor:	NAŠE KLASJE d.o.o., Raška 35, 10000 ZAGREB
datum:	siječanj, 2018 god.
mapa:	Mapa 2 Građevinski projekt - konstrukcija

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

OPIS DOPUNE PROJEKTA I PROMJENA KONSTRUKCIJE:

Ovom izmjenom i dopunom glavnog projekta konstrukcije *PROIZVODNA HALA KUPLJENOVO oznake TD-01-18-GR,* obuhvaćene su sljedeće izmjene i dopune konstrukcije:

1.) Promjena nagiba krova iz dvostrešnog u jednostrešni
2.) Ukidanje reda središnjih stupova u osi C
3.) Promjena poprečnih presjeka krovnih nosača
4.) Promjena presjeka etažnih nosača
5.) U zoni strojarnice međuetaža se izvodi iz TT ploča uslijed velikog korisnog opterećenja od 20kN/m^2
6.) Promjena dimenzija temeljnih stopa
7.) Promjena širine temeljnih traka

Svi ostali elementi konstrukcije ostaju prema osnovnom glavnom projektu TD 008-17/GP izrađenom od strane ZONING d.o.o.

B. TEHNIČKI DIO PROJEKTA

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

POPIS PRIMJENJENIH ZAKONA I TEHNIČKIH PROPISA

Primijenjeni su važeći zakoni i tehnički propisi u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti predmetne građevine.

Popis primijenjenih zakona i propisa:

1. Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13) i prateći posebni propisi
2. Zakon o prostornom uređenju (NN RH br. 153/13)
3. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN RH br. 17/17)
4. Tehnički propis o građevinim proizvodima (NN RH br. 33/10., 87/10., 146/10., 81/11., 100/11., 130/12., 81/13., 136/14., 119/15.)
5. Zakon o zaštiti na radu (NN RH br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
7. Zakon o građevnim proizvodima (NN RH br. 76/13, 30/14)

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

1 OPĆE NAPOMENE

Predmetni projekt je izrađen sukladno Zakonu o gradnji –u daljnjem tekstu Zakon (153/13)) kojim su propisana tehnička svojstva bitna za građevinu te ostalim Zakonima i Propisma, i normama na koji se oni odnose, pobrojanim u prethodnom poglavlju. Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti izrađeni u skladu s normama i tehničkim propisima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna norma obvezna je primjena odgovarajućih EN normi (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, važit će zamjenjujuća norma ili propis.

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti), izrađeni prema odredbama Zakona, 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.

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. Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima.

2 RADOVI KOJI PRETHODE IZVEDBI KONSTRUKCIJE

ISKOLČENJE

Od faze iskolčenja građevine, preko svih faza izgradnje, do završetka građevine, nužan je stalni geodetski nadzor. Tijekom građenja vršiti:

- stalnu kontrolu iskolčenja i druge geometrije svih elemenata
- kontrolu osiguranja svih točaka
- kontrolu repera i poligonih točaka

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. 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. Zasipavanje oko izvedenih temelja izvesti nakon izrade i zaštite hidroizolacije, i to u slojevima s potrebnim zbijanjem kako ne bi došlo do naknadnog slijeganja nasutog tla.

Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

HIDROIZOLACIJE

Hidroizolaciju građevine izvesti u skladu s projektom te uputama proizvođača hidroizolacije. Provjeravati vrste i ateste po šaržama ljepenke i spojnog materijala u odnosu na projekt. Prije polaganja hidroizolacije provjeriti hrapavost podloge. U toku radova rukovoditelj treba propisati i provesti potrebne mjere zaštite kako ne bi došlo do oštećenja izvedene hidroizolacije, a naročito pažljivo izvoditi zaštitu hidroizolacije betonom.

3 BETONSKI i ARMIRANO-BETONSKI RADOVI

Ovim tehničkim uvijetima dani su kriteriji kvaliteta i ispitivanje osnovnih materijala, tehnološki uvijeti i kontrola izvedbe armirano-betonskih radova, te prethodna i kontrolna ispitivanja svježeg i očvrslog betona, u svemu prema Tehničkom propisu za betonske konstrukcije – u daljnjem tekstu Propis (NN 139/09). Građevni proizvodi na koje se

primjenjuje ovaj Propis jesu cement, agregat, dodatak betonu, dodatak mortu za injektiranje natega, voda, beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, armatura, predgotovljeni betonski element, proizvod za zaštitu i popravak betonske konstrukcije, i drugi građevni proizvodi za koje su propisani zahtjevi prilozima ovoga Propisa radi ugradnje zajedno sa spomenutim proizvodima. Kontrolna ispitivanja koja organizira i provodi izvođač, obuhvaćaju prije svega ispitivanje osnivnih materijala, svježeg, stvrdnjavajućeg i čvrstog betona, što sve kontrolira nadzorni inženjer. Ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine i dijela bitnog zahtjeva zaštite od požara, koji se odnosi na čuvanje nosivosti betonske konstrukcije u slučaju požara tijekom određenog vremena utvrđenog posebnim propisom, postiže se betonskom konstrukcijom koja ima tehnička svojstva i ispunjava zahtjeve propisane ovim Propisom. Svi tehnički propisi i norme koji se odnose na spomenute materijale te projektiranje i ugradnju materijala u konstrukcije nalaze se u Propisu.

Proizvođač betona je odgovoran za proizvodnju i transport, a izvođač radova za ugradnju, zbijanje i njegu svježeg betona.

Kontrola kvalitete betona isporučenog gradilištu obaveza je izvođača radova. Na gradilištu je potrebno provoditi kontrolu svježeg i očvrslog betona prema prilogu J TPBK-a.

Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće provodi se prema dodatku B norme HRN EN 206-1, točka B.3.1. za beton certificirane kontrole proizvodnje.

Kontrola kvalitete svježeg i očvrslog betona na gradilištu provodi se u skladu s uvjetima projekta konstrukcije (svojstva očvrslog betona) i uvjetima izvođača radova (svojstva svježeg betona).

Učestalost uzimanja uzoraka betona za ispitivanje identičnosti tlačnih čvrstoća određuje se prema važnosti armirano betonske konstrukcije .

Izvještaj o postignutoj kvaliteti ugrađenog betona izradit će zadužena i ovlaštena osoba s kojom izvođač ima ugovor za obavljanje tog posla.

PLAN KONTROLE PROIZVODNJE BETONA

Kontrola proizvodnje obuhvaća:

1. Prethodna ispitivanja (početna ispitivanja tipa, prema normi HRN EN 206-1, dodatak A)
2. Ispitivanje proizvodne sposobnosti betonare
3. Ispitivanje osnovnih komponenti betona
4. Ispitivanje svježeg betona
5. Ispitivanje očvrslog betona (točka 8.0. norme HRN EN 206-1:2006)
   - 5.1 Minimalni broj uzoraka za prihvaćanje sukladnosti betona (tablica 13, točka 8.2.1.2. norme HRN EN 206-1:2006), za početnu i neprekidnu proizvodnju betona
   - 5.2 Kriterij sukladnosti tlačne čvrstoće (tablica 14, točka 8.2.1.3. norme HRN EN 206 -1:2006)

1. Prethodna ispitivanja

Sastav betona definirani su prema ranije izvedenim prethodnim ispitivanjima i početnim ispitivanjima tipa, prema normi HRN EN 206 -1, dodatak A. Dokazi postignutih razreda tlačnih čvrstoća betona po periodima proizvodnje (mjesečni), izvještaji o prethodnim ispitivanjima betona i izvještaji o početnim ispitivanjima tipa nalaze se u dokumentaciji betonare i laboratorija

2. Ispitivanje proizvodne sposobnosti betonare

Proizvodna sposobnost betonare ispituje se prema normi HRN U.M1.050 i ASTM C 94-86a, a rezultati ispitivanja sastavni su dio dokumentacije betonare.

3. Ispitivanje osnovnih komponenti betona

Vrši za to ovlaštena osoba pri betonari. Vrši kontrolu osnovnih komponenti za proizvodnju betona. Kontrola se sastoji od vizualnog pregleda svake dopremljene pošiljke, kako bi se utvrdio da li je kvaliteta u skladu s proizvođačevom specifikacijom iz popratne dokumentacije. Potvrde o tvorničkoj kontroli proizvodnji i Izjave o sukladnosti proizvođača cementa, agregata i aditiva nalaze se u dokumentaciji laboratorija i betonare.

4. Ispitivanje svježeg betona

Provodi se u laboratoriju betonare prema normi niza HRN EN 12350 -1,2,3,6, i 7

Ispitivanje KONZISTENCIJE vrši se stalno i to pri betonari. Ispitivanje mjerenjem vrši se u laboratoriju betonare i to na početku rada, kod uzimanja kontrolnih uzoraka i/ili minimalno jednom u smjeni.

Ispitivanje TEMPERATURE (vanjske) se provodi periodično ovisno o vremenskim prilikama.

Ispitivanje GUSTOĆE se vrši dnevno u laboratoriju betonare.

Ispitiavnje SADRŽAJA VODE se provodi za svaku mješavinu i to pri betonari.

Dolaskom auto mješalice na gradilište potrebno je provjeriti:

- sve podatke s otpremnice betona (odgovara li isporučeni beton specificiranom u narudžbi)
- je li došlo do promjene svojstva svježeg betona u transportu koje bi mogle utjecati na kavlitetu ugradnje i svojstva očvrslog betona (izvršiti vizualni pregled, mjerenje konzistencije i temp. svježeg betona kod betoniranja u posebnim uvjetima – temperatura zraka ispod 5 stupnjeva Celzijevih i iznad 30).

- provjeriti da temp samog svježeg betona ne bude iznad 30 stupnjeva Celzijevih te ne manje od 5 stupnjeva celzijevih
- izmjeriti konzistenciju na početku betonaže i kod uzimanja uzoraka (istim postupkom kao u tvornici betona, u skladu s normom HRN EN 12350 -2)

Zadužena stručna osoba Izvođača obavljati će kontrolu dopremljenog betona i po potrebi, prema uputama proizvođača, korigirati konzistenciju betona. Konzistencija mora omogućiti kvalitetnu ugradnju u elemente konstrukcije i zbijanje za to predviđenim sredstvima.
Svježem betonu NE SMIJE se naknadno dodavati voda. Konzistencija se (nakon slump testa) može korigirati jedino dodavanjem superplastifikatora u auto mješalicu, pod stručnim nadzorom odogovorne osobe izvođača radova.

5. Ispitivanje očvrslog betona

U toku proizvodnje betona obavezno je uzimanje kontrolnih uzoraka svakog tipa betona u skladu s normom HRN EN 206-1:2006. Na uzorcima očvrslog betona ispituje se tlačna čvrstoća i zahtjevana posebna svojstva betona, ako su određena projektom konstrukcije ili programom kontrole.
Rezultati ispitivanja tlačnih čvrstoća očvrslog betona obrađuju se u okviru tekuće kontrole za dokaz o postignutim razredima tlačnih čvrstoća projektiranog betona. Ocjena tlačne čvrstoće projektiranog betona daje se u skladu s normom HRN EN 206-1, točka 8.2.1, gdje se proizvodnja betona ocjenjuje kao početna, odnosno neprekidna nakon što se ispita više od 35 uzoraka svakog sastava betona. Ocjena se daje prema kriterijima sukladnosti tlačne čvrstoće iz tablice 14 norme HRN EN 206-1, na grupama od 3 uzastopna rezultata ispitivanja koja se ne preklapaju.
Minimalna, propisana učestalost izorkovanja betona je:

Tablica 13 norme HRN EN 206-1	Minimalna učestalost uzorkovanja		
Proizvodnja	Prvih 50 m3 proizvodnje	Nakon prvih 50 m3 proizvodnje	
		Beton sa certificiranom kontrolom proizvodnje	Beton bez certificirane kontrole proizvodnje
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka	1 na 200 m3 ili 2 na proizvodni tjedan	1 na 150 m2
Neprekidna (kad se dobije najmanje 35 rezultata)		1 na 400 m3 ili 1 na proizvodni tjedan	

Osim uzorkovanja definiranih Tablicom 13 potrebno je izvršiti i dodatno uzorkovanje betona ugrađenog na gradilištu i to po slijedećem ključu:

- pri ugradnji betona temeljnih elemenata minimalno dodatno po jedan uzorak na svakih 75 m3 betona iste kvalitete ili minimalno dodatno jedan uzorak dnevno (u razdoblju kad se vrši betoniranje temelja).
- pri ugradnji betona zidova jezgri minimalno dodatno po jedan uzorak na svakih 50 m3 betona iste kvalitete ili minimalno jedan uzorak dnevno (u razdoblju kad se vrši betoniranje zidova jezgre)

Uzorkovanje treba biti raspoređeno kroz svu proizvodnju i ne treba biti veće od 1 uzorka na svakih 25 m3.
Uzorke betona treba uzimati i ugrađivati iz različitih mješavina ili auto dizalica.
Uzorci su dimenzija 150/150/150 mm, uzimaju se u promatranom razdoblju, te ugrađuju i njeguju u skladu sa normom HRN EN 12390-1,2.
Tlačna čvrstoća se ispituje prema normi HRN EN 12390-3 pri starosti uzorka od 28 dana.
Uzorak se ugrađuje u kalup u tri sloja i svaki sloj se zbija šipkom. Uzorak betona se drži u kalupu 24 h na temperaturi cca 20 stupnjeva celzijevih, a slobodnu površinu potrebno je pokriti vlažnom jutenom vrećom. Nakon što se kocka izvadi iz kalupa njeguje se do prijevoza u laboratorij u bazenu s vodom.
Razdred slijeganja svih betona je S4. Na izvedbenim crtežima specificirano je maksimalno zrno agregata. Ukoliko nije vrijedi 7 do 32 mm.
Kod tvorničke proizvodnje prefabriciranih betonskih elemenata u kontroliranim uvjetima zaštitni sloj se može umanjiti za do 5 mm.
Sve eventualne korekcije moraju biti pravovremeno predočene naručitelju i izvođaču radova na gradilištu, nadzornom inženjeru i projektantu.
Navedeni sastavi betonira definirani su za betone koji će se ugrađivati auto pumpom, direktnim istovarom iz ato mješalice ili pomoću toranjske dizalice s posudom za prihvat betona. Vrijedi za dobavljene betone i ugrađene na samom gradilištu te isto za betone dobavljene i ugrađene u tvornici armirano betonskih prefabrikata.
Izvođač prefabrikata dostavlja svu potrebnu specificiranu dokumentaciju Glavnom Izvđaču odnosno Nadzornom inženjeru na gradilište.
Razredi konzistencije svježeg betona definirani su točkom 4.2.1. norme HRN EN 206-1.
S4 – slijeganje 160-210 mm

PROIZVODNJA BETONA

Proizvođač betona obavezan je isporučiti beton odgovorajućih reoloških svostava, homogen i ugradljiv, bez segregacije zrna i izdvajanja vode. To znači da u toku proizvodnje betona mora odrediti optimalno vrijeme miješanja. Kod utovara betona u auto mješalicu ne smije dolaziti ni do kakave segregacije. Dopuštena visina slobodnog pada ovisna je o sastavu betona, a proizvođač je mora odrediti za svaki slučaj posebno.

Sastavni materijali betona koji se upotrebljavaju za proizvodnju ne smiju sadržavati štetne primjese u količinama koje mogu biti opasne po svojstava trajnosti betona ili uzrokovati koroziju armature. Moraju biti pogodni za namjeravano korištenje betona. Svi sastavni materijali moraju imati odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

Cement

Za izradu betona mogu se rabiti cementi propisani Propisom, prilog C i normom HRN EN 197, koja uvjetuje sastav, svojstva i kriterije sukladnosti običnog cementa. Smiju se rabiti samo oni cementi koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajuće važeće norme, izdane po ovlaštenoj hrvatskoj instituciji. Preporuka je cement tipa CEM II, razreda tlačne čvrstoće 42,5 ili veće.

Agregat

Za izradu betona može se upotrebljavati obični i teški agregat propisani Propisom, prilog D i normom HRN EN 12620; i lagani agregat propisan normom HRN EN 13055. Smije se rabiti samo agregat koji ima potvrdu sukladnosti s uvjetima navedenih normi, koju izdaje ovlaštena hrvatska institucija. Za sve vrijeme izvođenja betonskih radova u prostor za uskladištenje pojedinih frakcija agregata smiju se uskladištiti samo vrste agregata odabrane prema projektiranom sastavu betonske mješavine.

Ispitivanje vlažnosti frakcije može raditi laboratorij betonare (izvodi se svakodnevno), dok ispitivanje granulometrijskog sastava, procjena sitnih čestica i upijanja vode može raditi akreditirani laboratorij (izvodi se u slučaju sumnje).

Kemijski i mineralni dodaci betonu

Dodaci betonu i mortu za injektiranje natega mogu se upotrebljavati prema Propisom te normama za kemijske i mineralne dodatke.

Mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 934. Smiju se rabiti samo oni *kemijski dodaci* koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima navedene norme koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija.

Prema HRN EN 206-1, primjenjuju se *mineralni dodaci* tip I i tip II. Mineralni dodaci tipa I moraju zadovoljavati norme EN 12620 (za filere) i HRN EN 12878 (za pigmente). Mineralni dodaci tipa II moraju zadovoljavati norme HRN EN 450 (za lebdeći pepeo) i HRN EN 13263 (za silikatnu prašinu). Ostali mineralni i kemijski dodaci koji nisu uvjetovani navedenom normom mogu se rabiti samo uz odgovarajuće tehničko dopuštenje nadležnog ministarstva ili institucije koju to ministarstvo ovlasti. Vrsta i dinamika kontrola, odnosno ispitivanja sastavnih materijala mora biti u skladu s tablicom br. 22 norme HRN EN 206-1.

Voda

Voda za spravljanje betona treba zadovoljavati uvjete Propisa, prilog F i norme HRN EN-1008. Pouzdano pitka voda (iz gradskih vodovoda) može se rabiti bez potrebe prethodne provjere uporabljivosti. Vodu koja se ne koristi za piće, a koristi se za izradu betona na osnovi provedenih ispitivanja, treba kontrolirati.

Razred tlačne čvrstoće betona

U glavnom projektu konstrukcije je specificiran razred tlačne čvrstoće (klasa betona C) i to kao karakteristična vrijednost 95%-tne vjerojatnosti s kriterijima sukladnosti prema normi HRN EN 206-1.

Razredi tlačne čvrstoće	Najmanja karakteristična čvrstoća valjka, $f_{ck,valj}$ (N/mm^2)	Najmanja karakteristična čvrstoća kocke, $f_{ck,koc}$ (N/mm^2)
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Kontrolna ispitivanja betona

Izvođač mora prema normi HRN EN 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.

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 EN 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.

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. Uzorci se kontroliraju na tlačnu čvrstoću pri starosti od 28 dana; u posebnim uvjetima pri manjoj ili većoj starosti.

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 te obavijestiti sudionike u projektu.

Eventualna vremenski ubrzana proizvodnja betonskih elemenata, u cilju ubrzanja građenja, dopuštena je samo uz poseban projekt tehnologije izvođenja i dokaz zahtijevanih svojstava prethodnim ispitivanjima.

Razred izloženosti i zaštitni sloj betonskih elemenata i konstrukcija

Ovisno o vanjskim utjecajima definirani su razredi izloženosti elemenata konstrukcije koje je potrebno poštovati prilikom izvedbe konstrukcije i ugradnje armature jer se iz tih uvjeta direktno određuje zaštitni sloj armature.

Razred	Opis okoliša	Informativni primjeri moguće pojave razreda izloženosti
1 Nema rizika korozije		
X0	Bez rizika djelovanja.	Elementi bez armature u neagresivnom okolišu (npr. nearmirani temelji koji nisu izloženi smrzavanju i odmrzavanju, nearmirani unutarnji elementi) Za beton s armaturom ili ugrađenim metalom: vrlo suho.
2 Korozija uzrokovana karbonatizacijom[a]		
Kada je beton s armaturom ili drugim ugrađenim metalom izložen zraku i vlazi, izloženost treba svrstati u razrede kako slijedi:		
XC1	Suho ili trajno vlažno	Elementi u prostorijama obične vlažnosti zraka (uključujući kuhinje, kupaone, praonice rublja u stambenim zgradama); elementi stalno uronjeni u vodu
XC2	Vlažno, rijetko suho	Dijelovi spremnika za vodu; dijelovi temelja
XC3	Umjerena vlažnost	Dijelovi do kojih vanjski zrak ima stalni ili povremeni pristup (npr. zgrade otvorenih oblika, tipa-šed); prostorije s atmosferom visoke vlažnosti (npr. javne kuhinje, kupališta, praonice, vlažni prostori zatvorenih bazena za kupanje, ...)
XC4	Ciklično vlažno i suho	Vanjski betonski elementi izravno izloženi kiši; elementi u području kvašenja vodom (slatkovodna jezera i/ili rijeke)
3 Korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz mora		
Kada je beton, koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni materijal, u dodiru s vodom koja sadrži kloride, uključujući soli za odmrzavanje, koji nisu iz mora, razrede izloženosti treba svrstati kako slijedi:		
XD1	Umjerena vlažnost	Područja prskanja vode s prometnih površina; privatne garaže
XD2	Vlažno, rijetko suho	Bazeni za plivanje i kupališta; elementi izloženi industrijskim vodama koje sadrže kloride
XD3	Ciklično vlažno i suho	Elementi izloženi prskanju vode s prometnih površina na koja se nanose sredstva za odleđivanje; parkirališne ploče bez zaštitnog sloja [b]
4 Korozija uzrokovana kloridima iz morske vode		
Kada je beton koji sadrži armaturu ili drugi ugrađeni metal u dodiru s kloridima iz morske vode ili solima iz mora nošenim zrakom, razrede izloženosti treba svrstati kako slijedi:		
XS1	Izložen solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom vodom	Vanjski elementi u blizini obale
XS2	Stalno uronjeno	Stalno uronjeni elementi u lukama
XS3	U zonama plime i oseke i prskanja vode	Zidovi lukobrana i molova

5 Korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem sa ili bez sredstva za odmrzavanje		
Kada je beton izložen značajnom djelovanju smrzavanja i odmrzavanja u vlažnom stanju, razrede izloženosti treba svrstati kako slijedi:		
XF1	Umjereno zasićenje vodom, bez sredstva za odmrzavanje	Vanjski elementi
XF2	Umjereno zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morska voda	Područja prskanja vode s prometnih površina, sa sredstvom za odleđivanje (ali drugačije od onog za XF4); područje prskanja morskom vodom
XF3	Jako zasićenje vodom, bez sredstva za odmrzavanje	Otvoreni spremnici za vodu, elementi u području kvašenja vodom (slatkovodna jezera i/ili rijeke)
XF4	Jako zasićenje vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom	Prometne površine tretirane sredstvima za odmrzavanje; pretežno vodoravni elementi izloženi prskanju vode s prometnih površina na koja se nanose sredstva za odleđivanje; parkirališne ploče bez zaštitnog sloja [b]; elementi u području morske plime; mjesta na kojima može doći do struganja u postrojenjima za tretiranje voda iz kanalizacije
6 Kemijska korozija [d])		
Kada je beton izložen kemijskom djelovanju koje se javlja iz prirodnog tla i podzemne vode kako je dano u tablici 2.11, razrede izloženosti treba svrstati kako dolje slijedi. Svrstavanje morske vode ovisi o geografskoj lokaciji, pa treba primijeniti razvrstavanje važeće na mjestu uporabe betona.		
XA1	Slabo kemijski agresivna okolina	Spremnici u postrojenjima za tretiranje voda iz kanalizacije, spremnici tekućih umjetnih gnojiva
XA2	Umjereno kemijski agresivni okoliš	Betonski elementi u dodiru s morskom vodom; elementi u agresivnom tlu
XA3	Jako kemijski agresivni okoliš	Kemijski agresivne vode u postrojenjima za tretiranje otpadnih voda; spremnici za silažu i korita (žljebovi) za hranjenje životinja; rashladni tornjevi s dimnjacima za odvođenje dimnih plinova
7 Beton izložen habanju		
XM1	Umjereno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu vozila s pneumatskim gumama na kotačima
XM2	Znatno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatskim ili tvrdim gumama na kotačima
XM3	Ekstremno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatskim gumama ili čeličnim kotačima; hidrauličke konstrukcije u vrtložnim (uzburkanim) vodama (npr. bazeni za destilaciju); površine izložene prometu gusjeničara

Najmanji zaštitni sloj za postavljanje armature u beton definiran je prema razredu izloženosti elemenata konstrukcije:

	Razred izloženosti	1 Najmanji zaštitni sloj c_{min} (mm) [a] [b] za armaturu	2 Dopuštena odstupanja zaštitnog sloja Δc (mm)
1	XC1	20	10
2	XC2	35	15
	XC3	35	
	XC4	40	
3	XD1	55	
	XD2		
	XD3[c])		
4	XS1	55	
	XS2		
	XS3		

UGRADNJA BETONA

Beton je potrebno ugraditi tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonskom mješavinom, te osigura da zaštitni sloj betona bude unutar projektom propisanih tolerancija. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene ili suženja presjeka u ab konstruktivnom elementu te na mejstima gušće armature.
Dopuštena visina slobodnog pada betona ne smije biti veća od 1,5 m ako nisu posebno poduzete potrebne mjere za sprečavanje segregacije betona. Kod betoniranja zidova potrebno je iz tog razloga koristiti posudu za prihvat betona s nastavkom.
Vibriranje treba provoditi uronjenim previbratorima. Promjer igle previbratora treba biti prilagođen debljini presjeka a.b. konstruktivnog elementa.
Normalna debljina sloja koji se vibrira ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Iglu je potrebno vertikalno uranjati u beton na razmacima od cca 60 cm. Pir vibriranju svakog narednog sloja igla se uranja do polvice prethodnog sloja betona koji se revibrira. Kod betoniranja debljih slojeva revibriranje površinskog sloja je preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature.
Posebno je važno pažljivo vibriranje betona uz pregrade radnih reški.
Beton se ne smije razastirati unutar oplate pomoću previbratora. Mora se ugrađivati u slojevima, na način da se naredni sloj ugrađuje u vremenu koje osigurava vezanje betona s prethodnim slojem, te izbjegla pojava „hladnih spojeva“.
Prekid betoniranja mora biti izveden tako da se na tom mjestu može izraditi konstruktivno i tehnički odgovarajući sloj. U tom slučaju betoniranje se izvodi po fazama:

- čišćenje površine betona i nastavka armature
- uklanjanje nevezanih djelova betona ispiranjem
- uklanjanje nečistoće
- vlaženje spojnih površina vodom ili odgovarajućim proizvodom za vezu starog i novog betona
- betoniranje slijedećeg sloja svježeg betona uz pažljivo zabijanje donjeg početnog sloja

Odmah nakon ugradnje potrebno je intezivno započeti s njegom betona
Temeljne ploče, stope i trake betonirat će se iz dva do tri sloja prema dnevnom taktu izvođenja odobrenim od strane projektanta konstrukcije.
Pri betoniranju zidova paziti na veličinu kampada i prekida betoniranja.

KONTROLA PRIJE BETONIRANJA I NJEGOVANJE UGRAĐENOG BETONA

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom, ako ne postoji projekt, a prema složenosti izvedbe je neophodan, potrebo ga je izraditi. 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. 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.

Početna temperatura svježeg betona u fazi ugradnje treba biti između 5°C i 30°C.

Ugradnja i zbijanje

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigurati 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 šipki 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 spora 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.

Njega 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 i ekstremnih temperatura,
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.
- od oborina

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).

Postupci njege 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 da je brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegu površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremenu njegu treba primijeniti i prije površinske obrade.

Trajanje primijenjene njege 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.

Prema tablici E.1. norme ENV 13670 -1_2000 definirano je najmanje razdoblje njege za temperaturu od 15 do 25 stupnjeva utrajanju od 2 dana (za srednje brzi razvoj čvrstoće betona). Za druge uvjete potrebno je definriati odgovarajući period njege.

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 65°C.

Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcije 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. Dopuštena odstupanja zaštitnog sloja i dimenzija ab elementa određena su normom HRN EN 1992-1-1:2008.

ZAVRŠNA OCJENA KVALITETE BETONA U KONSTRUKCIJI

Na temelju članka 13 Pravilnika o tehničkom pregledu građevine (NN 108/04) nadzorni inženjer daje izvješće o provedbi kontrolnih postupaka u pogledu ocjenjivanja sukladnosti, odnosno dokazivanja kvalitete određenih dijelova građevine i završnu ocjenu kojom se dokazuje uporabljivost i trajnost konstrukcije.

4 OPLATA I SKELE

Oplata i skele moraju biti u skladu s HRN EN 13670-1 te prema projektu betonske konstrukcije. Skele i oplate moraju biti tako konstruirane i izvedene da mogu preuzeti opterećenja i utjecaje koji nastaju u izvođenju radova, bez štetnih slijeganja i deformacija, kako bi se osigurala sigurnost i točnost elemenata konstrukcije predviđena projektom konstrukcije.

Nadvišenja skela i oplata određuju se ovisno o rasponu konstrukcije i estetskom izgledu. Oplata konstrukcije mora biti takva da se za vrijeme betoniranja na gube sastojci betona, te da vanjsko lice betona ispunjava zahtjeve date u projektu konstrukcije (glatki beton, natur beton, i sl.). Oplata se mora lako i bez oštećenja skidati s još neočvrslog betona. Njene unutarnje stranice moraju biti čiste i po potrebi premazane zaštitnim sredstvom, koje ne smije djelovati štetno na beton, mijenjati boju betona, utjecati na vezu armature i betona ili djelovati štetno na materijal koji se nakadno nanosi na betonsku konstrukciju. Skele mogu sastavljati, rastavljati i mijenjati samo za to ovlaštene osobe. Kontrole skela potrebno je provoditi prema propisima.

5 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670-1 te normama na koje ta upućuje. Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te Zakona i Propisa. 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. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu sa Zakonom te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete normi HRN EN 10080 i HRN EN 1130 te uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv. 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. Za sve čelike izvoditelj treba pribaviti ateste koji nisu stariji od 6 mjeseci. Nadzorni inženjer treba upisom u dnevnik potvrditi da li su isporučeni čelici odgovarajuće kakvoće i dozvoliti ugradnju u armiranobetonsku konstrukciju. Za čelike koji su dopremljeni na gradilište ili centralno savijalište bez odgovarajućih atesta ili certifikata ne smiju se ugrađivati dok se ne provede naknadno atestiranje.

Nastavljanje armature zavarivanjem mogu obavljati samo atestirani varioci za tu vrstu zavarivanja prema normi HRN EN 287-1, sa atestom ne starijim od 1 godine i prema normi HRN EN 1992. Izvoditelj mora voditi dnevnik zavarivanja s podacima – ime varioca, način zavarivanja, proizvođača, vrstu I šaržu elektrode te poziciju na kojoj se prema planu armature radilo. Nadzorni inženjer treba utvrditi da se izvoditelj pridržava ovih uvjeta i odobriti način nastavljanja zavarivanjem. Nastavljanje armature poštivajući preklope šipki potrebno je izvoditi prema propisima preklapanja iz HRN EN 1992, kao i sidrenje.

Zaštitni sloj i savijanje armature

Veličinu zaštitnog sloja osigurati dostatnim brojem kvalitetnih distancera. Kvalitetu zaštitnog sloja osigurati kvalitetnom oplatom i ugradnjom betona, te dodacima betonu i ostalim rješenjima prema projektu betona. Veličina i kvaliteta zaštitnog sloja betona presudni su za trajnost objekta. U potpunosti poštivati projektirani raspored i položaj armaturnih šipki, koje trebaju biti nepomične kod betoniranja.

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.

6 ZIDARSKI RADOVI

Projektiranje, građenje, održavanje i način korištenja građevine moraju biti takvi da se ispune zahtjevi propisani Tehničkim propisom za zidane konstrukcije (NN 01/07). Zidana konstrukcija se izvodi od: nearmiranog, omeđenog, armiranog i prednapetog ziđa. Građevni proizvodi na koje se primjenjuje ovaj Tehnički propis za zidane konstrukcije jesu: cement i zidarski cement, građevno vapno, agregat, mort, dodaci mortu, dodaci mort za injektiranje natega i betonu, voda, beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, armature, zidni element, pomoćni dijelovi, predgotovljeno ziđe. Zidana konstrukcija i građevni proizvodi moraju imati tehnička svojstva i ispunjavati druge zahtjeve propisane Tehničkim propisima za zidane konstrukcije (NN 01/07).

Tehnička svojstva zidane konstrukcije

Tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da tijekom trajanja građevine uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje zidane konstrukcije, ona podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša tako da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče: rušenje građevine ili njezinog dijela, deformacije nedopuštenog stupnja, oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacije, nerazmjerno velika oštećenja građevine u odnosu na uzrok. Tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da se u slučaju požara očuva nosivost konstrukcije ili njezinog dijela tijekom određenog vremena propisanog posebnim propisom. Tehnička svojstva postižu se projektiranjem i izvođenjem u skladu s odredbama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Očuvanje tehničkih svojstava postiže se održavanjem zidane konstrukcije u skladu s odredbama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Tehnička svojstva zidane konstrukcije moraju biti takva da, osim ispunjavanja zahtjeva iz Tehničkog propisa za zidane konstrukcije, budu ispunjeni i zahtjevi posebnih propisa kojima se uređuje ispunjavanje drugih bitnih zahtjeva za građevinu.

Građevni proizvodi za zidane konstrukcije

Građevni proizvodi proizvode se u proizvodnim pogonima (tvornicama) izvan gradilišta, ako Tehničkim propisom za zidane konstrukcije nije drukčije propisano. Iznimno mort, beton, armatura, zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno ziđe mogu biti izrađeni na gradilištu za potrebe toga gradilišta.

Građevni proizvod proizveden u proizvodnom pogonu (tvornici) izvan gradilišta smije se ugraditi u zidanu konstrukciju ako ispunjava zahtjeve propisane Tehničkim propisom za zidane konstrukcije i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa.

Mort, beton, armatura, zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno ziđe izrađeni na gradilištu za potrebe toga gradilišta smiju se ugraditi u zidanu konstrukciju ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu s projektom zidane konstrukcije i Tehničkim propisom za zidane konstrukcije.

U slučaju nesukladnosti građevnog proizvoda s tehničkim specifikacijama za taj proizvod i/ili projektom zidane konstrukcije, proizvođač građevnog proizvoda odnosno izvođač zidane konstrukcije mora odmah prekinuti proizvodnju odnosno izradu tog proizvoda i poduzeti mjere radi utvrđivanja i otklanjanja grešaka koje su nesukladnost uzrokovale.

Specificirana svojstva, dokazivanje uporabljivosti, potvrđivanje sukladnosti, označavanje građevnih proizvoda, ispitivanje građevnih proizvoda, posebnosti pri projektiranju i građenju građevina koje sadrže zidanu konstrukciju te potrebni kontrolni postupci kao i drugi zahtjevi koje moraju ispunjavati građevni proizvodi određeni su u prilozima Tehničkog propisa za zidane konstrukcije.

Projektiranje zidanih konstrukcija

Projektiranjem zidanih konstrukcija moraju se za projektirani uporabni vijek građevine i građenje predvidjeti svi utjecaji na zidanu konstrukciju koji proizlaze iz načina i redoslijeda građenja građevina koje sadrže zidanu konstrukciju, predvidivih uvjeta uobičajene uporabe građevine i predvidivih utjecaja okoliša na građevinu. Projektom zidane konstrukcije mora se dokazati da će građevina tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar te druge bitne zahtjeve u skladu s posebnim propisima. Mehanička otpornost i stabilnost, te otpornost građevine na požarna djelovanja dokazuju se u glavnom projektu proračunima graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti zidane konstrukcije za predvidiva djelovanja i utjecaje na građevinu.

Gornji rubovi temelja zidane konstrukcije, odnosno gornji rubovi nadtemeljnih zidova moraju biti međusobno povezani veznim gredama, zategama ili armiranobetonskom podnom pločom. Pregradni zidovi, obložni zidovi, zidovi ispune i protupožarni zidovi moraju se, u smjeru okomitom na vlastitu ravninu, povezati s nosivim zidovima odnosno nosivim dijelovima zidane konstrukcije, te stropnim kontrukcijama u skladu s projektom zidane konstrukcije.

Ziđe visine veće od 1,0 m iznad stropne konstrukcije kojemu vrh nije pridržan okomito na vlastitu ravninu (zidovi na koje se oslanja drveno krovište, zabatni zidovi, pregradni zidovi kojima vrh nije pridržan stropnom konstrukcijom i sl.) mora biti izvedeno kao omeđeno ziđe s upetim vertikalnim serklažima u nosivu konstrukciju.

Izvođenje i uporabljivost zidanih konstrukcija

Pri izvođenju zidane konstrukcije izvođač je dužan pridržavati se projekta zidane konstrukcije i tehničkih uputa za ugradnju i uporabu građevnih proizvoda i odredaba Tehničkog propisa za zidane konstrukcije.

Propisana svojstva i uporabljivost građevnog proizvoda izrađenog na gradilištu utvrđuju se na način određen projektom i Tehničkim propisom za zidane konstrukcije.

Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji:
– je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom,
– je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
– nema svojstva zahtijevana projektom zidane konstrukcije ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost zidane konstrukcije nisu sukladni podacima određenim glavnim projektom.

Održavanje zidanih konstrukcija

Održavanje zidane konstrukcije mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine Tehničkim propisom za zidane konstrukcije te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom. Za održavanje zidane konstrukcije dopušteno je rabiti samo one građevne proizvode za koje su ispunjeni propisani uvjeti i za koje izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu ili za koje je uporabljivost dokazana u skladu s projektom građevine i Tehničkim propisom za zidane konstrukcije.

Mort

Tehnička svojstva morta moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu morta i moraju biti specificirane prema normama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Sastavni materijali od kojih se mort proizvodi, ili koji mu se pri proizvodnji dodaju, moraju ispunjavati zahtjeve normi Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Tehnička svojstva svježeg i očvrsnulog morta moraju ispunjavati zahtjeve bitne za krajnju namjenu. Tehničko svojstvo otpornosti na odmrzavanje i smrzavanje morta mora bitit specificirano ako je ziđe u koje je ugrađen mort izloženo takvom djelovanju. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka, ispitivanje svježeg i očvrsnulog morta proizvedenog u tvornici provode se prema normama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije. Kontrola morta prije ugradnje u zidanu konstrukciju i naknadno, provode se na gradilištu prema normama Tehničkog propisa za zidane konstrukcije.

7 RADOVI NA IZVEDBI ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Konstrukcija obrađena ovim rješenjima podliježe primjeni tehničkih propisa za nosive čelične konstrukcije. Popis propisa je priložen u prethodnom poglavlju.

U tehničkoj dokumentaciji predviđena je vrsta i kvaliteta materijala od kojeg konstrukciju treba izraditi. Materijal druge vrste i kvalitete ne može se upotrijebiti bez suglasnosti i odobrenja projektanta. U istoj tehničkoj dokumentaciji definiran je oblik, kvaliteta i pozicije. Za svaku promjenu potrebno je prethodno ishoditi odobrenje projektanta.

OSNOVNI DOKUMENTI ZA IZVOĐENJE

Prije početka izvođenja shodno Zakonu o gradnji (NN RH 153/13) potrebno je sve radove izvoditi prema:

1. glavnom projektu (građevna dozvola),
2. izvedbenom projektu (usklađenom s glavnim projektom),
3. tehnološkom projektu (prema Pravilniku o montaži čeličnih nosivih konstrukcija),

koji u pravilu sadrži tehnologiju izvođenja zavarenih spojeva i planove montaže čelične konstrukcije s redoslijedom montaže i podacima o skelama, opremom za dizanje i mjerama zaštite na radu.

PODLOGE ZA IZRADU TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA I DOKAZE KVALITETE

Tehnologiju zavarivanja potrebno je uskladiti sa sljedećim zahtjevima:

1. Potrebno je izvršiti kontrolu varova nerazornim metodama i to u četiri razine:
- Dimenzionalna i vizualna kontrola 100 % prema EN 970.
- Ultrazvučna kontrola varova svih vlačnih nastavaka 100 %, Dok se kod tlačnih nastavaka zahtijeva 30 % prema EN 1714.
- Penetracijska kontrola 30 % od onih varova koji nisu kontrolirani ultrazvučno, prema EN 1289.

- Ispitivanje varova magnetofluksom 10 % varova koji su ispitani penetrantima za slučaj pojave pukotine ispod površine vara, prema EN 1290.

2. Dopuštena razina grešaka (kvaliteta vara) određuje se prema HRN EN ISO 5817 za grupu B.
3. Prigodom nabave materijala obavezno je tražiti odgovarajuće ateste za osnovni i dodatni materijal.

4. Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu prije, u toku i nakon izvedenih radova. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene, bez masnoća, hrđe i drugih prljavština. Poslije izvedenih zavarivačkih radova potrebno je obaviti dimenzionalnu i vizualnu kontrolu te ostale kontrole predviđene u točki 1. ovoga programa. Prilikom izvođenja zavarivačkih radova potrebno je voditi računa da elementi konstrukcije nakon hlađenja ne poprime neželjeni deformirani oblik. Ne dopušta se zavarivanje na temperaturi nižoj od 0° C. Za radove koji nakon potpunog sklapanja konstrukcije neće biti vidljivi, potrebno je napisati zapisnik o preuzimanju u trenutku dostupnosti pregledavnju svih dijelova konstrukcije (posebna pozornost na ležajeve).

DOKAZI KVALITETE PRIJE POČETKA IZRADE ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Prije početka izrade čelične konstrukcije potrebno je posjedovati sljedeće:

- rješenja za voditelja izrade i montaže čelične nosive konstrukcije,
- atesti materijala od kojih će biti izrađena čelična konstrukcija,
- atesti za spojni materijal (vijci, elektrode),
- svjedodžbe tehnologa zavarivanja i zavarivača koji će raditi na ovoj konstrukciji,
- tehnologija izrade (tehnologija zavarivanja),
- tehnologija montaže,
- plan kontrole.

Ova dokumentacija ovjerena po nadzornom inženjeru odnosno projektantu sastavni je dio dokumenata za tehnički pregled konstrukcije.
Ukoliko se materijal nabavlja tijekom rada, potrebno je ateste materijala prije početka izrade dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru.

KONTROLA U TOKU IZRADE, TRANSPORTA I MONTAŽE

Tijekom izrade konstrukcije u radionici i montaže izvoditelj je dužan voditi zakonom propisane dnevnike i provoditi svoju kontrolu u skladu s planom kontrole. Dužnost je nadzornog inženjera kontrolirati izvedbu u svim fazama izrade i montaže, tj. usklađenost s tehničkom dokumentacijom i važećim tehničkim normama i pravilima, ovjeravati navedene dokumente i ateste, te zapisnik o preuzimanju elemenata u radionici prije isporuke na montažu. Sve izmjene u dimenzijama ili načinu spajanja elemenata moraju biti ovjerene od projektanta konstrukcije.

FAZNE KONTROLE (FAZNI TEHNIČKI PREGLEDI) KOJE SE PROVODE U TOKU IZVEDBE ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Izvedba čelične konstrukcije ima sljedeće faze:

- izrada elemenata u radionici,
- transport od radionice na gradilište,
- montaža čelične konstrukcije na gradilištu na prethodno pripremljenu sidrenu konstrukciju (temelje ili dijelove zgrade).

U pravilu se svaka faza mora pregledati i utvrditi da je izvedena prema tehničkoj dokumentaciji i prema važećim tehničkim propisima. Izvršenje fazne kontrole podvrđuju putem zapisnika odgovorne osobe projektanta, stručnog nadzora i izvoditelja. Dok se ne uklone nedostaci utvrđeni u nekoj fazi, u pravilu ne može započeti iduća faza.
Fazni pregledi sa zapisnicima potpisanim od strane odgovornih imenovanih osoba su:

- kontrola dokaza kvalitete prije početka izrade konstrukcije,
- prijem čelične konstrukcije po izradi u radionici,
- prijem čelične konstrukcije po transportu na gradilištu,
- geodetska kontrola izvedene sidrene konstrukcije ili drugih dijelova konstrukcije na koju se montira čelična konstrukcija
- geodetska kontrola montirane čelične konstrukcije,
- završni pregled čelične konstrukcije prije početka drugih radova na čeličnoj konstrukciji (pokrivanje, oblaganje, montaža instalacija ili opreme i drugo).

Prijem elemenata obavlja se na temelju radioničkih crteža i specifikacija. Kontrola i prijem čelične konstrukcije vrši se prema Pravilniku o tehničkim mjerama i uvjetima za montažu čeličnih konstrukcija. Sve daljnje aktivnosti prigodom transporta, skladištenja i montažnih radova moraju biti u skladu s navedenim Pravilnikom. Posebno se naglašava potreba pažljivog postupanja prigodom utovara, istovara i transporta dijelova konstrukcije.

Dijelovi konstrukcije ne smiju se odlagati neposredno na zemlju nego na drvene grede i sl. Dijelovi konstrukcije se slažu tako da se omogući lagano pronalaženje pozicija i pristup zbog dizanja i transporta.
Prigodom prijema u radionici izvoditelj radova na izradi čelične konstrukcije dužan je staviti na uvid potrebnu tehničku dokumentaciju:

- radioničke nacrte sa specifikacijama,
- ateste osnovnog materijala,
- ateste dodatnog materijala,
- ateste zavarivača,
- ateste priključnih elemenata,
- dnevnik izrade elemenata,
- dnevnik zavarivanja,
- podatke o tehnologiji zavarivanja,
- izvješće interne tehničke kontrole,
- uvjerenja o kvalifikacijama stručnih osoba koje sudjeluju u izradi konstrukcije.

Završnom pregledu po montaži u pravilu sudjeluje i rukovoditelj ili koordinator izgradnje cjelokupne građevine.

8 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Antikorozivna zaštita u svemu se provodi prema uvjetima u projektnoj dokumentacji i u skladu s važećom normom. Izvođenje radova zahtijeva isti postupak kao i sama čelična konstrukcija; kontrola i dokazi kvalitete predmet su istih faznih pregleda.

TEHNIČKI UVJETI ZA IZRADU ANTIKOROZIVNE ZAŠTITE

OPĆENITO

Radovi zaštite čelične konstrukcije od korozije moraju se izvesti prema uvjetima iz HRN EN ISO 12944. Prema izloženosti konstrukcija spada u C3 korozijsku kategoriju prema klasifikaciji iz tablice 1. HRN EN ISO 12944, Part 2. Gubitak mase i debljine materijala nakon jedne godine izloženosti iznosi:

Kategorija korozije	**Gubitak mase i debljine materijala (nakon jedne godine izloženosti)**			
	Konstrukcijski čelik		**Cink**	
	Gubitak mase (g/m^2)	Smanjenje debline (μm)	Gubitak mase (g/m^2)	Smanjenje debline (μm)
C3 srednja	> 200 do 400	> 25 do 50	> 5 do 15	> 0,7 do 2,1

SUSTAV ZAŠTITE

Sustav zaštite potrebno je izvesti za korozijsku kategoriju C3 u skladu s HRN EN ISO 12944, prema kojoj se također odabire priprema površine i sustav prevlake. Ukoliko se predviđa cinčanje, ono se provodi prema normi EN ISO 1461. Razina površinske obrade je pjeskarenje Sa 2 ½ , očekivani vijek trajanja građevine - srednji.

TEHNOLOGIJA

Izvoditelj je dužan prije početka radova izraditi tehnološki elaborat koji daje na odobrenje nadzornom inženjeru i provoditelju stručne kontrole.
Dijelove koji se u montaži zavaruju ostaviti bez premaza sa zaštitom od samoljepljive trake.

KONTROLE

Izvršitelji kontrole dužni su provjeravati da se radovi izvršavaju prema tehnološkom elaboratu i u skladu sa propisima. Nakon faza radova i nakon završetka radova izvoditelj je dužan dati stručni izvještaj o provedenoj kontroli postupaka i dokaze kvalitete izvršenih radova u skladu s propisima. Izvoditelj je dužan priložiti dokaze kvalitete nabavljenih premaznih sredstava i pomoćnih sredstava.

TEHNIČKI PREGLED KONSTRUKCIJE U SKLOPU PREGLEDA GRAĐEVINE

Nakon izvedbe građevine prema Zakonu o prostornom uređenju i gradnji provodi se postupak Tehničkog pregleda. Stručnoj komisiji za tehnički pregled izvedene građevine predočuje se sva projektna dokumentacija i dokumentacija praćenja izvedbe sa svim elaboriranim dokazima kvalitete i izvještajima o izvršenim ispitivanjima i pregledima prema Pravilniku o tehničkom pregledu građevine (NN 108/04).

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.l.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.

9 OSTALI RADOVI I MATERIJALI

Svi materijali i proizvodi koji se ugrađuju u građevinu trebaju biti kvalitetni i trajni, uz zadovoljenje svih važećih normi, propisa i pravila struke. Za sve se upotrijebljene materijale provode tekuća i kontrolna ispitivanja, odnosno prilažu atesti isporučitelja. Izvedba svih radova treba biti ispravna, kvalitetna i pod stalnim stručnim nadzorom. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost projektanta i investitora.

10 NADZOR

Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera, kontinuirani geodetski nadzor te povremeni projektantski 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 i na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

11 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namijenjenu uporabu, prema HRN ENV 13670-1, Dodatak G. Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

Sve gore navedene procedure potrebno je predočiti Projekatnu Konstrukteru prije nego što se poduzmu.

12 DODATNA ISPITIVANJA

Dodatna ispitivanja gradiva osoba u postupku građenja obavit će se po nalogu odgovornih osoba.

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE

Da bi se osigurala trajnost predmetnog objekta moraju se uzeti u obzir međuzavisni čimbenici:

- planirana i moguća buduća uporaba
- zahtijevani kriteriji ponašanja
- očekivani utjecaji okoliša (okruženja)
- sastav, svojstva i ponašanje gradiva
- izbor konstrukcijskog sustava
- oblik elemenata i oblikovanje konstrukcijskih pojedinosti
- kvaliteta izvedbe i razina nadzora
- posebne mjere zaštite
- održavanje tijekom predviđenog vijeka konstrukcije

Materijali za izradu konstrukcijskih elemenata moraju imati isprave sukladnosti proizvođača/izvođača kojima se dokazuje usklađenost tehničkih i drugih svojstava proizvoda s ovim projektom te tako osigurava projektirani vijek uporabe građevine.

Ostali materijali – ispune, obrada fasade i sl. usklađeni su s vijekom trajanja konstrukcije i osiguravaju maksimalni vijek korištenja predmetne građevine glede mogućnosti ove konstrukcije, za što postoje pisani dokazi kod glavnog izvođača radova.

Razredba proračunskog radnog vijeka (prema Eurkodu 1, dio 1)

Razred	Zahtjevani proračunski radni vijek (godine)	Primjer
1	1 – 5	Privremene konstrukcije
2	25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije
3	**50**	**Konstrukcije zgrada i druge uobičajne konstrukcije**
4	100	Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske konstrukcije

Projektant:

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Trajnost konstrukcija ostvaruje se pravilnim projektiranjem konstrukcije, pravilnim odabirom svih materijala u konstrukciji te pravilnim izvođenjem i održavanjem konstrukcija.

Potrebno je redovito provjeravati stanje konstrukcije, posebno nakon bilo kakvog izvanrednog događaja na konstrukciji. Sve provjere konstrukcije potrebno je dokumentirati izvješćima o pregledima i ispitivanjima, zapisima o redovitom održavanju ili na drugi prikladan način.

Potrebno je pročelje zgrade obnavljati prema potrebi, a u odnosu na agresivnost vremena, podneblja i drugih faktora (prljanje pročelja od strane korisnika i drugih) koji je mogu ugroziti.

Sve metalne dijelove – rukohvate, ograde, nadstrešnice i sl. potrebno je sukladno zahtjevima proizvođača, održavati.

Potrebno je redovito kontrolirati stanje krovišta radi eventualnih oštećenja od vremenskih prilika i sl.

Sve uporabljene materijale potrebno je tretirati, od trenutka uporabljivosti na način kako je to označeno od proizvođača, a radi sigurnosti i kvalitete života korisnika.

Propis upućuje na nekoliko normi, u skladu s kojima treba izvoditi radove na održavanju betonskih konstrukcija:

- HRN EN 13269 Održavanje - Smjernice za izradu ugovora o održavanju
- HRN EN 13306 Nazivlje u održavanju
- HRN ISO 15686-1 Zgrade i druge građevine – Planiranje uporabnog vijeka – 1.dio Opća načela
- HRN ISO 15686-2 Zgrade i druge građevine – Planiranje uporabnog vijeka – 2.dio Postupci predviđanja vijeka uporabe
- HRN ISO 15686-3 Zgrade i druge građevine – Planiranje uporabnog vijeka – 2.dio Neovisne ocjene i pregledi svojstava
- prEN 13791 Ocjena tlačne čvrstoće betona u konstrukcijama ili konstrukcijskim elementima
- HRN U.M1.047 Ispitivanje konstrukcija visokogradnje pokusnim opterećenjem i ispitivanje do sloma

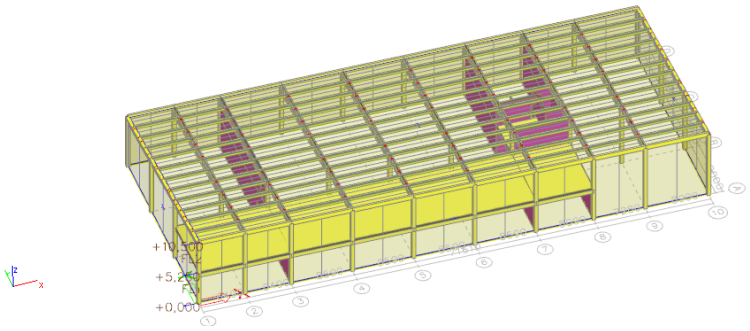
Projektant:

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

TEHNIČKI OPIS

Uvod

Ovom izmjenom i dopunom mijenjaju se i dopunjuju elementi definirani u poglavlju na stranicama 10 i 11. Konstrukcija građevine je mješovita i sastoji se od nosive montažne armirano betonske konstrukcije stupova i greda, te stropne konstrukcije od šupljih prednapregnutih ploča i monolitnih armirano betonskih temelja. U dijelu strojarnice etažna ploča izvodi se kao TT adheziono prednapeta ploča. Vanjski i dio unutrašnjih zidova, su od blok opeke .



Armirano betonska konstrukcija

ELEMENT	BETON	ARMATURA	UŽAD	KLASA OKOLIŠA
Stup 50x50cm	C40/50	B500B	/	XC1
Glavni I nosač	C40/50	B500B	Y1860 S7 0,6“	XC1
Glavni T nosač	C40/50	B500B	Y1860 S7 0,6“	XC1
Sekundarni nosač	C30/37	B500B	/	XC1
TT ploča	C40/50	B500B	Y1860 S7 0,6“	XC1
šuplja ploča	C40/50	B500B	Y1860 S7 0,6“	XC1
Temeljne stope	C30/37	B500/50	/	XC2
Temeljne trake	C25/30	B500/50	/	XC2
Tlačna ploča	C30/37	B500/50	/	XC1

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

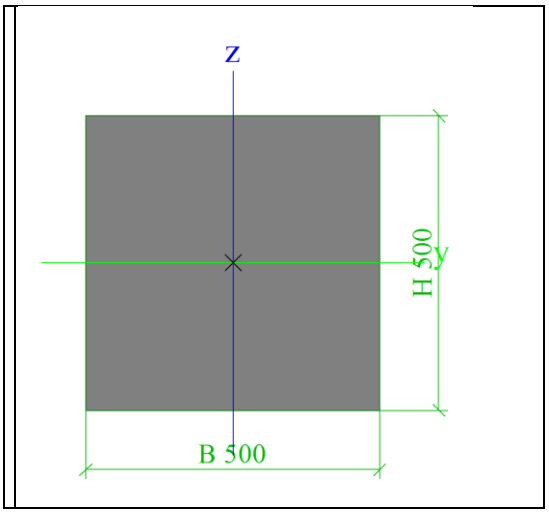
Stupovi

Stupovi su kvadratnog poprečnog presjeka 50x50cm i proračunske su visine 8.5m, 9.8m i 10,5m. Proračunska visina stupa mjeri se od vrha temeljne čašice u koju se stup upinje do težišta spoja montažnog AB stupa i montažne AB krovne grede.

Stupovi se izvode iz betona C40/50 te se za prihvat montažnih krovnih nosača na vrhu stupa izvode kliješta dok se na stupovima u osima A i B izvode konzole za prihvat etažnih nosača.

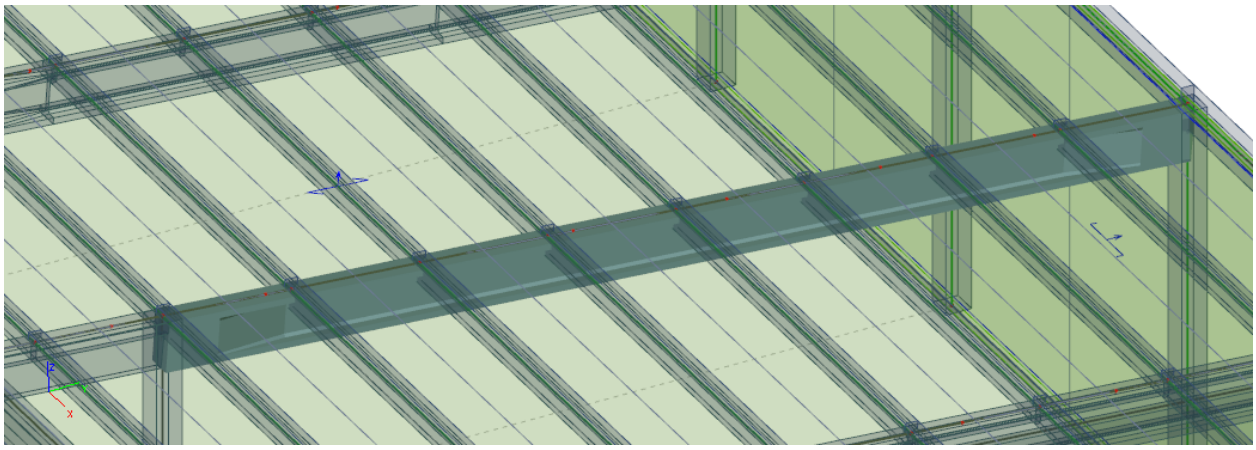
Poprečni presjek stupa

Name	S 50x50
Type	Rectangle
Detailed	500; 500
Item material	C40/50
Fabrication	concrete
Use 2D FEM analysis	×

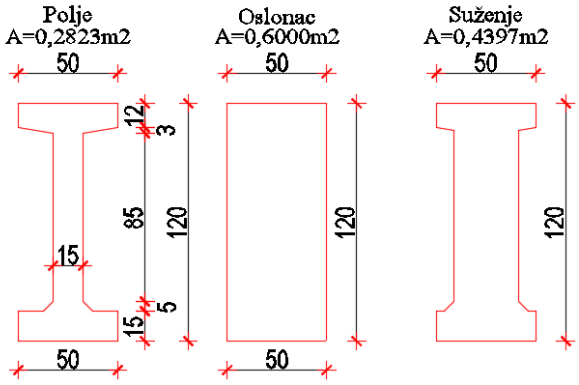


Krovni nosači

Krovni nosaču središnjeg raspona između osi B i D izvode se kao adheziono prednapeti I poprečnog presjeka. Duljina nosača iznosi 20m. Donji i gornji pojas nosača je horizontalan. Visina nosača u polovini raspona iznosi 120 cm. Nosač se na krajevima oslanja preko gornjeg pojasa debljine 50 cm. Širina hrpta u polju iznosi 15 cm. Širina gornjeg i donjeg pojasa 50 cm.
Nosaĉi se na rubovima oslanjaju na stupove. Svi spojevi su nepomiĉni.
"Vezivanje" glavnog krovnog nosaĉa vrši se preko trna koji se postavlja u prethodno pripremljene rupe, koje se kasnije zapunjavaju.
Za sve glavne nosaĉe predviđen je beton C 40/50 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Kablovi za prenaprezanje St1670/1860. Otpuštanje kablova pri čvrstoći betona C35/45.
Zaštitni slojevi betona do armature iznose ≥ 2.5 cm.
Nosaĉi su proraĉunati i tako armirani da mogu preuzeti sva vertikalna i horizontalna opterećenja koja na njih djeluju. Nosaĉ je prvenstveno dimenzioniran na "lokalne" vertikalne sile. Kako nosaĉi tvore okvir sa stupovima za prijenos horizontalnih sila, u njemu se javljaju uzdužne sile (stupovi su upeti u temelje, a njihova veza s nosaĉem je zglobna).



Poprečni presijek:

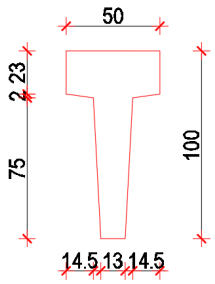


Na rasponima od 10 m glavni krovni nosači izvode se iz T poprečnog presjeka te se također izvode kao adheziono prednapeti.

Nosač se izvodi kao adheziono prednapeti „T" poprečnog presjeka. Duljina nosaĉa iznosi 10m. Donji i gornji pojas nosaĉa je horizontalan. Visina nosača u polovini raspona iznosi 100 cm. Širina donjeg ruba hrpta iznosi 13 cm. Širina gornjeg pojasa 50 cm.
Nosači se na rubovima oslanjaju na stupove gdje se spajaju preko bolcne na kliješta stupa. Svi spojevi su nepomiĉni.
Za sve glavne nosaĉe predviđen je beton C 40/50 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Kablovi za prenaprezanje St1670/1860. Otpuštanje kablova pri čvrstoći betona C35/45.

Zaštitni slojevi betona do armature iznose ≥ 2.5 cm.
Nosaĉi su proraĉunati i tako armirani da mogu preuzeti sva vertikalna i horizontalna opterećenja koja na njih djeluju. Nosaĉ je prvenstveno dimenzioniran na "lokalne" vertikalne sile. Kako nosaĉi tvore okvir sa stupovima za prijenos horizontalnih sila, u njemu se javljaju uzduţne sile (stupovi su upeti u temelje, a njihova veza s nosaĉem je zglobna).

Poprečni presijek:

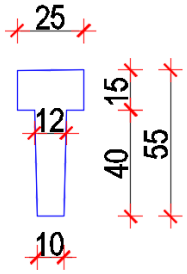


Sekundarni nosači izvode se kao klasični iz T poprečnog presjeka.

Predviđene su armiranobetonske montažne podrožnice T poprečnog presjeka. Podrožnice su ukupnih duljina i to : N1(l=8,9 m), N2(l=8,56 m), N3(l=8,06 m), N4(l=7,25 m), N5(l=6,46 m), . Visina podrožnica je 55 cm, širine gornjeg pojasa 25 cm i debljine pojasa 15 cm.
Širina hrpta na dnu je 10 cm, a na vrhu je 15 cm.
Podrožnice se oslanjaju na glavne nosače samo preko gornjeg pojasa. Nalijeganje na gornji pojas glavnih nosača je u duljini cca 23 cm. Podrožnice se nalaze na razmaku cca 2.54 m.
Za sve podrožnice predviđen je beton C 30/37 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Zaštitni slojevi betona do armature iznose 2.0-3.0 cm.
Svi spojevi podroţnica s krovnim nosačima su zglobno-nepomični (fiksni). Vezivanje podrožnica na krovne nosače vrši se pomoću ugrađene armature i trna, s naknadnim monolitiziranjem cementnim mortom.
Osim direktnog prijenosa opterećenja krovnog lima, podrožnice preraspodjeljuju horizontalne sile u ravnini krova između glavnih krovnih nosača.
Podrožnice su proračunate i tako armirane da mogu preuzeti sva opterećenja okomito na ravninu krova, kao i sva opterećenja u njegovoj ravnini.

Poprečni presijek:

A=0,0815m2
V=0,78 m3



Međuetaža

Međuetažna konstrukcija izvodi se iz montažnih prednapetih nosača L poprečnog presjeka. Međuetažna konstrukcija izvodi se između osi 1-8 i A-B. U dijelu između osi 1 i 7 međuetažnu konstrukcije čine prednapete šuplje ploče visine 25cm preko kojih se izvodi tlačna ploča debljine 7cm. U dijelu između osi 7 i 8 zbog povećanog opterećenja strojarnice etažna ploča izvodi se i TT ploča visine 50cm iznad kojih se izvodi monolitizacijski sloj od 10 cm.

Ziđe

Za zidanje rabiti produžni mort marke M10 (fm=10.0 N/mm2), kojemu odgovara slijedeći volumni sastav: cement : hidratizirano vapno : pijesak = 1 : (¼ - ½) : (4 - 4¼)
Obvezno je popunjavanje mortom horizontalnih i uspravnih sljubnica između zidnih blokova. Po procjeni nadzornog inženjera utvrditi će se potreba za ispitivanjem tlačne čvrstoće morta. Sve vertikalne serklaže izbetonirati (C30/37) nakon zidanja ziđa, ostaviti nazubljeni završetak zida sa svake strane VS. Moguće je ugraditi posebne blokove koji oblikuju oplatu serklaža
Zidanii zidovi se izvode od siporeks opeke debljine 20 cm. U zidanim zidovima postaviti vertikalne i horizontalne serklaže. **Betoniranje serklaža** treba izvesti nakon zidanja kako bi se postiglo bolje prijanjanje između serklaža i ziđa. Ziđe uz vertiklani serklaž izvesti zupčasto (nazubljeno). Za vertikalne serklaže mogu se koristiti posebni blokovi za vertikalne serklaže.

Temelji

Temeljenje montažnih stupova se izvodi na monolitnim armiranobetonskim temeljnim čašicama. Dimenzije temeljnih čašica i plan pozicija su dani u nastavku. Zidani i AB zidovi se temelje na temeljnim trakama. Po vanjskom obodu hale se izvode vezne grede na koje se oslanjaju fasadni paneli.

Temelji se izvode na sraslom tlu, potrebno je ukloniti površinski rastrošeni sloj tla i/ili nasipni materijal do pojave sraslog tla. Ako je nosivo tlo na većoj dubini može se izvršiti zamjena tla (poboljšanje temeljnog tla) ili ugradnja sloja mršavog betona sa dodatkom zdravog kamenog materijala (radi uštede betona) do 30% volumena mršavog betona.

Prema geomehaničkom elaboratu (*Geotehnički elaborat temeljenja poslovne građevine u Kupljenovom; broj tehničkog dnevnika 01-02/2017; Geolab d.o.o.; Varaždin*) tlo na predmetnoj lokaciji se sastoji od sljedećih geoloških sredina (izvod iz navedenog geoteh. elaborata)

> Identifikacijom nabušene jezgre utvrđeno je da je u površinskom dijelu bušotina sloj gline visoke plastičnosti, polutvrde konzistencije do dubine 6,4 m. Tom sloju slijedi sloj srednje plastične pjeskovite gline pomiješane sa valuticama šljunka do dubine bušenja. Podzemna voda je registrirana na 3,0 m, a nakon bušenja se digla na 1,0 m.

Tlo na predmetnoj lokaciji spada u kategoriju „D“, računsko ubrzanje tla ag=0,255g

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Zaključak geoteh. elaborata:

Na temelju izvedenih terenskih istražnih radova i geostatičke analize može se zaključiti slijedeće:

- materijal u zoni temeljenja je smeđe - siva glina visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije;
- podzemna voda je registrirana na dubini od cca. 3,0 m, a nakon bušenja se digla na 1,0 m, što upućuje da je vodonosni sloj u subarteškom režimu;
- temeljiti na sloju mršavog betona;
- prilikom iskopa u slučaju nailaska na organski materijal izvršiti zamjenu sa šljunkom,
- temeljno tlo prije ugradnje mršavog betona mehanički nabiti sa 2-3 prolaska "žabom",
- s obzirom na sastav tla slijeganje će se realizirati u dužem periodu po izgradnji građevine

Prije izvedbe temeljnih čašica predlaže se izvedba podložnog betona na isplaniranoj podlozi u visini 10 cm, sloj podložnog betona se izvodi širi od temeljen stope za cca 20 cm sa svake strane.
Obavezan pregled ovlaštenog geomehaničara nakon iskopa i čišćenja temeljne plohe kako bi se moglo odmah intervenirati za slučaj eventualnih anomalija u geološkoj građi terena, te potvrdit dovoljnu zbijenost nasipnog sloja za temeljenje ispitianjem kružnom pločom. Projektna vrijednost nosivosti temeljnog tla se može koristiti do vrijednosti σ_{dop}**=400 kPa**.

NAPOMENE:

- Prije proizvodnje nosivih elemenata bilo čeličnih ili betonski te izvođenja monolitne konstrukcije projektant konstrukcije mora pregledati i ovjeriti izvedbenu i radioničku dokumentaciju.
- Prije izvođenja temeljne konstrukcije potrebno je uvidom i dopunom geomehaničkog elaborata utvrditi stvarnu nosivost tla i stišljivost podloge te potvrditi pretpostavke iz ovog glavnog projekta
- Operativni plan i plan montaže izvođač radova dostavlja projektantu konstrukcije na ovjeru
- Projekt betona izvođač radova dostavlja projektantu konstrukcije na ovjeru
- Prema Pravilniku o tehničkom pregledu građevine (NN108/04) pri tehničkom pregledu je potrebno mišljenje projektanta konstrukcije o usklađenosti izvedenih radova s glavnim projektom. Stoga je potrebno u tijeku izvođenja radova ugovoriti projektantski nadzor konstrukcije.

Projektant konstrukcije
Nikola Miletić dipl.ing.građ.

C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

1 ANALIZA OPTEREĆENJA

1.1 Vlastita težina

Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima. U opterećenje su uključene sve mase nosivih elemenata uključivo i monolizacijski sloj.

1.2 Dodatno stalno djelovanje

Djelovanje od težine slojeva poda, fasada, krovnih panela itd. Opis sloja je podložan promjeni dok je ukupni iznos djelovanja zadan.

Fasada

Fasadni sendič panel od mineralne vune 12cm	
Ukupno:	**0,50 kN/m²**

Krov

Krovni sendič panel od mineralne vune 12cm	
Ukupno:	**0,50 kN/m²**

Međukatna ploča

Keramičke pločice 1cm	0,25 kN/m²
Izravnavajući sloj 5cm	1,25 kN/m²
Ukupno:	**1,50 kN/m²**

1.3 Korisno djelovanje

Korisno djelovanje definirano je od strane investitora.

Korisno djelovanje na etažnoj (međukatnoj) konstrukciji iznosi **5 kN/m²** izuzev područja strojarnice(osi A-B i 7-8) gdje je predviđeno opterećenje **20 kN/m²**

1.4 Opterećenje snijegom

Mjerodavna norma: **HRN EN 1991:2012**

Snijeg (po tlocrtu površine)

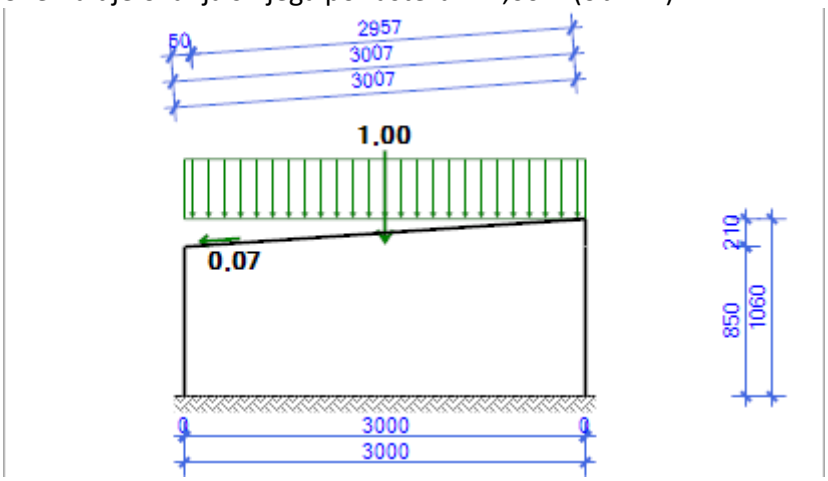
- NAD1: 3. područje S_K = 1,25 kN/m²

Opterećenja od djelovanja snijega po plohama i vrstama:

(S-Osnovno opt. snijegom [kN/m²]; Se-Snijeg što visi preko ruba krova [kN/m']; Fs-Snijeg na snjegobranima [kN/m'])

KROV. PLOHA: S_1 = 1,00 S_2 = 0,50 F_S = 0,07

Shema djelovanja snijega po rasteru r=1,00m (oblik 1):



1.5 Opterećenje vjetrom

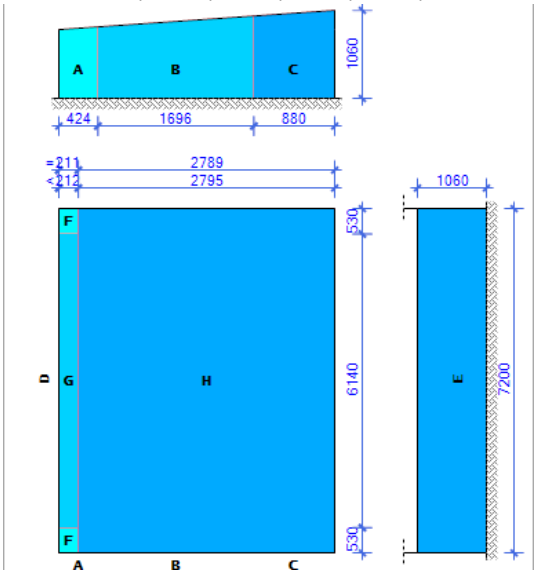
Vjetar (okomito na plohu)

- 1. područje — $v_{b,0}$ = 20,00 m/s
- 3. Predgrađa gradova ili industrijska područja i š... — $C_{e(z)}$ = 1,74
- **Ref. pritisak srednje brzine vjetra:** — **q_B = 0,25 kN/m²**
- Sila trenja uzdužno po krovnoj plohi: — F_{FR} = 9,43 kN
- Sila trenja uzdužno po zidnim plohama: — F_{FR} = 2,67|3,32 kN

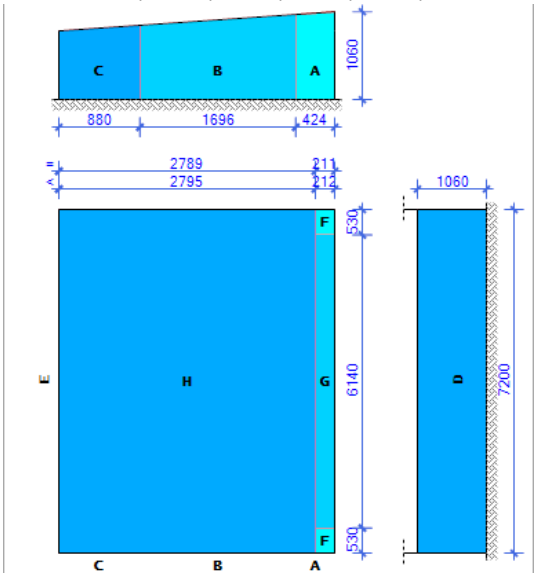
Opterećenja od djelovanja vjetra po plohama i vrstama:

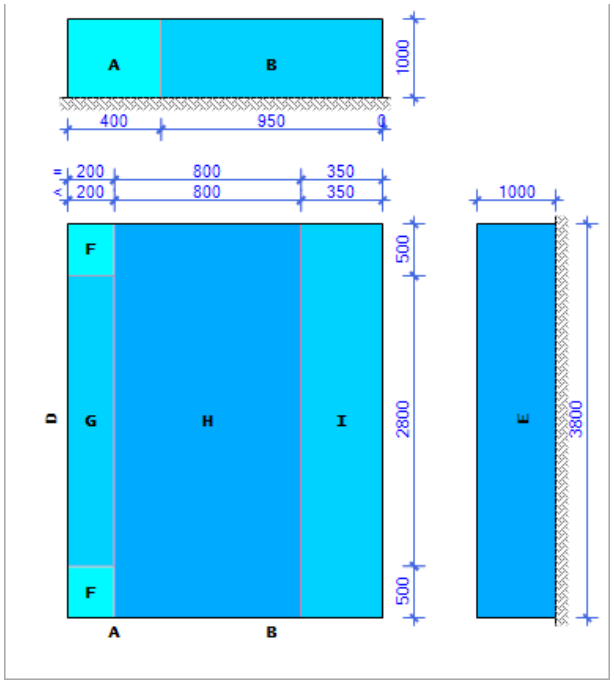
(W-Osnovno opterećenje vjetrom [kN/m²]; Ce-Koeficijent izloženosti)

W LJ MAX	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**		**F**	**G**	**H**
$C_{e(8,50)}$	-0,28	-0,12	0,00	0,48	0,05	$C_{e(10,60)}$	-0,52	-0,30	-0,04
W LJ MIN									
$C_{e(8,50)}$	-0,79	-0,63	-0,51	-0,04	-0,52	$C_{e(10,60)}$	-1,09	-0,87	-0,61

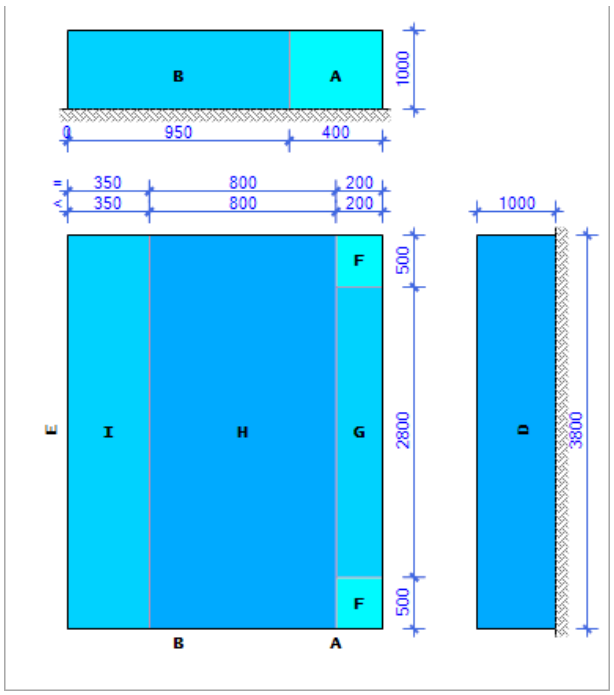


W DE MAX	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**		**F**	**G**	**H**
$C_{e(8,50)}$	-0,28	-0,12	0,00	0,52	0,05	$C_{e(10,60)}$	-0,78	-0,35	-0,13
W DE MIN									
$C_{e(8,50)}$	-0,79	-0,63	-0,51	-0,04	-0,47	$C_{e(10,60)}$	-1,35	-0,91	-0,70



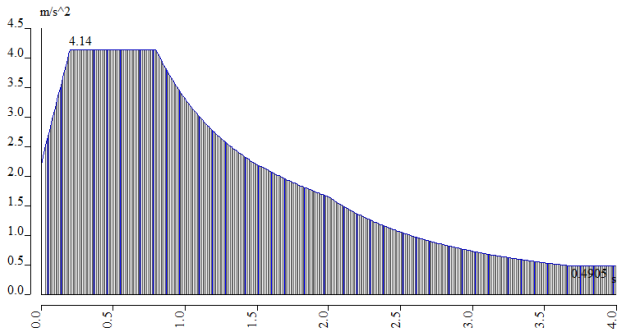


WDE MAX	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**		**F**	**G**	**H**	**I**
Ce(10,00)	-0,21	-0,09	-	0,37	0,01	Ce(10,00)	-0,48	-0,26	-0,07	0,11
WDE MIN										
Ce(10,00)	-0,59	-0,47	-	-0,01	-0,37	Ce(10,00)	-0,96	-0,74	-0,56	-0,37

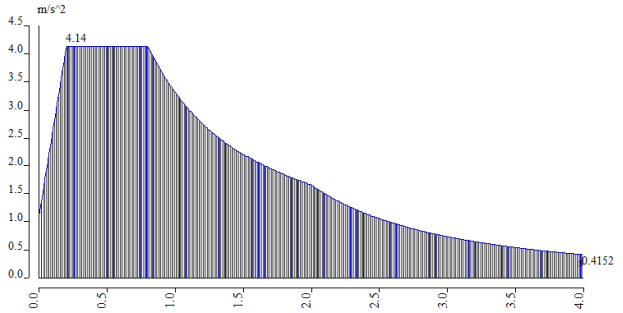


1.6 Potresno djelovanje za smjer x i y

Proračunski spektar odziva za povratni period od T=475godina

Name	Type drawing	Info	Drawing
UniqueID			
FS1	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - D Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.25 ag - design acceleration - 2.7468 beta - 0.2 q - behaviour factor - 2	

Proračunski spektar odziva za povratni period od T=95godina

FS2	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - C Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.125 ag - design acceleration – 1.226 beta - 0.2 q - behaviour factor - 1	

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

1.7 Kombinacije djelovanja

Anvelope kombinacija djelovanja prema HRN EN 1990

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO1	ULS SET B	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,00
CO2	SLS CHAR	EN-SLS Characteristic	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,00
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,00
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,00
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,00
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,00
CO3	EN SEISMIC	EN-Seismic	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			LC5 - SX 495	1,00
			LC6 - SY 495	1,00

Raspis kombinacija djelovanja

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO3.1		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
CO3.2		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	0,30
			LC5 - SX 495	1,00
			LC6 - SY 495	1,00
CO1.1		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,35
			LC2 - dodatno stalno	1,35
CO1.2		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
CO1.3		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,35
			LC2 - dodatno stalno	1,35
			LC3 - korisno	1,50
			LC4 - snijeg	0,75
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	0,90
CO1.4		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,50
			LC4 - snijeg	0,75
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	0,90
CO1.5		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,35
			LC2 - dodatno stalno	1,35
			LC3 - korisno	1,05
			LC4 - snijeg	1,50
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	0,90

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	0,90
CO1.6		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,05
			LC4 - snijeg	1,50
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	0,90
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	0,90
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	0,90
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	0,90
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	0,90
CO1.7		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,35
			LC2 - dodatno stalno	1,35
			LC3 - korisno	1,05
			LC4 - snijeg	0,75
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,50
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,50
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,50
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,50
CO1.8		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,05
			LC4 - snijeg	0,75
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	1,50
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	1,50
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	1,50
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,50
CO2.1		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
CO2.2		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	0,50
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	0,60

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	0,60
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	0,60
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	0,60
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	0,60
CO2.3		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	0,70
			LC4 - snijeg	1,00
			3DWind1 - 0, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind2 - 0, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind3 - 0, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind4 - 0, - CPE, - CPI	0,60
			3DWind5 - 90, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind6 - 90, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind7 - 90, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind8 - 90, - CPE, - CPI	0,60
			3DWind9 - 180, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind10 - 180, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind11 - 180, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind12 - 180, - CPE, - CPI	0,60
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	0,60
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	0,60
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	0,60
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	0,60

NAPOMENA: djelovanje vjetra „3D WIND“ u kombinacijama djeluje pojedinačno.

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

2 POTRESNA ANALIZA

2.1 Potresno djelovanje

Objekt se proračunava na djelovanje potresa u skladu sa parametrima danim prema EN 1998-1-1. Opterećenja su zadana prema važećim propisima i zakonima te uvjetima koji će vladati u konstrukciji, a njihov detaljni prikaz te kombinacije su prikazane u glavnom projektu.

Predmetna građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje, koje se opisuje dvjema okomitim komponentama Sx i Sy koje djeluju neovisno, u dvije međusobno okomite ravnine, a prikazane su istim spektrom odziva. Vrijednosti za ove sile proračunavaju se uporabom računskog spektra i ukupne težine, pri čemu se može rabiti pojednostavljena ili višemodalna spektralna analiza prema EC8.

Odabir ulaznih parametara

Razred važnosti građevine

Razlikovanje po pouzdanosti je uključeno preko razreda važnosti građevine u faktoru važnosti γ_I. Predmetna građevina ima **faktor važnosti 1.0**

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_I
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0.8
II	**Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima**	**1.0**
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih uz rušenje	1.2
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi	1.4

Elastični spektar odgovora

EN 1998 propisuje dva tipa elastičnih spektara odgovora:

Tip 1 karakterizira veći intenzitet za duže periode i predlaže se za područja visoke seizmičnosti (MS>5.5).

Tip 2 se predlaže za područja niske seizmičnosti, a karakterizira ga veća amplifikacija za manje periode i manji intenzitet za duge periode (MS<5.5).

Predmetna građevina pripada spektru **tipa 1**.

Tip tla

Europska norma EN 1998-1-1 razlikuje pet razreda tla: A, B, C, D, E i F.

Za objekt je odabran **tip tla D** prema geomehaničkom elaboratu

Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjenovita tla s najviše 5 m slabijeg materijala pri površini i brzinom širenja poprečnih valova vs > 800 m/s.	A
Naslage vrlo krutog pijeska, šljunka ili prekonsolidirane gline, debljine od nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom i brzinom širenja poprečnih valova vs = 360 - 800 m/s.	B
Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili krutih glina, debljine od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara, s vs = 180 -360 m/s.	C
Naslage rastresitog tla s mekim koherentnim slojevima ili bez njih s v_S <= 180 m/s u gornjih 20 m. Naslage s mekim do srednje krutim koherentnim tlima s v_S <=180 m/s u gornjih 20 m.	**D**
Profil tla A s površinskim aluvijalnim slojem s brzinama širenja poprečnih valova v_S za tip C i D, i debljinom između 5 i 20 m, ispod kojeg je kruć materijal sa v_S > 800 m/s.	E

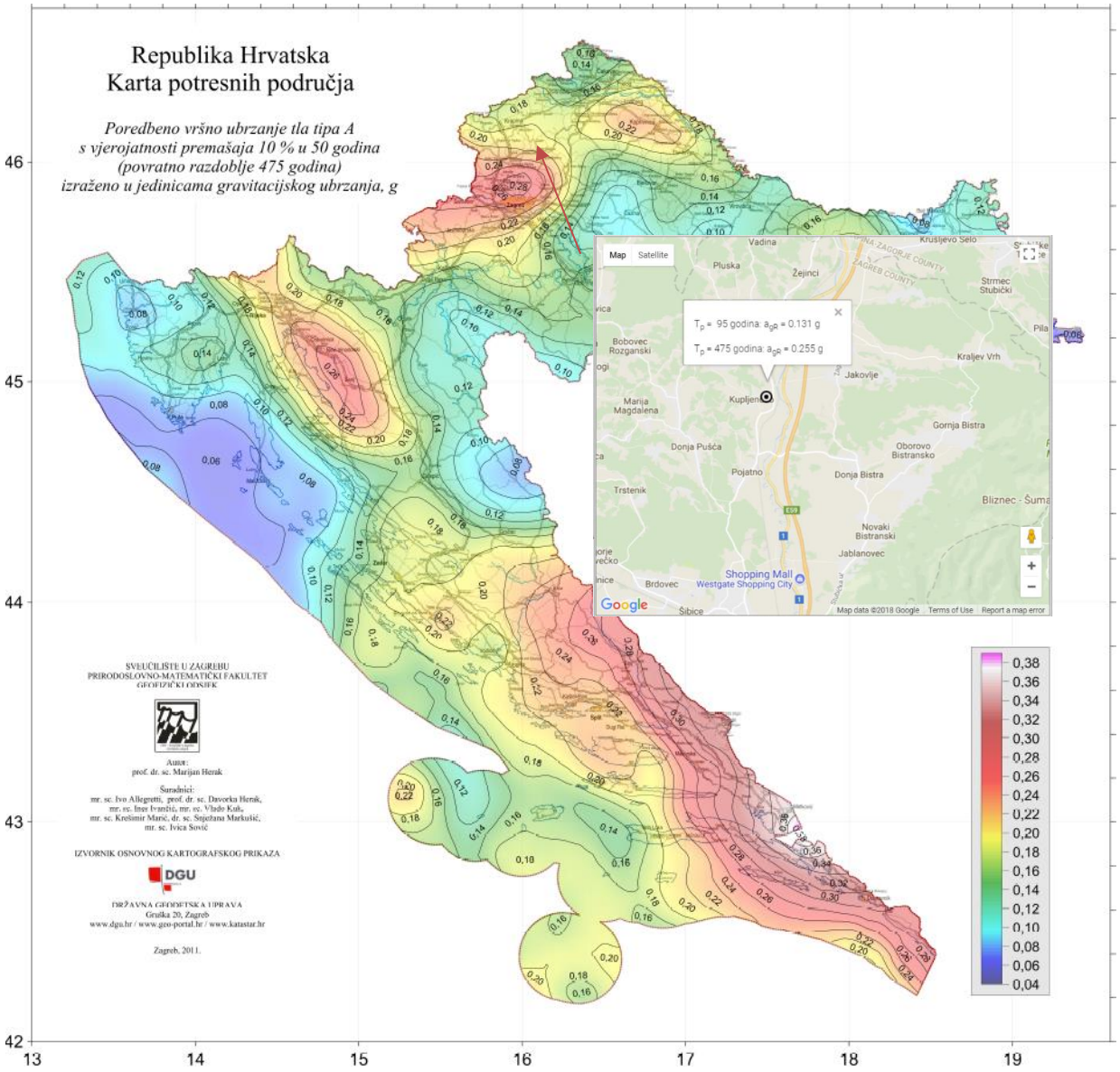
Razred duktilnosti

Građevina je smještena u razred duktilnosti M (DC „**M**“).

Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja nosivosti konstrukcije

Prema novoj potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak računsko ubrzanje tla za predmetnu lokaciju iznosi a_g=0,25 g tj. 2,4525 (m/s^2) za kartu s povratnim periodom od 475 godina.

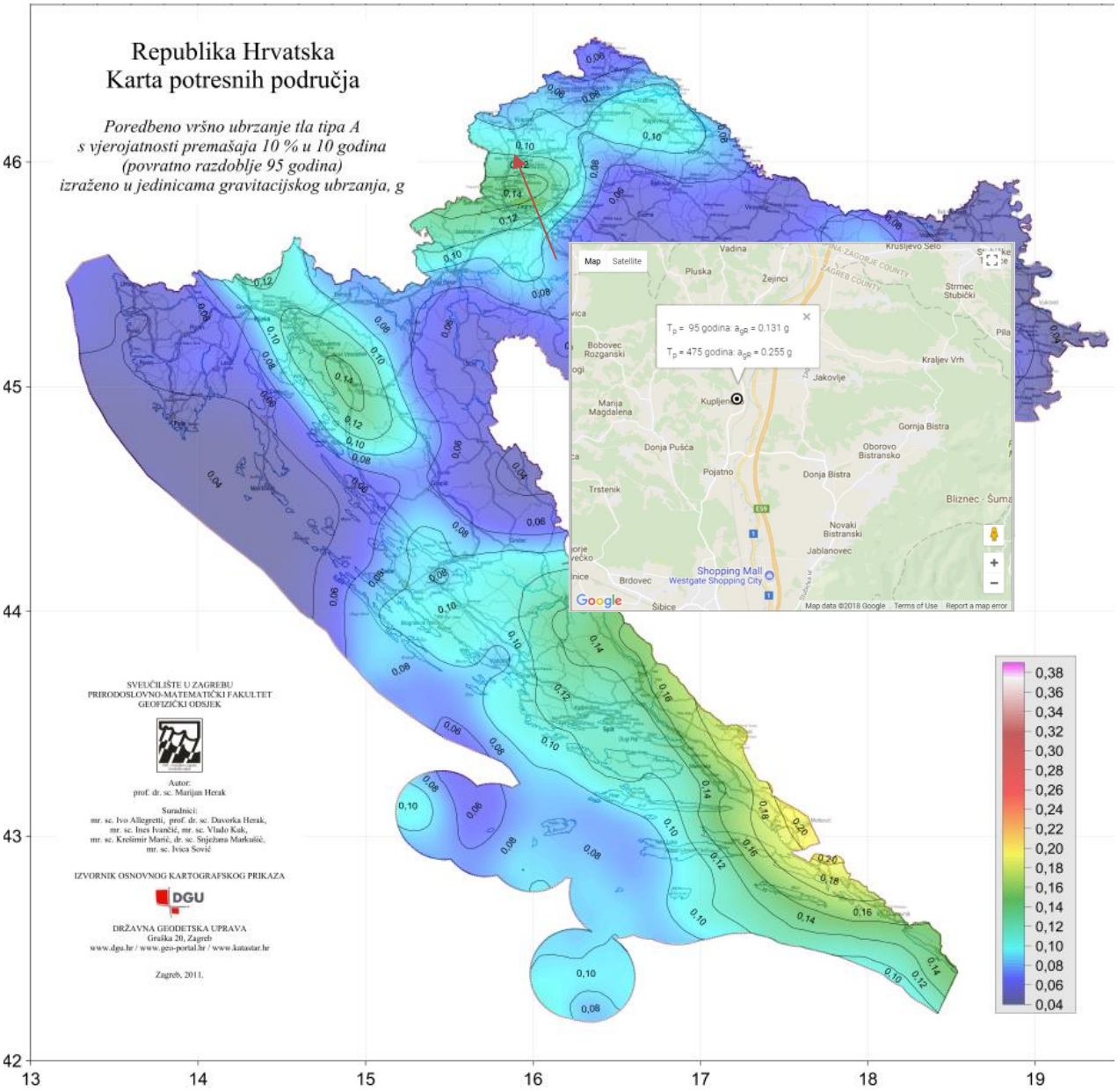
Prikaz računskih ubrzanja tla prema novoj potresnoj karti, prof.dr.sc. Marijan Herak



Računsko ubrzanje tla za provjeru graničnog stanja uporabljivosti konstrukcije

Prema novoj potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak računsko ubrzanje tla za predmetnu lokaciju iznosi a_g=0,125 g tj. 1,2262 (m/s^2) za kartu s povratnim periodom od 95 godina.

Prikaz računskih ubrzanja tla prema novoj potresnoj karti, prof.dr.sc. Marijan Herak



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Faktor ponašanja

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

Proračun faktora ponašanja prema EN 1998-1

Računski spektar odgovora je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q koji se dobiva prema izrazu:

$$q = q_0 \cdot k_W \geq 1.5$$

gdje je:

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

k_W - koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima

Osnovna vrijednost faktora ponašanja q_0 očitana je iz tablice.

Faktor ponašanja q_0 za konstrukcije regularne po visini:

TIP KONSTRUKCIJE	**DCM srednja duktilnost**	DCH visoka duktilnost
Okvirne konstrukcije, povezani zidovi	$3{,}0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$	$4{,}5 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
Nepovezani zidovi	3,0	$4{,}0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
Torzijsko fleksibilni sustavi	**2,0**	3,0
Konzolne konstrukcije (obrnuta njihala)	1,5	2,0

Okvirni sustavi, dvojni sustavi istovrijedni okvirnom sustavu	α_u / α_1
Jednoetažne građevine	1,1
Višeetažni, jednopoljini okviri	1,2
Višeetažni, višepoljni okviri ili dvojni sustavi istovrijedni okvirnom sustavu	1,3

Sustav zidova, dvojni sustavi istovrijedni sustavu zidova	α_u / α_1
Sustavi zidova sa samo dva nepovezana zida u svakom horizontalnom pravcu	1,0
Ostali nepovezani zidovi	1,1
Dvojni sustavi istovrijedni sustavu zidova ili povezani zidovi	1,2

α_1- množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi prvog plastifikacijskog zgoba

α_u- množitelj horizontalnog seizmičkog djelovanja pri pojavi mehanizma

Za konstrukcije koje nisu regularne po visini koeficijent q_0 se smanjuje za 20%.

Predmetna građevina je torzijsko fleksibilni sustav, regularna po visini te srednje duktilna.

Faktor ponašanja u smjeru X: $q_o x=2{,}0$; u smjeru Y, $q_o y=2{,}0$

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima iznosi:

1.0	za okvirne i dvojne konstrukcije ekvivalentne okvirima
$(1+\alpha_0)/3 \le 1$ $ne > 0.5$	za konstrukcije od AB zidova, dvojne konstrukcije ekvivalentne zidovima i konstrukcije s jezgrom

gdje je:

α_0 - prevladavajući omjer visine i duljine zida u konstrukciji $\alpha_0 = H_W/L_W$

H_W - ukupna visina dominantnog zida

L_{Wx} - duljina dominantnog zida u smjeru x

L_{Wy} - duljina dominantnog zida u smjeru y

Predmetnoj građevini odgovara $k_{wx} = 1.0$; $k_{wy} = 1.0$
Faktor ponašanja za pojedini smjer:

qx =3,0*1,0 =3,0; qy = 3,0*1,0 =3,0

Nakon određenih parametara faktor ponašanja građevine q u globalnom smjeru osi x i y je uzet na strani sigurnosti:

qx= 2,0

qy= 2,0

Računski spektar odgovora

Računski spektar odgovora reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije q izračunava se prema izrazu:

$0 \le T < T_B$ $$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3}\right)\right]$$

$T_B \le T < T_C$ $$S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$T_C \le T < T_D$ $$S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}\left(\frac{T_C}{T}\right) \\ \ge \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$T_D \le T$ $$S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right) \\ \ge \beta \cdot a_g \end{cases}$$

gdje je:

$S_0(T)$ - ordinata računskog spektra odgovora u jedinici ubrzanja tla

T - osnovni period oscilacija

S - parametar tla

T_B, T_C - granica konstantnog intervala spektralnog ubrzanja

T_D - vrijednost koja definira početak dijela spektra velikih perioda

a_g - računsko ubrzanje tla

q - faktor ponašanja konstrukcije

β - faktor koji određuje najnižu vrijednost projektnog spektra odgovora za horizontalno ubrzanje, β=0.2

Proračun je proveden preko grupa masa, koje čine stalno opterećenje G_0 i G_1 (vlastita težina nosivih AB elemenata konstrukcije i težina slojeva), te promjenjivo opterećenje Q_1 sa faktorom 0,3. Mase se računaju **iz vertikalnog opterećenja prema kombinaciji djelovanja:**

$$\sum G_{kj} + \sum \Psi_{Ei} \cdot Q_{ki}$$

ψ_{Ei} – koeficijent kombinacije za promjenjivo djelovanje za proračun učinka potresnog djelovanja dobije se prema slijedećoj formuli:

$$\psi_{Ei} = \varphi \times \psi_{2i} ;$$

ψ_{2i} - koeficijent za kvazistalnu vrijednost promjenjivog opterećenja:

$$\psi_{2i} = 0.3 ; \varphi = 0.50$$
$$\psi_{Ei} = 0.3 \times 0.5 = 0.15$$

Ukupna potresna poprečna sila F_b za svaki glavni smjer određuje se formulom

$$F_b = S_d(T_1)W$$

gdje je:

$S_d(T_1)$ – ordinata proračunskog spektra

T_1 – osnovni period vibracija zgrade za horizontalno poprečno gibanje u promatranom smjeru

W – ukupna težina zgrade proračunata na prethodni opisani način

Općenito se uzima da horizontalne komponente potresnog djelovanja djeluju istodobno. Kombinacija horizontalnih komponenti potresnog djelovanja može se uzeti u obzir na način da se proračunaju unutarnje sile iz kombinacije (zbroja) horizontalnih komponenata potresnog djelovanja prema formulama:

$E_{dx} + 0.30\ E_{dy}$

$0.30\ E_{dx} + E_{dy}$

Gdje je:

E_{dx} - unutarnja sila od potresnog djelovanja u smjeru osi x konstrukcije

E_{dy} - unutarnja sila od potresnog djelovanja u smjeru osi y konstrukcije

Pri proračunu je uzeto 5%-tno viskozno prigušenje.

Broj vlastitih oblika se određuje iz izraza:

$$\boldsymbol{k \geq 3 \cdot \sqrt{n}}$$

gdje je:

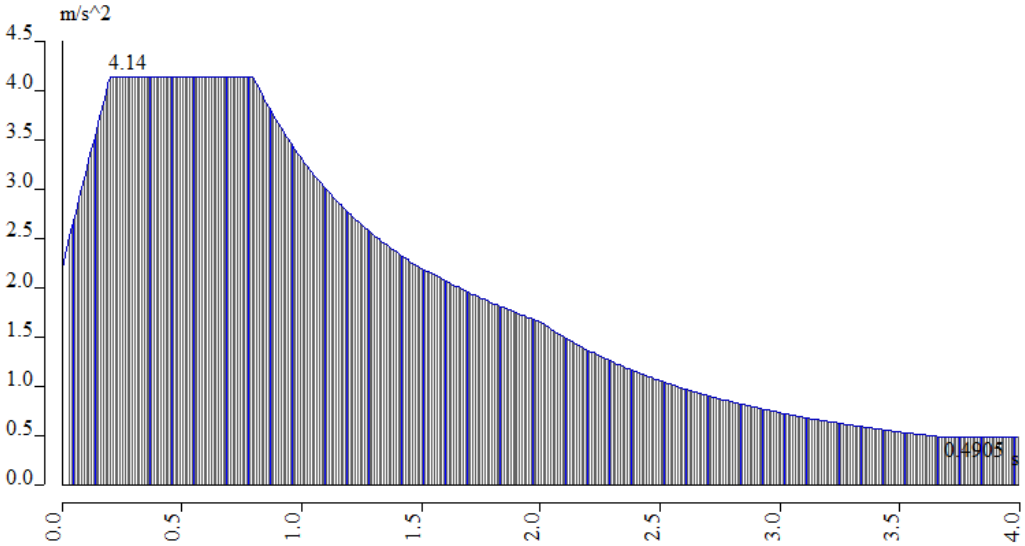
k - broj promatranih oblika vibracija

n - broj katova (etaža) nad tlom

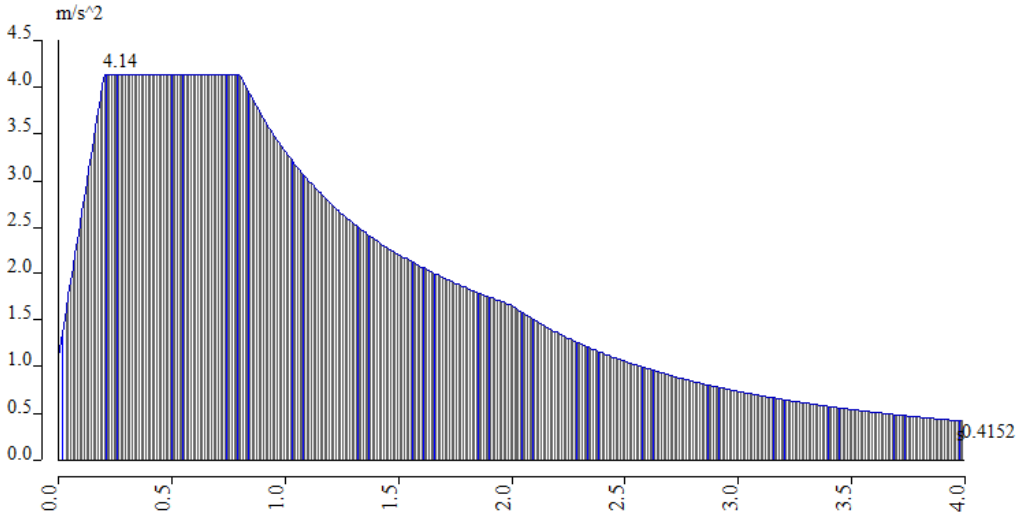
Kombinacija modalnih masa odziva je načinjena primjenom pravila kvadratnog korijena iz sume kvadrata (engl. Square root of the sum of the squares – SRSS). U obzir su uzeti odzivi svih oblika vibracije koji znatno doprinose ukupnom odzivu, što je zadovoljeno ako se pokaže:

- da je zbroj svih (efektivnih modalnih) masa za oblike vibracije koji se razmatraju jednak 90% ukupne mase zgrade
- da su u obzir uzeti svi oblici vibracija s (efektivnim modalnim) masama većim od 5% ukupne mase

Proračunski spektar odziva za povratni period od T=475godina



Proračunski spektar odziva za povratni period od T=95godina



2.2 Modalna analiza

Provodi se dinamička analiza konstrukcije. U proračunskom modelu zadane su mase s obzirom na opterećenja konstrukcije. Mase se kombiniraju na sljedeći način pri čemu je prikazana kombinacija masa u pogledu zadanih djelovanja:

1,0 x MG0+1,0 x MG1 pri čemu

MG0 – masa djelovanja vlastite težine

MG1 – masa dodatnog stalnog djelovanja

Vrijednosti navedenih djelovanja uzeti prema analizi opterećenja

Na slici je prikazan izvod kombinacije masa iz proračunskog modela.

Contents of combination	
MG1 [-]	1,00
MG2 [-]	1,00
MG3 [-]	0,30

Modalna analiza provodi se reduciranom IRS metodom za 18 tonova

Dynamics	
Type of eigen value solver	Lanczos
Number of eigenmodes	18
Use IRS (Improved Reduced System) method	☑
Method for time history analysis	direct time integrati

Prikaz sudjelujućih tonova

Solution of Free Vibration

Number of 2D elements	**5801**
Number of 1D elements	**956**
Number of mesh nodes	**6503**
Number of equations	**39018**
Combination of mass groups	MC 1 CM1
Number of frequencies	18
Method	Lanczos
Bending theory	Mindlin
Type of analysis model	Standard using improved reduced system (IRS)

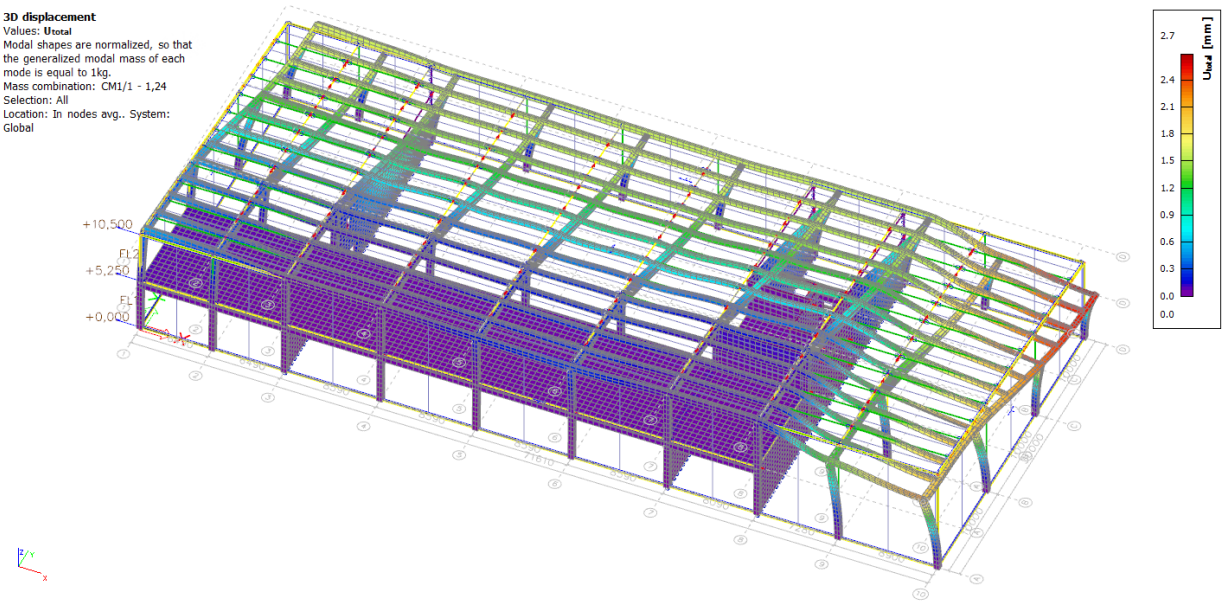
Sum of masses

[kg]	X	Y	Z
Combination of mass groups 1	1611462.17	1611462.17	1611462.17

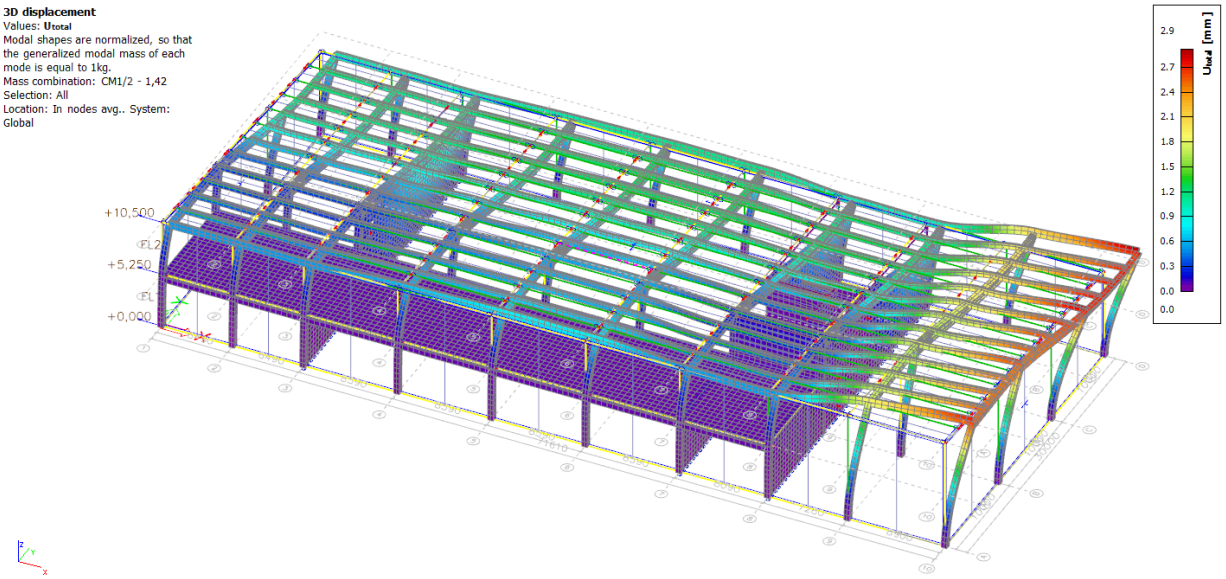
Modal participation factors

Mode	Omega [rad/s]	Period [s]	Freq. [Hz]	Wxi / Wxtot	Wyi / Wytot	Wzi / Wztot	Wxi_R / Wxtot_R	Wyi_R / Wytot_R	Wzi_R / Wztot_R
1	7.8161	0.8039	1.2440	0.1703	0.0242	0.0000	0.0021	0.0014	0.2915
2	8.9024	0.7058	1.4169	0.1528	0.0875	0.0000	0.0071	0.0010	0.0303
3	12.5218	0.5018	1.9929	0.0374	0.2131	0.0001	0.0110	0.0001	0.1242
4	18.4106	0.3413	2.9301	0.0415	0.0000	0.0001	0.0000	0.0012	0.0286
5	19.5030	0.3222	3.1040	0.0000	0.0000	0.1174	0.1073	0.0128	0.0001
6	21.1395	0.2972	3.3645	0.0129	0.0000	0.0021	0.0019	0.1083	0.0008
7	25.4205	0.2472	4.0458	0.0000	0.0000	0.2031	0.0765	0.0506	0.0000
8	28.9021	0.2174	4.5999	0.4331	0.0012	0.0017	0.0026	0.0318	0.0691
9	29.2727	0.2146	4.6589	0.0643	0.0001	0.0138	0.0034	0.0839	0.0113
10	39.1170	0.1606	6.2257	0.0003	0.0061	0.0000	0.0001	0.0001	0.0522
11	42.4915	0.1479	6.7627	0.0000	0.0000	0.0023	0.0166	0.0004	0.0000
12	49.1063	0.1280	7.8155	0.0011	0.4410	0.0000	0.0088	0.0001	0.0341
13	61.3053	0.1025	9.7570	0.0017	0.0009	0.0001	0.0007	0.0000	0.0086
14	65.4933	0.0959	10.4236	0.0000	0.0002	0.0784	0.0684	0.0005	0.0000
15	104.4877	0.0601	16.6297	0.0006	0.0303	0.0000	0.0016	0.0000	0.0255
16	348.2286	0.0180	55.4223	0.0002	0.0030	0.1927	0.0288	0.0116	0.0010
17	380.2496	0.0165	60.5186	0.0000	0.0027	0.0111	0.0348	0.2298	0.0034
18	461.1645	0.0136	73.3966	0.0001	0.0032	0.0889	0.2085	0.0253	0.0002
				0.9164	0.8137	0.7118	0.5801	0.5590	0.6807

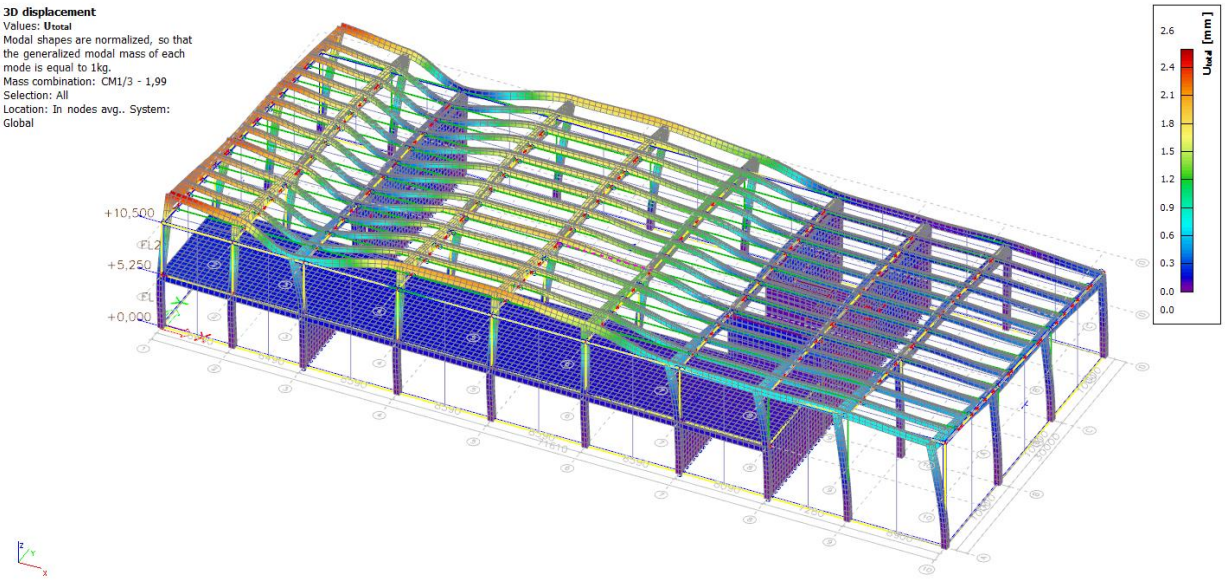
3D displacement
Values: **Utotal**
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM1/1 - 1,24
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global



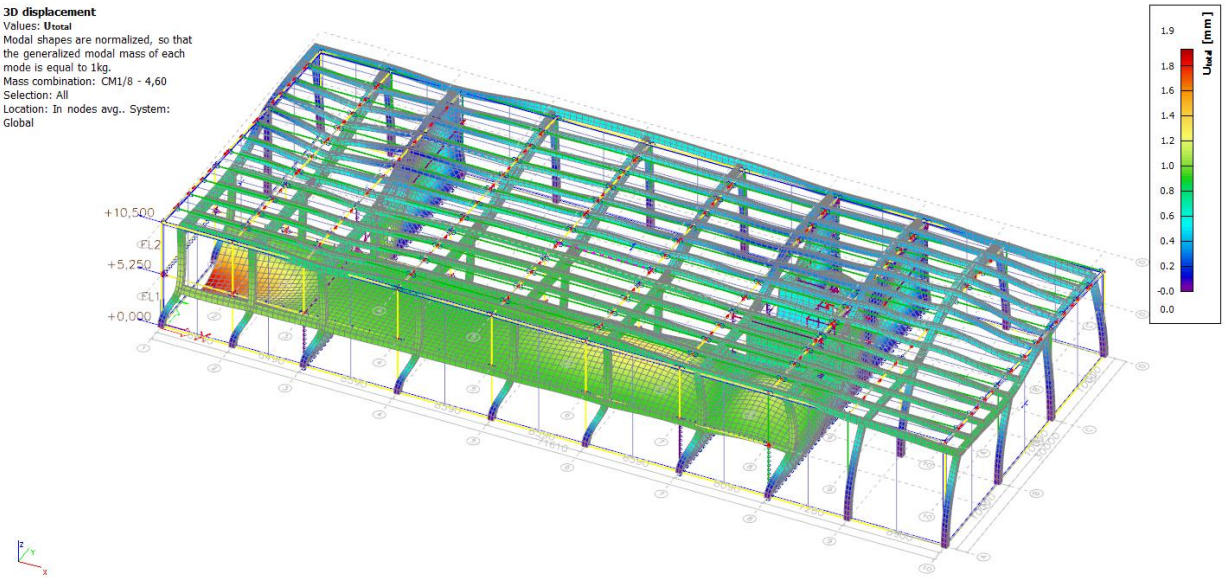
3D displacement
Values: **Utotal**
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM1/2 - 1,42
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global



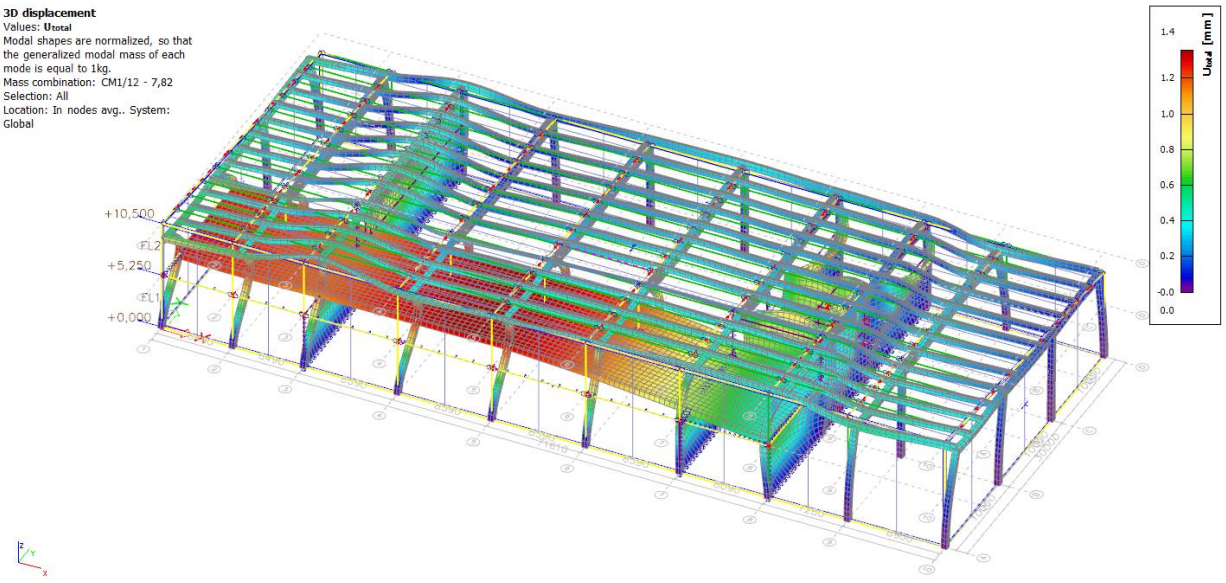
3D displacement
Values: **Utotal**
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM1/3 - 1,99
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global



3D displacement
Values: **U**total
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM1/8 - 4,60
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global

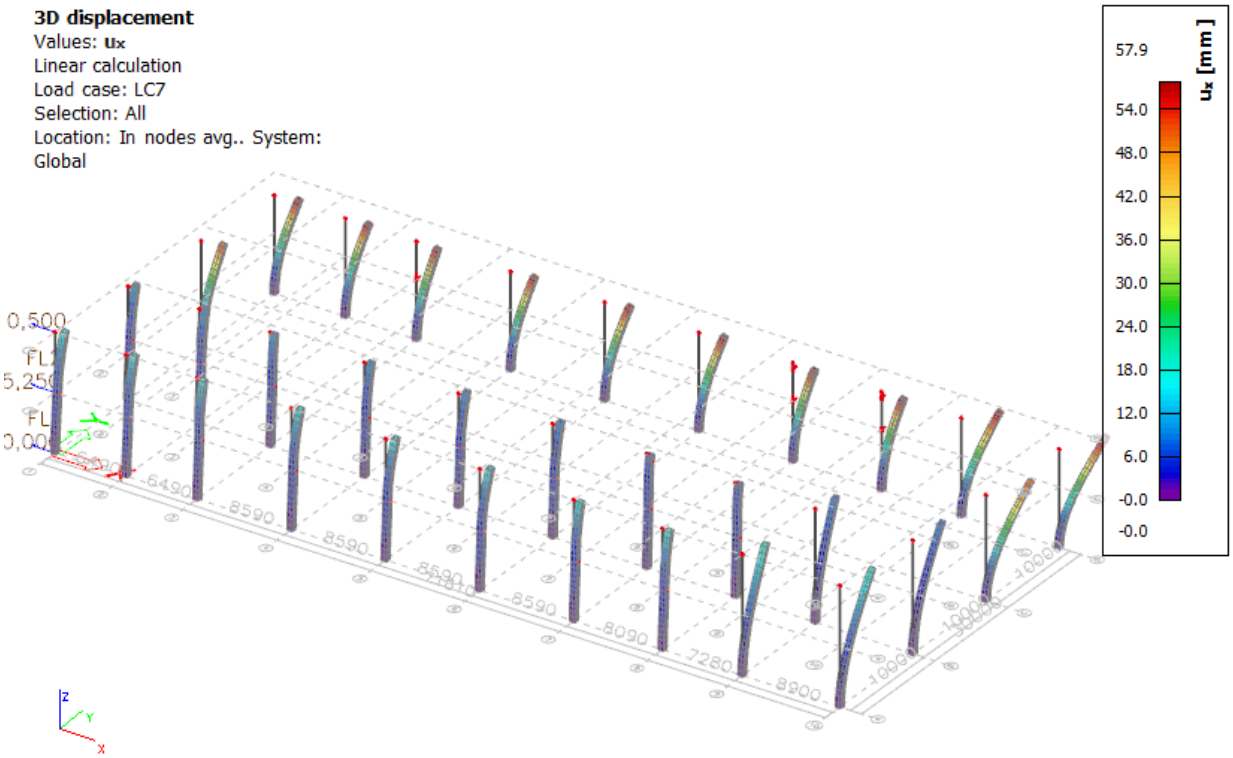


3D displacement
Values: **U**total
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM1/12 - 7,82
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global

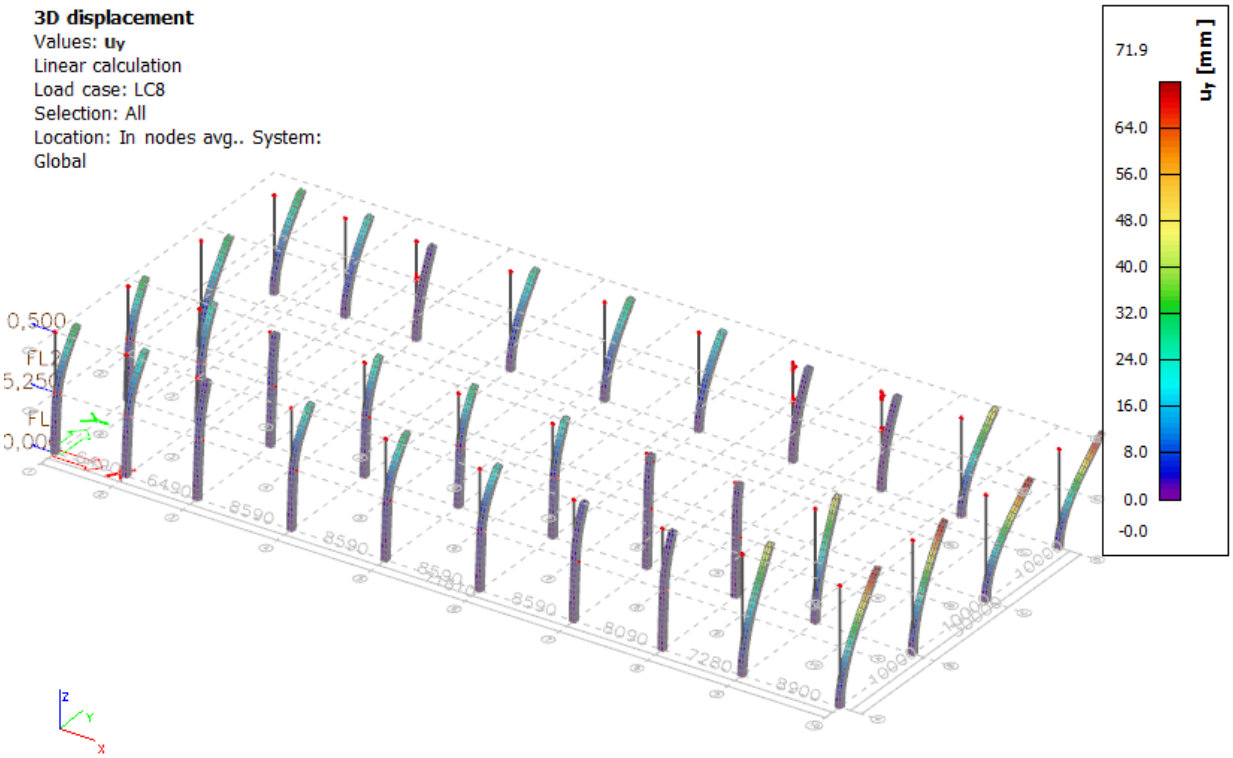


2.3 Međukatni pomaci

Pomak za X smjer za potres Sx 95 godina



Pomak za Y smjer za potres Sy 95 godina



Uvjet međukatnog pomaka 0,010xh=0,010x8500mm=85mm

Konstrukcija zadovoljava uvjet međukatnog pomaka sa iskoritivošću od 84% (71,9/85,0=0,84).

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

3 PRORAČUN KROVNE KONSTRUKCIJE

1.1 Glavni krovni nosač „I“oblika GN1

Nosač se izvodi kao adheziono prednapeti nosač „I“ poprečnog presjeka. Duljina nosaca iznosi 20m. Donji i gornji pojas nosaca je horizontalan. Visina nosača u polovini raspona iznosi 120 cm. Nosač se na krajevima oslanja preko gornjeg pojasa debljine 50 cm. Širina hrpta u polju iznosi 15 cm. Širina gornjeg i donjeg pojasa 50 cm.

Nosaci se na rubovima oslanjaju na stupove. Svi spojevi su nepomični.

“Vezivanje” glavnog krovnog nosaca vrši se preko trna koji se postavlja u prethodno pripremljene rupe, koje se kasnije zapunjavaju.

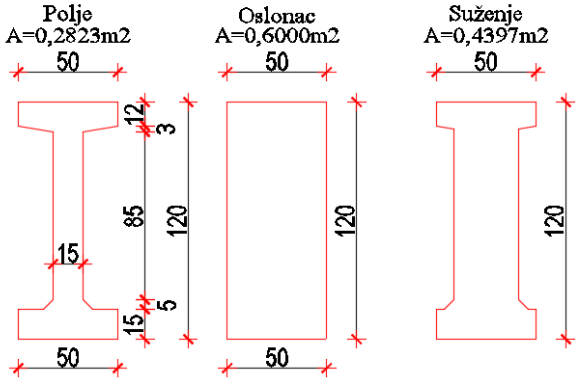
Za sve glavne nosaće predviđen je beton C 40/50 te armatura B 500 B u obliku šipki.

Kablovi za prenaprezanje St1670/1860. Otpuštanje kablova pri čvrstoći betona C35/45.

Zaštitni slojevi betona do armature iznose ≥ 2.5 cm.

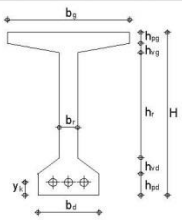
Nosaci su proracunati i tako armirani da mogu preuzeti sva vertikalna i horizontalna opterećenja koja na njih djeluju. Nosać je prvenstveno dimenzioniran na “lokalne” vertikalne sile. Kako nosaci tvore okvir sa stupovima za prijenos horizontalnih sila, u njemu se javljaju uzdužne sile (stupovi su upeti u temelje, a njihova veza s nosacem je zglobna).

Poprečni presijek:



U nastavku je prikazan proračun.

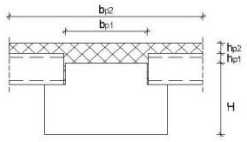
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — A-nosač



H - ukupna visina presjeka	120,0	cm	A - površina poprečnog presjeka		
b_g - širina gornjeg pojasa	50,0	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka		
b_d - širina donjeg pojasa	50,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka		
b_r - širina rebra	15,0	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub		
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	12,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište		
h_{pd} - visina donjeg pojasa	15,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub		
h_{vg} - visina gornje vute	3,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub		
h_{vd} - visina donje vute	5,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka		
y_k - položaj težišta kabela u L/2	8,7	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka		
L - računska duljina nosača	20,0	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača		
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%			
H_L - visina nosača u sr. raspona	120,0	cm			

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
H [cm]	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_d [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_r [cm]	50,0	50,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
h_{pg} [cm]	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
h_{pd} [cm]	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
h_{vg} [cm]	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
h_{vd} [cm]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
h [cm]	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0
A [cm^2]	6000,0	6000,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0
y_d [cm]	60,0	60,0	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
y_g [cm]	60,0	60,0	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2
I_{xd} [cm^4]	28800000,0	28800000,0	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8
I_x [cm^4]	7200000,0	7200000,0	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1
W_d [cm^3]	120000,0	120000,0	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1
W_g [cm^3]	120000,0	120000,0	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3
k_d [cm]	20,0	20,0	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
k_g [cm]	20,0	20,0	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — A-nosač



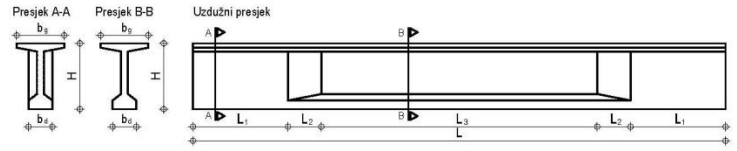
h_{p1} - visina ploče 1	0,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	0,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	50,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

y_k - položaj težišta kabela (rezultanta kablova od donjeg ruba nosača): 8,7 cm

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
H [cm]	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
A_1 [cm^2]	6000,0	6000,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0
$y_{d,1}$ [cm]	60,0	60,0	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
$y_{g,1}$ [cm]	60,0	60,0	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2
$I_{red,1}$ [cm^4]	28800000,0	28800000,0	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8	14768260,8
$I_{x,1}$ [cm^4]	7200000,0	7200000,0	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1
A_y [cm^2]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A_{req} [cm^2]	6000,0	6000,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0	2985,0
$y_{d,2}$ [cm]	60,0	60,0	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
$y_{g,2}$ [cm]	60,0	60,0	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2	62,2
$I_{x,2}$ [cm^4]	7200000,0	7200000,0	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1	5113708,1
$W_{d,2}$ [cm^3]	120000,0	120000,0	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1
$W_{g,2}$ [cm^3]	120000,0	120000,0	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3
$k_{d,2}$ [cm]	20,0	20,0	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
$k_{g,2}$ [cm]	20,0	20,0	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — A-nosač



L - Ukupna duljina nosača	20,00	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	1,50	m
L_2 - Duljina dijela suženja	0,50	m
L_3 - Duljina suženog dijela	16,00	m

4. MATERIJALI

Beton:

Klasa,izloženost:	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m^3
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,t=0}$ =	-24,0	Mpa -tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,t=\infty}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,t=0}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

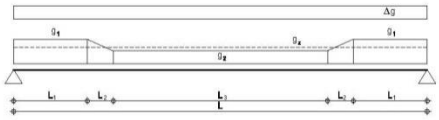
Užad:

Tip:	St 1670/1860		
$f_{p0,1k}$ =	1670,0	Mpa	
f_{pk} =	1860,0	Mpa	
E_s =	195000,0	MPa	
$\sigma_{p0,max}$ =	1503,00	MPa	- najveće naprezanje na PRESI nakon predhaprezanja
$\sigma_{pm0,max}$ =	1395,00	MPa	- najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE — A-nosač

Vlastita težina (1. faza):

g_k = 15,00 kN/m'
g_k = 7,21 kN/m'
g_k = 8,59 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača

G_{tot} = 17,5 t
V_{tot} = 6,9 m³

POPREČNI RASTER: 8,60 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{ploče}$ = 1,00 kN/m² → g_g = 8,60 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 0,50 kN/m² → Δg = 4,30 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):
$M_{\Delta g,sr0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,srL}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 1,10 kN/m² → q = 9,46 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):
$M_{q,sr0}$ = 0,00 kNm $M_{q,srL}$ = 0,00 kNm

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
$M_{g,r}$ [kNm]	0,0	81,5	154,4	218,7	274,4	321,6	360,2	390,2	411,6	424,5	428,8
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	81,7	154,8	219,3	275,2	322,5	361,2	391,3	412,8	425,7	430,0
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	40,9	77,4	109,7	137,6	161,3	180,6	195,7	206,4	212,9	215,0
M_q [kNm]	0,0	89,9	170,3	241,2	302,7	354,8	397,3	430,4	454,1	468,3	473,0
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	410,2	777,3	1101,1	1381,8	1619,3	1813,6	1964,8	2072,7	2137,5	2159,1
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	293,9	556,8	788,9	989,9	1160,1	1299,3	1407,6	1484,9	1531,3	1546,8
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	266,9	505,8	716,5	899,1	1053,6	1180,1	1278,4	1348,7	1390,8	1404,9
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	257,9	488,7	692,4	868,8	1018,2	1140,4	1235,4	1303,3	1344,0	1357,6

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti; $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija; $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,1}\,M_q$
$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija; $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$

$\psi_{1,1}$ = 0,70
$\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA — A-nosač

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,r}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent	1,0	0,0	0,0	0,0	
Moment	428,8	0,0	0,0	0,0	428,8 KNm

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak

a) Donji rub (tlak)

$$-\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$$

$P_{t=0} \leq$ 3196,32 kN

Mjerodavna sila:
$P_{t=0} \leq$ 3196,32 kN

b) Gornji rub (vlak)

$$-\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$$

$P_{t=0} \leq$ 3474,38 kN

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,r}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent	1,0	1,0	1,0	0,6	
Moment	428,8	430,0	215,0	283,8	1357,6 KNm

Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

a) Donji rub (vlak)

$$\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$$

$P_{t=\infty} \geq$ 1468,78 kN

b) Gornji rub (tlak)

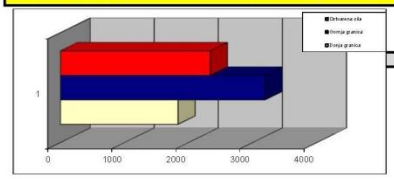
$$\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$$

$P_{t=\infty} \geq$ -598,39 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{t=\infty} \geq$ 1468,78 kN
$P_{t=0} \geq$ 1835,98 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI: 9,31 kom

RAČ.-Poče. sila po 1. užetu: 208,92 KN



Promjer užeta: 0,60 inča
Površina 1 užeta: 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu: 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 12
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{po} = 2340,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	y_k (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	60,00
red 3	0	16,80
red 2	6	11,40
red 1	6	6,00

Rezultanta užadi: 8,70 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA — A-nosač

Pretpostavljeno prokliznuće klina Δl_c: 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_c: 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{zi} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_c = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od prokliznuća klina ΔP_{zi} = 0,0 KN **0,00 %**
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača !

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_c}\cdot y_{k,1}^2 = 2{,}36$$

$y_{k,1}$ = 49,1 cm (za fazu 1.)

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c\infty}} = 5{,}65$

$\sigma_{c0} = P_0 \cdot \frac{\rho_1}{A_c} = 1{,}92$ KN/cm2

$$\Delta P_c = \sigma_{c0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p = 12{,}59 \text{ kN}$$ **0,54 %**

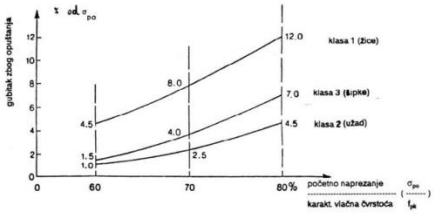
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\,f_{p0,1,5}$ = 1455,7 MPa
$\sigma_{pe}\,/\,f_{pk}$ = 0,78 iz slike za razred 2(užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 0,025 σ_{p0} = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=\infty}$ = 3 $\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=\infty}$ = 175,50 kN **7,50 %**



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od prokliznuća klina ΔP_{zi} = 0,00 kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c = 12,59 kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{rt} = 175,50 kN
Ukupni gubici = **188,09** kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 2151,91 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = **8,04 %**

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

A-nosač

za omjer σ_{cgo} / f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=∞

$\Delta\sigma_{pr\,t=\infty}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+\Delta g}}{I_{t,1}/y_{k,1}} = 6{,}19 \text{ MPa} \qquad y_{k,1} = 49{,}1 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cgo} = -\frac{P_{t=0}}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_{t,i}}\cdot y_{k,i}^2\right) = -7{,}46 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{pr\,t=\infty} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e\cdot\varphi(t,t_0)(\sigma_{cg}+\sigma_{cgo})}{1+\alpha_e\frac{A_p}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_i}y_{k,i}^2\right)\cdot[1+0.8\cdot\varphi(t,t_0)]} = -151{,}62 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t_0)}$: 2

Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{cs(t,t_0)}$: -0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ = -151,62 Mpa

$\Delta P_i(t) = \sigma_{p,c+s+r} \cdot A_p$ = 252,90 kN **10,808 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od proklizn.a klina ΔP_d =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	12,59	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{re} =	175,50	kN
Padovi od puzanja i skupljanja $\Delta P_{pš}$ =	252,90	kN
Ukupni gubici sile=	**440,99**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = **1899,01** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **18,85** % < 30 %

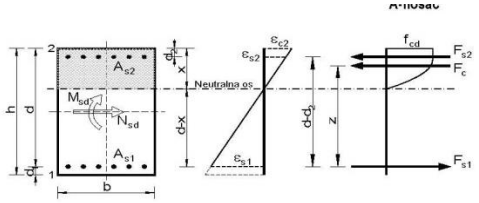
Izračunati gubici u srednji raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{tla} =	50,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača
L =	2000,0	cm	raspon nosača
H =	120,0	cm	visina nosača na sredini raspona

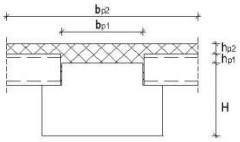
$$b_{tla} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{L}{50}\right)^3}\cdot H = 52{,}64 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 40/50		
f_{ck} =	40,0	Mpa	
f_{cd} =	26,7	Mpa	
Armatura:	B 500B		
f_{yk} =	500,0	Mpa	
f_{yd} =	434,8	Mpa	
Moment:			
$M_{sd,1}$ =	2159,1	kNm	
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd} * y_s$ =	1225,7	kNm	
N_{sd} =	1899,0	kN	
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,65	m	
$e_a = y_{s2} - y_s$ =	0,53	m	
$e_u = e + e_a$ =	1,17	m	
$M_{sda} = N_{sd} * e_u$ =	2229,35	kNm	



ε_{s1} = 5,0

$\mu_{sd\,lim}$ = 0,235

$M_{sd\,lim}$ = 4143,8

x/d= 0,27

H_u - ukupna visina presjeka 120,0 cm

b_{tlac} - min. širina gornjeg pojasa 50,0 cm

d_1 - udaljenost težišta armature 5,0 cm

d - statička visina presjeka 115,0 cm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sds}}{b_{eff}\cdot d^2\cdot f_{cd}} = 0{,}126$$

ξ = 0,265

x = 30,48 cm

ζ = 0,902

ε_{s2} = 1,8 ‰

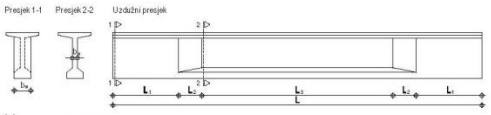
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta\cdot d\cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 4{,}20 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 4 Ø 14 6,16 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

A-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	431,82	kN	
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	
ρ_l =	0,00213		
k =	1,00		
b_w =	50,0	cm	
ν =	0,50		

$$V_{Rd1} = \left[\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)\right]\cdot b_w\cdot d = 303{,}03 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 3450{,}00 \text{ kN}$$

A_{sl2} = 10,00 cm²

V_{sd}/V_{Rd2} = 0,125

$s_{w,min}$ = 30,0 cm

ρ_{min} = 0,0013

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min}\cdot s_w\cdot b_w}{m} = 0{,}975 \text{ cm}^2$$

$\varnothing_{vilak}$ 8,0 — 0,50 cm²

$s_{w,odab}$ 15,0 cm

reznost 2,0 cm

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 301{,}59 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 604,62 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,329	kN/cm²	
$\sigma_{cp,eff}$ =	0,178	kN/cm²	
V_{sd} =	345,45	kN	
b_w =	15,0	cm	

$$V_{Rd1} = \left[\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)+0.15\cdot\sigma_{cp}\right]\cdot b_w\cdot d = 176{,}07 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 1035{,}00 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2,red} = 1.67\cdot V_{Rd\,2}\cdot\left(1-\frac{\sigma_{cp,ef}}{f_{cd}}\right) = 5376{,}03 \text{ kN}$$

$\varnothing_{vilak}$ 8,0 — 0,50 cm²

$s_{w,odab}$ 20,0 cm

reznost 2,0 cm

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 226{,}19 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 402,26 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE

A-nosač

$M_{Sd,f1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednaprezanja; $M_{Sd,f1} = (M_{g2})$

$M_{Sd,f2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd,f2} = (M_{g2} + M_{g3} + M_{g4}) + \psi M_q$ $\psi = 0,60$

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
M_{g2}	0,0	81,5	154,4	218,7	274,4	321,6	360,2	390,2	411,6	424,5	428,8
$M_{g,P}$	0,0	81,7	154,8	219,3	275,2	322,5	361,2	391,3	412,8	425,7	430,0
M_{dg}	0,0	40,9	77,4	109,7	137,6	161,3	180,6	195,7	206,4	212,9	215,0
M_q	0,0	89,9	170,3	241,2	302,7	354,8	397,3	430,4	454,1	468,3	473,0
$M_{Sd,f1}$	0,0	81,5	154,4	218,7	274,4	321,6	360,2	390,2	411,6	424,5	428,8
$M_{Sd,f2}$	0,0	257,5	488,7	692,4	868,8	1018,2	1140,4	1235,4	1303,3	1344,0	1357,6

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati učad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja ale sa učeta na beton

UPORNJAK

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	y/k (cm)
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	11,40
RED 1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,00

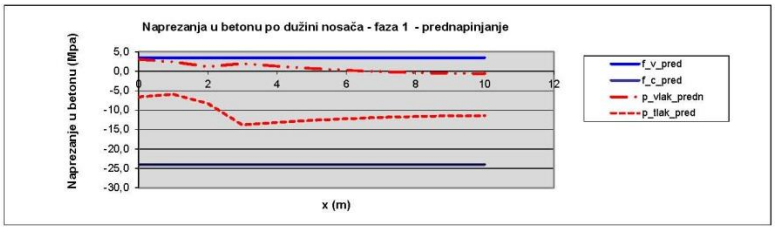
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	6,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
n (kom)	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10
P_{pm} (kN)	1170,0	1170,0	1170,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0

1. FAZA

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
A_1 [cm²]	6000,0	6000,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0
$y_{b,1}$ [cm]	60,0	60,0	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
$W_{b,1}$ [cm³]	120000,0	120000,0	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1
$W_{g,1}$ [cm³]	120000,0	120000,0	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3
P_{pm} [kN]	1170,0	1170,0	1170,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0	1950,0
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
$P_{t=0}$ [kN]	1076,0	1076,0	1076,0	1793,3	1793,3	1793,3	1793,3	1793,3	1793,3	1793,3	1793,3
σ_g [Mpa]	3,0	2,4	1,2	2,0	1,3	0,7	0,2	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6
σ_d [Mpa]	-6,6	-6,0	-8,3	-13,8	-13,2	-12,7	-12,2	-11,9	-11,6	-11,5	-11,4

$\sigma_{c,max,t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



A-nosač

2. FAZA

x	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
A_{i+2} [cm²]	6000,0	6000,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0	2885,0
$y_{b,2}$ [cm]	60,0	60,0	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
$W_{b,2}$ [cm³]	120000,0	120000,0	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1	88398,1
$W_{g,2}$ [cm³]	120000,0	120000,0	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3	82278,3
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
$P_{t=\infty}$ [kN]	949,5	949,5	949,5	1582,5	1582,5	1582,5	1582,5	1582,5	1582,5	1582,5	1582,5
σ_g [Mpa]	-0,4	-1,8	-4,4	-6,3	-7,8	-9,0	-10,0	-10,8	-11,4	-11,7	-11,9
σ_{pr} [Mpa]	2,7	0,5	-3,2	-4,3	-6,5	-8,3	-9,8	-10,9	-11,8	-12,3	-12,4
σ_d [Mpa]	-5,9	-3,7	-3,3	-6,5	-4,6	-2,9	-1,5	-0,4	0,4	0,8	1,0

$\sigma_{c,max,t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

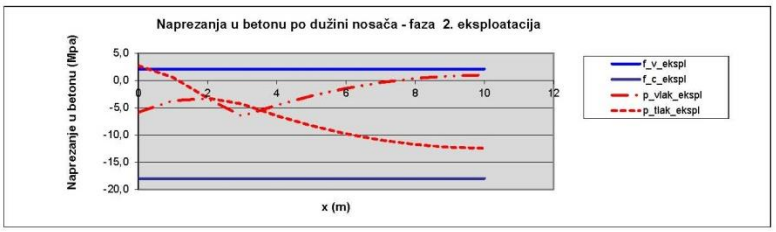
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

1.FAZA 2.FAZA

Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{b-1}}{W_{b-1}} + \frac{M_{sd,f1}}{W_{b-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{b-2}}{W_{b-2}} + \frac{M_{sd,f2}}{W_{b-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$

Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{b-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,f1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$ $\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{b-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,f2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak



17. KONTROLA PROGIBA

A-nosač

1. Pri prednaprezanju

$P_{t=0}$ = 1793,3 kN
$M_{Sd,f1}$ = 428,8 kNm
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{k-1} = 5113708,1 cm^4
y_{k-1} = 49,1 cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{Sd,f1}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{k-1}} = \quad -1,07 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

$P_{t=0}$ = 1793,3 kN
$M_{Sd,f}$ = 868,8 kNm
$\varphi_{t,t=90}$ = 2,0
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{k-1} = 5113708,1 cm^4
y_{k-1} = 49,1 cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{Sd,f}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{k-1}} = \quad -0,05 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 1582,5 kN
$M_{Sd,f2}$ = 1357,6 kNm
$\varphi_{t,t=90}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{k-2} = 5113708,1 cm^4
y_{k-2} = 49,1 cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{Sd,f2}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{k-2}} = \quad 1,37 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 1582,5 kN
$M_{Sd,3}$ = 1404,9 kNm
$\varphi_{t,t=90}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{k-2} = 5113708,1 cm^4
y_{k-2} = 49,1 cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{Sd,3}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{k-2}} = \quad 1,48 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukupno} =$ 1,43 cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} =$ 6,67 cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} =$ 4,00 cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su njetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA

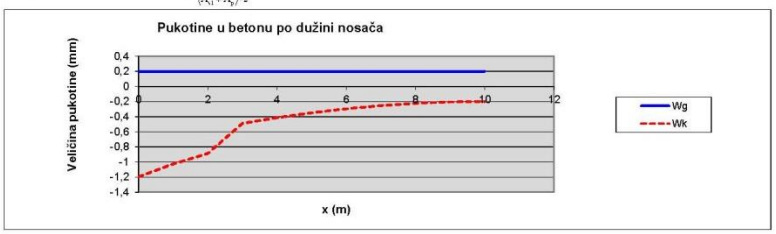
A-nosač

x (cm)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	
$M_{Sd,0}$ (kNm)	0,0	257,9	488,7	692,4	868,8	1018,2	1140,4	1235,4	1303,3	1344,0	1357,6	
b_w (cm)	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	
A_{s1} (cm^2)	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	6,16	
A_p (cm^2)	8,34	8,34	8,34	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	13,90	
σ_s (MPa)	-1309,9	-1132,3	-973,3	-602,2	-514,3	-440,0	-379,2	-331,9	-298,1	-277,9	-271,1	
Mcr (kNm)	420,0	420,0	309,4	309,4	309,4	309,4	309,4	309,4	309,4	309,4	309,4	
σ_{cr} (MPa)	289,2	289,2	213,0	154,0	154,0	154,0	154,0	154,0	154,0	154,0	154,0	
ζ_β	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	
ε_{sm}	-0,0065946	-0,0056644	-0,0049019	-0,0030124	-0,0025490	-0,0021529	-0,0018244	-0,0015647	-0,0013759	-0,0012607	-0,0012220	
ρ_r	0,03995	0,03995	0,03995	0,05017	0,05017	0,05017	0,05017	0,05017	0,05017	0,05017	0,05017	
s_{rm} (mm)	102,6	102,6	102,6	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	91,9	
w_k (mm)	-1,196	-1,027	-0,899	-0,489	-0,414	-0,350	-0,296	-0,254	-0,223	-0,205	-0,199	< wg=0.2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 0.75 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_r = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,0}/z + N_{Sd})}{(A_{s1} + A_p)} \qquad s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\Phi}{\rho_r}$$

$$\rho_r = (A_s + A_p \cdot \xi_0) / A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_4} \qquad w_k = \beta \cdot k_3 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot 1.04 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \le w_g = 0.2\text{mm}$$

$$\xi_0 = 0.5 \cdot \frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{cr} = \frac{f_{ctm} \cdot W_x}{(A_{s1} + A_p) \cdot z}$$



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

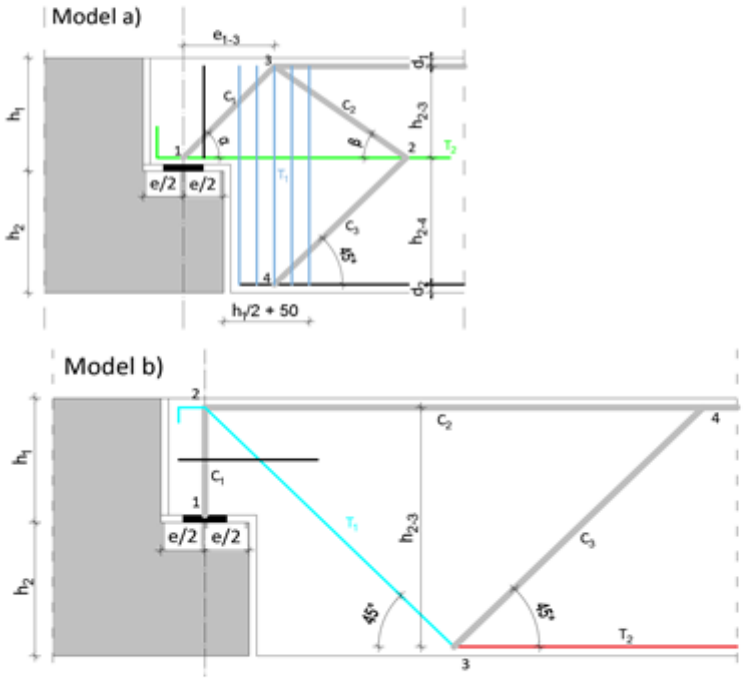
1.1.1.1 *Proračun oslonca*

DIMENZIONIRANJE UPUŠTENE GREDE

Geometrijske karakteristike grede

H=	1200	[mm]
B=	500	[mm]
h_1=	600	[mm]
e=	250	[mm]
c=	25	[mm]
ϕ_1 =	14	[mm]
d_1=	39	[mm]
ϕ_2 =	12	[mm]
d_2 =	37	[mm]
A_{s2} =	600	[mm^2] armatura donje zone
A_{s1} =	616	[mm^2] armatura gornje zone

Proračun se provodi za dva različita modela tlačno-vlačnih štapova, a) i b).



Proračunske vrijednosti poprečne sile (reakcije):

F_{Ed} =	450	[kN]
$F_{Ed}/2$ =	225	[kN]

Za svaki model, a) i b), u proračunu se uzima se pola vrijednosti opterećenja $(F_{Ed}/2)$

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

γs=	1,15
γc=	1,5

Materijal:

Beton:	C40/50	fck=	40,00	[N/mm^2]	→	4,00 [kN/cm^2]
		fck,cube=	50,00	[N/mm^2]	→	5,00 [kN/cm^2]
		fctm=	3,50	[N/mm^2]	→	0,35 [kN/cm^2]
		fcd=	26,67	[N/mm^2]	→	2,667 [kN/cm^2]
Čelik:	B500B	fyk=	500,00	[N/mm^2]	→	50,00 [kN/cm^2]
		fyd=	434,78	[N/mm^2]	→	43,478 [kN/cm^2]

Model a)

Iz jednadžbe ravnoteže slijedi:

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} + E_s \cdot \varepsilon_s' \cdot A_s' = f_{yd} \cdot A_{s\square} \qquad \varepsilon_s' = \frac{0,0035}{x} \cdot (x - d_1)$$

x = 33 mm udaljenost neutralne osi od tlačnog ruba

Tlačna sila u betonu: $C = 0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} =$ 348,52 kN

-djeluje na udaljenosti $\sim 0,4 \cdot x$ od gornjeg ruba grede: 13 mm

Sila u armaturi gornje zone: $C' = E_s \cdot \varepsilon_s' \cdot A_s' =$ -87,66 kN

-djeluje na udaljenosti d_1 od gornjeg ruba grede: 39 mm

Rezultanta tlačnih sila (C+C') djeluje na udaljenosti: 26 mm od gornjeg ruba grede

Sila u vlačnoj armaturi: $f_{yd} \cdot A_s =$ 260,87 kN

Uvjet: $\varepsilon_s' = \frac{0,0035}{x} \cdot (x - d_1) \leq \frac{f_{yd}}{E_s}$

-0,00068 ≤ 0,00207 Zadovoljava

Položaj čvorova:

h_{2-3}	535	α=	60,72 °
h_{2-4}	600	β =	41,72 °
e_{1-3}	300		

<u>Sile u tlačno-vlačnim štapovima</u>

$C_1 = \frac{F_{Ed}/2}{\sin\alpha} =$ 258 kN

$T_2 = C_1 \cdot \cos\alpha =$ 126 kN

$C_2 = \frac{T_2}{\sin\beta + \cos\beta} =$ 89 kN

$C_3 = \frac{\sin\beta}{\sin 45°} \cdot C_2 =$ 84 kN

$T_1 = C_1 \cdot \sin\alpha + C_2 \cdot \sin\beta =$ 284 kN

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Dimenzioniranje:

Model a)

Vlačni štap T1

$A_{s1,rqd} = \frac{T_1}{f_{yd}} =$ 6,54 cm^2

reznost:
2

ODABRANO: 5 Φ 10

$A_{sw1,prov} =$ 7,85cm^2

Vlačni štap T2

$A_{s2,rqd} = \frac{T_2}{f_{yd}} =$ 2,90 cm^2

ODABRANO: 4 Φ 10 $A_{s2,prov} =$ 3,14 cm^2

Model b)

$C_1' = F_{Ed}/2 =$ 225 kN
$C_2' = C_1' =$ 225 kN
$T_1' = \sqrt{2} \cdot C_1' =$ 318 kN
$C_3' = T_1' =$ 318 kN
$T_2' = (T_1' + C_3') = cos45° =$ 450 kN

Vlačni štap T2'

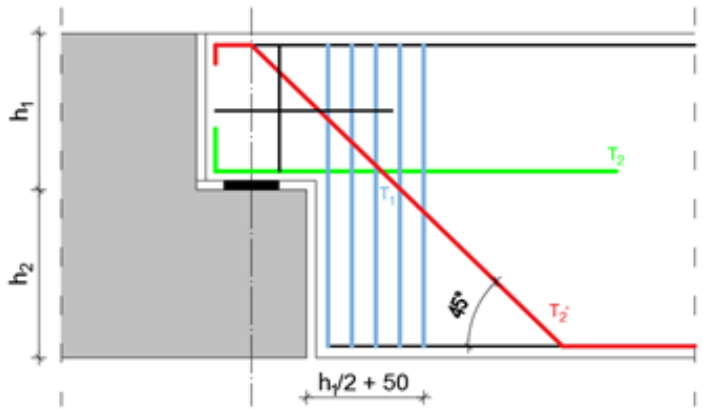
$A_{s2',rqd} = \frac{T_2'}{f_{yd}} =$ 10,35 cm^2

reznost:
2

ODABRANO: 3 Φ 16

$A_{s2',prov} =$ 12,06 cm^2

Odabrana armatura za štap T2' je mjerodavna za štap T1'.



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

PRORAČUN TRNA ZA SPOJ SA STUPOM

Glavni nosač se spaja sa stupom sa dva trna Ø25. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 25 % iznosa vertikalne sile na ležaju nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1=}$	450,0	KN			
Ned=	0,25	450,0	112,500	KN	

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika

A – površina poprečnog presjeka trna;

$Nrd=0,4xAxf_{yd}$

NRd=	0,4	9,820	43,5	170,8	KN

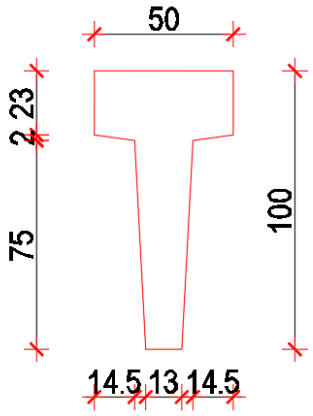
UVJET:	Ned	<	NRd			
	112,500	KN <	170,8	KN	ZADOVOLJAVA	

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

3.1 Glavni krovni nosač „T“oblika GN2

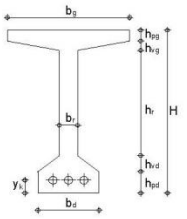
Nosač se izvodi kao adheziono prednapeti nosač „T“ poprečnog presjeka. Duljina nosaĉa iznosi 10m. Donji i gornji pojas nosaĉa je horizontalan. Visina nosača u polovini raspona iznosi 100 cm. Širina donjeg ruba hrpta iznosi 13 cm. Širina gornjeg pojasa 50 cm.
Nosači se na rubovima oslanjaju na stupove gdje se spajaju preko bolcne na kliješta stupa. Svi spojevi su nepomiĉni.
Za sve glavne nosaĉe predviđen je beton C 40/50 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Kablovi za prenaprezanje St1670/1860. Otpuštanje kablova pri čvrstoći betona C35/45.
Zaštitni slojevi betona do armature iznose ≥ 2.5 cm.
Nosaĉi su proraĉunati i tako armirani da mogu preuzeti sva vertikalna i horizontalna opterećenja koja na njih djeluju. Nosaĉ je prvenstveno dimenzioniran na “lokalne” vertikalne sile. Kako nosaĉi tvore okvir sa stupovima za prijenos horizontalnih sila, u njemu se javljaju uzdužne sile (stupovi su upeti u temelje, a njihova veza s nosaĉem je zglobna).

Poprečni presijek:



U nastavku je prikazan proračun.

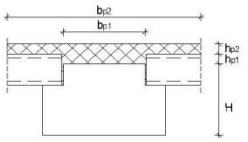
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — **A-nosač**



H - ukupna visina presjeka	100,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	50,0	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	17,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	17,0	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	23,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	75,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	2,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	8,7	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	10,0	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_L - visina nosača u sr. raspona	100,0	cm	

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
H [cm]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_d [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
b_r [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
h_{pg} [cm]	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
h_{pd} [cm]	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
h_{vg} [cm]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
y_d [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
y_g [cm]	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
I_{xd} [cm^4]	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7
I_x [cm^4]	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7
W_d [cm^3]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
W_g [cm^3]	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1
k_d [cm]	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
k_g [cm]	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — **A-nosač**



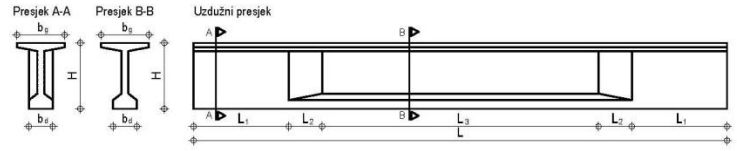
h_{p1} - visina ploče 1	0,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	0,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	50,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

y_k - položaj težišta kabela (rezultanta kablova od donjeg ruba nosača): 8,7 cm

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
H [cm]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
A_i [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{d,i}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$y_{g,i}$ [cm]	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
$I_{xd,i}$ [cm^4]	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7
$I_{x,i}$ [cm^4]	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7
A_y [cm^2]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A_{red} [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{d,2}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$y_{g,2}$ [cm]	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
$I_{x,2}$ [cm^4]	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7
$W_{d,2}$ [cm^3]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1
$k_{d,2}$ [cm]	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
$k_{g,2}$ [cm]	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — **A-nosač**



L - Ukupna duljina nosača	10,00	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	1,50	m
L_2 - Duljina dijela sužnja	0,50	m
L_3 - Duljina suženog dijela	6,00	m

4. MATERIJALI

Beton: Klasa,izloženost: C 40/50

f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m^3
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max(+)}$ =	-24,0	Mpa -tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max(+)}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max(+)}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max(+)}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura: Tip: B 500B

f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

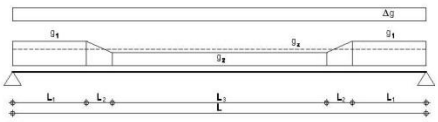
Užad: Tip: St 1670/1860

$f_{p0,1k}$ =	1670,0	Mpa
f_{pk} =	1860,0	Mpa
E_s =	195000,0	MPa
$\sigma_{pp,max}$ =	1503,00	MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pod,max}$ =	1395,00	MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE — **A-nosač**

Vlastita težina (1. faza):

g_k = 6,23 kN/m'
g_k = 6,23 kN/m'
g_k = 6,23 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača
G_{tot} = 6,4 t
V_{tot} = 2,5 m³

POPREČNI RASTER: 8,60 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:
$g_{ploče}$ = 1,00 kN/m² → g_R = 8,60 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:
Δg = 0,50 kN/m² → Δg = 4,30 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):
$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:
q = 1,20 kN/m² → q = 10,32 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):
$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
$M_{g,z}$ [kNm]	0,0	14,8	28,0	39,7	49,8	58,4	65,4	70,9	74,8	77,1	77,9
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	20,4	38,7	54,8	68,8	80,6	90,3	97,8	103,2	106,4	107,5
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	10,2	19,4	27,4	34,4	40,3	45,2	48,9	51,6	53,2	53,8
M_q [kNm]	0,0	24,5	46,4	65,8	82,6	96,8	108,4	117,4	123,8	127,7	129,0
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	98,1	165,9	253,3	330,4	387,2	433,7	469,9	495,7	511,2	516,3
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	69,9	132,5	187,7	235,6	276,1	309,2	335,0	353,4	364,4	368,1
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	62,6	118,6	168,0	210,8	247,1	276,7	299,8	316,2	326,1	329,4
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	60,1	113,9	161,4	202,6	237,4	265,9	288,0	303,9	313,4	316,5

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti, $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija, $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,1}\,M_q$ — $\psi_{2,1}$ = 0,70
$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija, $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$ — $\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA — **A-nosač**

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0	
Moment:	77,9	0,0	0,0	0,0	77,9 KNm

Konvencija predznaka: - tlak, + vlak

a) Donji rub (tlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_i} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{i,d}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{i,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ → $P_{t=0} \leq$ 1388,77 kN

b) Gornji rub (vlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_i} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{i,1}}{W_{i,g}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{i,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$ → $P_{t=0} \leq$ 955,65 kN

Mjerodavna sila: $P_{t=0} \leq$ 955,65 kN

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,6	
Moment:	77,9	107,5	53,8	77,4	316,5 KNm

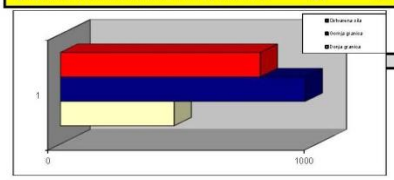
Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

a) Donji rub (vlak) $-\frac{P_{t=\infty}}{A_{i,2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{d,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$ → $P_{t=\infty} \geq$ 355,24 kN

b) Gornji rub (tlak) $-\frac{P_{t=\infty}}{A_{i,2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{d,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$ → $P_{t=\infty} \geq$ -2502,93 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{t=\infty} \geq$ 355,24 kN
$P_{t=0} \geq$ 444,04 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI: 1,96 kom — RAČ.-Poče. sila po 1. užetu: 208,92 KN



Promjer užeta: 0,60 inča
Površina 1 užeta: 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu: 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 4
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{poc} = 780,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	y_k (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	60,00
red 3	0	16,80
red 2	2	11,40
red 1	2	6,00

Rezultanta užadi: 8,70 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA — **A-nosač**

Pretpostavljeno prokliznuće klina Δl_z: 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_p: 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{zl} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_z = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od prokliznuća klina $\Delta P_{zl} = 0{,}0$ KN — **0,00 %**
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača!

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_c}\cdot y_{k,1}^2 = 4{,}18 \qquad y_{k,1} = 53{,}4 \text{ cm (za fazu 1.)}$$

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 5{,}65$ $\qquad \sigma_{cg} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c} = 1{,}31$ KN/cm2

$$\Delta P_c = \sigma_{cg}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p = 1{,}67 \text{ kN} \qquad \textbf{0,21 \%}$$

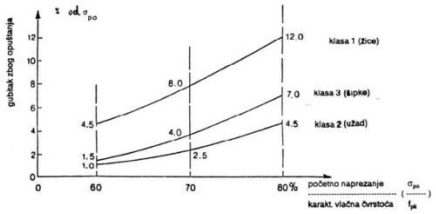
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\,f_{pk/1,16}$ = 1455,7 MPa
σ_{pi}/f_{pk} = 0,78 iz slike za razred 2(užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = $0{,}025\,\sigma_{p0}$ = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=\infty}$ = $3\,\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=oo}$ = 58,50 kN — **7,50 %**



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od prokliznuća klina ΔP_{zl} =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	1,67	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{pr} =	58,50	kN
Ukupni gubici =	**60,17**	kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 719,83 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = **7,71 %**

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

A-nosač

za omjer σ_{cp0} / f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=∞

$\Delta\sigma_{p\,t=\infty}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+\Delta g}}{I_{t,1}/y_{k,1}} = 3{,}14 \text{ MPa} \qquad y_{k,2} = 53{,}4 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cp0} = -\frac{P_{t=0}}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_{t,i}}\cdot y_{k,i}^2\right) = -2{,}89 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p\,t=\infty} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e\cdot\varphi(t,t_0)(\sigma_{cg}+\sigma_{cp0})}{1+\alpha_e\frac{A_p}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_i}y_{k,i}^2\right)\cdot[1+0.8\cdot\varphi(t,t_0)]} = -144{,}95 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t_0)}$: 2

Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{cs(t,t_0)}$: -0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ = -144,95 Mpa

$\Delta P_i(t) = \sigma_{p\,t=\infty}\cdot A_p$ = 80,59 kN **10,332 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od proklizn.a klina ΔP_d =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	1,67	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{re} =	58,50	kN
Padovi od puzanja i skupljanja $\Delta P_{pš}$ =	80,59	kN
Ukupni gubici sile=	**140,76**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = **639,24** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **18,05** % < 30 %

Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača I

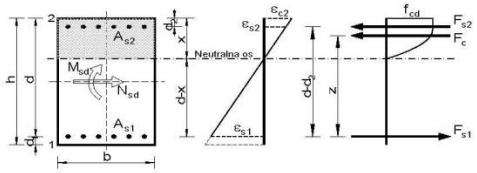
A-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{tla} =	50,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača
L =	1000,0	cm	raspon nosača
H =	100,0	cm	visina nosača na sredini raspona

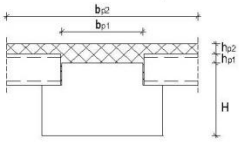
$$b_{tla} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{L}{50}\right)^3}\cdot H = 29{,}91 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 40/50		
f_{ck} =	40,0	Mpa	
f_{cd} =	26,7	Mpa	
Armatura:	B 500B		
f_{yk} =	500,0	Mpa	
f_{yd} =	434,8	Mpa	



H_u - ukupna visina presjeka	100,0	cm	
b_{trac} - min. širina gornjeg pojasa	50,0	cm	
d_1 - udaljenost težišta armature	5,0	cm	
d - statička visina presjeka	95,0	cm	

Moment:

$M_{sd,1}$ =	516,3	kNm
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd} * y_k$ =	175,1	kNm
N_{sd} =	639,2	kN
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,27	m
$e_a = y_{s2} - y_s$ =	0,57	m
$e_u = e + e_a$ =	0,84	m
$M_{sda} = N_{sd} * e_u$ =	539,97	kNm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sds}}{b_{eff}\cdot d^2\cdot f_{cd}} = 0{,}045$$

ξ =	0,153	
x =	14,54	cm
ζ =	0,947	
ε_{s2} =	0,9	‰

ε_{s1} = 5,0

$\mu_{sd,lim}$ = 0,235

$M_{Rd,lim}$ = 2827,8

x/d= 0,15

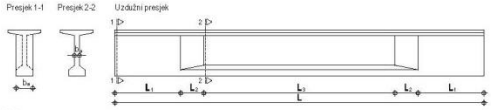
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta\cdot d\cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = -1{,}50 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 2 Ø 14 3,08 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

A-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	206,53	kN	
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	
ρ_l =	0,00124		
k =	1,00		
b_w =	17,0	cm	
ν =	0,50		

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)]\cdot b_w\cdot d = 82{,}73 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 969{,}00 \text{ kN}$$

A_{sz} =	10,00	cm²	
V_{sd}/V_{Rd2} =	0,213		
$s_{w,min}$ =	30,0	cm	
ρ_{min} =	0,0013		

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min}\cdot s_w\cdot b_w}{m} = 0{,}3315 \text{ cm}^2$$

$\emptyset_{odab}$	8,0		0,50 cm²
$s_{w,odab}$	15,0	cm	
reznost	2,0	cm	

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 249{,}14 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{cd} + V_{wd}$ = 331,87 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,257	kN/cm²	
$\sigma_{cp,eff}$ =	0,092	kN/cm²	
V_{sd} =	123,92	kN	
b_w =	17,0	cm	

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)+0.15\cdot\sigma_{cp}]\cdot b_w\cdot d = 144{,}87 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 969{,}00 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2,red} = 1.67\cdot V_{Rd\,2}\cdot\left(1-\frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}}\right) = 969{,}00 \text{ kN}$$

$\emptyset_{odab}$	8,0		0,50 cm²
$s_{w,odab}$	20,0	cm	
reznost	2,0	cm	

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 186{,}86 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{cd} + V_{wd}$ = 331,73 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE **A-nosač**

$M_{Sd,f1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednaprezanja; $M_{Sd,f1} = (M_{gz})$

$M_{Sd,f2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd,c} = (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{dg}) + \psi M_q$ ψ = 0,60

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
M_{gz}	0,0	14,8	28,0	39,7	49,8	58,4	65,4	70,9	74,8	77,1	77,9
$M_{g,p}$	0,0	20,4	38,7	54,8	68,8	80,6	90,3	97,8	103,2	106,4	107,5
M_{dg}	0,0	10,2	19,4	27,4	34,4	40,3	45,2	48,9	51,6	53,2	53,8
M_q	0,0	24,5	46,4	65,8	82,6	96,8	108,4	117,4	123,8	127,7	129,0
$M_{Sd,f1}$	0,0	14,8	28,0	39,7	49,8	58,4	65,4	70,9	74,8	77,1	77,9
$M_{Sd,f2}$	0,0	60,1	113,9	161,4	202,6	237,4	265,9	288,0	303,9	313,4	316,5

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati užad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	UPORNJAK y_k [cm]
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11,40
RED 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6,00

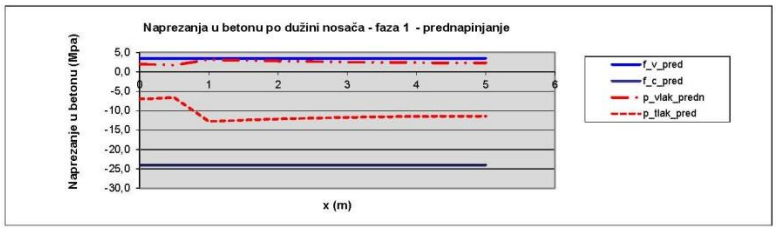
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
n (kom)	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P_{poc} [kN]	390,0	390,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0

1. FAZA

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
A_1 [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
y_{g1} [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$W_{d,1}$ [cm^3]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
$W_{g,1}$ [cm^3]	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1
P_{poc} [kN]	390,0	390,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0
Rezultanta	6,0	6,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
P_{ins} [kN]	359,9	359,9	719,8	719,8	719,8	719,8	719,8	719,8	719,8	719,8	719,8
σ_g [Mpa]	2,0	1,7	3,2	3,0	2,8	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3
σ_d [Mpa]	-7,1	-6,6	-12,8	-12,5	-12,2	-11,9	-11,7	-11,6	-11,5	-11,4	-11,4

$\sigma_{c,max,t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



A-nosač

2. FAZA

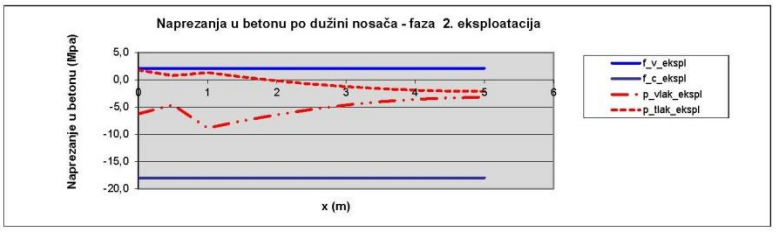
x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
A_{1+2} [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{g,2}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$W_{d,2}$ [cm^3]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1
Rezultanta	6,0	6,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
$P_{t=\infty}$ [kN]	319,6	319,6	639,2	639,2	639,2	639,2	639,2	639,2	639,2	639,2	639,2
σ_g [Mpa]	-0,2	-1,0	-1,9	-2,5	-3,0	-3,4	-3,8	-4,1	-4,3	-4,4	-4,5
σ_{gp} [Mpa]	1,8	0,7	1,3	0,5	-0,2	-0,8	-1,3	-1,7	-1,9	-2,1	-2,1
σ_d [Mpa]	-6,3	-4,6	-8,9	-7,6	-6,4	-5,4	-4,7	-4,0	-3,6	-3,3	-3,3

$\sigma_{c,max,t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

$\sigma_{t,max,t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

	1.FAZA	2.FAZA
Donji rub :	$\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{d-1}} + \frac{M_{sd,f1}}{W_{d-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$	$\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{k-2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,f2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$
Gornji rub :	$\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,f1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$	$\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,f2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

17. KONTROLA PROGIBA

A-nosač

1. Pri prednaprezanju

P_{m0} =	719,8	kN
$M_{Sd,f1}$ =	77,9	kNm
E_{c-1} =	34500,0	MPa
I_{x-1} =	2234706,7	cm^4
y_{k-1} =	53,4	cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{Sd,f1}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}} = \quad -0,41 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

P_{m0} =	719,8	kN
$M_{Sd,f}$ =	185,4	kNm
$\varphi_{(t,t=0)}$ =	2,0	
E_{c-1} =	34500,0	MPa
I_{x-1} =	2234706,7	cm^4
y_{k-1} =	53,4	cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{Sd,f}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}} = \quad -0,27 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ =	639,2	kN
$M_{Sd,f2}$ =	316,5	kNm
$\varphi_{(t,t=0)}$ =	2,0	
E_{c-2} =	34500,0	MPa
I_{x-2} =	2234706,7	cm^4
y_{k-2} =	53,4	cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{Sd,f2}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}} = \quad -0,03 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ =	639,2	kN
$M_{Sd,f}$ =	329,4	kNm
$\varphi_{(t,t=0)}$ =	2,0	
E_{c-2} =	34500,0	MPa
I_{x-2} =	2234706,7	cm^4
y_{k-2} =	53,4	cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{Sd,f}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}} = \quad -0,02 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{uk,sup.} =$ -0,28 cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} =$ 3,33 cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} =$ 2,00 cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA

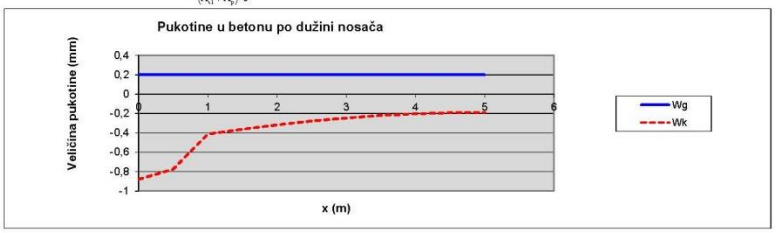
A-nosač

x (cm)	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	
$M_{Sd,f2}$ (kNm)	0,0	60,1	113,9	161,4	202,6	237,4	265,9	288,0	303,9	313,4	316,5	
b_w (cm)	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	
A_{s1} (cm^2)	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	
A_p (cm^2)	2,78	2,78	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	
σ_s (MPa)	-1091,1	-966,2	-579,4	-512,6	-454,6	-405,5	-365,4	-334,2	-311,9	-298,5	-294,1	
Mcr (kNm)	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	
σ_{cr} (MPa)	261,7	261,7	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	177,5	
ζ_d	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	
ε_{sm}	-0,0054746	-0,0048183	-0,0028669	-0,0025103	-0,0021979	-0,0019303	-0,0017081	-0,0015325	-0,0014052	-0,0013279	-0,0013020	
ρ_r	0,05124	0,05124	0,06627	0,06627	0,06627	0,06627	0,06627	0,06627	0,06627	0,06627	0,06627	
s_m (mm)	91,0	91,0	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7	81,7	
w_k (mm)	-0,691	-0,775	-0,414	-0,363	-0,317	-0,279	-0,247	-0,221	-0,203	-0,192	-0,188	< wg=0.2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 0.75 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_r = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,f2}/z + N_{sd})}{(A_{c1} + A_p)} \qquad s_m = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\Phi}{\rho_r}$$

$$\rho_r = (A_s + A_p \cdot \xi_0)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_g} \qquad w_k = \beta \cdot k_3 \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot 1.04 \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \le w_k = 0.2\text{mm}$$

$$\xi_0 = 0.5 \cdot \frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{cr} = \frac{f_{ctm} \cdot W_y}{(A_{c1} + A_p) \cdot z}$$



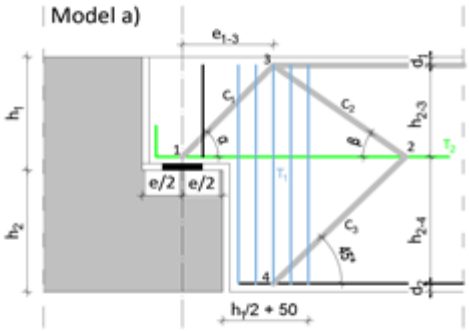
1.1.1.2 *Proračun oslonca*

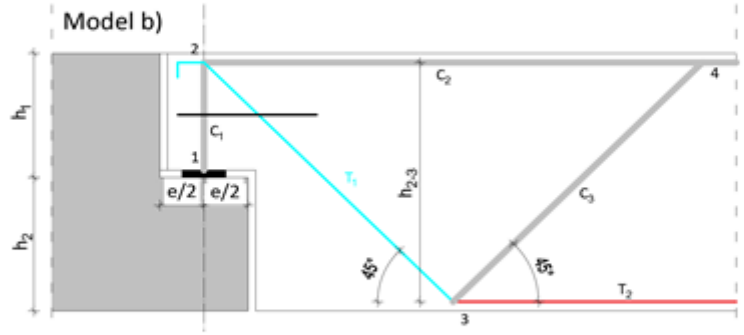
DIMENZIONIRANJE UPUŠTENE GREDE

Geometrijske karakteristike grede

H=	1200	[mm]
B=	500	[mm]
h_1=	600	[mm]
e=	250	[mm]
c=	25	[mm]
ϕ_1 =	14	[mm]
d_1=	39	[mm]
ϕ_2 =	12	[mm]
d_2 =	37	[mm]
A_{s2} =	600	[mm^2] armatura donje zone
A_{s1} =	616	[mm^2] armatura gornje zone

Proračun se provodi za dva različita modela tlačno-vlačnih štapova, a) i b).





Proračunske vrijednosti poprečne sile (reakcije):

F_{Ed} =	210	[kN]
$F_{Ed}/2$ =	105	[kN]

Za svaki model, a) i b), u proračunu se uzima se pola vrijednosti opterećenja $(F_{Ed}/2)$

γs=	1,15
γc=	1,5

Materijal:

Beton:	C40/50	fck=	40,00	[N/mm^2]	→	4,00 [kN/cm^2]
		fck,cube=	50,00	[N/mm^2]	→	5,00 [kN/cm^2]
		fctm=	3,50	[N/mm^2]	→	0,35 [kN/cm^2]
		fcd=	26,67	[N/mm^2]	→	2,667 [kN/cm^2]
Čelik:	B500B	fyk=	500,00	[N/mm^2]	→	50,00 [kN/cm^2]
		fyd=	434,78	[N/mm^2]	→	43,478 [kN/cm^2]

Model a)

Iz jednadžbe ravnoteže slijedi:

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} + E_s \cdot \varepsilon_s' \cdot A_s' = f_{yd} \cdot A_{s,1} \qquad \varepsilon_s' = \frac{0,0035}{x} \cdot (x - d_1)$$

x = 33 mm udaljenost neutralne osi od tlačnog ruba

Tlačna sila u betonu: $C = 0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} =$ 348,52 kN

-djeluje na udaljenosti $\sim 0,4 \cdot x$ od gornjeg ruba grede: 13 mm

Sila u armaturi gornje zone: $C' = E_s \cdot \varepsilon_s' \cdot A_s' =$ -87,66 kN

-djeluje na udaljenosti d_1 od gornjeg ruba grede: 39 mm

Rezultanta tlačnih sila (C+C') djeluje na udaljenosti: 26 mm od gornjeg ruba grede

Sila u vlačnoj armaturi: $f_{yd} \cdot A_s =$ 260,87 kN

Uvjet: $\varepsilon_s' = \frac{0,0035}{x} \cdot (x - d_1) \leq \frac{f_{yd}}{E_s}$

-0,00068 ≤ 0,00207 Zadovoljava

Položaj čvorova:

h_{2-3}	535	α=	60,72 °
h_{2-4}	600	β =	41,72 °
e_{1-3}	300		

<u>Sile u tlačno-vlačnim štapovima</u>

$C_1 = \frac{F_{Ed}/2}{\sin\alpha} =$ 120 kN

$T_2 = C_1 \cdot \cos\alpha =$ 59 kN

$C_2 = \frac{T_2}{\sin\beta + \cos\beta} =$ 42 kN

$C_3 = \frac{\sin\beta}{\sin 45°} \cdot C_2 =$ 39 kN

$T_1 = C_1 \cdot \sin\alpha + C_2 \cdot \sin\beta =$ 133 kN

Dimenzioniranje:

<u>Model a)</u>

<u>Vlačni štap T1</u>

$A_{s1,rqd} = \frac{T_1}{f_{yd}} =$ 3,05 cm^2

reznost:
2

ODABRANO: 3 Φ 10

$A_{sw1,prov} =$ 4,71cm^2

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Dokaz nosivosti „bolcne“

Bolcna Ø30 se provjerava na uzdužnu reakciju od gl. krovnog nosača za potresnu kombinaciju.
Bolcna se izvodi od armaturne šipke B500B

Glavni nosač se spaja sa stupom sa bolcnom Ø25. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 50 % iznosa vertikalne sile na ležaju nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1}$=	210,0	KN			
Ned=	0,5	210,0	105,000	KN	

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika

A – površina poprečnog presjeka trna;

$Nrd=0,4xAxf_{yd}$

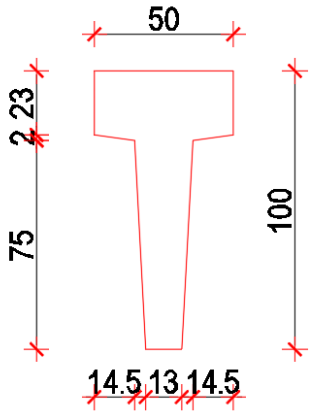
NRd=	0,4	7,065	43,5	122,9	KN

UVJET:	Ned	<	NRd			
	105,000	KN <	122,9	KN	ZADOVOLJAVA	

3.2 Glavni krovni nosač „T“oblika GN3

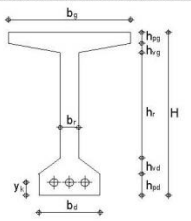
Nosač se izvodi kao adheziono prednapeti nosač „T“ poprečnog presjeka. Duljina nosaĉa iznosi 10m. Donji i gornji pojas nosaĉa je horizontalan. Visina nosača u polovini raspona iznosi 100 cm. Širina donjeg ruba hrpta iznosi 13 cm. Širina gornjeg pojasa 50 cm.
Nosači se na rubovima oslanjaju na stupove gdje se spajaju preko bolcne na kliješta stupa. Svi spojevi su nepomiĉni.
Za sve glavne nosaĉe predviđen je beton C 40/50 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Kablovi za prenaprezanje St1670/1860. Otpuštanje kablova pri čvrstoći betona C35/45.
Zaštitni slojevi betona do armature iznose ≥ 2.5 cm.
Nosaĉi su proraĉunati i tako armirani da mogu preuzeti sva vertikalna i horizontalna opterećenja koja na njih djeluju. Nosaĉ je prvenstveno dimenzioniran na “lokalne” vertikalne sile. Kako nosaĉi tvore okvir sa stupovima za prijenos horizontalnih sila, u njemu se javljaju uzdužne sile (stupovi su upeti u temelje, a njihova veza s nosaĉem je zglobna).

Poprečni presijek:



U nastavku je prikazan proračun.

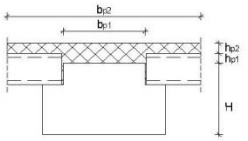
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — A-nosač



H - ukupna visina presjeka	100,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	50,0	cm	y_g - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	17,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	17,0	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	23,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	75,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	2,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	7,8	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	10,0	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_s - visina nosača u sr. raspona	100,0	cm	

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
H [cm]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_d [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
b_r [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
h_{pg} [cm]	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
h_{pd} [cm]	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
h_{vg} [cm]	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
y_d [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
y_g [cm]	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
I_{xd} [cm^4]	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7
I_x [cm^4]	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7
W_d [cm^3]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
W_g [cm^3]	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1
k_d [cm]	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
k_g [cm]	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — A-nosač



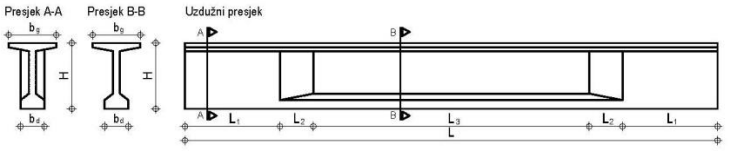
h_{p1} - visina ploče 1	0,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	0,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	50,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

y_k - položaj težišta kabela (rezultanta kablova od donjeg ruba nosača): 7,8 cm

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
H [cm]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
A_1 [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{d,1}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$y_{g,1}$ [cm]	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
$I_{xd,1}$ [cm^4]	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7	11837094,7
$I_{x,1}$ [cm^4]	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7
A_2 [cm^2]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$A_{id,2}$ [cm^2]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{d,2}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$y_{g,2}$ [cm]	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9	37,9
$I_{x,2}$ [cm^4]	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7	2234706,7
$W_{d,2}$ [cm^3]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1	58924,1
$k_{d,2}$ [cm]	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
$k_{g,2}$ [cm]	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — A-nosač



L - Ukupna duljina nosača	10,00	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	1,50	m
L_2 - Duljina dijela sužnja	0,50	m
L_3 - Duljina suženog dijela	6,00	m

4. MATERIJALI

Beton:

Klasa,izloženost:	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m³
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,t=0}$ =	-24,0	Mpa -tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,t=\infty}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,t=0}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

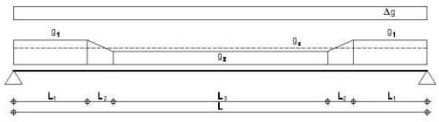
Uže:

Tip:	St 1670/1860	
$f_{p0,1k}$ =	1670,0	Mpa
f_{pk} =	1860,0	Mpa
E_k =	195000,0	MPa
$\sigma_{p0,max}$ =	1503,00	MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pot,max}$ =	1395,00	MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE — **A-nosač**

Vlastita težina (1. faza):

g_k = 6,23 kN/m'
g_k = 6,23 kN/m'
g_k = 6,23 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača

G_{tot} = 6,4 t
V_{tot} = 2,5 m³

POPREČNI RASTER: 4,50 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{ploče}$ = 1,00 kN/m² → g_R = 4,50 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 0,50 kN/m² → Δg = 2,25 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 1,20 kN/m² → q = 5,40 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
$M_{g,x}$ [kNm]	0,0	14,8	28,0	39,7	49,8	58,4	65,4	70,9	74,8	77,1	77,9
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	10,7	20,3	28,7	36,0	42,2	47,3	51,2	54,0	55,7	56,3
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	5,3	10,1	14,3	18,0	21,1	23,6	25,6	27,0	27,8	28,1
M_q [kNm]	0,0	12,8	24,3	34,4	43,2	50,6	56,7	61,4	64,8	66,8	67,5
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	60,9	115,3	163,3	205,0	240,2	269,0	291,5	307,5	317,1	320,3
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	43,7	82,7	117,2	147,0	172,3	193,0	209,1	220,6	227,5	229,8
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	39,9	75,4	106,8	134,1	157,1	176,0	190,6	201,1	207,4	209,5
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	38,5	73,0	103,4	129,8	152,1	170,3	184,5	194,6	200,7	202,8

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti; $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija; $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,1}\,M_q$
$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija; $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$

$\psi_{2,1}$ = 0,70
$\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA — **A-nosač**

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,x}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0	
Moment:	77,9	0,0	0,0	0,0	77,9 KNm

Konvencija predznaka: - tlak, + vlak

a) Donji rub (tlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $P_{t=0} \leq$ 1370,58 kN

b) Gornji rub (vlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$ $P_{t=0} \leq$ 927,57 kN

Mjerodavna sila: $P_{t=0} \leq$ 927,57 kN

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,x}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,6	
Moment:	77,9	56,3	28,1	40,5	202,8 KNm

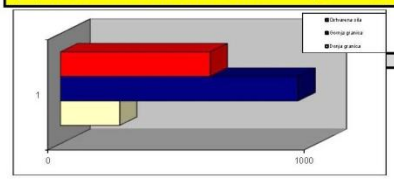
Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

a) Donji rub (vlak) $\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$ $P_{t=\infty} \geq$ 185,02 kN

b) Gornji rub (tlak) $\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$ $P_{t=\infty} \geq$ -2800,84 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{t=\infty} \geq$ 185,02 kN
$P_{t=0} \geq$ 231,28 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI 0,84 kom | RAČ.-Poče. sila po 1. užetu 208,92 KN



Promjer užeta: 0,60 inča
Površina 1 užeta: 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 3
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{pm0} = 585,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	y_k (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	60,00
red 3	0	16,80
red 2	1	11,40
red 1	2	6,00

Rezultanta užadi 7,80 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA — **A-nosač**

Pretpostavljeno proklizuće klina Δl_c = 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_c = 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{zl} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_c = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od proklizuća klina ΔP_{zl} = 0,0 KN **0,00 %**
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača !

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_z}\cdot y_{k,1}^2 =$ 4,28 $y_{k,1} =$ 54,3 cm (za fazu 1.)

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} =$ 5,65 $\sigma_{c,0} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c} =$ 1,01 KN/cm2

$\Delta P_c = \sigma_{c,0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p =$ 0,94 kN **0,16 %**

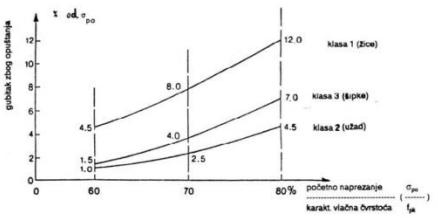
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\,f_{p0,1,t5}$ = 1455,7 MPa
$\sigma_{pe}\,/\,f_{pk}$ = 0,78 iz slike za razred 2(užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,t=1000} = 0{,}025\,\sigma_{p0}$ = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=\infty} = 3\,\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=\infty}$ = 43,88 kN **7,50 %**



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od proklizuća klina ΔP_{zl} = 0,00 kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c = 0,94 kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{rl} = 43,88 kN
Ukupni gubici = 44,82 kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 540,18 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = 7,66 %

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

A-nosač

za omjer σ_{cgo} / f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=oo

$\Delta\sigma_{pr,t=oo}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+dg}}{I_{x,1} / y_{x,1}} = 2,57 \text{ MPa} \qquad y_{x,2} = 54,3 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cgo} = -\frac{P_{t=0}}{A_i} \cdot \left(1 + \frac{A_i}{I_{x,i}} \cdot y_{x,i}^2\right) = -2,17 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e \cdot \varphi(t,t_0)(\sigma_{cg} + \sigma_{cgo})}{1 + \alpha_e \frac{A_p}{A_i}\left(1 + \frac{A_i}{I_i} y_{x,i}^2\right) \cdot [1 + 0.8 \cdot \varphi(t,t_0)]} = -147,54 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,to)}$: 2

Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{cs(t,to)}$: -0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ = -147,54 Mpa

$\Delta P_i(t) = \sigma_{p,c+s+r} \cdot A_p$ = 61,52 kN **10,517 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od prokliznuća klina ΔP_d =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	0,94	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{ai} =	43,88	kN
Padovi od puzanja i skupljanja ΔP_{pi} =	61,52	kN
Ukupni gubici sile=	**106,34**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = **478,66** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **18,18** % < 30 %

Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

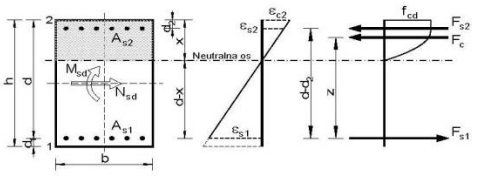
A-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{ts} =	50,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača
L =	1000,0	cm	raspon nosača
H =	100,0	cm	visina nosača na sredini raspona

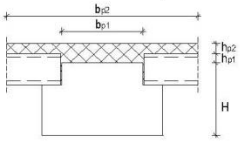
$$b_{ts} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{L}{60}\right)^2} \cdot H = 29,91 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
Armatura:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
Moment:		
$M_{sd,1}$ =	320,3	kNm
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd} * y_k$ =	60,5	kNm
N_{sd} =	478,7	kN
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,13	m
$e_a = y_{a2} - y_a$ =	0,57	m
$e_u = e + e_a$ =	0,70	m
$M_{sda} = N_{sd} * e_u$ =	333,69	kNm



ε_{s1} =	5,0	
$\mu_{sd,lim}$ =	0,235	
$M_{Rd,lim}$ =	2927,8	
x/d=	0,12	

H_u - ukupna visina presjeka	100,0	cm
b_{tnc} - min. širina gornjeg pojasa	50,0	cm
d_1 - udaljenost težišta armature	5,0	cm
d - statička visina presjeka	95,0	cm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sds}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,028$$

ξ =	0,123	
x =	11,69	cm
ζ =	0,959	
ε_{c2} =	0,7	‰

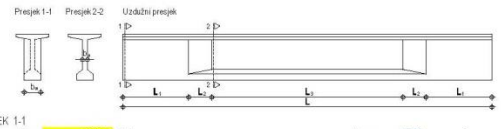
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = -2,91 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 2 Ø 14 3,08 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

A-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	128,12	kN
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²
ρ_l =	0,00124	
k =	1,00	
b_w =	17,0	cm
ν =	0,50	

$$V_{Rd1} = \left[\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l)\right] \cdot b_w \cdot d = 82,73 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z = 969,00 \text{ kN}$$

A_{s2} =	10,00	cm²
V_{sd}/V_{Rd2} =	0,132	
$s_{w,min}$ =	30,0	cm
ρ_{min} =	0,0013	

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m} = 0,3315 \text{ cm}^2$$

$\varnothing_{odab}$	8,0	0,50 cm²
$s_{w,odab}$	15,0	cm
reznost	2,0	cm

$$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w} = 249,14 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 391,87 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,192	kN/cm²
$\sigma_{cp,eff}$ =	0,018	kN/cm²
V_{sd} =	76,87	kN
b_w =	17,0	cm

$$V_{Rd1} = \left[\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d = 129,26 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z = 969,00 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2,red} = 1.67 \cdot V_{Rd\,2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp,ef}}{f_{cd}}\right) = 969,00 \text{ kN}$$

$\varnothing_{odab}$	8,0	0,50 cm²
$s_{w,odab}$	20,0	cm
reznost	2,0	cm

$$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w} = 186,86 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 316,12 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE — **A-nosač**

$M_{sd,r1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednaprezanja; $M_{sd,r1} = (M_{gz})$

$M_{sd,r2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{sd,r2} = (M_{g,z} + M_{g,p} + M_{dg}) + \psi M_q$ $\psi = 0,60$

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
M_{gz}	0,0	14,8	28,0	39,7	49,8	58,4	65,4	70,9	74,8	77,1	77,9
$M_{g,p}$	0,0	10,7	20,3	28,7	36,0	42,2	47,3	51,2	54,0	55,7	56,3
M_{dg}	0,0	5,3	10,1	14,3	18,0	21,1	23,6	25,6	27,0	27,8	28,1
M_q	0,0	12,8	24,3	34,4	43,2	50,6	56,7	61,4	64,8	66,8	67,5
$M_{sd,r1}$	0,0	14,8	28,0	39,7	49,8	58,4	65,4	70,9	74,8	77,1	77,9
$M_{sd,r2}$	0,0	38,5	73,0	103,4	129,8	152,1	170,3	184,5	194,8	200,7	202,9

Broj i raspored kablova po dužini nosača — Anulirati učinak prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton

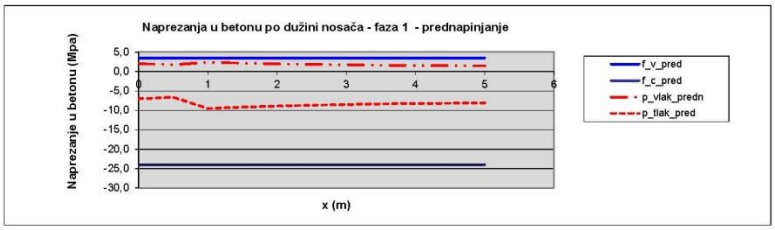
x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	UPORNJAK y/k (cm)
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11,40
RED 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6,00
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	
n (kom)	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
P_{inic} (KN)	390,0	390,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	

1. FAZA

x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
A_1 [cm²]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{g,1}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$W_{d,1}$ [cm³]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
$W_{g,1}$ [cm³]	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1
P_{pvc} [kN]	390,0	390,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0
Rezultanta	6,0	6,0	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
P_{ins} [kN]	360,1	360,1	540,2	540,2	540,2	540,2	540,2	540,2	540,2	540,2	540,2
σ_g [Mpa]	2,0	1,7	2,3	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5
σ_d [Mpa]	-7,1	-6,6	-9,5	-9,2	-8,9	-8,7	-8,5	-8,3	-8,2	-8,2	-8,1

$\sigma_{c,max,t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



A-nosač

2. FAZA

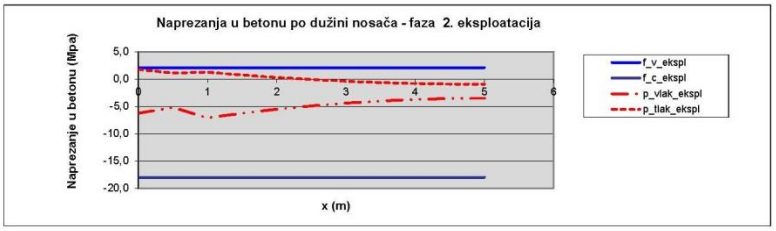
x	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
A_{i+2} [cm²]	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0	2492,0
$y_{g,2}$ [cm]	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
$W_{d,2}$ [cm³]	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2	36000,2
$W_{g,2}$ [cm³]	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1	59924,1
Rezultanta	6,0	6,0	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
$P_{t=\infty}$ [kN]	319,1	319,1	478,7	478,7	478,7	478,7	478,7	478,7	478,7	478,7	478,7
σ_g [Mpa]	-0,2	-0,6	-1,1	-1,4	-1,7	-1,9	-2,1	-2,2	-2,4	-2,4	-2,4
σ_{gp} [Mpa]	1,8	1,1	1,2	0,7	0,3	-0,1	-0,4	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0
σ_d [Mpa]	-6,3	-5,2	-7,1	-6,3	-5,5	-4,9	-4,4	-4,0	-3,7	-3,6	-3,5

$\sigma_{c,max,t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

$\sigma_{t,max,t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

	1. FAZA	2. FAZA
Donji rub:	$\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k-1}}{W_{d-1}} + \frac{M_{sd,r1}}{W_{d-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$	$\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k-2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,r2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$
Gornji rub:	$\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,r1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$	$\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,r2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak



17. KONTROLA PROGIBA

A-nosač

1. Pri prednaprezanju

$P_{t=0}$ = 540,2 kN
$M_{Sd,f1}$ = 77,9 kNm
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 2234706,7 cm^4
y_{k-1} = 54,3 cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{Sd,f1}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}} = -0,29 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

$P_{t=0}$ = 540,2 kN
$M_{Sd,f}$ = 134,1 kNm
$\varphi_{(t,t=0)}$ = 2,0
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 2234706,7 cm^4
y_{k-1} = 54,3 cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{Sd,f}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}} = -0,21 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 478,7 kN
$M_{Sd,f2}$ = 202,8 kNm
$\varphi_{(t,t=0)}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 2234706,7 cm^4
y_{k-2} = 54,3 cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{Sd,f2}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}} = -0,08 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 478,7 kN
$M_{Sd,f}$ = 209,5 kNm
$\varphi_{(t,t=0)}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 2234706,7 cm^4
y_{k-2} = 54,3 cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{Sd,f}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}} = -0,07 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukupf.} = -0,28$ cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} = 3,33$ cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} = 2,00$ cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA

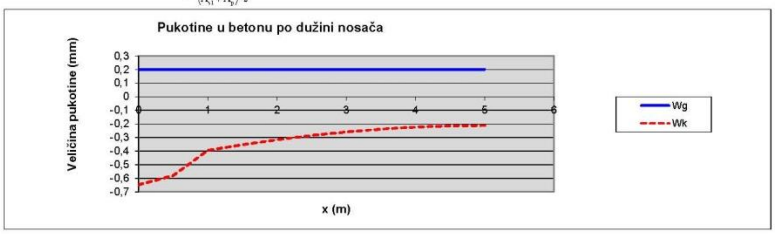
A-nosač

x (cm)	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	
$M_{Sd,f2}$ (kNm)	0,0	36,5	73,0	103,4	129,8	152,1	170,3	184,5	194,8	200,7	202,8	
b_w (cm)	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	
A_{s1} (cm^2)	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	
A_p (cm^2)	2,78	2,78	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	
σ_s (MPa)	-817,0	-737,8	-539,0	-488,4	-444,6	-407,5	-377,2	-353,6	-336,7	-326,6	-323,3	
Mcr (kNm)	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	
σ_{cr} (MPa)	259,2	259,2	209,5	209,5	209,5	209,5	209,5	209,5	209,5	209,5	209,5	
ζ_β	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	
ε_{sm}	-0,0040316	-0,0036083	-0,0026075	-0,0023320	-0,0020903	-0,0019028	-0,0017106	-0,0015747	-0,0014763	-0,0014167	-0,0013967	
ρ_r	0,05124	0,05124	0,05875	0,05875	0,05875	0,05875	0,05875	0,05875	0,05875	0,05875	0,05875	
s_m (mm)	91,0	91,0	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	
w_k (mm)	0,649	0,590	0,395	0,354	0,317	0,285	0,259	0,239	0,224	0,215	0,212	< wg=0.2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 0.75 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_s = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,f2}/z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)} \qquad s_m = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\Phi}{\rho_r}$$

$$\rho_r = (A_s + A_p \cdot \xi_0)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_g} \qquad w_k = \beta \cdot k_3 \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot 1.04 \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \le w_k = 0.2\text{mm}$$

$$\xi_0 = 0.5 \cdot \frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{cr} = \frac{f_{ctm} \cdot W_y}{(A_{s1} + A_p) \cdot z}$$



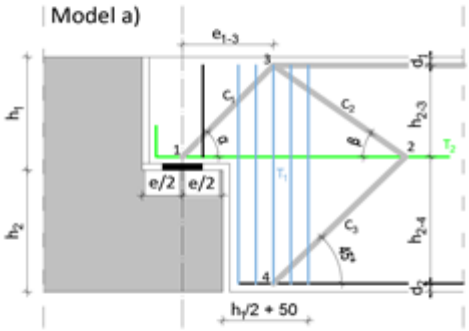
1.1.1.3 *Proračun oslonca*

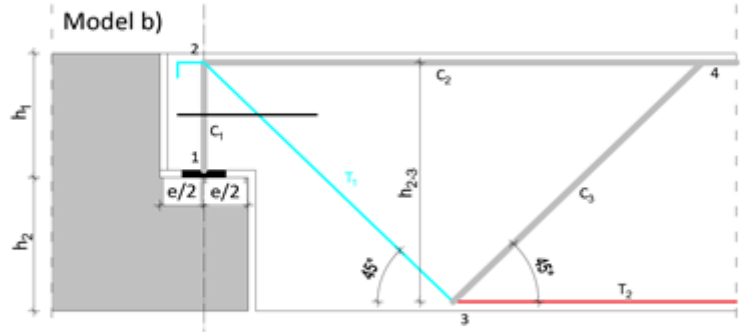
DIMENZIONIRANJE UPUŠTENE GREDE

Geometrijske karakteristike grede

H=	1200	[mm]
B=	500	[mm]
h_1=	600	[mm]
e=	250	[mm]
c=	25	[mm]
ϕ_1 =	14	[mm]
d_1=	39	[mm]
ϕ_2 =	12	[mm]
d_2 =	37	[mm]
A_{s2} =	600	[mm^2] armatura donje zone
A_{s1} =	616	[mm^2] armatura gornje zone

Proračun se provodi za dva različita modela tlačno-vlačnih štapova, a) i b).





Proračunske vrijednosti poprečne sile (reakcije):

F_{Ed} =	210	[kN]
$F_{Ed}/2$ =	105	[kN]

Za svaki model, a) i b), u proračunu se uzima se pola vrijednosti opterećenja $(F_{Ed}/2)$

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

γs=	1,15
γc=	1,5

Materijal:

Beton:	C40/50	fck=	40,00	[N/mm^2]	→	4,00 [kN/cm^2]
		fck,cube=	50,00	[N/mm^2]	→	5,00 [kN/cm^2]
		fctm=	3,50	[N/mm^2]	→	0,35 [kN/cm^2]
		fcd=	26,67	[N/mm^2]	→	2,667 [kN/cm^2]
Čelik:	B500B	fyk=	500,00	[N/mm^2]	→	50,00 [kN/cm^2]
		fyd=	434,78	[N/mm^2]	→	43,478 [kN/cm^2]

Model a)

Iz jednadžbe ravnoteže slijedi:

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} + E_s \cdot \varepsilon_s' \cdot A_s' = f_{yd} \cdot A_{s1} \qquad \varepsilon_s' = \frac{0,0035}{x} \cdot (x - d_1)$$

x = 33 mm udaljenost neutralne osi od tlačnog ruba

Tlačna sila u betonu: $C = 0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} =$ 348,52 kN

-djeluje na udaljenosti $\sim 0,4 \cdot x$ od gornjeg ruba grede: 13 mm

Sila u armaturi gornje zone: $C' = E_s \cdot \varepsilon_s' \cdot A_s' =$ -87,66 kN

-djeluje na udaljenosti d_1 od gornjeg ruba grede: 39 mm

Rezultanta tlačnih sila (C+C') djeluje na udaljenosti: 26 mm od gornjeg ruba grede

Sila u vlačnoj armaturi: $f_{yd} \cdot A_s =$ 260,87 kN

Uvjet: $\varepsilon_s' = \frac{0,0035}{x} \cdot (x - d_1) \leq \frac{f_{yd}}{E_s}$

-0,00068 ≤ 0,00207 Zadovoljava

Položaj čvorova:

h_{2-3}	535	α =	60,72 °
h_{2-4}	600	β =	41,72 °
e_{1-3}	300		

<u>Sile u tlačno-vlačnim štapovima</u>

$$C_1 = \frac{F_{Ed}/2}{\sin\alpha} = 120 \text{ kN}$$

$$T_2 = C_1 \cdot \cos\alpha = 59 \text{ kN}$$

$$C_2 = \frac{T_2}{\sin\beta + \cos\beta} = 42 \text{ kN}$$

$$C_3 = \frac{\sin\beta}{\sin 45°} \cdot C_2 = 39 \text{ kN}$$

$$T_1 = C_1 \cdot \sin\alpha + C_2 \cdot \sin\beta = 133 \text{ kN}$$

Dimenzioniranje:

<u>Model a)</u>

<u>Vlačni štap T_1</u>

$$A_{s1,rqd} = \frac{T_1}{f_{yd}} = 3,05 \text{ cm}^2$$

reznost:
2

ODABRANO: 3 Φ 10

$A_{sw1,prov}$ = 4,71cm^2

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Dokaz nosivosti „bolcne“

Bolcna Ø30 se provjerava na uzdužnu reakciju od gl. krovnog nosača za potresnu kombinaciju.
Bolcna se izvodi od armaturne šipke B500B

Glavni nosač se spaja sa stupom sa bolcnom Ø25. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 50 % iznosa vertikalne sile na ležaju nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1}$=	210,0	KN			
Ned=	0,5	210,0	105,000	KN	

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika

A – površina poprečnog presjeka trna;

$Nrd=0,4xAxf_{yd}$

NRd=	0,4	7,065	43,5	122,9	KN

UVJET:	Ned	<	NRd			
	105,000	KN <	122,9	KN	ZADOVOLJAVA	

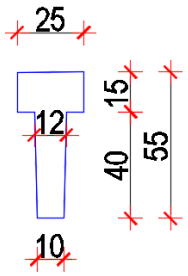
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

1.2 Sekundarni nosač-podrožnice „T“ oblika -N1-N5

Predviđene su armiranobetonske montažne podrožnice T poprečnog presjeka. Podrožnice su ukupnih duljina i to : N1(l=8,9 m), N2(l=8,56 m), N3(l=8,06 m), N4(l=7,25 m), N5(l=6,46 m), . Visina podrožnica je 55 cm, širine gornjeg pojasa 25 cm i debljine pojasa 15 cm.
Širina hrpta na dnu je 10 cm, a na vrhu je 15 cm.
Podrožnice se oslanjaju na glavne nosače samo preko gornjeg pojasa. Nalijeganje na gornji pojas glavnih nosača je u duljini cca 23 cm. Podrožnice se nalaze na razmaku cca 2.54 m.
Za sve podrožnice predviđen je beton C 30/37 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Zaštitni slojevi betona do armature iznose 2.0-3.0 cm.
Svi spojevi podroţnica s krovnim nosačima su zglobno-nepomični (fiksni). Vezivanje podrožnica na krovne nosače vrši se pomoću ugrađene armature i trna, s naknadnim monolitiziranjem cementnim mortom.
Osim direktnog prijenosa opterećenja krovnog lima, podrožnice preraspodjeljuju horizontalne sile u ravnini krova između glavnih krovnih nosača.
Podrožnice su proračunate i tako armirane da mogu preuzeti sva opterećenja okomito na ravninu krova, kao i sva opterećenja u njegovoj ravnini.

Poprečni presijek:

A=0,0815m2
V=0,78 m3

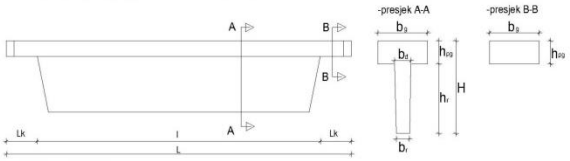


U nastavku je prikazan proračun za nosače duljina 8,9 m, 7,25 m i 6,46 m kao mjerodavne za proračun.

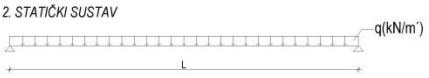
Sekundarni nosač-podrožnice „T“ oblika -N1 i N2

PRORAČUN T -nosača N1 i N2 L=8,9 m, raster 2,6 m

1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA



2. STATIČKI SUSTAV



L - ukupna duljina nosača	890,0	cm
Hmax-visina presj. u sredini	55,0	cm
bg - širina gornjeg pojasa	25,0	cm
bd - širina rebra gore	12,0	cm
br - širina rebra dole	10,0	cm
hpg - visina gornjeg pojasa	15,0	cm
d1-zaštitni sloj	3	cm
d-udaljenost dna od težišta zategnute armat.	6	cm

Geometrijske karakteristike presjeka

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	400,50	445,00
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
b_g (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_d (cm)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
b_r (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{pg} (cm)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
h_{rg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hr (cm)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
A (cm^2)	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0
y_d (cm)	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
y_g (cm)	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
I_{xd} (cm^4)	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453
I_x (cm^4)	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033

A - površina poprečnog presjeka
y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
I_x - moment inercije s obzirom na težište
x - udaljenost presjeka od kraja nosača

3. GRADIVA

Beton:		Armatura:		Koficijenti sigurnosti - mat:	
Klasa:	C30/37	Tip:	B 500B	γ_c =	1,50
f_{ck} =	30 Mpa	f_{yk} =	500 Mpa	γ_s =	1,15
f_{cd} =	20,0 Mpa	f_{yd} =	434,8 Mpa		
f_{ctd} =	0,34 Mpa	E_s =	200000,0 MPa	Koficijenti sigurnosti - opt:	
f_{ctm} =	2,89 Mpa			γ_g =	1,35
E_c =	31900,0 MPa			γ_q =	1,50
γ_{con} =	25 kN/m³				

4. REZNE SILE PO DUŽINI NOSAČA

ANALIZA OPTEREĆENJA:

POPREČNI RASTER: 2,60 m

g	2,0	2,04	2,04	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
gsr		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Δx		0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445
A (cm^2)	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0
G		0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907

g - vlastita težina	2,04	kN/m'
Δg-stalno opterećenje	0,30	kN/m2
p-korisno opterećenje	1,50	kN/m2
Δg=	0,78	kN/m'
p=	0,80	kN/m'

qsd=1.35*g + 1.5*p

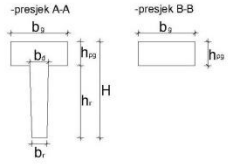
qsd= 9,65 kN/m'

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	400,50	445,00
Mg+Δg	0,00	5,30	10,04	14,23	17,85	20,92	23,43	25,39	26,78	27,62	27,90
$M_{sd,1}$	0,0	18,2	34,4	48,7	61,2	71,7	80,3	87,0	91,8	94,6	95,58
$M_{sd,2}$	0,0	6,8	12,9	18,3	22,9	26,9	30,1	32,6	34,4	35,5	35,82
$V_{g+\Delta g}$	12,54	11,28	10,03	8,78	7,52	6,27	5,02	3,76	2,51	1,25	0,00
$V_{sd,1}$	43,0	38,7	34,4	30,1	25,8	21,5	17,2	12,9	8,6	4,3	0,0
$V_{sd,2}$	16,1	14,5	12,9	11,3	9,7	8,0	6,4	4,8	3,2	1,6	0,0

$M_{Sd,1}$- Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe
$V_{Sd,1}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja nosivosti
$V_{Sd,2}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja uporabe

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

5. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA SAVIJANJA



$$\mu_{sd} = \frac{M_{Sd,1}}{b\,d^2\,f_{cd}}$$

$$\mu^*_{sds} = 0.159; \quad \zeta \approx 0.900 \quad \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3.5/10.0\,‰$$

$$M_{Rd,maxc} = \mu^*_{sds}\,b\,d^2\,f_{cd} = 0.159 \cdot b\,d^2\,f_{cd}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Sd,1}}{\zeta\,d\,f_{yd}}$$

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	400,50	445,00
$M_{Sd,1}$ (kNm)	0,0	18,2	34,4	48,7	61,2	71,7	80,3	87,0	91,8	94,6	95,6
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
$M_{Rd,c}$ (kNm)	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9
x_{ism}	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69
A_{s1} (cm^2)	0,00	0,95	1,79	2,54	3,19	3,74	4,19	4,54	4,79	4,94	4,99
Odabrano	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18	Ø18
broj kom.	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
A_{s1} (cm^2)	2,54	2,54	2,54	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09

6. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA POPREČNU SILU

$$V_{Rd,1} = \left[\tau_{Rd} \cdot k \cdot \left(1.2 + 40 \cdot \rho_l + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\right)\right] \cdot b_w \cdot d =$$

$$\nu = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0.5$$

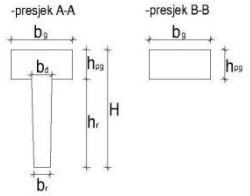
$$V_{Rd,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \approx 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$

VRd1 - računska nosivost na poprečne sile
VRd2 - nosivost tlačnih betonskih dijagonala

k≤1 korekcijski faktor
ρ<0.02 koeficijent armiranja uzdužnom arm.
VSd<VRd1 potrebna konstruktivna armatura

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	400,50	445,00
V_{Sd} (kN)	43,0	38,7	34,4	30,1	25,8	21,5	17,2	12,9	8,6	4,3	0,0
br (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
k	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
ρ_l	0,0031	0,0031	0,0031	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062
$V_{Rd,1}$ (kN)	24,50	24,50	24,50	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81
ν	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
$V_{Rd,2}$ (kN)	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55
$V_{wd,pot}$ (kN)	18,46	14,16	9,87	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odabrano	Ø8/10	Ø8/10	Ø8/15	Ø8/15	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25
Profil (mm	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
s_w (cm)	10,0	10,0	15,0	15,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$V_{wd,rac}$ (kN)	192,76	192,76	128,50	128,50	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10



$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \zeta = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$x = \frac{n \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_{s1}}}\right)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{sd}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_g}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

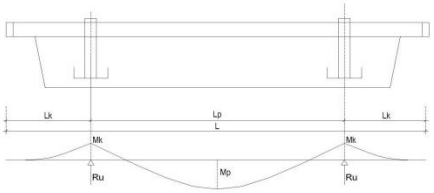
$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \leq w_g = 0.3\text{mm}$$

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	445,00
M_{Sd2} (kNm	0,0	6,8	12,9	18,3	22,9	26,9	30,1	32,6	34,4	35,8
br (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds(cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
A_{s1} (cm^2)	2,54	2,54	2,54	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	11,0	11,0	11,0	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8
σ_s (MPa)	0,0	59,0	111,8	81,4	102,2	119,8	134,1	145,3	153,3	159,7
Mcr (kNm)	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
σ_{sr} (MPa)	161,1	161,1	161,1	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
ζ	1,000	-2,7	0,0	0,5	1	1	1	1	1	0,9
ε_{sm}	0,0000000	-0,0008045	-0,0000214	0,0001965	0,0003431	0,0004556	0,0005428	0,0006085	0,0006546	0,0006910
ρ_r	0,01696	0,01696	0,01696	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393
s_{rm} (mm)	97,2	97,2	97,2	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6
w_k (mm)	0,000	-0,133	-0,004	0,025	0,043	0,057	0,068	0,076	0,082	0,086

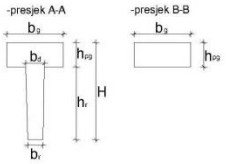
< wg=0.3mm

8. PRORAČUN KUKA ZA DIZANJE NOSAČA



Lk =	150,0	cm	Koeficijent sigurnosti :	5,0	
Lp =	590,0	cm	f_{ypk} =	1302,0	Mpa
Mk =	11,46	kNm	$A_k = Ru / f_{ypk}$ =	0,35	cm^2
Mp =	32,87	kNm	Odabrano	Φ0.6"	1,39 cm^2
Ru =	45,33	kN		m=2	

9. KONTROLA PROGIBA NOSAČA



Postupak Bransona:

$$I'_k = I_{id} - (I_{id} - I'_{id})\left[1 - \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{sd,2} \cdot l^2}{I'_k \cdot E_c}$$

$$E_{c,\varphi} = \frac{E_c}{1+\varphi}$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \left(\frac{A_{s2}}{A_{s1}}\right)$$

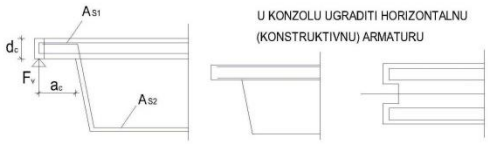
$$f_d = K_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

$$f_u = f_k + f_d$$

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	445,00	445,00
$M_{sd,2}$ (kNm	0,0	6,8	12,9	18,3	22,9	26,9	30,1	32,6	34,4	35,8	35,8
$M_{g+\Delta g}$ (kNm)	0,0	5,3	10,0	14,2	17,9	20,9	23,4	25,4	26,8	27,6	27,9
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
A_{s1} (cm^2)	2,54	2,54	2,54	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09
A_{s2} (cm^2)	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	7,3	7,3	7,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
σ_s (MPa)	0,0	57,4	108,8	78,6	98,6	115,6	129,4	140,2	147,9	154,1	154,1
Mcr (kNm	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
σ_{sr} (MPa)	156,8	156,8	156,8	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
$I_{id,c}$ (cm^4)	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7
I_{id} (cm^4)	230918,9	230918,9	230918,9	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6
I'_{id} (cm^4)	81264,7	81264,7	81264,7	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0
I'_k (cm^4)	230918,9	230918,9	230918,9	242531,6	195336,1	170763,6	157413,6	149650,8	145114,4	141964,5	141964,5

			Dozvoljeni progib (L/250):	3,56	cm
			Kratkotrajni progib f_k:	0,65	cm
Koeficijent puzanja φ:	2,0		K_r:	0,45	
Modul elastičnosti betona:	31900,0	MPa	Dugotrajni progib f_d:	0,59	cm
			Ukupni progib $f_u = f_k + f_d$:	1,24	cm

10. PRORAČUN KRATKE KONZOLE



Fv:	43,0 kN		ac:	26,0 cm
MSds:	11,17 kNm		dc:	15,0 cm
z:	12 cm			
As1:	2,14 cm2			
odabrano:	Ø12	3,39 cm2		
broj kom.:	3			

$$A_{S1} = \frac{M_{sds}}{z \cdot f_{yd}}$$

)NTROLA NOSIVOSTI TLAČNOG ŠTAPA:

tg α =0,8·dc/ac :	0,46	→	α:	25°	→cosα= 0,908
FSdc=Fsds/cosα	102,51 kN		c:	3 cm	

fcd·c·b = 150,00 kN > 102,51 kN

As2:	0,99 cm2		
odabrano:	Ø12	2,26 cm2	
broj kom.:	2		

$$A_{S2} = \frac{V_{sd}}{f_{y,wd}}$$

11. PRORAČUN TRNA ZA SPOJ S GLAVNIM NOSAČEM

Dva sekundarna nosača se spaja sa glavnim nosačem trnom Ø20 na glavnom nosaču i ankerom fi 12 na sekundarnom nosaču. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u sekundarnom nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 25 % iznosa vertikalne sile na ležaju sekundarnog nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1}$=	43,0	x2 kom	85,92	KN
Ned=	0,25	85,9	21,479	KN

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika
A – površina poprečnog presjeka trna;
Nrd=0,4xAxf_{yd}

NRd=	0,4	3,140	43,478	54,6	KN

UVJET: Ned < NRd
21,479 KN < 54,6 KN ZADOVOLJAVA

Dokaz nosivosti ankera na posmik

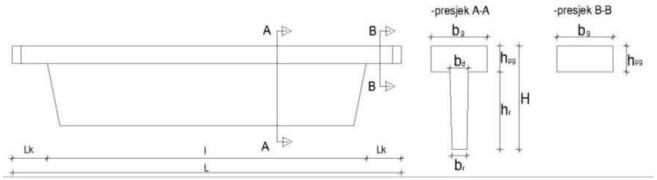
Anker	dvosječno	2fi 12	3,08 cm2		
$V_{Sd,1}$=	43,0	x2 kom	85,92	KN	
Ned=	0,25	85,9	21,479	KN	
NRd=	0,4	2,260	43,478	39,3	KN

UVJET: Ned < NRd
21,479 KN < 39,3 KN ZADOVOLJAVA

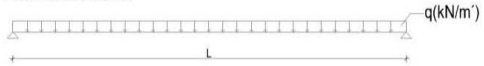
Sekundarni nosač-podrožnice „T“ oblika –N3 i N4

PRORAČUN T -nosača N3 L=8,09 m, raster 2,6 m

1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA



2. STATIČKI SUSTAV



L - ukupna duljina nosača	809,0	cm
Hmax-visina presj. u sredini	55,0	cm
bg - širina gornjeg pojasa	25,0	cm
bd - širina rebra gore	12,0	cm
br - širina rebra dole	10,0	cm
hpg - visina gornjeg pojasa	15,0	cm
d1-zaštitni sloj	3	cm
d-udaljenost dna od težišta zategnute armat.	6	cm

Geometrijske karakteristike presjeka

x (cm)	0,00	40,45	80,90	121,35	161,80	202,25	242,70	283,15	323,60	364,05	404,50
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
b_g (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_d (cm)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
b_r (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{pg} (cm)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
h_{vg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hr (cm)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
A (cm^2)	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0
y_d (cm)	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
y_g (cm)	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
I_{xd} (cm^4)	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453
I_x (cm^4)	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033

A - površina poprečnog presjeka
y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
I_x - moment inercije s obzirom na težište
x - udaljenost presjeka od kraja nosača

3. GRADIVA

Beton:
Klasa: C30/37
f_{ck} = 30 Mpa
f_{cd} = 20,0 Mpa
f_{ctd} = 0,34 Mpa
f_{ctm} = 2,89 Mpa
E_c = 31900,0 MPa
γ_{con} = 25 kN/m³

Armatura:
Tip: B 500B
f_{yk} = 500 Mpa
f_{yd} = 434,8 Mpa
E_s = 200000,0 MPa

Koficijenti sigurnosti - mat:
γ_c = 1,50
γ_s = 1,15

Koficijenti sigurnosti - opt:
γ_g = 1,35
γ_q = 1,50

4. REZNE SILE PO DUŽINI NOSAČA

ANALIZA OPTEREĆENJA:

POPREČNI RASTER: 2,60 m

g	2,0	2,04	2,04	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
gsr		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Δx		0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405
A (cm²)	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0
G		0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824	0,824

g - vlastita težina: 2,04 kN/m'
Δg-stalno opterećenje: 0,30 kN/m2
p-korisno opterećenje: 1,50 kN/m2
Δg= 0,75 kN/m'
p= 0,80 kN/m'

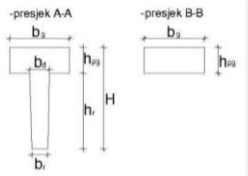
$q_{sd}=1.35*g+1.5*p$

q_{sd}= 9,65 kN/m'

x (cm)	**0,00**	**40,45**	**80,90**	**121,35**	**161,80**	**202,25**	**242,70**	**283,15**	**323,60**	**364,05**	**404,50**
Mg+Δg	0,00	4,38	8,30	11,76	14,75	17,29	19,36	20,98	22,13	22,82	23,05
$M_{Sd,1}$	0,0	15,0	28,4	40,3	50,5	59,2	66,3	71,9	75,8	78,2	78,98
$M_{Sd,2}$	0,0	5,6	10,7	15,1	18,9	22,2	24,9	26,9	28,4	29,3	29,59
$V_{g+\Delta g}$	11,40	10,26	9,12	7,98	6,84	5,70	4,56	3,42	2,28	1,14	0,00
$V_{Sd,1}$	39,0	35,1	31,2	27,3	23,4	19,5	15,6	11,7	7,8	3,9	0,0
$V_{sd,2}$	14,6	13,2	11,7	10,2	8,8	7,3	5,9	4,4	2,9	1,5	0,0

$M_{Sd,1}$- Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe
$V_{Sd,1}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja nosivosti
$V_{Sd,2}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja uporabe

5. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA SAVIJANJA



$$\mu_{sd}=\frac{M_{Sd,1}}{b\,d^2\,f_{cd}}$$

$$\mu^*_{sds}=0.159;\quad \zeta\approx 0.900\quad \varepsilon_c/\varepsilon_s=3.5/10.0\,‰$$

$$M_{Rd,max\,c}=\mu^*_{sds}\,b\,d^2\,f_{cd}=0.159\cdot b\,d^2\,f_{cd}$$

$$A_{s1}=\frac{M_{Sd,1}}{\zeta\,d\,f_{yd}}$$

x (cm)	**0,00**	**40,45**	**80,90**	**121,35**	**161,80**	**202,25**	**242,70**	**283,15**	**323,60**	**364,05**	**404,50**
$M_{Sd,1}$ (kNm)	0,0	15,0	28,4	40,3	50,5	59,2	66,3	71,9	75,8	78,2	79,0
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
$M_{Rd,s}$ (kNm)	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9
x_{fim}	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69
A_{s1} (cm²)	0,00	0,78	1,48	2,10	2,64	3,09	3,46	3,75	3,95	4,08	4,12
Odabrano	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**	**Ø18**
broj kom.	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**
A_{s1} (cm²)	2,54	2,54	2,54	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09

6. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA POPREČNU SILU

$$V_{Rd1}=\left[\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l+0.15\cdot\sigma_{cp})\right]\cdot b_w\cdot d=$$

$$\nu=0.7-\frac{f_{ck}}{200}\geq 0.5$$

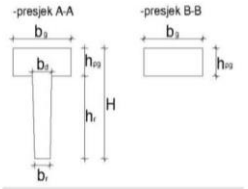
$$V_{Rd2}=0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z\approx 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot 0.9\cdot d$$

$$V_{wd}=\frac{m\cdot A_{sw}\cdot f_{yw,d}\cdot z}{s_w}$$

VRd1 - računska nosivost na poprečne sile
VRd2 - nosivost tlačnih betonskih dijagonala

ks≤1 korekcijski faktor
ρ<0,02 koeficijent armiranja uzdužnom arm.
VSd<VRd1 potrebna konstruktivna armatura

x (cm)	**0,00**	**40,45**	**80,90**	**121,35**	**161,80**	**202,25**	**242,70**	**283,15**	**323,60**	**364,05**	**404,50**
V_{Sd} (kN)	39,0	35,1	31,2	27,3	23,4	19,5	15,6	11,7	7,8	3,9	0,0
br (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
k	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
ρ_l	0,0031	0,0031	0,0031	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062
$V_{Rd,1}$ (kN)	24,50	24,50	24,50	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81	26,81
ν	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
$V_{Rd,2}$ (kN)	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55
$V_{wd,pot}$ (kN)	14,55	10,64	6,74	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odabrano	**Ø8/10**	**Ø8/10**	**Ø8/15**	**Ø8/16**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**
Profil (mm)	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
s_w (cm)	10,0	10,0	15,0	15,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$V_{wd,rac}$ (kN)	192,76	192,76	128,50	128,50	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10



$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \varsigma = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$x = \frac{n \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_{s1}}}\right)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{sd}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_g}{y_g}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

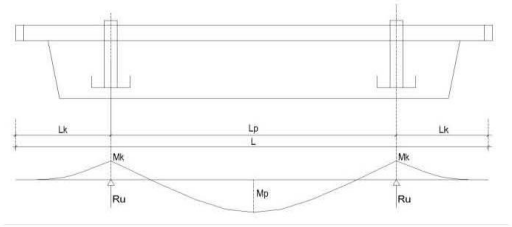
$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \le w_g = 0.3mm$$

x (cm)	0,00	40,45	80,90	121,35	161,80	202,25	242,70	283,15	323,60	404,50
$M_{sd,g}$ (kNm	0,0	5,6	10,7	15,1	18,9	22,2	24,9	26,9	28,4	29,6
br (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds(cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
A_{s1} (cm^2)	2,54	2,54	2,54	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	11,0	11,0	11,0	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8
σ_s (MPa)	0,0	48,7	92,4	67,3	84,4	99,0	110,8	120,1	126,7	131,9
Mcr (kNm)	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
σ_{sr} (MPa)	161,1	161,1	161,1	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
ζ	1,000	-4,5	-0,5	0,2	1	1	1	1	1	0,8
ε_{sm}	0,0000000	-0,0010869	-0,0002405	0,0000815	0,0002191	0,0003214	0,0003994	0,0004574	0,0004979	0,0005297
ρ_r	0,01696	0,01696	0,01696	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393	0,03393
s_{rm} (mm)	97,2	97,2	97,2	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6	73,6
w_k (mm)	0,000	-0,180	-0,040	0,010	0,027	0,040	0,050	0,057	0,062	0,066

< wg=0.3mm

8. PRORAČUN KUKA ZA DIZANJE NOSAČA



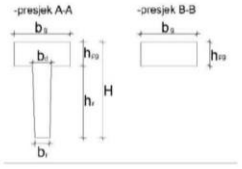
Lk = 150,0 cm
Lp = 509,0 cm

Mk = 11,46 kNm
Mp = 21,53 kNm
Ru = 41,21 kN

Koeficijent sigurnosti : 5,0

f_{pk} = 1302,0 Mpa
$A_k = Ru / f_{pk}$ = 0,32 cm^2
Odabrano Φ0.6" 1,39 cm^2
m=2

9. KONTROLA PROGIBA NOSAČA



Postupak Bransona:

$$I'_k = I_{id} - (I_{id} - I'_{id})\left[1 - \left(\frac{\sigma_{gr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{sd,2} \cdot l^2}{I'_k \cdot E_c}$$

$$E_{c,\varphi} = \frac{E_c}{1+\varphi}$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \left(\frac{A_{s2}}{A_{s1}}\right)$$

$$f_d = K_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

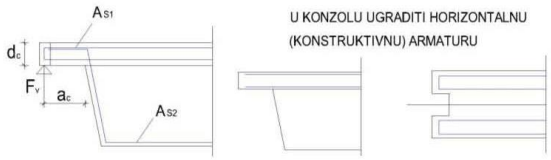
$$f_u = f_k + f_d$$

x (cm)	0,00	40,45	80,90	121,35	161,80	202,25	242,70	283,15	323,60	404,50	404,50
$M_{Sd,2}$ (kNm)	0,0	5,6	10,7	15,1	18,9	22,2	24,9	26,9	28,4	29,6	29,6
M_{q+dg} (kNm)	0,0	4,4	8,3	11,8	14,8	17,3	19,4	21,0	22,1	22,8	23,1
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
A_{s1} (cm^2)	2,54	2,54	2,54	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09	5,09
A_{s2} (cm^2)	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	7,3	7,3	7,3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
σ_s (MPa)	0,0	47,5	89,9	64,9	81,5	95,5	106,9	115,9	122,2	127,3	127,3
Mcr (kNm)	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
σ_{sr} (MPa)	156,8	156,8	156,8	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9	79,9
$I_{id,c}$ (cm^4)	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7
I_{id} (cm^4)	230918,9	230918,9	230918,9	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6	242531,6
I'_{id} (cm^4)	81264,7	81264,7	81264,7	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0	104937,0
I'_k (cm^4)	230918,9	230918,9	230918,9	242531,6	237349,8	201357,0	181802,5	170431,8	163787,1	159173,3	159173,3

Koeficijent puzanja φ: 2,0
Modul elastičnosti betona: 31900,0 MPa

Dozvoljeni progib (L/250):	3,24	cm
Kratkotrajni progib f_k	0,40	cm
K_r	0,45	
Dugotrajni progib f_d	0,36	cm
Ukupni progib $f_u=f_k+f_d$	0,76	cm

10. PRORAČUN KRATKE KONZOLE



Fv:	39,0 kN		ac:	26,0 cm
MSds:	10,15 kNm		dc:	15,0 cm
z:	12 cm			
As1:	1,95 cm2			
odabrano:	Ø12	3,39 cm2		
broj kom.:	3			

$$A_{S1} = \frac{M_{sds}}{z \cdot f_{yd}}$$

KONTROLA NOSIVOSTI TLAČNOG ŠTAPA:

tg α =0,8·dc/ac: 0,46 → α: 25° →cosα= 0,908
FSdc=Fsds/cosα 93,18 kN c: 3 cm

fcd·c·b = 150,00 kN > 93,18 kN

As2:	0,90 cm2	
odabrano:	Ø12	2,26 cm2
broj kom.:	2	

$$A_{S2} = \frac{V_{sd}}{f_{y,wd}}$$

11. PRORAČUN TRNA ZA SPOJ S GLAVNIM NOSAČEM

Dva sekundarna nosača se spaja sa glavnim nosačem trnom Ø20 na glavnom nosaču i ankerom fi 12 na sekundarnom nosaču. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u sekundarnom nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 25% iznosa vertikalne sile na ležaju sekundarnog nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1=}$	39,0	x2 kom	78,10	KN
Ned=	0,25	78,1	19,524	KN

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika
A – površina poprečnog presjeka trna;
Nrd=0,4xAxf_{yd}

NRd=	0,4	3,140	43,478	54,6	KN

UVJET: Ned < NRd
19,524 KN < 54,6 KN ZADOVOLJAVA

Dokaz nosivosti ankera na posmik

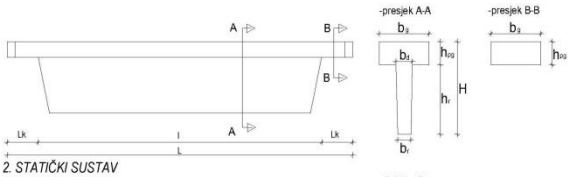
Anker	dvosječno	2fi 12	3,08 cm2		
$V_{Sd,1=}$	39,0	x2 kom	78,10	KN	
Ned=	0,25	78,1	19,524	KN	
NRd=	0,4	2,260	43,478	39,3	KN

UVJET: Ned < NRd
19,524 KN < 39,3 KN ZADOVOLJAVA

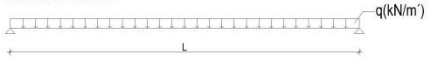
Sekundarni nosač-podrožnice „T“ oblika –N5

PRORAČUN T -nosača N5 L=6,5 m, raster 2,6 m

1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA



2. STATIČKI SUSTAV



L - ukupna duljina nosača	650,0	cm
Hmax-visina presj. u sredini	55,0	cm
bg - širina gornjeg pojasa	25,0	cm
bd - širina rebra gore	12,0	cm
br - širina rebra dole	10,0	cm
hpg - visina gornjeg pojasa	15,0	cm
d1-zaštitni sloj	3	cm
d-udaljenost dna od težišta zategnute armat.	6	cm

Geometrijske karakteristike presjeka

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
b_g (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_d (cm)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
b_r (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
h_{pg} (cm)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
h_{vg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hr (cm)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
A (cm^2)	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0
y_d (cm)	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
y_g (cm)	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
I_{xd} (cm^4)	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453	1098453
I_x (cm^4)	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033	212033

A - površina poprečnog presjeka
y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
I_x - moment inercije s obzirom na težište
x - udaljenost presjeka od kraja nosača

3. GRADIVA

Beton:
Klasa: C30/37
f_{ck} = 30 Mpa
f_{cd} = 20,0 Mpa
f_{ctd} = 0,34 Mpa
f_{ctm} = 2,89 Mpa
E_c = 31900,0 MPa
γ_{con} = 25 kN/m³

Armatura:
Tip: B 500B
f_{yk} = 500 Mpa
f_{yd} = 434,8 Mpa
E_s = 200000,0 MPa

Koficijenti sigurnosti - mat:
γ_c = 1,50
γ_s = 1,15

Koficijenti sigurnosti - opt:
γ_g = 1,35
γ_q = 1,50

4. REZNE SILE PO DUŽINI NOSAČA
ANALIZA OPTEREĆENJA:

POPREČNI RASTER: 2,60 m

g	2,0	2,04	2,04	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
gsr		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Δx		0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325
A (cm²)	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0	815,0
G		0,662	0,662	0,662	0,662	0,662	0,662	0,662	0,662	0,662	0,662

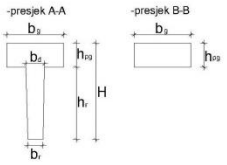
g - vlastita težina 2,04 kN/m'
Δg-stalno opterećenje 0,30 kN/m2
p-korisno opterećenje 1,50 kN/m2
Δg= 0,78 kN/m'
p= 0,80 kN/m'

qsd=1.35*g+1.5*p
qsd= 9,65 kN/m'

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
Mg+Δg	0,00	2,83	5,36	7,59	9,52	11,16	12,50	13,54	14,28	14,73	14,88
$M_{sd,1}$	0,0	9,7	18,4	26,0	32,6	38,2	42,8	46,4	48,9	50,5	50,98
$M_{sd,2}$	0,0	3,6	6,9	9,7	12,2	14,3	16,0	17,4	18,3	18,9	19,10
$V_{g+\Delta g}$	9,16	8,24	7,33	6,41	5,49	4,58	3,66	2,75	1,83	0,92	0,00
$V_{sd,1}$	31,4	28,2	25,1	22,0	18,8	15,7	12,5	9,4	6,3	3,1	0,0
$V_{sd,2}$	11,8	10,6	9,4	8,2	7,1	5,9	4,7	3,5	2,4	1,2	0,0

$M_{Sd,1}$- Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe
$V_{Sd,1}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja nosivosti
$V_{Sd,2}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja uporabe

5. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA SAVIJANJA



$$\mu_{sd} = \frac{M_{Sd,1}}{b\,d^2\,f_{cd}}$$
$$\mu^*_{sds} = 0.159, \quad \zeta \approx 0.900 \quad \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3.5/10.0\,‰$$
$$M_{Rd,maxc} = \mu^*_{sds}\,b\,d^2\,f_{cd} = 0.159\cdot b\,d^2\,f_{cd}$$
$$A_{s1} = \frac{M_{Sd,1}}{\zeta\,d\,f_{yd}}$$

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
$M_{Sd,1}$ (kNm)	0,0	9,7	18,4	26,0	32,6	38,2	42,8	46,4	48,9	50,5	51,0
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
$M_{Rd,c}$ (kNm)	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9	190,9
x_{lim}	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69	12,69
A_{s1} (cm²)	0,00	0,51	0,96	1,36	1,70	1,99	2,23	2,42	2,55	2,63	2,66
Odabrano	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14	Ø14
broj kom.	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
A_{od} (cm²)	1,54	1,54	1,54	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08

6. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA POPREČNU SILU

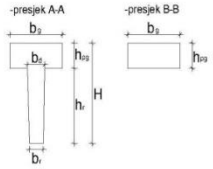
$$V_{Rd,1} = \left[\tau_{Rd}\cdot k\cdot\left(1.2 + 40\cdot\rho_l + 0.15\cdot\sigma_{cp}\right)\right]\cdot b_w\cdot d =$$
$$\nu = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0.5$$
$$V_{Rd,2} = 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z \approx 0.5\cdot\nu\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot 0.9\cdot d$$

$$V_{wd} = \frac{m\cdot A_{sw}\cdot f_{yw,d}\cdot z}{s_w}$$

VRd1 - računska nosivost na poprečne sile
VRd2 - nosivost tlačnih betonskih dijagonala

k≤1 korekcijski faktor
ρ<0.02 koeficijent armiranja uzdužnom arm.
VSd<VRd1 potrebna konstruktivna armatura

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
V_{Sd} (kN)	31,4	28,2	25,1	22,0	18,8	15,7	12,5	9,4	6,3	3,1	0,0
br (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
k	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
ρ_l	0,0019	0,0019	0,0019	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038	0,0038
$V_{Rd,1}$ (kN)	23,59	23,59	23,59	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99	24,99
ν	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
$V_{Rd,2}$ (kN)	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55	242,55
$V_{wd,pot}$ (kN)	7,79	4,65	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odabrano	Ø8/10	Ø8/10	Ø8/15	Ø8/15	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25
Profil (mm	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
s_w (cm)	10,0	10,0	15,0	15,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$V_{wd,rac}$ (kN)	192,76	192,76	128,50	128,50	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10



$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \zeta = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$x = \frac{n \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_{s1}}}\right)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{sd}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_g}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

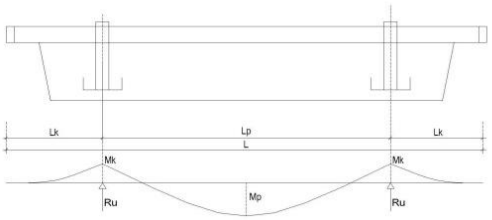
$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \le w_g = 0.3mm$$

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	325,00
$M_{Ed,2}$ (kNm	0,0	3,6	6,9	9,7	12,2	14,3	16,0	17,4	18,3	19,1
br (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds(cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
A_{s1} (cm^2)	1,54	1,54	1,54	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	8,8	8,8	8,8	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
σ_s (MPa)	0,0	51,2	97,0	70,3	88,2	103,4	115,8	125,4	132,3	137,9
Mcr (kNm)	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
σ_{sr} (MPa)	262,0	262,0	262,0	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1	134,1
ζ	1,000	-12,1	-2,6	-0,8	0	0	0	0	0	0,5
ε_{sm}	0,0000000	-0,0030972	-0,0012848	-0,0002876	-0,0000682	0,0000823	0,0001909	0,0002690	0,0003221	0,0003633
ρ_r	0,01026	0,01026	0,01026	0,02053	0,02053	0,02053	0,02053	0,02053	0,02053	0,02053
s_{rm} (mm)	128,0	128,0	128,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0
w_k (mm)	0,000	-0,674	-0,279	-0,044	-0,010	0,012	0,029	0,041	0,049	0,055

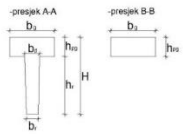
< wg=0.3mm

8. PRORAČUN KUKA ZA DIZANJE NOSAČA



Lk =	150,0	cm	Koeficijent sigurnosti :	5,0	
Lp =	350,0	cm			
			f_{ypk} =	1302,0	Mpa
Mk =	11,46	kNm	$A_k = Ru / f_{ypk}$ =	0,25	cm^2
Mp =	4,14	kNm	Odabrano	Φ0.6"	1,39 cm^2
Ru =	33,11	kN		m=2	

9. KONTROLA PROGIBA NOSAČA



Postupak Bransona:

$$I'_k = I_{id} - (I_{id} - I'_d)\left[1 - \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{sd,2} \cdot l^2}{I'_k \cdot E_c}$$

$$E_{c,\varphi} = \frac{E_c}{1 + \varphi}$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \left(\frac{A_{s2}}{A_{s1}}\right)$$

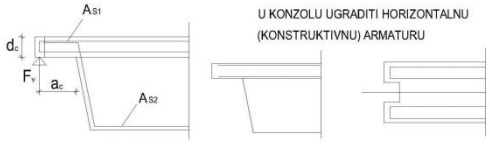
$$f_d = K_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

$$f_u = f_k + f_d$$

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	325,00	325,00
$M_{Ed,2}$ (kNm	0,0	3,6	6,9	9,7	12,2	14,3	16,0	17,4	18,3	19,1	19,1
$M_{g+Δg}$ (kNm)	0,0	2,8	5,4	7,6	9,5	11,2	12,5	13,5	14,3	14,7	14,9
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
ds (cm)	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
A_{s1} (cm^2)	1,54	1,54	1,54	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08
A_{s2} (cm^2)	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	5,8	5,8	5,8	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
σ_s (MPa)	0,0	50,1	94,9	68,3	85,7	100,4	112,5	121,8	128,5	133,9	133,9
Mcr (kNm	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
σ_{sr} (MPa)	256,4	256,4	256,4	130,2	130,2	130,2	130,2	130,2	130,2	130,2	130,2
$I_{id,1}$ (cm^4)	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7	212032,7
I_{id} (cm^4)	226331,2	226331,2	226331,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2
I'_{id} (cm^4)	67565,2	67565,2	67565,2	87145,9	87145,9	87145,9	87145,9	87145,9	87145,9	87145,9	87145,9
I'_k (cm^4)	226331,2	226331,2	226331,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	233356,2	225441,0	225441,0

			Dozvoljeni progib (L/250):	2,60 cm
			Kratkotrajni progib f_i	0,12 cm
			K_r	0,19
Koeficijent puzanja φ:	2,0		Dugotrajni progib f_d	0,04 cm
Modul elastičnosti betona:	31900,0	MPa	Ukupni progib $f_u = f_k + f_d$	0,16 cm

10. PRORAČUN KRATKE KONZOLE



Fv:	31,4	kN	ac:	26,0	cm
MSds:	8,16	kNm	dc:	15,0	cm
z:	12	cm			

As1:	1,56	cm2	
odabrano:	Ø10	3,14	cm2
broj kom.:	4		

$$A_{S1} = \frac{M_{sds}}{z \cdot f_{yd}}$$

)NTROLA NOSIVOSTI TLAČNOG ŠTAPA:

tg α =0,8·dc/ac :	0,46	→	α:	25°	→cosα= 0,908
FSdc=Fsds/cos(	74,87	kN	c:	3	cm

fcd·c·b = 150,00 kN > 74,87 kN

As2:	0,72	cm2	
odabrano:	Ø12	2,26	cm2
broj kom.:	2		

$$A_{S2} = \frac{V_{sd}}{f_{y,wd}}$$

11. PRORAČUN TRNA ZA SPOJ S GLAVNIM NOSAČEM

Dva sekundarna nosača se spaja sa glavnim nosačem trnom Ø20 na glavnom nosaču i ankerom fi 12 na sekundarnom nosaču. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u sekundarnom nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 25 % iznosa vertikalne sile na ležaju sekundarnog nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1}$=	31,4	x2 kom	62,75	KN
Ned=	0,25	62,7	15,687	KN

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika
A – površina poprečnog presjeka trna;
Nrd=0,4xAxf_{yd}

NRd=	0,4	3,140	43,478	54,6	KN

UVJET:	Ned	<	NRd		
	15,687 KN	<	54,6	KN	ZADOVOLJAVA

Dokaz nosivosti ankera na posmik

Anker	dvosječno	2fi 12	3,08 cm2		
$V_{Sd,1}$=	31,4	x2 kom	62,75	KN	
Ned=	0,25	62,7	15,687	KN	
NRd=	0,4	2,260	43,478	39,3	KN

UVJET:	Ned	<	NRd		
	15,687 KN	<	39,3	KN	ZADOVOLJAVA

1.3 Rubni pravokutni nosač – R1-R5

Predviđene su armiranobetonske montažne grede pravokutnog poprečnog presjeka. Grede su ukupnih duljina i to : R1(l=8,87 m), R2(l=8,56 m), R3(l=8,06 m), R4(l=7,25 m), R5(l=6,46 m), . Visina greda je 70 cm, širine 25 cm. Širina hrpta na dnu je 10 cm, a na vrhu je 15 cm.
Grede se postavljaju na rubove hale te se oslanjaju na stupove. Vezivanje greda na stupove vrši se pomoću trna.
Za sve grede predviđen je beton C 30/37 te armatura B 500 B u obliku šipki.
Zaštitni slojevi betona do armature iznose 2.0-3.0 cm.
Svi spojevi greda sa stupovima su zglobno-nepomični (fiksni).
Grede su proračunate i tako armirane da mogu preuzeti sva opterećenja okomito na ravninu krova, kao i sva opterećenja u njegovoj ravnini.

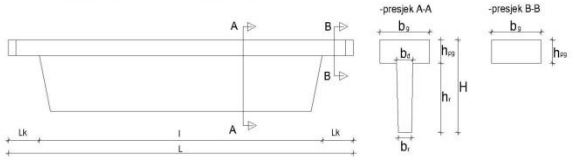
U nastavku je prikazan proračun za nosače duljina 8,9 m i 6,5 m kao mjerodavne za proračun.

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

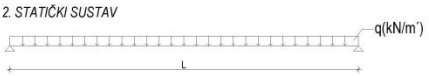
Rubni pravokutni nosač – R1

PRORAČUN P nosača R1 L=8,9 m

1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA



2. STATIČKI SUSTAV



L - ukupna duljina nosača	890,0	cm
Hmax-visina presj. u sredini	70,0	cm
bg - širina gornjeg pojasa	25,0	cm
bd - širina rebra gore	25,0	cm
br - širina rebra dole	25,0	cm
hpg - visina gornjeg pojasa	0,0	cm
d1-zaštitni sloj	3	cm
d-udaljenost dna od težišta zategnute armat.	6	cm

Geometrijske karakteristike presjeka

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	400,50	445,00
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
b_g (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_d (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_r (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
h_{pg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{pg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hr (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
A (cm^2)	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0
y_d (cm)	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
y_g (cm)	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
I_{xd} (cm^3)	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333
I_x (cm^4)	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583

A - površina poprečnog presjeka
y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
I_x - moment inercije s obzirom na težište
x - udaljenost presjeka od kraja nosača

3. GRADIVA

Beton:

Klasa: C30/37

f_{ck} = 30 Mpa

f_{cd} = 20,0 Mpa

f_{bd} = 0,34 Mpa

f_{ctm} = 2,89 Mpa

E_c = 31900,0 MPa

γ_{con} = 25 kN/m³

Armatura:

Tip: B 500B

f_{yk} = 500 Mpa

f_{yd} = 434,8 Mpa

E_s = 200000,0 MPa

Koficijenti sigurnosti - mat:

γ_c = 1,50

γ_s = 1,15

Koficijenti sigurnosti - opt:

γ_g = 1,35

γ_q = 1,50

4. REZNE SILE PO DUŽINI NOSAČA

ANALIZA OPTEREĆENJA:

POPREČNI RASTER: 1,50 m

g	4,4	4,38	4,38	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
gsr		4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Δx		0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445	0,445
A (cm²)	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0
G		1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947

g - vlastita težina 4,38 kN/m'

Δg-stalno opterećenje 0,50 kN/m2

p-korisno opterećenje 1,50 kN/m2

Δg= 0,75 kN/m'

p= 0,80 kN/m'

q_{sd}=1.35*g + 1.5*p

q_{sd}= 10,29 kN/m'

x (cm)	**0,00**	**44,50**	**89,00**	**133,50**	**178,00**	**222,50**	**267,00**	**311,50**	**356,00**	**400,50**	**445,00**
Mg+Δg	0,00	9,64	18,27	25,88	32,48	38,06	42,62	46,18	48,71	50,24	50,74
$M_{Sd,1}$	0,0	19,4	36,7	52,0	65,2	76,4	85,6	92,7	97,8	100,9	101,92
$M_{Sd,2}$	0,0	11,1	21,1	29,9	37,5	44,0	49,3	53,4	56,3	58,1	58,66
$V_{g+\Delta g}$	22,81	20,53	18,25	15,96	13,68	11,40	9,12	6,84	4,56	2,28	0,00
$V_{Sd,1}$	45,8	41,2	36,6	32,1	27,5	22,9	18,3	13,7	9,2	4,6	0,0
$V_{Sd,2}$	26,4	23,7	21,1	18,5	15,8	13,2	10,5	7,9	5,3	2,6	0,0

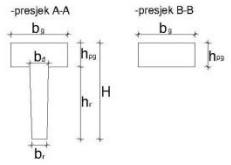
$M_{Sd,1}$- Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti

$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe

$V_{Sd,1}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja nosivosti

$V_{Sd,2}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja uporabe

5. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA SAVIJANJA



$$\mu_{sd} = \frac{M_{Sd,1}}{b\,d^2\,f_{cd}}$$

$$\mu^*_{sds} = 0.159 \quad \zeta \approx 0.900 \quad \varepsilon_c/\varepsilon_s = 3.5/10.0\,‰$$

$$M_{Rd,maxc} = \mu^*_{sds}\,b\,d^2\,f_{cd} = 0.159 \cdot b\,d^2\,f_{cd}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Sd,1}}{\zeta\,d\,f_{yd}}$$

x (cm)	**0,00**	**44,50**	**89,00**	**133,50**	**178,00**	**222,50**	**267,00**	**311,50**	**356,00**	**400,50**	**445,00**
$M_{Ed,1}$ (kNm)	0,0	19,4	36,7	52,0	65,2	76,4	85,6	92,7	97,8	100,9	101,9
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds (cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
$M_{Rd,c}$ (kNm)	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6
x_{lim}	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58
A_{s1} (cm²)	0,00	0,77	1,47	2,08	2,60	3,05	3,42	3,70	3,91	4,03	4,07
Odabrano	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**	**Ø14**
broj kom.	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**3**	**3**
A_{cd} (cm²)	1,54	1,54	1,54	3,08	3,08	3,08	4,62	4,62	4,62	4,62	4,62

6. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA POPREČNU SILU

$$V_{Rd\,1} = \left[\tau_{Rd} \cdot k \cdot \left(1.2 + 40 \cdot \rho_l + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\right)\right] \cdot b_w \cdot d =$$

$$\nu = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0.5$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \approx 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$

VRd1 - računska nosivost na poprečne sile

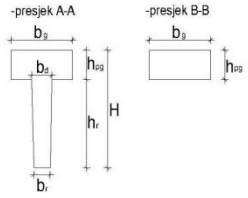
VRd2 - nosivost tlačnih betonskih dijagonala

k≤1 korekcijski faktor

p<0.02 koeficijent armiranja uzdužnom arm.

VSd<VRd1 potrebna konstruktivna armatura

x (cm)	**0,00**	**44,50**	**89,00**	**133,50**	**178,00**	**222,50**	**267,00**	**311,50**	**356,00**	**400,50**	**445,00**
V_{Ed} (kN)	45,8	41,2	36,6	32,1	27,5	22,9	18,3	13,7	9,2	4,6	0,0
br (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds (cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
k	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ρ_l	0,0009	0,0009	0,0009	0,0018	0,0018	0,0018	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026
$V_{Rd,1}$ (kN)	67,19	67,19	67,19	69,11	69,11	69,11	71,02	71,02	71,02	71,02	71,02
ν	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
$V_{Rd,2}$ (kN)	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00
$V_{wd,pot}$ (kN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odabrano	**Ø8/10**	**Ø8/10**	**Ø8/15**	**Ø8/15**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**	**Ø8/25**
Profil (mm	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
s_w (cm)	10,0	10,0	15,0	15,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$V_{wd,rac}$ (kN)	251,76	251,76	167,84	167,84	100,71	100,71	100,71	100,71	100,71	100,71	100,71



$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \zeta = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$x = \frac{n \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_{s1}}}\right)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{sd}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_g}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

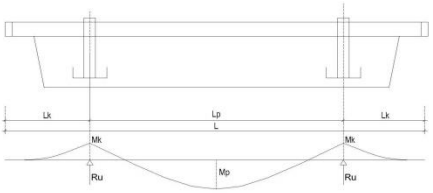
$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \leq w_g = 0.3mm$$

x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	445,00
$M_{Sd,2}$ (kNm	0,0	11,1	21,1	29,9	37,5	44,0	49,3	53,4	56,3	58,7
br (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds(cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
A_{s1} (cm^2)	1,54	1,54	1,54	3,08	3,08	3,08	4,62	4,62	4,62	4,62
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	6,7	6,7	6,7	9,2	9,2	9,2	11,1	11,1	11,1	11,1
σ_s (MPa)	0,0	117,2	222,1	159,5	200,1	234,5	176,9	191,7	202,2	210,6
Mcr (kNm)	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0
σ_{sr} (MPa)	620,4	620,4	620,4	314,5	314,5	314,5	211,9	211,9	211,9	211,9
ζ	1,000	-13,0	-2,9	-0,9	0	0	0	0	0	0,5
ε_{sm}	0,0000000	-0,0076244	-0,0032230	-0,0007533	-0,0002350	0,0001182	0,0002505	0,0003730	0,0004562	0,0005205
ρ_r	0,00411	0,00411	0,00411	0,00821	0,00821	0,00821	0,01232	0,01232	0,01232	0,01232
s_{rm} (mm)	244,9	244,9	244,9	147,4	147,4	147,4	115,0	115,0	115,0	115,0
w_k (mm)	0,000	-3,174	-1,342	-0,189	-0,059	0,030	0,049	0,073	0,089	0,102

< wg=0.3mm

8. PRORAČUN KUKA ZA DIZANJE NOSAČA

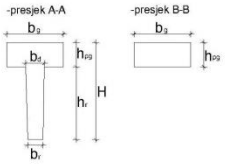


Lk =	150,0	cm
Lp =	590,0	cm
Mk =	24,61	kNm
Mp =	70,57	kNm
Ru =	97,34	kN

Koeficijent sigurnosti : 5,0

f_{ypk} =	1302,0	Mpa
$A_k = Ru / f_{ypk}$ =	0,75	cm^2
Odabrano	Φ0.6"	1,39 cm^2
	m=2	

9. KONTROLA PROGIBA NOSAČA



Postupak Bransona:

$$I'_k = I_{id} - (I_{id} - I'_{id})\left[1 - \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{sd,2} \cdot l^2}{I'_k \cdot E_c}$$

$$E_{c,\varphi} = \frac{E_c}{1+\varphi}$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \left(\frac{A_{s2}}{A_{s1}}\right)$$

$$f_d = K_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

$$f_u = f_k + f_d$$

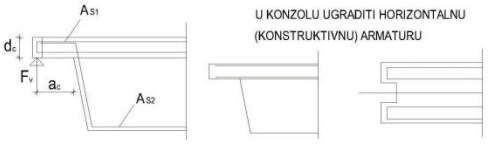
x (cm)	0,00	44,50	89,00	133,50	178,00	222,50	267,00	311,50	356,00	445,00	445,00
$M_{Sd,2}$ (kNm	0,0	11,1	21,1	29,9	37,5	44,0	49,3	53,4	56,3	58,7	58,7
$M_{gr,Ag}$ (kNm)	0,0	9,6	18,3	25,9	32,5	38,1	42,6	46,2	48,7	50,2	50,7
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds (cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
A_{s1} (cm^2)	1,54	1,54	1,54	3,08	3,08	3,08	4,62	4,62	4,62	4,62	4,62
A_{s2} (cm^2)	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	6,7	6,7	6,7	9,2	9,2	9,2	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
σ_s (MPa)	0,0	117,2	222,1	159,5	200,1	234,5	176,9	191,7	202,2	210,6	210,6
Mcr (kNm	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0
σ_{sr} (MPa)	620,4	620,4	620,4	314,5	314,5	314,5	211,9	211,9	211,9	211,9	211,9
$I_{id,c}$ (cm^4)	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3
I_{id} (cm^4)	746532,8	746532,8	746532,8	754649,5	754649,5	754649,5	762766,3	762766,3	762766,3	762766,3	762766,3
I'_{id} (cm^4)	199443,9	199443,9	199443,9	254230,6	254230,6	254230,6	291313,2	291313,2	291313,2	291313,2	291313,2
I'_k (cm^4)	746532,8	746532,8	746532,8	754649,5	754649,5	754649,5	762766,3	762766,3	762766,3	762766,3	762766,3

Dozvoljeni progib (L/250):	3,56	cm
Kratkotrajni progib f_i:	0,20	cm
K_r:	0,41	
Dugotrajni progib f_d:	0,16	cm
Ukupni progib $f_u=f_i+f_d$:	0,36	cm

Koeficijent puzanja φ: 2,0

Modul elastičnosti betona: 31900,0 MPa

10. PRORAČUN KRATKE KONZOLE



Fv:	45,8 kN		ac:	25,0 cm
MSds:	11,45 kNm		dc:	35,0 cm
z:	28 cm			
As1:	0,94 cm2			
odabrano:	Ø12	2,26 cm2		
broj kom.:	2			

$$A_{S1} = \frac{M_{sds}}{z \cdot f_{yd}}$$

)NTROLA NOSIVOSTI TLAČNOG ŠTAPA:

tg α =0,8·dc/ac :	1,12	→	α:	48°	→cosα= 0,666
FSdc=Fsds/cos(	61,41 kN		c:	7 cm	

fcd·c·b = 350,00 kN > 61,41 kN

As2:	1,05 cm2	
odabrano:	Ø12	2,26 cm2
broj kom.:	2	

$$A_{S2} = \frac{V_{sd}}{f_{y,wd}}$$

11. PRORAČUN TRNA ZA SPOJ S GLAVNIM NOSAČEM

Dva rubna nosača se spaja sa glavnim nosačem trnom Ø20 na glavnom nosaču i rupom na rubnom nosaču. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 25 % iznosa vertikalne sile na ležaju nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1}$=	45,8	x1 kom	45,81	KN
Ned=	0,25	45,8	11,452	KN

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika
A – površina poprečnog presjeka trna;
$NRd=0,4xAxf_{yd}$

NRd=	0,4	3,140	43,478	54,6	KN

UVJET:	Ned	<	NRd			
	11,452	KN <	54,6	KN	ZADOVOLJAVA	

12. PRORAČUN NOSAČA NA DJELOVANJE VJETRA

w=	0,6	KN/m2		visina h=	5	m
visina h=	5	m		dužina l=	8,9	m
qw=	wxh=	3	KN/m			

Provjera potrebne armature pojasnice dim 15x50 cm, dužina nosača 9,8 m

Ms=	qw*l*l/8 =	4*8,9*8,9/8	29,70	KNm
Msd=	1,5*Ms=	44,56	KNm	faktorizirano

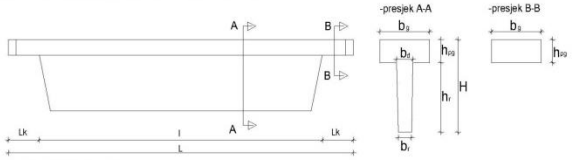
$$A_s = \frac{Msd}{0,9 \times d \times f_{yd}} =$$ 4,555 cm2

odabrano:	Ø14	4,62	cm2
broj kom.:	3		

Rubni pravokutni nosač – R5

PRORAČUN P nosača R5 L=6,5 m

1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA



2. STATIČKI SUSTAV



L - ukupna duljina nosača	650,0	cm
Hmax-visina presj. u sredini	70,0	cm
bg - širina gornjeg pojasa	25,0	cm
bd - širina rebra gore	25,0	cm
br - širina rebra dole	25,0	cm
hpg - visina gornjeg pojasa	0,0	cm
d1-zaštitni sloj	3	cm
d-udaljenost dna od težišta zategnute armat.	6	cm

Geometrijske karakteristike presjeka

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
b_g (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_d (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
b_r (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
h_{pg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{rg} (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
hr (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
A (cm^2)	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0
y_d (cm)	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
y_g (cm)	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
I_{xd} (cm^4)	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333	2858333
I_x (cm^4)	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583	714583

A - površina poprečnog presjeka
y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
I_x - moment inercije s obzirom na težište
x - udaljenost presjeka od kraja nosača

3. GRADIVA

Beton:

Klasa:	C30/37	
f_{ck} =	30	Mpa
f_{cd} =	20,0	Mpa
f_{ctd} =	0,34	Mpa
f_{ctm} =	2,89	Mpa
E_c =	31900,0	MPa
γ_{con} =	25	kN/m³

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

Koficijenti sigurnosti - mat:

γ_c = 1,50
γ_s = 1,15

Koficijenti sigurnosti - opt:

γ_g = 1,35
γ_q = 1,50

4. REZNE SILE PO DUŽINI NOSAČA

ANALIZA OPTEREĆENJA:

POPREČNI RASTER: 1,50 m

g	4,4	4,38	4,38	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
gsr		4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Δx		0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325
A (cm^2)	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0	1750,0
G		1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422

g - vlastita težina	4,38	kN/m'
Δg-stalno opterećenje	0,50	kN/m2
p-korisno opterećenje	1,50	kN/m2
Δg=	0,75	kN/m'
p=	0,80	kN/m'

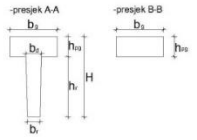
qsd=1.35*g + 1.5*p

qsd= 10,29 kN/m'

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
Mg+Δg	0,00	5,14	9,74	13,80	17,32	20,30	22,74	24,63	25,98	26,80	27,07
$M_{sd,1}$	0,0	10,3	19,6	27,7	34,8	40,8	45,7	49,5	52,2	53,8	54,36
$M_{sd,2}$	0,0	5,9	11,3	16,0	20,0	23,5	26,3	28,5	30,0	31,0	31,29
$V_{g+\Delta g}$	16,66	14,99	13,33	11,66	9,99	8,33	6,66	5,00	3,33	1,67	0,00
$V_{sd,1}$	33,5	30,1	26,8	23,4	20,1	16,7	13,4	10,0	6,7	3,3	0,0
$V_{sd,2}$	19,3	17,3	15,4	13,5	11,6	9,6	7,7	5,8	3,9	1,9	0,0

$M_{Sd,1}$- Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe
$V_{Sd,1}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja nosivosti
$V_{Sd,2}$- Računska sila za provjeru graničnih stanja uporabe

5. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA SAVIJANJA



$$\mu_{sd} = \frac{M_{Sd,1}}{b\,d^2\,f_{cd}}$$

$$\mu_{sds}^{*} = 0.159;\quad \zeta \approx 0.900\quad \varepsilon_c/\varepsilon_a = 3.5/10.0\,‰$$

$$M_{Rd,maxc} = \mu_{sds}^{*}\,b\,d^2\,f_{cd} = 0.159 \cdot b\,d^2\,f_{cd}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Sd,1}}{\zeta\,d\,f_{yd}}$$

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
$M_{Sd,1}$ (kNm)	0,0	10,3	19,6	27,7	34,8	40,8	45,7	49,5	52,2	53,8	54,4
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds (cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
$M_{Rd,c}$ (kNm)	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6	325,6
x_{lim}	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58	16,58
A_{s1} (cm^2)	0,00	0,41	0,78	1,11	1,39	1,63	1,82	1,98	2,08	2,15	2,17
Odabrano	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø12	Ø14
broj kom.	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
A_{s1} (cm^2)	1,13	1,13	1,13	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	3,08

6. DIMENZIONIRANJE NOSAČA NA POPREČNU SILU

$$V_{Rd,1} = \left[\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l + 0.15 \cdot \sigma_{cp})\right] \cdot b_w \cdot d =$$

$$\nu = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \geq 0.5$$

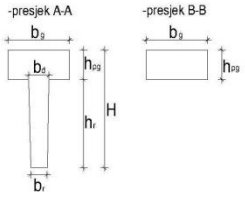
$$V_{Rd,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \approx 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d$$

$$V_{wd} = \frac{m \cdot A_{sw} \cdot f_{yw,d} \cdot z}{s_w}$$

VRd1 - računska nosivost na poprečne sile
VRd2 - nosivost tlačnih betonskih dijagonala

k≤1 korekcijski faktor
ρ<0.02 koeficijent armiranja uzdužnom arm.
VSd<VRd1 potrebna konstruktivna armatura

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	292,50	325,00
V_{Sd} (kN)	33,5	30,1	26,8	23,4	20,1	16,7	13,4	10,0	6,7	3,3	0,0
br (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds (cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
k	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
ρ_l	0,0006	0,0006	0,0006	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0018
$V_{Rd,1}$ (kN)	66,69	66,69	66,69	68,09	68,09	68,09	68,09	68,09	68,09	68,09	68,11
v	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
$V_{Rd,2}$ (kN)	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00	792,00
$V_{wd,pot}$ (kN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Odabrano	Ø8/10	Ø8/10	Ø8/15	Ø8/15	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25	Ø8/25
Profil (mm	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
s_w (cm)	10,0	10,0	15,0	15,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$V_{wd,rac}$ (kN	251,76	251,76	167,84	167,84	100,71	100,71	100,71	100,71	100,71	100,71	100,71



$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \zeta = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 1.0 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$x = \frac{n \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{n \cdot A_{s1}}}\right)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$\sigma_s = \frac{M_{sd}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{sd}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_x}{y_g}$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{z \cdot A_{s1}} \approx \frac{M_{cr}}{\left(d - \frac{x}{3}\right) \cdot A_{s1}}$$

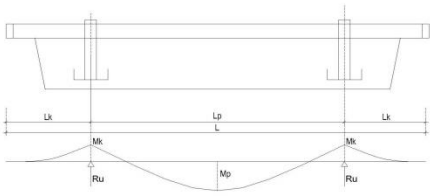
$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \leq w_g = 0.3\text{mm}$$

x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	325,00
$M_{Sd,2}$ (kNm	0,0	5,9	11,3	16,0	20,0	23,5	26,3	28,5	30,0	31,3
br (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds(cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
A_{s1} (cm^2)	1,13	1,13	1,13	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	3,08
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	5,7	5,7	5,7	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,2
σ_s (MPa)	0,0	84,7	160,4	115,0	144,3	169,1	189,4	205,2	216,5	166,8
Mcr (kNm)	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0
σ_{sr} (MPa)	840,3	840,3	840,3	425,2	425,2	425,2	425,2	425,2	425,2	314,5
ζ	1,000	-48,2	-12,7	-5,8	-3	-2	-2	-1	-1	-0,8
ε_{sm}	0,0000000	-0,0204261	-0,0102017	-0,0033556	-0,0024106	-0,0018272	-0,0014393	-0,0011788	-0,0010057	-0,0006487
ρ_r	0,00302	0,00302	0,00302	0,00603	0,00603	0,00603	0,00603	0,00603	0,00603	0,00821
s_{rm} (mm)	315,3	315,3	315,3	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	182,6	147,4
w_k (mm)	0,000	-10,947	-5,468	-1,042	-0,748	-0,567	-0,447	-0,365	-0,312	-0,163

< wg=0.3mm

8. PRORAČUN KUKA ZA DIZANJE NOSAČA

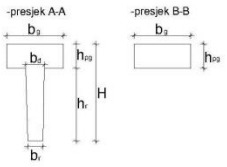


Lk =	150,0	cm
Lp =	350,0	cm
Mk =	24,61	kNm
Mp =	8,89	kNm
Ru =	71,09	kN

Koeficijent sigurnosti : 5,0

f_{ypk} =	1302,0	Mpa
$A_k = Ru / f_{ypk}$ =	0,55	cm^2
Odabrano	Φ0.6"	1,39 cm^2
	m=2	

9. KONTROLA PROGIBA NOSAČA



Postupak Bransona:

$$I'_k = I_{id} - (I_{id} - I'_{id})\left[1 - \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{sd,2} \cdot l^2}{I'_k \cdot E_c}$$

$$E_{c,\varphi} = \frac{E_c}{1+\varphi}$$

$$K_r = 0.85 - 0.45 \cdot \left(\frac{A_{s2}}{A_{s1}}\right)$$

$$f_d = K_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

$$f_u = f_k + f_d$$

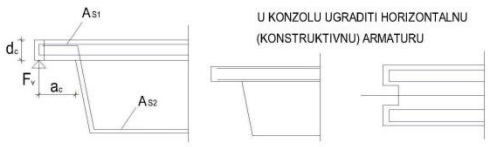
x (cm)	0,00	32,50	65,00	97,50	130,00	162,50	195,00	227,50	260,00	325,00	325,00
$M_{sd,2}$ (kNm	0,0	5,9	11,3	16,0	20,0	23,5	26,3	28,5	30,0	31,3	31,3
M_{gr+Ag} (kNm)	0,0	5,1	9,7	13,8	17,3	20,3	22,7	24,6	26,0	26,8	27,1
bg (cm)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
H (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
ds (cm)	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0	64,0
A_{s1} (cm^2)	1,13	1,13	1,13	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	3,08	3,08
A_{s2} (cm^2)	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
n	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27	6,27
x (cm)	5,7	5,7	5,7	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,2	9,2
σ_s (MPa)	0,0	84,7	160,4	115,0	144,3	169,1	189,4	205,2	216,5	166,8	166,8
Mcr (kNm	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0	59,0
σ_{sr} (MPa)	840,3	840,3	840,3	425,2	425,2	425,2	425,2	425,2	425,2	314,5	314,5
$I_{id,c}$ (cm^4)	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3	714583,3
I_{id} (cm^4)	744379,4	744379,4	744379,4	750342,7	750342,7	750342,7	750342,7	750342,7	750342,7	754649,5	754649,5
I'_{id} (cm^4)	178509,5	178509,5	178509,5	228528,1	228528,1	228528,1	228528,1	228528,1	228528,1	254230,6	254230,6
I'_k (cm^4)	744379,4	744379,4	744379,4	750342,7	750342,7	750342,7	750342,7	750342,7	750342,7	754649,5	754649,5

Dozvoljeni progib (L/250):	2,60	cm
Kratkotrajni progib f_i:	0,06	cm
K_r:	0,19	
Dugotrajni progib f_d:	0,02	cm
Ukupni progib $f_u = f_i + f_d$:	0,08	cm

Koeficijent puzanja φ: 2,0

Modul elastičnosti betona: 31900,0 MPa

10. PRORAČUN KRATKE KONZOLE



Fv:	33,5	kN	ac:	25,0 cm
MSds:	8,36	kNm	dc:	35,0 cm
z:	28	cm		

As1:	0,69	cm2
odabrano:	Ø12	2,26 cm2
broj kom.:	2	

$$A_{S1} = \frac{M_{sds}}{z \cdot f_{yd}}$$

)NTROLA NOSIVOSTI TLAČNOG ŠTAPA:

tg α =0,8·dc/ac :	1,12	→	α:	48°	→cosα= 0,666
FSdc=Fsds/cosα	44,85	kN	c:	7	cm

fcd·c·b = 350,00 kN > 44,85 kN

As2:	0,77	cm2
odabrano:	Ø12	2,26 cm2
broj kom.:	2	

$$A_{S2} = \frac{V_{sd}}{f_{y,wd}}$$

11. PRORAČUN TRNA ZA SPOJ S GLAVNIM NOSAČEM

Dva rubna nosača se spaja sa glavnim nosačem trnom Ø20 na glavnom nosaču i rupom na rubnom nosaču. Kao mjerodavna vrijednost horizontalne sile u nosaču na koju se trnovi provjeravaju, uzeto je 25 % iznosa vertikalne sile na ležaju nosača.

Dokaz nosivosti trna na posmik

$V_{Sd,1=}$	33,5	x1 kom	33,45	KN
$N_{ed=}$	0,25	33,5	8,364	KN

f_{yd} – računska vrijednost granice popuštanja čelika

A – površina poprečnog presjeka trna;

$N_{rd}=0,4xAxf_{yd}$

NRd=	0,4	3,140	43,478	54,6	KN

UVJET:	Ned	<	NRd		
	8,364 KN	<	54,6	KN	ZADOVOLJAVA

12. PRORAČUN NOSAČA NA DJELOVANJE VJETRA

	w=	0,6	KN/m2		visina h=	5	m
	visina h=	5	m		dužina l=	6,5	m
	qw=	wxh=	3	KN/m			

Provjera potrebne armature pojasnice dim 15x50 cm, dužina nosača 9,8 m

Ms=	qw*l^8 =	3*6,5^6,5/8	15,84	KNm
Msd=	1,5*Ms=	23,77	KNm	faktorizirano

$$A_s = \frac{Msd}{0,9 \, x \, d \, x \, f_{yd}} =$$ 2,429 cm2

odabrano:	Ø12	3,39	cm2
broj kom.:	3		

4 PRORAČUN MEĐUETAŽNE KONSTRUKCIJE

4.1 TT ploča

TT ploče POZ 1 raspona su do 9,5m i ukupne visine 45 cm.Gornja ploha TT ploča treba se ohrapaviti. Beton za izradu C45/55, otpuštanje kablova St1670/1860 iz uvjeta tlaka i vlaka u fazi prednaprezanja je pri betonu C40/50.

Monolitizacija iznosi 7 cm.

Proračun se vrši za opterećenja (I i II faza):

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

g_{pl+m} = 1,75 kN/m^2

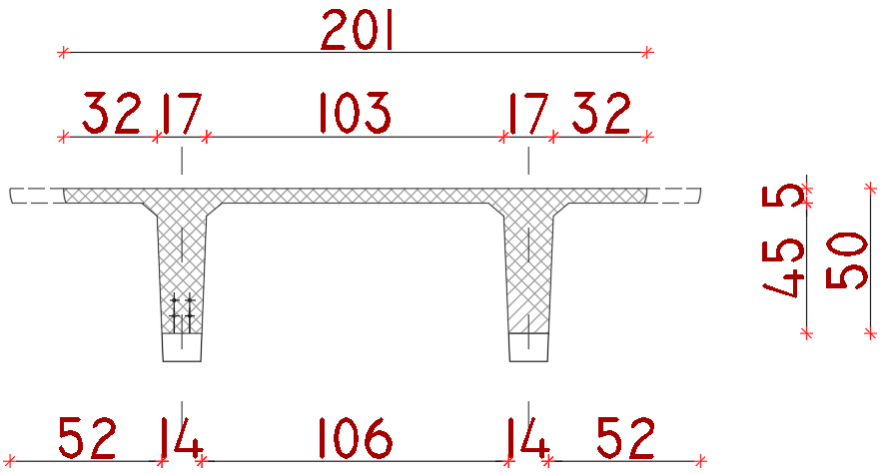
Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 1,50 kN/m^2

Korisno opterećenje-snijeg:

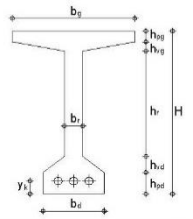
q = 20,00 kN/m^2

Poprečni presijek:



U nastavku je prikazan proračun.

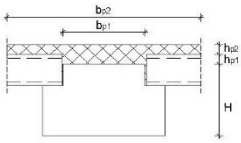
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — TT-nosač



H - ukupna visina presjeka	50,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	100,5	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	15,5	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	15,5	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	5,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	45,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	0,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	8,7	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	9,5	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_L - visina nosača u sr. rasponu	50,0	cm	

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_g [cm]	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
b_d [cm]	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
b_r [cm]	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
h_{pg} [cm]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
h_{pd} [cm]	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
h_{vg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm^2]	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
y_d [cm]	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
y_g [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
I_{xd} [cm^4]	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0
I_x [cm^4]	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8
W_d [cm^3]	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9	9138,9
W_g [cm^3]	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9
k_d [cm]	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7
k_g [cm]	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — TT-nosač



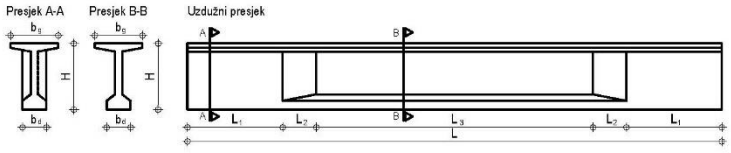
h_{p1} - visina ploče 1	7,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	0,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	100,5	cm
b_{p2} - širina ploče 2	100,5	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče

y_k - položaj težišta kabela (rezultanta kablova od donjeg ruba nosača): 8,7 cm

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_g [cm]	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5
A_i [cm^2]	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
$y_{d,1}$ [cm]	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
$y_{g,1}$ [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
$I_{id,1}$ [cm^4]	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0	1605625,0
$I_{x,1}$ [cm^4]	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8	301298,8
A_y [cm^2]	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5	703,5
A_{y+z} [cm^2]	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5
$y_{d,2}$ [cm]	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6
$y_{g,2}$ [cm]	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
$I_{x,2}$ [cm^4]	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5	491120,5
$W_{d,2}$ [cm^3]	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5	12109,5
$W_{g,2}$ [cm^3]	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6	29967,6
$k_{d,2}$ [cm]	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
$k_{g,2}$ [cm]	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — TT-nosač



L - Ukupna duljina nosača	9,50	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	0,00	m
L_2 - Duljina dijela sužnja	0,00	m
L_3 - Duljina suženog dijela	9,50	m

4. MATERIJALI

Beton:

Klasa, čvrstoća:	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{ctd} =	26,7	Mpa
f_{dtm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m³
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,t=0}$ =	-24,0	Mpa - tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,t=\infty}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,t=0}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

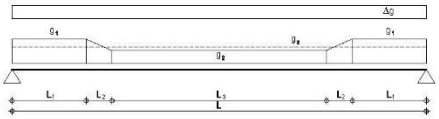
Užad:

Tip:	St 1670/1860	
$f_{pk,1\%}$ =	1670,0	Mpa
f_{pk} =	1860,0	Mpa
E_s =	195000,0	MPa
$\sigma_{pt,max}$ =	1503,00	MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pmt,max}$ =	1395,00	MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE — **TT-nosač**

Vlastita težina (1. faza):

g_1 = 3,00 kN/m'
g_2 = 3,00 kN/m'
g_3 = 3,00 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača:

G_{tot} = 2,9 t
V_{tot} = 1,1 m³

POPREČNI RASTER: 1,05 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{pl,m}$ = 1,75 kN/m² → g_{pl} = 1,84 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 1,50 kN/m² → Δg = 1,58 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):
$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 20,00 kN/m² → q = 21,00 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):
$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
$M_{g,r}$ [kNm]	0,0	6,4	12,2	17,3	21,7	25,4	28,4	30,8	32,5	33,5	33,8
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	3,9	7,5	10,6	13,3	15,5	17,4	18,9	19,9	20,5	20,7
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	3,4	6,4	9,1	11,4	13,3	14,9	16,2	17,1	17,6	17,8
M_q [kNm]	0,0	45,0	85,3	120,8	151,6	177,7	199,0	215,6	227,4	234,5	236,9
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	86,1	163,1	231,0	289,9	339,8	380,5	412,2	434,9	448,5	453,0
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	59,8	111,3	157,7	197,9	231,9	259,8	281,4	296,9	306,2	309,2
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	45,3	85,7	121,5	152,4	178,6	200,1	216,7	229,6	235,8	238,2
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	40,8	77,2	109,4	137,3	160,9	180,2	195,2	205,9	212,3	214,5

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti; $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija; $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{q,1}\,M_q$
$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija; $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{q,2}\,M_q$

$\psi_{q,1}$ = 0,70
$\psi_{q,2}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA — **TT-nosač**

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,r}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0	
Moment:	33,8	0,0	0,0	0,0	33,8 KNm

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak

a) Donji rub (tlak) $\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{s,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $P_{t=0} \leq$ 794,05 kN

b) Gornji rub (vlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{s,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$ $P_{t=0} \leq$ 1005,24 kN

Mjerodavna sila:
$P_{t=0} \leq$ 794,05 kN

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,r}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,r} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,6	
Moment:	33,8	20,7	17,8	142,1	214,5 KNm

Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

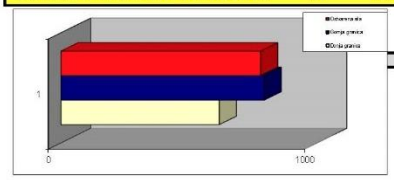
a) Donji rub (vlak) $\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{s,2}}{W_{g,-2}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{g,-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$ $P_{t=\infty} \geq$ 494,67 kN

b) Gornji rub (tlak) $-\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{s,2}}{W_{g,-2}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{g,-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$ $P_{t=\infty} \geq$ -1998,85 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{t=\infty} \geq$ 494,67 kN
$P_{t=0} \geq$ 618,34 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI 4,19 kom

RAČ.-Poče. sila po 1. užetu: 208,92 KN



Promjer užeta: 0,60 inča
Površina 1 užeta: 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu: 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 4
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{poc} = 780,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	yk (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	40,00
red 3	0	16,80
red 2	2	11,40
red 1	2	6,00

Rezultantna užadi: 8,70 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA — **TT-nosač**

Pretpostavljeno proklizнuće klina Δl_k = 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_k = 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{sl} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_p = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od proklizнuća klina $\Delta P_{sl} = 0{,}0$ KN **0,00 %**
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača !

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_c}\cdot y_{s,1}^2 =$ 3,35

$y_{s,1} =$ 24,3 cm (za fazu 1.)

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_p}{E_{cm}} =$ 5,65

$\sigma_{c,0} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c} =$ 2,17 KN/cm2

$\Delta P_c = \sigma_{c,0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p =$ 3,43 KN **0,44 %**

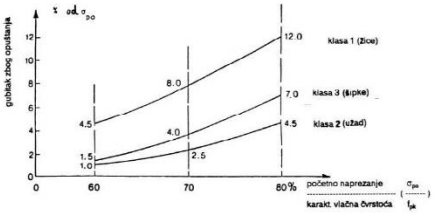
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\,f_{pk}{}_{;t6}$ = 1455,7 MPa
σ_{p0} / f_{pk} = 0,78 iz slike za razred 2 (užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 0,025 σ_{p0} = **36,3913043** MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=oo}$ = 3 $\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = **109,17** MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=oo}$ = 58,50 kN **7,50 %**



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od proklizнuća klina ΔP_{sl} =	0,00	KN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	3,43	KN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_r =	58,50	KN
Ukupni gubici =	**61,93**	KN

Sila prednapreznjanja umanjena za početni gubitak = 718,07 KN
Početni gubitak sile prednaprezanja = **7,94 %**

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže I opterećenje od montaže nosača)

TT-nosač

za omjer σ_{cgo} / f_{ck} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (lužad), vrijednost gubitka naprezanja za t=∞:

$\Delta\sigma_{p,t=\infty}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+\Delta g}}{I_{x,1}/y_{x,1}} = 4,16 \text{ MPa} \qquad y_{x,2} = 31,9 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cgo} = -\frac{P_{t=0}}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_{x,1}}\cdot y_{x,1}^2\right) = -5,99 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,t=\infty} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e\cdot\varphi(t,t_0)(\sigma_{cg}+\sigma_{cgo})}{1+\alpha_e\frac{A_i}{A_c}\cdot\left(1+\frac{A_c}{I_i}y_{x,1}^2\right)\cdot[1+0,8\cdot\varphi(t,t_0)]} = -153,39 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t_0)}$ = 2

Konačna vrijednost skupljanja (t=∞, $\varepsilon_{cs(t,t_0)}$) = 0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,t=\infty}$ = -153,39 Mpa

$\Delta P_i(t) = \sigma_{p,t=\infty}\cdot A_p$ = 85,29 kN **10,934 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od proliznuća klina ΔP_g =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_e =	3,43	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_R =	58,50	kN
Padovi od puzanja i skupljanja ΔP_{pc} =	85,29	kN
Ukupni gubici sile=	**147,22**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = **632,78** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **18,87** % < 30 %

Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

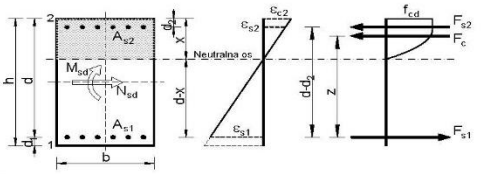
TT-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{tlo} =	100,5	cm	Širina gornjeg pojasa nosača
L =	950,0	cm	raspon nosača
H =	50,0	cm	visina nosača na sredini raspona

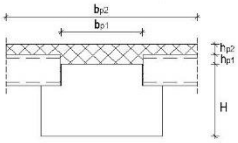
$$b_{tlo} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{L}{60}\right)^2}\cdot H = 24,20 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 40/50		
f_{ck} =	40,0	Mpa	
f_{cd} =	26,7	Mpa	
Armatura:	B 500B		
f_{yk} =	500,0	Mpa	
f_{yd} =	434,8	Mpa	
Moment:			
$M_{sd,1}$ =	453,0	kNm	
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd}\cdot y_s$ =	251,4	kNm	
N_{sd} =	632,8	kN	
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,40	m	
$e_s = y_{s2} - y_s$ =	0,35	m	
$e_0 = e + e_s$ =	0,74	m	
$M_{sdo} = N_{sd}\cdot e_0$ =	470,10	kNm	



ε_{s1} = 5,0

μ_{sdlim} = 0,235

M_{sdlim} = 1639,1

xid= 0,19

H_g - ukupna visina presjeka	57,0	cm	
b_{tlo} - min. širina gornjeg pojasa	100,5	cm	
d_1 - udaljenost težišta armature	6,0	cm	
d - statička visina presjeka	51,0	cm	

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sdo}}{b_{ef}\cdot d^2\cdot f_{cd}} = 0,067$$

ξ = 0,194

x = 9,89 cm

ζ = 0,931

ε_{c2} = 1,2 ‰

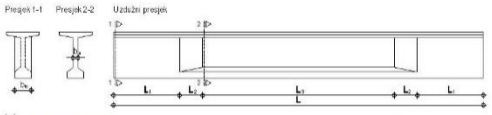
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta\cdot d\cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 7,39 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 4 Ø 16 8,04 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

TT-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	190,75	kN	
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	
ρ_l =	0,00423		
k =	1,09		
b_w =	15,5	cm	
v =	0,50		

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)]\cdot b_w\cdot d = 48,96 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0.5\cdot v\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 474,30 \text{ kN}$$

A_{s2} = 10,00 cm²

V_{sd}/V_{Rd2} = 0,402

$s_{w,min}$ = 30,0 cm

ρ_{min} = 0,0013

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min}\cdot s_{w1}\cdot b_w}{m} = 0,30225 \text{ cm}^2$$

Ø$_{odab}$ = 8,0 s$_{w,odab}$ = 10,0 cm reznost: 2,0 cm → 0,50 cm²

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 200,62 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 248,99 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,166	kN/cm²	
$\sigma_{cp,eff}$ =	-0,062	kN/cm²	
V_{sd} =	190,75	kN	
b_w =	15,5	cm	

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)+0.15\cdot\sigma_{cp}]\cdot b_w\cdot d = 68,07 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0.5\cdot v\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 474,30 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2,red} = 1.67\cdot V_{Rd2}\cdot\left(1-\frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}}\right) = 474,30 \text{ kN}$$

Ø$_{odab}$ = 8,0 s$_{w,odab}$ = 10,0 cm reznost: 2,0 cm → 0,50 cm²

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 200,62 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 268,70 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE **TT-nosač**

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednapreznanja; $M_{Sd,1} = (M_{gz})$

$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd,2} = (M_{g,2} + M_{g,p} + M_{go}) + \psi M_q$ $\psi =$ 0,60

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
M_{gz}	0,0	6,4	12,2	17,3	21,7	25,4	28,4	30,8	32,5	33,5	33,8
M_{gp}	0,0	3,9	7,5	10,6	13,3	15,5	17,4	18,9	19,9	20,5	20,7
M_{Ag}	0,0	3,4	6,4	9,1	11,4	13,3	14,9	16,2	17,1	17,6	17,8
M_q	0,0	45,0	85,3	120,8	151,6	177,7	199,0	215,6	227,4	234,5	236,9
$M_{Sd,1}$	0,0	6,4	12,2	17,3	21,7	25,4	28,4	30,8	32,5	33,5	33,8
$M_{Sd,2}$	0,0	40,8	77,2	109,4	137,3	160,9	180,2	195,2	205,9	212,3	214,5

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati užad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75	UPORNJAK yk [cm]
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	11,40
RED 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6,00

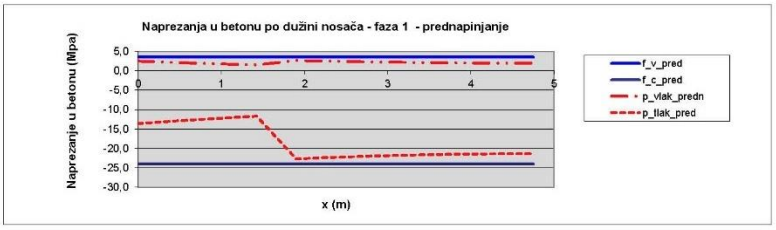
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	6,0	6,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
n (kom)	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4
P_{poc} (kN)	390,0	390,0	390,0	390,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0

1. FAZA

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
A_1 [cm^2]	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
$y_{g,1}$ [cm]	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0
$W_{g,1}$ [cm^3]	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9	91389,9
$W_{g,1}$ [cm^3]	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9	17690,9
P_{poc} [kN]	390,0	390,0	390,0	390,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0	780,0
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
$P_{t=0}$ [kN]	369,0	369,0	369,0	369,0	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1	718,1
σ_g [Mpa]	2,5	2,1	1,8	1,5	2,6	2,4	2,3	2,1	2,0	2,0	2,0
σ_d [Mpa]	-13,6	-12,9	-12,3	-11,7	-22,7	-22,3	-21,9	-21,7	-21,5	-21,4	-21,3

$\sigma_{c,max,t=0} =$ -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0} =$ 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



TT-nosač

2. FAZA

x	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
A_{i+2} [cm^2]	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5	1903,5
$y_{g,2}$ [cm]	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6
$W_{g,2}$ [cm^3]	121095	121095	121095	121095	121095	121095	121095	121095	121095	121095	121095
$W_{g,2}$ [cm^3]	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6	29867,6
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
$P_{t=\infty}$ [kN]	316,4	316,4	316,4	316,4	632,8	632,8	632,8	632,8	632,8	632,8	632,8
σ_g [Mpa]	-0,3	-1,4	-2,4	-3,4	-4,3	-5,0	-5,5	-6,0	-6,3	-6,4	-6,5
σ_{gp} [Mpa]	2,2	0,7	-0,7	-1,8	-1,7	-2,6	-3,3	-3,8	-4,2	-4,5	-4,6
σ_d [Mpa]	-12,1	-8,6	-5,4	-2,5	-10,4	-8,4	-6,7	-5,4	-4,5	-3,9	-3,7

$\sigma_{c,max,t=\infty} =$ -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

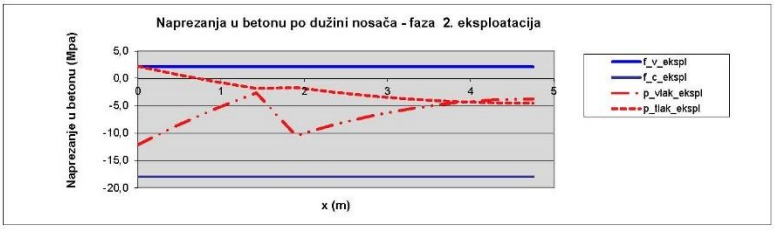
$\sigma_{t,max,t=\infty} =$ 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

1. FAZA 2. FAZA

Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} + \frac{M_{sd,1}}{W_{g-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$

Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$ $\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak



17. KONTROLA PROGIBA — **TT-nosač**

1. Pri prednaprezanju

P_{m0} =	718,1	kN
$M_{sd,pl}$ =	33,8	kNm
$E_{c,1}$ =	34500,0	MPa
I_{pt} =	301299,8	cm^4
$y_{k,1}$ =	24,3	cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{sd,pl})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = \quad -1,27 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

P_{m0} =	718,1	kN
$M_{sd,y}$ =	54,6	kNm
$\varphi_{(t,t_0)}$ =	2,0	
$E_{c,1}$ =	34500,0	MPa
$I_{x,1}$ =	301299,8	cm^4
$y_{k,1}$ =	24,3	cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{sd,y})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = \quad -1,09 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ =	632,8	kN
$M_{sd,2}$ =	214,5	kNm
$\varphi_{(t,t_0)}$ =	2,0	
$E_{c,2}$ =	34500,0	MPa
$I_{x,2}$ =	491120,5	cm^4
$y_{k,2}$ =	31,9	cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{sd,2})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = \quad 0,07 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ =	632,8	kN
$M_{sd,3}$ =	239,2	kNm
$\varphi_{(t,t_0)}$ =	2,0	
$E_{c,2}$ =	34500,0	MPa
$I_{x,2}$ =	491120,5	cm^4
$y_{k,2}$ =	31,9	cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{sd,3})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = \quad 0,20 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukupno} =$ -0,69 cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} =$ 3,17 cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} =$ 1,90 cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA — **TT-nosač**

x (cm)	0,00	0,48	0,95	1,43	1,90	2,38	2,85	3,33	3,80	4,28	4,75
$M_{Sd,2}$ (kNm)	0,0	40,8	77,2	109,4	137,3	160,9	180,2	195,2	205,9	212,3	214,5
bw (cm)	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
A_{s1} (cm^2)	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04	8,04
A_p (cm^2)	2,79	2,79	2,79	2,79	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56	5,56
σ_c (MPa)	-564,7	-498,1	-420,6	-352,2	-233,0	-193,1	-160,5	-135,1	-117,0	-106,1	-102,5
Mcr (kNm)	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4
σ_{cp} (MPa)	90,1	90,1	90,1	90,1	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7
ζ_ϕ	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525	0,525
ε_{sm}	-0,0029717	-0,0025229	-0,0021196	-0,0017617	-0,0011527	-0,0009393	-0,0007615	-0,0006197	-0,0005154	-0,0004509	-0,0004290
p_r	0,10217	0,10217	0,10217	0,10217	0,11786	0,11786	0,11786	0,11786	0,11786	0,11786	0,11786
s_{rm} (mm)	73,5	73,5	73,5	73,5	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4	70,4
w_k (mm)	-0,386	-0,326	-0,275	-0,229	-0,143	-0,117	-0,095	-0,077	-0,064	-0,056	-0,053

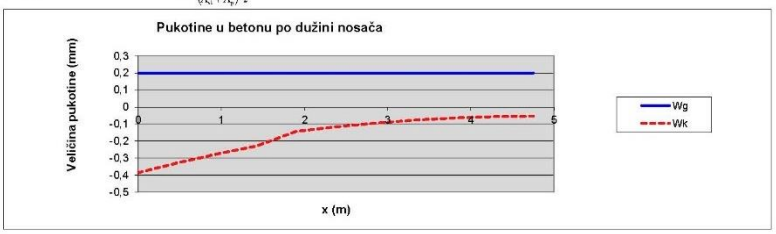
< wg=0,2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_{s1}}{E_s}\cdot\left[1 - 0.75\cdot 0.5\cdot\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_s = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{sd,2}/z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)}$$

$$\rho_r = (A_{s1} + A_p\cdot\xi_p)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm}\cdot\frac{I_c}{y_4}$$

$$\xi_p = 0.5\cdot\frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{sr} = \frac{f_{ctm}\cdot W_y}{(A_{s1} + A_p)\cdot z}$$

$$s_{rm} = 50 + 0.25\cdot k_1\cdot k_2\cdot\frac{\Phi}{\rho_r} \qquad w_k = \beta\cdot k_1\cdot s_{rm}\cdot\varepsilon_{sm} = 1.7\cdot 1.04\cdot s_{rm}\cdot\varepsilon_{sm} \le w_g = 0.2mm$$



19. PRORAČUN ARMATURE ZA SPREZANJE SA MONOLITIZACIJOM — **TT-nosač**

V_{sd} =	190,75	kN
$I_{x,2}$ =	491120,5	cm^4
$S_{1,1}$ =	1443,7	cm^2

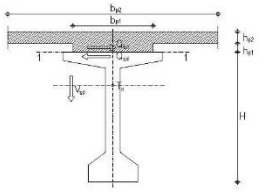
Armatura: **B 500B**

f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa

$$Q_{sd,1-1} = \frac{V_{sd}\cdot S_{1-1}}{I_{x-2}} = \quad 290,49 \text{ kN/m}$$

$$A_q = \frac{Q_{sd,1-1}}{f_{yd}} = \quad 6,45 \text{ cm2/m}$$

Profil:	8,0	0,50 cm^2
Razmak:	10,0	cm
Rezmost:	2	
Odab. arm.:	10,05	cm^2/m



20. PODRUČJE SIDRENJA NATEGA KOD PRETHODNOG NAPINJANJA

Duljina prijenosa prednaponske sile: $\Phi =$ 1,524 cm; $d =$ 41,3 cm

$$l_{bp} = \beta_1\cdot\Phi = \quad 106,68 \text{ cm}$$

Proračunska vrijednost za duljinu prenošenja sile sa užeta na beton

$$l_{bpd} = 0.8\cdot l_{bp} = \quad 85,344 \text{ cm}$$

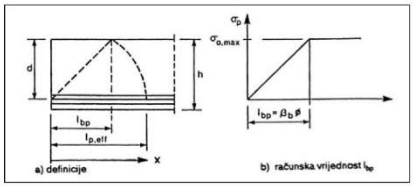
$$l_{bpd} = 1.2\cdot l_{bp} = \quad 128,016 \text{ cm}$$

Duljina uvođenja sile sa užeta na beton

$$l_{pt2} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = \quad 94,81 \text{ cm}$$

$$l_{pt2} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = \quad 134,51 \text{ cm}$$

Usvaja se nepovoljnija vrijednost za promatrano djelovanje.



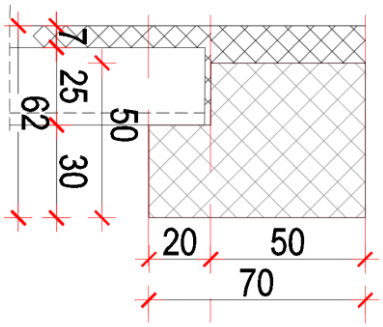
4.2 L1 greda

L greda POZ L1 raspona su do 8,05m. Beton za izradu C40/50, otpuštanje kablova St1670/1860 iz uvjeta tlaka i vlaka u fazi prednaprezanja je pri betonu C35/45.
Na montažne grede oslanjaju se šuplje ploče raspona 946 cm.
Monolitizacija iznosi 7 cm.

Proračun se vrši za opterećenja (I i II faza):

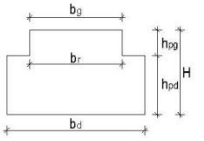
Vlastita težina ploče i monolitizacije:
g_{pl+m} = 5,25 kN/m^2
Dodatno stalno opterećenje:
Δg = 4,00 kN/m^2
Korisno opterećenje-snijeg:
q = 5,00 kN/m^2

Poprečni presjek:



U nastavku je prikazan proračun.

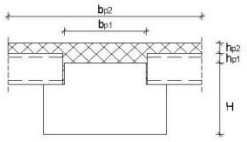
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — L-nosač



H - ukupna visina presjeka	50,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	50,0	cm	y_g - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	70,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	50,0	cm	I_{xt} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	20,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	30,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	0,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	7,2	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	8,1	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_s - visina nosača u sr. raspona	50,0	cm	

x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_d [cm]	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
b_r [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
h_{pg} [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
h_{pd} [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
h_{vg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm^2]	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0
y_d [cm]	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
y_g [cm]	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9
I_{xt} [cm^4]	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3
I_x [cm^4]	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4
W_d [cm^3]	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5
W_g [cm^3]	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4
k_d [cm]	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
k_g [cm]	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — L-nosač



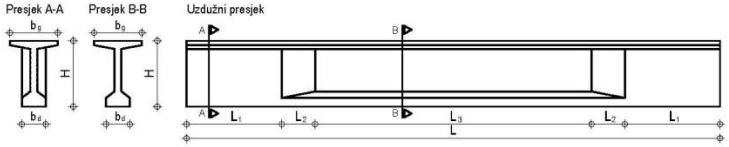
h_{p1} - visina ploče 1	5,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	7,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	126,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

y_k - položaj težišta kabela 7,2 cm
(rezultanta kablova od donjeg ruba nosača)

x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
A_1 [cm^2]	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0
$y_{d,1}$ [cm]	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
$y_{g,1}$ [cm]	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9
$I_{xt,1}$ [cm^4]	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3
$I_{x,1}$ [cm^4]	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4
A_2 [cm^2]	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0
$A_{red,2}$ [cm^2]	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0
$y_{d,2}$ [cm]	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
$y_{g,2}$ [cm]	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8
$I_{x,2}$ [cm^4]	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2
$W_{d,2}$ [cm^3]	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3
$k_{d,2}$ [cm]	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
$k_{g,2}$ [cm]	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — L-nosač



L - Ukupna duljina nosača	8,10	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	0,00	m
L_2 - Duljina dijela sužnja	0,00	m
L_3 - Duljina suženog dijela	8,10	m

4. MATERIJALI

Beton:

Klasa,izloženost	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m³
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,t=0}$ =	-24,0	Mpa -tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,t=\infty}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,t=0}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

Užad:

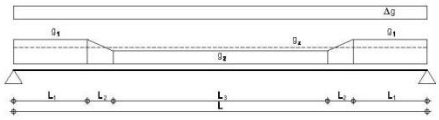
Tip:	St 1670/1860	
$f_{p0,1k}$ =	1670,0	Mpa
f_{pk} =	1860,0	Mpa
E_{lk} =	195000,0	MPa
$\sigma_{p0,max}$ =	1503,00	MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pm0,max}$ =	1395,00	MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE

L-nosač

Vlastita težina (1. faza):

g_k = 7,75 kN/m'
g_k = 7,75 kN/m'
g_k = 7,75 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača

G_{tot} = 6,4 t
V_{tot} = 2,5 m³

POPREČNI RASTER: 5,00 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

g_{pl+m} = 5,25 kN/m² → g_{pl} = 26,25 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 4,00 kN/m² → Δg = 20,00 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 5,00 kN/m² → q = 25,00 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
$M_{g,x}$ [kNm]	0,0	12,1	22,9	32,4	40,7	47,7	53,4	57,8	61,0	62,9	63,6
M_{gp} [kNm]	0,0	40,9	77,5	109,8	137,8	161,5	180,8	195,9	206,7	213,1	215,3
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	31,2	59,0	83,7	105,0	123,0	137,8	149,3	157,5	162,4	164,0
M_q [kNm]	0,0	39,0	73,8	104,6	131,2	153,8	172,2	186,6	196,8	203,0	205,0
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	172,0	326,0	461,8	579,5	679,1	760,6	823,9	869,2	896,4	905,4
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	123,1	233,2	330,4	414,7	485,9	544,2	589,6	622,0	641,4	647,9
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	111,4	211,1	299,1	375,3	439,8	492,6	533,6	562,9	580,5	586,4
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	107,5	203,7	288,6	362,2	424,4	475,3	515,0	543,3	560,2	565,9

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti, $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija, $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija, $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,1}\,M_q$
$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija, $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$

$\psi_{1,1}$ = 0,70
$\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA

L-nosač

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,x}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0	
Moment:	63,6	0,0	0,0	0,0	63,6 KNm

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak

a) Donji rub (tlak)

$$-\frac{P_{t=0}}{A_i} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0} \qquad P_{t=0} \leq 2873,41 \text{ kN}$$

Mjerodavna sila:
$P_{t=0} \leq$ 1685,02 kN

b) Gornji rub (vlak)

$$-\frac{P_{t=0}}{A_i} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0} \qquad P_{t=0} \leq 1685,02 \text{ kN}$$

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,x}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,x} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,6	
Moment:	63,6	215,3	164,0	123,0	565,9 KNm

Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

a) Donji rub (vlak)

$$\frac{P_{t=\infty}}{A_{i+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty} \qquad P_{t=\infty} \geq 1260,56 \text{ kN}$$

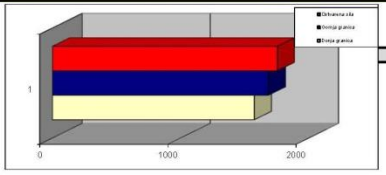
b) Gornji rub (tlak)

$$\frac{P_{t=\infty}}{A_{i+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty} \qquad P_{t=\infty} \geq -3183,33 \text{ kN}$$

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{t=\infty} \geq$ 1260,56 kN
$P_{t=0} \geq$ 1575,70 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI: 8,10 kom

RAČ.-Poče. sila po 1. užetu: 208,92 KN



Promjer užeta: 0,60 inča
Površina 1 užeta: 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu: 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 9
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{poc} = 1755,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	y_k (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	60,00
red 3	0	16,80
red 2	2	11,40
red 1	7	6,00

Rezultanta užadi: 7,20 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA

L-nosač

Pretpostavljeno proklizniuće klina Δl_i: 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_c: 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{zi} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_c = 0,00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od proklizuća klina ΔP_{zi} = 0,0 KN **0,00 %**
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača !

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_c}\cdot y_{k,1}^2 = 2,27$$

$y_{k,1}$ = 15,9 cm (za fazu 1.)

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c\infty}} = 5,65$

$\sigma_{c\,0} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c} = 1,29$ KN/cm2

$$\Delta P_c = \sigma_{c\,0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p = 6,57 \text{ kN} \quad \textbf{0,37 \%}$$

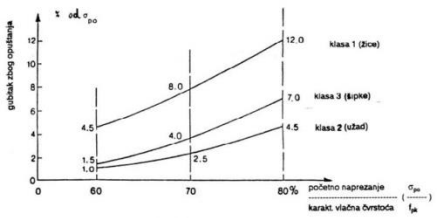
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0,9\,f_{pk}/1,15$ = 1455,7 MPa
σ_{pi}/f_{pk} = 0,78 iz slike za razred 2(užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = $0,025\,\sigma_{pi}$ = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=\infty}$ = $3\,\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=\infty}$ = 131,63 kN **7,50 %**



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od proklizuća klina ΔP_{zi} =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	6,57	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_r =	131,63	kN
Ukupni gubici =	**138,20**	kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 1616,80 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = **7,87 %**

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

L-nosač

za omjer σ_{cgp} / f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=∞

$\Delta\sigma_{pr,t=\infty}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+dg}}{I_{x,1} / y_{k,1}} = \quad 5,88 \text{ MPa} \qquad y_{k,2} = \quad 25,0 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cp0} = -\frac{P_{t,0}}{A_i} \cdot \left(1 + \frac{A_i}{I_{x,i}} \cdot y_{k,i}^{\,2}\right) = \quad -5,22 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_p + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e \cdot \varphi(t,t_0)(\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})}{1 + \alpha_e \frac{A_p}{A_i}\left(1 + \frac{A_i}{I_i} y_{p,i}^{\,2}\right)\cdot[1 + 0.8 \cdot \varphi(t,t_0)]} = \quad -141,18 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t0)}$: 2

Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{cs(t,t0)}$: -0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ = -141,18 Mpa

$\Delta P(t) = \sigma_{p,c+s+r} \cdot A_p$ = 176,62 kN **10,064 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od proklizuća klina ΔP_d =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	6,57	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{re} =	131,63	kN
Padovi od puzanja i skupljanja ΔP_{ps} =	176,62	kN
Ukupni gubici sile=	**314,81**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=}$ = **1440,19** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **17,94** % < 30 %

Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

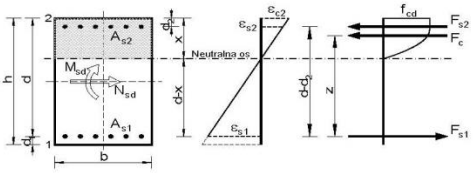
L-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{fla} =	50,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača
L =	810,0	cm	raspon nosača
H =	50,0	cm	visina nosača na sredini raspona

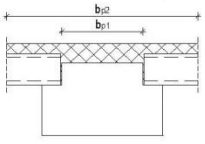
$$b_{fla} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{L}{50}\right)^3 \cdot H} = \quad 21,47 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
Armatura:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
Moment:		
$M_{sd,1}$ =	905,4	kNm
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd} * y_k$ =	545,5	kNm
N_{sd} =	1440,2	kN
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,38	m
$e_a = y_{s2} - y_s$ =	0,27	m
$e_u = e + e_a$ =	0,65	m
$M_{sda} = N_{sd} * e_u$ =	937,10	kNm



ε_{s1} = 5,0

$\mu_{sd,lim}$ = 0,236

$M_{Rd,lim}$ = 2565,4

x/d= 0,22

H_u - ukupna visina presjeka 62,0 cm

b_{fac} - min. širina gornjeg pojasa 126,0 cm

d_1 - udaljenost težišta armature 5,0 cm

d - statička visina presjeka 57,0 cm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sds}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \quad 0,086$$

ξ = 0,219

x = 12,48 cm

ζ = 0,922

ε_{s2} = 1,4 ‰

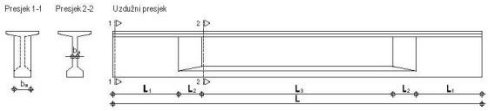
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = \quad 6,50 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 5 Ø 14 7,70 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

L-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	447,12	kN	A_{s2} =	10,00	cm²		
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	V_{sd}/V_{Rd2} =	0,261			
ρ_1 =	0,00182		$s_{w,min}$ =	30,0	cm	Ø$_{odab}$: 8,0	0,50 cm²
k =	1,03		ρ_{min} =	0,0013		$s_{w,odab}$: 10,0	cm
b_w =	50,0	cm				reznost: 4,0	cm
v =	0,50		$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m}$ =	0,4875	cm²		

$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_1)] \cdot b_w \cdot d$ = 153,18 kN

$V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ = 1710,00 kN

$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w}$ = 448,46 kN

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 601,64 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,151	kN/cm²
$\sigma_{cp,eff}$ =	0,049	kN/cm²
V_{sd} =	447,12	kN
b_w =	50,0	cm

$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_1) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ = 217,84 kN

$V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ = 1710,00 kN

$V_{Rd2,red} = 1.67 \cdot V_{Rd2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}}\right)$ = 1710,00 kN

Ø$_{odab}$: 8,0 0,50 cm²

$s_{w,odab}$: 20,0 cm

reznost: 4,0 cm

$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w}$ = 224,23 kN

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 442,07 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE

L-nosač

$M_{Sd,t1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednaprezanja; $M_{Sd,t1} = (M_{g,t})$

$M_{Sd,t2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd,t2} = (M_{g,t} + M_{g,p} + M_{g,g}) + \psi_1 M_q$ $\psi_1 = 0,60$

x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
$M_{g,t}$	0,0	12,1	22,9	32,4	40,7	47,7	53,4	57,8	61,0	62,9	63,6
$M_{g,p}$	0,0	40,9	77,5	109,8	137,8	161,5	180,8	195,9	206,7	213,1	215,3
$M_{g,g}$	0,0	31,2	59,0	83,7	105,0	123,0	137,8	149,3	157,5	162,4	164,0
M_q	0,0	39,0	73,8	104,6	131,2	153,8	172,2	186,6	196,8	203,0	205,0
$M_{Sd,t1}$	0,0	12,1	22,9	32,4	40,7	47,7	53,4	57,8	61,0	62,9	63,6
$M_{Sd,t2}$	0,0	107,5	203,7	288,6	362,2	424,4	475,3	515,0	543,3	560,2	565,9

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati užad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton.

x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05	UPORNJAK y_k (cm)
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	11,40
RED 1	4	4	4	4	5	5	7	7	7	7	7	6,00

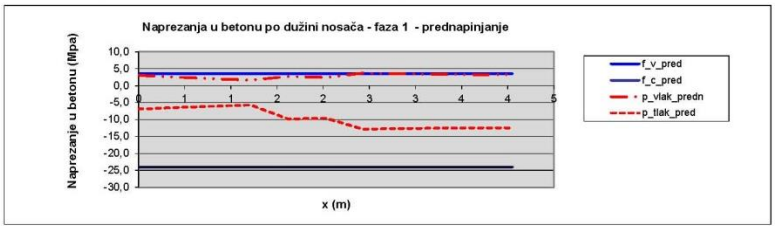
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
n (kom)	4	4	4	4	7	7	9	9	9	9	9
P_{poc} [KN]	780,0	780,0	780,0	780,0	1365,0	1365,0	1755,0	1755,0	1755,0	1755,0	1755,0

1. FAZA

x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
A_t [cm^2]	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0
$y_{t,1}$ [cm]	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
$W_{t,1}$ [cm^3]	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5
$W_{g,1}$ [cm^3]	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4
P_{poc} [kN]	780,0	780,0	780,0	780,0	1365,0	1365,0	1755,0	1755,0	1755,0	1755,0	1755,0
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
P_{rel} [kN]	718,6	718,6	718,6	718,6	1257,5	1257,5	1616,8	1616,8	1616,8	1616,8	1616,8
σ_g [Mpa]	-3,1	-2,5	-2,1	-1,8	-2,7	-2,4	-3,7	-3,5	-3,4	-3,3	-3,2
σ_d [Mpa]	-6,9	-6,5	-6,1	-5,7	-9,9	-9,6	-12,8	-12,7	-12,6	-12,5	-12,5

$\sigma_{c,max,t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



L-nosač

2. FAZA

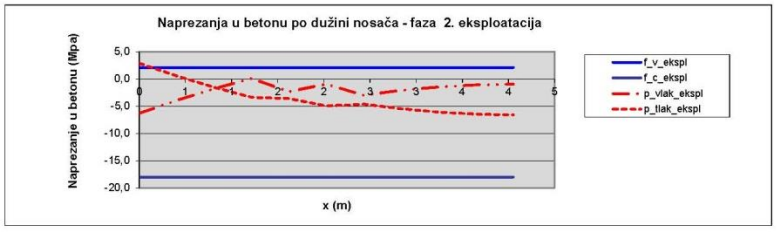
x	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
A_{t+2} [cm^2]	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0
$y_{t,2}$ [cm]	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
$W_{d,2}$ [cm^3]	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
$P_{t=\infty}$ [kN]	640,1	640,1	640,1	640,1	1120,1	1120,1	1440,2	1440,2	1440,2	1440,2	1440,2
σ_g [Mpa]	-0,2	-2,0	-3,6	-5,0	-6,3	-7,4	-8,3	-9,0	-9,5	-9,7	-9,8
σ_{gh} [Mpa]	2,9	0,5	-1,5	-3,4	-3,6	-5,0	-4,6	-5,5	-6,1	-6,5	-6,6
σ_d [Mpa]	-6,3	-3,9	-1,8	0,1	-2,3	-1,0	-3,0	-2,1	-1,5	-1,1	-1,0

$\sigma_{c,max,t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

$\sigma_{t,max,t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak

	1 FAZA	2 FAZA
Donji rub:	$\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{t-1}}{W_{g-1}} + \frac{M_{sd,t1}}{W_{g-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$	$\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{t-2}}{W_{g-2}} + \frac{M_{sd,t2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$
Gornji rub:	$\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{t-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,t1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$	$\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{t-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,t2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$



17. KONTROLA PROGIBA

L-nosač

1. Pri prednaprezanju

$P_{t=0}$ = 1616,8 kN
$M_{Sd,f1}$ = 63,6 kNm
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 614220,4 cm^4
y_{k-1} = 15,9 cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{Sd,f1})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = -0,62 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

$P_{t=0}$ = 1616,8 kN
$M_{Sd,f}$ = 278,8 kNm
$\varphi_{t,t=0}$ = 2,0
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 614220,4 cm^4
y_{k-1} = 15,9 cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{Sd,f})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = 0,07 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 1440,2 kN
$M_{Sd,f2}$ = 565,9 kNm
$\varphi_{t,t=\infty}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 1590152,2 cm^4
y_{k-2} = 25,0 cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{Sd,f2})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = 0,26 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 1440,2 kN
$M_{Sd,f}$ = 566,4 kNm
$\varphi_{t,t=\infty}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 1590152,2 cm^4
y_{k-2} = 25,0 cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{Sd,f})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = 0,28 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukup} =$ 0,35 cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} =$ 2,70 cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} =$ 1,62 cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA

L-nosač

x (cm)	0,00	0,41	0,81	1,22	1,62	2,03	2,43	2,84	3,24	3,65	4,05
$M_{Sd,f2}$ (kNm)	0,0	107,5	203,7	288,8	362,2	424,4	475,3	515,0	543,3	560,2	565,9
bi (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
A_{s1} (cm^2)	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70
A_p (cm^2)	5,56	5,56	5,56	5,56	9,73	12,51	12,51	12,51	12,51	12,51	12,51
σ_s (MPa)	-1086,4	-921,9	-774,8	-645,0	-405,0	-332,6	-235,8	-196,0	-167,6	-150,6	-144,9
Mcr (kNm)	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9
σ_{cr} (MPa)	264,4	264,4	264,4	264,4	201,2	201,2	173,5	173,5	173,5	173,5	173,5
ζ_s	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459
ε_{sm}	-0,0054473	-0,0045919	-0,0037997	-0,0030990	-0,0018650	-0,0014718	-0,0009635	-0,0007099	-0,0005142	-0,0003878	-0,0003436
ρ_r	0,02929	0,02929	0,02929	0,02929	0,03476	0,03476	0,03841	0,03841	0,03841	0,03841	0,03841
s_{sm} (mm)	121,7	121,7	121,7	121,7	110,4	110,4	104,7	104,7	104,7	104,7	104,7
w_k (mm)	-1,172	-0,986	-0,818	-0,667	-0,368	-0,287	-0,178	-0,131	-0,095	-0,072	-0,064

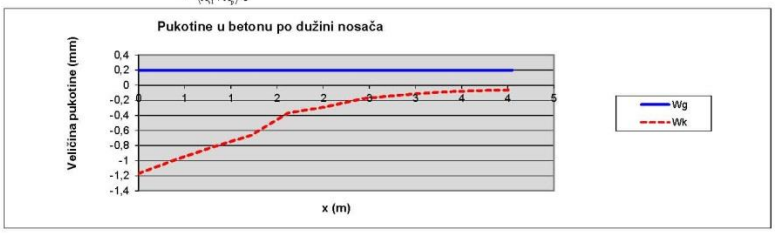
< wg=0,2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\cdot\left[1 - 0.75\cdot 0.5\cdot\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_s = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,f2}/z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)}$$

$$\rho_r = (A_{s1} + A_p\cdot\xi_0)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm}\cdot\frac{I_c}{y_s}$$

$$\xi_0 = 0.5\cdot\frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{cr} = \frac{f_{ctm}\cdot W_c}{(A_{s1} + A_p)\cdot z}$$

$$s_{sm} = 50 + 0.25\cdot k_1\cdot k_2\cdot\frac{\Phi}{\rho_r} \qquad w_k = \beta\cdot k_3\cdot s_{sm}\cdot\varepsilon_{sm} = 1.7\cdot 1.04\cdot s_{sm}\cdot\varepsilon_{sm} \le w_k = 0.2mm$$



19. PRORAČUN ARMATURE ZA SPREZANJE SA MONOLITIZACIJOM

L-nosač

V_{sd} = 447,12 kN
I_{x-2} = 1590152,2 cm^4
S_{1-1} = 38813,0 cm^3

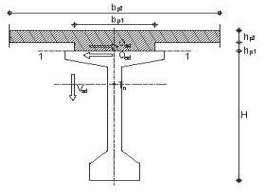
Armatura: B 500B
f_{yk} = 500,0 Mpa
f_{yd} = 434,8 Mpa

$$Q_{sd,1-1} = \frac{V_{sd}\cdot S_{1-1}}{I_{x-2}} = 542,86 \text{ kNm}$$

$$A_q = \frac{Q_{sd,1-1}}{f_{yd}} = 12,49 \text{ cm2/m}$$

Profil:	8,0	0,50 cm^2
Razmak:	10,0	cm
Reznost:	2	

Ostab. arm.: 10,05 cm^2/m



20. PODRUČJE SIDRENJA NATEGA KOD PRETHODNOG NAPINJANJA

Duljina prijenosa prednaponske sile: Φ = 1,524 cm; d= 42,8 cm

$$l_{bp} = \beta_b\cdot\Phi = 106,68 \text{ cm}$$

Proračunska vrijednost za dužinu prenošenja sile sa užeta na beton

$$l_{bpd} = 0.8\cdot l_{bp} = 85,344 \text{ cm}$$

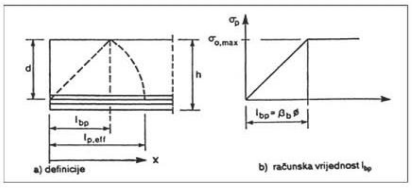
$$l_{bpd} = 1.2\cdot l_{bp} = 128,016 \text{ cm}$$

Duljina uvođenja sile sa užeta na beton

$$l_{pt2} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = 95,47 \text{ cm}$$

$$l_{pt2} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = 134,98 \text{ cm}$$

Usvaja se nepovoljnija vrijednost za promatrano djelovanje.



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

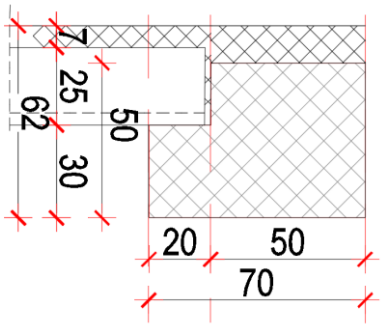
4.3 L2 greda

L greda POZ L2 raspona su do 5,95m. Beton za izradu C40/50, otpuštanje kablova St1670/1860 iz uvjeta tlaka i vlaka u fazi prednaprezanja je pri betonu C35/45.
Na montažne grede oslanjaju se šuplje ploče raspona 946 cm.
Monolitizacija iznosi 7 cm.

Proračun se vrši za opterećenja (I i II faza):

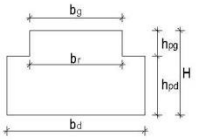
Vlastita težina ploče i monolitizacije:
g_{pl+m} = 5,25 kN/m^2
Dodatno stalno opterećenje:
Δg = 4,00 kN/m^2
Korisno opterećenje-snijeg:
q = 5,00 kN/m^2

Poprečni presjek:



U nastavku je prikazan proračun.

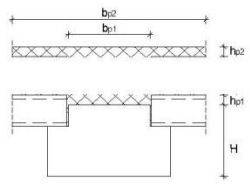
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — L-nosač



H - ukupna visina presjeka	50,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	50,0	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	70,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	50,0	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	20,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	30,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	0,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	6,0	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	6,0	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_L - visina nosača u sr. raspona	50,0	cm	

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_d [cm]	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
b_r [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
h_{pg} [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
h_{pd} [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
h_{vg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm^2]	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0
y_d [cm]	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
y_g [cm]	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9
I_{xd} [cm^4]	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3
I_x [cm^4]	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4
W_d [cm^3]	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5
W_g [cm^3]	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4
k_d [cm]	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
k_g [cm]	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — L-nosač



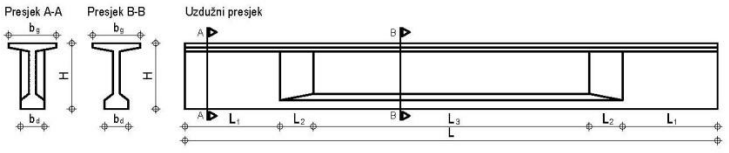
h_{p1} - visina ploče 1	5,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	7,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	126,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče

y_k - položaj težišta kabela (rezultanta kablova od donjeg ruba nosača): 6,0 cm

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
H [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
A_1 [cm^2]	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0
$y_{d,1}$ [cm]	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
$y_{g,1}$ [cm]	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9	26,9
$I_{xd,1}$ [cm^4]	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3	2263333,3
$I_{x,1}$ [cm^4]	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4	614220,4
A_2 [cm^2]	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0
A_{red} [cm^2]	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0
$y_{d,2}$ [cm]	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
$y_{g,2}$ [cm]	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8
$I_{x,2}$ [cm^4]	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2	1590152,2
$W_{d,2}$ [cm^3]	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3
$k_{d,2}$ [cm]	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
$k_{g,2}$ [cm]	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — L-nosač



L - Ukupna duljina nosača	6,00	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	0,00	m
L_2 - Duljina dijela sužen ja	0,00	m
L_3 - Duljina suženog dijela	6,00	m

4. MATERIJALI

Beton: Klasa,izloženost: C 40/50

f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m³
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,t=0}$ =	-24,0	Mpa -tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,t=\infty}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,t=0}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura: Tip: B 500B

f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

Užad: Tip: St 1670/1860

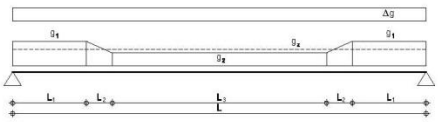
$f_{pm,t=\infty}$ =	1670,0	Mpa	
f_{pk} =	1860,0	Mpa	
E_k =	195000,0	MPa	
$\sigma_{pt,max}$ =	1503,00	MPa	- najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pd,max}$ =	1395,00	MPa	- najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE

L-nosač

Vlastita težina (1. faza):

g_k = 7,75 kN/m'
g_z = 7,75 kN/m'
g_z = 7,75 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača

G_{tot} = 4,7 t
V_{tot} = 1,9 m³

POPREČNI RASTER: 5,00 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{ploče}$ = 5,25 kN/m² → g_k = 26,25 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 4,00 kN/m² → Δg = 20,00 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 5,00 kN/m² → q = 25,00 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
$M_{g,z}$ [kNm]	0,0	6,6	12,6	17,8	22,3	26,2	29,3	31,7	33,5	34,5	34,9
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	22,4	42,5	60,2	75,6	88,6	99,2	107,5	113,4	116,9	118,1
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	17,1	32,4	45,9	57,6	67,5	75,6	81,9	86,4	89,1	90,0
M_q [kNm]	0,0	21,4	40,5	57,4	72,0	84,4	94,5	102,4	108,0	111,4	112,5
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	94,4	178,8	253,4	318,0	372,6	417,3	452,1	476,9	491,8	496,8
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	67,5	128,0	181,3	227,5	266,6	298,6	323,5	341,3	351,9	355,5
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	61,1	115,8	164,1	205,9	241,3	270,3	292,8	308,9	318,5	321,8
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	59,0	111,8	158,4	198,7	232,9	260,8	282,6	298,1	307,4	310,5

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti, $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$

$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija, $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$

$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija, $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,1}\,M_q$

$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija, $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$

$\psi_{2,1}$ = 0,70
$\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA

L-nosač

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$	
Koeficijent	1,0	0,0	0,0	0,0		
Moment	34,9	0,0	0,0	0,0	34,9	KNm

Konvencija predznaka: - tlak, + vlak

a) Donji rub (tlak): $-\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ → $P_{t=0} \leq$ 2627,20 kN

b) Gornji rub (vlak): $-\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$ → $P_{t=0} \leq$ 1181,29 kN

Mjerodavna sila: $P_{t=0} \leq$ 1181,29 kN

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$	
Koeficijent	1,0	1,0	1,0	0,6		
Moment	34,9	118,1	90,0	67,5	310,5	KNm

Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

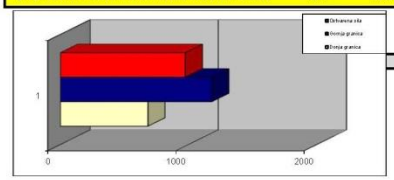
a) Donji rub (vlak): $-\frac{P_{t=\infty}}{A_{i+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$ → $P_{t=\infty} \geq$ 546,08 kN

b) Gornji rub (tlak): $-\frac{P_{t=\infty}}{A_{i+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$ → $P_{t=\infty} \geq$ -4782,11 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{t=\infty} \geq$ 546,08 kN
$P_{t=0} \geq$ 682,61 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI: 3,99 kom

RAČ.-Poče. sila po 1. užetu: 208,92 KN



Promjer užeta: 0,60 inča
Površina 1 užeta: 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu: 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 5
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{poc} = 975,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	y_k (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	60,00
red 3	0	16,80
red 2	0	11,40
red 1	5	6,00

Rezultanta užadi: 6,00 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA

L-nosač

Pretpostavljeno proklizuće klina Δl_z: 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_p: 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{zl} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_z = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od proklizuća klina $\Delta P_{zl} = 0{,}0$ KN **0,00 %**

Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača !

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_c}\cdot y_{k,1}^2 =$ 2,47 $y_{k,1} =$ 17,1 cm (za fazu 1.)

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_p}{E_{cm}} =$ 5,65 $\sigma_{z,0} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c} =$ 0,78 KN/cm2

$\Delta P_c = \sigma_{z,0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p =$ 2,04 kN **0,21 %**

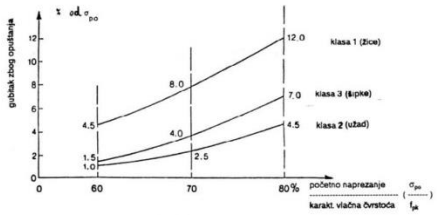
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\,f_{pk/1,16}$ = 1455,7 MPa
σ_{pi}/f_{pk} = 0,78 iz slike za razred 2(užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = $0{,}025\,\sigma_{pi}$ = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=\infty}$ = $3\,\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=\infty}$ = 73,13 kN **7,50 %**



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od proklizuća klina ΔP_{zl} = 0,00 kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c = 2,04 kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{rt} = 73,13 kN
Ukupni gubici = **75,16** kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 899,84 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = **7,71 %**

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

L-nosač

za omjer σ_{cgp} / f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=∞

$\Delta\sigma_{p\,t=\infty}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+\Delta g}}{I_{t,1} / y_{t,1}} = \quad 3{,}47 \text{ MPa} \qquad y_{s,2} = \quad 26{,}2 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cgp} = -\frac{P_{t,0}}{A_i} \cdot \left(1 + \frac{A_i}{I_{t,i}} \cdot y_{s,i}^2\right) = \quad -2{,}90 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+w} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0) E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e \cdot \varphi(t,t_0)(\sigma_{cg} + \sigma_{cgp})}{1 + \alpha_e \frac{A_p}{A_i}\left(1 + \frac{A_i}{I_i} y_{s,i}^2\right)\cdot[1 + 0.8 \cdot \varphi(t,t_0)]} = \quad -149{,}14 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t_0)}$: 2

Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{cs(t,t_0)}$: -0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ = -149,14 Mpa

$\Delta P(t) = \sigma_{p,c+s+w} \cdot A_p$ = 103,65 kN **10,631 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od prokliznuća klina ΔP_d =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	2,04	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{re} =	73,13	kN
Padovi od puzanja i skupljanja ΔP_{pt} =	103,65	kN
Ukupni gubici sile=	**178,82**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = **796,18** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **18,34** % < 30 %

Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

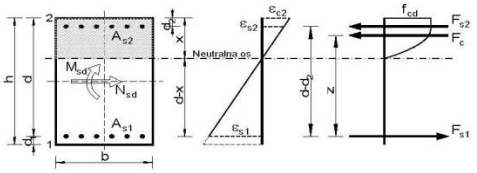
L-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{ts} =	50,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača
L =	600,0	cm	raspon nosača
H =	50,0	cm	visina nosača na sredini raspona

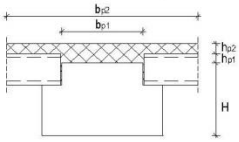
$$b_{ts} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{L}{50}\right)^3} \cdot H = \quad 17{,}14 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
Armatura:	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
Moment:		
$M_{sd,1}$ =	496,8	kNm
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd} * y_s$ =	288,3	kNm
N_{sd} =	796,2	kN
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,36	m
$e_a = y_{s2} - y_s$ =	0,27	m
$e_0 = e + e_a$ =	0,63	m
$M_{sds} = N_{sd} * e_0$ =	504,76	kNm



H_u - ukupna visina presjeka	62,0	cm
b_{trac} - min. širina gornjeg pojasa	126,0	cm
d_1 - udaljenost težišta armature	5,0	cm
d - statička visina presjeka	57,0	cm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sds}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \quad 0{,}046$$

ξ =	0,153	
x =	8,72	cm
ζ =	0,947	
ε_{s2} =	0,9	‰
ε_{s1} =	5,0	
$\mu_{sd,lim}$ =	0,235	
$M_{Rd,lim}$ =	2565,4	
x/d=	0,15	

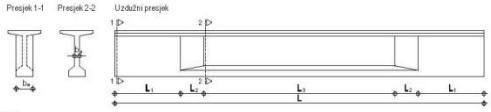
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = \quad 2{,}86 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 6 Ø 12 6,79 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

L-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	331,20	kN	A_{s2} =	10,00	cm²		
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	V_{sd}/V_{Rd2} =	0,194			
ρ_l =	0,00160		$s_{w,min}$ =	30,0	cm	Ø$_{odab}$ 8,0	0,50 cm²
k =	1,03		ρ_{min} =	0,0013		$s_{w,odab}$ 10,0	cm
b_w =	50,0	cm				reznost 4,0	cm
v =	0,50		$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m}$ =	0,4875	cm²		

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l)] \cdot b_w \cdot d = \quad 152{,}15 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z = \quad 1710{,}00 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w} = \quad 448{,}46 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 600,60 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,188	kN/cm²
$\sigma_{cp,eff}$ =	0,095	kN/cm²
V_{sd} =	331,20	kN
b_w =	50,0	cm

Ø$_{odab}$	8,0	0,50 cm²					
$s_{w,odab}$	20,0	cm					
reznost	4,0	cm					

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d = \quad 232{,}57 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2} = 0.5 \cdot \nu \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z = \quad 1710{,}00 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\,2,red} = 1.67 \cdot V_{Rd\,2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}}\right) = \quad 1710{,}00 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot m \cdot z}{s_w} = \quad 224{,}23 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 456,80 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE

L-nosač

$M_{Sd,f1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednaprezanja; $M_{Sd,f1} = (M_{g,2})$

$M_{Sd,f2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd,fi} = (M_{g,2} + M_{g,p} + M_{sd}) + \psi M_q$ ψ = 0,60

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
$M_{g,2}$	0,0	6,6	12,6	17,8	22,3	26,2	29,3	31,7	33,5	34,5	34,9
$M_{g,p}$	0,0	22,4	42,5	60,2	75,6	88,6	99,2	107,5	113,4	116,9	118,1
M_{sd}	0,0	17,1	32,4	45,9	57,6	67,5	75,6	81,9	86,4	89,1	90,0
M_q	0,0	21,4	40,5	57,4	72,0	84,4	94,5	102,4	108,0	111,4	112,5
$M_{Sd,f1}$	0,0	6,6	12,6	17,8	22,3	26,2	29,3	31,7	33,5	34,5	34,9
$M_{Sd,f2}$	0,0	59,0	111,8	158,4	198,7	232,9	260,8	282,6	298,1	307,4	310,5

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati užad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton.

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	UPORNJAK yk (cm)
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,40
RED 1	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6,00

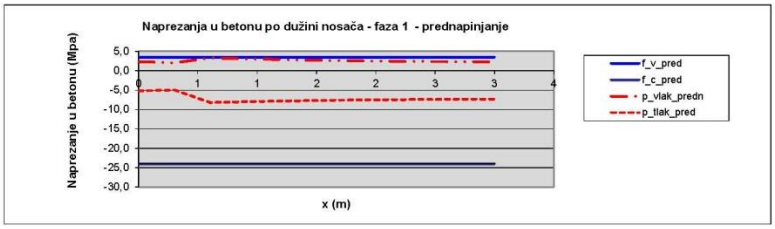
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
n (kom)	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P_{poc} (kN)	585,0	585,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0

1. FAZA

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
A_1 [cm^2]	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0	3100,0
$y_{g,1}$ [cm]	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
$W_{d,1}$ [cm^3]	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5	26630,5
$W_{g,1}$ [cm^3]	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4	22803,4
P_{poc} [kN]	585,0	585,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0	975,0
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
P_{inf} [kN]	539,9	539,9	899,8	899,8	899,8	899,8	899,8	899,8	899,8	899,8	899,8
σ_g [Mpa]	-2,3	-2,0	-3,3	-3,1	-2,9	-2,7	-2,5	-2,4	-2,4	-2,3	-2,3
σ_d [Mpa]	-5,2	-5,0	-8,2	-8,0	-7,8	-7,7	-7,6	-7,5	-7,4	-7,4	-7,4

$\sigma_{c,max,t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



L-nosač

2. FAZA

x	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00
A_{i+2} [cm^2]	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0	4232,0
$y_{g,2}$ [cm]	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
$W_{d,2}$ [cm^3]	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2	49401,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3	53340,3
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
$P_{t=\infty}$ [kN]	477,7	477,7	796,2	796,2	796,2	796,2	796,2	796,2	796,2	796,2	796,2
σ_g [Mpa]	-0,2	-1,1	-2,1	-2,9	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,2	-5,4	-5,4
σ_{gp} [Mpa]	2,1	0,9	1,2	0,2	-0,7	-1,5	-2,1	-2,5	-2,9	-3,1	-3,1
σ_d [Mpa]	-4,7	-3,4	-5,4	-4,4	-3,5	-2,7	-2,1	-1,6	-1,3	-1,1	-1,0

$\sigma_{c,max,t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

$\sigma_{t,max,t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

1.FAZA 2.FAZA

Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k-1}}{W_{d-1}} + \frac{M_{sd,f1}}{W_{d-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k-2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,f2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$

Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,f1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$ $\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,f2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak



17. KONTROLA PROGIBA

L-nosač

1. Pri prednaprezanju

$P_{t=0}$ = 899,8 kN
$M_{Sd,t1}$ = 34,9 kNm
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 614220,4 cm⁴
y_{k-1} = 17,1 cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{Sd,t1})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = -0,21 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

$P_{t=0}$ = 899,8 kN
$M_{Sd,t}$ = 153,0 kNm
$\Phi_{t,t=90}$ = 2,0
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 614220,4 cm⁴
y_{k-1} = 17,1 cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{Sd,t})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = 0,00 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 796,2 kN
$M_{Sd,t2}$ = 310,5 kNm
$\Phi_{t,t=90}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 1590152,2 cm⁴
y_{k-2} = 26,2 cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{Sd,t2})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = 0,07 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 796,2 kN
$M_{Sd,3}$ = 321,8 kNm
$\Phi_{t,t=90}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 1590152,2 cm⁴
y_{k-2} = 26,2 cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{Sd,3})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = 0,09 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukupn.} = 0,09$ cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} = 2,00$ cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} = 1,20$ cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA

L-nosač

x (cm)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	
$M_{Sd,ff}$ (kNm)	0,0	59,0	111,8	158,4	198,7	232,9	260,8	282,6	298,1	307,4	310,5	
b_d (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	
A_{s1} (cm²)	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	
A_p (cm²)	4,17	4,17	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	
σ_s (MPa)	-726,7	-619,9	-418,2	-350,9	-292,6	-243,3	-202,9	-171,5	-149,1	-135,6	-131,1	
Mcr (kNm)	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	172,9	
σ_{cr} (MPa)	313,1	313,1	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	249,8	
ζ_θ	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	0,394	
ε_{sm}	-0,0034673	-0,0029747	-0,0018576	-0,0014576	-0,0010905	-0,0007543	-0,0004492	-0,0001799	0,0000403	0,0001891	0,0002424	
ρ_r	0,02408	0,02408	0,02721	0,02721	0,02721	0,02721	0,02721	0,02721	0,02721	0,02721	0,02721	
s_{rm} (mm)	124,8	124,8	116,2	116,2	116,2	116,2	116,2	116,2	116,2	116,2	116,2	
w_k (mm)	-0,765	-0,634	-0,382	-0,299	-0,224	-0,155	-0,092	-0,037	0,008	0,039	0,050	< wg=0.2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\cdot\left[1 - 0.75\cdot 0.5\cdot\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_s = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,ff}/z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)}$$

$$\rho_r = (A_{s1} + A_p\cdot\xi_0)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm}\cdot\frac{I_x}{y_d}$$

$$\xi_0 = 0.5\cdot\frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{cr} = \frac{f_{ctm}\cdot W_d}{(A_{s1} + A_p)\cdot z}$$

$$s_{rm} = 50 + 0.25\cdot k_1\cdot k_2\cdot\frac{\Phi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta\cdot k_3\cdot s_{rm}\cdot\varepsilon_{sm} = 1.7\cdot 1.04\cdot s_{rm}\cdot\varepsilon_{sm} \le w_g = 0.2\text{mm}$$



19. PRORAČUN ARMATURE ZA SPREZANJE SAMONOLITIZACIJOM

L-nosač

V_{sd} = 331,20 kN
I_{x-2} = 1590152,2 cm⁴
S_{t-1} = 38613,0 cm³

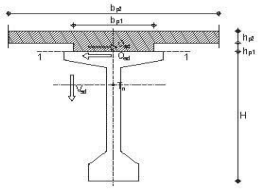
Armatura: B 500B
f_{yk} = 500,0 Mpa
f_{yd} = 434,8 Mpa

$$Q_{sd,t-t} = \frac{V_{sd}\cdot S_{t-t}}{I_{x-c}} = 402,12 \text{ kN/m}$$

$$A_q = \frac{Q_{sd,t-t}}{f_{yd}} = 9,25 \text{ cm2/m}$$

Profil:	8,0	0,50 cm²
Razmak:	10,0	cm
Reznost:	2	

Otlab. arm.: 10,05 cm²/m



20. PODRUČJE SIDRENJA HATEGA KOD PRETHODNOG NAPINJANJA

Duljina prijenosa prednaponske sile

Φ = 1,524 cm
d = 44,0 cm

$$l_{bpp} = \beta_b\cdot\Phi = 106,68 \text{ cm}$$

Proračunska vrijednost za duljinu prenošenja sile sa užeta na beton

$$l_{bpd} = 0.8\cdot l_{bp} = 85,344 \text{ cm}$$

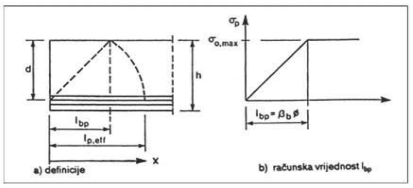
$$l_{bpd} = 1.2\cdot l_{bp} = 128,016 \text{ cm}$$

Duljina uvođenja sile sa užeta na beton

$$l_{p,eff} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = 96,02 \text{ cm}$$

$$l_{p,eff} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = 135,37 \text{ cm}$$

Usvaja se nepovoljnija vrijednost za promatrano djelovanje.



4.4 L3 greda

L greda POZ L3 raspona su do 8,05m. Beton za izradu C40/50, otpuštanje kablova St1670/1860 iz uvjeta tlaka i vlaka u fazi prednaprezanja je pri betonu C35/45.
Na montažne grede oslanjaju se TT ploče raspona 946 cm.
Monolitizacija iznosi 7 cm.

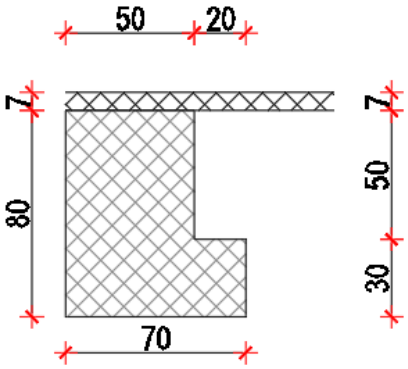
Proračun se vrši za opterećenja (I i II faza):

Vlastita težina ploče i monolitizacije:
g_{pl+m} = 5,00 kN/m^2

Dodatno stalno opterećenje:
Δg = 3,00 kN/m^2

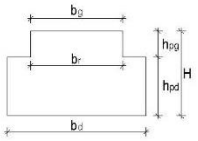
Korisno opterećenje-snijeg:
q = 20,00 kN/m^2

Poprečni presjek:



U nastavku je prikazan proračun.

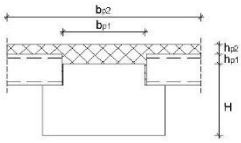
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — L-nosač



H - ukupna visina presjeka	80,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	50,0	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	70,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	50,0	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	50,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	30,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	0,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	16,8	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	7,6	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_L - visina nosača u sr. rasponu	80,0	cm	

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
H [cm]	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
b_d [cm]	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
b_r [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
h_{pg} [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
h_{pd} [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
h_{vg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A [cm²]	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0
y_d [cm]	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7
y_g [cm]	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3
I_{xd} [cm⁴]	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3
I_x [cm⁴]	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3
W_d [cm³]	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7
W_g [cm³]	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1
k_d [cm]	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
k_g [cm]	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — L-nosač



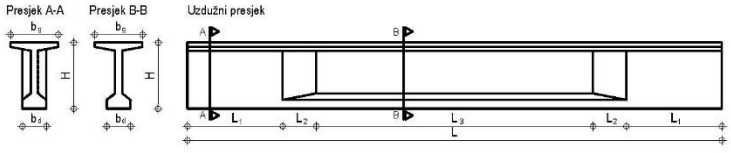
h_{p1} - visina ploče 1	0,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	7,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	126,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

y_k - položaj težišta kabela (rezultanta kablova od donjeg ruba nosača): 16,8 cm

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
H [cm]	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
b_g [cm]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
A_1 [cm²]	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0
$y_{d,1}$ [cm]	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7
$y_{g,1}$ [cm]	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3
$I_{xd,1}$ [cm⁴]	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3	8713333,3
$I_{x,1}$ [cm⁴]	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3	2504420,3
A_p [cm²]	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0	882,0
A_{1+p} [cm²]	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0	5482,0
$y_{d,2}$ [cm]	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3
$y_{g,2}$ [cm]	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7
$I_{x,2}$ [cm⁴]	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6	4126297,6
$W_{d,2}$ [cm³]	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3
$W_{g,2}$ [cm³]	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8
$k_{d,2}$ [cm]	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
$k_{g,2}$ [cm]	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — L-nosač



L - Ukupna duljina nosača	7,60	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	0,00	m
L_2 - Duljina dijela sužanja	0,00	m
L_3 - Duljina suženog dijela	7,60	m

4. MATERIJALI

Beton:

Klasa, čvrstoća	C 40/50	
f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{ctd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m³
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,pri}$ =	-24,0	Mpa - tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,eks}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,pri}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,eks}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura:

Tip	B 500B	
f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

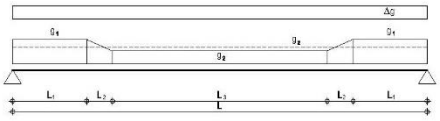
Užad:

Tip	St 1670/1860	
$f_{p0,1k}$ =	1670,0	Mpa
f_{pk} =	1860,0	Mpa
E_s =	195000,0	MPa
$\sigma_{pi,max}$ =	1503,00	MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pm0,max}$ =	1395,00	MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE — **L-nosač**

Vlastita težina (1. faza):

g_1 = 11,50 kN/m'
g_2 = 11,50 kN/m'
g_3 = 11,50 kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača

G_{tot} = 8,9 t
V_{tot} = 3,5 m³

POPREČNI RASTER 5,00 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{ploča}$ = 5,00 kN/m² g_{tl} = 25,00 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 3,00 kN/m² Δg = 15,00 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 20,00 kN/m² q = 100,00 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
$M_{g,x}$ [kNm]	0,0	15,8	29,9	42,3	53,1	62,3	69,7	75,5	79,7	82,2	83,0
$M_{g,p}$ [kNm]	0,0	34,3	65,0	92,1	115,5	135,4	151,6	164,3	173,3	178,7	180,5
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	20,6	39,0	55,2	69,3	81,2	91,0	98,6	104,0	107,2	108,3
M_q [kNm]	0,0	137,2	259,9	368,2	462,1	541,5	606,5	657,0	693,1	714,8	722,0
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	301,1	570,6	808,3	1014,4	1188,7	1331,4	1442,3	1521,6	1569,1	1585,0
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	207,8	393,8	557,9	700,1	820,4	918,8	995,4	1050,1	1082,9	1093,9
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	166,7	315,8	447,4	561,4	657,9	736,9	798,3	842,1	868,5	877,2
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	153,0	289,8	410,6	515,2	603,8	676,2	732,6	772,8	797,0	805,0

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti; $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$
$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija; $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,3}\,M_q$
$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija; $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$

$\psi_{1,3}$ = 0,70
$\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA — **L-nosač**

1. FAZA

Utjecaj	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0	
Moment:	83,0	0,0	0,0	0,0	83,0 KNm

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak

a) Donji rub (tlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $P_{pr0} \leq$ 4945,75 kN

b) Gornji rub (vlak) $-\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$ $P_{pr0} \leq$ 3884,21 kN

Mjerodavna sila:
$P_{pr0} \leq$ 3884,21 kN

2. FAZA

Utjecaj	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$
Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,6	
Moment:	83,0	180,5	108,3	433,2	805,0 KNm

Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

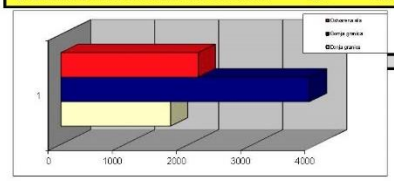
a) Donji rub (vlak) $\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{1,-2}} + \frac{M_{Sd,2}}{W_{1,-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$ $P_{pr\infty} \geq$ 1370,12 kN

b) Gornji rub (tlak) $\frac{P_{t=\infty}}{A_{1+2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g,-2}} - \frac{M_{Sd,2}}{W_{g,-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$ $P_{pr\infty} \geq$ -9470,39 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:
$P_{pr\infty} \geq$ 1370,12 kN
$P_{pr0} \geq$ 1712,54 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI 9,44 kom

RAČ.-Poče. sila po 1. užetu 208,92 KN



Promjer užeta 0,60 inča
Površina 1 užeta 139,00 mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu 195,00 KN

Ukupan broj užadi u presjeku n= 11
(u polovini nosača)

Početna sila prednaprezanja P_{poc} = 2145,00 kN
(u polovini nosača)

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	yk (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	2	60,00
red 3	0	16,80
red 2	2	11,40
red 1	7	6,00

Rezultanta užadi 16,80 cm

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA — **L-nosač**

Pretpostavljeno proklizнuće klina Δl_s = 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_s = 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{sl} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_s = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od proklizнuća klina ΔP_{sl} = 0,0 KN 0,00 %
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača!

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$$\rho_1 = 1 + \frac{A_c}{I_c}\cdot y_{k,1}^2 = 1{,}73$$

$y_{k,1}$ = 19,9 cm (za fazu 1.)

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} =$ 5,65

$\sigma_{c0} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c} =$ 0,81 KN/cm2

$$\Delta P_c = \sigma_{c0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p =$$ 6,47 kN 0,30 %

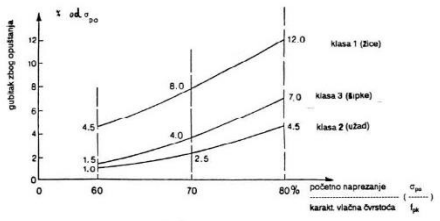
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1960,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\,f_{p(k),t6}$ = 1455,7 MPa
σ_{pi}/f_{pk} = 0,78 iz slike za razred 2 (užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,1000}$ = 0,025 σ_{pi} = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=oo}$ = 3 $\Delta\sigma_{pr,t=1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_t = A_p\cdot\sigma_{pr,1000}$ = 160,88 kN 7,50 %



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od proklizнuća klina ΔP_{sl} = 0,00 kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c = 6,47 kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_t = 160,88 kN
Ukupni gubici = 167,34 kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 1977,66 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = 7,80 %

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

L-nosač

za omjer σ_{pgr} / f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=∞

$\Delta\sigma_{pr,max}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+dg}}{I_{c,1}/y_{k,1}} = 1,52 \text{ MPa} \qquad y_{k,2} = 27,5 \text{ cm (za fazu 2)}$$

$$\sigma_{cpo} = -\frac{P_{t=0}}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_{c,1}}\cdot y_{k,1}^2\right) = -4,30 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{pr,t=\infty} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_p + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_p\cdot\varphi(t,t_0)(\sigma_{cg}+\sigma_{cp0})}{1+\alpha_p\frac{A_p}{A_i}\cdot\left(1+\frac{A_i}{I_i}y_{k,1}^2\right)\cdot[1+0,8\cdot\varphi(t,t_0)]} = -183,55 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t_0)}$: 2

Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{s(t,t_0)}$: -0,3 ‰

Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{pr,t=\infty}$ = -183,55 Mpa

$\Delta P_i(t) = \sigma_{p,t=\infty}\cdot A_p$ = 260,64 kN **13,083 %**

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od proklizn.a klina ΔP_d =	0,00	kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c =	6,47	kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_R =	160,88	kN
Padovi od puzanja i skupljanja ΔP_{ps} =	260,64	kN
Ukupni gubici sile=	**447,98**	kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = **1697,02** kN

Konačni gubitak sile prednaprezanja = **20,89** % < 30 %

Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

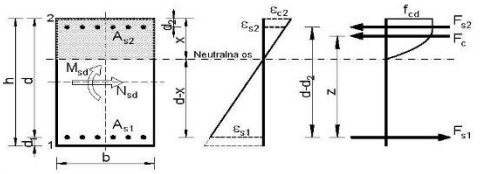
L-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

b_{tla} =	50,0	cm	širina gornjeg pojasa nosača
L =	760,0	cm	raspon nosača
H =	60,0	cm	visina nosača na sredini raspona

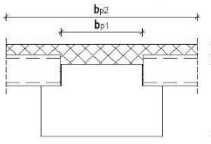
$$b_{tla} \geq \sqrt[4]{\left(\frac{L}{50}\right)^2}\cdot H = 23,02 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE

Beton:	C 50/60		
f_{ck} =	40,0	Mpa	
f_{cd} =	26,7	Mpa	
Armatura:	B 500B		
f_{yk} =	500,0	Mpa	
f_{yd} =	434,8	Mpa	
Moment:			
$M_{sd,1}$ =	1595,0	kNm	
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd}\cdot y_k$ =	1118,9	kNm	
N_{sd} =	1697,0	kN	
$e = M_{sd}/N_{sd}$ =	0,66	m	
$e_a = y_{k,2} - y_a$ =	0,39	m	
$e_u = e + e_a$ =	1,05	m	
$M_{sda} = N_{sd}\cdot e_u$ =	1795,22	kNm	



ε_{s1} = 5,0

μ_{sdlim} = 0,236

M_{sdlim} = 5309,3

x/d= 0,21

H_u - ukupna visina presjeka 87,0 cm

b_{tlc} - min. širina gornjeg pojasa 126,0 cm

d_1 - udaljenost težišta armature 5,0 cm

d - statička visina presjeka 82,0 cm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sda}}{b_{srt}\cdot d^2\cdot f_{cd}} = 0,079$$

ξ = 0,205

x = 16,89 cm

ζ = 0,926

ε_{c2} = 1,3 ‰

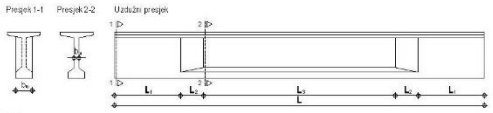
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta\cdot d\cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 8,98 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 6 Ø 14 9,24 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

L-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	834,20	kN	
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	
ρ_l =	0,00168		
k =	1,00		
b_w =	50,0	cm	
v =	0,50		

A_{sl} = 10,00 cm²

V_{sd}/V_{Rd2} = 0,339

$s_{w,min}$ = 30,0 cm

ρ_{min} = 0,0013

$$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min}\cdot s_w\cdot b_w}{m} = 0,4875 \text{ cm}^2$$

$\emptyset_{odab}$ 10,0 0,79 cm²

$s_{w,odab}$ 15,0 cm

reznost: 4,0 cm

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)]\cdot b_w\cdot d = 213,05 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0.5\cdot v\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 2460,00 \text{ kN}$$

$$V_{sd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 672,03 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 865,08 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,310	kN/cm²
$\sigma_{cp,eff}$ =	0,230	kN/cm²
V_{sd} =	834,20	kN
b_w =	50,0	cm

$\emptyset_{odab}$ 10,0 0,79 cm²

$s_{w,odab}$ 20,0 cm

reznost: 4,0 cm

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd}\cdot k\cdot(1.2+40\cdot\rho_l)+0.15\cdot\sigma_{cp}]\cdot b_w\cdot d = 403,43 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0.5\cdot v\cdot f_{cd}\cdot b_w\cdot z = 2460,00 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2,red} = 1.67\cdot V_{Rd2}\cdot\left(1-\frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}}\right) = 2460,00 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}\cdot f_{ywd}\cdot m\cdot z}{s_w} = 504,02 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = V_{sd} + V_{wd}$ = 907,45 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE

L-nosač

$M_{Sd;r1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednapinjanja; $M_{Sd;r1} = (M_{g;r})$

$M_{Sd;r2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd;r2} = (M_{g;r} + M_{g,p} + M_{g,g}) + \psi M_q$ $\psi = 0,60$

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
$M_{g;r}$	0,0	15,8	29,9	42,3	53,1	62,3	69,7	75,6	79,7	82,2	83,0
$M_{g,p}$	0,0	34,3	65,0	92,1	115,5	135,4	151,6	164,3	173,3	178,7	180,5
M_{Ag}	0,0	20,6	39,0	55,2	69,3	81,2	91,0	98,6	104,0	107,2	108,3
M_q	0,0	137,2	259,9	368,2	462,1	541,5	606,5	657,0	693,1	714,8	722,0
$M_{Sd;r1}$	0,0	15,8	29,9	42,3	53,1	62,3	69,7	75,6	79,7	82,2	83,0
$M_{Sd;r2}$	0,0	153,0	289,8	410,5	515,2	603,8	676,2	732,5	772,8	797,0	805,0

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati užad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80	UPORNJAK y_k [cm]
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11,40
RED 1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6,00

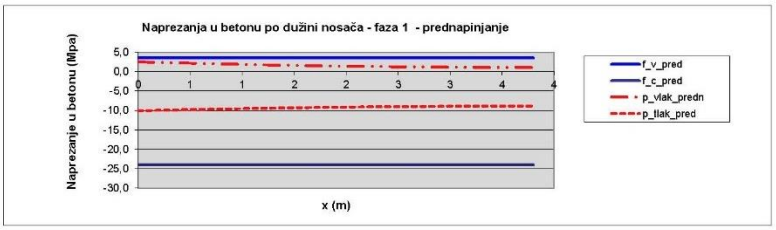
Rezultanta (cm)	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
n (kom)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
P_{poc} (kN)	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0

1. FAZA

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
A_i [cm^2]	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0	4600,0
$y_{d;1}$ [cm]	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7	36,7
$W_{d;1}$ [cm^3]	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7	68167,7
$W_{g;1}$ [cm^3]	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1	57891,1
P_{poc} [kN]	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0	2145,0
Rezultanta	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
$P_{t=0}$ [kN]	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7	1977,7
σ_g [Mpa]	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
σ_d [Mpa]	-10,1	-9,9	-9,6	-9,5	-9,3	-9,2	-9,1	-9,0	-8,9	-8,9	-8,9

$\sigma_{c,max;t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max;t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



L-nosač

2. FAZA

x	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80
A_{t+2} [cm^2]	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0	5492,0
$y_{d;2}$ [cm]	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3	44,3
$W_{d;2}$ [cm^3]	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3	93223,3
$W_{g;2}$ [cm^3]	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8	96549,8
Rezultanta	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
$P_{t=\infty}$ [kN]	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0	1697,0
σ_g [Mpa]	-0,3	-1,7	-3,0	-4,1	-5,1	-5,9	-6,6	-7,1	-7,5	-7,7	-7,8
σ_{gp} [Mpa]	2,2	0,6	-1,0	-2,3	-3,6	-4,5	-5,3	-5,9	-6,3	-6,6	-6,7
σ_d [Mpa]	-8,7	-7,0	-5,5	-4,2	-3,0	-2,0	-1,2	-0,6	-0,1	0,1	0,2

$\sigma_{c,max;t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

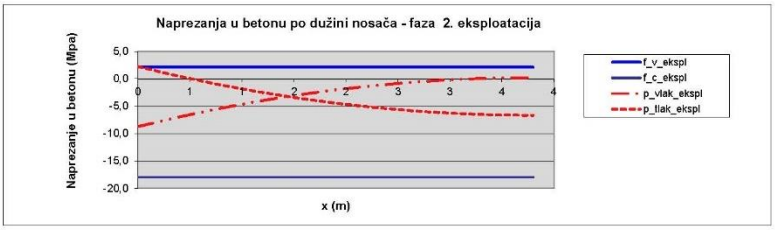
$\sigma_{t,max;t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

1. FAZA 2. FAZA

Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{d-1}} + \frac{M_{sd;r1}}{W_{d-1}} \geq \sigma_{c,max;t=0}$ $\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{k-2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd;r2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max;t=\infty}$

Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0} \cdot y_{k-1}}{W_{g-1}} + \frac{M_{sd;r1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max;t=0}$ $\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty} \cdot y_{k-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd;r2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max;t=\infty}$

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak



17. KONTROLA PROGIBA **L-nosač**

1. Pri prednaprezanju

$P_{t=0}$ = 1977,7 kN
$M_{sd,r}$ = 63,0 kNm
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 2504420,3 cm^4
y_{k-1} = 19,9 cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{sd,r}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}} = -0,22 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče

$P_{t=0}$ = 1977,7 kN
$M_{sd,r}$ = 263,5 kNm
$\varphi_{(t=\infty)}$ = 2,0
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 2504420,3 cm^4
y_{k-1} = 19,9 cm

$$f_1 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=0} \cdot y_{k-1} + M_{sd,r}) \cdot L^2}{E_{c-1} \cdot I_{x-1}} = -0,09 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 1697,0 kN
$M_{sd,c}$ = 805,0 kNm
$\varphi_{(t=\infty)}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 4126297,6 cm^4
y_{k-2} = 27,5 cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{sd,c}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}} = 0,14 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje

$P_{t=\infty}$ = 1697,0 kN
$M_{sd,g}$ = 877,2 kNm
$\varphi_{(t=\infty)}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 4126297,6 cm^4
y_{k-2} = 27,5 cm

$$f_2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{(-P_{t=\infty} \cdot y_{k-2} + M_{sd,g}) \cdot L^2}{E_{c-2} \cdot I_{x-2}} = 0,17 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukupno} =$ 0,09 cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} =$ 2,53 cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} =$ 1,52 cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se poreći. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA **L-nosač**

x (cm)	0,00	0,38	0,76	1,14	1,52	1,90	2,28	2,66	3,04	3,42	3,80	
$M_{Sd,r2}$ (kNm)	0,0	153,0	289,6	410,8	515,2	603,8	676,2	732,6	772,8	797,0	805,0	
b_w (cm)	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	
A_{s1} (cm^2)	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	9,24	
A_p (cm^2)	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	15,29	
σ_c (MPa)	-691,9	-593,2	-504,9	-427,0	-359,4	-302,3	-255,5	-219,2	-193,2	-177,6	-172,4	
Mcr (kNm)	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	326,3	
σ_{sr} (MPa)	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	210,6	
ζ_β	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	
ε_{sm}	-0,0034251	-0,0026984	-0,0024203	-0,0019699	-0,0016060	-0,0012681	-0,0009767	-0,0007348	-0,0005493	-0,0004306	-0,0003695	
ρ_r	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	0,04645	
s_{rm} (mm)	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2	
w_k (mm)	0,577	0,498	0,407	0,335	0,270	0,213	0,164	0,124	0,092	0,072	0,066	< wg=0.2mm

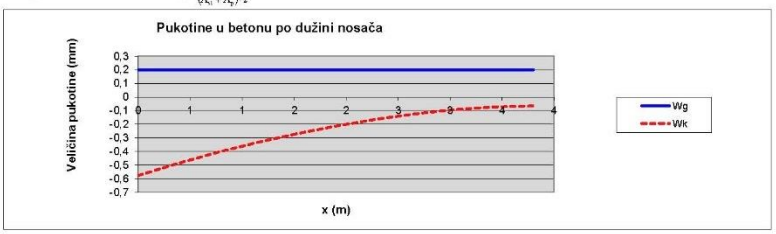
$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - 0.75 \cdot 0.5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_s = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,2}/z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)}$$

$$\rho_r = (A_s + A_p \cdot \xi_3)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_c}{y_d}$$

$$\xi_3 = 0.5 \cdot \frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{sr} = \frac{f_{ctm} \cdot W_c}{(A_{s1} + A_p) \cdot z}$$

$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\Phi}{\rho_r}$$

$$w_k = \beta \cdot k_3 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1.7 \cdot 1.04 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \le w_g = 0.2\text{mm}$$



19. PRORAČUN ARMATURE ZA SPREZANJE SA MONOLITIZACIJOM

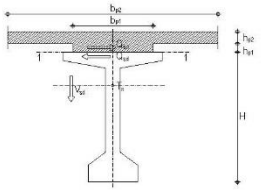
L-nosač

V_{sd} =	834,20	kN	Armatura:	B 500B	
I_{x-2} =	4126297,6	cm^4	f_{yk} =	500,0	Mpa
S_{1-1} =	41243,1	cm^3	f_{yd} =	434,8	Mpa

$$Q_{sd,1-1} = \frac{V_{sd} \cdot S_{1-1}}{I_{x-2}} = 416,90 \text{ kN/m}$$

$$A_s = \frac{Q_{sd,1-1}}{f_{yd}} = 9,59 \text{ cm2/m}$$

Profil:	10,0	0,79 cm^2
Razmak:	15,0	cm
Reznost:	2	
Odab. arm.:	10,47	cm^2/m



20. PODRUČJE SIDRENJA NATEGA KOD PRETHODNOG NAPINJANJA

Duljina prijenosa prednaponske sile — Φ = 1,524 cm; d= 63,2 cm

$$l_{bp} = \beta_c \cdot \Phi = 106,68 \text{ cm}$$

Proračunska vrijednost za duljinu prenošenja sile sa užeta na beton

$$l_{bpd} = 0.8 \cdot l_{bp} = 85,344 \text{ cm}$$

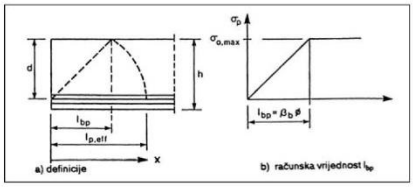
$$l_{bpd} = 1.2 \cdot l_{bp} = 128,016 \text{ cm}$$

Duljina uvođenja sile sa užeta na beton

$$l_{pt,eff} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = 106,20 \text{ cm}$$

$$l_{pt,eff} = \sqrt{l_{bpd}^2 + d^2} = 142,77 \text{ cm}$$

Usvaja se nepovoljnija vrijednost za promatrano djelovanje.

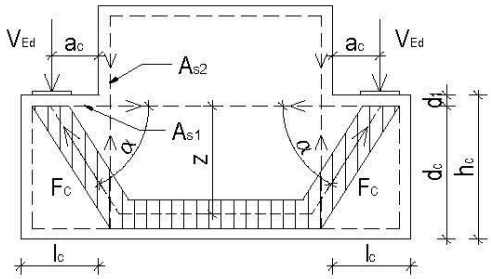


Provjera oslonačke konzole

PRORAČUN OSLONAČKE KONZOLE			Etažni nosač: "Obrnuti T"

1. Geometrijske karakteristike

h_c =	30,0	cm	h_c - visina konzole
b_c =	100,0	cm	b_c - širina konzole
l_c =	20,0	cm	l_c - dužina konzole
a_c =	10,0	cm	
d_1 =	5,0	cm	
$d_c = h_c - d_1$ =	25,00	cm	
$z = 0{,}8 \cdot d_c$ =	20,00	cm	
$c = 0{,}2 \cdot d_c$ =	5,00	cm	
$\alpha = \text{arctg}\,(z/a_c)$ =	63°		
$\cos\alpha$ =	0,447		



2. Gradivo

Beton:

Klasa:	C 40/50	
f_{ck} =	40,00	MPa
f_{cd} =	26,67	MPa

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,00	MPa
f_{yd} =	434,78	MPa

Koficijenti sigurnosti - materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

3. Opterećenje

Duljina ploče:	L =	16,50	m		
Polovina duljine ploče:	L/2 =	8,25	m		
Vlastita težina ploče i monolitizacije:	g_{pl+m} =	4,75	kN/m²	g_{pl+m} = 39,19	kN/m'
Dodatno stalno opterećenje:	Δg =	1,50	kN/m²	Δg = 12,38	kN/m'
Korisno opterećenje:	q =	20,00	kN/m²	q = 165,00	kN/m'

Reakcija T ploče $V_{Ed} = 1{,}35 \cdot (g_{pl+m} + \Delta_g) + 1{,}5 \cdot (q)$ = 200,00 kN

$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot a_c$ = 20,00 kNm

4. Dimenzioniranje

$A_{s1} = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd})$ =	2,30	cm²/m	$A_{s2} = V_{Ed} / f_{yd}$ =	4,60	cm²/0,50 m		
$A_{s1} = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd})$ =	4,60	cm²/m'	$A_{s2} = V_{Ed} / f_{yd}$ =	9,20	cm²/m'		
Profil:	Ø10		Profil:	Ø12			
s_w =	10	cm	s_w =	10	cm	reznost	m=4
$A_{s1,odab.}$ =	7,85	cm²/m'	$A_{s2,odab.}$ =	11,31	cm²/m'	As2=	15,7
							zadovoljava!

5. Kontrola nosivosti tlačnog štapa

Uvjet nosivosti: $F_{sdc} < f_{cd} \cdot c \cdot b$

$F_{sdc} = F_{sds} / \cos\alpha$ = 223,6 kN < $f_{cd} \cdot c \cdot b_c$ = 1333,3 kN

Zadovoljava!

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

4.5 P1 greda

Pravokutna greda POZ P1 raspona su do 8,05m. Beton za izradu C40/50, otpuštanje kablova St1670/1860 iz uvjeta tlaka i vlaka u fazi prednaprezanja je pri betonu C35/45.

Monolitizacija iznosi 7 cm.

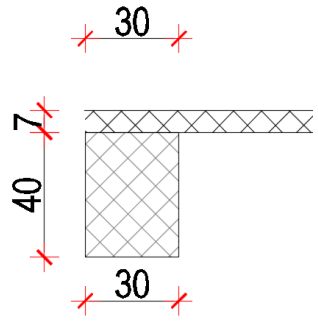
Proračun se vrši za opterećenja (I i II faza):

Vlastita težina ploče i monolitizacije:
g_{pl+m} = 3,00 kN/m^2

Dodatno stalno opterećenje:
Δg = 2,50 kN/m^2

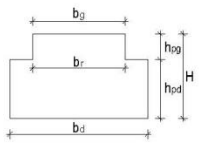
Korisno opterećenje-snijeg:
q = 5,00 kN/m^2

Poprečni presjek:



U nastavku je prikazan proračun.

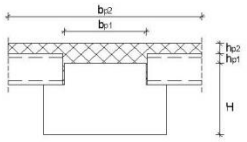
1. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 1. FAZI — **P-nosač**



H - ukupna visina presjeka	40,0	cm	A - površina poprečnog presjeka
b_g - širina gornjeg pojasa	30,0	cm	y_d - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
b_d - širina donjeg pojasa	30,0	cm	y_g - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
b_r - širina rebra	30,0	cm	I_{xd} - moment inercije s obzirom na donji rub
h_{pg} - visina gornjeg pojasa	0,0	cm	I_x - moment inercije s obzirom na težište
h_{pd} - visina donjeg pojasa	0,0	cm	W_d - moment otpora s obzirom na donji rub
h_{vg} - visina gornje vute	0,0	cm	W_g - moment otpora s obzirom na gornji rub
h_{vd} - visina donje vute	0,0	cm	k_d - donji odsječak jezgre presjeka
y_k - položaj težišta kabela u L/2	6,0	cm	k_g - gornji odsječak jezgre presjeka
L - računska duljina nosača	9,4	m	x - udaljenost presjeka od kraja nosača
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%	
H_s - visina nosača u sr. rasponа	40,0	cm	

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
H [cm]	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
b_g [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
b_d [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
b_r [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
h_{pg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{pd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{vg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h_{vd} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h [cm]	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
A [cm^2]	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
y_d [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
y_g [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
I_{xd} [cm^4]	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0
I_x [cm^4]	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0
W_d [cm^3]	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0
W_g [cm^3]	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0
k_d [cm]	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
k_g [cm]	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7

2. KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA U 2. FAZI — **P-nosač**



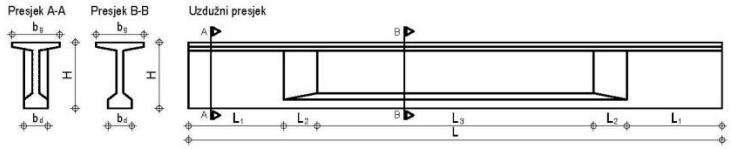
h_{p1} - visina ploče 1	5,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	7,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	50,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	126,0	cm

NAPOMENA: b_{p2} - predstavlja sudjelujuću širinu ploče!

y_k - položaj težišta kabela: 6,0 cm
(rezultanta kablova od donjeg ruba nosača)

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
H [cm]	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
b_g [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
A_i [cm^2]	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
$y_{d,1}$ [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
$y_{g,1}$ [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
$I_{xd,1}$ [cm^4]	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0	640000,0
$I_{x,1}$ [cm^4]	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0	160000,0
A_g [cm^2]	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0	1132,0
A_{i+2} [cm^2]	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0
$y_{d,2}$ [cm]	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
$y_{g,2}$ [cm]	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8
$I_{x,2}$ [cm^4]	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0	601300,0
$W_{d,2}$ [cm^3]	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2
$W_{g,2}$ [cm^3]	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2
$k_{d,2}$ [cm]	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
$k_{g,2}$ [cm]	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8

3. KARAKTERISTIKE NOSAČA U UZDUŽNOM SMJERU — P-nosač



L - Ukupna duljina nosača	9,40	m
L_1 - Duljina proširenog dijela	0,00	m
L_2 - Duljina dijela sužen̄ja	0,00	m
L_3 - Duljina sužen̄og dijela	9,40	m

4. MATERIJALI

Beton: Klasa,izvođenost: C 40/50

f_{ck} =	40,0	Mpa
f_{cd} =	26,7	Mpa
f_{ctm} =	3,5	Mpa
E_c =	34500,0	MPa
γ_c =	25,0	kN/m³
τ_{Rd} =	0,41	Mpa
$\sigma_{c,max,t=0}$ =	-24,0	Mpa -tlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{c,max,t=\infty}$ =	-18,0	Mpa - tlak u eksploataciji
$\sigma_{t,max,t=0}$ =	3,5	Mpa - vlak u fazi prednapinjanja
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ =	2,1	Mpa - vlak u eksploataciji

Armatura: Tip: B 500B

f_{yk} =	500,0	Mpa
f_{yd} =	434,8	Mpa
E_s =	200000,0	MPa

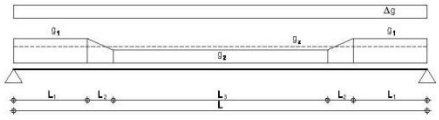
Užad: Tip: St 1670/1860

$f_{p0,1k}$ =	1670,0	Mpa
f_{pk} =	1860,0	Mpa
E_k =	195000,0	MPa
$\sigma_{pp,max}$ =	1503,00	MPa - najveće naprezanje na PRESI nakon prednaprezanja
$\sigma_{pid,max}$ =	1395,00	MPa - najveće naprezanje nakon sidrenja

5. OPTEREĆENJE — P-nosač

Vlastita težina (1. faza):

g_1 =	3,00	kN/m'
g_2 =	3,00	kN/m'
g_3 =	3,00	kN/m'



Ukupna masa i volumen nosača

G_{tot} =	2,9	t
V_{tot} =	1,1	m³

POPREČNI RASTER: 1,00 m

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{pl=}$ = 3,00 kN/m² — g_{pl} = 3,00 kN/m'

Dodatno stalno opterećenje:

Δg = 2,50 kN/m² — Δg = 2,50 kN/m'

Izračunati utjecaji od dodatnog stalnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{\Delta g,x=0}$ = 0,00 kNm — $M_{\Delta g,x=L}$ = 0,00 kNm

Korisno opterećenje-snijeg:

q = 5,00 kN/m² — q = 5,00 kN/m'

Izračunati utjecaji pokretnog opterećenja (upetost na krajevima):

$M_{q,x=0}$ = 0,00 kNm — $M_{q,x=L}$ = 0,00 kNm

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
$M_{g,x}$ [kNm]	0,0	6,3	11,9	16,9	21,2	24,9	27,8	30,2	31,8	32,8	33,1
M_{gp} [kNm]	0,0	6,3	11,9	16,9	21,2	24,9	27,8	30,2	31,8	32,8	33,1
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	5,2	9,9	14,1	17,7	20,7	23,2	25,1	26,5	27,3	27,6
M_q [kNm]	0,0	10,5	19,9	28,2	35,3	41,4	46,4	50,3	53,0	54,7	55,2
$M_{Sd,1}$ [kNm]	0,0	39,8	75,4	106,9	134,1	157,2	176,0	190,7	201,2	207,5	209,6
$M_{Sd,2}$ [kNm]	0,0	28,3	53,7	76,0	95,4	111,8	125,3	135,7	143,1	147,6	149,1
$M_{Sd,3}$ [kNm]	0,0	25,2	47,7	67,6	84,8	99,4	111,3	120,6	127,2	131,2	132,5
$M_{Sd,4}$ [kNm]	0,0	24,1	45,7	64,8	81,3	95,3	106,7	115,6	121,9	125,7	127,0

$M_{Sd,1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja nosivosti; $M_{Sd,1} = 1.35\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.50\,M_q$

$M_{Sd,2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija; $M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$

$M_{Sd,3}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija; $M_{Sd,3} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{1,1}\,M_q$ — $\psi_{2,1}$ = 0,70

$M_{Sd,4}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija; $M_{Sd,4} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,\psi_{2,1}\,M_q$ — $\psi_{2,1}$ = 0,60

6. PRORAČUN SILE PREDNAPREZANJA — P-nosač

Konvencija predznaka: - tlak, + vlak

1. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$	
Koeficijent:	1,0	0,0	0,0	0,0		
Moment:	33,1	0,0	0,0	0,0	33,1	KNm

a) Donji rub (tlak): $-\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,d}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{1,d}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ — $P_{t=0} \leq$ 1089,36 kN

b) Gornji rub (vlak): $-\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{k,1}}{W_{1,g}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{1,g}} \geq \sigma_{t,max,t=0}$ — $P_{t=0} \leq$ 833,66 kN

Mjerodavna sila: $P_{t=0} \leq$ 833,66 kN

2. FAZA

Utjecaj:	$M_{g,z}$	$M_{g,p}$	$M_{\Delta g}$	M_q	$M_{Sd,2} = 1.00\,(M_{g,z} + M_{g,p} + M_{\Delta g}) + 1.00\,M_q$	
Koeficijent:	1,0	1,0	1,0	0,6		
Moment:	33,1	33,1	27,6	33,1	127,0	KNm

Pretpostavljeni gubici sile: 20,0 %

a) Donji rub (vlak): $\frac{P_{t=\infty}}{A_{i,2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{d-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$ — $P_{t=\infty} \geq$ 254,50 kN

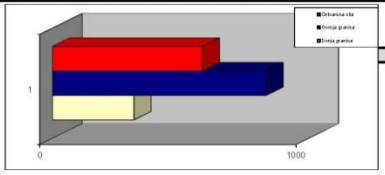
b) Gornji rub (tlak): $\frac{P_{t=\infty}}{A_{i,2}} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{k,2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \leq \sigma_{c,max,t=\infty}$ — $P_{t=\infty} \geq$ -3326,03 kN

Mjerodavna sila prednapinjanja:

$P_{t=\infty} \geq$ 254,50 kN

$P_{t=0} \geq$ 318,13 kN

pretpostaviti POTREBAN BROJ KABLOVA U DONJOJ ZONI 1,56 kom — RAČ.-Poče. sila po 1. užetu 208,92 KN



Promjer užeta:	0,60	inča
Površina 1 užeta:	139,00	mm²
USVOJENA Početna sila po 1. užetu	195,00	KN
Ukupan broj užadi u presjeku n=	3	
(u polovini nosača)		
Početna sila prednaprezanja P_{poc} =	585,00	kN
(u polovini nosača)		

Raspored kablova u sredini presjeka:

RED	Br. užadi	y_k (cm)
red 6	0	94,00
red 5	0	85,00
red 4	0	60,00
red 3	0	16,80
red 2	0	11,40
red 1	3	6,00

Rezultanta užadi 6,00 cm

P-nosač

7. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - PROKLIZNUĆE KLINA

Pretpostavljeno proklizнuće klina Δl_z = 0,00 mm
Modul elastičnosti čelika užadi E_p = 195000,00 Mpa
Dužina piste za prednapinjanje L = 100,00 m

$$\Delta\sigma_{zl} = \frac{\Delta l}{l}\cdot E_c = 0{,}00 \text{ Mpa}$$

Gubitak sile od proklizнuća klina ΔP_{zl} = 0,0 KN 0,00 %
Gubici su konstantni po čitavoj dužini nosača !

8. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - ELASTIČNE DEFORMACIJE BETONA

$y_{k,1}$ = 14,0 cm (za fazu 1.)

$$\rho_1 = 1+\frac{A_c}{I_c}\cdot y_{k,1}^2 = 2{,}47$$

Odnos modula elastičnosti $\alpha_e = \frac{E_p}{E_{cm}} = 5{,}65$

$\sigma_{c0} = P_0\cdot\frac{\rho_1}{A_c}$ = 1,20 KN/cm2

$$\Delta P_c = \sigma_{c0}\cdot\frac{\alpha_e}{1+\rho_1\cdot\alpha_e}\cdot A_p = 1{,}90 \text{ kN}$$ 0,32 %

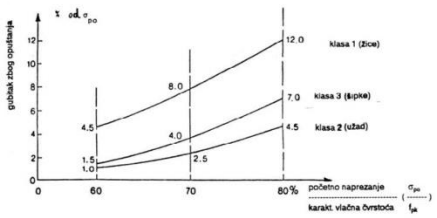
9. GUBICI SILE PREDNAPREZANJA - RELAKSACIJA (OPUŠTANJE) ČELIKA

Prema tablici se uzimaju konačne vrijednosti gubitka naprezanja za razred čelika 2 (niska relaksacija za užad) i za t=oo.

f_{pk} = 1860,0 MPa
$\sigma_{p0} = 0{,}9\, f_{pk}/1{,}15$ = 1455,7 MPa
σ_{p0}/f_{pk} = 0,78 iz slike za razred 2(užad) se očita

$\Delta\sigma_{pr,1000}$ = $0{,}025\,\sigma_{p0}$ = 36,3913043 MPa
$\Delta\sigma_{pr,t=oo}$ = $3\,\Delta\sigma_{pr,1000}$ = 109,17 MPa

$\Delta P_r = A_p\cdot\sigma_{pr,t=oo}$ = 43,88 kN 7,50 %



slika 1.

10. UKUPNI GUBICI SILE PREDNAPREZANJA U TRENUTKU PREDNAPREZANJA

Gubici od proklizнuća klina ΔP_{zl} = 0,00 kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c = 1,90 kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{re} = 43,88 kN
Ukupni gubici = 45,77 kN

Sila prednaprezanja umanjena za početni gubitak = 539,23 kN
Početni gubitak sile prednaprezanja = 7,82 %

11. PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - PUZANJE I SKUPLJANJE BETONA (prema Bažantu)

(mjerodavna faza montaže i opterećenje od montaže nosača)

P-nosač

za omjer σ_{cp0}/f_{pk} = 0,78 iz slike 1. za razred 2 (užad), vrijednost gubitka naprezanja za t=oo
$\Delta\sigma_{pr,t=oo}$ = -109,17 MPa

$$\sigma_{cg} = \frac{M_{g+ag}}{I_{z,1}/y_{k,1}} = 5{,}32 \text{ MPa}$$

$y_{k,2}$ = 27,2 cm (za fazu 2)

$$\sigma_{cp0} = -\frac{P_{z0}}{A}\cdot\left(1+\frac{A}{I_{z,1}}\cdot y_{k,1}^2\right) = -4{,}49 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0)E_s + \Delta\sigma_{pr} + \alpha_e\cdot\varphi(t,t_0)(\sigma_{cg}+\sigma_{cp0})}{1+\alpha_e\frac{A_p}{A}\cdot\left(1+\frac{A}{I_1}y_{k,1}^2\right)\cdot[1+0.8\cdot\varphi(t,t_0)]} = -140{,}65 \text{ MPa}$$

Koeficijent puzanja betona za t=∞, $\varphi_{(t,t0)}$: 2
Konačna vrijednost skupljanja t=∞, $\varepsilon_{s(t,t0)}$: -0,3 ‰
Pad naprezanja: $\Delta\sigma_{p,c+s+r}$ = -140,65 Mpa
$\Delta P(t) = \sigma_{p,c+s+r}\cdot A_p$ = 58,65 kN 10,026 %

12. UKUPNI GUBICI I PADOVI SILE PREDNAPREZANJA U SREDINI NOSAČA - KONAČNI

Gubici od proklizнuća klina ΔP_{zl} = 0,00 kN
Gubici od elastičnih deformacija ΔP_c = 1,90 kN
Gubici od relaksacije čelika ΔP_{re} = 43,88 kN
Padovi od puzanja i skupljanja ΔP_{ps} = 58,65 kN
Ukupni gubici sile= 104,42 kN

Konačna sila prednaprezanja umanjena za početne gubitke i padove $P_{t=\infty}$ = 480,58 kN
Konačni gubitak sile prednaprezanja = 17,85 % < 30 %
Izračunati gubici u sredini raspona nosača će se usvojiti iste veličine za sve presjeke po dužini nosača !

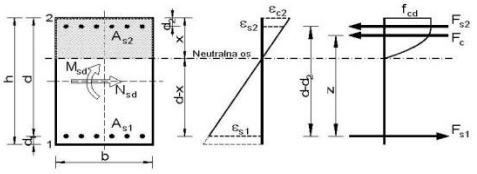
P-nosač

13. KONTROLA BOČNE STABILNOSTI NOSAČA

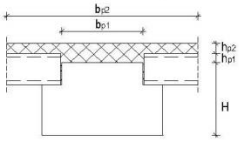
b_{ts} = 30,0 cm širina gornjeg pojasa nosača
L = 940,0 cm raspon nosača
H = 40,0 cm visina nosača na sredini raspona

$$b_{ts} \geq \sqrt[4]{\left(\frac{L}{50}\right)^3}\cdot H = 22{,}71 \text{ cm}$$

Kontrola nije potrebna!



14. PRORAČUN DODATNE KLASIČNE ARMATURE



Beton: C 40/50
f_{ck} = 40,0 Mpa
f_{cd} = 26,7 Mpa
Armatura: B 500B
f_{yk} = 500,0 Mpa
f_{yd} = 434,8 Mpa

Moment:
$M_{sd,1}$ = 209,6 kNm
$M_{sd} = M_{sd,1} - N_{sd}\cdot y_k$ = 78,9 kNm
N_{sd} = 480,6 kN
$e = M_{sd}/N_{sd}$ = 0,16 m
$e_a = y_{s,2} - y_s$ = 0,29 m
$e_0 = e + e_a$ = 0,45 m
$M_{sda} = N_{sd}\cdot e_0$ = 214,38 kNm

ε_{s1} = 5,0
$\mu_{sd,lim}$ = 0,236
$M_{sd,lim}$ = 1744,2
x/d= 0,12

H_u - ukupna visina presjeka 52,0 cm
b_{ts} - min. širina gornjeg pojasa 126,0 cm
d_1 - udaljenost težišta armature 5,0 cm
d - statička visina presjeka 47,0 cm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sds}}{b_{ef}\cdot d^2\cdot f_{cd}} = 0{,}029$$

ξ = 0,123
x = 5,78 cm
ζ = 0,958
ε_{c2} = 0,7 ‰

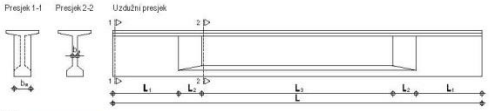
$$A_{s1} = \frac{M_{sd}1}{\zeta\cdot d\cdot f_{yd}} - \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = -0{,}35 \text{ cm}^2$$

Odabrano: 2 Ø 14
3,08 cm²

d_1 = 5,0 cm

15. PRORAČUN POTREBNE POPREČNE ARMATURE (SPONA)

P-nosač



PRESJEK 1-1

V_{sd} =	89,18	kN	A_{s2} =	10,00	cm²		
τ_{Rd} =	0,0410	kN/cm²	V_{sd}/V_{Rd2} =	0,105			
ρ_l =	0,00132		$s_{w,min}$ =	30,0	cm	Ø$_{odab}$ 8,0	0,50 cm²
k =	1,13		ρ_{min} =	0,0013		$s_{w,odab}$ 10,0	cm
b_w =	30,0	cm				reznost 2,0	cm
v =	0,50		$A_{sw,min} = \frac{\rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w}{m}$ =	0,585	cm²		

$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l)] \cdot b_w \cdot d$ = 81,84 kN

$V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ = 846,00 kN

$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{pwd} \cdot m \cdot z}{s_w}$ = 184,89 kN

$V_{Rd} = V_{cd} + V_{wd}$ = 266,73 kN

PRESJEK 2-2

σ_{cp} =	0,069	kN/cm²				
$\sigma_{cp,eff}$ =	-0,118	kN/cm²				
V_{sd} =	89,18	kN	Ø$_{odab}$	8,0	0,50 cm²	
b_w =	30,0	cm	$s_{w,odab}$	20,0	cm	
			reznost	2,0	cm	

$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ = 96,37 kN

$V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ = 846,00 kN

$V_{Rd2,red} = 1.67 \cdot V_{Rd2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp,eff}}{f_{cd}}\right)$ = 846,00 kN

$V_{wd} = \frac{A_{sw} \cdot f_{pwd} \cdot m \cdot z}{s_w}$ = 92,44 kN

$V_{Rd} = V_{cd} + V_{wd}$ = 188,81 kN

16. STANJE NAPREZANJA PO DUŽINI NOSAČA ZA RADNO OPTEREĆENJE

P-nosač

$M_{Sd,f1}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - prva faza - stanje neposredno nakon prednaprezanja; $M_{Sd,f1} = (M_{g,f})$

$M_{Sd,f2}$ - Računski moment za provjeru graničnih stanja uporabe - druga faza - konačno stanje; $M_{Sd,f2} = (M_{g,f} + M_{g,p} + M_{dg}) + \psi M_q$ ψ = 0,60

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
$M_{g,f}$	0,0	6,3	11,9	16,9	21,2	24,9	27,8	30,2	31,8	32,8	33,1
$M_{g,p}$	0,0	6,3	11,9	16,9	21,2	24,9	27,8	30,2	31,8	32,8	33,1
M_{dg}	0,0	5,2	9,9	14,1	17,7	20,7	23,2	25,1	26,5	27,3	27,6
M_q	0,0	10,5	19,9	28,2	35,3	41,4	46,4	50,3	53,0	54,7	55,2
$M_{Sd,f1}$	0,0	6,3	11,9	16,9	21,2	24,9	27,8	30,2	31,8	32,8	33,1
$M_{Sd,f2}$	0,0	24,1	45,7	64,8	81,3	95,3	106,7	115,6	121,9	125,7	127,0

Broj i raspored kablova po dužini nosača Anulirati užad prateći tablicu. Uzeti u obzir dužinu uvođenja sile sa užeta na beton

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70	UPORNJAK yk (cm)
RED 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94,00
RED 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,00
RED 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,00
RED 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,80
RED 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,40
RED 1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	6,00

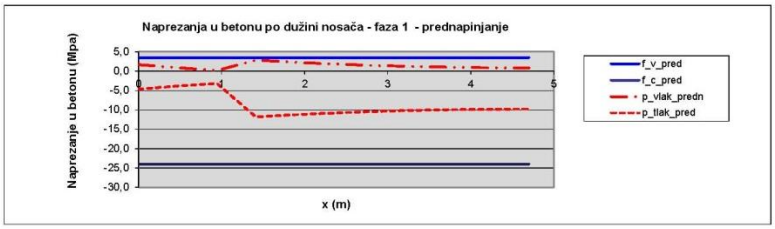
Rezultanta (cm)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
n (kom)	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
P_{pre} (KN)	195,0	195,0	195,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0

1. FAZA

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
A_b [cm²]	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
$y_{d,1}$ [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
$W_{d,1}$ [cm³]	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0
$W_{g,1}$ [cm³]	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0	8000,0
P_{poc} [kN]	195,0	195,0	195,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0	585,0
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
P_{refl} [kN]	179,7	179,7	179,7	539,2	539,2	539,2	539,2	539,2	539,2	539,2	539,2
σ_g [Mpa]	1,6	0,9	0,2	2,8	2,3	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,8
σ_d [Mpa]	-4,6	-3,9	-3,2	-11,8	-11,3	-10,8	-10,5	-10,2	-10,0	-9,8	-9,8

$\sigma_{c,max,t=0}$ = -24,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju

$\sigma_{t,max,t=0}$ = 3,5 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje pri prednaprezanju



P-nosač

2. FAZA

x	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
A_{i+2} [cm²]	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0	2332,0
$y_{d,2}$ [cm]	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2
$W_{d,2}$ [cm³]	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2	18116,2
$W_{g,2}$ [cm³]	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2	31969,2
Rezultanta	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
$P_{t=\infty}$ [kN]	160,2	160,2	160,2	480,6	480,6	480,6	480,6	480,6	480,6	480,6	480,6
σ_d [Mpa]	-0,1	-0,6	-1,1	-1,7	-2,1	-2,4	-2,7	-2,9	-3,1	-3,2	-3,2
σ_{gh} [Mpa]	1,6	0,2	-1,0	1,1	0,2	-0,6	-1,3	-1,7	-2,1	-2,3	-2,4
σ_g [Mpa]	-4,3	-2,5	-0,9	-8,0	-6,8	-5,8	-5,0	-4,3	-3,8	-3,6	-3,5

$\sigma_{c,max,t=\infty}$ = -18,0 Mpa - maksimalno tlačno dopušteno naprezanje u uporabi

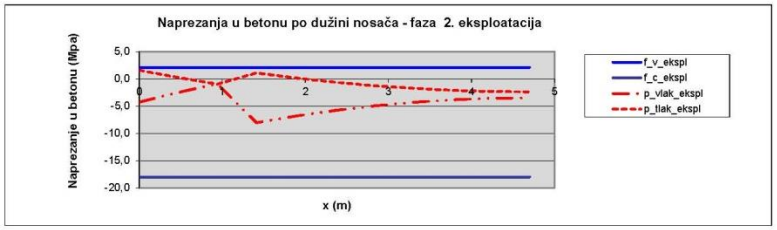
$\sigma_{t,max,t=\infty}$ = 2,1 Mpa - maksimalno vlačno dopušteno naprezanje u uporabi

Konvencija predznaka:
- tlak
+ vlak

1. FAZA 2. FAZA

Donji rub: $\sigma_d = -\frac{P_{t=0}}{A_1} - \frac{P_{t=0}\cdot y_{i-1}}{W_{g-1}} + \frac{M_{sd,1}}{W_{g-1}} \geq \sigma_{c,max,t=0}$ $\sigma_d = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} - \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{i-2}}{W_{g-2}} + \frac{M_{sd,2}}{W_{d-2}} \leq \sigma_{t,max,t=\infty}$

Gornji rub: $\sigma_g = -\frac{P_{t=0}}{A_1} + \frac{P_{t=0}\cdot y_{i-1}}{W_{g-1}} - \frac{M_{sd,1}}{W_{g-1}} \leq \sigma_{t,max,t=0}$ $\sigma_g = -\frac{P_{t=\infty}}{A_2} + \frac{P_{t=\infty}\cdot y_{i-2}}{W_{g-2}} - \frac{M_{sd,2}}{W_{g-2}} \geq \sigma_{c,max,t=\infty}$



17. KONTROLA PROGIBA

P-nosač

1. Pri prednaprezanju:

$P_{t=0}$ = 539,2 kN
$M_{Sd,f1}$ = 33,1 kNm
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 160000,0 cm⁴
y_{k-1} = 14,0 cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{sd,f1})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = -0,71 \text{ cm}$$

2. Faza betoniranja ploče:

$P_{t=0}$ = 539,2 kN
$M_{Sd,f}$ = 66,3 kNm
$\varphi_{t,t=\infty}$ = 2,0
E_{c-1} = 34500,0 MPa
I_{x-1} = 160000,0 cm⁴
y_{k-1} = 14,0 cm

$$f_1 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=0}\cdot y_{k-1} + M_{sd,f})\cdot L^2}{E_{c-1}\cdot I_{x-1}} = -0,15 \text{ cm}$$

3. Konačno stanje - radno opterećenje:

$P_{t=\infty}$ = 480,6 kN
$M_{Sd,2}$ = 127,0 kNm
$\varphi_{t,t=\infty}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 601300,0 cm⁴
y_{k-2} = 27,2 cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{sd,2})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = -0,02 \text{ cm}$$

4. Konačno stanje - granično opterećenje:

$P_{t=\infty}$ = 480,6 kN
$M_{Sd,3}$ = 132,5 kNm
$\varphi_{t,t=\infty}$ = 2,0
E_{c-2} = 34500,0 MPa
I_{x-2} = 601300,0 cm⁴
y_{k-2} = 27,2 cm

$$f_2 = \frac{5}{48}\cdot\frac{(-P_{t=\infty}\cdot y_{k-2} + M_{sd,3})\cdot L^2}{E_{c-2}\cdot I_{x-2}} = 0,01 \text{ cm}$$

Ukupni progib: $f_{ukup.} = -0,15$ cm

Dozvoljeni progib: $f_{dop} = \frac{L}{300} = 3,13$ cm

Dozvoljeni kontraprogib: $f_{dop} = \frac{L}{500} = 1,88$ cm

Nosaču pri izvedbi dati kontra progib: 0,0 cm

NAPOMENA: U slučaju maksimalne računske sile progib nosača će se povećati. Međutim, takva stanja su rijetka i neracionalno je nosač kontrolirati na njih.

18. KONTROLA PUKOTINA

P-nosač

x (cm)	0,00	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70
$M_{Sd,f2}$ (kNm)	0,0	24,1	45,7	64,9	81,3	95,3	106,7	115,6	121,9	125,7	127,0
b_W (cm)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
A_{s1} (cm²)	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08
A_{ly} (cm²)	1,39	1,39	1,39	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17	4,17
σ_s (MPa)	-1075,4	-945,0	-828,3	-447,1	-392,1	-345,5	-307,4	-277,8	-256,7	-244,0	-239,7
Mcr (kNm)	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4
σ_{cr} (MPa)	342,7	342,7	342,7	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3	211,3
ζ_β	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459
ε_{sm}	-0,0053049	-0,0046070	-0,0039747	-0,0021009	-0,0017918	-0,0015235	-0,0012974	-0,0011157	-0,0009817	-0,0008992	-0,0008712
ρ_r	0,02478	0,02478	0,02478	0,03329	0,03329	0,03329	0,03329	0,03329	0,03329	0,03329	0,03329
s_{rm} (mm)	134,7	134,7	134,7	113,1	113,1	113,1	113,1	113,1	113,1	113,1	113,1
w_k (mm)	-1,264	-1,097	-0,947	-0,420	-0,358	-0,305	-0,259	-0,223	-0,196	-0,180	-0,174

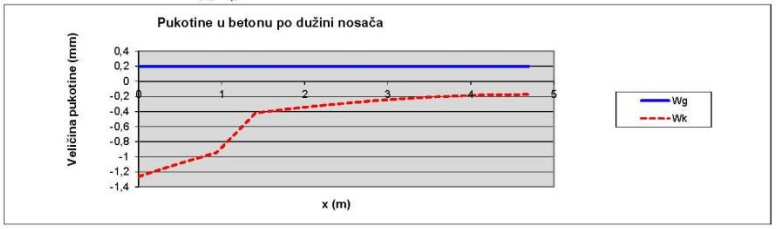
< wg=0,2mm

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\cdot\left[1 - 0.75\cdot 0.5\cdot\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \qquad \sigma_s = \Delta\sigma_p = \frac{(M_{Sd,f2}/z + N_{sd})}{(A_{s1} + A_p)}$$

$$\rho_r = (A_s + A_p\cdot\xi_0)/A_{c,ef} \qquad M_{cr} = f_{ctm}\cdot\frac{I_x}{y_k}$$

$$\xi_0 = 0.5\cdot\frac{\Phi}{\Phi_p} \qquad \sigma_{cr} = \frac{f_{ctm}\cdot W_g}{(A_{s1} + A_p)\cdot z}$$

$$s_{rm} = 50 + 0.25\cdot k_1\cdot k_2\cdot\frac{\Phi}{\rho_r} \qquad w_k = \beta\cdot k_3^2\cdot s_{rm}\cdot\varepsilon_{sm} = 1.7\cdot 1.04\cdot s_{rm}\cdot\varepsilon_{sm} \le w_k = 0.2\text{mm}$$



19. PRORAČUN ARMATURE ZA SPREZANJE SA MONOLITIZACIJOM

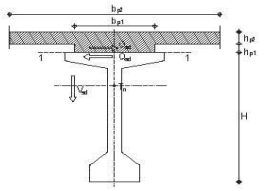
P-nosač

V_{sd} =	89,18	kN	Armatura:	B 500B	
$I_{x,z}$ =	601300,0	cm^4	f_{yk} =	500,0	Mpa
S_{t-t} =	30762,0	cm^3	f_{yd} =	434,8	Mpa

$$Q_{sd,t-t} = \frac{V_{sd} \cdot S_{t-t}}{I_{x-z}} = 228,13 \text{ kN/m}$$

$$A_q = \frac{Q_{sd,t-t}}{f_{yd}} = 5,25 \text{ cm2/m}$$

Profil:	8,0		0,50	cm^2
Razmak:	15,0	cm		
Reznost:	2			
Odab. arm.:	6,70	cm^2/m		



20. PODRUČJE SIDRENJA NATEGA KOD PRETHODNOG NAPINJANJA

Duljina prijenosa prednaponske sile

Φ = 1,524 cm
d= 34,0 cm

$$l_{bp} = \beta_b \cdot \Phi = 106,68 \text{ cm}$$

Proračunska vrijednost za dužinu prenošenja sile sa užeta na beton

$$l_{bp,d} = 0,8 \cdot l_{bp} = 85,344 \text{ cm}$$

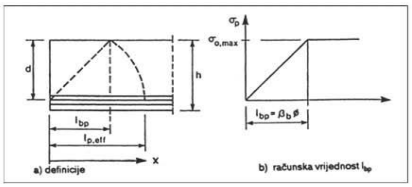
$$l_{bp,e} = 1,2 \cdot l_{bp} = 128,016 \text{ cm}$$

Duljina uvođenja sile sa užeta na beton

$$l_{pt60} = \sqrt{l_{bp,d}^2 + d^2} = 91,87 \text{ cm}$$

$$l_{pt60} = \sqrt{l_{bp,e}^2 + d^2} = 132,45 \text{ cm}$$

Usvaja se nepovoljnija vrijednost za promatrano djelovanje.

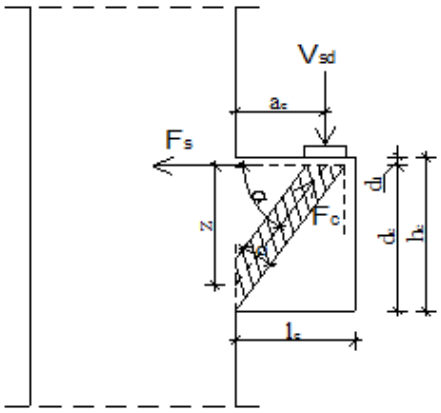


4.6 Kratke konzole za TT ploče

1. Geometrijske karakteristike

h_c =	30,00	cm	$d_c = h_c - d_1$ =	25,00	cm
b_c =	50,00	cm	$z = 0{,}8 \cdot d_c$ =	20,00	cm
l_c =	20,00	cm	$c = 0{,}2 \cdot d_c$ =	5,00	cm
a_c =	10,00	cm	$\alpha = \text{arctg}(z/a_c)$ =	63°	
d_1 =	5,00	cm	$\cos\alpha$ =	0,447	

h_c - visina konzole
b_c - širina konzole (stupa)
l_c - dužina konzole



2. Gradivo

Beton:

Klasa:	C 30/37	
f_{ck} =	30,00	MPa
f_{cd} =	20,00	MPa

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,00	MPa
f_{yd} =	434,78	MPa

Koficijenti sigurnosti - materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

3. Opterećenje

V_{Ed} =	200,00	kN
$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot a_c$ =	20,00	kNm

4. Dimenzioniranje na moment savijanja

$A_{s1} = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd})$ =	2,30	cm²
Profil:	Ø10	
Broj kom.	6	
$A_{s,odab.}$ =	4,71	cm²

5. Kontrola nosivosti tlačnog štapa

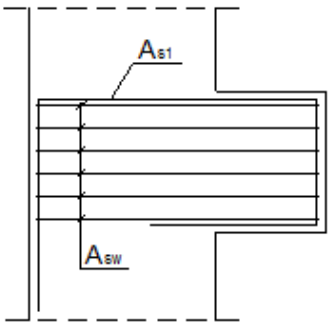
Uvjet nosivosti: $F_{sdc} < f_{cd} \cdot c \cdot b$

$F_{sdc} = F_{sds} / \cos\alpha$ = 223,6 kN < $f_{cd} \cdot c \cdot b_c$ = 500,0 kN

Zadovoljava!

6. Dimenzioniranje za poprečnu silu

μ=	1,4	
$A_{sw} = V_{Ed} / (\mu \cdot f_{yd})$	3,29	cm²
Profil:	Ø10	
Reznost (m)=	2	
Broj kom.	4	
$A_{sw,odab.}$ =	6,28	cm²



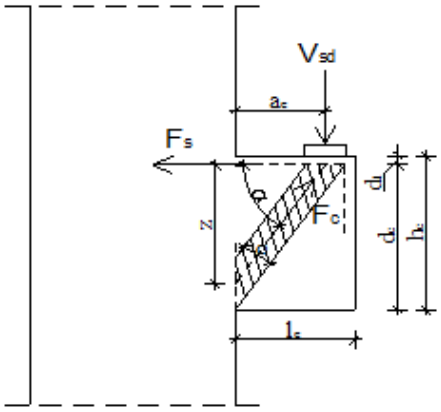
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

4.7 Kratka konzole za šuplje ploče

1. Geometrijske karakteristike

h_c =	30,00	cm	$d_c = h_c - d_1$ =	25,00	cm
b_c =	50,00	cm	$z = 0,8 \cdot d_c$ =	20,00	cm
l_c =	20,00	cm	$c = 0,2 \cdot d_c$ =	5,00	cm
a_c =	10,00	cm	$\alpha = \text{arctg}(z/a_c)$ =	63°	
d_1 =	5,00	cm	$\cos\alpha$ =	0,447	

h_c - visina konzole
b_c - širina konzole (stupa)
l_c - dužina konzole



2. Gradivo

Beton:

Klasa:	C 30/37	
f_{ck} =	30,00	MPa
f_{cd} =	20,00	MPa

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,00	MPa
f_{yd} =	434,78	MPa

Koficijenti sigurnosti - materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

3. Opterećenje

V_{Ed} =	200,00	kN
$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot a_c$ =	20,00	kNm

4. Dimenzioniranje na moment savijanja

$A_{s1} = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd})$ =	2,30	cm²
Profil:	Ø10	
Broj kom.	6	
$A_{s,odab}$ =	4,71	cm²

5. Kontrola nosivosti tlačnog štapa

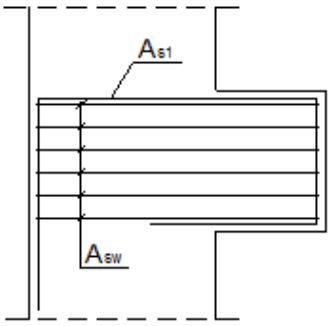
Uvjet nosivosti: $F_{sdc} < f_{cd} \cdot c \cdot b$

$F_{sdc} = F_{sds} / \cos\alpha$ = 223,6 kN < $f_{cd} \cdot c \cdot b_c$ = 500,0 kN

Zadovoljava!

6. Dimenzioniranje za poprečnu silu

μ=	1,4	
$A_{sw} = V_{Ed} / (\mu \cdot f_{yd})$	3,29	cm²
Profil:	Ø10	
Reznost(m)=	2	
Broj kom.	4	
$A_{sw,odab}$ =	6,28	cm²



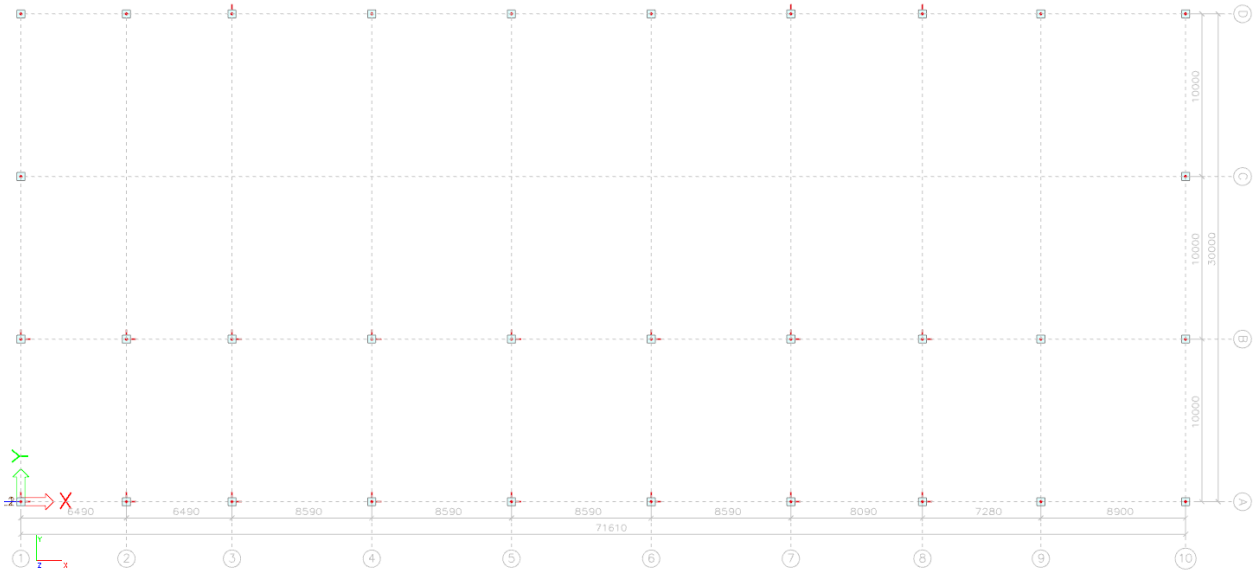
5 PRORAČUN STUPOVA

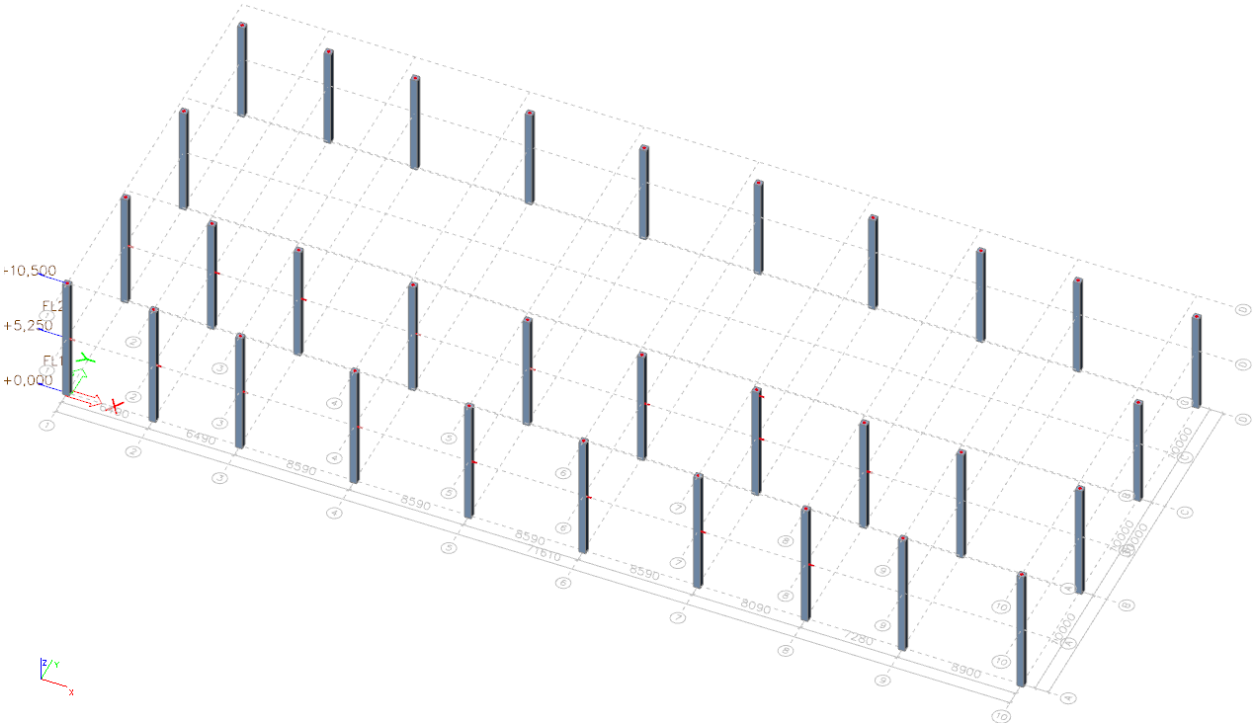
5.1 Općenito

Stupovi su kvadratnog poprečnog presjeka 50x50cm i proračunske su visine 8.5m, 9.8m i 10,5m. Proračunska visina stupa mjeri se od vrha temeljne čašice u koju se stup upinje do težišta spoja montažnog AB stupa i montažne AB krovne grede.

Stupovi se izvode iz betona C40/50 te se za prihvat montažnih krovnih nosača na vrhu stupa izvode kliješta dok se na stupovima u osima A i B izvode konzole za prihvat etažnih nosača.

Prikaz stupova:

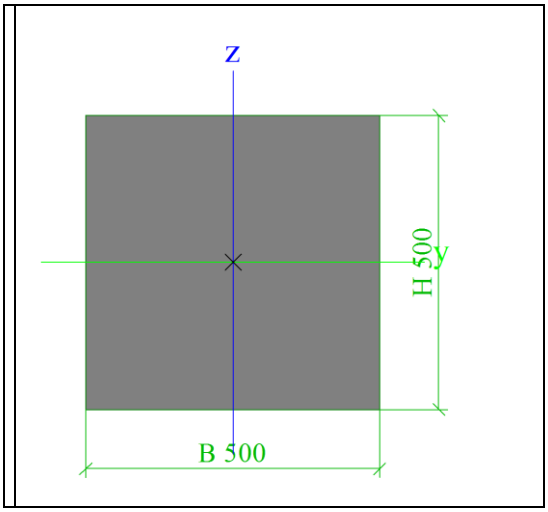




za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

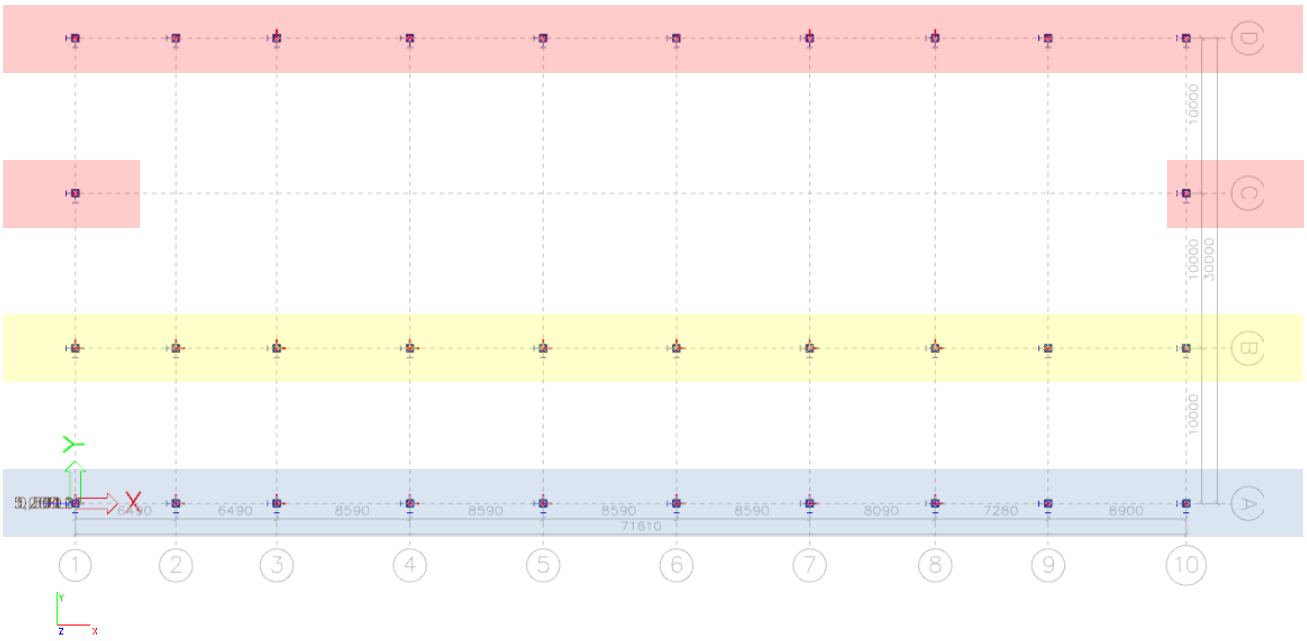
Poprečni presjek stupa

Name	S 50x50
Type	Rectangle
Detailed	500; 500
Item material	C40/50
Fabrication	concrete
Use 2D FEM analysis	×



A [m_2]	2,5000e-01	
A y, z [m_2]	2,0833e-01	2,0833e-01
I y, z [m_4]	5,2083e-03	5,2083e-03
I w [m_6], t [m_4]	0,0000e+00	8,7957e-03
Wel y, z [m_3]	2,0833e-02	2,0833e-02
Wpl y, z [m_3]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	250	250
α [deg]	0,00	
A L, D [m_2/m]	2,0000e+00	2,0000e+00
Mply +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

Proračunski plan pozicija stupova



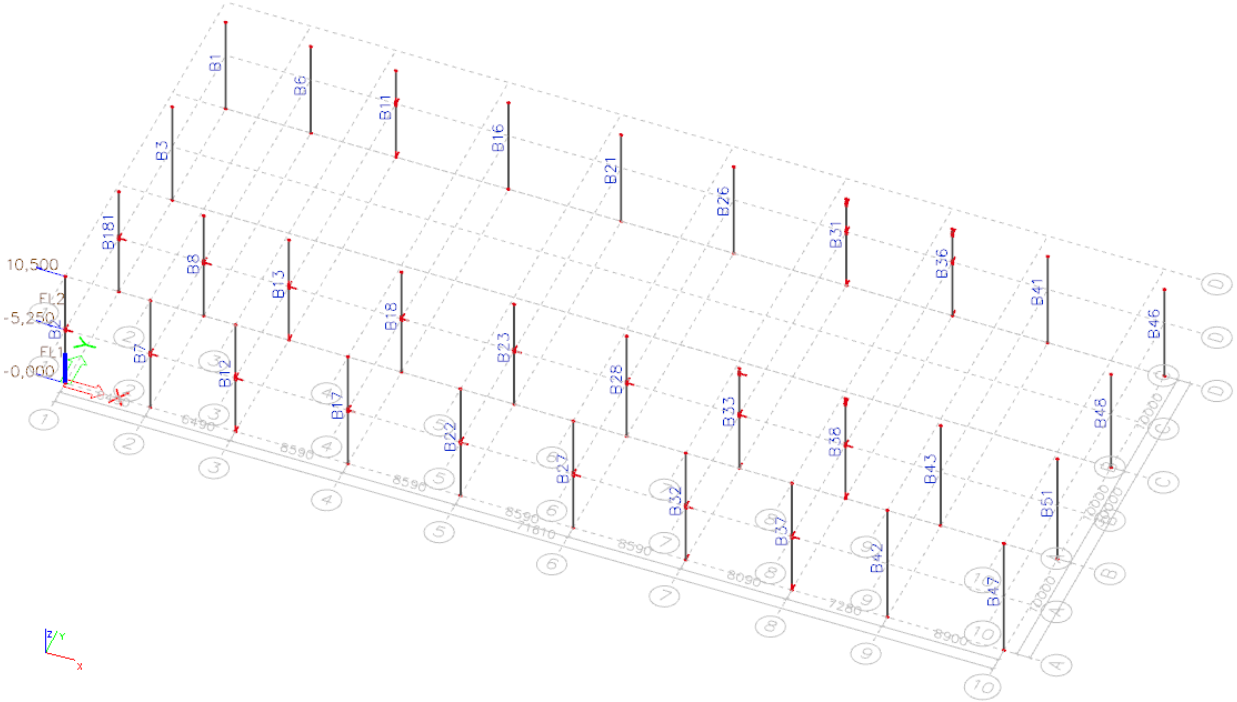
TIP 1

TIP 2

TIP 3

Tipovi stupova definirani s obzirom na razinu opterećenja u pogledu armature.

5.2 Rezne sile



Djelovanja

Djelovanja - LC1

Name	Description	Action type	Load group	Direction
	Spec	Load type		
LC1	vlastita	Permanent	LG1	-Z
		Self weight		

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Load cases : LC1

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-127,43**	**0,02**	**-0,05**	**0,04**	**0,39**	**-1,26**
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-63,05**	0,02	-0,05	0,04	**-0,13**	**-1,03**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-105,67**	**0,01**	**0,01**	**-0,03**	**-0,01**	**-1,20**
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-53,55**	0,01	0,01	-0,03	**0,10**	**-1,10**
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-247,93**	**0,55**	**-5,45**	**-0,12**	9,41	-1,75
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-54,27**	0,22	-2,92	-0,05	-0,02	-0,93
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-86,46	**0,22**	**-2,92**	**-0,05**	**15,33**	**-2,11**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-215,74	0,55	-5,45	-0,12	**-19,22**	**1,14**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-145,16**	**-0,15**	**0,00**	**-0,02**	**0,12**	**-0,56**
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC1	**-88,95**	-0,15	0,00	-0,02	**0,12**	**-1,98**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-188,33**	**-0,38**	**-0,02**	**-0,02**	**0,07**	**-0,02**
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-136,22**	-0,38	-0,02	-0,02	**-0,06**	**-3,27**
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-351,80**	**0,81**	**2,23**	**0,03**	-3,41	-2,04
B7	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-77,84**	0,50	1,37	-0,15	0,06	-0,73
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-110,03	**0,50**	**1,37**	**-0,15**	**-7,15**	**-3,38**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-319,61	0,81	2,23	0,03	**8,27**	**2,24**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-439,33**	**-0,87**	**2,09**	**-0,02**	-3,12	**1,19**
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-171,32**	-1,23	1,91	0,10	0,10	**-5,11**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-199,42	**-1,23**	**1,91**	**0,10**	**-8,68**	0,54
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-407,14	-0,87	2,09	-0,02	**7,86**	-3,35
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-148,70**	**-11,27**	**-0,02**	**0,02**	**0,08**	**7,28**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-42,70**	-3,00	**-0,01**	0,02	**-0,08**	**-3,32**
B11	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC1	-104,74	**0,28**	-0,02	0,02	0,02	-1,33
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-308,73**	**31,77**	**-2,53**	0,00	4,51	**-21,25**
B12	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-85,55**	0,26	-1,17	-0,08	-0,01	-1,77
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-159,26	**-14,80**	-2,15	0,00	**-8,03**	-4,43
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-117,74	0,26	**-1,17**	**-0,08**	**6,16**	-3,15

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B12	S 50x50 - Rectangle	3,818	LC1	-203,87	-1,65	-2,33	**0,00**	-4,80	5,84
B12	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC1	-217,59	-0,26	-2,35	0,00	-3,68	**6,24**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-317,10**	**-16,68**	**-2,59**	**-0,03**	4,58	**9,00**
B13	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-76,73**	0,41	-1,39	-0,04	-0,20	0,11
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-174,06	**9,70**	-2,33	-0,03	**-8,04**	1,61
B13	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC1	-91,95	-1,15	**-1,37**	-0,04	1,92	1,38
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-133,57	-4,25	-1,55	**-0,04**	**6,31**	5,23
B13	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC1	-212,49	0,61	-2,32	-0,03	-5,80	**-2,85**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-212,10**	**-0,42**	**0,00**	**0,04**	**0,02**	**-0,41**
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-159,98**	-0,42	0,00	0,04	**0,04**	**-3,97**
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-466,48**	**0,87**	**-2,59**	**-0,04**	4,70	-2,28
B17	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-93,11**	0,75	-1,32	0,10	-0,13	-0,83
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-125,30	**0,75**	**-1,32**	**0,10**	**6,81**	**-4,76**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-434,29	0,87	-2,59	-0,04	**-8,87**	**2,28**
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-564,96**	**-1,73**	**-2,74**	**-0,01**	5,03	**3,01**
B18	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-196,47**	-1,01	-1,61	-0,01	-0,01	-5,68
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-224,57	**-1,01**	**-1,61**	**-0,01**	**7,36**	-1,06
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-532,77	-1,73	-2,74	-0,01	**-9,35**	**-6,05**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-212,10**	**-0,40**	**-0,01**	**0,01**	**0,04**	**-0,71**
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-159,98**	-0,40	-0,01	0,01	**0,00**	**-4,13**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-506,16**	**0,57**	**-0,15**	**-0,02**	**0,59**	-1,78
B22	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-93,12**	0,73	0,00	0,00	-0,03	-0,94
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-125,31	**0,73**	**0,00**	**0,00**	-0,02	**-4,78**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-473,97	0,57	-0,15	-0,02	**-0,23**	**1,18**
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-605,16**	**-1,98**	**-0,21**	**0,00**	**0,76**	**3,59**
B23	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-196,46**	-0,68	0,16	0,04	0,05	-5,63
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-224,56	**-0,68**	**0,16**	**0,04**	**-0,67**	-2,51
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-572,97	-1,98	-0,21	0,00	-0,36	**-6,78**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-212,10**	**-0,46**	**-0,01**	**-0,02**	**0,04**	**-0,13**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-159,98**	-0,46	-0,01	-0,02	**0,00**	**-4,00**
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-494,40**	**0,80**	**0,36**	**0,01**	-0,29	-2,10
B27	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-93,12**	0,62	0,29	-0,10	0,08	-0,92
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-125,31	**0,62**	**0,29**	**-0,10**	**-1,44**	**-4,18**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-462,21	0,80	0,36	0,01	**1,62**	**2,12**
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-597,74**	**-1,33**	**0,00**	**0,03**	**0,40**	**2,51**
B28	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-196,45**	-0,68	0,25	0,02	0,03	**-5,64**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-224,55	**-0,68**	**0,25**	**0,02**	**-1,13**	-2,52
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-207,02**	**-6,77**	0,00	**-0,01**	**0,03**	**3,62**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC1	**-156,45**	-4,26	0,00	-0,01	0,02	-4,42
B31	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC1	-178,59	**0,41**	0,00	-0,01	0,03	-0,38
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC1	-160,18	0,21	**0,00**	-0,01	0,02	**-4,53**
B31	S 50x50 - Rectangle	1,909	LC1	-189,96	-0,04	**0,00**	-0,01	0,03	-0,90
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	-157,12	0,21	0,00	-0,01	**0,02**	-4,42
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-346,98**	**20,76**	0,30	**-0,04**	-0,20	**-13,36**
B32	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-91,37**	-0,07	0,20	-0,01	0,03	-1,73
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-262,95	**-3,87**	**0,36**	-0,04	**1,40**	0,76
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-123,56	-0,07	**0,20**	**-0,01**	**-1,00**	-1,34
B32	S 50x50 - Rectangle	2,386	LC1	-305,47	0,38	0,29	-0,04	0,50	**3,16**
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-405,96**	**-17,59**	**-15,16**	**0,37**	8,76	9,96
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC1	**-192,56**	0,45	-1,73	-0,32	-0,61	-5,42
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-317,20	**35,55**	**26,31**	0,37	**23,50**	**29,32**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-231,57	-0,09	24,28	**-0,32**	**-19,88**	-6,65
B33	S 50x50 - Rectangle	5,760	LC1	-222,00	0,12	15,66	-0,32	-9,59	**-6,66**
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-200,85**	**-7,24**	**-0,01**	**0,07**	**0,05**	**4,03**
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC1	**-148,03**	-1,81	0,00	0,07	0,00	-3,87
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC1	-152,36	**6,41**	**0,00**	0,07	**-0,01**	-4,26
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC1	-148,10	0,33	0,00	0,07	-0,01	**-4,33**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-230,47**	**11,72**	6,69	**0,09**	-10,70	**-7,33**
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-86,60**	0,01	3,75	0,28	0,39	-1,50
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-172,23	**-1,17**	**7,89**	0,09	**24,23**	1,69
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-118,79	0,01	**3,75**	**0,28**	**-19,28**	-1,53
B37	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC1	-176,44	0,11	7,17	0,09	20,67	**1,97**
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-279,12**	-0,65	**14,25**	**-0,21**	**-8,41**	0,25
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	LC1	**-183,16**	-2,85	0,34	0,37	-2,84	-3,77
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC1	-189,00	**-5,39**	2,85	0,37	-1,86	-5,36
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-199,61	**8,66**	**-3,57**	-0,21	-0,05	**6,89**
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-215,98	6,42	4,20	**0,37**	-4,69	-5,47
B38	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC1	-233,26	0,00	0,06	-0,21	**2,84**	-0,51
B38	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	-185,93	-5,39	2,85	0,37	-0,43	**-8,05**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-206,43**	**-0,35**	**-0,01**	**0,09**	**0,06**	**-0,64**

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-154,31**	-0,35	-0,01	0,09	**-0,04**	**-3,59**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-153,90**	**-0,01**	**-0,04**	**0,12**	**0,36**	**-0,98**
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC1	**-89,52**	-0,01	-0,04	0,12	**-0,06**	**-1,11**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-250,75**	**-0,63**	**-0,03**	**0,02**	**0,28**	**0,78**
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-190,46**	-0,63	-0,03	0,02	**0,02**	**-5,43**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-114,62**	**0,13**	**0,00**	**0,03**	**0,02**	**-2,18**
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC1	**-62,50**	0,13	0,00	0,03	**0,05**	**-1,11**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-154,48**	**-0,09**	**0,02**	**0,04**	**0,03**	**-1,33**
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC1	**-98,27**	-0,09	0,02	0,04	**0,18**	**-2,12**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-156,56**	**-0,12**	**-0,04**	**0,02**	**0,34**	**-0,98**
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-96,27**	-0,12	-0,04	0,02	**-0,09**	**-2,19**
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC1	**-276,78**	**-0,98**	**-5,50**	**0,09**	9,58	**1,48**
B181	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC1	**-86,49**	-0,19	-3,70	-0,16	-0,24	-2,02
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-114,59	**-0,19**	**-3,70**	**-0,16**	**16,72**	-1,17
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC1	-244,59	-0,98	-5,50	0,09	**-19,29**	**-3,69**

Djelovanja - LC2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
LC2	dodatno stalno	Permanent	LG1
		Standard	

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Load cases : LC2

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-60,31**	**0,01**	**-0,01**	**-0,01**	**0,09**	**-0,29**
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-11,11**	0,01	-0,01	-0,01	**-0,07**	**-0,21**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-43,36**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	**0,01**	**-0,25**
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-7,91**	0,01	0,00	0,00	**0,01**	**-0,19**
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-67,74**	**0,03**	**-0,66**	**-0,02**	1,15	**-0,21**
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-8,10**	0,01	-0,35	0,01	0,03	-0,16
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-29,33	**0,01**	**-0,35**	**0,01**	**1,88**	-0,20
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-46,10	0,03	-0,66	-0,02	**-2,34**	**-0,05**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-62,60**	**-0,02**	**-0,01**	**-0,01**	**0,08**	**-0,16**
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC2	**-16,77**	-0,02	-0,01	-0,01	**-0,04**	**-0,30**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-60,20**	**-0,10**	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**0,03**
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-32,62**	-0,10	0,00	0,00	**-0,01**	**-0,83**
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-74,61**	**0,03**	**0,34**	**0,00**	-0,53	-0,18
B7	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-16,19**	0,04	0,20	-0,03	0,01	-0,20
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-33,23	**0,04**	**0,20**	**-0,03**	**-1,04**	**-0,40**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-57,58	0,03	0,34	0,00	**1,26**	**-0,01**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-72,72**	**-0,04**	**0,36**	**-0,01**	-0,54	**-0,02**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	**-48,76**	**-0,25**	**0,30**	**0,01**	**-1,35**	-0,15
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-72,72	-0,04	0,36	-0,01	**1,34**	-0,24
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-48,76	-0,25	0,30	0,01	0,01	**-1,29**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-36,85**	**-1,37**	**-0,01**	**0,01**	**0,04**	**0,96**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-3,77**	**0,07**	**-0,01**	0,01	**-0,04**	-0,24
B11	S 50x50 - Rectangle	7,687	LC2	-6,73	0,02	-0,01	0,01	-0,03	**-0,28**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-66,47**	**4,56**	**-0,29**	**0,00**	0,53	**-3,10**
B12	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-18,84**	-0,09	-0,13	0,00	0,02	-0,54
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-34,57	**-2,73**	-0,25	0,00	**-0,92**	-1,18
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-38,63	-0,09	**-0,13**	**0,00**	**0,72**	-0,06
B12	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC2	-46,06	-0,09	-0,27	0,00	-0,42	**0,92**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-35,17**	**-2,46**	**-0,30**	**-0,01**	0,55	**1,30**
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	**-21,21**	**2,47**	-0,27	-0,01	**-0,92**	0,96
B13	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC2	-22,14	-0,26	**-0,17**	-0,01	0,23	0,18
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-24,15	-0,80	-0,19	**-0,01**	**0,77**	0,86
B13	S 50x50 - Rectangle	1,909	LC2	-33,01	-0,09	-0,28	-0,01	0,00	**-0,45**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-79,69**	**-0,13**	**0,00**	**0,01**	**0,01**	**-0,09**
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-43,18**	-0,13	0,00	0,01	**0,01**	**-1,20**
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-103,98**	**-0,08**	**-0,43**	**-0,01**	0,77	**0,01**
B17	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-21,43**	0,11	-0,23	0,03	-0,03	-0,27
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-43,98	**0,11**	**-0,23**	**0,03**	**1,19**	**-0,85**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-81,43	-0,08	-0,43	-0,01	**-1,49**	-0,41

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-101,70**	**-0,22**	**-0,48**	**0,00**	0,87	**0,34**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	**-64,53**	**-0,18**	**-0,31**	**0,00**	**1,41**	-0,84
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-101,70	-0,22	-0,48	0,00	**-1,64**	-0,81
B18	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-64,53	-0,18	-0,31	0,00	-0,01	**-1,67**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-79,69**	**-0,13**	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**-0,17**
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-43,18**	-0,13	0,00	0,00	**0,00**	**-1,27**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-110,74**	**-0,16**	**-0,01**	**0,00**	**0,07**	**0,15**
B22	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-21,43**	0,12	0,00	0,00	0,00	-0,29
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-43,98	**0,12**	**0,00**	**0,00**	0,01	**-0,92**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-88,19	-0,16	-0,01	0,00	**-0,01**	-0,69
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-108,77**	**-0,28**	**-0,03**	**0,00**	**0,11**	**0,49**
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	**-64,53**	**-0,09**	**0,01**	**0,00**	-0,02	-1,22
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-108,77	-0,28	-0,03	0,00	**-0,03**	-1,00
B23	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-64,53	-0,09	0,01	0,00	0,00	**-1,65**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-79,69**	**-0,14**	**0,00**	**-0,01**	**0,02**	**0,00**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-43,18**	-0,14	0,00	-0,01	**0,00**	**-1,21**
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-108,60**	**-0,08**	**0,08**	**0,00**	-0,10	**0,04**
B27	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-21,44**	0,08	0,06	-0,04	0,03	-0,28
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-43,98	**0,08**	**0,06**	**-0,04**	**-0,26**	**-0,72**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-86,05	-0,08	0,08	0,00	**0,34**	-0,40
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-107,02**	**-0,13**	**0,04**	**0,01**	-0,01	**0,23**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	**-64,53**	**-0,13**	**0,04**	**0,00**	**-0,19**	-1,08
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-107,02	-0,13	0,04	0,01	**0,21**	-0,43
B28	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-64,53	-0,13	0,04	0,00	0,00	**-1,67**
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-63,37**	-0,43	0,00	**0,00**	**0,02**	0,20
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-41,87**	0,62	0,00	0,00	0,01	-1,10
B31	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC2	-43,46	**-1,20**	0,00	0,00	0,01	-0,83
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC2	-43,96	**0,62**	**0,00**	0,00	**0,01**	**-1,41**
B31	S 50x50 - Rectangle	0,955	LC2	-59,89	-0,01	**0,00**	0,00	0,02	0,02
B31	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-47,84	0,04	0,00	**0,00**	0,01	0,29
B31	S 50x50 - Rectangle	5,708	LC2	-46,83	-0,05	0,00	0,00	0,01	**0,30**
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-75,10**	**2,70**	0,08	**0,00**	-0,09	**-1,74**
B32	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-20,84**	-0,20	0,04	-0,02	-0,01	-0,60
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-52,20	**-0,94**	**0,09**	0,00	**0,34**	-0,21
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-42,73	-0,20	**0,04**	**-0,02**	**-0,21**	**0,45**
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC2	**-62,65**	-0,08	1,60	-0,05	-0,79	-1,66
B33	S 50x50 - Rectangle	6,271	LC2	**-56,03**	-0,15	1,21	-0,05	-0,35	-1,23
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	-62,50	**-2,24**	**-1,76**	**0,06**	1,03	1,21
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-60,76	**7,62**	**3,85**	0,06	**3,23**	**6,60**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-56,33	-0,24	3,14	**-0,05**	**-2,51**	-1,03
B33	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-62,65	-0,08	1,60	-0,05	0,01	**-1,71**
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-56,60**	-0,41	-0,01	**0,02**	**0,04**	0,14
B36	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-38,40**	3,31	0,02	0,02	0,02	**0,43**
B36	S 50x50 - Rectangle	7,083	LC2	-39,63	**-0,91**	0,01	0,02	0,00	-0,87
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC2	-40,32	**3,31**	**0,02**	0,02	0,01	-1,22
B36	S 50x50 - Rectangle	0,955	LC2	-53,38	-0,02	**-0,01**	0,02	0,03	-0,03
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC2	-38,96	0,86	0,01	**0,02**	0,01	-1,28
B36	S 50x50 - Rectangle	5,708	LC2	-41,60	-0,27	0,00	0,02	**0,00**	-0,01
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC2	-39,28	-0,33	0,01	0,02	0,00	**-1,34**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-58,68**	**1,17**	0,74	**0,03**	-1,18	**-0,70**
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-19,19**	-0,07	0,41	0,04	0,03	-0,41
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-42,20	**-0,19**	**0,88**	0,03	**2,71**	0,07
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-39,37	-0,07	**0,41**	**0,04**	**-2,14**	-0,05
B37	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC2	-43,26	-0,05	0,80	0,03	2,31	**0,12**
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC2	**-57,93**	**-3,02**	-0,97	0,07	**0,41**	-1,52
B38	S 50x50 - Rectangle	1,909	LC2	**-35,64**	-0,06	0,13	-0,06	0,32	-0,11
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-38,13	**1,83**	**-0,98**	-0,06	-0,35	**1,47**
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	-36,15	-0,48	**1,58**	**-0,06**	**-0,93**	0,26
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-43,93	1,11	0,10	**0,07**	-0,20	-1,16
B38	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-57,93	-3,02	-0,97	0,07	-0,08	**-3,03**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-75,04**	**-0,11**	**-0,01**	**0,02**	**0,04**	**-0,11**
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-40,66**	-0,11	-0,01	0,02	**-0,03**	**-1,05**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-62,66**	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**0,05**	**-0,25**
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC2	**-20,19**	0,00	0,00	0,02	**0,00**	**-0,29**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-60,78**	**-0,19**	**0,00**	**0,00**	**0,06**	**0,29**
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	-60,78	-0,19	0,00	0,00	**0,01**	**-1,58**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-51,54**	**0,03**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	**-0,48**
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC2	**-10,96**	0,03	0,01	0,00	**0,04**	**-0,24**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-68,59**	**-0,01**	**0,01**	**0,02**	**0,01**	**-0,33**
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC2	**-22,76**	-0,01	0,01	0,02	**0,07**	**-0,40**

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-71,24**	**-0,02**	**-0,01**	**0,01**	**0,08**	**-0,25**
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	**-22,07**	-0,02	-0,01	0,01	**-0,04**	**-0,42**
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC2	**-82,01**	**-0,09**	**-0,66**	**0,01**	1,15	**0,07**
B181	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC2	**-16,01**	0,02	-0,44	-0,03	0,00	-0,29
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-38,92	**0,02**	**-0,44**	**-0,03**	**2,03**	-0,38
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC2	-55,76	-0,09	-0,66	0,01	**-2,29**	**-0,40**

Djelovanja - LC3

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
LC3	korisno	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Load cases : LC3

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,01**	**-0,07**	**0,09**	**0,64**	**-0,15**
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC3	0,00	0,01	-0,07	0,09	**-0,04**	**-0,01**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**-0,01**	**0,00**	**0,00**	**0,01**	**0,11**
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	-0,01	0,00	0,00	**0,02**	**-0,01**
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-83,97**	**0,28**	**-3,34**	**-0,08**	5,94	**-0,64**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,00**	**-0,05**	**-1,96**	**0,03**	**10,17**	0,20
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-83,97	0,28	-3,34	-0,08	**-11,62**	**0,83**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**-0,01**	**0,04**	**-0,01**	**-0,07**	**0,09**
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC3	0,00	-0,01	0,04	-0,01	**0,25**	**-0,01**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**-0,01**	**-0,01**	**0,01**	**0,04**	**0,07**
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	-0,01	-0,01	0,01	**-0,04**	**-0,01**
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-122,24**	**0,32**	**1,60**	**0,04**	-2,32	**-0,66**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,00**	**0,06**	**0,80**	**0,04**	**-4,29**	-0,35
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-122,24	0,32	1,60	0,04	**6,08**	**1,04**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-122,13**	**-0,18**	**1,53**	**-0,01**	-2,26	**0,40**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,00**	**-0,05**	**1,41**	**0,16**	**-6,33**	0,22
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-122,13	-0,18	1,53	-0,01	**5,77**	**-0,56**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-0,04**	**-0,05**	**0,00**	**0,01**	**0,02**	**0,05**
B11	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC3	**0,08**	0,00	0,00	0,01	0,01	-0,01
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	-0,02	**0,05**	**0,00**	0,01	**0,01**	0,04
B11	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC3	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	**-0,01**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-81,42**	**20,95**	**-1,50**	0,01	2,84	**-14,36**
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**10,48**	**-15,29**	-1,26	0,01	**-4,54**	-6,84
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	0,05	0,71	**-0,86**	**0,01**	**4,38**	-3,33
B12	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC3	-10,57	-5,27	-1,34	**0,01**	-3,31	3,05
B12	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC3	-28,71	-0,36	-1,38	0,01	-2,00	**5,16**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-64,05**	**-18,02**	**-1,53**	0,00	2,78	**10,78**
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**15,02**	**15,66**	-1,36	0,00	**-4,62**	7,08
B13	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC3	0,84	-0,04	**-0,73**	0,06	1,09	-0,22
B13	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC3	-10,69	3,93	-1,35	**0,00**	-3,32	-1,92
B13	S 50x50 - Rectangle	7,796	LC3	1,46	-0,19	-0,73	**0,06**	1,47	-0,19
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	4,69	-6,21	-0,82	0,06	**3,42**	4,85
B13	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC3	-39,65	-0,16	-1,37	0,00	-1,35	**-3,24**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,01**	**0,03**
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,04**	**0,00**
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-187,86**	**0,49**	**-2,15**	**-0,01**	4,01	**-1,16**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,00**	**-0,02**	**-1,26**	**0,02**	**6,52**	0,05
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-187,86	0,49	-2,15	-0,01	**-7,29**	**1,41**
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-187,95**	**-0,30**	**-2,16**	**0,02**	3,98	**0,69**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,00**	**0,02**	**-1,25**	**0,03**	**5,81**	-0,10
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-187,95	-0,30	-2,16	0,02	**-7,39**	**-0,91**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,03**	**0,03**
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-222,12**	**0,45**	**-0,26**	**0,01**	0,81	**-1,21**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**-0,01**	**-0,14**	**-0,25**	**0,05**	**1,21**	0,68
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-222,12	0,45	-0,26	0,01	**-0,55**	**1,17**
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-220,41**	**-0,25**	**-0,18**	**0,01**	**0,61**	**0,62**

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,01**	**0,12**	**0,15**	**0,09**	**-0,58**	-0,52
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-220,41	-0,25	-0,18	0,01	-0,31	**-0,68**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**-0,01**	**0,00**	**0,01**	**0,03**	**0,05**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	-0,01	0,00	0,01	**-0,01**	**0,00**
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-197,13**	**0,67**	**1,15**	**0,04**	-1,55	**-1,57**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**-0,01**	**-0,02**	**0,54**	**0,08**	**-2,84**	0,07
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-197,13	0,67	1,15	0,04	**4,48**	**1,94**
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-211,65**	**-0,11**	**0,11**	**0,03**	0,13	**0,29**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,01**	**0,08**	**0,30**	**0,09**	**-1,34**	**-0,34**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-211,65	-0,11	0,11	0,03	**0,68**	-0,29
B31	S 50x50 - Rectangle	7,083	LC3	**-0,32**	-0,03	0,01	0,01	0,04	**0,32**
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,88**	0,02	0,01	**0,01**	**0,00**	-0,07
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC3	-0,08	**-1,24**	**0,01**	0,01	0,04	-0,04
B31	S 50x50 - Rectangle	6,167	LC3	-0,26	**0,14**	0,01	0,01	0,03	0,21
B31	S 50x50 - Rectangle	0,955	LC3	0,84	0,00	**0,01**	0,01	0,01	-0,05
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC3	-0,22	-0,91	0,01	**0,01**	0,04	-0,01
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	-0,08	-1,24	0,01	0,01	**0,05**	**-0,65**
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-277,25**	**30,30**	-9,21	-0,06	15,53	**-20,70**
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,05**	0,62	**-5,27**	**-0,05**	**26,94**	-2,97
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-166,82	**-16,53**	**-10,20**	**-0,06**	**-32,37**	-5,85
B32	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC3	-210,86	-0,27	-8,95	-0,06	-14,42	**6,11**
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-198,02**	**-28,07**	**-13,03**	**0,16**	**8,72**	18,56
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC3	**0,04**	0,58	-9,03	-0,18	5,16	0,10
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-47,69	**37,04**	10,93	0,16	8,66	**25,23**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-55,91	0,20	**13,87**	**-0,18**	**-8,23**	-1,63
B33	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC3	-124,68	0,00	0,02	0,16	-2,86	**-7,09**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC3	**0,08**	**1,27**	**0,02**	0,01	**-0,07**	0,02
B36	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC3	**1,49**	0,00	-0,02	0,01	0,00	-0,13
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	1,06	**-0,34**	-0,03	**0,01**	**0,11**	0,20
B36	S 50x50 - Rectangle	0,955	LC3	1,25	-0,16	**-0,03**	0,01	0,07	-0,04
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC3	0,23	0,85	0,01	**0,01**	-0,07	-0,01
B36	S 50x50 - Rectangle	7,083	LC3	0,61	0,00	0,00	0,01	-0,07	**-0,28**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,08	1,27	0,02	0,01	-0,06	**0,66**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-195,86**	**23,85**	16,52	0,37	-26,84	**-16,75**
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,05**	0,63	**9,08**	**0,20**	**-46,48**	-3,03
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-100,56	**-12,56**	**19,42**	**0,37**	**59,33**	-1,94
B37	S 50x50 - Rectangle	3,818	LC3	-131,58	0,00	16,27	0,37	34,69	**4,84**
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-104,68**	**-15,29**	**12,12**	**-0,13**	**-8,15**	**8,70**
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**12,50**	**14,62**	3,82	-0,13	**6,51**	8,27
B38	S 50x50 - Rectangle	8,312	LC3	-10,29	0,36	**-3,97**	0,45	-3,84	0,17
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-46,62	-2,39	4,49	**0,45**	-7,78	1,99
B38	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC3	-48,14	-0,08	0,95	-0,13	3,33	**-2,91**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,04**	**0,00**	**0,01**	**0,02**	**-0,27**
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	0,04	0,00	0,01	**0,01**	**0,03**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-0,01**	**0,01**	**-0,06**	**0,07**	**0,63**	**-0,16**
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC3	-0,01	0,01	-0,06	0,07	**-0,02**	**-0,02**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,02**	**-0,02**	**0,07**	**0,24**	**-0,19**
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC3	0,00	0,02	-0,02	0,07	**0,05**	**0,00**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,03**	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**-0,25**
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC3	0,00	0,03	0,00	0,00	**0,01**	**0,01**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,02**	**0,00**	**0,00**	**0,04**	**-0,22**
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC3	0,00	0,02	0,00	0,00	**0,02**	**0,01**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**0,00**	**0,02**	**-0,02**	**0,05**	**0,24**	**-0,18**
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC3	0,00	0,02	-0,02	0,05	**0,04**	**0,00**
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC3	**-83,80**	**-0,25**	**-3,31**	**0,09**	5,83	**0,63**
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	**0,00**	**0,03**	**-2,20**	**-0,05**	**9,94**	-0,10
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC3	-83,80	-0,25	-3,31	0,09	**-11,53**	**-0,67**

Djelovanja - LC4

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
LC4	snijeg	Variable	LG3	Short	None
	Standard	Static			

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Load cases : LC4

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-24,44**	**0,02**	**-0,02**	**-0,03**	**0,09**	**-0,63**
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC4	-24,44	0,02	-0,02	-0,03	**-0,14**	**-0,45**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-17,39**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	**-0,02**	**-0,51**
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-17,39	0,01	0,00	0,00	**0,01**	**-0,43**
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-17,92**	**-0,10**	**-0,01**	**-0,01**	0,00	**-0,01**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-17,82**	**0,05**	**-0,01**	**0,03**	**0,12**	**-0,59**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-17,92	-0,10	-0,01	-0,01	**-0,07**	-0,55
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-36,89**	**-0,04**	**-0,04**	**-0,01**	**0,17**	**-0,31**
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC4	-36,89	-0,04	-0,04	-0,01	**-0,18**	**-0,66**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-71,77**	**-0,23**	**0,00**	**0,00**	**-0,01**	**0,11**
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-71,77	-0,23	0,00	0,00	**0,01**	**-1,85**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-35,63**	**0,08**	**-0,01**	**-0,06**	**0,10**	**-0,83**
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-35,34**	**-0,11**	**0,01**	**-0,01**	**-0,04**	**0,03**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-107,27**	**-0,49**	**-0,02**	**-0,01**	**0,09**	-0,57
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-105,48**	**-0,07**	**-0,01**	**-0,01**	0,05	**-0,04**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-105,48	-0,07	-0,01	-0,01	**-0,02**	-0,42
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-107,27	-0,49	-0,02	-0,01	0,00	**-2,82**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-23,06**	**-2,79**	**-0,02**	**0,03**	**0,04**	**2,01**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	**-9,22**	-1,11	**-0,01**	0,03	**-0,08**	**-1,35**
B11	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC4	-17,21	**0,01**	-0,01	0,03	-0,01	-0,41
B11	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC4	-14,73	-0,05	-0,01	**0,03**	-0,03	-0,41
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-41,46**	**-0,43**	**0,00**	**0,02**	**0,06**	**0,97**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,955	LC4	**-36,06**	0,18	0,02	-0,01	-0,04	-0,09
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	-36,10	**0,67**	**0,02**	**-0,01**	**-0,06**	-0,48
B12	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC4	-41,46	-0,43	0,00	0,02	0,06	**-1,31**
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-56,36**	2,19	**-0,02**	**-0,02**	**0,10**	-1,07
B13	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	**-48,00**	-0,39	-0,02	-0,02	0,00	-0,41
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-54,63	**-2,76**	-0,01	-0,01	**-0,01**	**-1,77**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	-50,91	**2,38**	-0,01	**-0,01**	0,04	-1,73
B13	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC4	-51,58	-0,21	**-0,01**	-0,01	0,01	0,56
B13	S 50x50 - Rectangle	7,287	LC4	-50,61	0,02	-0,02	-0,02	0,05	**0,98**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-94,99**	**-0,29**	**0,00**	**0,03**	**-0,01**	**-0,17**
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-94,99	-0,29	0,00	0,03	**0,00**	**-2,66**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-47,15**	**0,26**	**-0,03**	**0,08**	**0,13**	**-1,96**
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-46,99**	**-0,42**	**0,01**	**-0,01**	**-0,05**	**0,63**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-141,97**	**-0,38**	**-0,11**	**0,02**	**0,50**	-1,90
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-141,06**	**-0,41**	**-0,13**	**-0,01**	0,24	**0,61**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-141,06	-0,41	-0,13	-0,01	**-0,42**	-1,54
B18	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-141,97	-0,38	-0,11	0,02	-0,02	**-3,66**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-94,99**	**-0,29**	**0,00**	**0,01**	**-0,01**	**-0,36**
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-94,99	-0,29	0,00	0,01	**0,00**	**-2,80**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-47,20**	**-0,57**	**0,03**	**-0,01**	**-0,08**	**0,93**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-47,15**	**0,34**	**-0,01**	**-0,01**	0,08	**-2,39**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-47,20	-0,57	0,03	-0,01	**0,08**	-2,07
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-142,27**	**-0,59**	**0,00**	**-0,01**	0,03	**0,96**
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-141,96**	**-0,25**	**-0,03**	**0,00**	**0,14**	-2,52
B23	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-141,96	-0,25	-0,03	0,00	**-0,01**	**-3,65**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-94,99**	**-0,31**	**0,00**	**-0,02**	**-0,01**	**-0,08**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-94,99	-0,31	0,00	-0,02	**0,01**	**-2,67**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-47,15**	**0,27**	**0,00**	**-0,09**	0,05	**-2,00**
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-47,11**	**-0,46**	**0,03**	**0,00**	**-0,08**	**0,79**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-47,11	-0,46	0,03	0,00	**0,09**	-1,63
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-141,97**	**-0,37**	**-0,03**	**-0,01**	**0,12**	-1,99
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-141,85**	**-0,43**	**0,02**	**0,00**	**-0,02**	**0,74**
B28	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-141,97	-0,37	-0,03	-0,01	0,00	**-3,69**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC4	**-92,06**	**2,31**	0,00	-0,01	0,02	-3,04
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-73,56**	-0,58	**0,00**	**-0,01**	**-0,02**	0,25
B31	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC4	-87,26	**-2,07**	0,00	-0,01	0,02	-2,17
B31	S 50x50 - Rectangle	3,818	LC4	-77,09	0,11	**0,00**	-0,01	0,00	0,27
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-92,06	2,31	0,00	-0,01	**0,02**	-1,89
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC4	-89,53	-1,46	0,00	-0,01	0,02	**-3,04**
B31	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-79,75	-0,06	0,00	-0,01	0,01	**0,38**
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-45,84**	**-0,40**	**-0,02**	**-0,06**	0,08	**0,82**
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-36,48**	-0,02	0,03	**0,00**	**-0,07**	0,18
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-43,86	**0,29**	**0,04**	0,00	**0,10**	0,12
B32	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC4	-45,84	-0,40	-0,02	-0,06	-0,05	**-1,28**
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC4	**-137,90**	-1,26	**4,48**	0,03	-2,17	-3,66
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-89,65**	-0,05	**-1,66**	**-0,01**	0,84	-0,22
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC4	-134,47	**-1,30**	-0,45	0,03	**-2,24**	-3,64

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B33	S 50x50 - Rectangle	0,955	LC4	-90,49	**0,28**	-0,44	-0,01	-0,09	-0,08
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-115,63	-1,19	0,19	**0,03**	-0,34	**1,40**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-108,32	-0,85	2,79	-0,01	**1,91**	-0,22
B33	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-137,90	-1,26	4,48	0,03	0,07	**-4,30**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC4	**-84,55**	**6,36**	0,01	0,04	0,04	-2,70
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-63,95**	-0,15	**0,01**	**0,04**	**-0,03**	-0,14
B36	S 50x50 - Rectangle	7,083	LC4	-76,84	**-1,89**	0,01	0,04	0,03	-1,94
B36	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC4	-69,02	-0,02	**0,01**	0,04	0,01	0,20
B36	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-84,55	6,36	0,01	0,04	**0,05**	**0,48**
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC4	-79,22	-0,75	0,01	0,04	0,04	**-2,90**
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-42,22**	-0,14	**-0,01**	**0,07**	0,03	-0,18
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-33,27**	-0,20	0,04	**0,01**	**-0,07**	**0,32**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,477	LC4	-33,51	**-0,22**	0,03	0,01	-0,05	0,22
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-40,71	**0,11**	**0,04**	0,01	**0,12**	-0,16
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC4	-42,22	-0,14	-0,01	0,07	-0,02	**-0,90**
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC4	**-127,38**	**-5,70**	**-4,03**	**-0,05**	1,92	-3,33
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-65,98**	-0,10	**1,68**	**0,02**	-0,90	**0,13**
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-90,96	**0,83**	-0,34	-0,05	0,54	-0,78
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-85,29	-2,55	-2,17	0,02	**-1,36**	-1,57
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC4	-122,11	-3,34	0,37	-0,05	**1,97**	-3,28
B38	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-127,38	-5,70	-4,03	-0,05	-0,09	**-6,18**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-89,46**	**-0,24**	**-0,01**	**0,05**	**0,03**	**-0,24**
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-89,46	-0,24	-0,01	0,05	**-0,07**	**-2,32**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-44,42**	**-0,01**	**0,00**	**0,04**	**0,02**	**-0,55**
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC4	-44,42	-0,01	0,00	0,04	**0,01**	**-0,65**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-133,71**	**-0,42**	**0,00**	**-0,02**	**0,04**	**0,61**
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-133,71	-0,42	0,00	-0,02	**0,02**	**-3,48**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-24,11**	**0,06**	**0,02**	**-0,01**	**-0,06**	**-1,06**
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC4	-24,11	0,06	0,02	-0,01	**0,10**	**-0,52**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-50,07**	**-0,02**	**0,02**	**0,04**	**-0,04**	**-0,71**
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC4	-50,07	-0,02	0,02	0,04	**0,14**	**-0,89**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-48,56**	**-0,04**	**-0,02**	**0,02**	**0,09**	**-0,54**
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC4	-48,56	-0,04	-0,02	0,02	**-0,09**	**-0,93**
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC4	**-35,93**	**-0,14**	**-0,16**	**-0,01**	0,31	**0,05**
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	**-35,22**	**0,03**	**-0,09**	**0,00**	**0,51**	**-0,81**
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC4	-35,93	-0,14	-0,16	-0,01	**-0,56**	-0,67

Djelovanja - LC5

Name	Description	Action type	Load group	Master load case
	Spec	Load type		
LC5	SX 495	Variable	LG5	None
	Seismicity	Dynamic		

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Load cases : LC5

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC5	**17,42**	49,21	**9,28**	10,99	50,96	295,05
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**18,46**	**63,51**	**23,50**	**10,99**	**95,00**	**490,09**
B47	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC5	18,26	**46,29**	12,83	10,99	44,92	136,07
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	18,26	46,29	12,83	10,99	**10,24**	27,18
B47	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC5	18,26	46,29	12,83	10,99	11,99	**7,43**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**18,80**	**19,31**	**59,51**	**10,03**	**486,58**	**139,97**
B1	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**19,18**	**18,17**	**58,45**	10,03	152,50	40,34
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	19,18	18,17	58,45	10,03	**15,43**	12,10
B1	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC5	19,18	18,17	58,45	10,03	21,31	**4,33**
B2	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**14,94**	**34,14**	**31,78**	5,88	52,58	41,10
B2	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**44,11**	37,54	48,60	3,80	52,91	37,44
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	37,18	**113,21**	**48,74**	**3,80**	133,55	167,20
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	18,67	38,41	36,20	**5,88**	**181,92**	**175,41**
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	14,94	34,14	31,78	5,88	**11,98**	19,09
B2	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC5	14,94	34,14	31,78	5,88	18,16	**3,58**
B3	S 50x50 - Rectangle	3,056	LC5	**27,58**	**14,14**	**42,85**	54,29	239,59	74,75
B3	S 50x50 - Rectangle	6,111	LC5	**28,72**	15,96	43,98	54,29	111,86	44,17

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	28,19	**25,05**	**45,32**	**54,29**	**369,98**	**127,79**
B3	S 50x50 - Rectangle	8,556	LC5	28,72	15,96	43,98	54,29	**5,92**	5,27
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	LC5	28,72	15,96	43,98	54,29	22,96	**4,74**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**36,63**	**12,75**	**56,88**	**11,68**	**479,37**	**92,18**
B6	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**38,03**	**13,05**	**55,93**	11,68	159,60	26,54
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	38,03	13,05	55,93	11,68	**5,35**	10,79
B6	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC5	38,03	13,05	55,93	11,68	33,15	**3,91**
B7	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**17,95**	**24,86**	**37,49**	12,03	64,31	27,99
B7	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**25,81**	26,94	**52,20**	2,81	51,88	27,78
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	21,79	**88,32**	52,04	**2,81**	141,38	**130,96**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	20,84	26,82	41,96	**12,03**	**212,49**	123,76
B7	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC5	25,81	26,94	52,20	2,81	**16,57**	46,96
B7	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC5	17,95	24,86	37,49	12,03	24,76	**2,08**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**37,51**	**70,66**	47,60	**3,22**	137,37	113,51
B8	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC5	**44,25**	39,59	44,88	69,35	122,61	98,85
B8	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC5	43,43	**33,43**	50,05	3,22	40,52	72,13
B8	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC5	42,50	37,58	**41,44**	69,35	54,48	38,38
B8	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	43,53	34,69	**53,74**	3,22	55,87	17,52
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	44,00	38,58	43,70	**69,35**	**189,09**	**157,67**
B8	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC5	43,53	34,69	53,74	3,22	**13,01**	52,46
B8	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC5	42,50	37,58	41,44	69,35	24,06	**9,73**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,094	LC5	**14,85**	3,59	60,55	12,52	**42,40**	9,25
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**122,45**	**91,69**	**168,02**	**12,52**	**567,60**	**56,57**
B11	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC5	55,52	**0,26**	61,84	12,52	218,95	0,85
B11	S 50x50 - Rectangle	6,469	LC5	29,32	2,89	**57,89**	12,52	101,34	2,26
B11	S 50x50 - Rectangle	5,656	LC5	38,31	1,15	58,59	**12,52**	143,99	1,03
B11	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC5	49,18	0,35	60,34	12,52	192,14	**0,83**
B12	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**14,52**	15,10	**37,65**	10,65	61,40	13,13
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**358,53**	**147,18**	**54,77**	**2,36**	141,79	**108,36**
B12	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	160,97	**3,82**	50,26	2,36	15,36	2,64
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	16,93	11,55	42,44	**10,65**	**211,52**	39,94
B12	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	14,52	15,10	37,65	10,65	**15,24**	32,73
B12	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC5	130,29	4,73	48,84	2,36	34,51	**2,30**
B13	S 50x50 - Rectangle	7,796	LC5	**17,30**	4,19	48,47	70,16	71,61	10,28
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**175,23**	148,21	50,52	2,97	137,97	**103,78**
B13	S 50x50 - Rectangle	9,324	LC5	24,43	**2,94**	48,47	70,16	26,35	8,20
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	71,93	**151,81**	**43,43**	**2,97**	120,87	89,89
B13	S 50x50 - Rectangle	2,386	LC5	145,98	6,08	**51,83**	2,97	23,61	6,02
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	67,29	141,22	49,55	**70,16**	**191,29**	99,03
B13	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	133,02	5,38	51,69	2,97	**13,37**	3,55
B13	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC5	117,77	4,43	50,57	2,97	32,49	**1,35**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**25,86**	**11,18**	**57,41**	**13,05**	**480,78**	**85,45**
B16	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**26,64**	**11,32**	**56,37**	13,05	158,49	24,37
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	26,64	11,32	56,37	13,05	**5,07**	8,79
B16	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC5	26,64	11,32	56,37	13,05	31,02	**3,99**
B17	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**11,05**	**25,00**	**37,73**	10,75	59,83	30,40
B17	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**21,45**	30,08	**50,93**	1,60	50,99	24,07
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	17,96	**60,43**	50,91	**1,60**	137,97	87,03
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	12,90	27,28	42,89	**10,75**	**211,59**	**126,14**
B17	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	11,05	25,00	37,73	10,75	**14,09**	14,57
B17	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC5	11,05	25,00	37,73	10,75	18,89	**4,94**
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**23,77**	**51,04**	45,71	**2,43**	133,27	81,10
B18	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC5	**28,44**	39,42	42,40	69,38	116,41	99,45
B18	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC5	27,42	**36,99**	48,73	2,43	39,28	71,56
B18	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC5	27,51	38,01	**38,97**	69,38	52,09	39,25
B18	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	27,54	37,39	**52,45**	2,43	55,10	15,07
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	28,29	39,14	41,17	**69,38**	**179,03**	**159,21**
B18	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC5	27,54	37,39	52,45	2,43	**12,98**	50,38
B18	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC5	27,51	38,01	38,97	69,38	23,57	**10,30**
B21	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**16,13**	**15,90**	**56,39**	12,42	158,52	36,64
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**16,38**	**16,66**	**57,43**	**12,42**	**480,93**	**129,84**
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	16,13	15,90	56,39	12,42	**5,12**	8,46
B21	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC5	16,13	15,90	56,39	12,42	31,03	**1,06**
B22	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**5,07**	**36,60**	**37,98**	9,23	61,53	47,54
B22	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**22,78**	44,82	50,87	1,06	50,86	22,22
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	20,95	**56,61**	**50,91**	**1,06**	137,88	85,60
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	6,22	40,56	43,08	**9,23**	**214,03**	**188,87**
B22	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	5,07	36,60	37,98	9,23	**14,16**	16,52
B22	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC5	5,07	36,60	37,98	9,23	20,34	**4,90**
B23	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC5	**14,67**	**56,55**	**36,50**	70,79	48,62	59,63

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B23	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**17,91**	56,90	**50,61**	1,81	53,56	18,04
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	15,29	**61,67**	43,73	**1,81**	128,26	98,43
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	15,05	58,58	38,71	**70,79**	**167,88**	**238,39**
B23	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC5	17,91	56,90	50,61	1,81	**12,12**	76,58
B23	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC5	14,67	56,55	36,50	70,79	22,21	**16,44**
B26	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**6,68**	**18,16**	**56,46**	10,74	158,42	35,33
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**9,70**	**19,31**	**57,50**	**10,74**	**481,22**	**142,62**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	6,68	18,16	56,46	10,74	**5,53**	16,45
B26	S 50x50 - Rectangle	7,367	LC5	6,68	18,16	56,46	10,74	62,58	**5,14**
B27	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**2,03**	**43,82**	**37,55**	3,60	64,17	46,02
B27	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**26,64**	44,09	51,83	1,09	51,32	19,71
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	23,97	**50,39**	**51,92**	**1,09**	140,13	77,31
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	2,57	49,64	42,62	**3,60**	**215,44**	**218,29**
B27	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	2,03	43,82	37,55	3,60	**10,58**	31,01
B27	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC5	2,03	43,82	37,55	3,60	22,09	**6,33**
B28	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC5	**3,34**	65,00	**33,15**	72,54	43,70	65,95
B28	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**17,17**	**56,04**	**48,66**	1,64	51,03	17,75
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	3,38	**67,97**	35,48	**72,54**	**152,71**	**273,12**
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	15,71	59,40	41,85	**1,64**	122,45	94,22
B28	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC5	17,17	56,04	48,66	1,64	**11,02**	76,48
B28	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC5	3,34	65,00	33,15	72,54	20,18	**16,31**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,333	LC5	**16,86**	267,91	63,26	11,29	12,86	66,27
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**227,84**	22,53	**164,21**	**11,29**	**551,24**	21,93
B31	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	198,69	**1,19**	63,01	11,29	305,24	**2,07**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC5	16,90	**269,21**	64,75	11,29	33,20	23,42
B31	S 50x50 - Rectangle	6,625	LC5	134,20	36,49	**53,88**	11,29	104,06	59,61
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	16,86	267,91	63,26	11,29	**6,51**	**110,91**
B32	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**9,54**	9,84	**35,66**	2,31	69,35	15,77
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**198,02**	45,75	**55,49**	**1,90**	143,41	42,31
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	10,32	**2,15**	40,38	**2,31**	**212,48**	16,36
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	29,04	**60,77**	44,42	1,90	120,80	**57,26**
B32	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	109,45	2,68	50,90	1,90	**16,30**	1,51
B32	S 50x50 - Rectangle	2,386	LC5	127,51	3,58	51,05	1,90	22,49	**1,34**
B33	S 50x50 - Rectangle	9,667	LC5	**14,32**	10,57	512,54	77,92	65,85	25,97
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**978,21**	46,79	195,25	**2,29**	183,83	43,06
B33	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	625,41	**2,81**	**10,40**	2,29	**2,74**	3,77
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	492,25	**75,55**	200,05	2,29	170,33	**67,89**
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC5	14,41	10,00	**513,29**	77,92	236,10	23,34
B33	S 50x50 - Rectangle	8,312	LC5	302,29	6,55	145,15	**77,92**	222,00	20,18
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	LC5	213,07	7,53	14,00	77,92	**301,14**	20,90
B33	S 50x50 - Rectangle	2,386	LC5	680,69	3,40	11,30	2,29	5,76	**3,54**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,333	LC5	**19,93**	266,22	63,03	22,35	13,14	5,75
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**256,26**	47,40	**162,63**	**22,35**	**552,80**	35,86
B36	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	209,41	**1,64**	63,71	22,35	305,09	**1,92**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC5	20,10	**267,77**	64,47	22,35	33,66	85,82
B36	S 50x50 - Rectangle	6,625	LC5	153,60	60,48	**53,56**	22,35	104,04	75,90
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC5	64,15	144,63	56,51	**22,35**	33,28	94,37
B36	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	19,93	266,22	63,03	22,35	**5,96**	48,02
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC5	98,05	22,30	54,72	22,35	57,21	**127,45**
B37	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC5	**16,99**	18,27	**35,65**	35,63	54,60	41,55
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**222,58**	**75,71**	**55,09**	**2,90**	140,57	60,46
B37	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	87,19	**1,51**	50,24	2,90	**27,45**	**2,13**
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	18,20	9,00	39,73	**35,63**	**191,65**	17,37
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC5	16,99	18,27	35,65	35,63	33,09	**71,91**
B38	S 50x50 - Rectangle	9,667	LC5	**24,10**	272,43	500,05	77,87	63,14	42,27
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**871,00**	88,21	190,28	**2,76**	179,49	63,26
B38	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC5	568,85	**1,02**	**10,03**	2,76	**2,27**	2,68
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC5	24,29	**273,39**	**500,80**	77,87	229,38	49,22
B38	S 50x50 - Rectangle	7,802	LC5	333,90	47,15	127,19	**77,87**	134,22	65,10
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	LC5	191,15	40,62	13,89	77,87	**288,53**	**107,11**
B38	S 50x50 - Rectangle	3,818	LC5	501,45	13,04	30,95	2,76	15,38	**1,95**
B41	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**25,59**	**68,13**	**56,70**	26,17	158,13	125,15
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**28,04**	**70,57**	**57,72**	**26,17**	**482,36**	**522,25**
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	25,59	68,13	56,70	26,17	**5,91**	67,93
B41	S 50x50 - Rectangle	7,367	LC5	25,59	68,13	56,70	26,17	61,89	**9,54**
B42	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC5	**18,52**	36,65	**10,99**	27,30	50,49	206,64
B42	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC5	**19,45**	**35,56**	14,01	27,30	41,36	88,32
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	18,77	**46,66**	**22,89**	**27,30**	**97,83**	**349,60**
B42	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC5	19,45	35,56	14,01	27,30	**26,19**	**8,64**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**36,01**	**44,19**	**12,16**	**36,43**	**58,72**	**376,76**

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B43	S 50x50 - Rectangle	6,556	LC5	**36,50**	**38,85**	6,86	36,43	18,96	108,83
B43	S 50x50 - Rectangle	3,278	LC5	36,22	40,16	**6,44**	36,43	30,90	238,24
B43	S 50x50 - Rectangle	9,287	LC5	36,50	38,85	6,86	36,43	**3,53**	**2,83**
B46	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC5	**15,06**	**88,61**	**58,69**	17,71	152,50	202,09
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**18,37**	**93,01**	**59,84**	**17,71**	**488,08**	**724,36**
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC5	15,06	88,61	58,69	17,71	**16,25**	49,52
B46	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC5	15,06	88,61	58,69	17,71	20,95	**6,73**
B48	S 50x50 - Rectangle	6,111	LC5	**23,66**	**68,21**	44,89	54,10	109,45	178,87
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	**26,14**	**81,71**	**45,89**	**54,10**	**372,61**	**627,46**
B48	S 50x50 - Rectangle	3,056	LC5	24,42	71,63	**43,62**	54,10	239,93	392,05
B48	S 50x50 - Rectangle	8,556	LC5	23,66	68,21	44,89	54,10	**3,65**	**12,34**
B51	S 50x50 - Rectangle	3,278	LC5	**24,58**	56,90	**6,31**	27,03	32,95	338,78
B51	S 50x50 - Rectangle	6,556	LC5	**25,07**	**53,77**	7,70	27,03	42,52	160,95
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	24,61	**69,39**	**19,76**	**27,03**	**64,29**	**545,05**
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC5	25,07	53,77	7,70	27,03	**30,33**	15,30
B51	S 50x50 - Rectangle	9,287	LC5	25,07	53,77	7,70	27,03	31,29	**14,09**
B181	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC5	**24,39**	48,60	**24,78**	49,53	58,20	57,88
B181	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC5	**43,61**	47,44	**52,10**	5,86	60,12	41,53
B181	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC5	42,91	**47,22**	45,07	5,86	39,91	105,20
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC5	38,11	**124,41**	41,82	**5,86**	126,15	181,30
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC5	27,69	52,59	27,54	**49,53**	**146,54**	**219,07**
B181	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC5	43,61	47,44	52,10	5,86	**20,48**	80,13
B181	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC5	24,39	48,60	24,78	49,53	24,18	**16,41**

Djelovanja - LC6

Name	Description	Action type	Load group	Master load case
	Spec	Load type		
LC6	SY 495	Variable	LG5	None
	Seismicity	Dynamic		

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Load cases : LC6

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	**8,44**	**39,67**	**10,03**	10,23	30,13	117,91
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**10,63**	**48,60**	9,90	**10,23**	**85,43**	**398,05**
B47	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	9,20	40,00	**8,66**	10,23	57,84	249,09
B47	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	8,44	39,67	10,03	10,23	**2,67**	**5,80**
B1	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**6,98**	**27,49**	**14,83**	12,56	45,08	65,84
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**11,75**	**27,85**	**13,55**	**12,56**	**120,17**	**220,69**
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	6,98	27,49	14,83	12,56	**5,90**	12,22
B1	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC6	6,98	27,49	14,83	12,56	12,32	**3,96**
B2	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**6,26**	**50,69**	36,16	5,38	54,59	66,21
B2	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC6	**50,41**	59,86	14,42	4,30	32,21	48,16
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	49,85	**77,65**	15,77	**4,30**	47,55	98,21
B2	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	49,93	58,82	**12,33**	4,30	32,13	140,27
B2	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	7,78	60,13	**43,69**	5,38	131,02	171,42
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	7,67	59,83	43,01	**5,38**	**206,20**	**275,77**
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	6,26	50,69	36,16	5,38	**9,06**	22,64
B2	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	6,26	50,69	36,16	5,38	12,58	**7,38**
B3	S 50x50 - Rectangle	6,111	LC6	**12,85**	22,21	**17,79**	13,81	44,94	59,74
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**18,73**	**26,27**	**15,24**	**13,81**	**137,32**	**191,45**
B3	S 50x50 - Rectangle	3,056	LC6	15,02	**21,59**	16,01	13,81	93,10	121,82
B3	S 50x50 - Rectangle	8,556	LC6	12,85	22,21	17,79	13,81	**1,87**	**5,51**
B6	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**14,75**	**24,46**	**14,41**	16,09	45,69	44,54
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**17,84**	**24,51**	**13,22**	**16,09**	**119,32**	**180,69**
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	14,75	24,46	14,41	16,09	**6,04**	25,06
B6	S 50x50 - Rectangle	7,367	LC6	14,75	24,46	14,41	16,09	21,38	**4,14**
B7	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**7,37**	47,55	45,63	19,32	67,21	46,83
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**23,71**	**60,32**	19,24	**1,50**	61,09	79,40
B7	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	15,28	**45,67**	**17,97**	1,50	13,88	107,47
B7	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	8,56	55,28	**52,52**	19,32	158,75	143,48
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	8,50	54,74	51,96	**19,32**	**249,51**	**238,89**
B7	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC6	15,62	47,14	19,13	1,50	**13,53**	81,85

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B7	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	7,37	47,55	45,63	19,32	16,48	**9,29**
B8	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC6	**17,89**	71,48	26,47	18,41	44,15	71,70
B8	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC6	**29,09**	60,30	17,38	0,82	21,16	35,76
B8	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	28,75	**59,47**	**16,65**	0,82	11,92	130,90
B8	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC6	18,54	**75,90**	**29,32**	18,41	88,91	187,65
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	27,04	67,13	17,86	**0,82**	51,70	94,09
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	18,59	75,57	28,86	**18,41**	**132,99**	**303,04**
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC6	17,89	71,48	26,47	18,41	**4,75**	37,51
B8	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC6	17,89	71,48	26,47	18,41	24,03	**17,10**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	**24,07**	34,16	16,03	15,21	14,55	13,62
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**252,96**	**51,96**	**57,79**	**15,21**	**158,27**	**41,64**
B11	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC6	123,47	**0,54**	14,18	15,21	57,55	1,75
B11	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	97,37	1,74	**13,80**	15,21	46,14	**1,44**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,094	LC6	24,69	7,74	15,62	15,21	**14,46**	21,41
B12	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**14,09**	37,97	44,92	10,96	66,89	22,61
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**504,72**	**116,63**	20,70	**1,46**	59,40	**105,67**
B12	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	255,09	**5,00**	17,57	1,46	14,31	2,81
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	32,88	79,32	**14,85**	1,46	35,04	73,61
B12	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	14,75	31,03	**52,21**	10,96	158,22	41,41
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	14,67	30,08	51,60	**10,96**	**248,44**	90,30
B12	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	14,09	37,97	44,92	10,96	**12,19**	84,87
B12	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC6	209,61	9,33	17,16	1,46	13,56	**2,63**
B13	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC6	**32,26**	17,03	30,85	18,30	13,42	16,23
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**208,09**	135,93	22,07	1,08	54,78	112,13
B13	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	142,64	**2,49**	16,64	1,08	**7,10**	6,60
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	82,57	**233,33**	**32,30**	**18,30**	**132,36**	**176,71**
B13	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC6	81,77	95,57	**15,30**	**1,08**	30,43	43,54
B13	S 50x50 - Rectangle	3,818	LC6	102,95	20,05	15,89	1,08	16,47	**3,07**
B16	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**11,58**	**26,51**	**14,64**	13,92	45,37	52,16
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**15,73**	**26,48**	**13,32**	**13,92**	**119,29**	**198,53**
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	11,58	26,51	14,64	13,92	**5,37**	23,59
B16	S 50x50 - Rectangle	7,367	LC6	11,58	26,51	14,64	13,92	20,68	**8,29**
B17	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**5,49**	**57,48**	44,32	12,35	68,65	62,88
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**27,10**	**64,87**	17,30	**1,30**	54,24	97,31
B17	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	16,54	60,66	**15,38**	1,30	16,13	123,90
B17	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	6,34	64,31	**51,99**	12,35	159,55	175,20
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	6,44	63,69	51,34	**12,35**	**249,33**	**286,20**
B17	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	5,49	57,48	44,32	12,35	**10,11**	38,46
B17	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	5,49	57,48	44,32	12,35	17,39	**7,48**
B18	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC6	**11,92**	86,12	23,21	17,38	40,90	87,98
B18	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC6	**22,42**	77,96	18,17	1,47	22,58	31,49
B18	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	21,99	**77,06**	**17,50**	1,47	11,88	152,81
B18	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC6	12,30	**89,63**	**26,04**	17,38	80,58	224,91
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	20,73	78,29	18,65	**1,47**	54,53	122,42
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	12,37	89,29	25,57	**17,38**	**119,61**	**361,27**
B18	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC6	22,42	77,96	18,17	1,47	**6,26**	108,45
B18	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC6	11,92	86,12	23,21	17,38	23,39	**22,22**
B21	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**8,48**	**28,58**	**14,60**	14,34	45,34	66,02
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**13,22**	**28,64**	**13,28**	**14,34**	**119,04**	**224,66**
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	8,48	28,58	14,60	14,34	**5,14**	15,04
B21	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC6	8,48	28,58	14,60	14,34	12,59	**1,94**
B22	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**3,99**	**63,33**	45,38	9,36	68,32	81,98
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**32,32**	**79,40**	16,66	**0,70**	52,12	123,57
B22	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	20,36	76,15	**14,75**	0,70	16,69	151,10
B22	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	4,63	69,73	**53,05**	9,36	161,13	203,99
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	4,89	69,19	52,43	**9,36**	**252,80**	**324,69**
B22	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	3,99	63,33	45,38	9,36	**11,46**	28,90
B22	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	3,99	63,33	45,38	9,36	15,55	**8,24**
B23	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC6	**7,06**	97,56	20,83	18,07	38,07	103,04
B23	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC6	**18,50**	98,28	18,26	0,75	22,71	31,76
B23	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	18,03	**97,48**	**17,65**	0,75	11,39	188,60
B23	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC6	7,29	**100,85**	**23,67**	18,07	74,14	257,11
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	16,87	98,71	18,99	**0,75**	55,31	157,84
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	7,36	100,54	23,19	**18,07**	**109,53**	**410,66**
B23	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC6	18,50	98,28	18,26	0,75	**5,61**	132,20
B23	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC6	7,06	97,56	20,83	18,07	22,34	**28,51**
B26	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**6,53**	**25,14**	**14,51**	13,71	45,39	53,13
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**11,58**	**25,10**	**13,19**	**13,71**	**118,57**	**190,58**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	6,53	25,14	14,51	13,71	**5,33**	18,71
B26	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC6	6,53	25,14	14,51	13,71	12,82	**5,72**

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B27	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**3,39**	**57,38**	45,26	10,90	70,59	65,36
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**31,99**	**67,21**	16,84	**1,14**	52,29	105,08
B27	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	19,30	61,74	**15,13**	1,14	17,32	123,04
B27	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	3,96	63,88	**52,93**	10,90	163,00	176,99
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	4,36	63,38	52,32	**10,90**	**254,42**	**287,35**
B27	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	3,39	57,38	45,26	10,90	**11,80**	35,69
B27	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	3,39	57,38	45,26	10,90	18,97	**5,69**
B28	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC6	**4,40**	86,04	18,18	19,80	34,72	88,58
B28	S 50x50 - Rectangle	1,750	LC6	**15,67**	79,91	18,61	0,99	22,41	27,31
B28	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	15,21	**78,98**	**18,09**	0,99	11,55	152,61
B28	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC6	4,53	**89,38**	**21,03**	19,80	66,78	225,12
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	13,36	81,58	19,66	**0,99**	56,23	131,39
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	4,51	89,07	20,57	**19,80**	**98,17**	**361,12**
B28	S 50x50 - Rectangle	2,917	LC6	15,67	79,91	18,61	0,99	**4,54**	106,91
B28	S 50x50 - Rectangle	9,069	LC6	4,40	86,04	18,18	19,80	20,97	**22,88**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,333	LC6	**16,17**	291,76	17,58	13,78	9,63	69,84
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**241,13**	26,53	**56,40**	**13,78**	**150,90**	24,07
B31	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC6	205,14	**2,75**	13,22	13,78	69,28	3,17
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC6	16,17	**293,09**	17,95	13,78	14,99	28,09
B31	S 50x50 - Rectangle	4,773	LC6	186,18	12,96	**12,13**	13,78	53,86	11,37
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	16,17	291,76	17,58	13,78	**7,33**	**118,43**
B31	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	212,55	2,78	14,00	13,78	74,70	**2,30**
B32	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**8,15**	12,64	42,80	8,71	75,46	20,34
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**255,87**	58,13	19,14	**1,67**	53,75	55,53
B32	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	133,46	**4,78**	16,48	1,67	16,70	**1,78**
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	28,18	**76,49**	16,65	1,67	37,39	**72,40**
B32	S 50x50 - Rectangle	4,295	LC6	64,36	34,58	**15,54**	1,67	25,21	19,55
B32	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	8,55	8,70	**50,38**	8,71	163,41	25,14
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	8,93	5,16	49,77	**8,71**	**250,36**	24,89
B32	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	8,15	12,64	42,80	8,71	**8,07**	37,06
B33	S 50x50 - Rectangle	9,667	LC6	**11,48**	12,69	350,81	23,05	56,18	29,21
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**589,97**	60,16	103,71	**1,52**	94,85	56,82
B33	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	413,00	**5,20**	**3,60**	1,52	1,26	3,21
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	335,15	**93,94**	87,28	1,52	71,92	**86,93**
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC6	11,52	12,22	**351,43**	23,05	173,22	26,29
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	384,99	5,66	27,41	**23,05**	36,21	31,80
B33	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC6	387,15	10,75	7,70	1,52	**1,10**	3,81
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	LC6	153,33	10,20	14,80	23,05	**214,95**	23,54
B33	S 50x50 - Rectangle	2,386	LC6	441,17	5,95	4,19	1,52	2,18	**3,16**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,333	LC6	**10,76**	232,95	17,45	22,91	9,17	6,82
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**197,51**	24,13	**55,72**	**22,91**	**150,39**	19,91
B36	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC6	171,38	**2,09**	13,42	22,91	68,55	1,97
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC6	10,78	**234,41**	17,80	22,91	14,44	74,44
B36	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	154,60	19,94	**12,15**	22,91	47,91	15,43
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	LC6	51,68	127,13	15,42	**22,91**	14,31	81,89
B36	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	10,76	232,95	17,45	22,91	**6,95**	42,99
B36	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	177,26	2,66	14,25	22,91	74,03	**1,36**
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	LC6	81,81	20,27	14,39	22,91	20,41	**111,05**
B37	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	**13,68**	16,43	40,39	30,90	56,16	35,92
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**139,53**	**37,49**	20,24	**3,31**	45,38	33,95
B37	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	65,81	**3,20**	16,73	3,31	31,59	**1,53**
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	27,33	19,86	**14,68**	3,31	60,10	20,00
B37	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	14,26	9,63	**47,71**	30,90	139,54	25,28
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	14,60	8,90	47,07	**30,90**	**221,84**	12,45
B37	S 50x50 - Rectangle	9,917	LC6	13,68	16,43	40,39	30,90	**10,19**	54,02
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	LC6	13,68	16,43	40,39	30,90	15,61	**63,31**
B38	S 50x50 - Rectangle	9,667	LC6	**7,51**	251,26	347,06	21,38	53,65	39,95
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**486,68**	47,19	100,79	**2,13**	92,54	36,59
B38	S 50x50 - Rectangle	2,864	LC6	310,40	**1,96**	**3,17**	2,13	**1,05**	1,61
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC6	7,55	**252,16**	**347,68**	21,38	169,43	44,14
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	213,04	29,74	17,51	**21,38**	26,84	26,20
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	LC6	78,65	36,63	14,83	21,38	**207,39**	**96,86**
B38	S 50x50 - Rectangle	3,341	LC6	284,00	3,47	5,63	2,13	1,92	**1,21**
B41	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**9,69**	**59,28**	**14,24**	26,24	44,56	108,76
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**12,69**	**59,76**	**12,96**	**26,24**	**116,52**	**444,87**
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	9,69	59,28	14,24	26,24	**5,25**	59,36
B41	S 50x50 - Rectangle	7,367	LC6	9,69	59,28	14,24	26,24	20,49	**8,64**
B42	S 50x50 - Rectangle	7,000	LC6	**8,28**	31,90	**12,17**	23,86	22,56	79,23
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**10,18**	**38,08**	11,28	**23,86**	**92,55**	**292,85**
B42	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	8,96	**30,93**	**10,78**	23,86	57,65	179,09

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B42	S 50x50 - Rectangle	8,750	LC6	8,28	31,90	12,17	23,86	**7,38**	24,01
B42	S 50x50 - Rectangle	9,333	LC6	8,28	31,90	12,17	23,86	10,23	**7,79**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**17,76**	**36,47**	4,17	**8,67**	**33,31**	**318,51**
B43	S 50x50 - Rectangle	6,556	LC6	**18,44**	**34,02**	**4,26**	8,67	12,63	95,32
B43	S 50x50 - Rectangle	3,278	LC6	18,07	34,03	**3,53**	8,67	23,04	204,91
B43	S 50x50 - Rectangle	9,287	LC6	18,44	34,02	4,26	8,67	**2,39**	**2,44**
B46	S 50x50 - Rectangle	5,667	LC6	**4,72**	**74,59**	**14,48**	18,86	44,40	172,26
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**10,34**	**76,13**	**13,15**	**18,86**	**116,97**	**600,32**
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	LC6	4,72	74,59	14,48	18,86	**6,06**	39,43
B46	S 50x50 - Rectangle	7,933	LC6	4,72	74,59	14,48	18,86	12,43	**5,71**
B48	S 50x50 - Rectangle	6,111	LC6	**9,88**	**58,33**	**18,62**	13,38	42,60	152,68
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**13,08**	**64,53**	**15,98**	**13,38**	**139,96**	**515,79**
B48	S 50x50 - Rectangle	8,556	LC6	9,88	58,33	18,62	13,38	**3,27**	**10,24**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**9,57**	**53,86**	**5,87**	**5,50**	**28,79**	**445,62**
B51	S 50x50 - Rectangle	6,556	LC6	**10,23**	**46,17**	3,19	5,50	22,64	138,17
B51	S 50x50 - Rectangle	3,278	LC6	9,70	46,66	**2,16**	5,50	24,38	285,25
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC6	10,23	46,17	3,19	5,50	**13,77**	13,16
B51	S 50x50 - Rectangle	9,287	LC6	10,23	46,17	3,19	5,50	15,11	**12,08**
B181	S 50x50 - Rectangle	8,306	LC6	**8,34**	**76,62**	17,64	10,23	39,71	91,17
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	LC6	**23,85**	**96,52**	14,94	**2,67**	44,55	128,85
B181	S 50x50 - Rectangle	3,500	LC6	20,00	77,47	**13,02**	2,67	16,44	173,65
B181	S 50x50 - Rectangle	6,778	LC6	9,77	85,62	**22,82**	10,23	74,51	221,99
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	LC6	9,82	85,34	21,93	**10,23**	**107,96**	**352,19**
B181	S 50x50 - Rectangle	9,833	LC6	8,34	76,62	17,64	10,23	**13,26**	**25,90**

Rezne sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Combinations : Vjetar anvelopa

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	**-4,94**	2,90	0,05	-0,01	-0,70	-9,39
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/2	**12,60**	-7,83	19,23	-0,64	-41,18	28,04
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/3	8,00	**-13,97**	11,99	-0,49	-25,64	**40,18**
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	11,88	**16,51**	-7,28	0,15	16,17	**-30,11**
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/5	7,29	10,52	**-14,53**	**0,35**	**31,78**	-19,51
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	12,59	-8,01	**19,23**	**-0,66**	**-41,20**	29,81
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-3,48**	-0,66	-2,54	-0,01	5,17	4,76
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/8	**10,30**	-10,76	6,99	-0,05	-19,28	22,12
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	10,30	**-10,77**	6,96	-0,09	-19,03	**22,17**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	5,46	**8,11**	-9,69	0,02	16,29	**-18,54**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	8,99	4,13	**-15,64**	0,05	**26,76**	-9,55
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	6,73	-6,90	**12,92**	-0,08	**-29,67**	14,11
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/12	6,72	-6,91	12,89	**-0,13**	-29,42	14,16
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	2,97	-5,21	-6,95	**0,16**	18,90	9,68
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	**-4,21**	0,34	-0,16	-0,01	0,80	-0,52
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	**10,51**	7,76	3,24	**-0,15**	-4,20	-9,48
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	Vjetar anvelopa/8	9,65	**-6,56**	-1,88	-0,01	-0,08	-2,30
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/8	10,50	**7,76**	3,26	-0,13	-4,22	**-9,52**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/2	9,30	-3,49	**-8,52**	-0,09	4,84	8,64
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/2	9,02	3,35	**7,19**	0,17	6,12	8,35
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/3	5,59	-3,13	-5,20	**0,19**	5,70	4,23
B2	S 50x50 - Rectangle	8,167	Vjetar anvelopa/6	9,28	-1,60	-0,02	-0,10	**-7,67**	1,97
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	8,99	-0,21	-8,11	0,18	**8,54**	0,49
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	9,28	-3,72	-8,50	-0,10	4,76	**9,74**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-7,35**	-0,49	-9,33	0,05	17,28	4,04
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	**17,59**	-0,51	13,17	0,81	-30,23	4,80
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	5,81	**-0,75**	-21,58	0,16	39,70	**6,58**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	0,30	**0,65**	-12,28	0,15	22,41	**-5,66**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/15	7,61	0,47	**-24,52**	0,26	44,84	-3,88
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	10,27	-0,32	**25,42**	0,71	**-52,69**	2,97
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	-7,28	0,18	-0,91	**-0,92**	7,72	-1,78
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/8	17,57	-0,50	13,18	**0,82**	-30,27	4,76
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	10,24	0,38	-24,52	0,26	**44,84**	-3,08
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-14,26**	-0,89	-0,11	-0,01	0,90	5,14
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	**26,31**	**-15,32**	1,04	0,09	-8,80	**28,31**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	8,96	**15,01**	0,04	-0,17	-0,33	**-29,35**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	0,47	-9,80	**-1,03**	0,07	**8,74**	15,98

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	10,99	-8,08	**1,10**	**0,15**	**-9,26**	14,87
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/15	23,45	7,78	0,01	**-0,18**	-0,11	-16,03
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	**-7,13**	2,08	-0,55	-0,04	3,12	-3,38
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/2	**16,65**	-2,43	-1,00	-0,02	2,59	2,46
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	9,68	**-9,65**	0,38	0,37	-2,15	12,42
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/8	11,44	**9,84**	0,83	-0,01	-2,38	**-10,89**
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	16,61	-2,21	**-1,03**	-0,02	2,67	2,23
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/12	5,07	5,21	**1,09**	0,01	**-3,04**	-5,73
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-6,86	2,32	0,05	**-0,43**	0,05	-9,28
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	16,45	-6,47	0,53	**0,58**	-3,00	**13,28**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-1,51	1,63	-0,58	0,09	**3,19**	-1,34
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	**-21,25**	0,39	-0,83	**-1,46**	**3,61**	-2,33
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/9	**37,84**	-3,00	0,75	**1,50**	-3,22	11,94
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/8	36,60	**-3,00**	0,72	1,49	-3,09	11,91
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-13,84	**2,95**	0,02	-0,02	-0,02	**-11,65**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	25,38	1,92	**-1,01**	-0,04	2,68	-1,68
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	14,65	1,56	**1,23**	0,03	**-3,53**	-3,00
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	25,04	-2,89	0,13	0,04	-0,70	**12,18**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-17,10**	-2,81	-0,15	-0,12	0,96	2,41
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/15	**22,82**	5,27	0,03	-0,03	-0,21	-3,97
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/2	-16,83	**-5,17**	-0,19	-0,18	1,16	**4,03**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	22,56	**7,63**	0,06	0,02	-0,41	**-5,59**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	-1,62	-3,35	**-1,41**	0,10	**9,30**	2,18
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-3,59	-2,63	**1,50**	0,10	**-9,84**	1,70
B11	S 50x50 - Rectangle	1,909	Vjetar anvelopa/6	-9,62	-0,40	-0,17	**-0,19**	0,89	-0,15
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/5	-0,76	-0,97	-1,36	**0,16**	9,01	0,62
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	**-25,76**	4,43	0,02	-0,02	-0,06	-3,92
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	**47,96**	-9,66	**-1,02**	-0,01	2,52	7,99
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/3	45,47	**-12,62**	-0,75	-0,01	1,86	**10,03**
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/9	7,58	**10,11**	0,33	0,04	-2,01	**-8,44**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-14,95	4,38	**1,10**	0,02	-2,97	-3,28
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	18,55	-2,80	0,64	**-0,11**	**-3,17**	-2,16
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-6,05	4,63	0,08	**0,23**	-0,82	-3,12
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-1,77	1,78	-0,58	0,13	**3,16**	-1,05
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-13,22**	-8,48	-0,75	-0,01	1,87	7,00
B13	S 50x50 - Rectangle	8,306	Vjetar anvelopa/6	**18,46**	0,50	0,28	-0,04	-0,41	1,12
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/15	0,58	**-10,27**	0,07	0,01	-0,32	7,57
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	2,90	**16,37**	0,19	-0,03	-0,89	**-11,78**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	2,55	-8,99	**-1,10**	0,00	2,72	7,35
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-2,52	2,72	**1,21**	0,03	**-3,33**	-2,21
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/4	2,87	-5,11	-0,85	**-1,47**	3,33	3,17
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-6,53	-3,34	0,65	**1,49**	-2,46	2,15
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	-10,80	-3,41	-0,93	-1,46	**3,68**	2,62
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/3	-10,92	-9,47	-0,78	0,00	1,94	**7,79**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-18,86**	-1,36	-0,11	-0,26	0,90	8,50
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	**32,94**	10,32	0,03	0,11	-0,23	-21,24
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	15,72	**-15,90**	1,04	-0,15	-8,77	29,04
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	10,40	**20,36**	0,06	**0,25**	-0,46	**-42,43**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	0,60	-13,19	**-1,03**	0,07	**8,73**	22,52
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-18,46	-5,80	**1,09**	0,05	**-9,17**	7,07
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	15,33	-11,33	-0,14	**-0,40**	1,14	**29,49**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	**-9,52**	4,30	0,11	0,05	-0,88	-6,30
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/2	**20,43**	-9,27	0,73	-0,77	-3,25	21,59
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	11,42	**-13,65**	0,50	-0,59	-2,23	20,95
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	11,09	**12,15**	-0,74	-0,01	-2,03	18,59
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	20,04	-1,08	**-1,00**	0,00	2,50	-0,45
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-9,43	2,64	**1,06**	0,02	-2,96	-2,51
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	20,38	-9,85	0,76	**-0,88**	**-3,34**	**24,20**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-9,08	4,21	-0,10	**0,77**	0,12	**-18,17**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-1,99	2,16	-0,58	0,16	**3,16**	-1,73
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	**-28,22**	-0,61	**1,06**	0,03	**-3,11**	0,39
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	**33,23**	4,90	**-0,91**	0,04	2,48	-6,52
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	32,86	**-5,80**	0,31	-0,15	-1,49	**24,40**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-18,28	**5,67**	-0,03	0,09	0,10	**-22,79**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/13	22,35	-2,70	-0,69	**-1,52**	2,99	10,56
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-28,12	0,63	0,55	**1,50**	-2,33	-3,78
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	-28,10	0,89	-0,83	-1,43	**3,61**	-4,66
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-18,86**	-1,50	-0,11	-0,14	0,91	9,87
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	**32,95**	10,49	0,04	0,07	-0,33	-22,39
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	15,59	**-13,67**	-1,02	0,12	8,64	26,26

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	10,42	**20,71**	0,07	0,09	-0,53	**-44,97**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	0,59	-13,32	**-1,03**	0,10	**8,72**	23,12
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-18,58	-3,35	**1,08**	-0,03	**-9,12**	2,51
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	15,32	-11,65	-0,14	**-0,16**	1,11	**32,24**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/5	-3,58	-3,72	-1,00	**0,12**	8,52	5,84
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	**-9,43**	3,11	0,10	-0,07	-0,77	-6,28
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/2	**20,43**	-9,80	0,71	-0,15	-3,54	24,77
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	11,42	**-14,07**	0,51	-0,14	-2,56	23,44
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	10,81	**12,93**	-0,83	0,03	-2,23	21,39
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	19,81	0,15	**-1,09**	0,02	2,78	-2,51
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-9,31	1,09	**1,10**	-0,01	-3,09	-0,97
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	20,39	-10,46	0,72	**-0,16**	**-3,63**	**27,87**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-1,99	2,18	-0,60	**0,17**	**3,25**	-1,83
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-9,08	4,73	-0,03	0,08	0,15	**-21,30**
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	**-28,35**	-1,05	**0,97**	0,02	**-2,83**	1,08
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	**33,41**	6,53	-0,76	0,03	2,02	-9,27
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	32,79	**-6,89**	0,22	-0,12	-1,16	**29,04**
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-18,23	**6,60**	0,04	0,01	-0,18	**-26,79**
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	-28,09	1,14	**-0,77**	-1,46	**3,36**	-5,73
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/4	-0,12	-1,73	-0,68	**-1,49**	2,92	6,09
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-28,09	1,07	0,56	**1,54**	-2,32	-5,42
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-18,86**	-1,33	-0,12	-0,03	0,92	8,39
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	**32,94**	10,30	0,05	0,04	-0,44	-21,16
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	15,60	**-13,50**	-1,02	**0,19**	8,64	25,23
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	10,40	**20,34**	0,08	-0,06	-0,60	**-42,41**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	0,60	-13,21	**-1,03**	0,12	**8,73**	22,60
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-18,57	-3,37	**1,08**	**-0,11**	**-9,08**	2,95
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	15,33	-11,30	-0,14	0,07	1,08	**29,43**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	**-9,44**	3,01	0,10	-0,21	-0,66	-5,75
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/2	**20,43**	-9,40	0,70	0,40	-3,88	22,25
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	11,42	**-13,78**	0,53	0,24	-2,93	21,62
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	10,93	**12,44**	-0,99	0,08	-2,61	19,28
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	19,90	-0,81	**-1,24**	0,06	3,20	-1,22
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-9,29	1,24	**1,16**	-0,04	-3,26	-1,10
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-9,08	4,32	0,03	**-0,56**	0,20	**-18,76**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	20,38	-9,99	0,71	**0,48**	**-3,98**	**24,96**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-1,99	2,18	-0,61	0,18	**3,34**	-1,80
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	**-28,26**	-1,01	-0,39	-0,03	1,27	1,41
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	**33,20**	5,22	-0,56	0,03	1,46	-7,37
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	32,85	**-6,01**	0,11	-0,10	-0,75	**25,25**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-18,27	**5,82**	0,12	-0,06	-0,49	**-23,44**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-5,65	-0,16	**-0,72**	-1,48	**3,15**	0,22
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-28,04	-0,84	**0,88**	0,00	-2,56	0,84
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	-28,10	0,96	-0,72	**-1,50**	3,15	-4,95
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/9	22,35	-2,75	0,64	**1,60**	-2,73	10,78
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/8	-0,11	-1,63	0,65	1,60	**-2,76**	5,62
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-26,77**	-1,68	-0,16	-0,08	0,98	1,50
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	**36,01**	4,12	0,09	0,13	-0,58	-2,98
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	Vjetar anvelopa/6	13,63	**-15,45**	-0,16	0,01	-0,04	1,86
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	Vjetar anvelopa/10	11,22	**7,69**	0,10	0,03	0,02	-0,58
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	-3,13	-4,15	**-1,36**	0,10	**9,08**	2,77
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-10,90	-0,75	**1,41**	-0,11	**-9,41**	0,33
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	Vjetar anvelopa/12	-3,09	1,52	1,04	**-0,12**	-0,60	-0,29
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	Vjetar anvelopa/13	14,17	0,96	-1,01	**0,16**	0,60	0,82
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	Vjetar anvelopa/3	-4,52	-13,27	-0,15	-0,07	-0,11	**-5,76**
B31	S 50x50 - Rectangle	7,542	Vjetar anvelopa/6	8,91	-2,73	-0,14	0,01	0,02	**4,82**
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	**-16,65**	2,15	0,25	-0,03	-0,66	-1,84
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	**34,76**	-6,44	-1,40	0,10	**3,47**	4,95
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/7	11,37	**-10,19**	0,58	0,04	-3,15	7,38
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	12,08	**12,21**	-1,14	0,12	-2,85	**10,27**
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	20,36	8,99	**-1,41**	0,10	-3,57	7,86
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-8,94	-2,65	**1,28**	-0,07	2,93	-2,26
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-9,24	-0,30	-0,01	**-0,46**	0,31	0,61
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/13	6,92	7,90	-0,37	**0,40**	2,18	-6,19
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	20,26	-4,62	0,79	0,29	**-4,38**	2,94
B32	S 50x50 - Rectangle	8,167	Vjetar anvelopa/7	11,37	0,54	0,58	0,04	-1,44	**-6,70**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/14	**-36,06**	-0,37	-0,88	-1,60	1,24	0,11
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	**39,85**	1,60	3,67	-0,06	-3,27	-1,43
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-12,29	**-4,61**	-0,51	-0,01	-0,46	**-4,23**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	29,35	**4,51**	-2,56	0,09	-2,15	4,01

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	Vjetar anvelopa/5	-5,48	-0,11	**-11,72**	-1,60	5,41	-0,46
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	Vjetar anvelopa/8	-0,02	-0,39	**10,47**	1,74	-4,71	-0,70
B33	S 50x50 - Rectangle	7,802	Vjetar anvelopa/4	-7,27	-0,22	2,66	**-1,61**	2,80	-0,35
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-13,91	-0,51	0,06	**1,75**	-0,62	0,75
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/8	4,17	-0,39	-0,19	1,74	**-6,07**	-0,50
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/5	-10,02	-0,11	0,26	-1,60	**6,93**	-0,40
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/3	-15,20	-4,60	-0,72	0,11	0,71	**4,18**
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-21,36**	-1,03	-0,16	-0,55	1,00	0,90
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	**31,34**	3,54	0,11	0,48	-0,69	-2,50
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	Vjetar anvelopa/6	12,83	**-10,77**	-0,16	-0,63	-0,01	3,81
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	22,23	**6,47**	0,13	0,57	-0,81	**-4,61**
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	-5,11	-5,35	**-1,38**	-0,01	**9,14**	3,61
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-11,10	-0,93	**1,42**	0,04	**-9,41**	0,52
B36	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	3,98	0,92	-0,14	**-0,63**	0,35	0,54
B36	S 50x50 - Rectangle	7,083	Vjetar anvelopa/10	12,05	-1,14	0,10	**0,57**	-0,08	-1,93
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	Vjetar anvelopa/6	8,73	-0,47	-0,14	-0,63	0,05	**5,28**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	**-10,03**	0,84	0,31	0,00	-0,76	-0,69
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	**20,66**	-3,24	**-1,62**	-0,06	**3,81**	2,15
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/7	10,61	**-9,70**	0,71	-1,14	-2,97	7,78
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/13	6,47	**10,14**	-0,11	-0,33	1,20	-7,47
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/1	-9,05	-2,17	**1,20**	-0,02	2,67	-2,06
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/6	18,82	-4,57	1,04	**-1,64**	**-4,51**	4,22
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-8,62	-0,14	-0,27	**1,10**	0,67	-0,39
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/4	-0,10	10,11	-0,12	-0,31	1,22	**-7,60**
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/3	11,11	8,56	-1,33	-0,14	-3,71	**8,25**
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	**-33,92**	0,11	4,39	-0,03	-3,93	0,00
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	**30,65**	1,21	-3,62	-0,07	3,23	-0,98
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	Vjetar anvelopa/6	29,05	**-11,20**	5,84	-0,32	-2,98	3,12
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	Vjetar anvelopa/10	-16,19	**8,22**	1,46	0,07	-0,67	-1,73
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	Vjetar anvelopa/14	-24,10	0,98	**-13,87**	-1,57	6,41	-1,33
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	Vjetar anvelopa/9	20,15	-0,27	**11,41**	1,70	-5,17	0,09
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/4	4,75	-0,39	0,19	**-1,60**	6,03	-0,53
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/1	-27,02	0,04	0,17	**1,75**	-4,36	-1,87
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/9	14,51	-0,10	-0,41	1,70	**-6,39**	0,23
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/14	-17,72	-0,28	0,56	-1,57	**7,87**	-1,38
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/10	-18,16	1,25	0,15	0,07	-0,99	**-3,52**
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	Vjetar anvelopa/6	28,42	-1,34	-0,59	-0,32	-3,35	**5,40**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-17,92**	-2,93	-0,12	-0,60	0,97	19,55
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/11	**31,93**	10,70	0,11	0,56	-0,79	-26,98
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	28,61	**-17,89**	-1,03	-0,06	8,71	32,31
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	10,70	**20,05**	0,11	**0,65**	-0,87	**-46,22**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	6,67	-8,78	**-1,04**	-0,06	**8,81**	14,77
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/8	0,63	-11,72	**1,07**	0,05	**-9,04**	16,34
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	14,27	-12,22	-0,13	**-0,69**	1,06	**38,64**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	**-8,96**	4,80	0,01	0,18	-0,58	-12,65
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/2	**20,23**	-12,81	0,21	-1,00	-1,34	36,75
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/3	11,90	**-23,77**	0,18	-0,91	-1,03	**58,48**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	11,03	**21,73**	-0,04	-0,16	0,81	**-41,62**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	-8,61	1,90	**-0,10**	**0,67**	0,37	-12,98
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	20,20	-13,00	**0,23**	**-1,09**	**-1,40**	38,42
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/5	4,66	10,90	-0,09	0,02	**1,23**	-21,00
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	**-26,51**	0,29	0,12	**0,80**	-1,04	-3,77
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	**41,40**	-0,50	-0,13	-0,75	1,17	3,91
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	31,28	**-1,73**	0,03	-0,16	-0,30	**16,89**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	-17,43	**1,43**	0,00	0,00	-0,10	**-12,98**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	9,09	-0,18	**-0,14**	-0,69	**1,33**	1,06
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/9	21,20	-0,19	**0,13**	0,74	**-1,20**	1,07
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	35,59	-0,46	-0,13	**-0,75**	1,17	3,36
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-4,93**	-2,63	2,31	-0,37	-3,31	20,32
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	**13,08**	-14,37	-6,98	0,08	19,07	28,72
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	13,05	**-14,41**	-6,96	0,11	18,97	29,08
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	7,28	**12,34**	9,87	**0,31**	-17,56	**-35,33**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	8,12	-9,02	**-12,90**	0,14	**29,30**	17,20
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/15	12,23	6,98	**15,79**	0,25	**-27,80**	-23,81
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	3,82	-8,31	8,22	**-0,46**	-13,45	**34,54**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/7	**-10,06**	-2,04	9,47	-0,23	-17,33	17,35
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/13	**22,48**	-0,61	-13,37	-0,74	30,81	5,81
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	7,77	**-2,59**	21,88	-0,43	-40,19	**22,51**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	0,44	**1,89**	12,42	-0,12	-23,00	**-16,31**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/5	12,57	-0,30	**-25,79**	-0,54	53,69	2,91

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/15	10,35	1,58	**24,84**	-0,32	**-45,88**	-13,41
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	22,44	-0,57	-13,36	**-0,74**	30,81	5,48
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-9,87	0,63	0,95	**0,95**	-7,99	-5,70
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	12,53	-0,26	-25,79	-0,55	**53,70**	2,58
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/10	**-9,63**	**1,45**	10,09	-0,12	-19,86	**-13,88**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/4	**22,08**	-0,44	-13,28	-0,42	26,80	4,62
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	13,33	**-2,00**	**26,59**	-0,45	**-52,36**	**19,22**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	12,47	-0,20	**-26,56**	-0,22	**52,95**	2,16
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/2	9,92	-1,80	26,59	**-0,45**	-52,35	17,25
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	-9,61	0,49	0,01	**0,61**	-0,69	-4,87
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/14	**-7,93**	-0,50	-0,24	-0,09	1,03	0,27
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/8	**18,12**	**3,24**	6,13	0,22	-6,95	-5,94
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/8	16,90	**-2,76**	6,56	0,94	-6,86	**12,04**
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/2	7,20	-2,15	**-12,27**	0,01	8,83	9,24
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/12	9,99	-1,65	**12,78**	0,95	-11,58	7,20
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/5	-1,42	0,11	-0,45	**-1,05**	2,57	-0,53
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/9	16,90	-2,75	6,59	**0,95**	-6,98	12,01
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/1	11,26	1,81	11,82	0,29	**-12,28**	-3,16
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	Vjetar anvelopa/6	9,50	2,39	-11,72	-0,11	**11,60**	-2,53
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	Vjetar anvelopa/10	-6,95	2,21	-4,79	0,08	3,69	**-9,50**

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Kombinacije

Kombinacije - CO1

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO1	ULS SET B	EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00

Unutarnje sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Combinations : CO1

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-290,10**	**0,08**	-0,19	0,10	1,46	**-3,20**
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/17	**-74,16**	0,03	-0,06	0,03	-0,19	**-1,24**
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-187,73	**0,03**	**-0,06**	0,03	0,48	-1,55
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-271,77	0,07	**-0,20**	0,16	**1,67**	-2,80
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-224,39	0,06	-0,10	**-0,01**	0,62	-2,50
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-253,44	0,06	-0,18	**0,18**	1,60	-2,33
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/16	-136,77	0,08	-0,19	0,10	**-0,52**	-2,36
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-227,28**	**0,04**	0,02	-0,03	-0,02	**-2,74**
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/28	**-61,46**	0,00	0,01	-0,02	0,15	-1,31
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-149,03	**0,00**	0,01	-0,02	0,02	-1,30
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-149,03	0,02	**0,01**	-0,03	0,00	-1,46
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-227,28	0,03	**0,02**	-0,03	-0,01	-2,63
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/29	-201,19	0,03	0,02	**-0,04**	0,00	-1,97
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/30	-175,12	0,02	0,02	**-0,02**	-0,01	-2,12
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-175,12	0,03	0,02	-0,02	**-0,02**	-2,23
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/16	-109,06	0,03	0,02	-0,03	**0,20**	-2,41
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	-61,46	0,02	0,01	-0,03	0,11	**-1,29**
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-565,56**	1,12	**-13,28**	**-0,32**	23,17	-3,62
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/17	**-62,37**	0,23	-3,28	-0,04	0,01	-1,09
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	-115,79	**0,16**	-6,22	0,00	32,47	-2,01
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-552,11	**1,20**	-13,28	-0,31	23,17	-3,61
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-115,79	0,23	**-3,28**	-0,04	17,22	-2,31
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/30	-142,52	0,25	-5,35	**0,03**	28,08	-2,99
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-492,88	1,12	-13,28	-0,32	**-46,58**	2,29
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-169,68	0,28	-7,37	0,01	**38,59**	-3,26
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-183,04	0,38	-4,43	-0,01	23,43	**-4,00**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-479,44	1,20	-13,28	-0,31	-46,53	**2,70**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-335,82**	**-0,30**	-0,04	**-0,06**	0,44	-1,34
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO1/17	**-105,72**	-0,17	-0,01	-0,03	0,08	-2,28
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-207,76	**-0,17**	-0,01	**-0,03**	0,19	-0,72
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-335,82	-0,29	**-0,07**	-0,05	**0,51**	-1,44
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-207,76	-0,19	**0,04**	-0,04	0,08	**-0,58**
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO1/26	-161,07	-0,23	-0,07	-0,04	**-0,19**	-3,28
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO1/16	-198,07	-0,30	-0,04	-0,06	0,10	**-4,09**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-443,18**	**-1,01**	-0,03	-0,03	0,15	**0,24**
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	**-168,84**	-0,48	-0,02	-0,03	-0,07	-4,10
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-248,54	**-0,48**	-0,02	-0,03	0,09	0,01
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-335,53	-0,67	**-0,04**	-0,02	**0,19**	0,11
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-356,18	-0,83	**-0,02**	-0,03	0,08	0,17
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-443,17	-1,00	-0,02	**-0,04**	0,11	0,17
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-248,54	-0,50	-0,03	**-0,01**	0,16	0,11
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/19	-227,94	-0,67	-0,04	-0,02	**-0,15**	-5,54
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/16	-335,58	-1,01	-0,03	-0,03	-0,12	**-8,31**
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-785,51**	1,55	**5,87**	0,10	-8,83	-3,97
B7	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/28	**-94,03**	0,64	2,78	-0,13	-0,06	-0,96
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-143,26	**0,54**	1,57	-0,18	-8,20	-3,78
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-759,00	**1,63**	5,86	**0,10**	-8,80	-3,99
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/26	-196,70	0,66	**1,56**	-0,27	-8,05	-5,02
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-246,85	0,85	2,11	**-0,34**	-10,92	-6,34
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-193,39	0,83	3,33	-0,19	**-17,50**	-5,62
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-692,55	1,63	5,86	0,10	**21,98**	**4,57**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/16	-246,84	0,91	2,95	-0,30	-15,42	**-6,71**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-977,73**	-1,53	4,89	**-0,06**	-7,24	1,94
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/17	**-220,08**	-1,48	2,21	0,11	0,11	-6,41

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/16	-495,96	**-2,79**	4,44	0,30	-20,05	-0,09
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-512,05	**-0,91**	2,45	-0,03	-3,66	1,17
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/26	-409,09	-2,22	**2,18**	0,10	-9,89	-0,46
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-874,47	-1,50	**5,60**	-0,05	-8,33	**2,18**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-335,05	-2,08	5,10	**0,39**	**-23,03**	0,85
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-831,02	-1,50	5,60	-0,05	**21,08**	-5,70
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/16	-458,02	-2,79	4,44	0,30	0,29	**-12,90**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-285,13**	**-21,31**	**-0,07**	0,09	**0,24**	**14,19**
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	**-46,47**	-2,92	**-0,02**	0,03	-0,12	-3,57
B11	S 50x50 - Rectangle	3,341	CO1/27	-198,61	**0,39**	-0,06	0,08	0,01	-2,63
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-185,55	-12,64	-0,03	**0,03**	0,12	8,24
B11	S 50x50 - Rectangle	4,773	CO1/16	-162,76	0,01	-0,06	**0,09**	-0,06	-2,19
B11	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/27	-76,56	-5,60	-0,04	0,08	**-0,29**	**-6,84**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-655,72**	**80,97**	-6,05	0,01	11,01	**-54,77**
B12	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/28	**-104,32**	1,24	-2,59	-0,07	-0,15	-1,69
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-245,95	**-46,62**	-5,13	0,02	**-18,88**	-17,83
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-628,65	80,47	**-6,06**	0,02	11,05	-54,41
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-156,37	0,17	**-1,31**	-0,08	6,88	-3,21
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/29	-211,10	0,23	-1,77	**-0,11**	9,29	-4,34
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	-178,11	-40,48	-4,29	**0,02**	-15,75	-15,87
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-242,12	0,97	-3,05	-0,08	**15,90**	-8,60
B12	S 50x50 - Rectangle	3,341	CO1/19	-398,99	-1,02	-5,62	0,02	-8,53	**17,40**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-619,18**	-41,19	-5,53	-0,06	9,92	22,63
B13	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/17	**-98,71**	0,06	-1,56	-0,05	-0,22	-0,23
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-571,63	**-52,87**	-6,20	-0,04	11,11	**30,08**
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-241,10	**39,93**	-5,55	-0,04	-19,02	14,09
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-609,82	-51,09	**-6,21**	-0,05	11,14	28,78
B13	S 50x50 - Rectangle	8,306	CO1/17	-114,09	-1,41	**-1,54**	-0,05	2,15	1,56
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-297,47	-3,53	-2,39	**-0,09**	9,71	6,62
B13	S 50x50 - Rectangle	9,324	CO1/28	-103,44	-1,33	-2,65	**0,04**	1,10	-0,34
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-282,07	37,86	-5,56	-0,05	**-19,03**	12,76
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-248,17	-14,48	-3,61	0,01	**14,77**	14,70
B13	S 50x50 - Rectangle	2,386	CO1/19	-482,27	-0,42	-5,60	-0,04	-3,00	**-8,72**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-536,40**	**-1,18**	0,01	**0,12**	0,03	-0,91
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	**-203,16**	-0,55	0,00	0,05	0,04	-5,17
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-291,78	**-0,55**	**0,00**	**0,05**	0,03	-0,50
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-465,15	-0,97	**0,01**	0,10	0,05	-0,77
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-434,27	-0,99	0,00	0,10	**0,02**	-0,76
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/18	-345,51	-0,97	0,01	0,10	**0,12**	-8,98
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/16	-416,76	-1,18	0,01	0,12	0,10	**-10,98**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-291,78	-0,55	0,01	0,06	0,04	**-0,46**
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-1087,15**	1,49	-7,29	-0,08	13,36	-4,34
B17	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/17	**-114,54**	0,86	-1,55	0,14	-0,15	-1,10
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-640,94	**0,16**	-2,99	-0,06	5,40	-1,33
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-1051,91	**1,80**	**-7,30**	-0,08	13,39	-4,81
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-169,28	0,86	**-1,55**	0,14	8,00	-5,61
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-1037,85	0,95	-6,31	**-0,09**	11,52	-3,34
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/16	-299,26	1,53	-3,47	**0,33**	17,84	-10,46
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-978,01	1,80	-7,30	-0,08	**-24,93**	**4,65**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-263,90	1,33	-4,01	0,27	**20,68**	-8,97
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-299,26	1,56	-2,14	0,31	10,99	**-10,51**
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-1308,93**	**-3,56**	-6,81	-0,03	12,50	**6,17**
B18	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/28	**-261,00**	-1,15	-3,80	0,03	0,09	-7,34
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	-289,10	**-1,15**	-3,80	0,03	17,48	-2,05
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-1287,71	-3,39	**-7,69**	-0,01	14,11	6,02
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-289,11	-1,19	**-1,92**	-0,01	8,77	-1,90
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-1111,58	-3,24	-4,53	**-0,04**	8,33	5,45
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/30	-502,05	-1,74	-3,40	**0,05**	15,62	-4,86
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-1244,26	-3,39	-7,69	-0,01	**-26,24**	-11,78
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-496,76	-1,86	-4,55	0,04	**20,93**	-4,14
B18	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/27	-565,31	-2,18	-2,76	0,02	-0,05	**-15,42**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-536,40**	**-1,15**	-0,01	**0,04**	0,09	-1,69
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	**-203,16**	-0,53	-0,01	0,02	0,00	-5,40
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-291,78	**-0,53**	-0,01	**0,02**	0,06	-0,87
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-393,91	-0,73	**-0,02**	0,03	**0,12**	-1,13
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-434,27	-0,96	**0,00**	0,03	0,05	-1,42
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/19	-274,27	-0,73	-0,02	0,03	**-0,01**	-7,29
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/16	-416,76	-1,15	-0,01	0,04	0,00	**-11,50**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-291,78	-0,54	-0,01	0,02	0,10	**-0,82**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-1201,39**	0,80	-0,59	-0,02	2,04	-3,32

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B22	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/17	**-114,55**	0,85	0,00	0,00	-0,03	-1,23
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-687,70	**-0,45**	-0,12	-0,03	0,53	-0,24
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-299,27	**1,66**	-0,03	-0,01	0,11	**-11,29**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-1165,99	1,23	**-0,62**	-0,01	**2,10**	-4,02
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-169,29	0,85	**0,00**	0,00	-0,01	-5,70
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-903,61	-0,31	-0,18	**-0,04**	0,76	-0,81
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-228,55	0,93	-0,38	**0,07**	1,81	-6,68
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-1092,10	1,23	-0,62	-0,01	**-1,14**	**2,42**
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-1408,64**	**-4,19**	-0,52	-0,01	1,87	**7,60**
B23	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/28	**-260,97**	-0,59	0,39	0,18	0,23	-7,21
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	-289,07	**-0,59**	0,39	0,18	-1,55	-4,51
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-1401,11	-3,86	**-0,59**	0,00	**2,12**	7,16
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-390,25	-0,86	**0,45**	0,19	**-1,79**	-5,82
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-1177,21	-3,93	-0,33	**-0,02**	1,23	6,94
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-496,72	-1,05	0,42	**0,19**	-1,69	-7,70
B23	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/27	-565,27	-1,42	0,17	0,06	0,06	**-15,32**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-536,40**	**-1,27**	-0,01	-0,07	0,10	-0,24
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	**-203,16**	-0,60	-0,01	-0,03	0,00	-5,22
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-291,79	**-0,60**	-0,01	-0,03	0,06	-0,13
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-393,91	-0,82	**-0,02**	-0,04	**0,13**	-0,10
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-434,28	-1,06	**0,00**	-0,06	0,05	-0,24
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-536,40	-1,27	-0,01	**-0,08**	0,07	-0,29
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-291,79	-0,61	-0,01	**-0,03**	0,11	**-0,06**
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/28	-203,16	-0,61	-0,01	-0,03	**-0,01**	-5,22
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/16	-416,76	-1,27	-0,01	-0,07	0,01	**-11,05**
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-1145,07**	1,63	**2,35**	0,07	-2,91	-4,53
B27	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/17	**-114,56**	0,71	0,34	-0,14	0,11	-1,20
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-673,66	**0,03**	0,50	0,00	-0,51	-0,87
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-1109,74	**1,97**	2,33	**0,07**	-2,84	-5,13
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-169,29	0,71	**0,34**	-0,14	-1,70	-4,90
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-299,28	1,36	0,47	**-0,33**	-2,22	**-9,62**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-228,56	0,92	1,28	-0,07	**-6,56**	-6,51
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-1071,18	1,63	2,35	0,07	**9,43**	4,02
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-1035,84	1,97	2,33	0,07	9,36	**5,24**
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-1386,43**	**-2,73**	0,20	0,07	0,65	**5,12**
B28	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/28	**-260,97**	-0,69	0,74	0,15	0,06	-7,27
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	-289,07	**-0,69**	0,74	0,15	-3,34	-4,11
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-704,76	-1,45	**0,04**	0,04	0,40	2,74
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-390,25	-0,97	**0,84**	**0,15**	**-3,80**	-5,37
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/26	-502,03	-1,36	0,26	**0,01**	-1,15	-6,59
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-1331,83	-2,45	0,23	0,09	**1,91**	-8,18
B28	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/27	-565,28	-1,65	0,36	0,01	0,04	**-15,40**
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-475,36**	**-10,59**	0,01	-0,03	0,04	**5,52**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/17	**-198,99**	0,83	0,00	-0,01	0,03	-5,52
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO1/27	-413,68	**4,58**	0,00	-0,03	0,07	-12,57
B31	S 50x50 - Rectangle	7,083	CO1/29	-272,21	-5,08	**0,00**	-0,02	0,05	-1,62
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO1/31	-273,31	0,70	**0,02**	-0,01	0,11	-8,27
B31	S 50x50 - Rectangle	7,542	CO1/27	-401,22	-9,80	0,00	**-0,03**	0,07	-7,82
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-269,07	-7,17	0,01	**-0,01**	0,05	3,71
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-380,73	-8,07	0,01	-0,03	**0,02**	4,19
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/18	-337,81	0,99	0,02	-0,02	**0,14**	-9,85
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO1/16	-413,77	3,28	0,02	-0,03	0,12	**-12,61**
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-1013,05**	77,11	-13,28	-0,15	22,85	-51,29
B32	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/28	**-112,14**	0,65	-7,67	-0,10	-1,06	-1,92
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-675,68	**-31,28**	-14,69	-0,14	-46,22	-8,04
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-985,69	**77,13**	-13,31	-0,14	22,90	**-51,43**
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	-565,38	-29,60	**-14,85**	-0,13	**-46,83**	-8,23
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-491,24	-6,05	**0,67**	-0,06	2,48	0,91
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/16	-293,21	-0,32	-5,25	**-0,18**	26,77	-3,09
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-166,29	-0,27	0,24	**-0,02**	-1,22	-0,89
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/31	-200,61	0,35	-7,68	-0,15	**39,25**	-4,73
B32	S 50x50 - Rectangle	2,864	CO1/19	-815,93	0,86	-12,83	-0,14	-14,18	**13,92**
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-996,70**	**-68,91**	**-43,62**	0,82	26,92	42,75
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO1/17	**-253,41**	0,31	-1,93	-0,38	-0,35	-7,19
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-581,80	**113,85**	57,12	0,83	49,08	**86,33**
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-663,04	113,21	**59,21**	0,82	**50,51**	86,17
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-472,53	-0,16	57,83	**-0,78**	-42,57	-12,81
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-929,46	-68,88	-42,38	**0,83**	26,29	42,91
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-559,25	-1,05	57,97	-0,75	**-42,83**	-11,76
B33	S 50x50 - Rectangle	2,386	CO1/19	-774,68	-2,36	-0,84	0,83	-8,34	**-16,08**

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-443,47**	-10,56	-0,01	0,18	0,08	5,43
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	CO1/28	**-186,69**	-1,64	0,01	0,11	-0,11	-5,60
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-393,92	**-10,96**	-0,06	0,17	0,26	5,83
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO1/16	-386,86	**24,00**	0,06	0,19	-0,02	-11,43
B36	S 50x50 - Rectangle	0,955	CO1/19	-329,24	-3,35	**-0,07**	0,14	0,20	-0,38
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO1/18	-323,41	19,80	**0,07**	0,17	-0,08	-9,39
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	CO1/17	-187,31	-2,15	0,01	**0,09**	0,00	-5,21
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-442,36	-10,92	-0,04	**0,19**	0,19	5,64
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	CO1/19	-252,25	-2,39	0,01	0,14	**-0,11**	-7,42
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-345,96	-10,84	-0,07	0,14	**0,29**	**5,93**
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO1/16	-374,91	4,88	0,04	0,19	-0,02	**-11,83**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-709,09**	53,01	34,85	0,72	-56,34	-35,73
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/28	**-105,72**	0,88	17,78	0,61	2,21	-1,51
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-440,31	**-20,67**	40,96	0,71	125,36	-0,52
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-684,14	**53,17**	34,83	0,71	-56,29	**-35,97**
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/26	-221,49	-0,27	**4,15**	0,42	-21,38	-1,84
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-470,84	-20,59	**40,99**	0,72	**125,45**	-0,64
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-289,15	12,89	7,44	**0,12**	-11,87	-8,03
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-245,11	0,75	19,23	**0,78**	-98,61	-6,80
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-213,44	0,85	19,24	0,72	**-98,63**	-6,67
B37	S 50x50 - Rectangle	3,818	CO1/19	-509,17	0,49	34,30	0,71	73,42	**9,33**
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-634,50**	-17,73	36,62	-0,46	-22,52	10,03
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/28	**-219,00**	32,43	1,17	-0,45	9,37	20,77
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-632,12	**-24,54**	**40,81**	-0,53	**-25,51**	13,85
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-302,21	**36,10**	-0,43	-0,54	9,23	**23,69**
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/27	-448,90	10,34	**-9,41**	-0,33	-2,58	8,94
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-582,63	-24,46	39,55	**-0,54**	-24,83	13,75
B38	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/19	-420,82	6,59	12,54	**1,26**	-18,28	-5,97
B38	S 50x50 - Rectangle	4,295	CO1/19	-364,36	12,36	0,11	-0,54	**10,07**	-0,35
B38	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/16	-520,41	-22,00	7,67	0,98	-1,92	**-25,18**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-514,17**	**-0,99**	-0,05	0,23	0,17	-1,37
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/28	**-194,97**	-0,41	-0,02	0,12	-0,07	-4,60
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-281,47	**-0,41**	-0,02	0,12	0,13	-1,15
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-514,17	-0,95	**-0,05**	**0,24**	**0,20**	-1,65
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-281,47	-0,46	**-0,02**	**0,11**	0,10	**-0,75**
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/27	-397,40	-0,99	-0,05	0,23	**-0,22**	**-9,75**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	**-359,00**	-0,02	-0,13	0,33	1,24	-2,65
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/17	**-109,71**	-0,02	-0,04	0,14	-0,06	-1,40
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	-359,00	**-0,04**	-0,06	0,25	0,58	-2,49
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-216,57	**0,00**	-0,14	0,25	1,35	-1,46
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-325,69	-0,01	**-0,15**	**0,33**	**1,51**	-2,31
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-216,56	-0,02	**-0,04**	**0,14**	0,41	**-1,23**
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/19	-148,12	0,00	-0,15	0,30	**-0,11**	-1,92
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO1/16	-214,75	-0,02	-0,13	0,33	-0,09	**-2,88**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-621,12**	**-1,74**	-0,05	-0,01	0,51	**2,36**
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/28	**-251,23**	-0,79	-0,06	0,13	0,11	-7,02
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-311,52	**-0,79**	-0,06	0,13	0,70	0,79
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-520,84	-1,39	**-0,07**	0,12	**0,85**	1,62
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-311,53	-0,82	**-0,03**	0,02	0,34	1,07
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-512,09	-1,45	-0,03	**-0,01**	0,39	1,99
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-420,56	-1,08	-0,07	**0,13**	0,82	1,16
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/17	-251,24	-0,82	-0,03	0,02	**0,03**	-7,02
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/27	-539,73	-1,74	-0,05	-0,01	0,07	**-14,70**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-260,47**	0,30	**0,04**	0,03	-0,07	-5,18
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/28	**-73,46**	0,20	0,01	0,04	0,10	**-1,33**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-166,16	**0,15**	0,01	0,03	0,01	-2,66
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-260,47	**0,34**	0,04	0,04	-0,04	**-5,44**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-166,15	0,20	**0,01**	0,04	0,05	-3,03
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-202,32	0,25	0,04	**0,02**	**-0,07**	-4,25
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-224,31	0,25	0,01	**0,05**	0,05	-3,96
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO1/16	-135,34	0,34	0,04	0,04	**0,27**	-2,59
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-376,25**	**-0,16**	**0,06**	0,14	-0,01	-3,31
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO1/28	**-121,03**	-0,06	0,02	0,06	0,27	-2,50
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-223,07	**-0,06**	**0,02**	0,06	0,09	-1,99
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-223,07	-0,09	0,02	**0,06**	0,03	**-1,66**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-376,25	-0,13	0,06	**0,15**	0,03	-3,54
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/26	-298,18	-0,12	0,05	0,12	**-0,02**	-2,73
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO1/16	-238,50	-0,13	0,06	0,15	**0,56**	-4,73
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO1/27	-238,50	-0,16	0,06	0,14	0,54	**-4,74**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/27	**-380,36**	**-0,25**	-0,10	0,06	0,71	-2,48

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/28	**-118,34**	-0,11	-0,09	0,11	-0,07	-2,61
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/28	-227,79	**-0,11**	-0,09	0,11	0,78	-1,51
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/16	-380,36	-0,23	**-0,12**	0,12	0,96	-2,67
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/17	-227,80	-0,14	**-0,06**	**0,03**	0,42	**-1,24**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	-343,94	-0,19	-0,12	**0,13**	**1,00**	-2,35
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/27	-232,60	-0,25	-0,10	0,06	**-0,31**	**-4,92**
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/18	**-637,02**	**-1,93**	**-13,39**	0,27	23,46	**3,07**
B181	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO1/28	**-102,49**	-0,13	-7,45	-0,27	-0,46	-2,29
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/30	-206,33	**-0,09**	-6,59	-0,26	29,94	-2,86
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/17	-153,51	-0,17	**-4,14**	-0,19	18,75	-1,55
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-233,65	-0,16	-8,97	**-0,35**	**40,60**	-2,85
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO1/19	-610,07	-1,82	-13,27	**0,28**	23,23	3,03
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/18	-558,13	-1,93	-13,39	0,27	**-46,85**	-7,04
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO1/16	-547,36	-1,92	-12,03	0,22	-42,08	**-7,24**

Kombinacije - CO3

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
CO3	EN SEISMIC	EN-Seismic	LC1 - vlastita	1,00
			LC2 - dodatno stalno	1,00
			LC3 - korisno	1,00
			LC4 - snijeg	1,00
			LC5 - SX 495	1,00
			LC6 - SY 495	1,00

Unutarnje sile

Linear calculation, Extreme : Member, System : Principal
Selection : Named selection - Stupovi
Combinations : CO3

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-206,19**	-63,47	**-23,58**	-10,93	-94,33	**-491,69**
B47	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/21	**-55,89**	46,32	12,76	11,02	10,05	25,95
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-206,19	**-63,48**	-23,56	**-10,96**	**-94,52**	-491,65
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-169,27	**63,54**	23,41	**11,05**	**95,66**	488,49
B47	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-169,27	63,54	**23,43**	11,02	95,47	**488,54**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-167,83**	-19,29	-59,50	-10,06	**-486,57**	-141,42
B1	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/24	**-42,28**	18,18	58,46	10,01	15,56	10,80
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	-160,78	**-27,83**	-13,54	-12,59	-120,16	-222,11
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/23	-137,28	**27,87**	13,57	12,53	120,17	219,23
B1	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/25	-138,78	-19,29	**-59,50**	-10,06	-318,67	-88,66
B1	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/24	-101,18	19,33	**59,53**	10,01	318,75	85,88
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-160,78	-27,83	-13,54	**-12,59**	-120,17	**-222,14**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-137,28	27,86	13,57	**12,53**	120,17	**219,26**
B1	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-130,23	19,33	59,53	10,01	**486,58**	138,54
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-390,71**	-76,99	-22,89	-4,47	-35,21	-100,36
B2	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/21	**-47,43**	34,37	28,50	5,84	11,99	17,99
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-352,85	**-112,63**	-54,86	-3,95	-122,99	-169,16
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-303,68	**113,87**	41,62	3,63	145,89	165,05
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-378,04	-112,55	**-55,86**	-3,97	-121,21	-169,35
B2	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-278,49	113,79	**42,62**	3,65	144,11	165,24
B2	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/25	-116,55	-38,83	-41,88	**-5,92**	-108,24	-111,30
B2	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/24	-79,14	39,27	34,74	**5,85**	133,22	107,52
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-123,45	-59,60	-46,29	-5,42	**-188,98**	**-278,08**
B2	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-108,12	60,05	39,15	5,35	**226,46**	**273,52**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-235,95**	-25,22	-45,32	-54,31	**-369,81**	-128,48
B3	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO3/21	**-77,00**	15,79	43,97	54,26	23,05	2,46
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	-226,49	**-26,44**	-15,25	-13,84	-137,15	-192,14
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/23	-189,03	**26,10**	15,23	13,78	137,52	190,73
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-235,95	-25,22	**-45,33**	-54,31	-369,79	-128,51
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-179,57	24,88	**45,32**	54,26	370,15	127,09
B3	S 50x50 - Rectangle	3,056	CO3/20	-201,33	-14,31	-42,85	**-54,31**	-239,42	-75,98
B3	S 50x50 - Rectangle	3,056	CO3/21	-146,17	13,97	42,83	**54,26**	239,75	73,51
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-179,57	24,88	45,30	54,26	**370,18**	127,07
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-226,49	-26,44	-15,26	-13,83	-137,13	**-192,17**
B3	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-189,03	26,10	15,24	13,78	137,50	**190,75**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-285,17**	-13,23	-56,90	-11,71	-479,26	-92,15

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B6	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/21	**-130,81**	12,57	55,92	11,66	5,29	6,70
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	-266,37	**-24,99**	-13,25	-16,11	-119,21	-180,66
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/23	-230,70	**24,03**	13,20	16,06	119,41	180,70
B6	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/20	-258,60	-13,23	**-56,90**	-11,71	-318,80	-58,76
B6	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/21	-185,34	12,26	**56,86**	11,66	318,89	56,05
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-266,37	-24,99	-13,24	**-16,12**	-119,22	**-180,68**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-230,70	24,02	13,20	**16,07**	119,42	**180,72**
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-285,17	-13,23	-56,89	-11,71	**-479,27**	-92,17
B6	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-211,91	12,26	56,85	11,66	**479,47**	92,20
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-486,79**	-59,38	-16,19	-1,45	-65,73	-81,82
B7	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/24	**-76,08**	25,42	39,30	11,86	16,96	14,75
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-448,20	**-87,47**	-49,48	-2,77	-145,32	-133,18
B7	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-441,28	**89,27**	55,09	2,85	136,74	128,54
B7	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/32	-135,41	-54,73	**-50,95**	-19,51	-164,19	-146,30
B7	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/24	-420,86	27,88	**55,24**	2,85	52,57	27,01
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-151,76	-54,20	-50,39	**-19,51**	-257,71	-242,67
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-134,76	55,30	53,78	**19,15**	240,02	235,01
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-151,76	-54,18	-50,15	-19,49	**-258,99**	**-242,77**
B7	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-134,76	55,28	53,54	19,14	**241,31**	**235,11**
B8	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-586,20**	-71,62	-44,69	-3,26	-141,71	-112,22
B8	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/21	**-177,59**	36,10	43,65	69,46	14,03	12,68
B8	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/22	-257,36	**-77,40**	-26,69	-18,25	-96,81	-189,48
B8	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/23	-220,28	**74,41**	31,53	18,52	82,26	185,77
B8	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/25	-544,86	-35,60	**-51,29**	-3,25	-55,24	-17,93
B8	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/24	-494,43	33,73	**56,65**	3,19	56,62	17,12
B8	S 50x50 - Rectangle	8,306	CO3/25	-271,95	-39,07	-39,23	**-69,24**	-57,75	-42,53
B8	S 50x50 - Rectangle	8,306	CO3/24	-186,95	36,08	44,07	**69,51**	50,61	34,26
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/20	-292,18	-40,08	-41,06	-69,19	**-201,02**	-157,22
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/21	-204,19	37,10	45,91	69,46	**179,07**	158,06
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-266,78	-77,05	-26,65	-18,30	-143,01	**-302,65**
B8	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-229,59	74,07	31,50	18,57	121,06	**303,50**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-438,46**	-64,58	-57,80	-15,17	-158,12	-33,41
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/23	**67,35**	39,28	57,73	15,24	158,38	49,90
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-307,86	**-104,34**	**-167,85**	-12,49	-567,40	-48,32
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-63,26	**79,04**	**167,79**	12,55	567,65	64,81
B11	S 50x50 - Rectangle	6,875	CO3/32	-124,44	-10,51	-14,64	**-15,17**	-26,34	-10,07
B11	S 50x50 - Rectangle	6,875	CO3/33	-15,53	9,46	14,58	**15,24**	26,19	7,11
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-307,85	-104,33	-167,85	-12,49	**-567,40**	**-48,34**
B11	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-63,27	79,03	167,79	12,56	**567,65**	**64,83**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-904,32**	-73,98	-23,92	-1,45	-53,52	-134,33
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/23	**129,50**	152,93	17,82	1,45	64,43	81,33
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-733,70	**-110,84**	-57,57	-2,36	-136,75	-132,71
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-41,12	**189,78**	51,47	2,36	147,67	79,70
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-758,13	-104,56	**-58,02**	-2,36	-135,90	**-137,02**
B12	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-16,70	183,50	**51,92**	2,36	146,82	84,01
B12	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/32	-153,79	-30,86	-53,51	**-11,04**	-153,63	-44,32
B12	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/33	-124,28	31,42	50,64	**10,88**	163,67	37,87
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-171,04	-29,91	-52,91	-11,04	**-241,56**	-93,52
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-141,68	30,47	50,03	10,88	**256,64**	86,09
B12	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-141,70	30,25	50,29	10,88	255,32	**87,09**
B13	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-579,55**	-160,46	-25,38	-1,12	-48,79	-98,60
B13	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/23	**-66,56**	10,68	29,29	18,26	13,27	16,01
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-238,52	**-240,17**	-34,29	-18,34	-124,25	-169,19
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-75,52	**228,22**	30,56	18,26	139,44	182,83
B13	S 50x50 - Rectangle	2,386	CO3/20	-465,29	-6,14	**-54,87**	-3,00	-25,27	-9,88
B13	S 50x50 - Rectangle	2,386	CO3/21	-159,31	6,57	**49,22**	2,93	22,16	3,11
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/25	-224,87	-146,21	-51,25	**-70,20**	**-184,21**	-92,96
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/24	-89,17	134,26	47,52	**70,12**	**199,40**	106,60
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-239,92	-238,31	-34,04	-18,35	-125,27	**-170,64**
B13	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-74,11	226,36	30,31	18,27	140,46	**184,29**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-317,64**	-11,73	-57,40	-13,00	-480,75	-85,94
B16	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/21	**-176,52**	10,77	56,38	13,10	5,12	3,62
B16	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/22	-244,28	**-27,06**	-14,64	-13,87	-45,32	-55,78
B16	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/23	-221,12	**25,96**	14,65	13,97	45,41	48,55
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-317,64	-11,72	**-57,40**	-13,00	**-480,75**	-85,95
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-265,92	10,63	**57,41**	13,10	**480,82**	84,95
B16	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/32	-277,97	-27,03	-13,32	**-13,87**	-81,94	-126,32
B16	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/33	-246,51	25,93	13,32	**13,97**	82,02	122,20
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-307,51	-27,03	-13,32	-13,87	-119,26	**-199,03**
B16	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-276,05	25,93	13,32	13,97	119,33	**198,04**

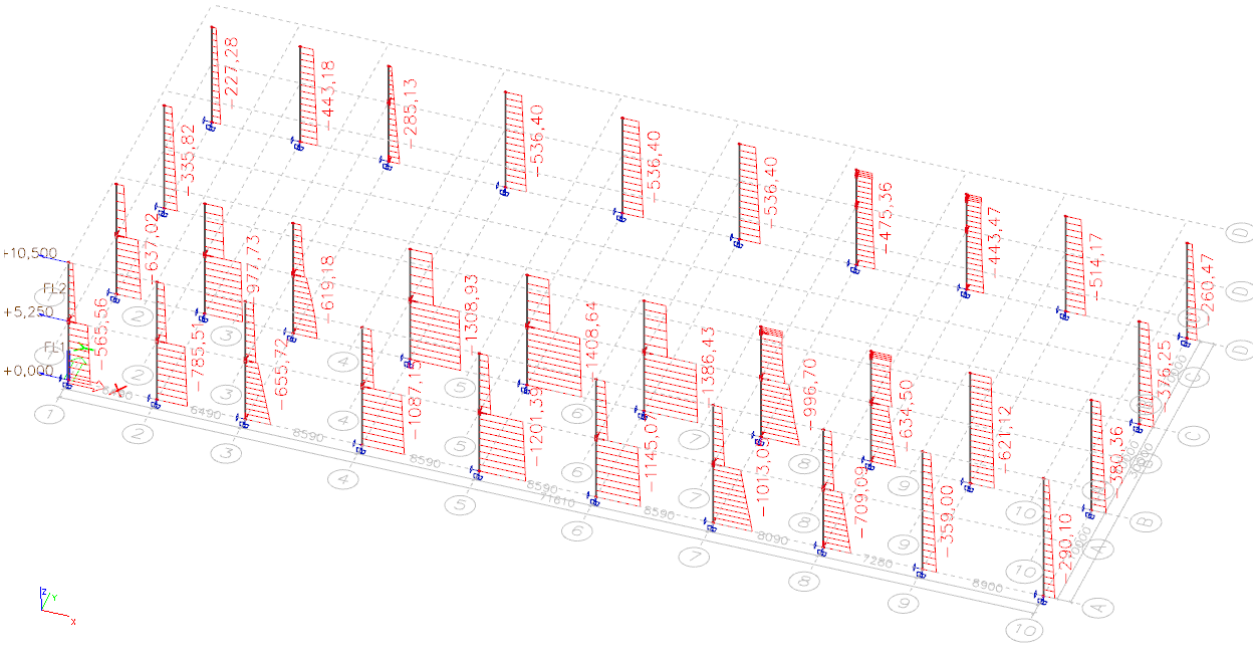
Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-653,91**	-63,93	-20,96	-1,35	-47,57	-99,93
B17	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/21	**-103,49**	25,86	36,17	10,89	13,93	13,47
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-597,55	**-64,08**	-20,32	-1,35	-48,77	-99,59
B17	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-599,72	**65,80**	13,64	1,25	60,91	94,69
B17	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/20	-630,02	-29,14	**-54,59**	-1,65	-50,73	-25,05
B17	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/23	-144,70	65,16	**50,44**	12,49	164,84	171,09
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-175,72	-62,84	-52,89	**-12,22**	**-241,33**	**-291,81**
B17	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-162,85	64,55	49,41	**12,49**	**259,29**	**280,61**
B18	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-746,82**	-53,08	-49,58	-2,44	-126,17	-77,54
B18	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/24	**-233,49**	36,83	36,68	69,38	13,06	11,55
B18	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/32	-292,04	**-90,82**	-27,96	-17,39	-74,75	-228,63
B18	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/33	-267,43	**88,45**	23,75	17,38	87,59	221,18
B18	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/20	-739,85	-39,43	**-56,32**	-2,44	-54,77	-15,07
B18	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/21	-628,40	35,44	**49,23**	2,42	55,37	15,02
B18	S 50x50 - Rectangle	8,306	CO3/25	-297,88	-39,20	-40,89	**-69,39**	-49,18	-44,79
B18	S 50x50 - Rectangle	8,306	CO3/24	-242,86	36,83	36,68	**69,38**	55,60	33,71
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/25	-317,40	-40,33	-43,09	-69,39	**-170,26**	-161,11
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/24	-260,81	37,96	38,88	69,38	**189,54**	157,28
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-301,48	-90,47	-27,86	-17,38	-109,10	**-363,20**
B18	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-276,73	88,10	23,65	17,37	128,38	**359,37**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-308,17**	-17,19	-57,43	-12,40	-480,86	-130,70
B21	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/21	**-187,03**	15,36	56,38	12,43	5,12	3,06
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	-305,00	**-29,17**	-13,29	-14,32	-118,97	-225,52
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/23	-278,56	**28,11**	13,27	14,35	119,10	223,78
B21	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/20	-278,62	-17,19	**-57,43**	-12,40	-318,92	-85,28
B21	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/21	-245,86	16,12	**57,42**	12,43	319,00	80,52
B21	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/32	-241,18	-29,11	-14,61	**-14,32**	-45,32	-69,91
B21	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/33	-224,22	28,04	14,59	**14,35**	45,36	62,13
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-308,17	-17,19	-57,43	-12,40	**-480,86**	-130,71
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-275,40	16,12	57,42	12,44	**481,00**	128,97
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-305,00	-29,17	-13,28	-14,32	-118,97	**-225,53**
B21	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-278,56	28,10	13,27	14,35	119,11	**223,80**
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-715,86**	-78,86	-16,91	-0,72	-51,22	-125,57
B22	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/21	**-109,48**	37,45	37,98	9,23	14,13	15,29
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-649,22	**-78,99**	-16,83	-0,72	-51,47	-125,21
B22	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-651,22	**79,94**	16,42	0,68	53,02	121,57
B22	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/22	-155,68	-68,92	**-53,13**	-9,35	-160,92	-208,08
B22	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/23	-146,41	70,58	**53,05**	9,36	161,12	199,78
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-174,18	-68,33	-52,43	**-9,36**	**-252,81**	**-330,39**
B22	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-164,40	69,99	52,35	**9,38**	**253,16**	**319,19**
B23	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-796,92**	-101,05	-19,28	-0,75	-54,25	-153,57
B23	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/24	**-246,31**	55,81	36,71	70,86	13,41	19,50
B23	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/32	-287,01	**-101,63**	-23,50	-18,02	-74,58	-262,03
B23	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/33	-272,42	**100,11**	23,87	18,14	73,59	252,10
B23	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/20	-787,22	-59,23	**-50,90**	-1,81	-53,02	-17,87
B23	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/21	-685,29	54,64	**50,37**	1,80	54,01	18,16
B23	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/25	-294,86	-59,22	-39,75	**-70,75**	-109,51	-153,84
B23	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/24	-264,57	57,70	40,12	**70,86**	108,52	143,91
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/20	-304,14	-59,31	-38,51	-70,72	**-168,75**	-242,28
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/21	-274,03	57,80	38,87	70,84	**167,19**	234,66
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-296,44	-101,28	-22,98	-17,99	-110,39	**-414,55**
B23	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-281,72	99,77	23,35	18,11	108,84	**406,93**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-303,37**	-25,70	-13,20	-13,75	-118,50	-190,69
B26	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/21	**-196,49**	17,56	56,45	10,70	5,53	11,23
B26	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/22	-239,24	**-25,74**	-14,51	-13,75	-45,36	-56,65
B26	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/23	-226,17	**24,54**	14,50	13,68	45,41	49,61
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-301,49	-19,91	**-57,50**	-10,77	-481,14	-142,73
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-282,08	18,71	**57,49**	10,70	481,28	142,49
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-303,37	-25,70	-13,19	**-13,75**	-118,51	**-190,71**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-280,20	24,50	13,18	**13,68**	118,65	**190,46**
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-301,49	-19,90	-57,50	-10,77	**-481,15**	-142,75
B26	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-282,08	18,71	57,49	10,70	**481,29**	142,50
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-694,13**	-66,29	-16,05	-1,12	-53,14	-107,60
B27	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/23	**-111,17**	58,09	45,60	10,75	11,91	34,50
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-634,99	**-66,49**	-16,40	-1,13	-52,67	-107,13
B27	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-630,14	**68,13**	17,63	1,16	51,43	102,55
B27	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/32	-155,01	-63,17	**-52,58**	-11,04	-164,10	-180,66
B27	S 50x50 - Rectangle	7,000	CO3/33	-147,09	64,58	**53,43**	10,78	161,33	173,33
B27	S 50x50 - Rectangle	8,750	CO3/32	-136,19	-56,68	-44,91	**-11,04**	-71,09	-67,79
B27	S 50x50 - Rectangle	8,750	CO3/33	-129,41	58,08	45,76	**10,78**	69,81	62,92

Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-173,66	-62,68	-51,81	-11,01	**-256,97**	-292,23
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-164,93	64,08	52,66	10,75	**252,72**	282,45
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-173,65	-62,67	-51,98	-11,04	-256,12	**-292,25**
B27	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-164,94	64,08	52,83	10,78	251,86	**282,47**
B28	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-783,96**	-60,89	-41,78	-1,60	-122,01	-91,39
B28	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/33	**-256,58**	85,26	18,57	19,84	7,75	35,60
B28	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/32	-284,25	**-90,19**	-20,73	-19,78	-67,65	-229,96
B28	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/33	-275,18	**88,59**	21,41	19,84	65,64	220,22
B28	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/25	-711,20	-57,49	**-48,62**	-1,61	-50,57	-17,55
B28	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/24	-740,36	54,55	**48,73**	1,69	51,59	17,97
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/25	-292,46	-68,77	-35,19	**-72,53**	-154,04	-276,72
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/24	-285,70	67,18	35,87	**72,59**	150,98	269,41
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/20	-292,46	-68,75	-35,10	-72,50	**-154,44**	-276,82
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/21	-285,70	67,16	35,78	72,56	**151,38**	269,51
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-293,59	-89,85	-20,18	-19,75	-99,90	**-364,82**
B28	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-284,57	88,26	20,86	19,81	96,85	**357,52**
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	**-511,43**	-33,70	-56,38	-13,80	-150,82	-20,27
B31	S 50x50 - Rectangle	1,909	CO3/33	**-19,51**	5,07	19,64	13,77	87,25	4,37
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO3/22	-220,34	**-292,64**	-17,94	-13,80	-14,94	-34,03
B31	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO3/23	-187,97	**293,92**	17,94	13,77	15,02	22,15
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-498,08	-29,72	**-164,02**	-11,31	**-551,10**	-18,13
B31	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-42,43	15,32	**164,02**	11,28	**551,20**	25,73
B31	S 50x50 - Rectangle	8,167	CO3/32	-218,59	-291,60	-17,77	**-13,80**	-12,19	-27,13
B31	S 50x50 - Rectangle	8,167	CO3/33	-186,28	292,88	17,77	**13,77**	12,27	15,46
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/22	-215,18	-291,31	-17,58	-13,80	-7,28	**-124,15**
B31	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/23	-182,82	292,59	17,58	13,77	7,36	**112,90**
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	**-761,05**	-25,55	-21,48	-1,73	-49,38	**-76,84**
B32	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/24	**-102,66**	9,75	34,32	2,27	17,88	27,82
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-389,41	**-86,25**	-19,21	-1,73	-45,39	-73,60
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-249,46	**90,66**	16,71	1,61	58,11	34,23
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-703,16	-13,18	**-57,85**	-1,96	-139,04	-63,62
B32	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-224,18	69,20	**55,84**	1,86	143,11	27,22
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-175,21	-5,25	-51,11	**-8,75**	-243,49	-26,67
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-157,37	4,89	50,00	**8,68**	249,14	24,00
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-175,22	-5,44	-49,53	-8,73	**-251,57**	-25,78
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-157,35	5,07	48,42	8,67	**257,22**	23,11
B32	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-290,94	71,68	17,06	1,63	39,15	**72,94**
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-1505,85**	-74,99	-216,07	-1,81	-171,43	-26,31
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	**509,51**	26,92	178,33	2,72	193,61	54,21
B33	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/22	-1117,75	**-88,39**	-124,53	-1,03	-82,45	-40,07
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-57,93	**148,21**	120,72	2,00	101,26	**130,40**
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	CO3/20	-273,49	-9,26	**-512,89**	**-78,35**	-236,08	-30,43
B33	S 50x50 - Rectangle	9,333	CO3/21	-244,68	10,57	**516,39**	**77,54**	234,57	16,22
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO3/25	-466,51	-7,26	-125,49	-78,30	**-301,49**	-28,09
B33	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO3/24	-42,20	8,05	122,14	77,49	**302,40**	13,65
B33	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-712,31	-50,74	-57,12	-1,08	-45,19	**-50,99**
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-513,45**	-55,04	-162,45	-22,26	**-552,62**	-31,70
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	**-1,13**	39,63	162,41	22,44	**552,83**	40,11
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO3/25	-212,78	**-258,05**	-64,50	-22,26	-33,66	-91,31
B36	S 50x50 - Rectangle	8,000	CO3/24	-172,56	**277,88**	64,55	22,44	33,64	80,35
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-513,13	-55,14	**-162,46**	-22,25	-552,58	-31,64
B36	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-1,44	39,74	**162,42**	22,44	552,80	40,05
B36	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/32	-353,89	-20,27	-12,17	**-22,82**	-47,91	-15,50
B36	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/33	-44,33	19,61	12,16	**23,01**	47,90	15,32
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	CO3/20	-285,27	-63,34	-54,74	-22,25	-57,24	**-132,73**
B36	S 50x50 - Rectangle	7,542	CO3/21	-89,23	59,14	54,75	22,44	57,21	**122,24**
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-570,35**	-55,66	-42,67	-2,67	-160,50	-73,52
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	**-66,70**	88,58	62,50	3,01	128,70	52,44
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-511,59	**-62,81**	**-47,63**	-2,78	-152,44	-68,49
B37	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-125,46	**95,74**	**67,46**	3,12	120,64	47,41
B37	S 50x50 - Rectangle	8,750	CO3/25	-140,24	-18,33	-31,49	**-35,31**	-61,46	-43,34
B37	S 50x50 - Rectangle	8,750	CO3/24	-106,25	18,39	42,53	**36,01**	43,34	39,50
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-172,74	-8,78	-40,19	-30,52	**-257,20**	-14,93
B37	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-143,56	8,84	51,23	31,21	**200,42**	10,88
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/25	-122,78	-18,33	-31,49	-35,31	-32,67	**-73,81**
B37	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/24	-88,79	18,39	42,53	36,01	33,88	**70,08**
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-1217,46**	-93,92	-170,81	-3,06	-191,27	-60,12
B38	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	**555,52**	87,08	206,10	2,50	170,14	63,77
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	CO3/20	-271,25	**-282,40**	-495,72	-77,30	-232,73	-56,07
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	CO3/21	-222,63	**264,98**	502,68	78,30	227,93	42,35

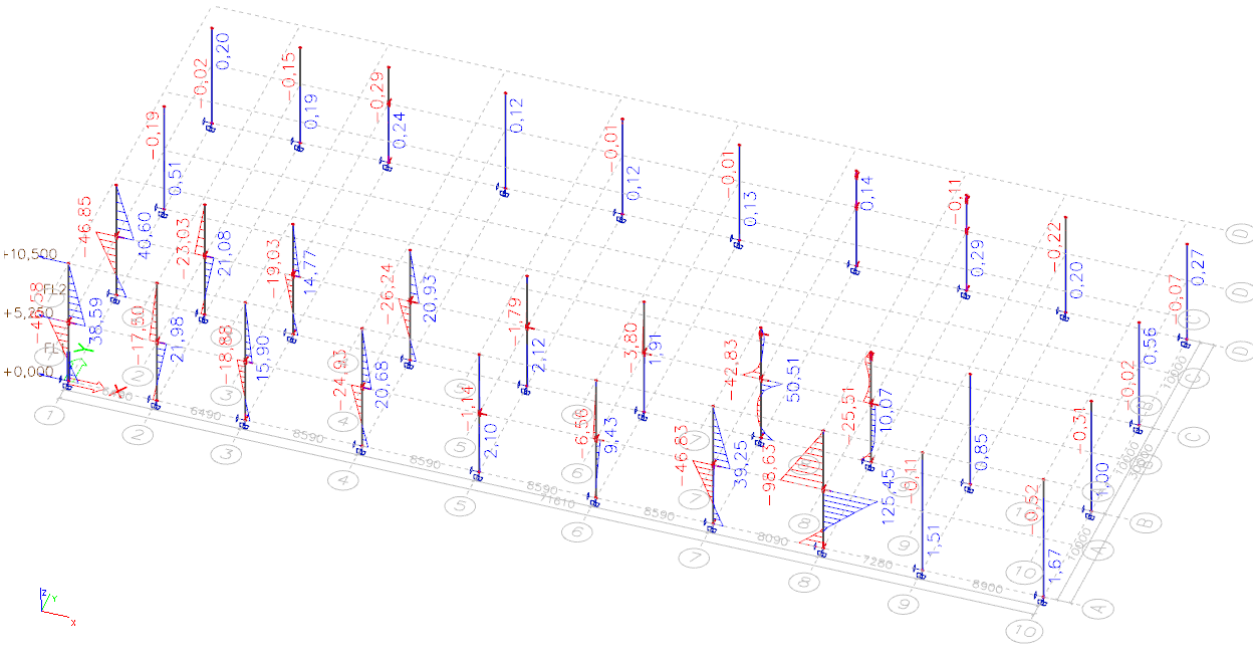
Member	css	dx [m]	Case	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	CO3/25	-271,21	-281,80	**-498,91**	-77,44	-230,82	-56,10
B38	S 50x50 - Rectangle	9,333	CO3/24	-222,67	264,38	**505,87**	78,44	226,02	42,37
B38	S 50x50 - Rectangle	9,500	CO3/25	-270,10	-281,33	-498,54	**-77,44**	-147,18	-13,93
B38	S 50x50 - Rectangle	9,500	CO3/24	-221,75	263,90	505,50	**78,44**	143,54	-2,70
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO3/20	-429,48	-67,03	-116,88	-77,30	**-293,15**	-111,55
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO3/21	-45,07	59,31	117,80	78,30	**285,83**	102,55
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO3/25	-427,66	-67,01	-116,21	-77,44	-291,22	**-111,67**
B38	S 50x50 - Rectangle	8,823	CO3/24	-46,90	59,28	117,13	78,44	283,90	**102,66**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-309,52**	-71,02	-57,74	-26,06	**-482,26**	-523,00
B41	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/24	**-169,38**	67,68	56,67	26,28	5,83	63,30
B41	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/25	-280,68	**-71,02**	-57,74	-26,06	-319,49	-324,89
B41	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/24	-224,59	**70,12**	57,69	26,28	319,57	320,75
B41	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/20	-280,68	-71,01	**-57,74**	-26,05	-319,48	-324,94
B41	S 50x50 - Rectangle	2,833	CO3/21	-224,60	70,11	**57,70**	26,28	319,57	320,80
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/32	-294,16	-60,22	-12,98	**-26,13**	-116,42	-445,62
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/33	-268,78	59,31	12,94	**26,35**	116,63	444,04
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-253,43	70,12	57,69	26,28	**482,47**	521,43
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-309,51	-71,01	-57,74	-26,05	-482,26	**-523,08**
B41	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-253,43	70,11	57,70	26,28	482,46	**521,51**
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-235,33**	-46,68	**-22,95**	-27,13	-97,23	**-350,87**
B42	S 50x50 - Rectangle	10,500	CO3/21	**-90,27**	35,55	13,96	27,44	31,17	35,71
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	-235,33	**-46,68**	-22,94	**-27,16**	**-97,42**	-350,83
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-197,80	**46,65**	22,83	**27,46**	**98,43**	348,32
B42	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-197,79	46,65	**22,85**	27,44	98,24	**348,37**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-347,54**	**-45,01**	-12,19	**-36,41**	**-58,38**	-375,69
B43	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/24	**-214,74**	38,04	6,83	36,47	5,29	11,53
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-275,52	**43,37**	12,12	**36,47**	**59,13**	377,77
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-347,53	-45,01	**-12,20**	-36,39	-58,31	**-375,75**
B43	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-275,52	43,37	**12,13**	36,45	59,06	**377,83**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-184,53**	**-92,86**	-59,83	-17,68	**-488,06**	-727,02
B46	S 50x50 - Rectangle	8,500	CO3/24	**-58,41**	88,77	58,69	17,74	16,34	48,18
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-147,78	**93,18**	59,85	17,74	**488,10**	721,62
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-184,53	-92,85	**-59,83**	-17,68	-488,06	**-727,09**
B46	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-147,79	93,17	**59,85**	17,74	488,09	**721,70**
B46	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/32	-109,36	-74,43	-14,47	**-18,83**	-44,34	-174,04
B46	S 50x50 - Rectangle	5,667	CO3/33	-99,92	74,75	14,49	**18,89**	44,47	170,45
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-249,21**	**-81,81**	-45,87	-54,04	**-372,58**	-629,12
B48	S 50x50 - Rectangle	9,167	CO3/24	**-97,38**	68,12	44,91	54,16	28,26	27,13
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-196,92	**81,63**	45,92	54,16	**372,66**	625,73
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-249,21	-81,80	**-45,87**	-54,04	-372,57	**-629,18**
B48	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-196,93	81,62	**45,92**	54,16	372,64	**625,79**
B48	S 50x50 - Rectangle	6,111	CO3/25	-178,70	-68,30	-44,87	**-54,04**	-109,28	-181,11
B48	S 50x50 - Rectangle	6,111	CO3/24	-131,39	68,12	44,91	**54,16**	109,63	176,62
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/25	**-252,40**	**-69,53**	-19,82	**-27,00**	**-63,87**	-546,29
B51	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/24	**-93,27**	53,63	7,64	27,07	30,21	12,69
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/24	-203,19	**69,26**	19,70	**27,07**	**64,78**	543,76
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	-252,40	-69,53	**-19,83**	-26,98	-63,80	**-546,34**
B51	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-203,19	69,25	**19,71**	27,06	64,71	**543,82**
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/20	**-422,04**	**-125,56**	-48,97	-5,73	-113,67	-179,57
B181	S 50x50 - Rectangle	9,833	CO3/24	**-78,10**	48,44	19,98	49,32	23,90	14,10
B181	S 50x50 - Rectangle	0,000	CO3/21	-320,68	**123,34**	35,66	5,97	136,88	182,85
B181	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/20	-408,06	-48,58	**-59,25**	-5,73	-60,15	-41,81
B181	S 50x50 - Rectangle	1,750	CO3/21	-295,70	46,36	**45,94**	5,97	60,08	41,20
B181	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/20	-164,72	-53,44	-35,58	**-49,74**	-90,25	-141,10
B181	S 50x50 - Rectangle	6,778	CO3/21	-108,29	53,12	26,63	**49,33**	117,06	137,47
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/20	-368,40	-48,37	-52,21	-5,73	**-139,68**	-186,39
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/24	-125,82	52,43	22,74	49,32	**168,28**	217,49
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/22	-163,33	-85,50	-26,74	-10,44	-86,23	**-353,77**
B181	S 50x50 - Rectangle	5,250	CO3/23	-143,69	85,17	17,79	10,04	126,70	**350,65**

Sile za CO1-ULS SET B

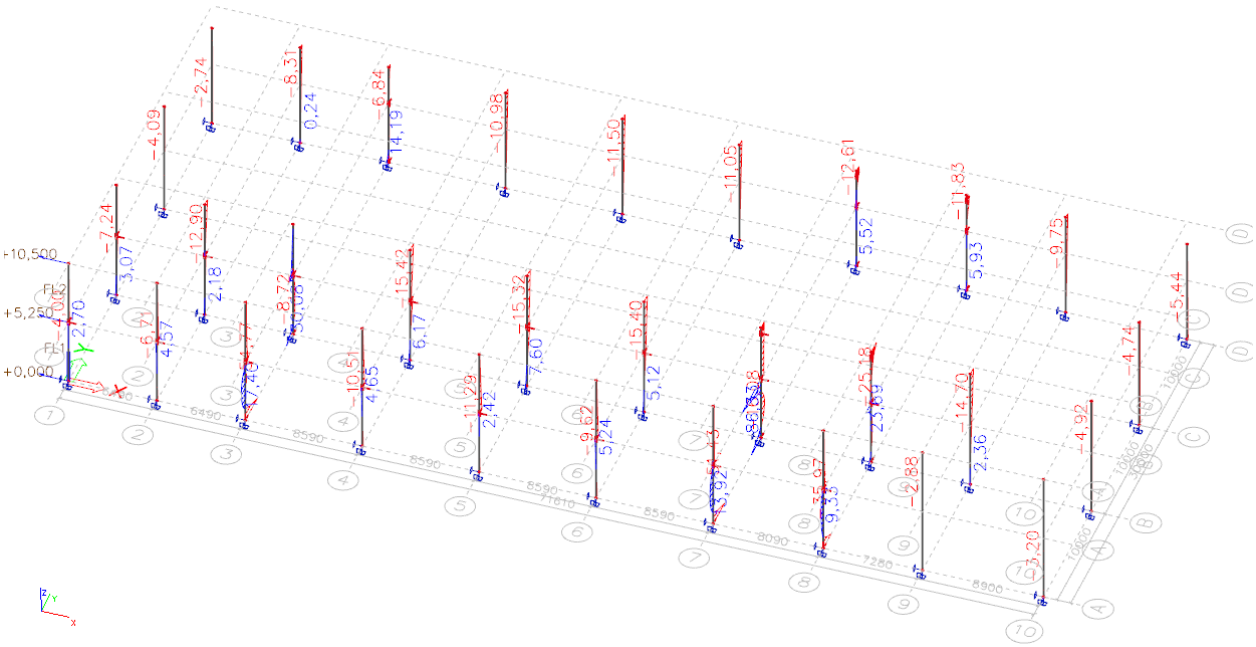
N(kN)



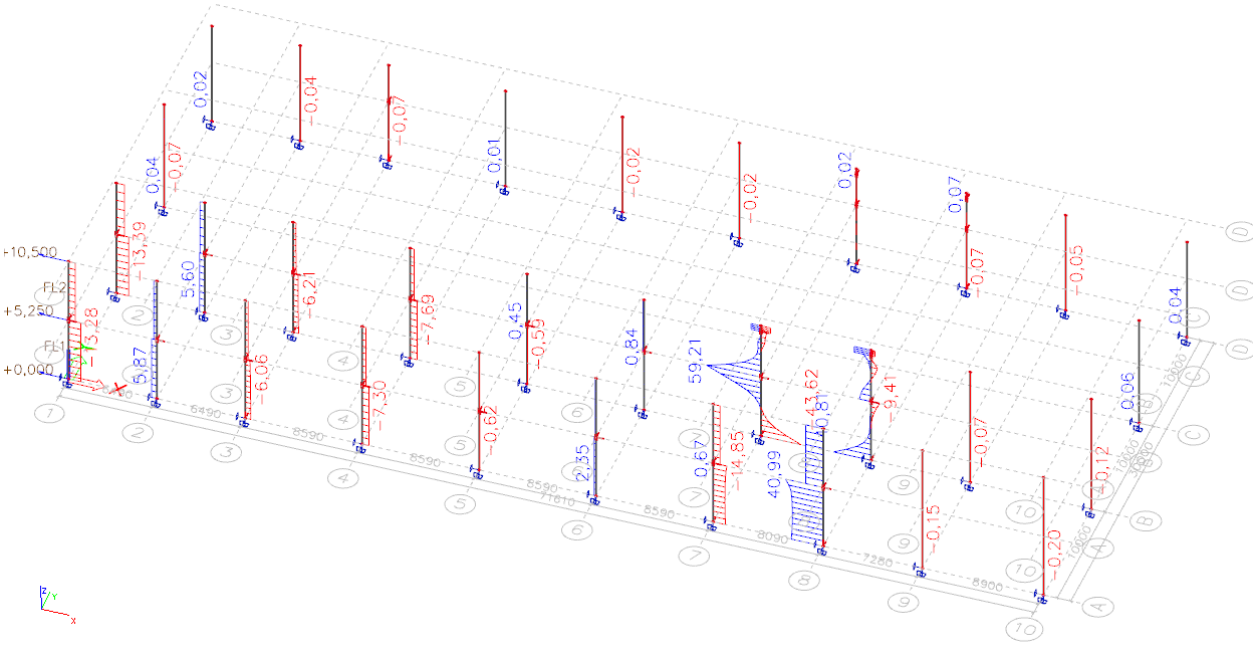
My(kNm)



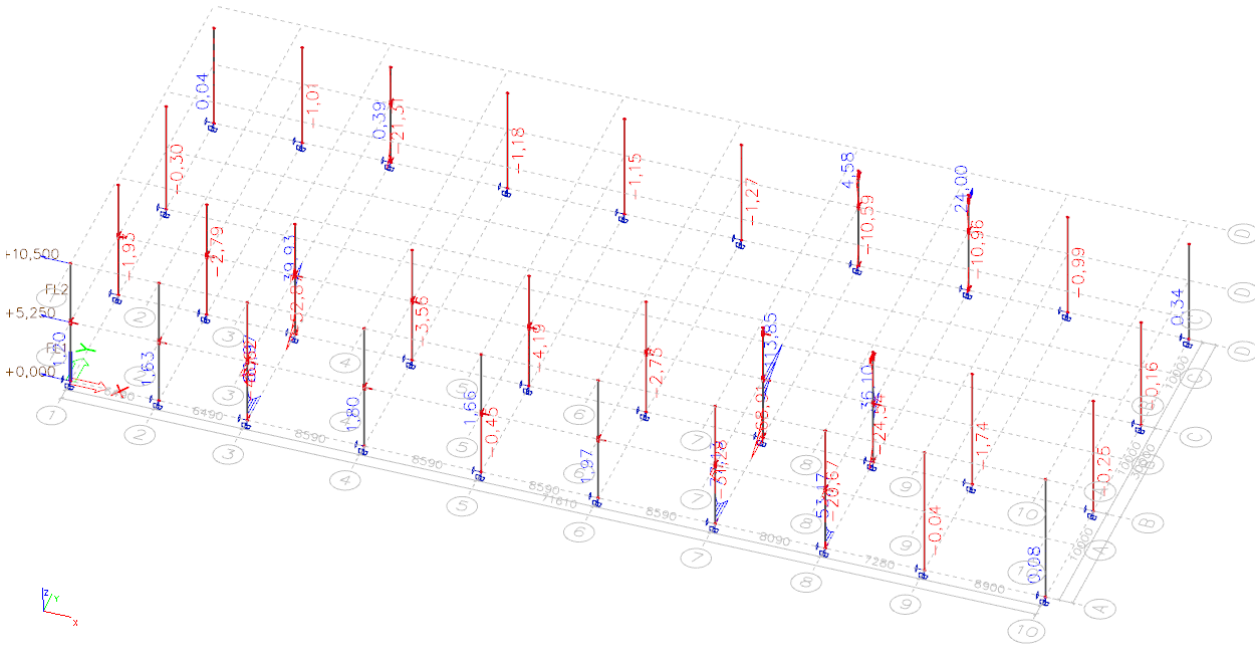
Mz(kNm)



Vz(kN)

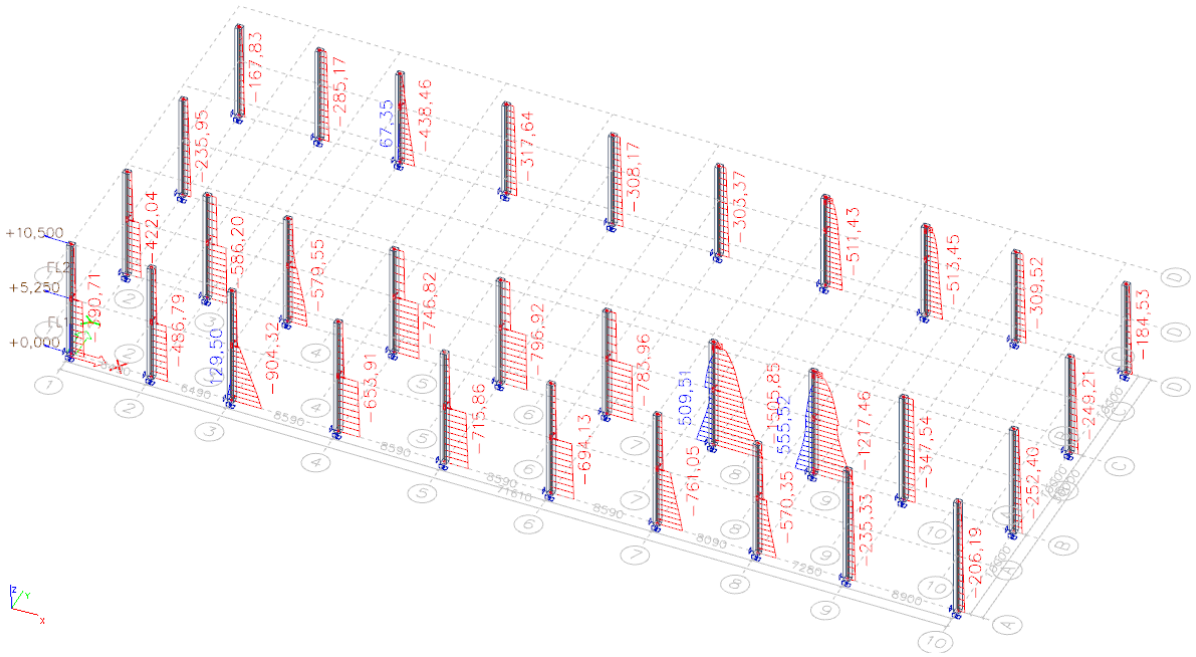


Vy(kN)

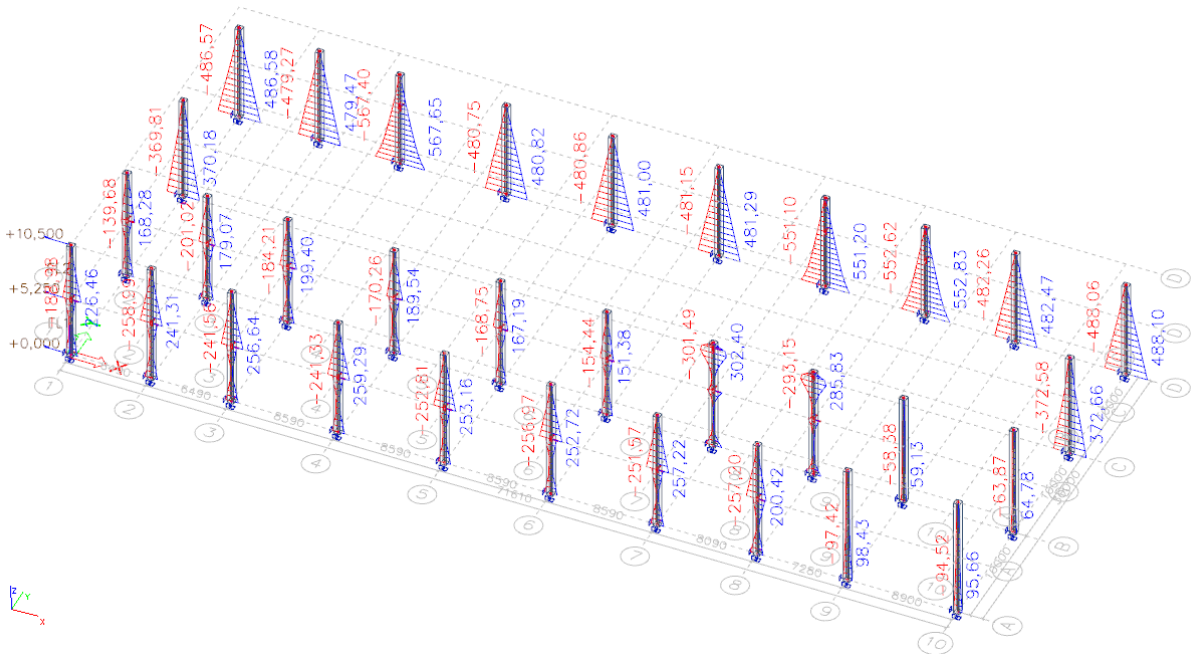


Sile za CO3-EN SEISMIC

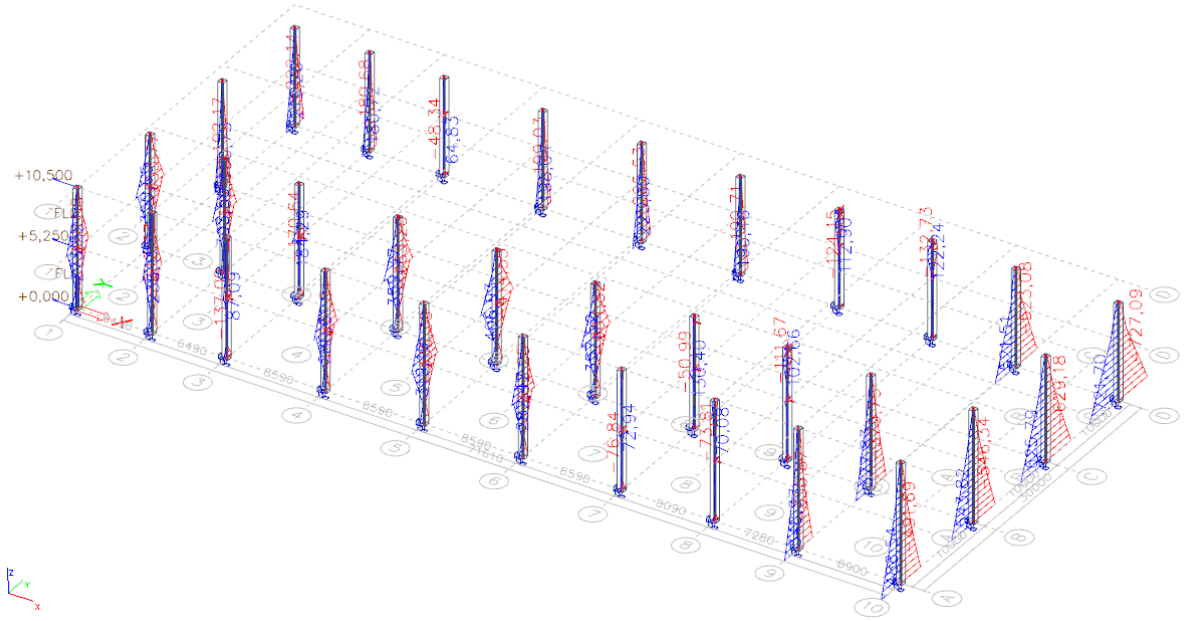
N(kN)



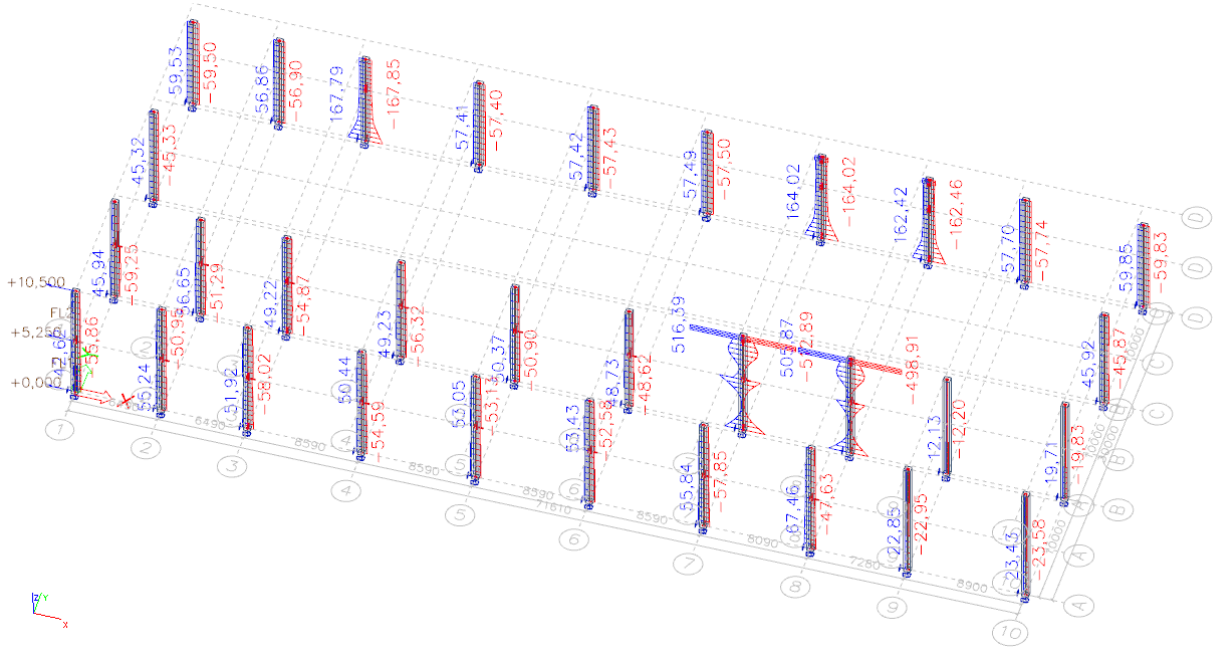
My(kNm)



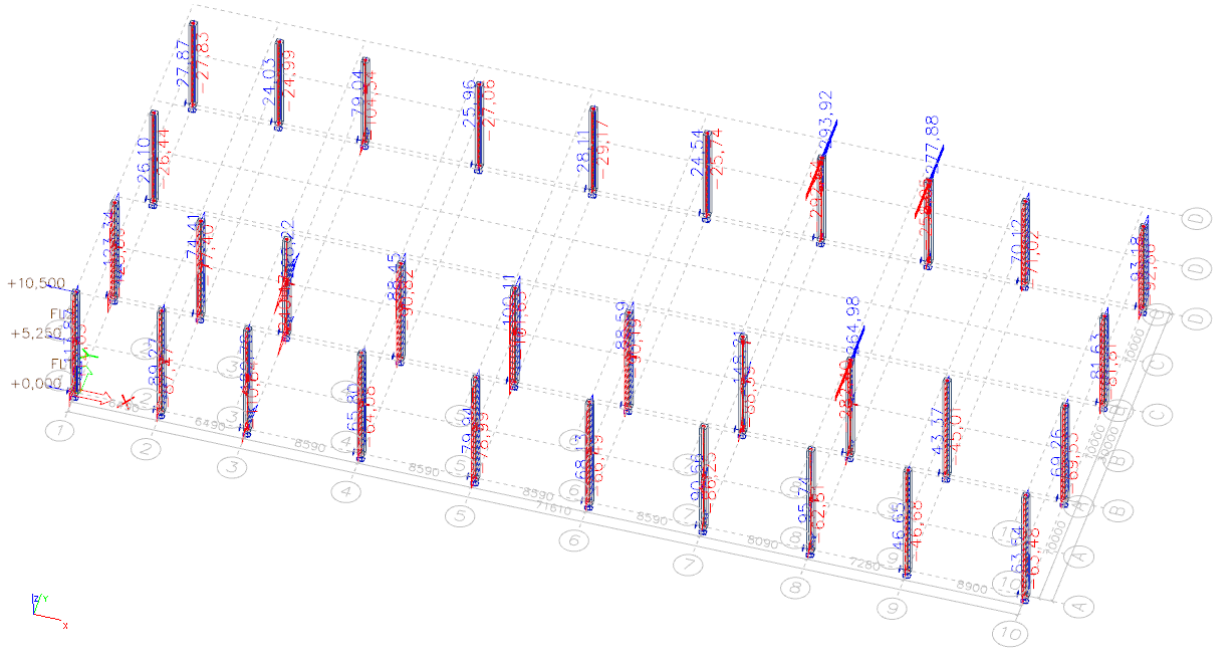
Mz(kNm)



Vz(kN)

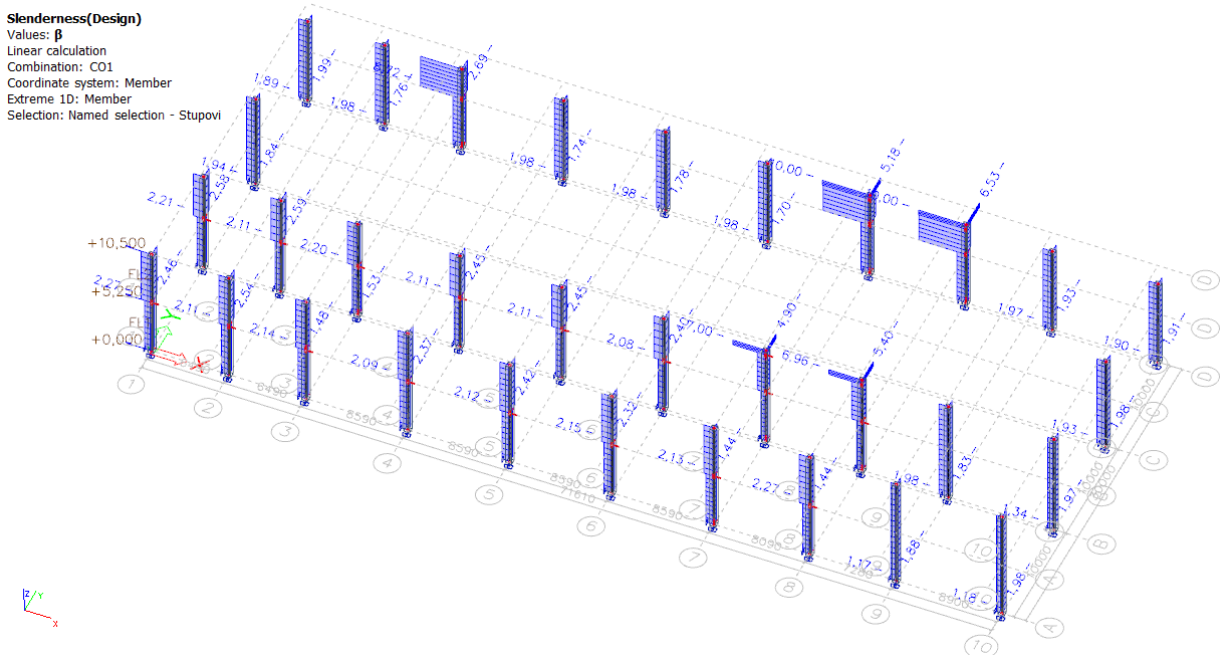


Vy(kN)

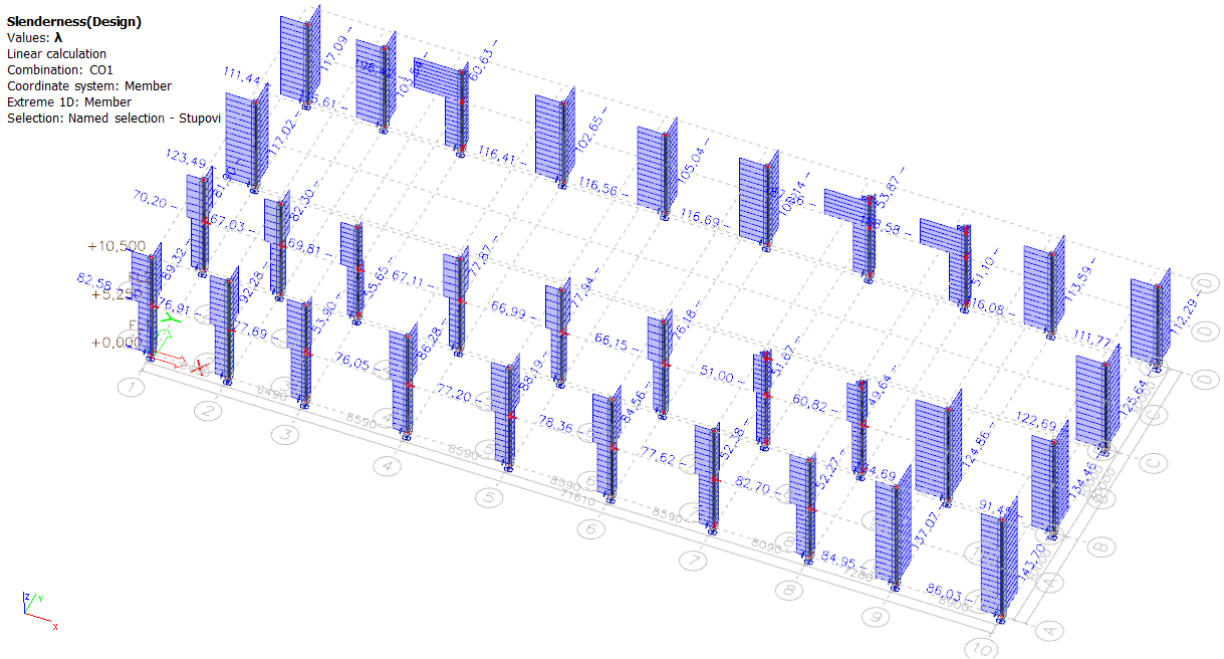


5.3 Dimenzioniranje stupova

Koeficijenti izvijanja

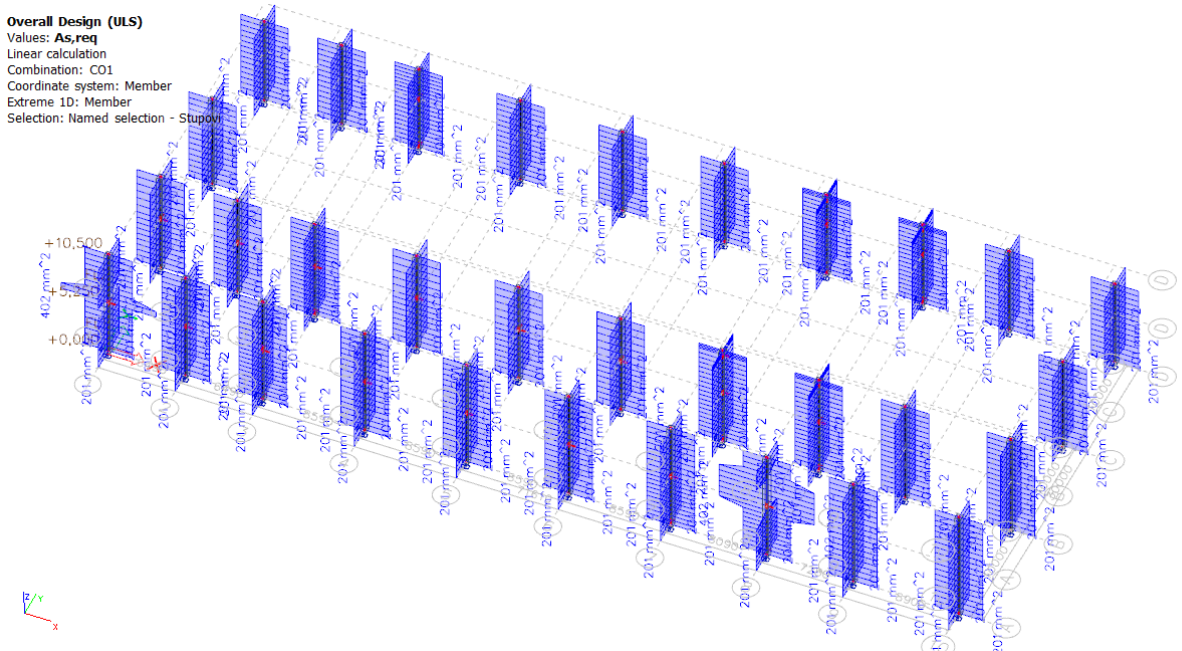


Proračunske vitkosti stupova

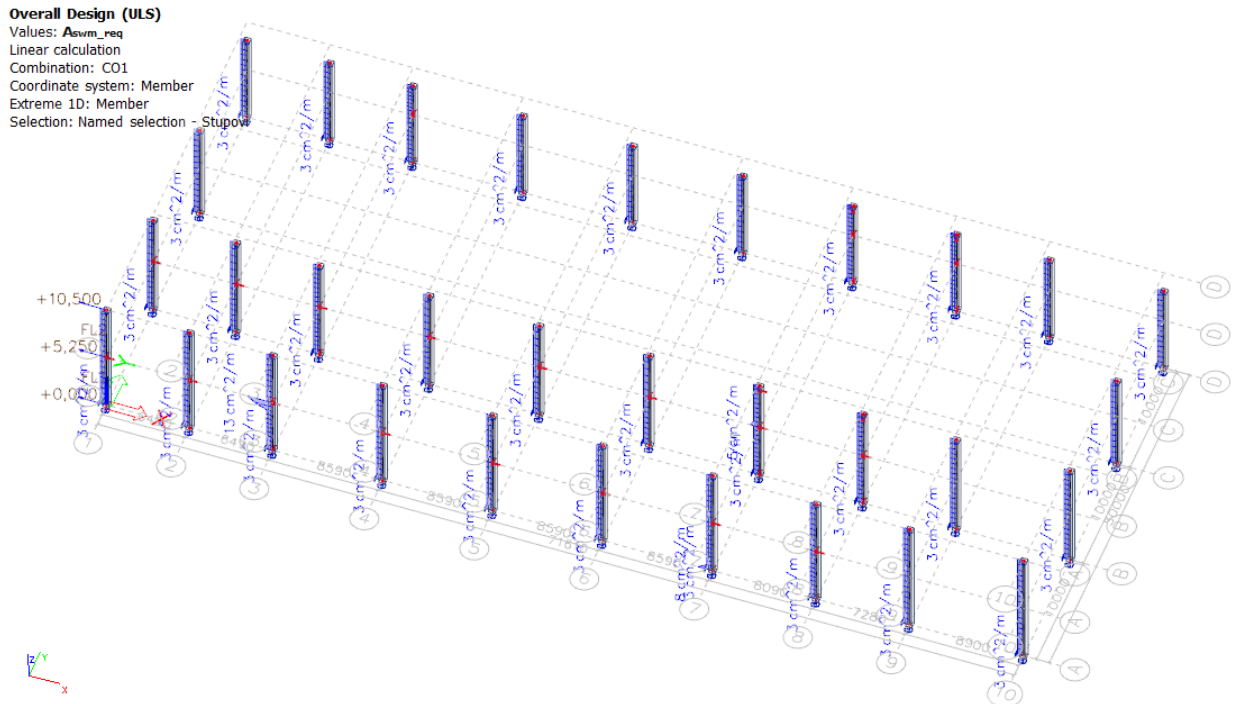


5.3.1 Proračunska armatura za CO1

Uzdužna armatura

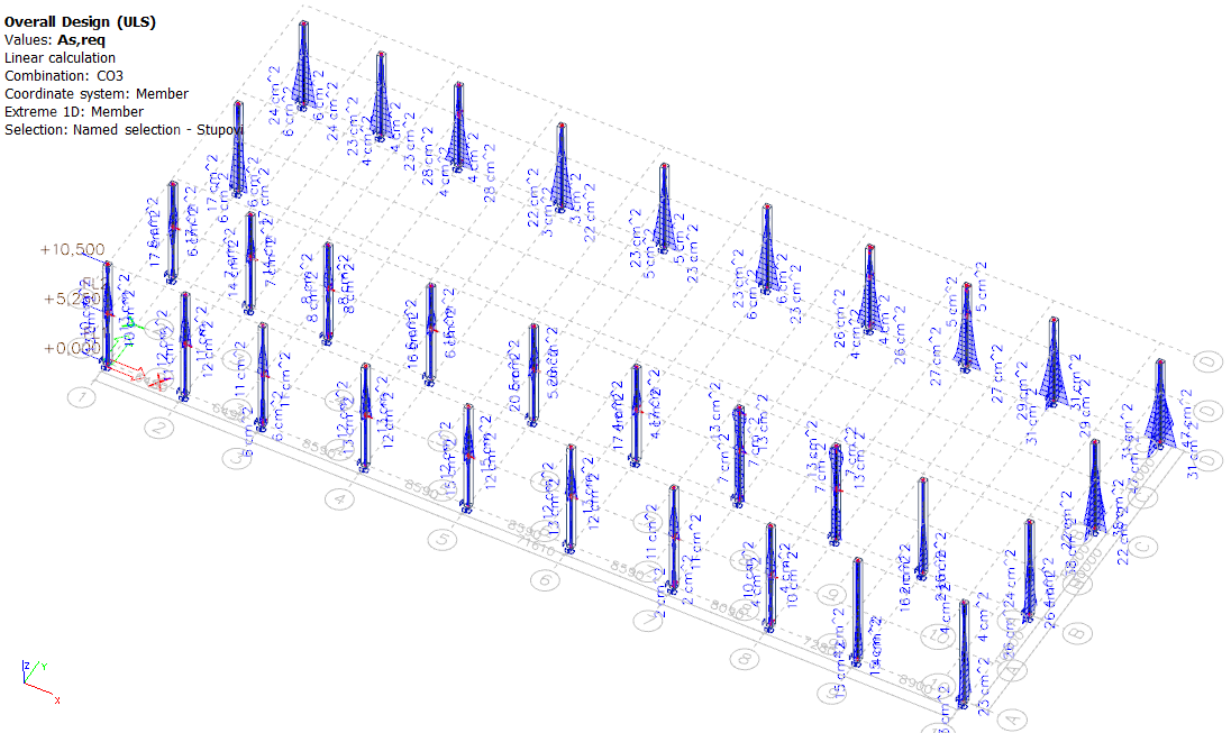


Poprečna armatura

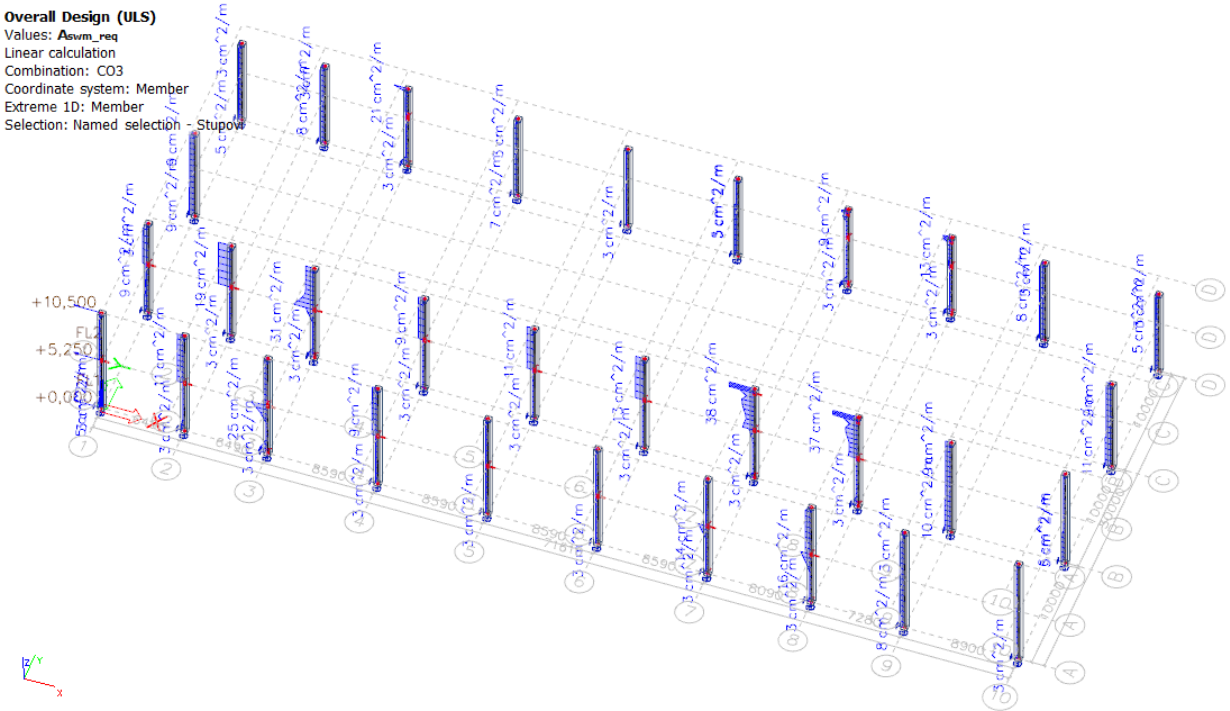


5.3.2 Proračunska armatura za CO3

Uzdužna armatura



Poprečna armatura



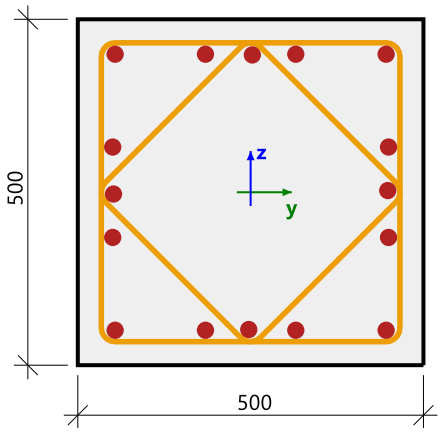
5.3.3 Izvod iz proračuna za stup TIP1

Check capacity-response

Linear calculation
Combination: CO3
Coordinate system: Member
Extreme 1D: Global
Selection: B16

Column B16	**Rectangle (500; 500)**
EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008	Section 0 [dx = 0 m]

Member length: L = 8.5 m
Buckling y-y L_y = 17 m (sway)
Buckling z-z L_z = 17 m (sway)



Concrete: C40/50
Bi-linear stress-strain diagram
Exposure class: XC3

Longitudinal reinforcement: B 500B
Bi-linear with an inclined top branch
16ϕ25 mm (A_s = 7854 mm^2)
ρ_l = 3,142 % (61.7 kg/m)

Shear reinforcement: B 500B
Bi-linear with an inclined top branch
ϕ8/93.9 mm (n_s = 4) (A_{sw} = 201 mm^2)
ρ_w = 0,851 % (16.7 kg/m) (A_{swm} = 2127 mm^2/m)

Cover (stirrup)
Top: 30 mm
Bottom: 30 mm
Left: 30 mm
Right: 30 mm

Material characteristics

Design concrete compressive strength

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{1 \cdot 40}{1.2} = 33.3 \text{ MPa}$$

Design yield strength of longitudinal reinforcement

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{500}{1} = 500 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

Forces

Content of combination: LC1+LC2+0.30*LC3+LC5

From FEM analysis:

N = -239 kN M_y = 576 kNm M_z = 257 kNm

Compression member evaluation:

$N_{Ed} < N_{com}$ = -239 kN < -833 kN ... not compression member

Note: First and second order eccentricity will not be taken into account, because the member is not considered as a compression member (normal force is relatively small or zero).

Recalculation of bending moments:

Second order effect: No
Imperfections: No
N_{Ed} = -239 kN M_{Edy} = 576 kNm M_{Edz} = 257 kNm

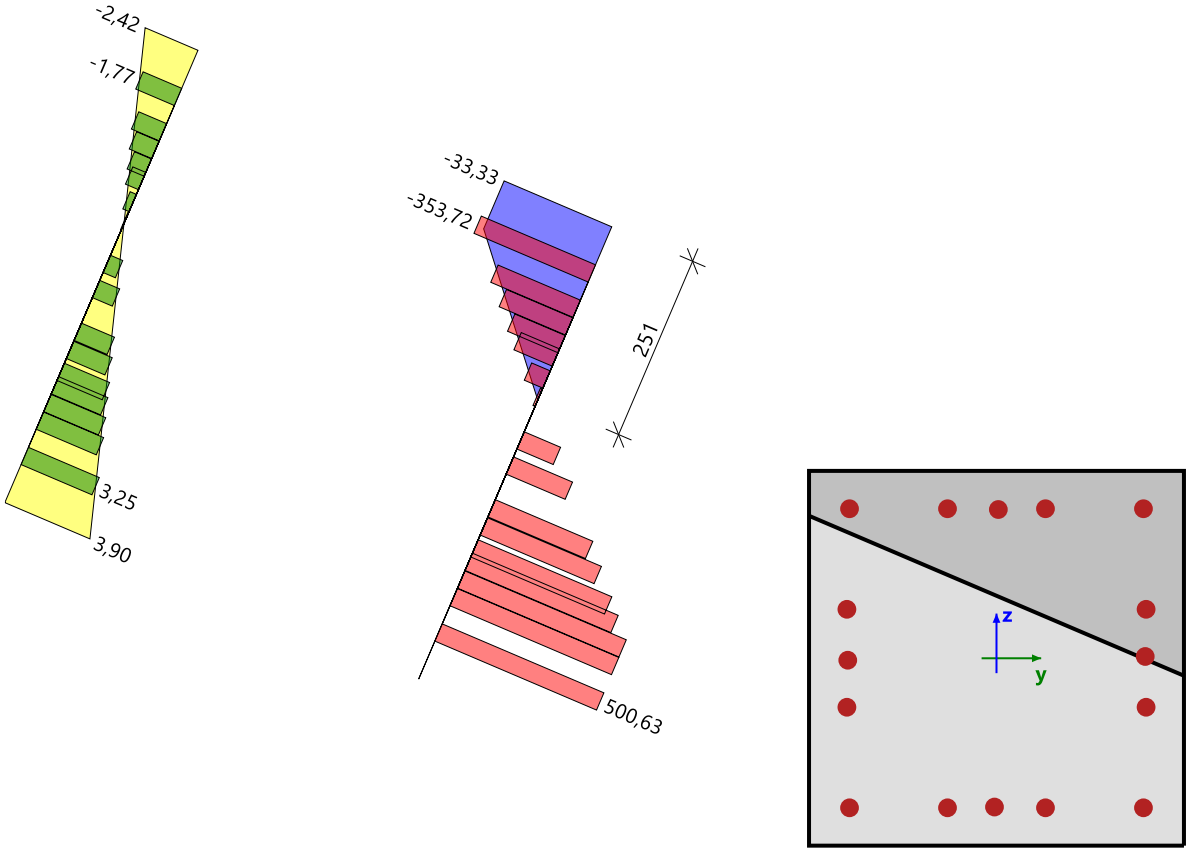
Member is taken as isolated member: No
Use for calculation equivalent moments: No

Summary of check

Type of component	Fibre / Bar	ε_{extr} [‰]	σ_{extr} [MPa]	Check strain [-]	Check stress [-]	UC [-]	Limit [-]	Status
Concrete	3	-2.42	-33.3	0,69	1,00	1,00	1	OK
Reinf.	1	3.25	501	0,07	0,93			

List of errors/warnings/notes: $N2_6$.

Stress and strain distribution



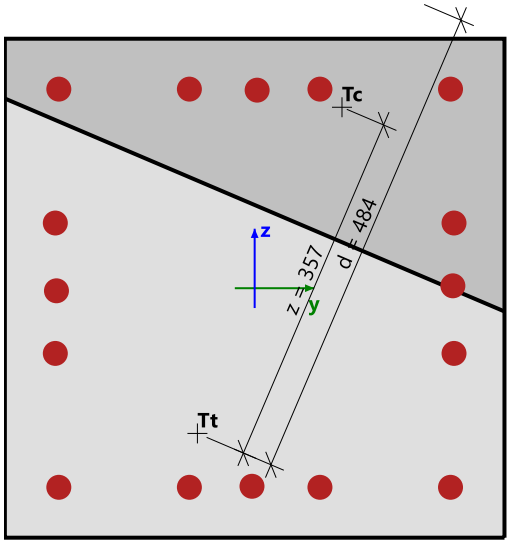
Extreme values of stress/strain in component

Type of component	Fibre / Bar	ε [‰]	ε_{lim} [‰]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	UC [-]	Status
Concrete - compression	3	-2.42	-3.5	-33.3	-33.3	1,00	OK
Concrete - tension	7	3.9	0	0	0	0,00	OK
Reinforcement - compression	3	-1.77	-45	-354	-536	0,66	OK
Reinforcement - tension	1	3.25	45	501	536	0,93	OK

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Plane of deformation

Strain in centre of gravity	ε_x = 0.738 ‰
Curvature around (y) axis	ε_y = -8.85 ‰
Curvature around (z) axis	ε_z = -3.78 ‰
Height of compression zone	x = 251 mm
Balanced height of compression zone	x_{bal} = 274 mm
Limit height of compression zone	x_{lim} = 35 mm
Declination of neutral axis	α_{NA} = -23.1 °
Height of cross-section perpendicular to neutral axis	h = 656 mm
Effective depth of the cross-section perpendicular to the neutral axis	d = 484 mm
Lever arm of the cross-section perpendicular to the neutral axis	z =357 mm



Cross-section characteristics

Type of component	t_y [m]	t_z [m]	A [m^2]	I_y [m^4]	I_z [m^4]
Concrete - compression	0.053	0.155	0.0833	$2.35 \cdot 10^{-3}$	$1.74 \cdot 10^{-3}$
Concrete - tension	-0.027	-0.078	0.167	$2.86 \cdot 10^{-3}$	$3.47 \cdot 10^{-3}$
Reinforcement - compression	0.057	0.152	$3.44 \cdot 10^{-3}$	$99.6 \cdot 10^{-6}$	$80.8 \cdot 10^{-6}$
Reinforcement - tension	-0.045	-0.118	$4.42 \cdot 10^{-3}$	$104 \cdot 10^{-6}$	$120 \cdot 10^{-6}$
Whole concrete	0	0	0.25	$5.21 \cdot 10^{-3}$	$5.21 \cdot 10^{-3}$
All reinf. bars	0	0	$7.85 \cdot 10^{-3}$	$203 \cdot 10^{-6}$	$201 \cdot 10^{-6}$

Forces in all cross-section components

Type of component	N_{res} [kN]	$M_{res,y}$ [kNm]	$M_{res,z}$ [kNm]	e_y [m]	e_z [m]
Concrete - compression	-1302	234	119	0.091	0.18
Concrete - tension	0	0	0	0	0
Reinforcement - compression	-566	104	44.2	0.078	0.184
Reinforcement - tension	1628	237	93.3	-0.057	-0.146
All in compression	-1868	339	163	0.087	0.181
All in tension	1628	237	93.3	-0.057	-0.146
Summary	-240	576	257		

Detailed results of stresses and strains in concrete fibres

Fibre	Material	y_i [m]	z_i [m]	ε [‰]	ε_{lim} [‰]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	$\varepsilon / \varepsilon_{lim}$ [-]	σ / σ_{lim} [-]	Check
1	C40/50	0.25	-0.25	2.01	0	0	0	0	0	OK
2	C40/50	0.25	0	-0.21	-3.5	-3.93	-33.3	0.06	0.12	OK
3	C40/50	0.25	0.25	-2.42	-3.5	-33.3	-33.3	0.69	1	OK
4	C40/50	0	0.25	-1.48	-3.5	-28.1	-33.3	0.42	0.84	OK
5	C40/50	-0.25	0.25	-0.53	-3.5	-10.1	-33.3	0.15	0.3	OK
6	C40/50	-0.25	0	1.68	0	0	0	0	0	OK
7	C40/50	-0.25	-0.25	3.9	0	0	0	0	0	OK
8	C40/50	0	-0.25	2.95	0	0	0	0	0	OK

Detailed results of stresses and strains in reinforcement bars

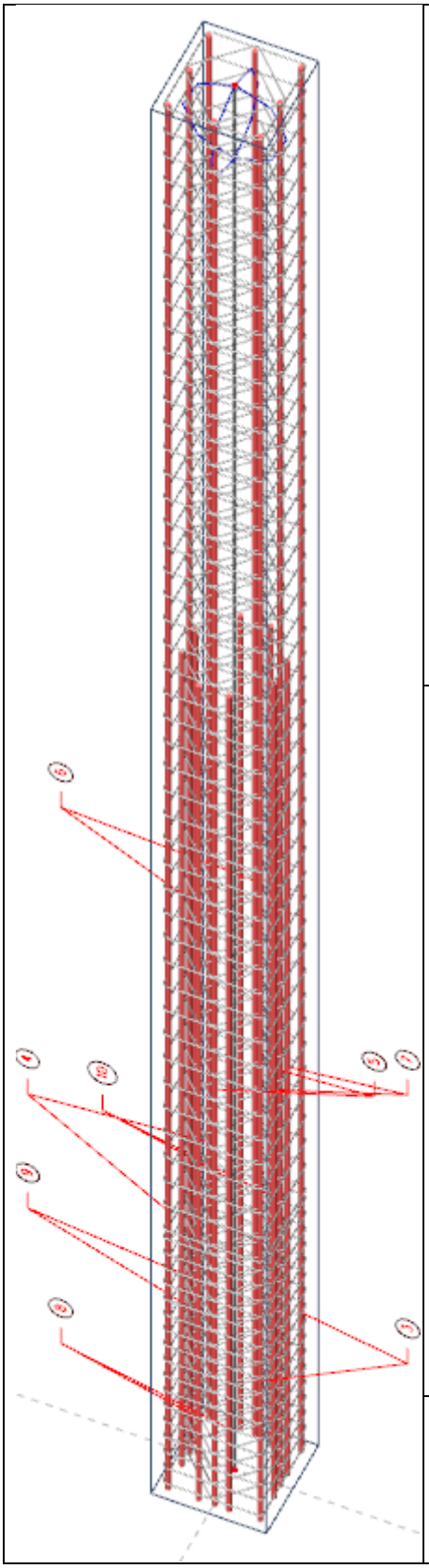
Bar	Material	d_s [mm]	y_i [m]	z_i [m]	ε [‰]	ε_{lim} [‰]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	$\varepsilon / \varepsilon_{lim}$ [-]	σ / σ_{lim} [-]	Check
1	B 500B	25	-0.196	-0.2	3.25	45	501	536	0.07	0.93	OK
2	B 500B	25	0.196	-0.2	1.76	45	353	536	0.04	0.66	OK
3	B 500B	25	0.196	0.2	-1.77	-45	-354	-536	0.04	0.66	OK
4	B 500B	25	-0.196	0.2	-0.29	-45	-57.5	-536	0.01	0.11	OK
5	B 500B	25	-0.198	$-3 \cdot 10^{-3}$	1.51	45	302	536	0.03	0.56	OK
6	B 500B	25	$-3 \cdot 10^{-3}$	-0.198	2.51	45	500	536	0.06	0.93	OK
7	B 500B	25	0.198	$2 \cdot 10^{-3}$	-0.03	-45	-6.48	-536	0	0.01	OK
8	B 500B	25	$2 \cdot 10^{-3}$	0.198	-1.03	-45	-206	-536	0.02	0.38	OK
9	B 500B	25	-0.065	-0.2	2.75	45	500	536	0.06	0.93	OK
10	B 500B	25	0.065	-0.2	2.26	45	452	536	0.05	0.84	OK
11	B 500B	25	-0.2	0.065	0.91	45	183	536	0.02	0.34	OK
12	B 500B	25	-0.2	-0.065	2.07	45	414	536	0.05	0.77	OK
13	B 500B	25	0.065	0.2	-1.27	-45	-255	-536	0.03	0.48	OK
14	B 500B	25	-0.065	0.2	-0.78	-45	-156	-536	0.02	0.29	OK
15	B 500B	25	0.2	-0.065	0.56	45	113	536	0.01	0.21	OK
16	B 500B	25	0.2	0.065	-0.59	-45	-119	-536	0.01	0.22	OK

Explanation of errors, warnings and notes

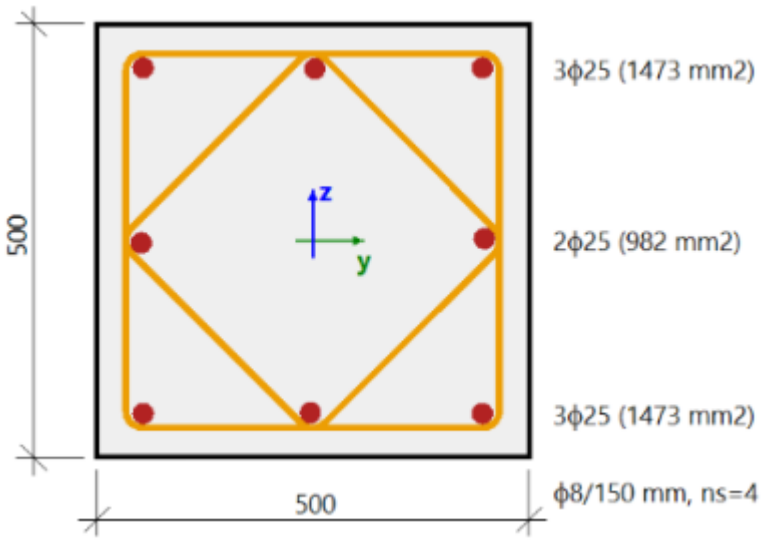
Index	Type	Description	Solution
$N2_6$	Note	First and second order eccentricity will not be taken into account, because the member is not considered as a compression member (normal force is relatively small or zero).	

5.4 Odabrana armatura stupa

5.4.1 Stup TIP 1

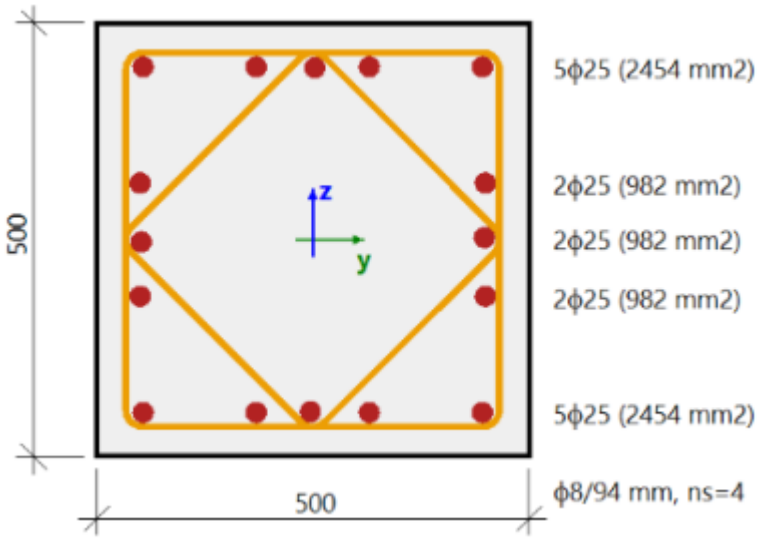


Osnovna armatura stupa



Postotak armiranja: 39,28/2500= 1,57%

Armatura kritične zone

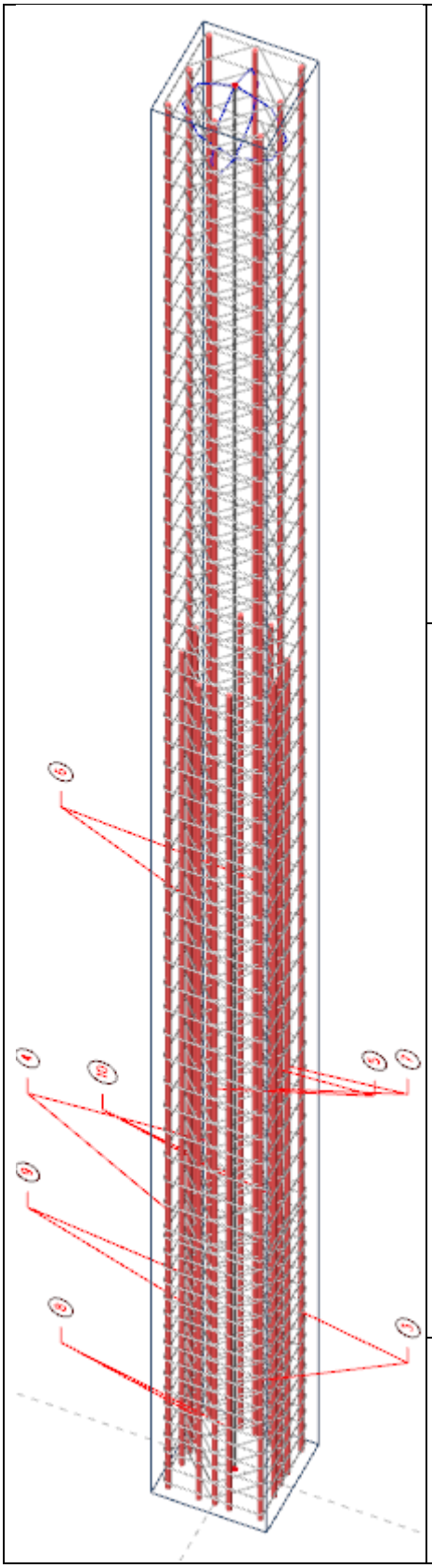


Postotak armiranja: 78.54/2500= 3,14%

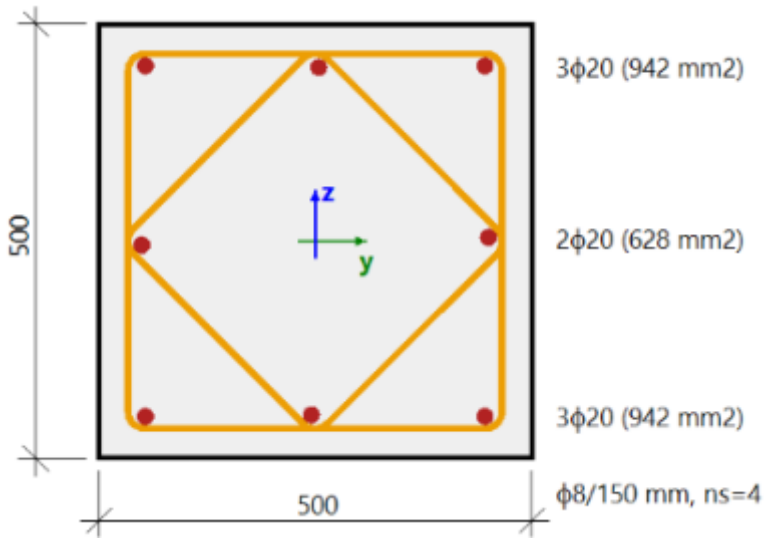
Dodatne šipke 2Φ25 po jednoj stranicipostavljaju se u duljini od 6m.

Beton C40/50
Armatura B500B

5.4.2 Stup TIP 2

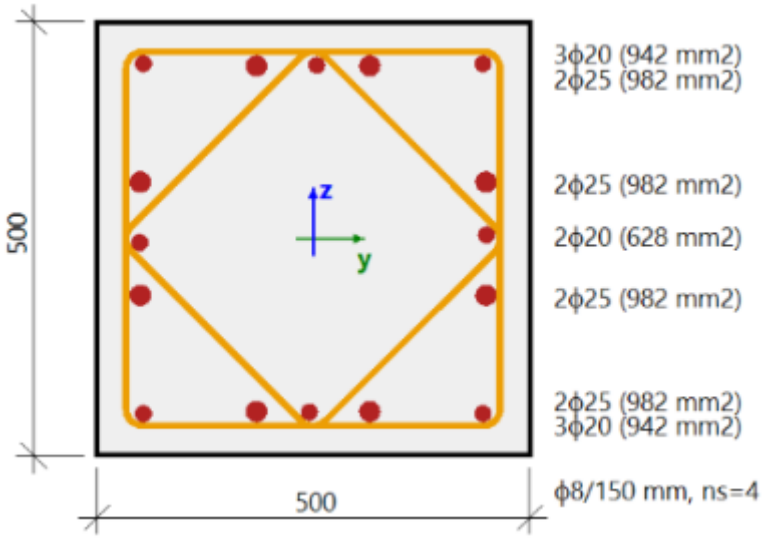


Osnovna armatura stupa



Postotak armiranja: 25,12/2500= 1,00%

Armatura kritične zone

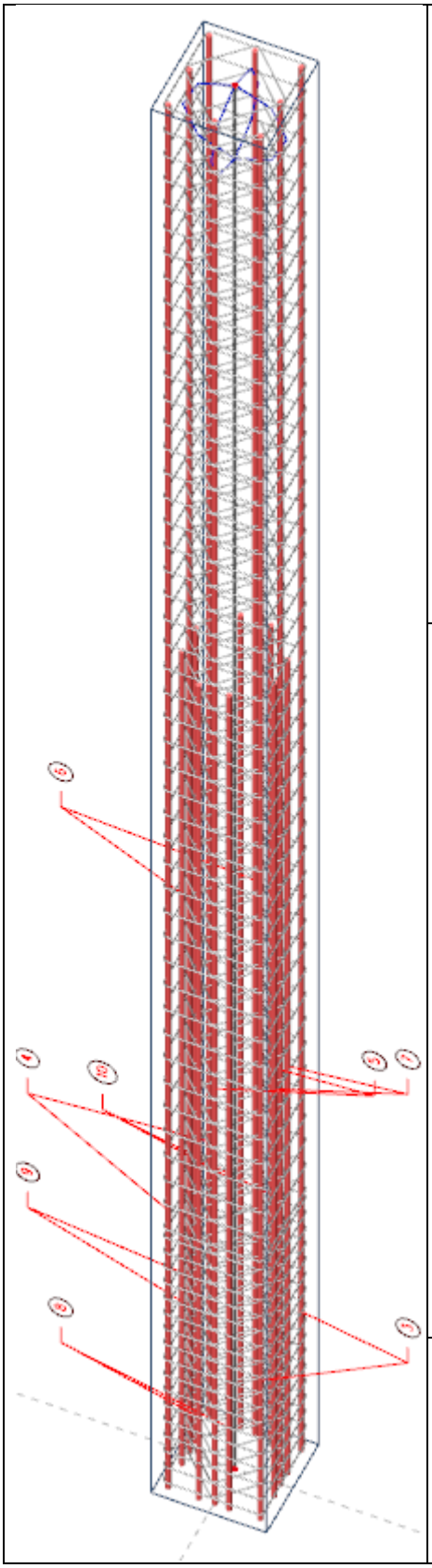


Postotak armiranja: 64,4/2500= 2,58%

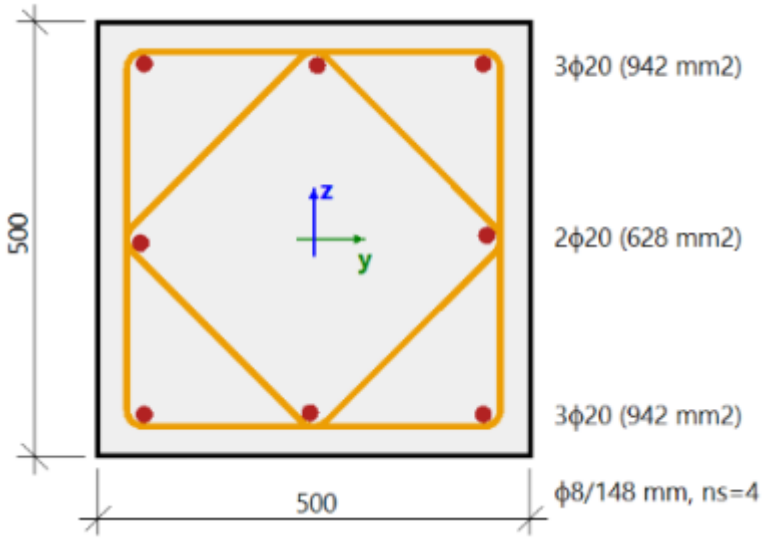
Dodatne šipke 2Φ25 po jednoj stranicipostavljaju se u duljini od 6m.

Beton C40/50
Armatura B500B

5.4.3 Stup TIP3

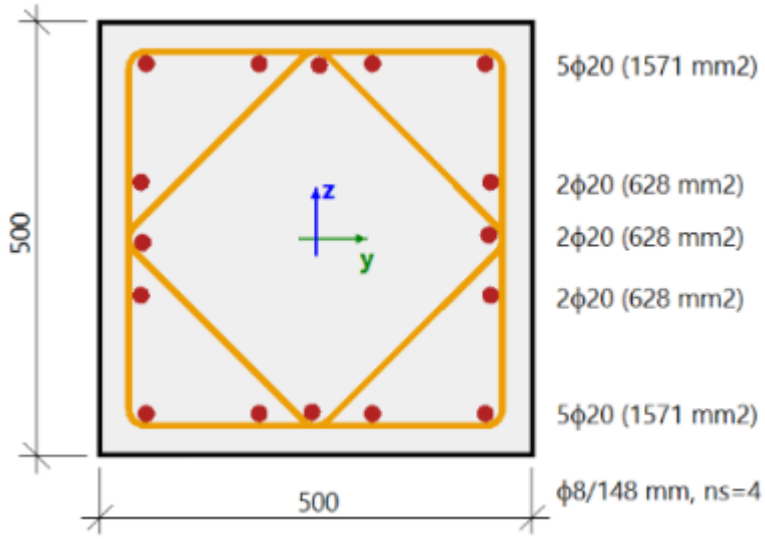


Osnovna armatura stupa



Postotak armiranja: 25,12/2500= 1,00%

Armatura kritične zone



Postotak armiranja: 50,24/2500= 2,00%

Dodatne šipke 2Φ25 po jednoj stranicipostavljaju se u duljini od 6m.

Beton C40/50
Armatura B500B

5.5 Provjera lokalne duktilnosti stupova

Za stup klase DCM uvjet lokalne duktilnosti prema HRN EN 1998-1; poglavlje 5.4.3.2.1 stavak (3) da vrijednost normalizirane uzdužne sile za potresnu kombinaciju ne prelazi vrijednost 0,65.

$$\nu_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \times f_{cd}} = \frac{1510\ kN}{2500cm^2 \times 2{,}67\ kN/cm^2} = 0{,}22 \leq 0{,}65$$

Provjera zadovoljava.

S obzirom da je vrijednost normalizirane uzdužne sile veća od 0,20 potrebna je armatura za ovijanje stupova u kritičnoj zoni pri upetosti stupa u temeljnu čašicu.

Kritična zona stupa je na visini od:

$$l_{cr} = max\{h_c; l_{cl}/6; 0{,}45\}$$

Gdje je

l_{cl}- svijetla visina stupa u m'

h_c-dimenzija najveće stranice stupa u m'

Za stup visine 10.5m

$$l_{cr} = max\{0{,}5; 10{,}5/6; 0{,}45\} = 1{,}75m - usvaja\ se\ \mathbf{1{,}75m}$$

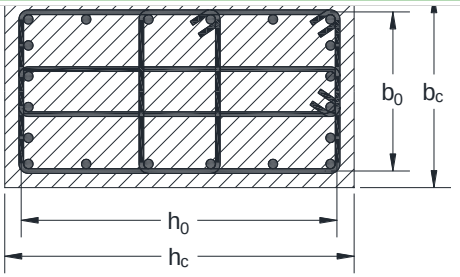
Za stup visine 9.8m

$$l_{cr} = max\{0{,}5; 9{,}8/6; 0{,}45\} = 1{,}63 - usvaja\ se\ \mathbf{1{,}65m}$$

Za stup visine 8.5m

$$l_{cr} = max\{0{,}5; 8{,}5/6; 0{,}45\} = 1{,}41 - usvaja\ se\ \mathbf{1{,}50m}$$

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887



Provjera ovijanja betonske jezgre

b_c=	50	[cm]	- ukupna širina poprečnog presjeka stupa
h_c=	50	[cm]	- ukupna dužina poprečnog presjeka stupa
c=	2,5	[cm]	- debljina zaštitnog sloja betona
ϕ=	0,8	[cm]	- promjer šipke ovojne armature
f_{yd}=	43,48	[kN/cm^2]	- proračunska granica popuštanja čelika za armiranje
f_{cd}=	2,67	[kN/cm^2]	- proračunska tlačna čvrstoća betona

Duljina kritičnog područja stupa

Ako je $l_{cl}/h_c<3$, ukupna visina stupa smatra se kritičnom zonom i prema tome stup u cjelosti treba armirati kao kritičnu zonu.

$$l_{cr} = max\left\{h_c; \frac{l_{cl}}{6}; 0{,}45\right\}$$

h_c=	0,5	[m]	- dimenzija najveće stranice presjeka stupa u metrima
l_{cl}=	8,5	[m]	- svijetla visina stupa u metrima
max=	1,416666667	[m]	

l_{cl}/h_c= 17 ≥3 → l_{cr}= 1,416667 [m] -duljina kritične zone

Razmak spona u kritičnoj zoni

$$s = \min\left\{\frac{b_0}{2}; 175; 8d_{bl}\right\}$$

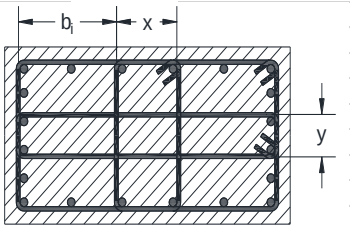
b_o=	442	[mm]	- širina ovijene jezgre
h_o=	442	[mm]	- dužina ovijene jezgre
d_{bl}=	16	[mm]	- najmanji promjer uzdužne armature stupa
s_{max}=	128	[mm]	- maksimalni razmak vilica unutar kritične zone stupa
$s_{odabrano}$=	100	[mm]	- razmak vilica unutar kritične zone stupa
n=	14		- broj vilica unutar kritične zone stupa

Proračun ovijanja betonske jezgre

$$\alpha \times \omega_{wd} \geq 30 \times \mu_\phi \times \nu_d \times \varepsilon_{sy,d} \times \frac{b_c}{b_0} - 0{,}035$$

x=	220	[mm]	- razmak između susjednih obavijenih šipki u x smjeru
y=	220	[mm]	- razmak između susjednih obavijenih šipki u y smjeru

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887



$$\left[\omega_{wd} = \frac{\text{volumen spona za ovijanje}}{\text{volumen betonske jezgre}} \times \frac{f_{yd}}{f_{cd}}\right]$$

ω_{wd}=	0,182756483	>	$\omega_{wd,min}$=	0,08	→	ω_{wd}=	0,182756 - mehanički obujamski omjer ovijenih spona u kritičnom području

$$\alpha = \alpha_n \times \alpha_s$$

$$\alpha_n = 1 - \sum_i^n b_i^2 / 6 b_0 h_0$$

$$\alpha_s = (1 - \frac{s}{2 \times b_0})(1 - \frac{s}{2 \times h_0})$$

α_n=	0,750749029	
α_s=	0,786552282	
α=	0,590503362	- faktor djelotvornosti ovijanja

$$\mu_\phi = 2q_0 - 1 \quad T_1 \geq Tc$$

$$\mu_\phi = 1 + 2(q_0 - 1)Tc/T_1 \quad T_1 < Tc$$

T_1=	1,25	- osnovni period oscilacija zgrade
T_c=	0,6	- period na gornjoj granici konstantnog dijela spektra
q_0=	2	- osnovna vrijednost faktora ponašanja iz tablice 5.11. HRN EN 1998-1; 2011
μ_Φ=	3	- zahtijevana vrijednost faktora duktilnosti s obzirom na zakrivljenost

$$\nu_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \times f_{cd}}$$

N_{Ed}=	1510	[kN]	- uzdužna sila u stupu
A_c=	2500	[cm^2]	- površina poprečnog presjeka stupa
ν_d=	0,226217228		- normalizirana proračunska osna sila

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E_S}$$

E_s=	200000	- modul elastičnosti čelika
$\varepsilon_{sy,d}$=	0,002174	-proračunska vrijednost vlačne deformacije čelika pri popuštanju

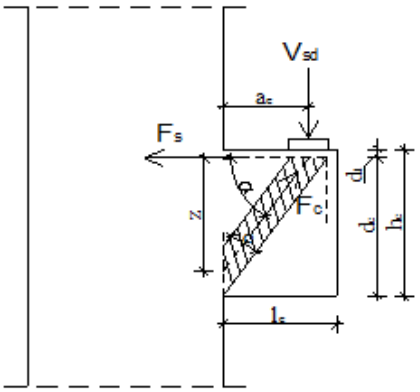
$$\alpha \times \omega_{wd} \geq 30 \times \mu_\phi \times \nu_d \times \varepsilon_{sy,d} \times \frac{b_c}{b_0} - 0{,}035$$

0,107918	≥	0,01507		→	Odabrana armatura zadovoljava uvjet.

5.6 Kratka konzola za L1 i L2 gredu

PRORAČUN KRATKE KONZOLE	POZ.	K1

greda L1 i L2



1. Geometrijske karakteristike

h_c =	40,00	cm	$d_c = h_c - d_1$ =	35,00	cm
b_c =	50,00	cm	$z = 0,8 \cdot d_c$ =	28,00	cm
l_c =	30,00	cm	$c = 0,2 \cdot d_c$ =	7,00	cm
a_c =	15,00	cm	$\alpha = arctg \cdot (z/a_c)$ =	62°	
d_1 =	5,00	cm	cos α =	0,472	

h_c - visina konzole
b_c - širina konzole (stupa)
l_c - dužina konzole

2. Gradivo

Beton:

Klasa:	C 30/37	
f_{ck} =	30,00	MPa
f_{cd} =	20,00	MPa

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,00	MPa
f_{yd} =	434,78	MPa

Koficijenti sigurnosti - materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

3. Opterećenje

V_{Ed} =	450,00	kN
$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot a_c$ =	67,50	kNm

4. Dimenzioniranje na moment savijanja

$A_{s1} = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd})$ =	5,54	cm²
Profil:	Ø14	
Broj kom.	6	
$A_{s,odab.}$ =	9,24	cm²

5. Kontrola nosivosti tlačnog štapa

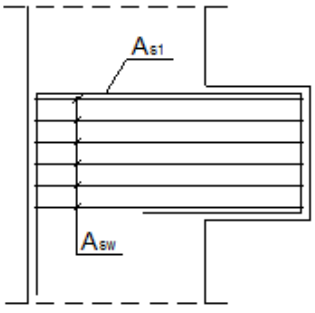
Uvjet nosivosti: $F_{sdc} < f_{cd} \cdot c \cdot b$

$F_{sdc} = F_{sds} / \cos\alpha$ = 510,5 kN < $f_{cd} \cdot c \cdot b_c$ = 700,0 kN

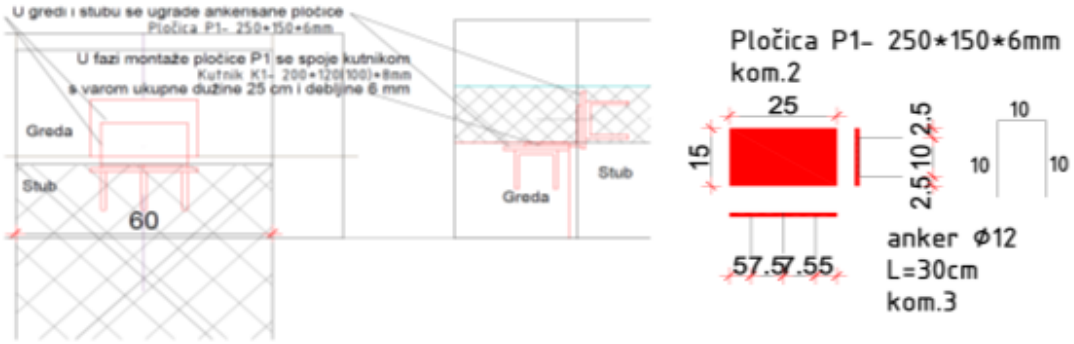
Zadovoljava!

6. Dimenzioniranje za poprečnu silu

μ=	1,4	
$A_{sw} = V_{Ed} / (\mu \cdot f_{yd})$	7,39	cm²
Profil:	Ø12	
Reznost(m)=	2	
Broj kom.	5	
$A_{sw,odab.}$ =	11,31	cm²



Proračun spoja stup i grede



Spoj greda i stubova se ostvaruje zavarivanjem kutnika dimenzija 200x120x8 mm preko čeličnih pločica ugrađenih na gredu i u stub
(dimenzije 250x150x6 mm) linijskim varom a=6 mm, dužine od 25 cm.

Proračun vara

Debljina vara: a=6 mm
Duljina vara: l= 25 cm

Rezne sile:
Rmax =210 kN
Računska otpornost vara:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l$$
$$F_{w,Rd} = f_{wd} \times a$$

$$f_{wd} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{51/\sqrt{3}}{0,9 \times 1,25} = 26,2\ kN/cm^2$$

β_w – koeficijent koji ovisi o kvaliteti zavara, za Fe 510 iznosi 0,9

$$F_{w,Rd} = 26,2 \times 0,6 = 15,72\ kN/cm$$
$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l = 15,72 \times 25 = 393\ kN$$

Fed je 25% verikalne sile Fed=0,25*Ved= 112,5 KN

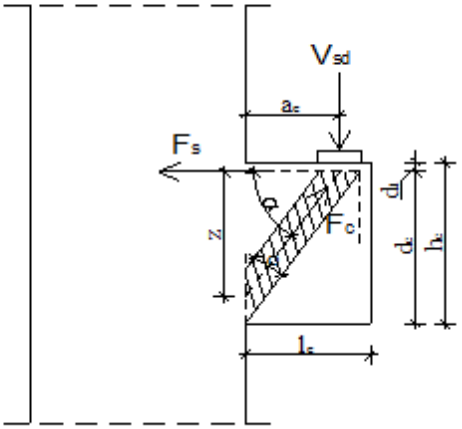
Uvjet: $F_{Ed} \leq F_{Rd}$

112,5 <393 KN zadovoljava

5.7 Kratka konzola za L3 gredu

PRORAČUN KRATKE KONZOLE	POZ.	K2

greda L3



1. Geometrijske karakteristike

h_c =	60,00	cm	$d_c = h_c - d_1$ =	55,00	cm
b_c =	50,00	cm	$z = 0{,}8 \cdot d_c$ =	44,00	cm
l_c =	30,00	cm	$c = 0{,}2 \cdot d_c$ =	11,00	cm
a_c =	15,00	cm	$\alpha = \text{arctg}(z/a_c)$ =	71°	
d_1 =	5,00	cm	$\cos\alpha$ =	0,323	

h_c - visina konzole
b_c - širina konzole (stupa)
l_c - dužina konzole

2. Gradivo

Beton:

Klasa:	C 30/37	
f_{ck} =	30,00	MPa
f_{cd} =	20,00	MPa

Armatura:

Tip:	B 500B	
f_{yk} =	500,00	MPa
f_{yd} =	434,78	MPa

Koficijenti sigurnosti - materijala:

γ_c =	1,50
γ_s =	1,15

3. Opterećenje

V_{Ed} =	850,00	kN
$M_{Ed} = V_{Ed} \cdot a_c$ =	127,50	kNm

4. Dimenzioniranje na moment savijanja

$A_{s1} = M_{Ed} / (z \cdot f_{yd})$ =	6,66	cm^2
Profil:	Ø14	
Broj kom.	7	
$A_{s,odab.}$ =	10,78	cm^2

5. Kontrola nosivosti tlačnog štapa

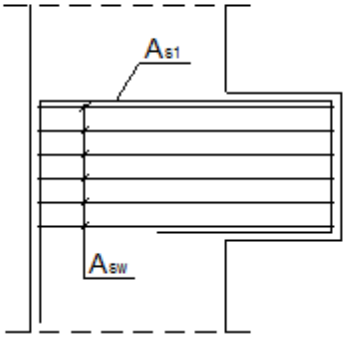
Uvjet nosivosti: $F_{sdc} < f_{cd} \cdot c \cdot b$

$F_{sdc} = F_{sds} / \cos\alpha$ = 898,0 kN < $f_{cd} \cdot c \cdot b_c$ = 1100,0 kN

Zadovoljava!

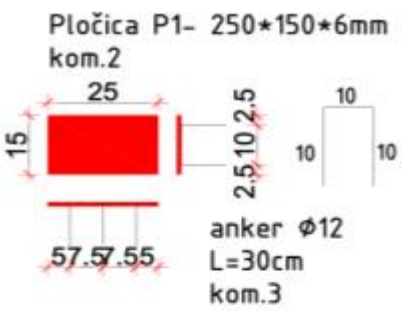
6. Dimenzioniranje za poprečnu silu

μ=	1,4	
$A_{sw} = V_{Ed} / (\mu \cdot f_{yd})$	13,96	cm^2
Profil:	Ø12	
Reznost(m)=	2	
Broj kom.	7	
$A_{sw,odab.}$ =	15,83	cm^2



Proračun spoja stup i grede





Spoj greda i stubova se ostvaruje zavarivanjem kutnika dimenzija 200x120x8 mm preko čeličnih pločica ugrađenih na gredu i u stub
(dimenzije 250x150x6 mm) linijskim varom a=6 mm, dužine od 25 cm.

Proračun vara

Debljina vara: a=6 mm
Duljina vara: l= 25 cm

Rezne sile:
Rmax =210 kN
Računska otpornost vara:

$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l$$
$$F_{w,Rd} = f_{wd} \times a$$

$$f_{wd} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w \times \gamma_{M2}} = \frac{51/\sqrt{3}}{0,9 \times 1,25} = 26,2\ kN/cm^2$$

β_w – koeficijent koji ovisi o kvaliteti zavara, za Fe 510 iznosi 0,9

$$F_{w,Rd} = 26,2 \times 0,6 = 15,72\ kN/cm$$
$$F_{Rd} = F_{w,Rd} \times l = 15,72 \times 25 = 393\ kN$$

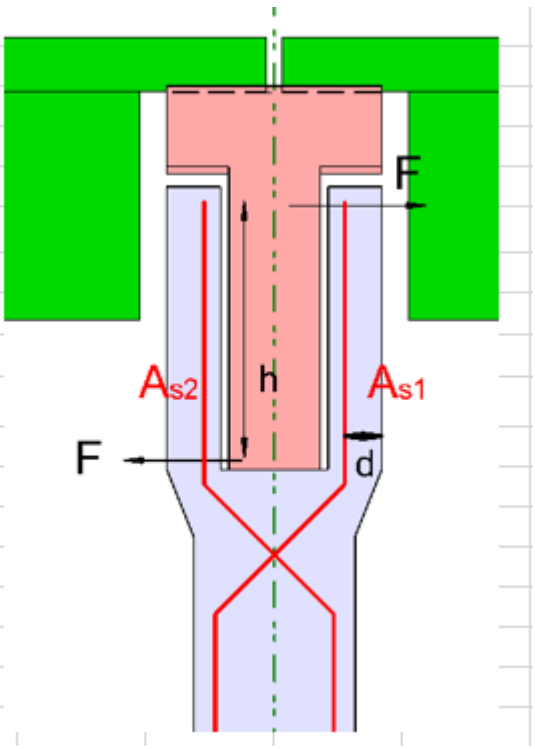
Fed je 25% verikalne sile Fed=0,25*Ved= 212,5 KN

Uvjet: $F_{Ed} \leq F_{Rd}$

212,5 <393 KN zadovoljava

5.8 Proračun kliješta

F=	100	[kN]	
h=	0,26	[m]	
d=	9,00	[cm]	
Msd=	26	[kNm]	
As1=	7,2	[cm^2]	
odabrano:			
	8	∅	12
$A_{s\ odabrano}$=	**9,05**		[cm^2]
(vrijedi za As1 i As2)			
reznost:	1		



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

6 ZIDANI ZIDOVI

6.1 Zidani zidovi

Za zidanje rabiti produžni mort marke M10 (fm=10.0 N/mm2), kojemu odgovara slijedeći volumni sastav: cement : hidratizirano vapno : pijesak = 1 : (¼ - ½) : (4 - 4¼)
Obvezno je popunjavanje mortom horizontalnih i uspravnih sljubnica između zidnih blokova. Po procjeni nadzornog inženjera utvrditi će se potreba za ispitivanjem tlačne čvrstoće morta. Sve vertikalne serklaže izbetonirati (C30/37) nakon zidanja ziđa, ostaviti nazubljeni završetak zida sa svake strane VS. Moguće je ugraditi posebne blokove koji oblikuju oplatu serklaža
Zidanii zidovi se izvode od siporeks opeke debljine 20 cm. U zidanim zidovima postaviti vertikalne i horizontalne serklaže. **Betoniranje serklaža** treba izvesti nakon zidanja kako bi se postiglo bolje prijanjanje između serklaža i ziđa. Ziđe uz vertiklani serklaž izvesti zupčasto (nazubljeno). Za vertikalne serklaže mogu se koristiti posebni blokovi za vertikalne serklaže.

6.1.1 Horizntalni i verikalni serklaži u zidanim zidovima

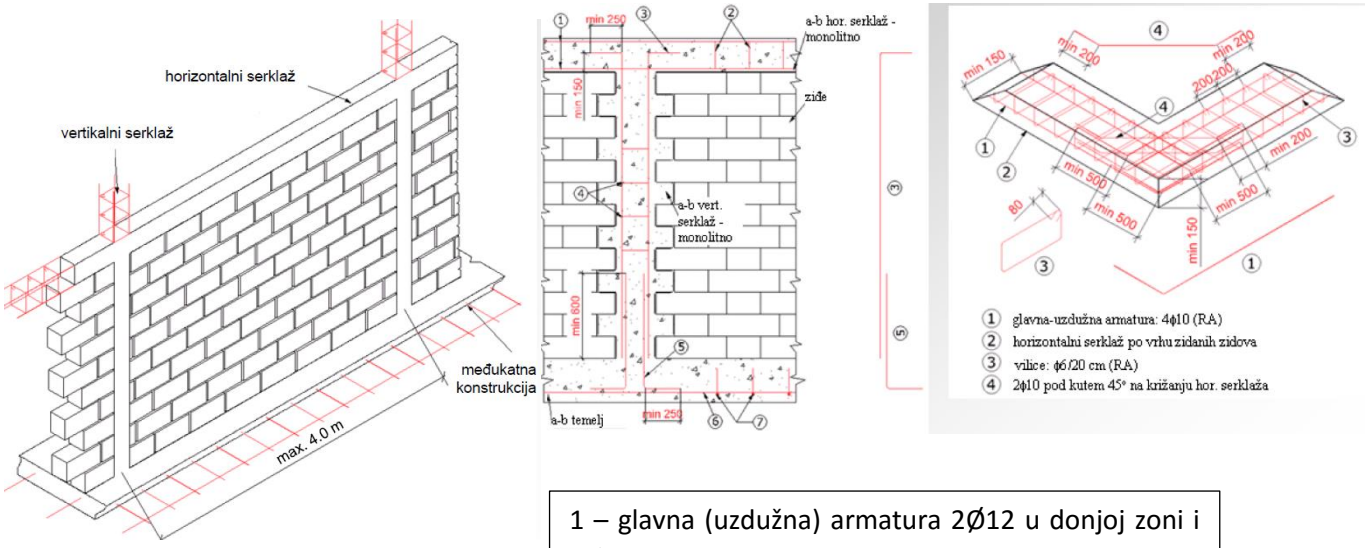
6.1.1.1 *Vertikalni serklaži*

- vertikalne serklaže potrebno je izvesti oko otvora površine A > 1.5 m^2
- vertikalne serklaže treba izvesti na svakom križanju i sučeljavanju zidova
- horizontalna udaljenost vertikalnih serklaža ne smije biti veća od 4 m
- min. dimenzije vertikalnih serklaža 20x20 cm za zidove debljine 20 cm, klasa betona C30/37
- vertikalne serklaže armirati s minimalno 8Ø14; po 3Ø14 u svaku stranu, vilice Ø8/20
- pri dnu i vrhu progustiti vilice na Ø8/10; tj. dodati po 10 vilica na svaki kraj
- iz temeljnih traka je potrebno ostaviti ankere za povezivanje s armaturom vertikalnih serklaža

6.1.1.2 *Horizontalni serklaži*

- po vrhu zidanih zidova izvesti horizontalni serklaž, HS se betonira zajedno sa AB pločom
- vertikalna udaljenost horizontalnih serklaža ne smije biti veća od 4 m
- dimenzije horizontalnih serklaža š/v=20/40 cm (visina zejedno sa pločom 40 cm); klasa betona C30/37
- visina serklaža se može prilagoditi visini zidanog zida tj može se povećati ili smanjiti za cca 5-10 cm tj na minimalnu visinu 30 cm ispod ploče tako da se opečni blokovi što manje skraćuju
- horizontalne serklaže armirati minimalno šipkama 2Ø12 u donjoj i 2Ø12 u gornjoj zoni; po sredini postaviti konstruktivnu armaturu 2Ø12
- vilice Ø8/20 po cijeloj duljini horizontalnog serklaža.
- obavezno povezati armaturu vertiklanih i horizontalnih serklaža sa „L“ ankerima Ø12 duljine 150 cm (75+75 cm)

Vertikalni i horizontalni serklaži



1 – glavna (uzdužna) armatura 2Ø12 u donjoj zoni i 2Ø12 u gornjoj zoni (RA)**
2- horizontalni serklaž pr vrhu zida
3 – vilice Ø8/20 cm (RA)
4 - 2Ø10 pod kutem 45° na križanju HS
** - ako glavna armatura završava kao ravna dodati „L“ ankere Ø12 ukupne duljine 150 cm (75+75 cm);

6.1.1.3 *Armatura nadvoja u zidanim zidovima*

Otvori širine <1,50 m

- iznad otvora u zidanim zidovima formirati armiranobetonski nadvoj visine minimalno 40 cm
- širina nadvoja ovisi o širini zida tj. širina je 20 cm
- nadvoje armirati sa 4Ø12 u donjoj zoni i 2Ø12 u gornjoj zoni
- poprečna armatura vilice Ø8/20 po cijeloj duljini

Otvori širine >1,5 m (do širine 2,50 m)

- iznad otvora u zidanim zidovima formirati armiranobetonski nadvoj visine 40 cm
- širina nadvoja ovisi o širini zida tj. širina je 20 cm
- nadvoje armirati sa 5Ø14 u donjoj zoni i 3Ø14 u gornjoj zoni
- poprečna armatura vilice Ø8/15 po cijeloj duljini, na krajevima dodati po 5 vilica na svaki kraj tj. progustiti vilice na Ø8/10 uz ležajeve

6.1.2 Dokaz tlačne čvrstoće

blok opeka, dimenzije: dxšxv=25x25x23.8 cm

srednja tlačna čvrstoća bloka: $f_{b,sred}$=10.0 MPa

normalizirana tlačna čvrstoća bloka: f_b=10.0*δ=10*1.15= 11.5 MPa

grupa zidnih blokova: 2 (K=0.45)

mort: M10 (f_m=10.0 MPa)

tlačna čvrstoća ziđa: $f_k = K \times f_b^{0.7} \times f_m^{0.3}$ = 0.45*11.5^0.7*5.0^0.3 = 4.03 MPa

parcijalni koef. sigurnosti za materijale: γ_M=2.2 (razred proizvodnje I., razred izvedbe B.)

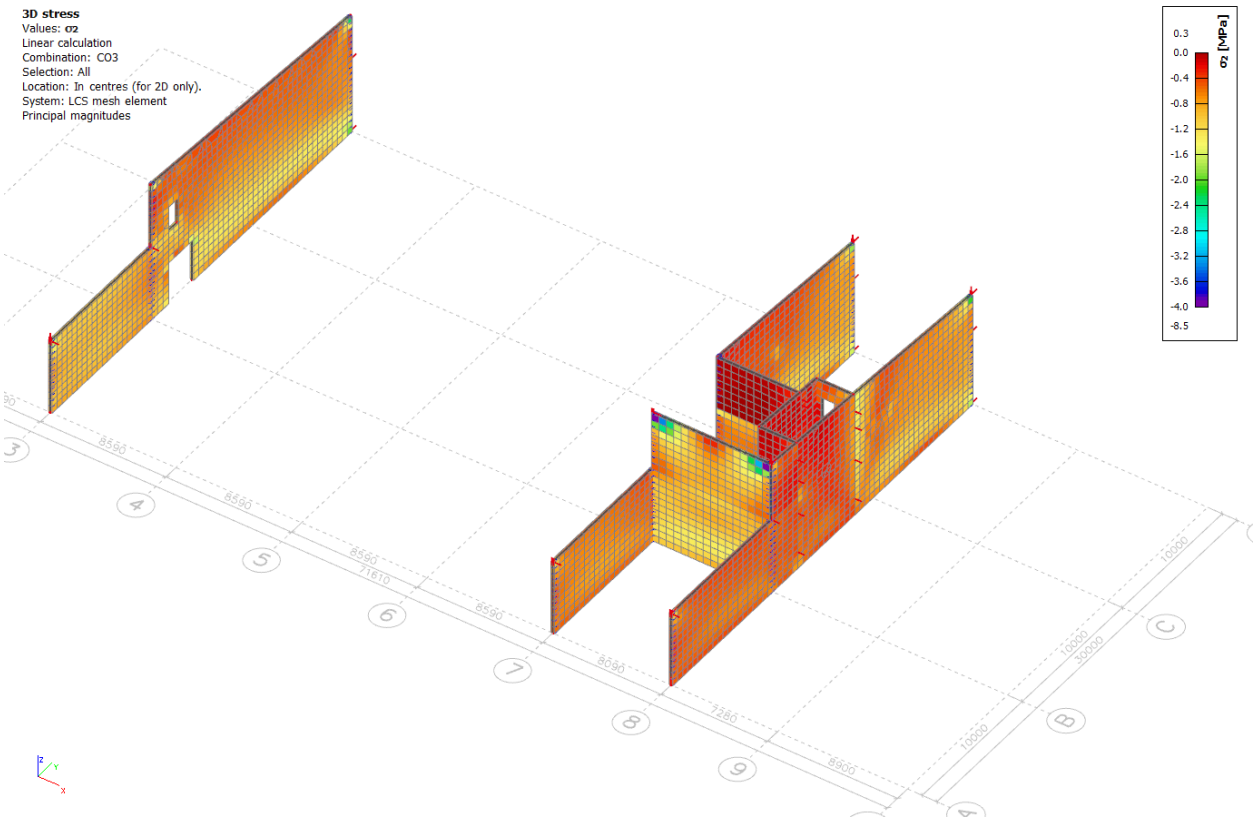
debljina nosivih zidova: t=25 cm

računska posmična čvrstoća ziđa

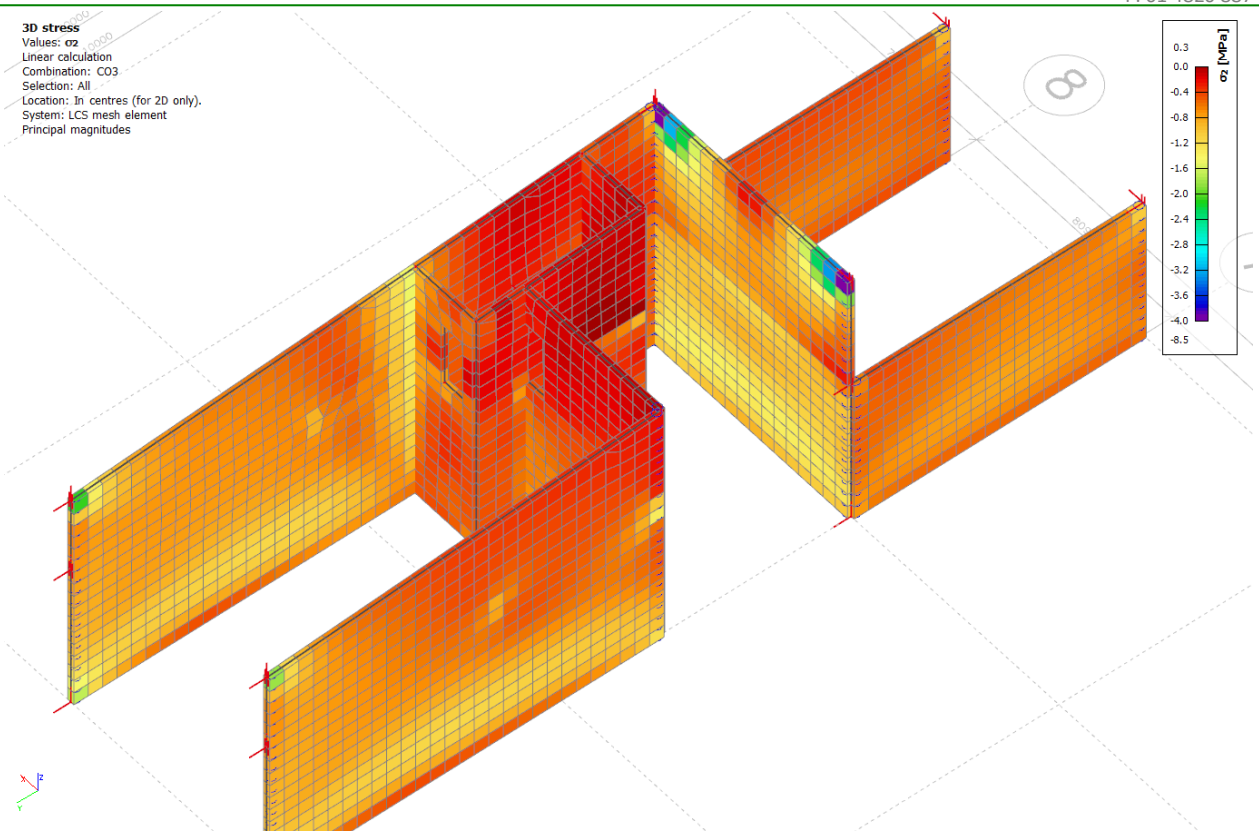
$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4\sigma_d \leq 0.065$ fb

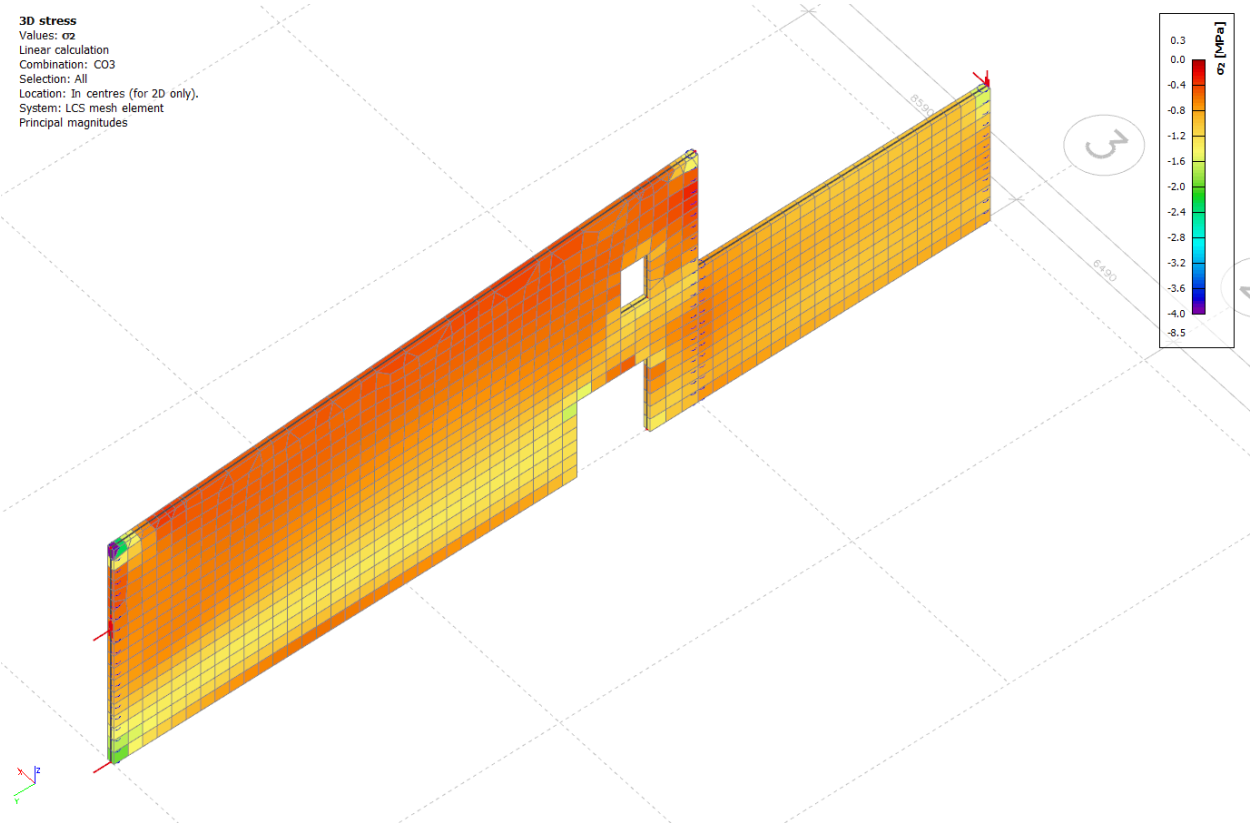
f_{vk0} – početna posmična čvrstoća, prema tablici

Glavno tlačno naprezanje za CO3



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

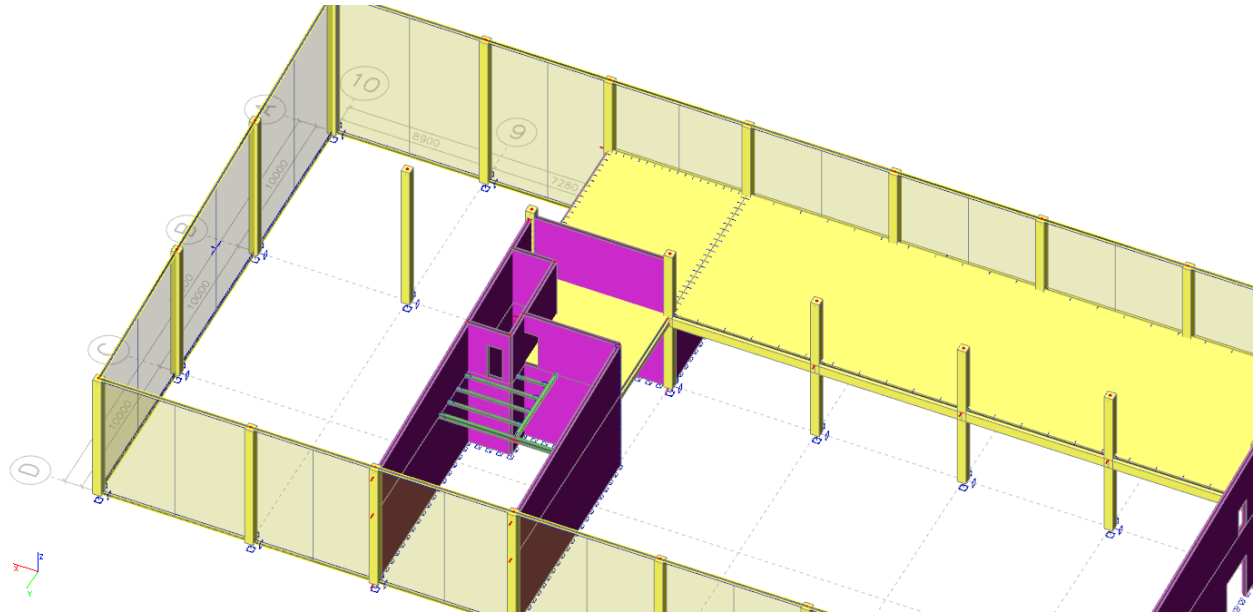


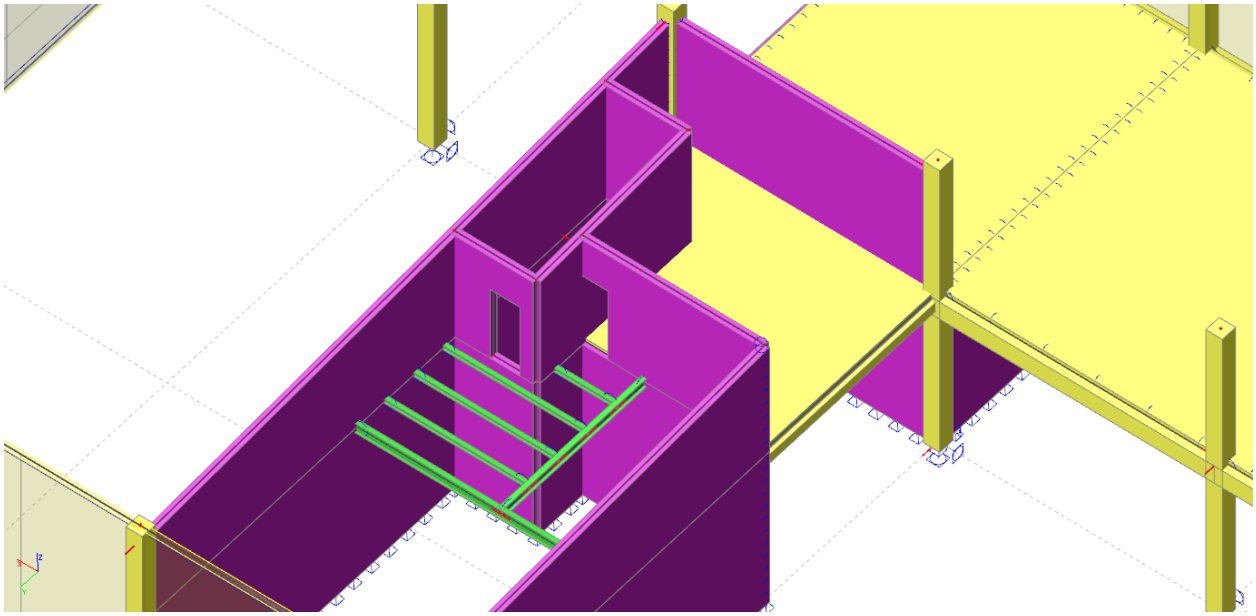


7 MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA 7-9 i B-D

7.1 Općenito

U dijelu konstrukcije oko stubišne jezgre međukatna ploča izvodi se kao monolitna debljine 20cm iz betona C30/37. Po slobodnoj strani ploče izvodi se greda ispod ploče poprečnog presjeka b/h=25/30+20, greda se sidri s jedne strane u serklaž zidanog zida dok se s druge strane sidri u montažni AB stup naknadnim sidrenjem kemijskom vezom.





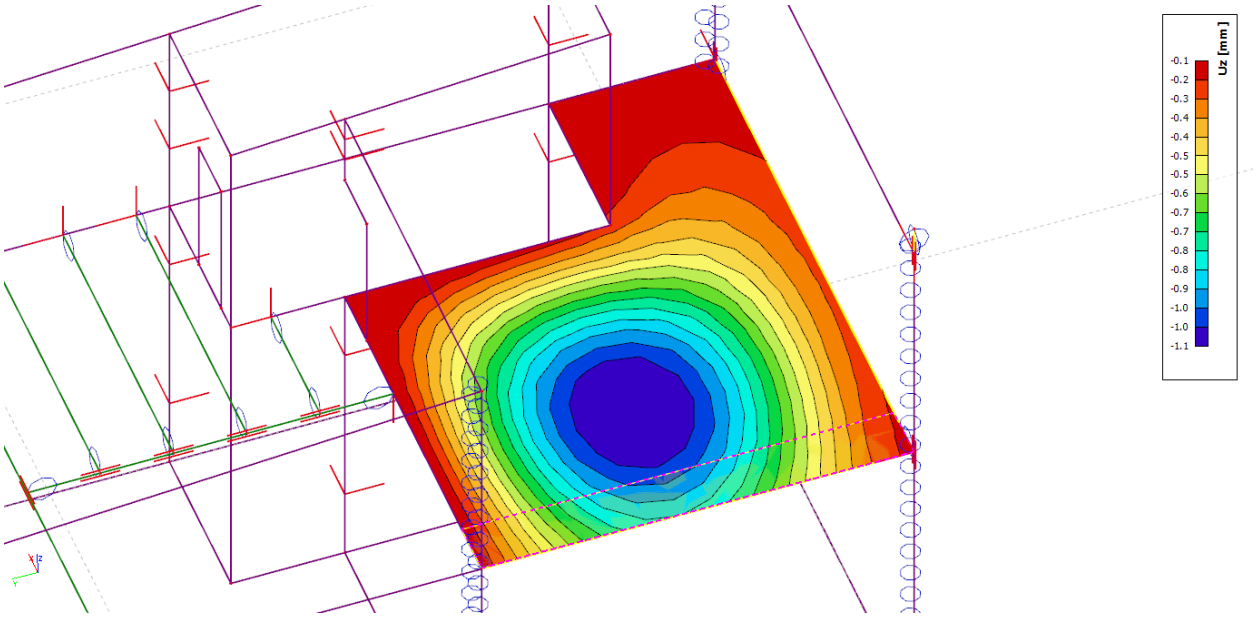
U dijelu servisne etaže konstrukcija se izvodi iz čeličnih nosača dok je hodna površina rešetkasto gazište. Glavni nosač izvodi se iz poprečnog presjeka IPE 300 (S235J2) dok se sekundarni nosači izvode iz profila HEA 140 (S235J2), nosači se sidre u AB sreklaže mehaničkim vijcima kao FISCHER FAZ II 16/25.

Sva djelovanja na konstrukciju prema analizi opterećenja.

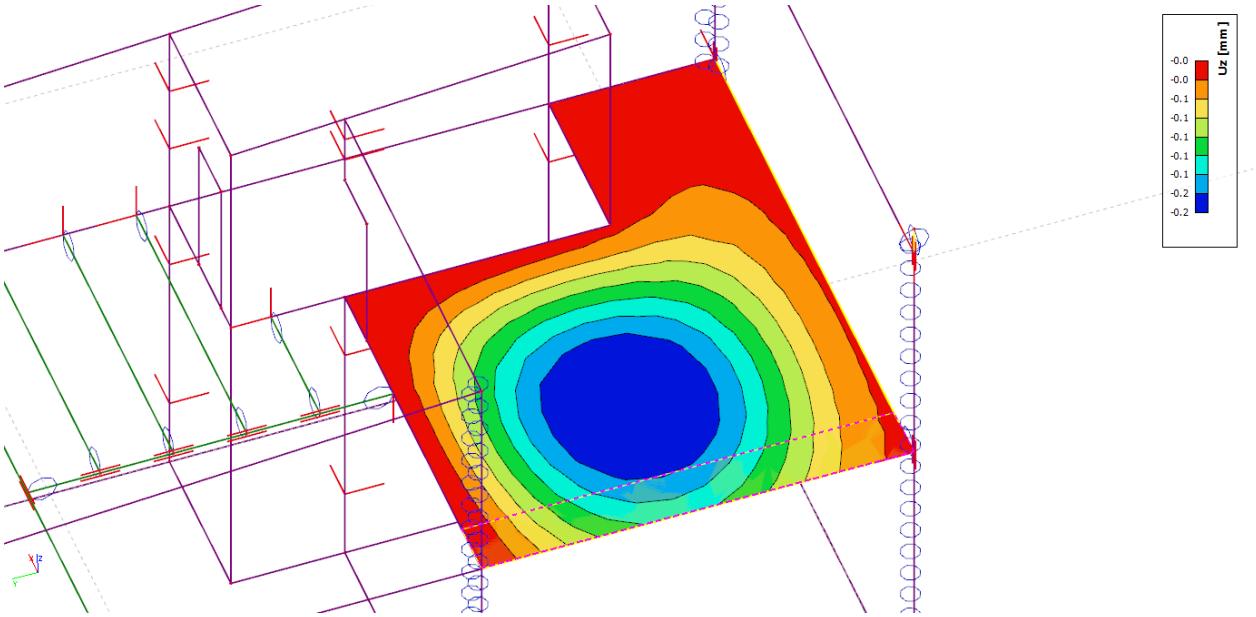
7.2 Monolitna ploča

7.2.1 Pomaci ploče

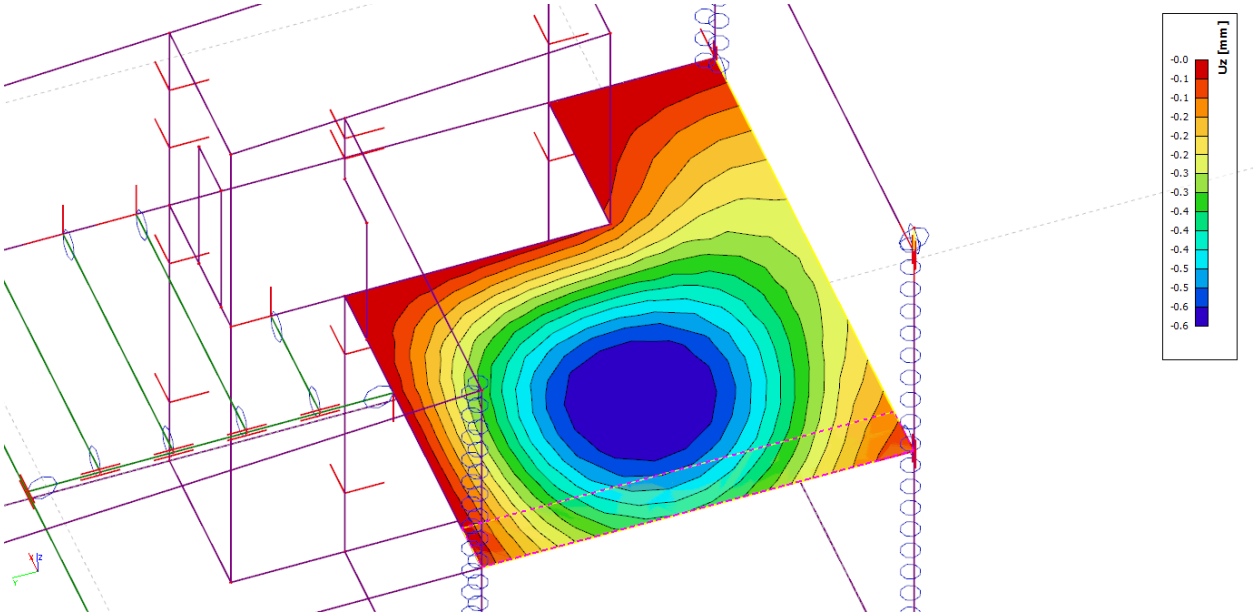
Pomak ploče za LC1 u (mm)



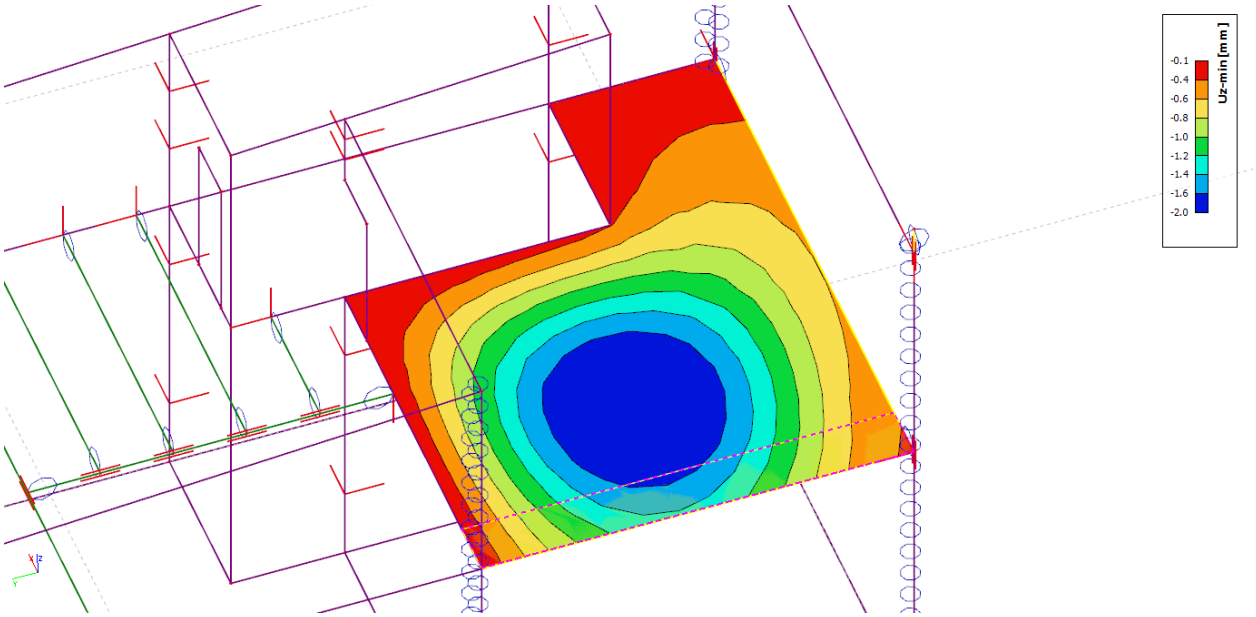
Pomak ploče za LC2 u (mm)



Pomak ploče za LC3 u (mm)



Pomak ploče za CO2-SLS CHAR u (mm)

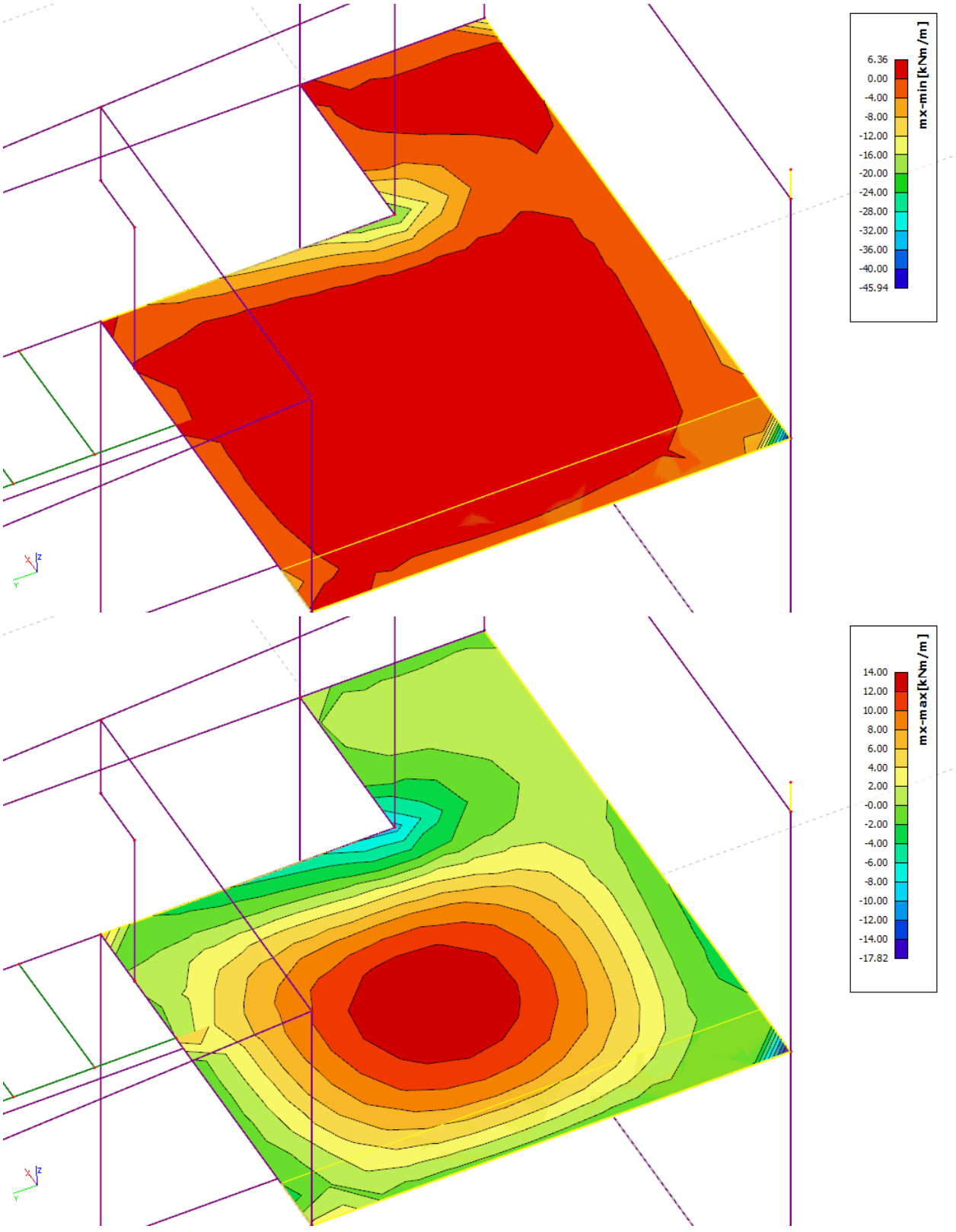


Dozvoljeni dugotrajni pomak ploče L/300= 21,6mm

Ostvareni pomak 2,0mm. Ploča zadovoljava SLS u pogledu dugotrajnih pomaka i vibracija.

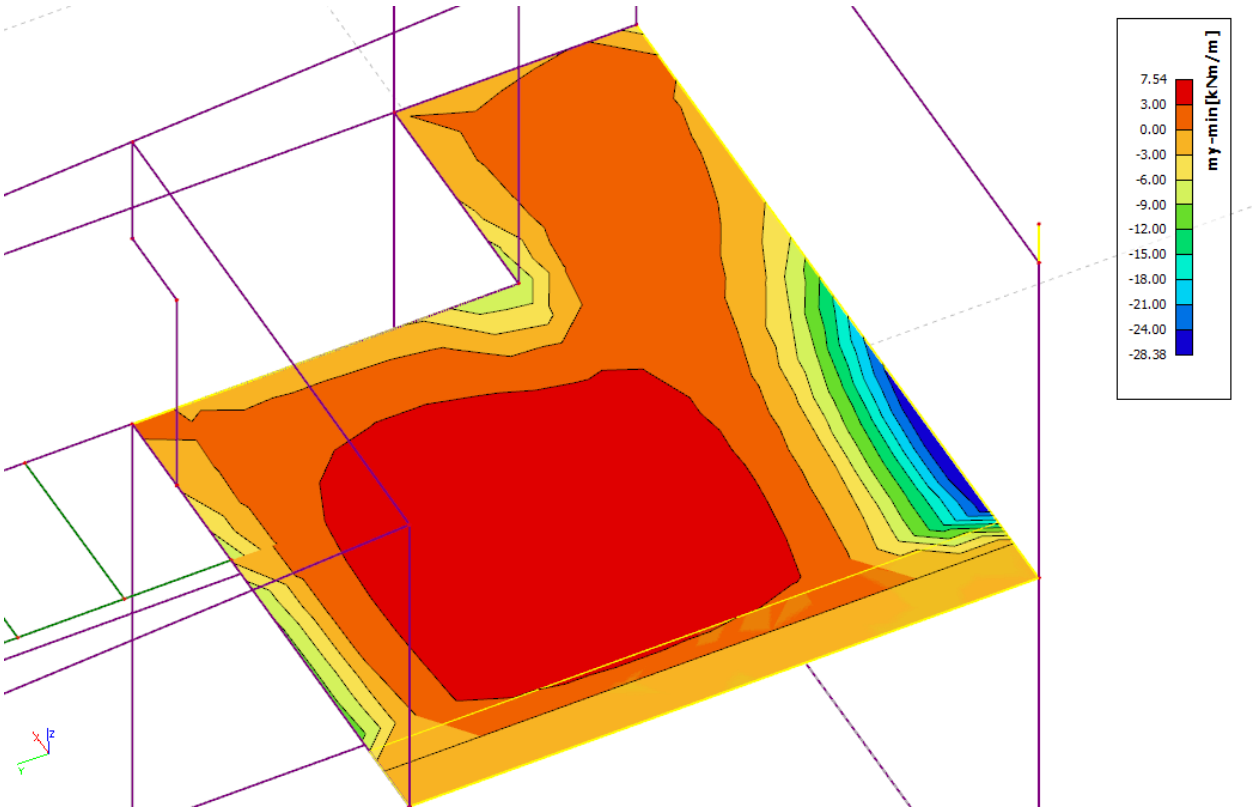
7.2.2 Rezne sile

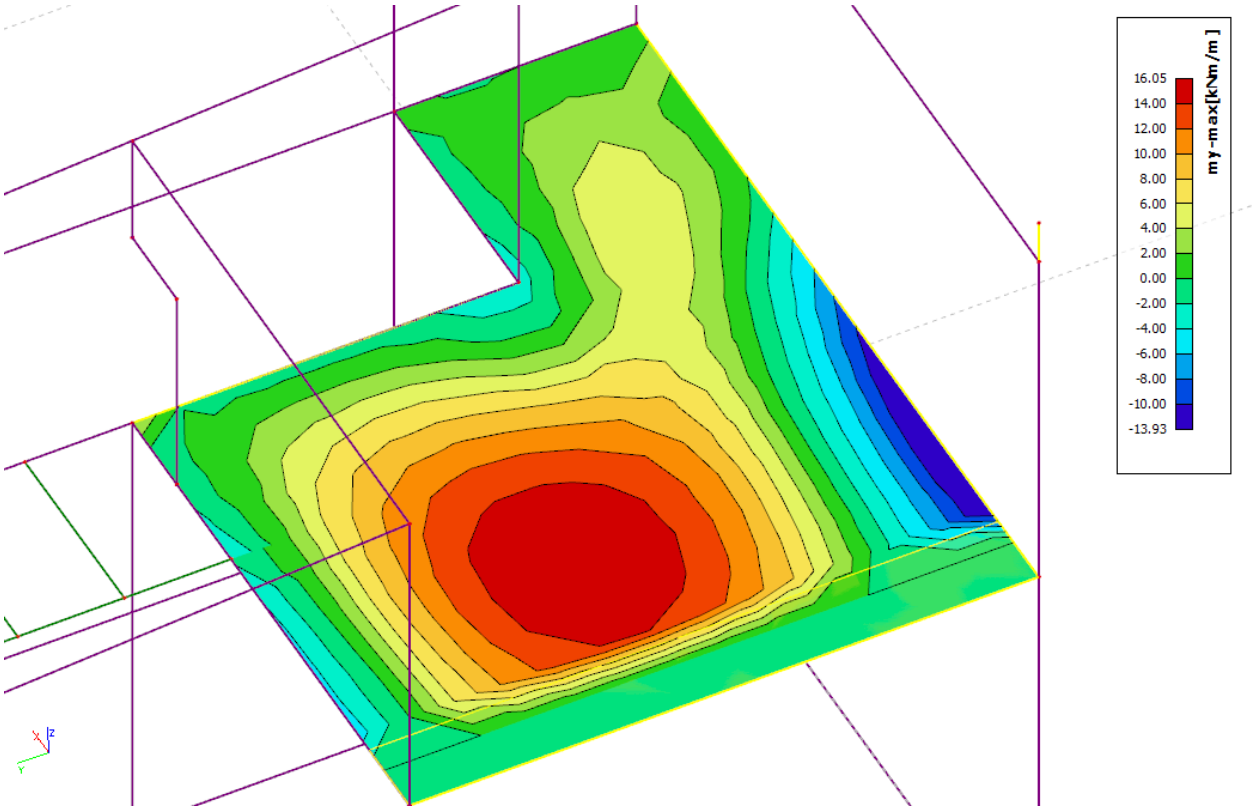
mx(kNm/m') za CO1 – ULS SET B



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

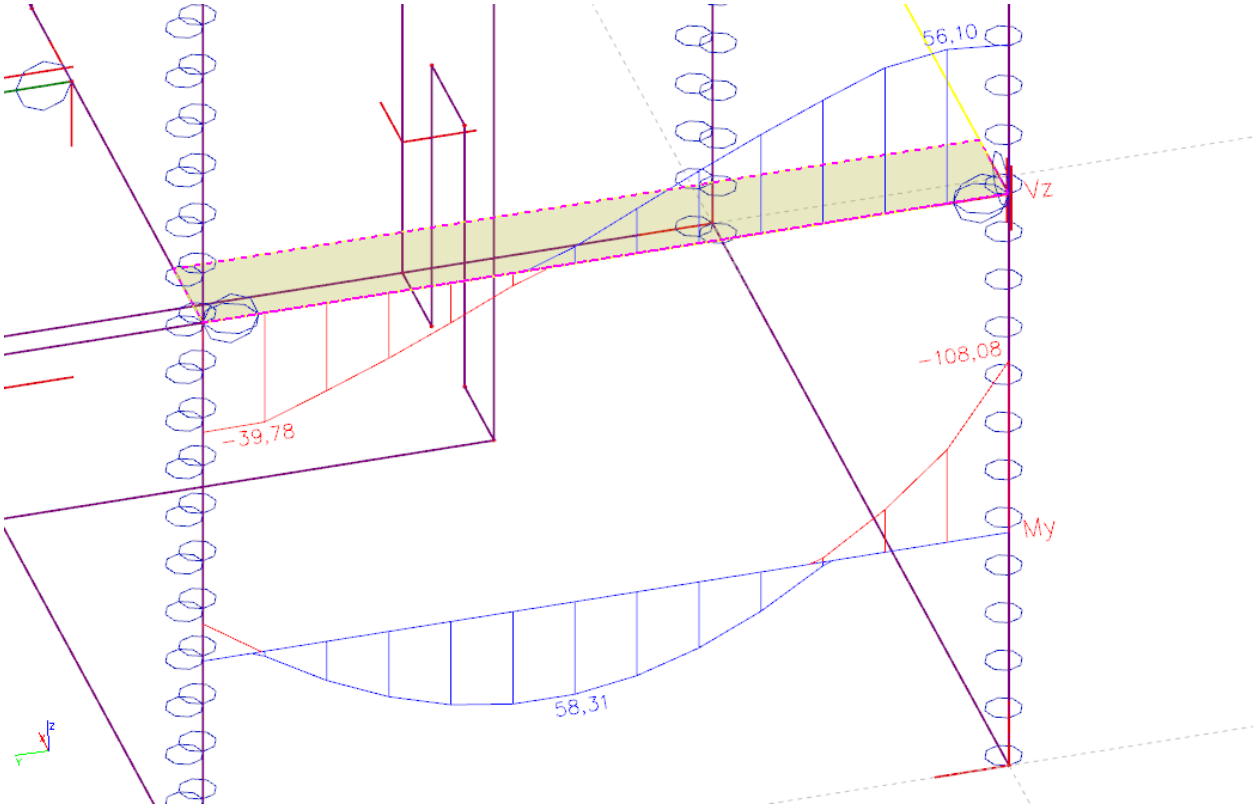
my(kNm/m') za CO1 – ULS SET B





za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

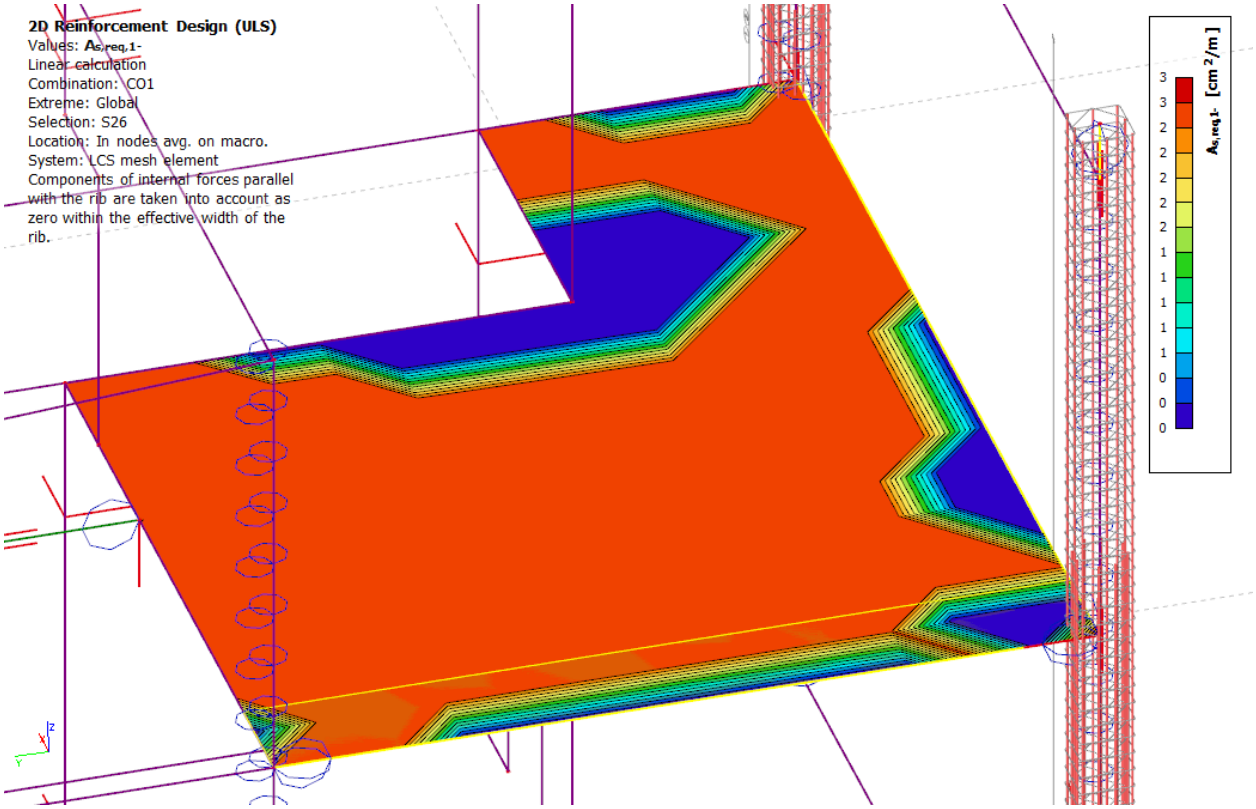
Rezne sile na grednom nosaču za CO1- ULS SET B

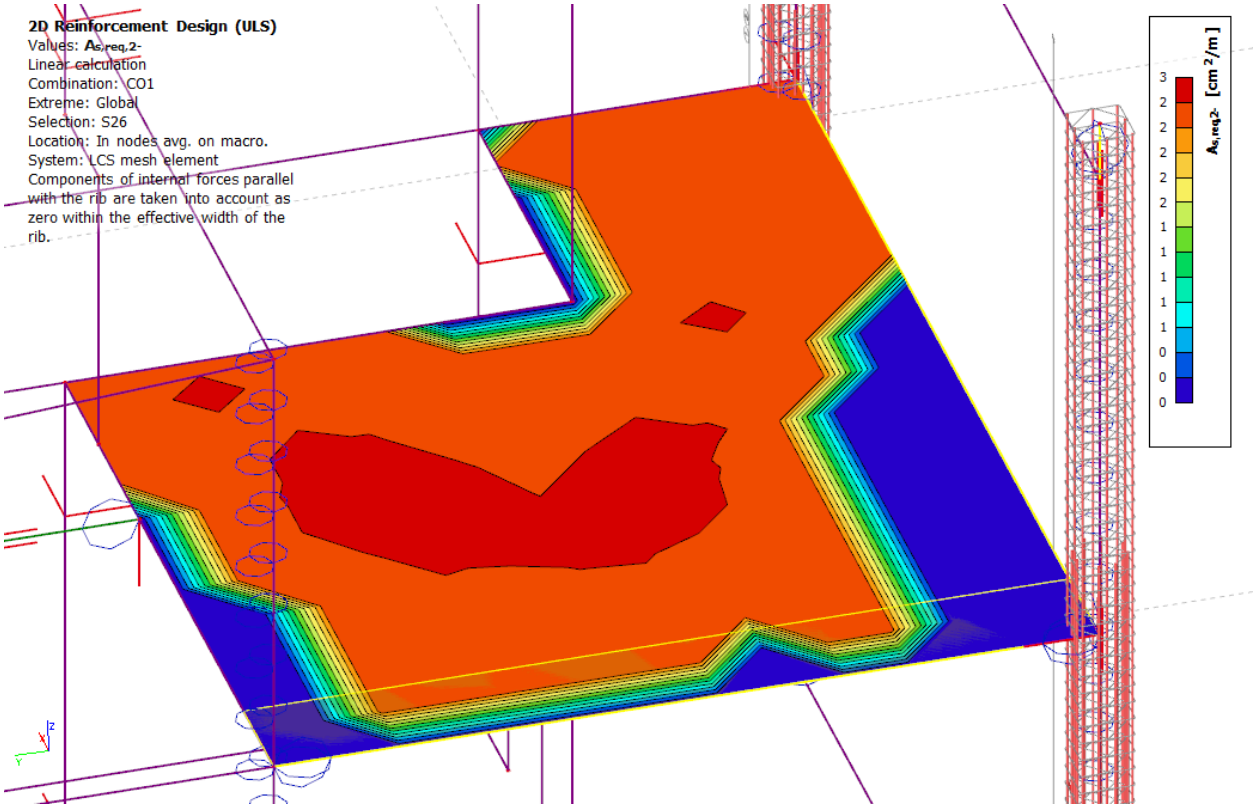


7.3 Proračun potrebne armature

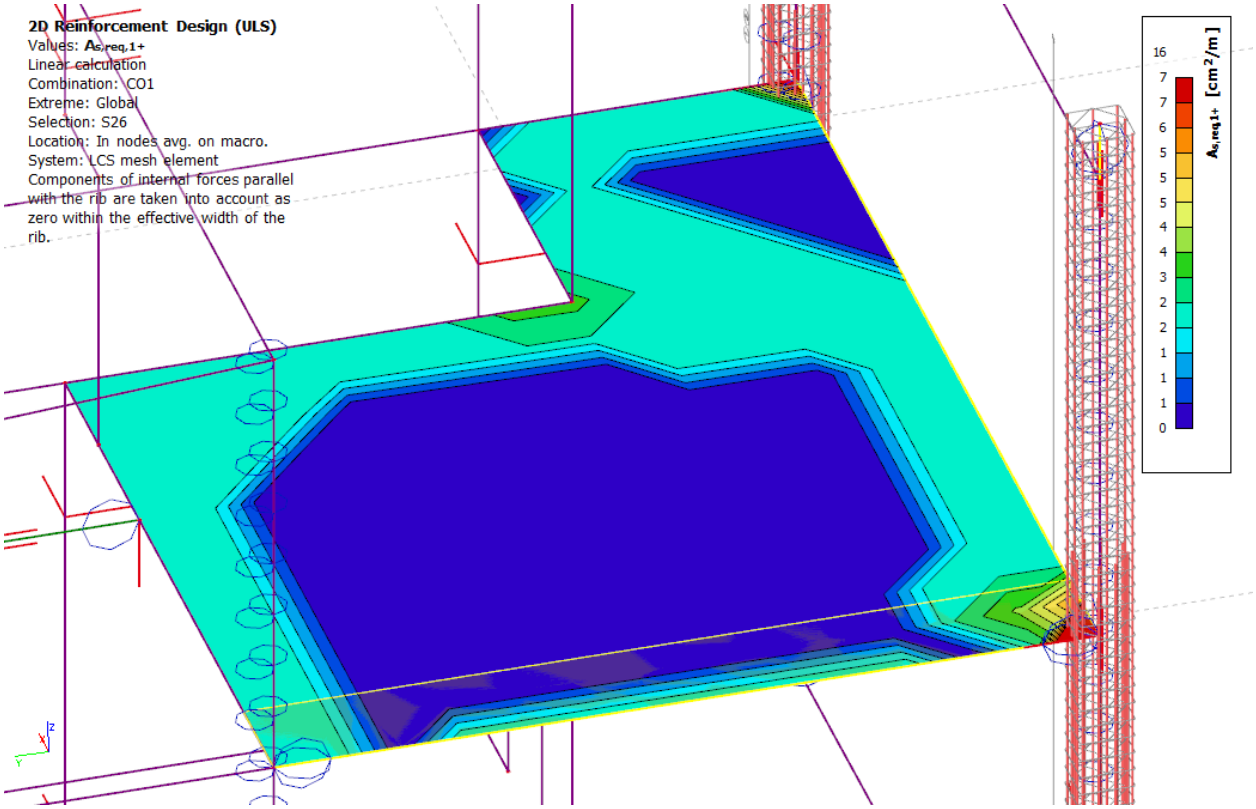
7.3.1 Ploča

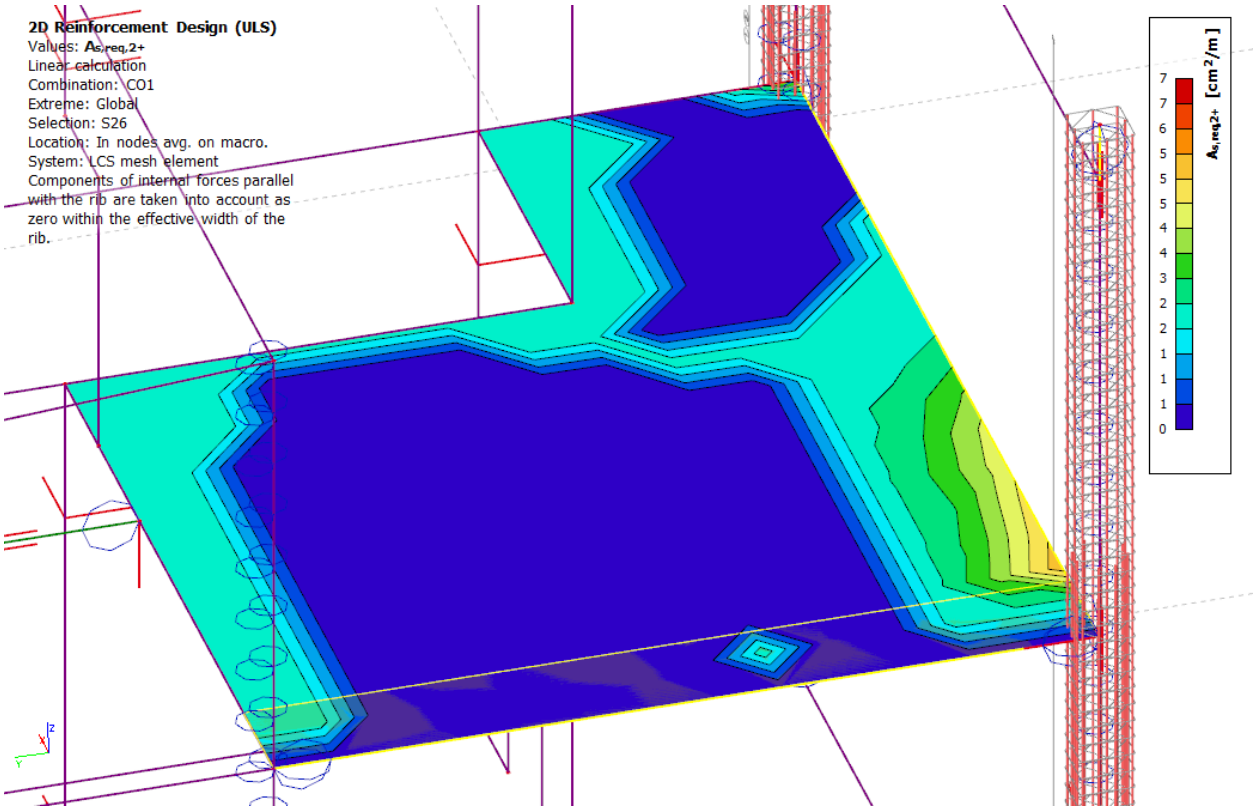
Donja zona za CO1-ULS SET B





Gornja zona za CO1-ULS SET B

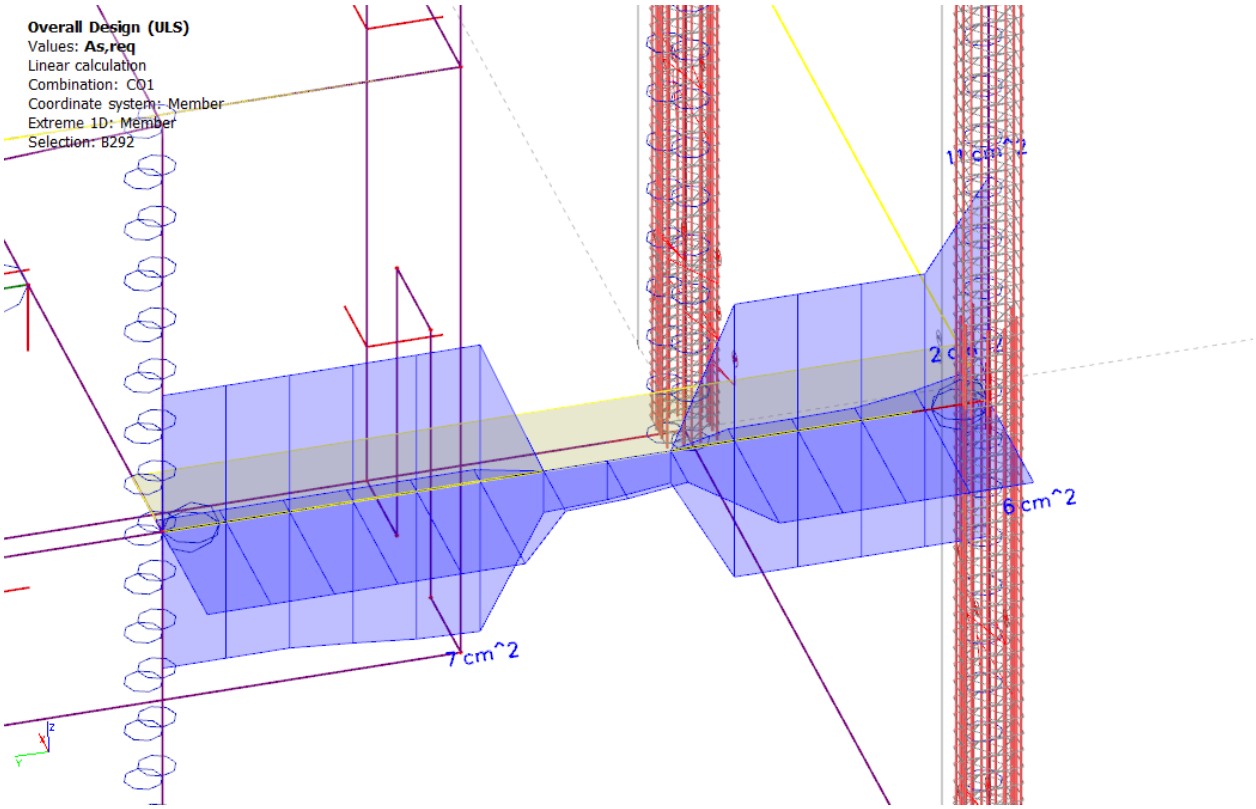




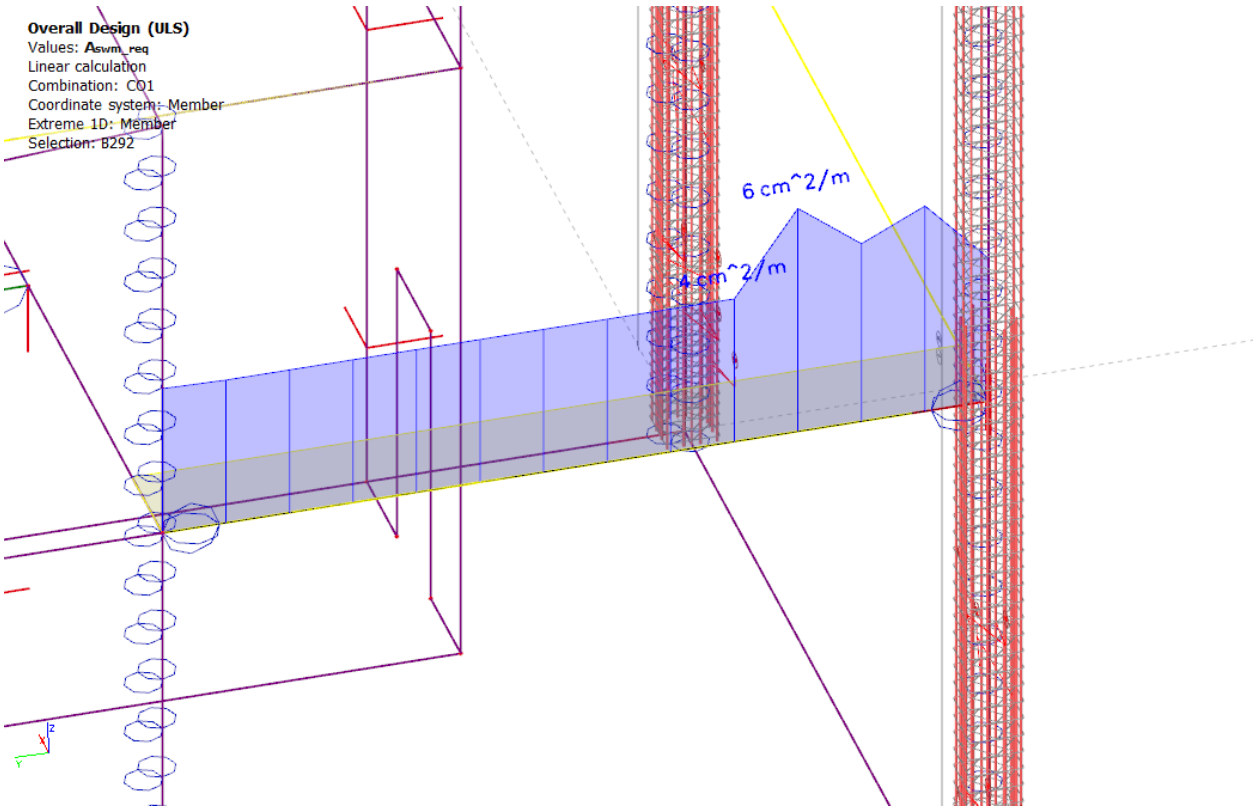
Zaključak: Ploča se u gornjoj i donjoj zoni armira mrežom Q283

7.3.2 Greda

Uzdužna armatura za CO1-ULS SET B



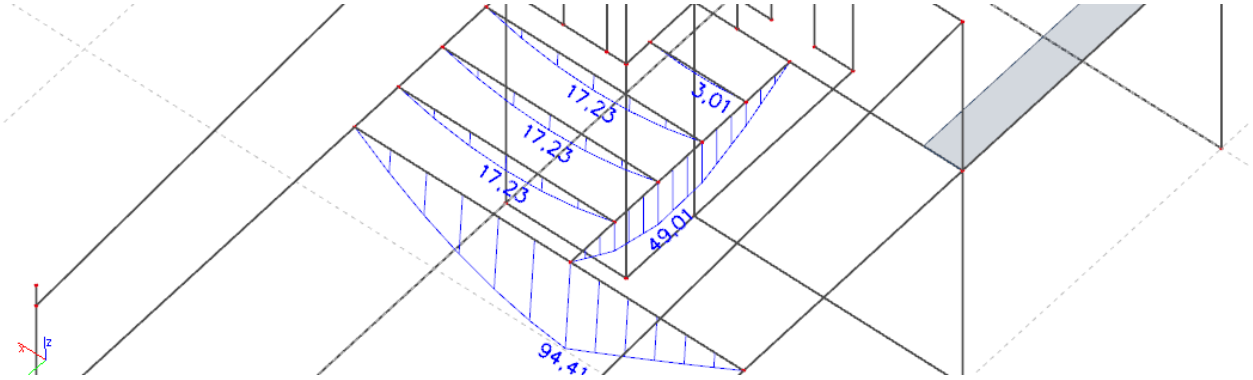
Poprečna armatura za CO1-ULS SET B



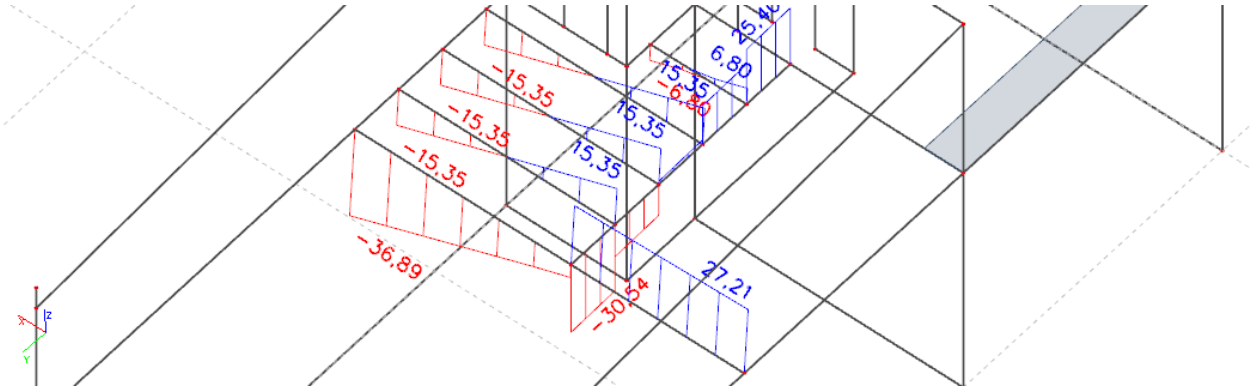
7.4 Proračun čelične konstrukcije

Rezne sile za CO1-ULS SET B

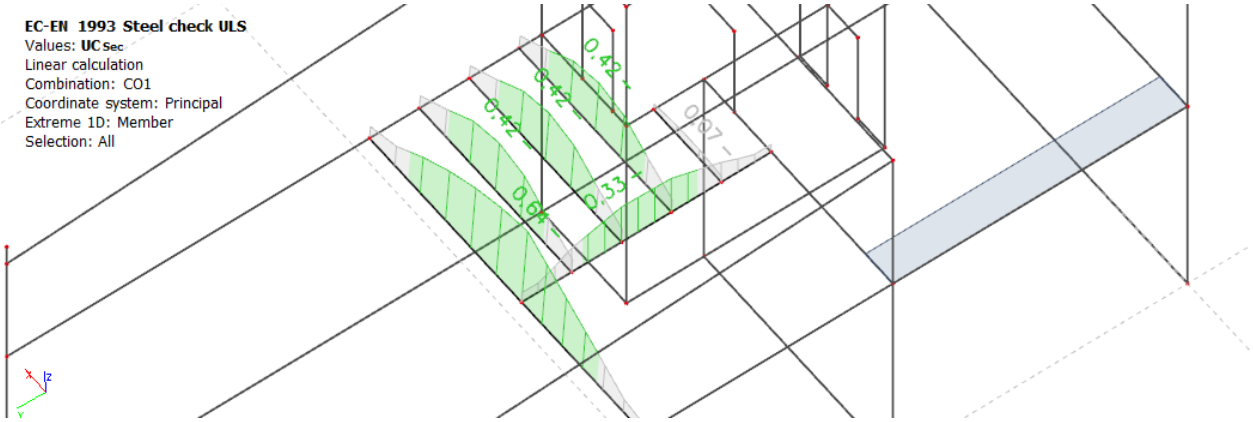
My(kNm)



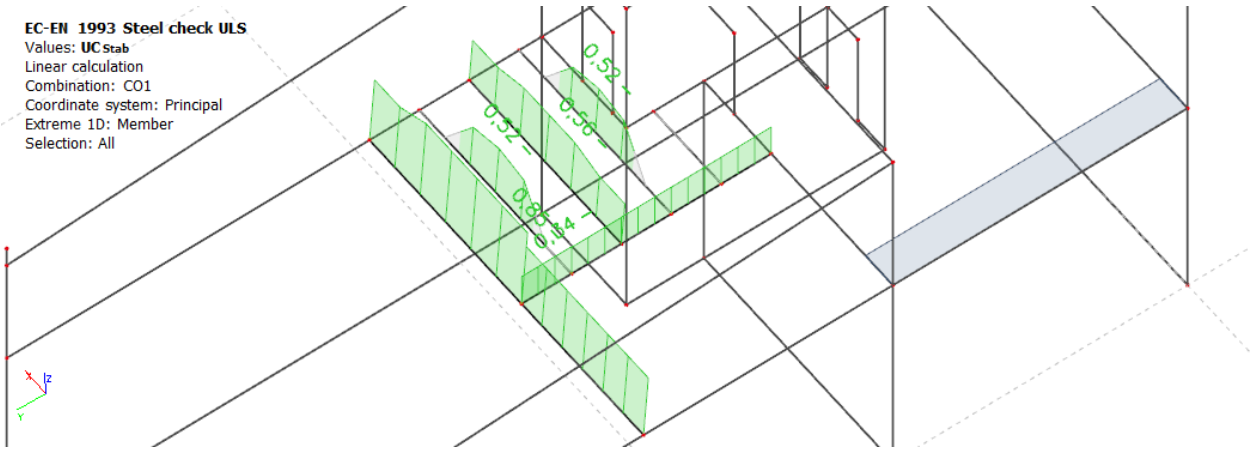
Vz(kN)



Provjera poprečnog presjeka za CO1-ULS SET B



Provjera stabilnosti elementa za CO1-ULS SET B



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

8 TEMELJNE STOPE

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

8.1 Općenito

Temeljenje montažnih stupova se izvodi na monolitnim armiranobetonskim temeljnim čašicama. Dimenzije temeljnih čašica i plan pozicija su dani u nastavku. Zidani i AB zidovi se temelje na temeljnim trakama. Po vanjskom obodu hale se izvode vezne grede na koje se oslanjaju fasadni paneli.

Temelji se izvode na sraslom tlu, potrebno je ukloniti površinski rastrošeni sloj tla i/ili nasipni materijal do pojave sraslog tla. Ako je nosivo tlo na većoj dubini može se izvršiti zamjena tla (poboljšanje temeljnog tla) ili ugradnja sloja mršavog betona sa dodatkom zdravog kamenog materijala (radi uštede betona) do 30% volumena mršavog betona.

Prema geomehaničkom elaboratu (*Geotehnički elaborat temeljenja poslovne građevine u Kupljenovom; broj tehničkog dnevnika 01-02/2017; Geolab d.o.o.; Varaždin*) tlo na predmetnoj lokaciji se sastoji od sljedećih geoloških sredina (izvod iz navedenog geoteh. elaborata)

> Identifikacijom nabušene jezgre utvrđeno je da je u površinskom dijelu bušotina sloj gline visoke plastičnosti, polutvrde konzistencije do dubine 6,4 m. Tom sloju slijedi sloj srednje plastične pjeskovite gline pomiješane sa valuticama šljunka do dubine bušenja. Podzemna voda je registrirana na 3,0 m, a nakon bušenja se digla na 1,0 m.

Tlo na predmetnoj lokaciji spada u kategoriju „D“, računsko ubrzanje tla ag=0,255g

Zaključak geoteh. elaborata:

> Na temelju izvedenih terenskih istražnih radova i geostatičke analize može se zaključiti slijedeće:
>
> - materijal u zoni temeljenja je smeđe - siva glina visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije;
> - podzemna voda je registrirana na dubini od cca. 3,0 m, a nakon bušenja se digla na 1,0 m, što upućuje da je vodonosni sloj u subarteškom režimu;
> - temeljiti na sloju mršavog betona;
> - prilikom iskopa u slučaju nailaska na organski materijal izvršiti zamjenu sa šljunkom,
> - temeljno tlo prije ugradnje mršavog betona mehanički nabiti sa 2-3 prolaska "žabom",
> - s obzirom na sastav tla slijeganje će se realizirati u dužem periodu po izgradnji građevine

Prije izvedbe temeljnih čašica predlaže se izvedba podložnog betona na isplaniranoj podlozi u visini 10 cm, sloj podložnog betona se izvodi širi od temeljen stope za cca 20 cm sa svake strane.
Obavezan pregled ovlaštenog geomehaničara nakon iskopa i čišćenja temeljne plohe kako bi se moglo odmah intervenirati za slučaj eventualnih anomalija u geološkoj građi terena, te potvrdit dovoljnu zbijenost nasipnog sloja za temeljenje ispitianjem kružnom pločom. Projektna vrijednost nosivosti temeljnog tla se može koristiti do vrijednosti σ_{dop}**=400 kPa**.

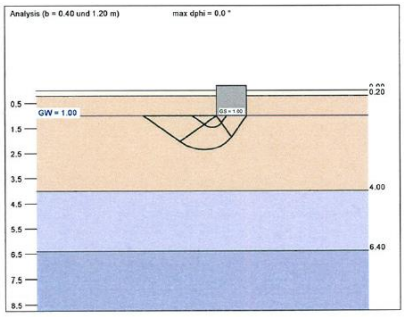
Dopušteno opterećenje temeljnog tla:

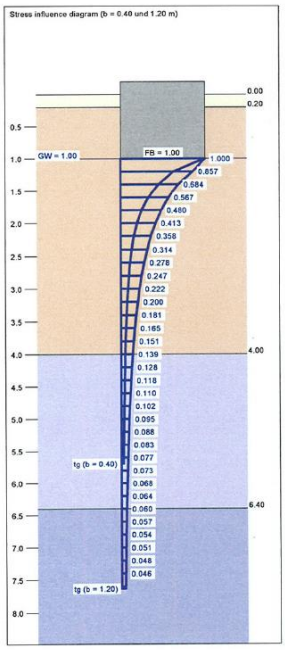
- temeljne traka

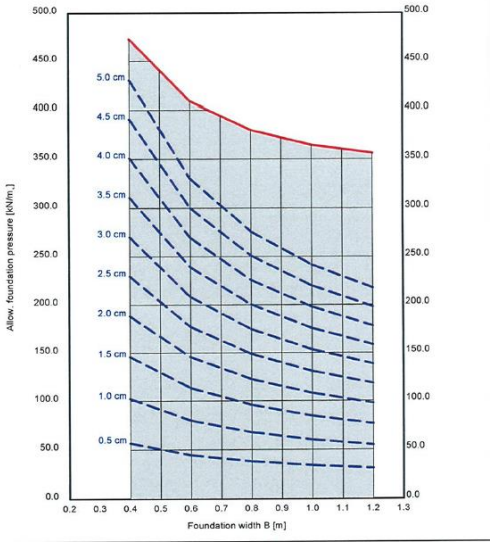
Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	17.5	7.5	20.0	0.0	5.0	0.00	Pov. sloj
	19.0	9.0	19.0	25.0	6.0	0.00	Glina (ClH)
	19.0	9.0	22.0	15.0	5.4	0.00	Glina (ClH)
	18.0	8.0	27.0	5.0	7.0	0.00	Glina (sagrCli)

"GEOLAB" d.o.o. VARAŽDIN | NASE KLASJE POSLOVNA-KUPLJENOVO | Br. teh. dn.: 01-02/2017 | Oblik temelja: TRAKA na -1,0m

Basis for calculation:
NASE KLASJE
Partial safety factor concept
Strip foundation (L = 4.00 m)
γ (Gr) = 1.40
γ (Q) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Anteil Veränderliche Lasten = 0.0 %
Footing base depth = 1.00 m
Groundwater = 1.00 m
Limiting depth with p = 20.0 %
Limiting depth determined with stress variable
Bearing cap. with depth coeff.
zulässige Bodenpressung
Settlements





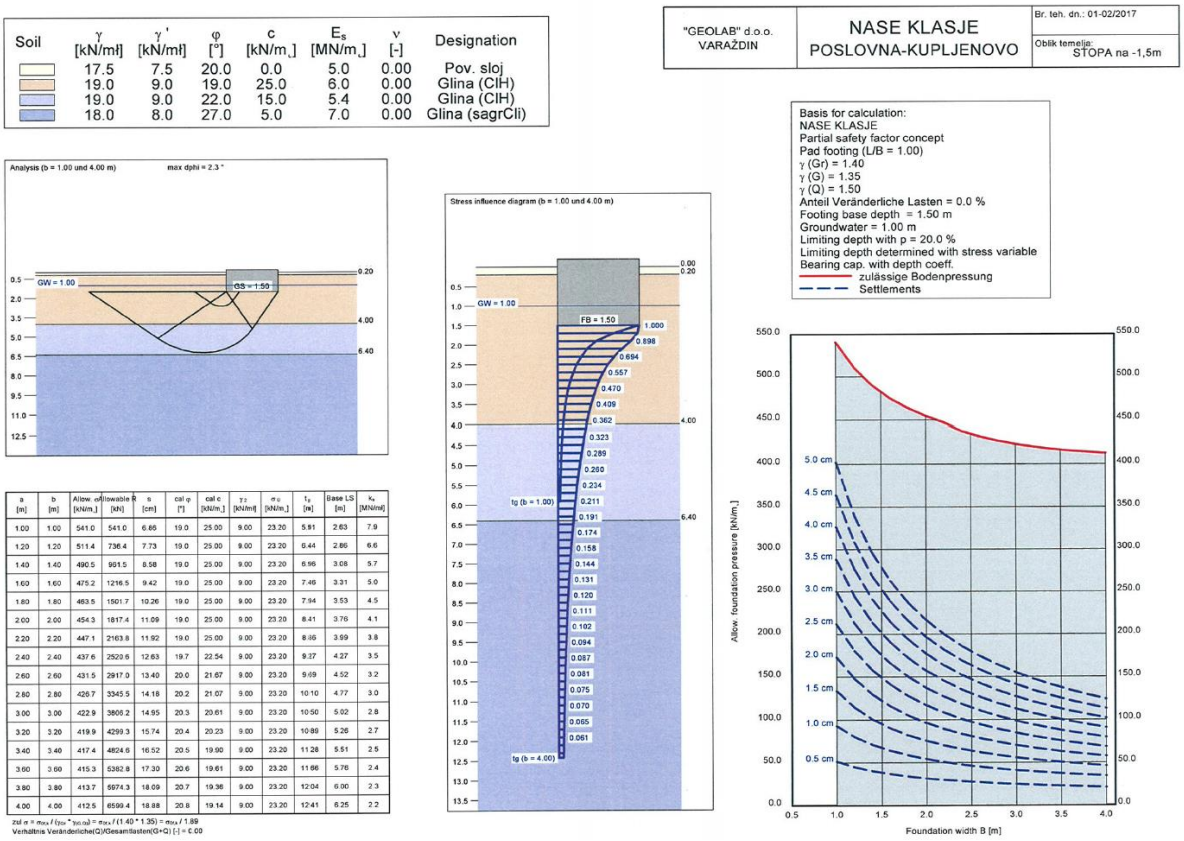


a [m]	b [m]	Allow. σ [kN/m²]	Allowable R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ2 [kN/m³]	σ ü [kN/m²]	t_g [m]	Base LS [m]	k_s [MN/m³]
4.00	0.40	473.3	189.3	5.54	19.0	25.00	9.00	18.70	5.69	1.45	8.5
4.00	0.60	408.8	245.3	6.32	19.0	25.00	9.00	18.70	6.25	1.68	6.5
4.00	0.80	379.5	303.6	7.08	19.0	25.00	9.00	18.70	6.75	1.90	5.4
4.00	1.00	364.3	364.3	7.81	19.0	25.00	9.00	18.70	7.21	2.13	4.7
4.00	1.20	356.1	427.3	8.53	19.0	25.00	9.00	18.70	7.63	2.36	4.2

Za temeljne trake širine 0,60 cm usvaja se dopušteno opterećenje 400 kPa

a [m]	b [m]	Allow. σ [kN/m²]	Allowable R [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ2 [kN/m³]	σ ü [kN/m²]	t_g [m]	Base LS [m]	k_s [MN/m³]
4.00	0.40	473.3	189.3	5.54	19.0	25.00	9.00	18.70	5.69	1.45	8.5
4.00	0.60	408.8	245.3	6.32	19.0	25.00	9.00	18.70	6.25	1.68	6.5
4.00	0.80	379.5	303.6	7.08	19.0	25.00	9.00	18.70	6.75	1.90	5.4
4.00	1.00	364.3	364.3	7.81	19.0	25.00	9.00	18.70	7.21	2.13	4.7
4.00	1.20	356.1	427.3	8.53	19.0	25.00	9.00	18.70	7.63	2.36	4.2

- temeljne stopa



a [m]	b [m]	Allow. σ [kN/m²]	Allowable R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ2 [kN/m³]	σ ü [kN/m²]	tg [m]	Base LS [m]	ks [MN/m³]
1.00	1.00	541.0	541.0	6.86	19.0	25.00	9.00	23.20	5.91	2.63	7.9
1.20	1.20	511.4	736.4	7.73	19.0	25.00	9.00	23.20	6.44	2.86	6.6
1.40	1.40	490.5	961.5	8.58	19.0	25.00	9.00	23.20	6.96	3.08	5.7
1.60	1.60	475.2	1216.5	9.42	19.0	25.00	9.00	23.20	7.46	3.31	5.0
1.80	1.80	463.5	1501.7	10.26	19.0	25.00	9.00	23.20	7.94	3.53	4.5
2.00	2.00	454.3	1817.4	11.09	19.0	25.00	9.00	23.20	8.41	3.76	4.1
2.20	2.20	447.1	2163.8	11.92	19.0	25.00	9.00	23.20	8.86	3.99	3.8
2.40	2.40	437.6	2520.6	12.63	19.7	22.54	9.00	23.20	9.27	4.27	3.5
2.60	2.60	431.5	2917.0	13.40	20.0	21.67	9.00	23.20	9.69	4.52	3.2
2.80	2.80	426.7	3345.5	14.18	20.2	21.07	9.00	23.20	10.10	4.77	3.0
3.00	3.00	422.9	3806.2	14.95	20.3	20.61	9.00	23.20	10.50	5.02	2.8
3.20	3.20	419.9	4299.3	15.74	20.4	20.23	9.00	23.20	10.89	5.26	2.7
3.40	3.40	417.4	4824.6	16.52	20.5	19.90	9.00	23.20	11.28	5.51	2.5
3.60	3.60	415.3	5382.8	17.30	20.6	19.61	9.00	23.20	11.66	5.76	2.4
3.80	3.80	413.7	5974.3	18.09	20.7	19.36	9.00	23.20	12.04	6.00	2.3
4.00	4.00	412.5	6599.4	18.88	20.8	19.14	9.00	23.20	12.41	6.25	2.2

zul σ = $\sigma_{0f,k}$ / (γ_{Gr} * $\gamma_{(G,Q)}$) = $\sigma_{0f,k}$ / (1.40 * 1.35) = $\sigma_{0f,k}$ / 1.89
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Za temeljne stope usvaja se dopušteno opterećenje 400 kPa

a [m]	b [m]	Allow. σ [kN/m²]	Allowable R [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ2 [kN/m³]	σ ü [kN/m²]	tg [m]	Base LS [m]	ks [MN/m³]
1.00	1.00	541.0	541.0	6.86	19.0	25.00	9.00	23.20	5.91	2.63	7.9
1.20	1.20	511.4	736.4	7.73	19.0	25.00	9.00	23.20	6.44	2.86	6.6
1.40	1.40	490.5	961.5	8.58	19.0	25.00	9.00	23.20	6.96	3.08	5.7
1.60	1.60	475.2	1216.5	9.42	19.0	25.00	9.00	23.20	7.46	3.31	5.0
1.80	1.80	463.5	1501.7	10.26	19.0	25.00	9.00	23.20	7.94	3.53	4.5
2.00	2.00	454.3	1817.4	11.09	19.0	25.00	9.00	23.20	8.41	3.76	4.1
2.20	2.20	447.1	2163.8	11.92	19.0	25.00	9.00	23.20	8.86	3.99	3.8
2.40	2.40	437.6	2520.6	12.63	19.7	22.54	9.00	23.20	9.27	4.27	3.5
2.60	2.60	431.5	2917.0	13.40	20.0	21.67	9.00	23.20	9.69	4.52	3.2
2.80	2.80	426.7	3345.5	14.18	20.2	21.07	9.00	23.20	10.10	4.77	3.0
3.00	3.00	422.9	3806.2	14.95	20.3	20.61	9.00	23.20	10.50	5.02	2.8
3.20	3.20	419.9	4299.3	15.74	20.4	20.23	9.00	23.20	10.89	5.26	2.7
3.40	3.40	417.4	4824.6	16.52	20.5	19.90	9.00	23.20	11.28	5.51	2.5
3.60	3.60	415.3	5382.8	17.30	20.6	19.61	9.00	23.20	11.66	5.76	2.4
3.80	3.80	413.7	5974.3	18.09	20.7	19.36	9.00	23.20	12.04	6.00	2.3
4.00	4.00	412.5	6599.4	18.88	20.8	19.14	9.00	23.20	12.41	6.25	2.2

zul σ = $\sigma_{0f,k}$ / (γ_{Gr} * $\gamma_{(G,Q)}$) = $\sigma_{0f,k}$ / (1.40 * 1.35) = $\sigma_{0f,k}$ / 1.89
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

8.2 Odabir zaštitnih slojeva i klase betona temeljne AB konstrukcije

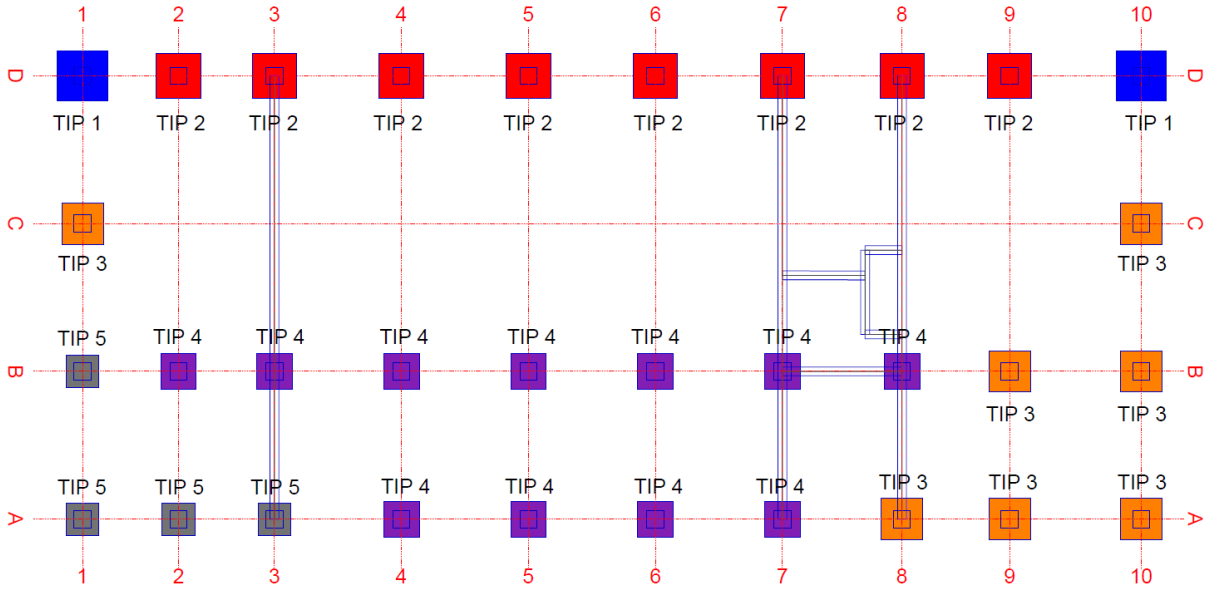
Za razred izloženosti XC2

- najmanji zaštitni sloj za armaturu 35 mm
- dopuštene odstupanja zaštitnog sloja 5 mm

Temeljna čašica - zaštitni sloj je 35 mm za sve strane temeljnih traka i temeljne ploče. Ispod temeljne trake se postavlja mršavi beton debljine 5 cm (klasa C12/15) čime je spriječen direktni dodir sa tlom pa zaštitni sloj zadovoljava. Beton za izradu elemenata montažne čašice je C30/37.

8.3 Dimenzije temeljnih stopa i plan pozicija

Tlocrt – plan pozicija temeljnih stopa

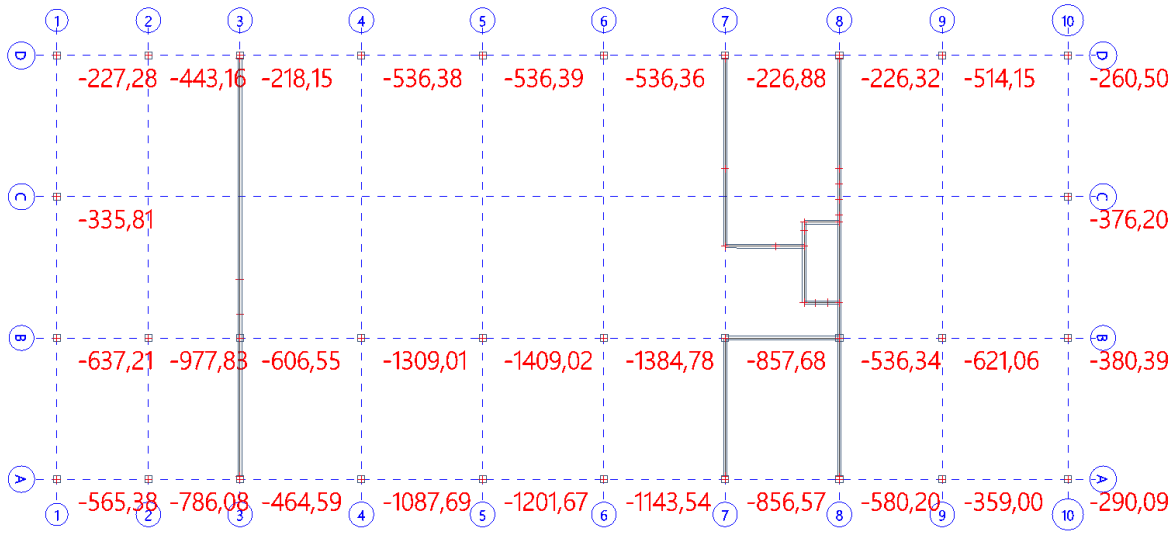


TIP 1 – 340x340 cm; visina 60 cm
TIP 2 – 300x300 cm; visina 60 cm
TIP 3 – 280x280 cm; visina 60 cm
TIP 4 – 240x240 cm; visina 60 cm
TIP 5 – 220x220 cm; visina 60 cm
Kod svih stopa izvodi se čašica u visini 90 cm, debljina stjenke 25 cm

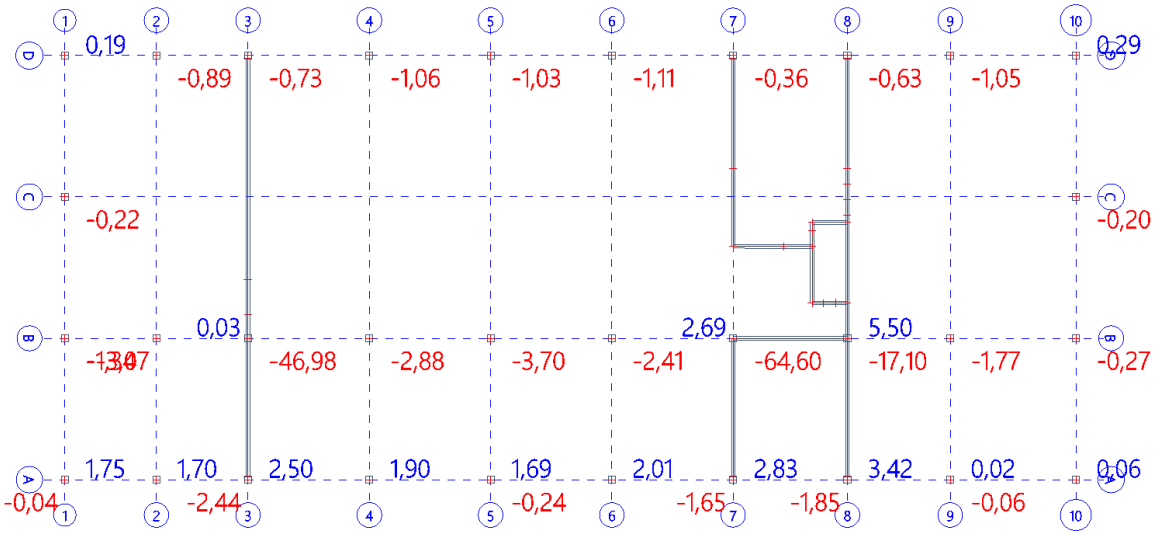
8.4 Razne sile na dnu stupa

8.4.1 Rezultati na dnu stupova za kombinacije opterećenja CO1-GSN

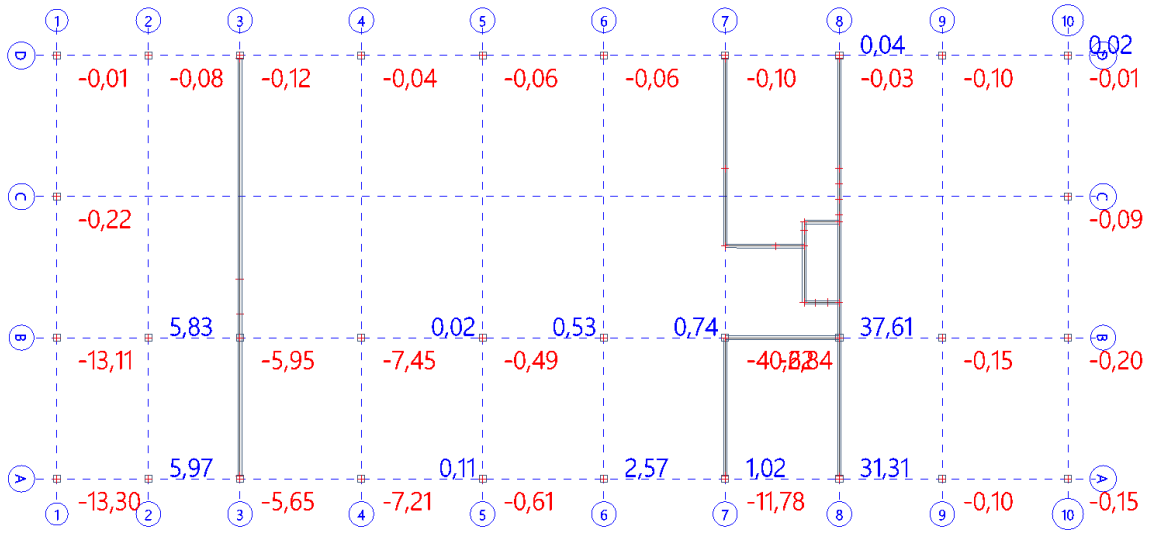
Uzdužna sila N (kN)



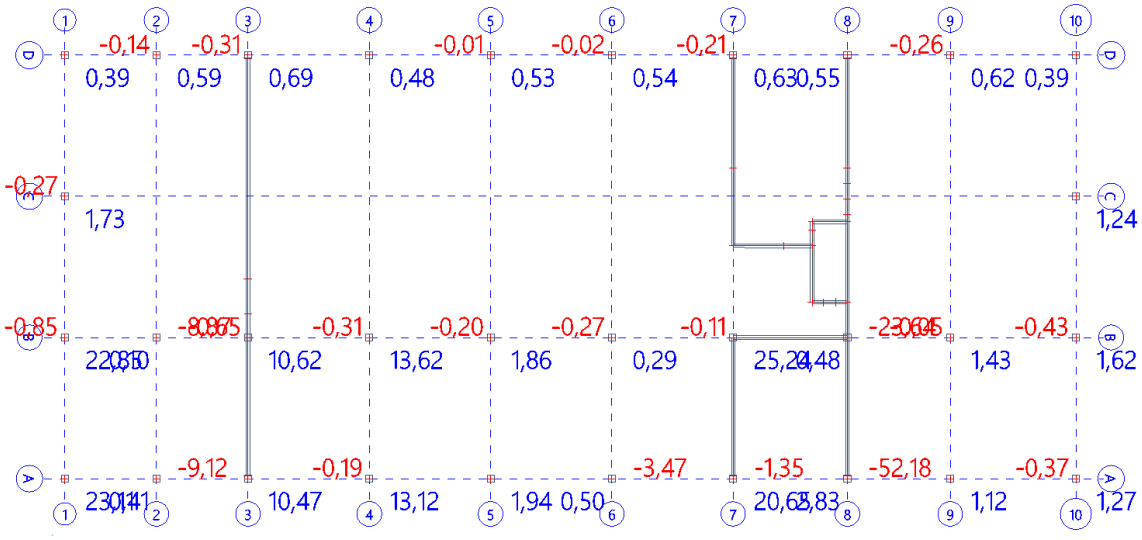
Poprečna sila Vy (kN)



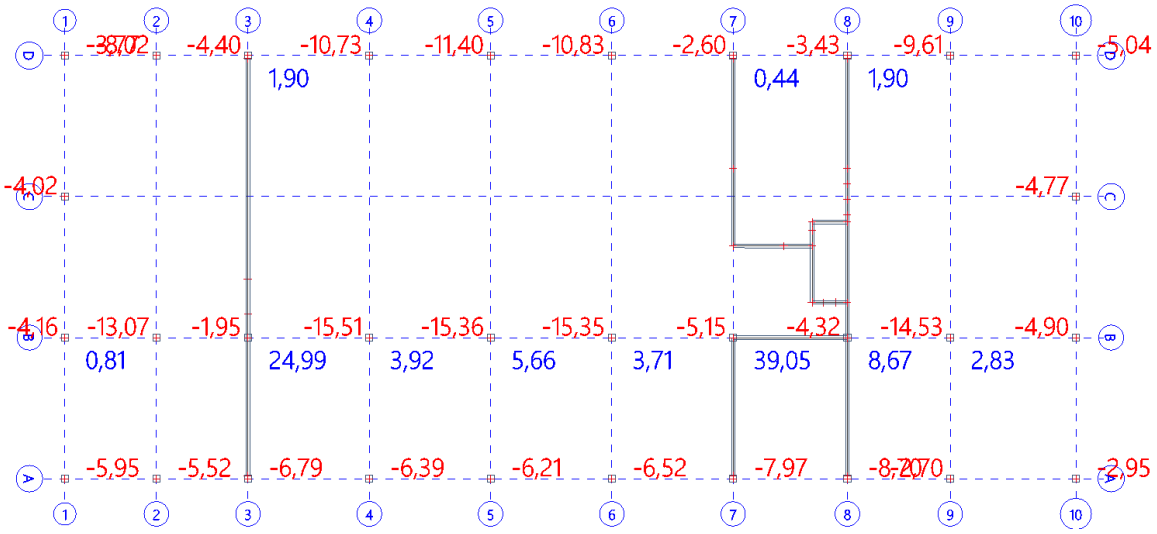
Poprečna sila Vz (kN)



Moment My (kNm)

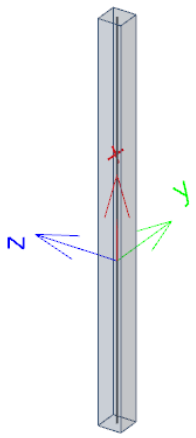


Moment Mz (kNm)



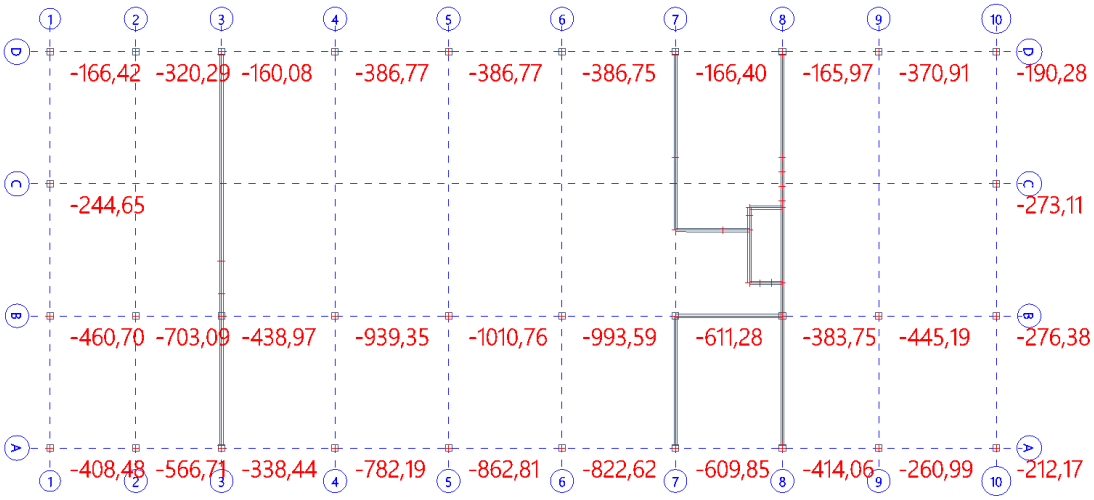
NAPOMENA:

- rezultati su prikazani za lokalne osi stupova

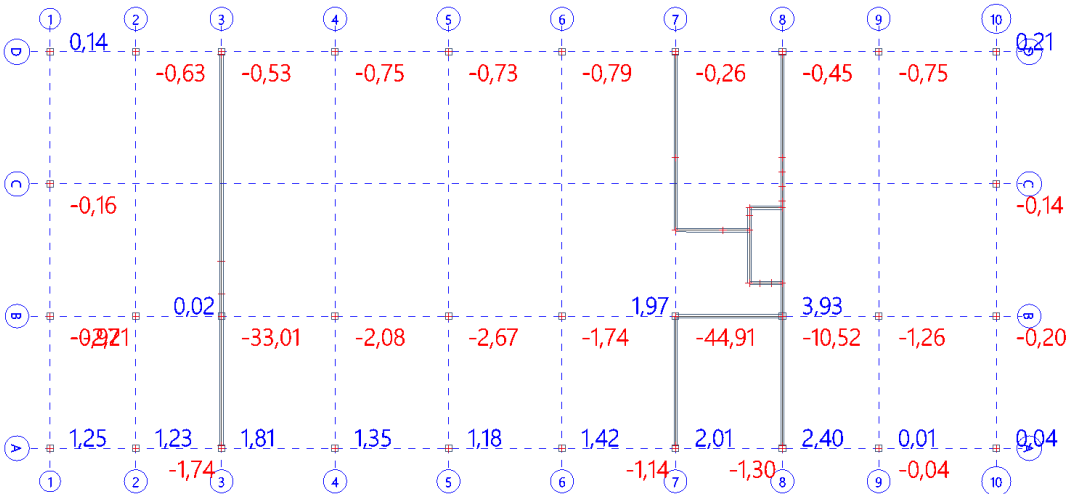


8.4.2 Rezultati na dnu stupova za kombinacije opterećenja CO2-GSU

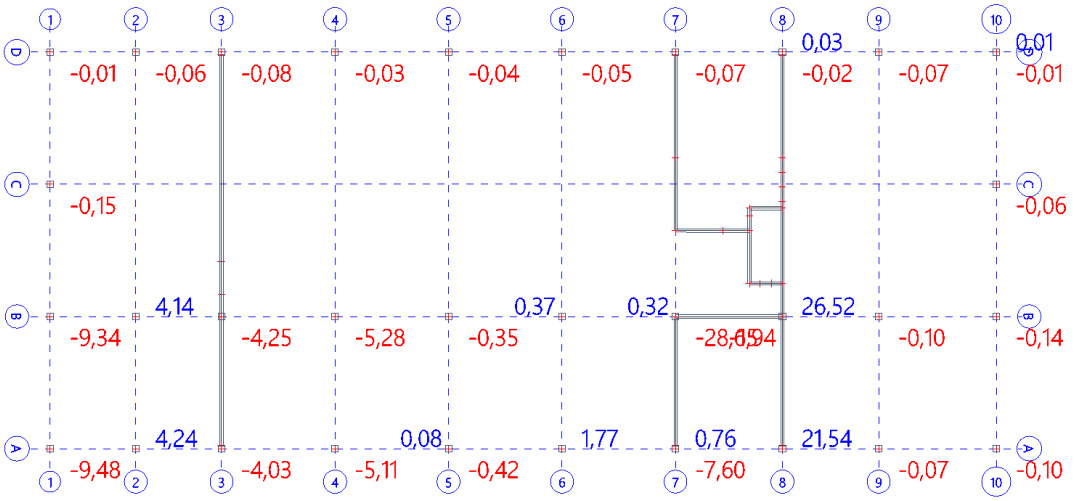
Uzdužna sila N (kN)



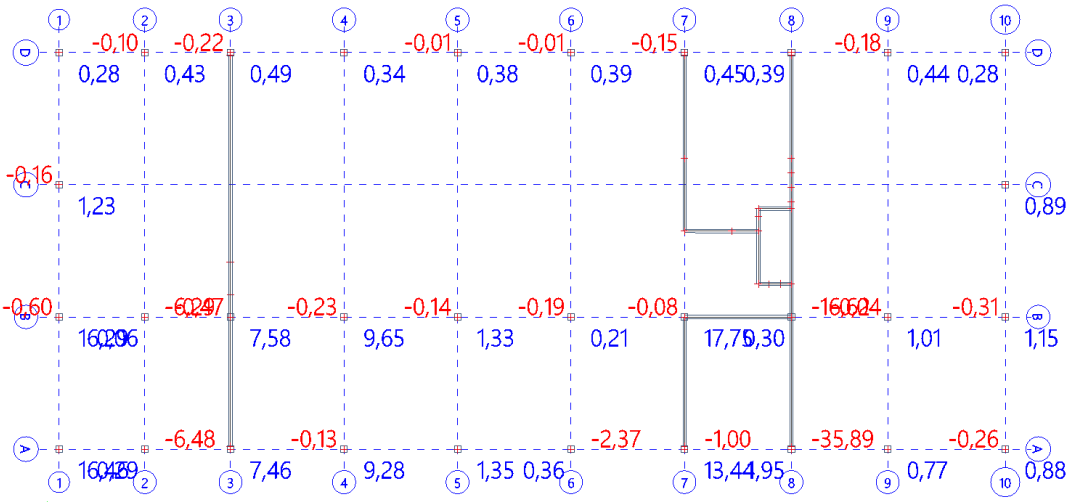
Poprečna sila Vy (kN)



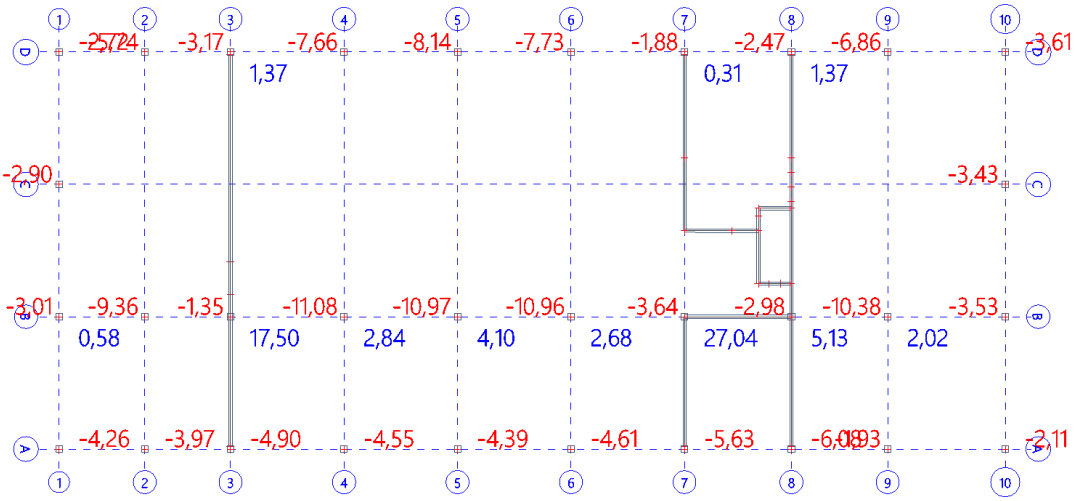
Poprečna sila Vz (kN)



Moment My (kNm)

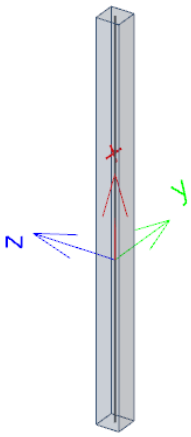


Moment Mz (kNm)



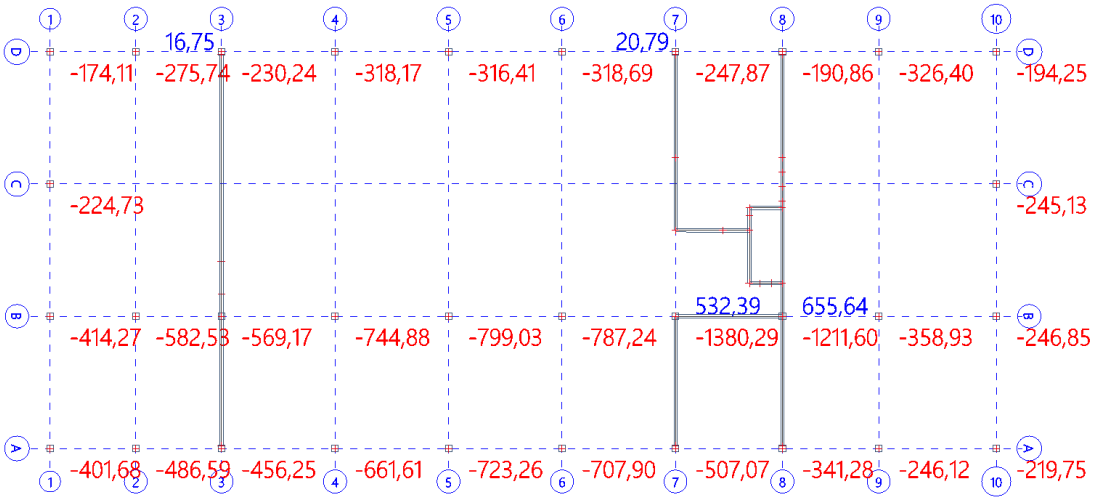
NAPOMENA:

- rezultati su prikazani za lokalne osi stupova

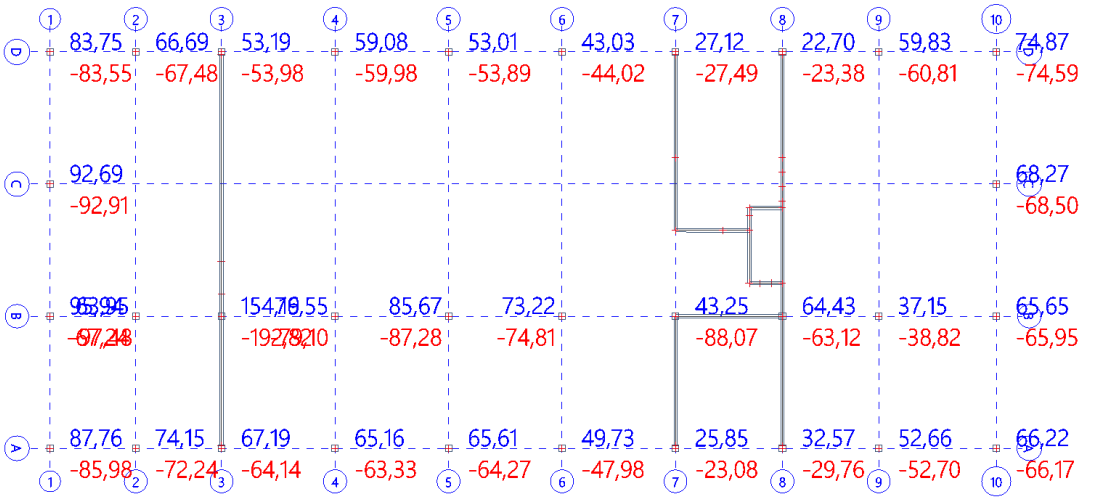


8.4.3 Rezultati na dnu stupova za kombinacije opterećenja CO3-potres

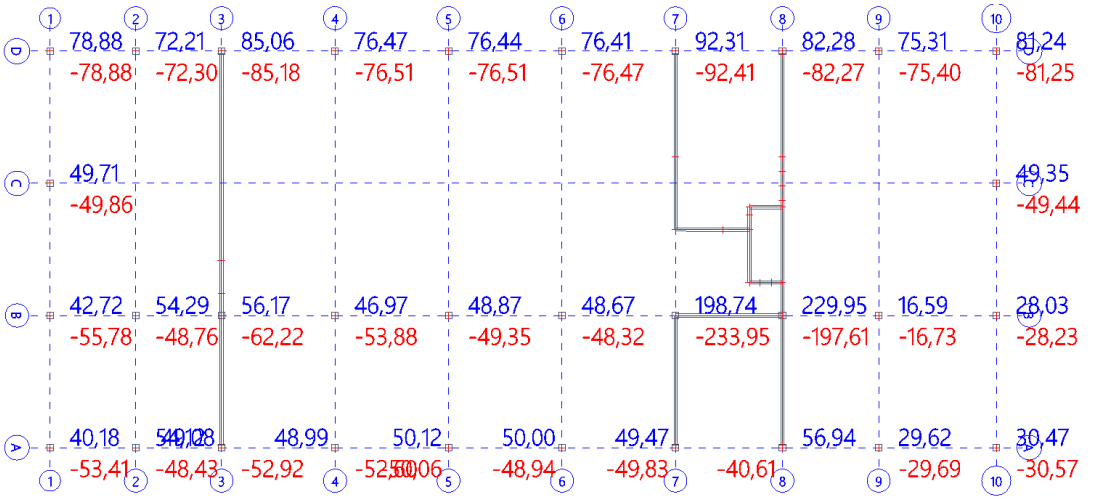
Uzdužna sila N (kN)



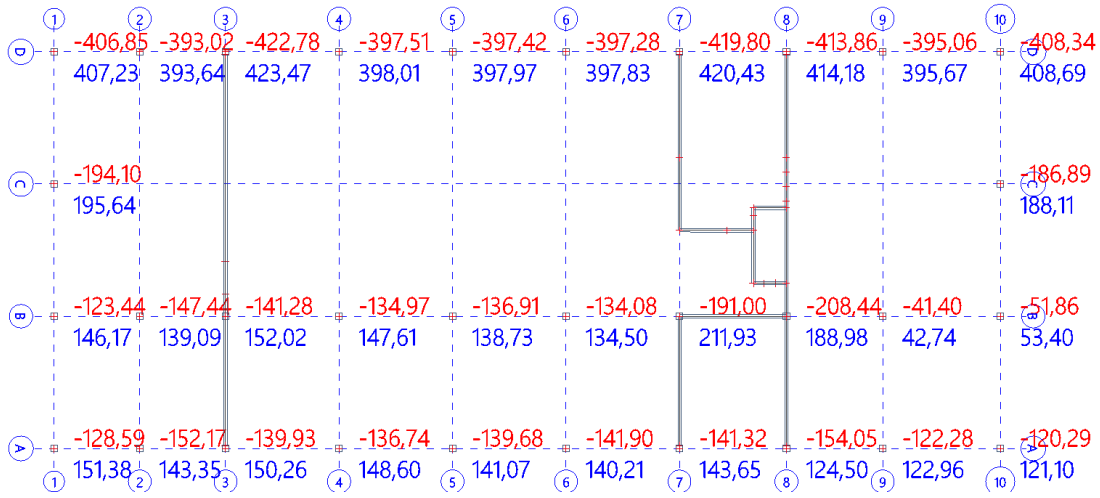
Poprečna sila Vy (kN)



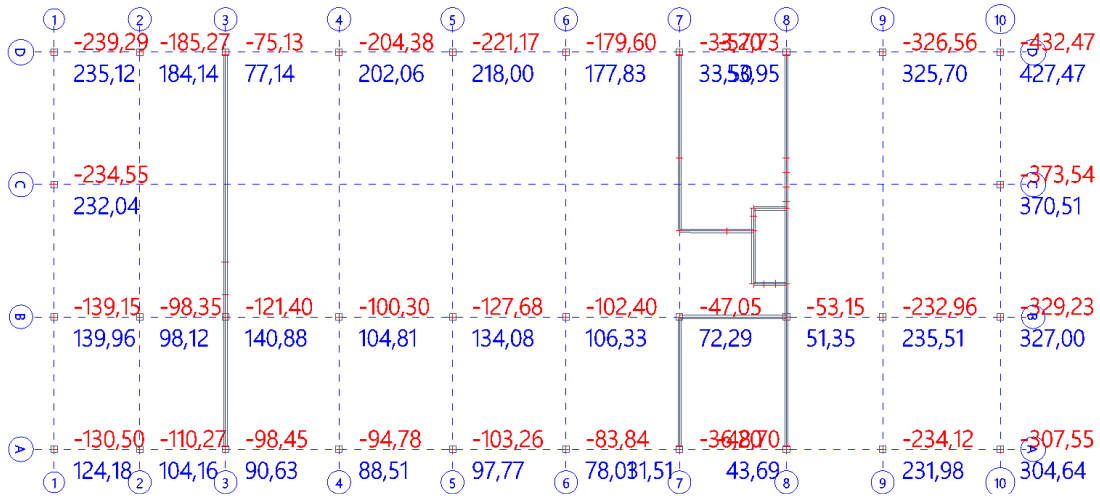
Poprečna sila Vz (kN)



Moment My (kNm)

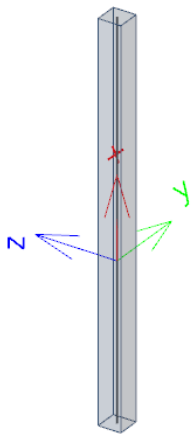


Moment Mz (kNm)



NAPOMENA:

- rezultati su prikazani za lokalne osi stupova



8.4.4 Ukupni prikaz reznih sila na dnu stupa po tipovima temeljnih stopa

Kontrola naprezanja i ekscentriciteta se provodi za kombinacije opterećenja CO1-GSN i CO3-potres. Dimenzioniranje temeljnih stopa se provosi za kombinacije opterećenja CO1-GSN i CO3-potres.

8.4.4.1 *Kombinacija opterećenja CO1 - GSN*

Usvajaju se maksimalne vrijednosti za pojedini tip stope

Temeljna čašica	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
TIP 1	260	5	5	10	10
TIP 2	550	5	5	10	10
TIP 3	380	5	5	10	10
TIP 4	1400	5	5	10	10
TIP 5	780	5	5	10	10

8.4.4.2 *Kombinacija opterećenja CO3 - potres*

Usvajaju se maksimalne vrijednosti za pojedini tip stope

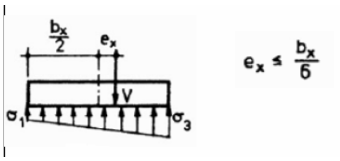
Temeljna čašica	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
TIP 1	195	75	80	400	430
TIP 2	290	60	80	420	320
TIP 3	220	95	50	200	300
TIP 4	800	80	120	200	150
TIP 5	400	80	60	150	150

8.5 Kontrola naprezanja i ekscentriciteta

A) Jednoosno savijanje

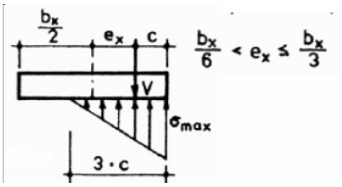
Potrebno je dokazati da se za osnovna opterećenja rezultanta nalazi unutar 1. jezgre presjeka, odnosno da je cijela površina temelja u tlaku i da nema odizanja temelja.

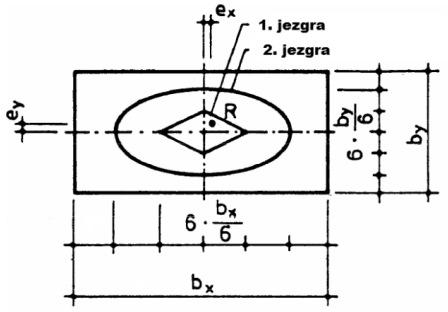
- Potrebno je dokazati da se za osnovna opterećenja
  - rezultantna sila nalazi u **1. jezgri** poprečnog presjeka temelja
  - odnosno da je cijela površina temelja u tlaku i da nema odizanja temelja od tla



Za ostala opterećenja dopušta se odizanje temelja ali se rezultanta mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

Za ostala opterećenja
- dopušta se odizanje temelja,
- ali se rezultanta sila mora nalaziti u **2. jezgri** poprečnog presjeka.





M_x – moment savijanja oko osi x

M_y – moment savijanja oko osi y

V – vertikalna sila na temelj

B) Dvosono savijanje

Potrebno je dokazati da za osnovna opterećenja se rezultantna sila nalazi u 1. jezgri poprečnog presjeka temelja

$$\frac{e_x}{b_x}+\frac{e_y}{b_y}\le\frac{1}{6}$$

Za ostala opterećenja rezultantna sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2+\left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2\le\frac{1}{9} \qquad e_x=\frac{M_x}{V} \qquad e_y=\frac{M_y}{V}$$

Naprezanja na tlo moraju biti manja ili jednaka maksimalno dopuštenom naprezanju

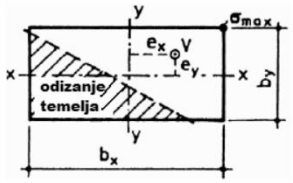
DVOOSNO SAVIJANJE :

c) čitav presjek je u TLAKU

c) $\frac{e_x}{b_x}+\frac{e_y}{b_y}\le\frac{1}{6}$:

$$\sigma(x,y)=\frac{V}{b_x\cdot b_y}\left(1\pm\frac{12\cdot e_x\cdot y}{b_x^2}\pm\frac{12\cdot e_y\cdot x}{b_y^2}\right)$$

d) presjek se dijelom odiže od tla



d) $\frac{e_x}{b_x}+\frac{e_x}{b_y}>\frac{1}{6}$ i $\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2+\left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2\le\frac{1}{9}$

$$\sigma_{max}=\frac{\mu\cdot V}{b_x\cdot b_y}$$

μ - iz tablica prema Hülsdünker-u

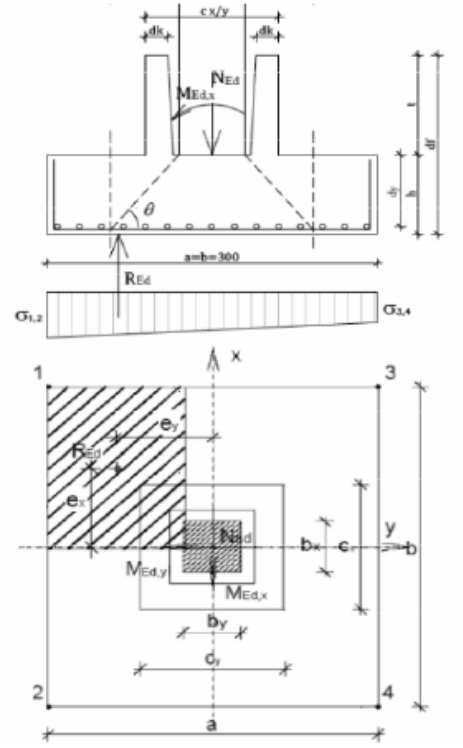
kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

STOPA TIP1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,40
b (m)	3,40
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	260,00
M_{Sdx} (kNm)	10,00
M_{Sdy} (kNm)	10,00
V_{Sdx} (kN)	5,00
V_{Sdy} (kN)	5,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	203,16

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	184,275

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	115,60

Dodatno opterećenja na temeljno tlo
g=g1+g2+g3 503,03 kN

NAPOMENA:
Stalna djelovanja (težina temelja, težina tla i sl.) se množe sa koeficijentom za stalna nepovoljna djelovanja tj. γG=1,35

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo
$G=\gamma_G * g=$ 679,09 kN

trajna nepovoljna	$\gamma_G=$	1,35
trajna povoljna	$\gamma_Q=$	1,00

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope
N=Nsd+G (kN) 939,09

Horizontale sile za proračun temeljne stope
Vx (kN) 5
Vy (kN) 5

Momenti za proračun temeljne stope
Mx (kNm) 17,5 $Mx = Msdx + Vsdy*df$
My (kNm) 17,5 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{6}$; $ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{6}$

ex (m) =	0,019	<	a/6 (m) =	0,567	→	ZADOVOLJAVA
ey(m) =	0,019	<	b/6 (m) =	0,567	→	ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6}$ = 0,011 ≤ 1/6 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex=	3,363	m
B'=b-2*ey=	3,363	m
P'=A' * B'=	11,308	m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$q_{dop} =$ 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'} =$ 83,05 kPa < $q_{dop} =$ 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ1= 86,579 kPa

$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ2= 81,236 kPa

$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ3= 81,236 kPa

$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ4= 75,893 kPa

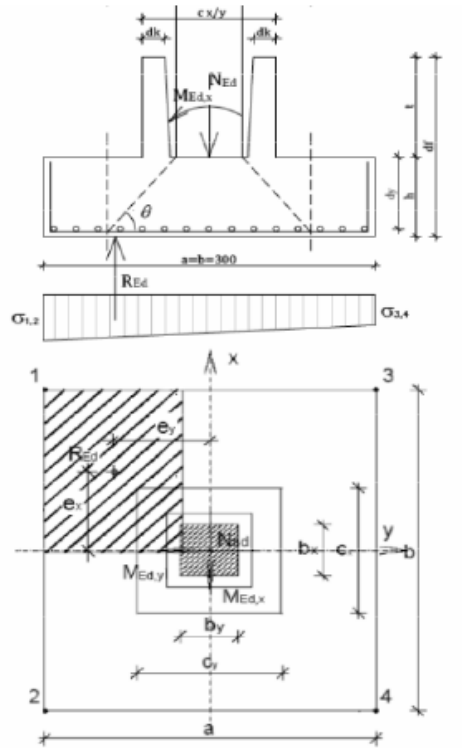
Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.
Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA TIP1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,40
b (m)	3,40
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	195,00
M_{Sdx} (kNm)	400,00
M_{Sdy} (kNm)	430,00
V_{Sdx} (kN)	75,00
V_{Sdy} (kN)	80,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	203,16

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	184,28

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	115,60

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 503,03 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 503,03 kN

NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 698,03

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 75

Vy (kN) 80

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 520 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 542,5 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{3} \; ; \; ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{3}$$

ex (m) = 0,777 < a/3 (m) = 1,133 → ZADOVOLJAVA

ey(m) = 0,745 < b/3 (m) = 1,133 → ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} \quad = \quad 0{,}100 \quad \leq \quad 1/9 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex= 1,846 m

B'=b-2*ey= 1,910 m

P'=A' * B'= 3,525 m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 198,00 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma1= \quad 222{,}581 \quad kPa$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma2= \quad 56{,}949 \quad kPa$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma3= \quad 63{,}818 \quad kPa$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma4= \quad -101{,}814 \quad kPa$$

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.
Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

kap4 WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

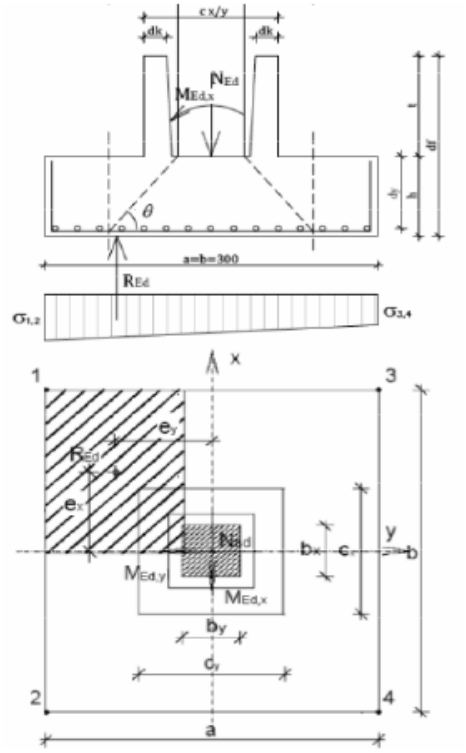
kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,00
b (m)	3,00
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	550,00
M_{Sdx} (kNm)	10,00
M_{Sdy} (kNm)	10,00
V_{Sdx} (kN)	5,00
V_{Sdy} (kN)	5,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	164,76

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	138,195

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	90,00

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 392,95 kN

NAPOMENA:
Stalna djelovanja (težina temelja, težina tla i sl.) se množe sa koeficijentom za stalna nepovoljna djelovanja tj. γG=1,35

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 530,48 kN

trajna nepovoljna	γ_G=	1,35
promjenjiva nepovoljna	γ_Q=	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 1080,48

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 5

Vy (kN) 5

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 17,5 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 17,5 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{6} \; ; \; ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{6}$$

ex (m) =	0,016	<	a/6 (m) =	0,500	→ ZADOVOLJAVA
ey(m) =	0,016	<	b/6 (m) =	0,500	→ ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6}$ = 0,011 ≤ 1/6 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex=	2,968	m
B'=b-2*ey=	2,968	m
P'=A' * B'=	8,807	m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 122,69 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$$ σ1= 127,832 kPa

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$$ σ2= 120,054 kPa

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$$ σ3= 120,054 kPa

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$$ σ4= 112,276 kPa

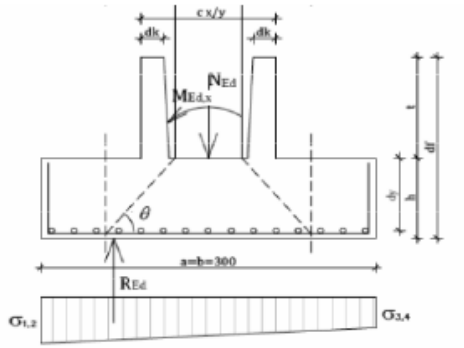
Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.
Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,00
b (m)	3,00
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15

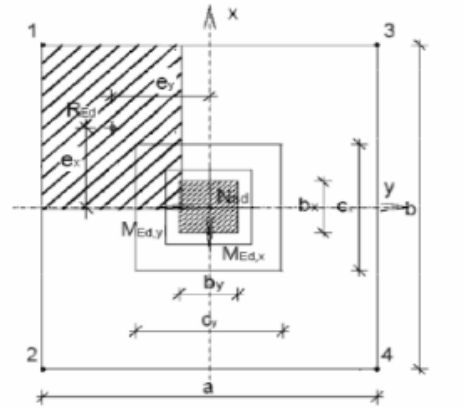


Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	290,00
M_{Sdx} (kNm)	420,00
M_{Sdy} (kNm)	320,00
V_{Sdx} (kN)	60,00
V_{Sdy} (kN)	80,00



Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	164,76

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	138,20

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	90,00

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 392,95 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

$G=\gamma_G * g=$ 392,95 kN

NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 682,95

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 60

Vy (kN) 80

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 540 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 410 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{3}$; $ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{3}$

ex (m) = 0,600 < a/3 (m) = 1,000 → ZADOVOLJAVA

ey(m) = 0,791 < b/3 (m) = 1,000 → ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9}$ = 0,110 ≤ 1/9 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex= 1,799 m

B'=b-2*ey= 1,419 m

P'=A' * B'= 2,553 m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 267,55 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$: σ1= 286,995 kPa

$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ2= 104,772 kPa

$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ3= 46,995 kPa

$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$: σ4= -135,228 kPa

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.
Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

8.5.3 Temeljna stopa TS 3

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,80
b (m)	2,80
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15

Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	380,00
M_{Sdx} (kNm)	10,00
M_{Sdy} (kNm)	10,00
V_{Sdx} (kN)	5,00
V_{Sdy} (kN)	5,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	147,36

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	117,315

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad bazne armaturne ploče)

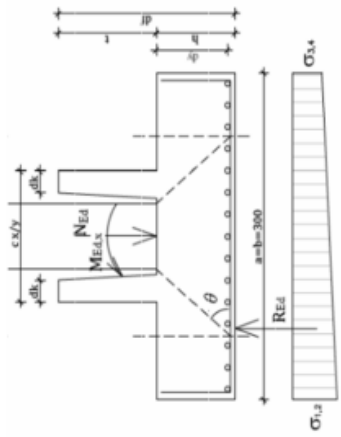
γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	78,40

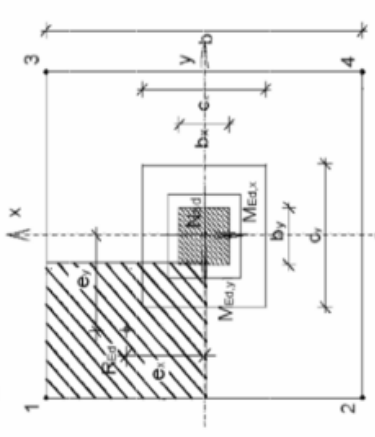
Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 343,07 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 463,15 kN





NAPOMENA:
Stalna djelovanja (težina temelja, težina tla i sl.) se množe sa koeficijentom za stalna nepovoljna djelovanja tj. γ_G=1,35

trajna nepovoljna	γ_G=	1,35
promjenjiva nepovoljna	γ_Q=	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 843,15

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN)	5
Vy (kN)	5

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm)	17,5	$Mx = Msdx + Vsdy*df$
My (kNm)	17,5	$My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{6}$; $ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{6}$

ex (m) =	0,021	<	a/6 (m) =	0,467	→ ZADOVOLJAVA
ey(m) =	0,021	<	b/6 (m) =	0,467	→ ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6}$ = 0,015 ≤ 1/6 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex=	2,758	m
B'=b-2*ey=	2,758	m
P'=A' * B'=	7,609	m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 110,81 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ1= 117,110 kPa

$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ2= 107,544 kPa

$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ3= 107,544 kPa

$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ4= 97,978 kPa

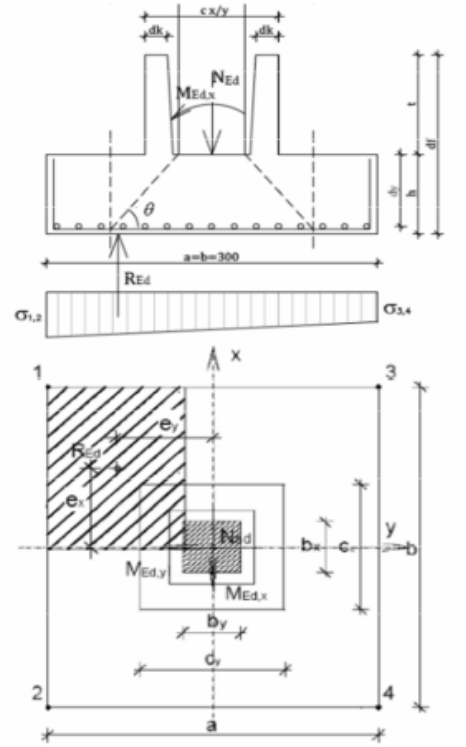
Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.
Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,80
b (m)	2,80
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	220,00
M_{Sdx} (kNm)	200,00
M_{Sdy} (kNm)	300,00
V_{Sdx} (kN)	90,00
V_{Sdy} (kN)	50,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	147,36

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	117,32

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	78,40

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 343,07 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 343,07 kN

NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 563,07

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 90

Vy (kN) 50

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 275 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 435 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{3}$; $ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{3}$

ex (m) =	0,773	<	a/3 (m) =	0,933	→	ZADOVOLJAVA
ey(m) =	0,488	<	b/3 (m) =	0,933	→	ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9}$ = 0,107 ≤ 1/9 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex=	1,255	m
B'=b-2*ey=	1,823	m
P'=A' * B'=	2,288	m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 246,10 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ1= 265,880 kPa

$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ2= 28,089 kPa

$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ3= 115,552 kPa

$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ4= -122,239 kPa

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.
Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

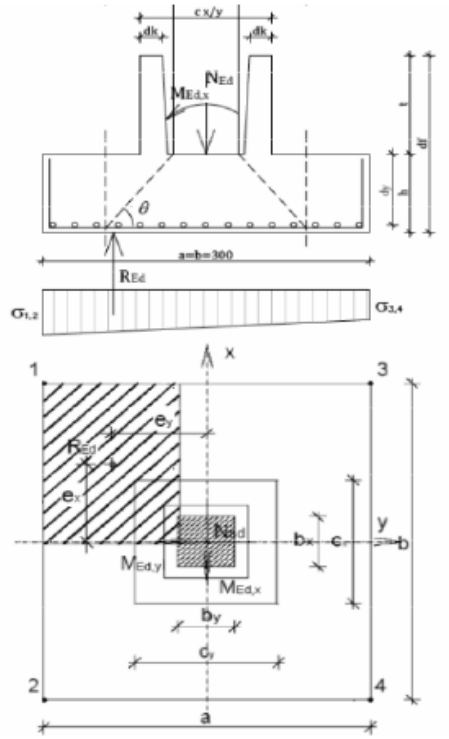
kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,40
b (m)	2,40
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	1400,00
M_{Sdx} (kNm)	10,00
M_{Sdy} (kNm)	10,00
V_{Sdx} (kN)	5,00
V_{Sdy} (kN)	5,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	116,16

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	79,875

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	57,60

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 253,63 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 342,40 kN

NAPOMENA:
Stalna djelovanja (težina temelja, težina tla i sl.) se množe sa koeficijentom za stalna nepovoljna djelovanja tj. γ_G=1,35

trajna nepovoljna	γ_G=	1,35
promjenjiva nepovoljna	γ_Q=	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 1742,40

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 5

Vy (kN) 5

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 17,5 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 17,5 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{6}$; $ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{6}$

ex (m) =	0,010	<	a/6 (m) =	0,400	→	ZADOVOLJAVA
ey(m) =	0,010	<	b/6 (m) =	0,400	→	ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6}$ = 0,008 ≤ 1/6 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex=	2,380	m
B'=b-2*ey=	2,380	m
P'=A' * B'=	5,664	m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 307,63 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ1= 317,691 kPa

$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ2= 302,500 kPa

$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ3= 302,500 kPa

$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ4= 287,309 kPa

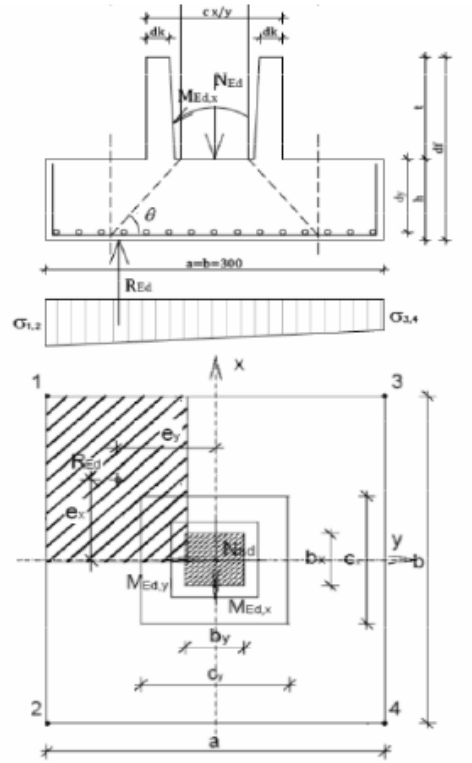
Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.
Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,40
b (m)	2,40
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	800,00
M_{Sdx} (kNm)	200,00
M_{Sdy} (kNm)	150,00
V_{Sdx} (kN)	80,00
V_{Sdy} (kN)	120,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	116,16

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	79,88

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	57,60

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 253,63 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ_G*g= 253,63 kN

NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 1053,63

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 80

Vy (kN) 120

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 380 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 270 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{3} \; ; \; ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{3}$$

ex (m) = 0,256 < a/3 (m) = 0,800 → ZADOVOLJAVA

ey(m) = 0,361 < b/3 (m) = 0,800 → ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} \quad = \quad 0{,}034 \quad \leq \quad 1/9 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex= 1,887 m

B'=b-2*ey= 1,679 m

P'=A' * B'= 3,168 m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 332,53 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma1= \quad 465{,}040 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma2= \quad 230{,}665 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma3= \quad 135{,}179 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma4= \quad -99{,}196 \quad \text{kPa}$$

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.
Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

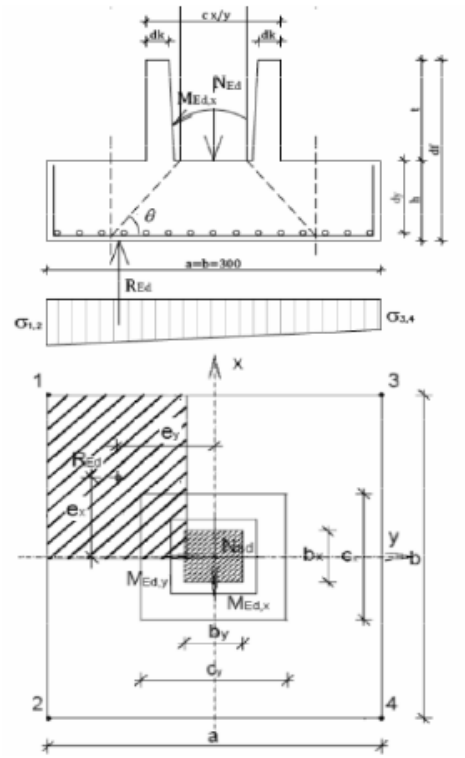
kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,20
b (m)	2,20
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	780,00
M_{Sdx} (kNm)	10,00
M_{Sdy} (kNm)	10,00
V_{Sdx} (kN)	5,00
V_{Sdy} (kN)	5,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	102,36

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	63,315

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	48,40

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 214,07 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

$G=\gamma_G * g=$ 289,00 kN

NAPOMENA:
Stalna djelovanja (težina temelja, težina tla i sl.) se množe sa koeficijentom za stalna nepovoljna djelovanja tj. γG=1,35

trajna nepovoljna	$\gamma_G=$	1,35
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_Q=$	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 1069,00

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 5

Vy (kN) 5

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 17,5 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 17,5 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{6}$; $ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{6}$

ex (m) = 0,016 < a/6 (m) = 0,367 → ZADOVOLJAVA

ey(m) = 0,016 < b/6 (m) = 0,367 → ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6}$ = 0,015 ≤ 1/6 → ZADOVOLJAVA

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex= 2,167 m

B'=b-2*ey= 2,167 m

P'=A' * B'= 4,697 m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$q_E = \frac{N}{P'}$ = 227,59 kPa < q_{dop} = 400,00 kPa

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ1= 240,589 kPa

$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ2= 220,867 kPa

$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ3= 220,867 kPa

$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}$ σ4= 201,145 kPa

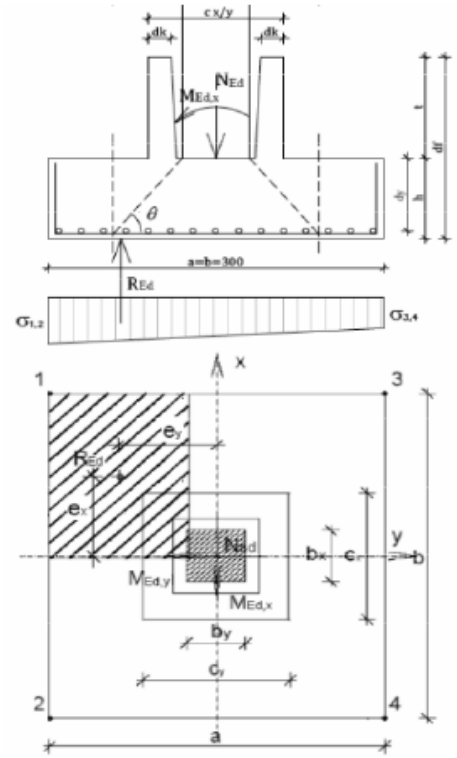
Za osnovna opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 1. jezgri poprečnog presjeka.
Cijela površina temelja je u tlaku, nema odizanja temelja od tla.

STOPA **KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres**

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,20
b (m)	2,20
h (m)	0,60
t (m)	0,90
df (m)	1,50
bx (m)	0,50
by (m)	0,50
dk (m)	0,25
cx (m)	1,15
cy (m)	1,15



Dopušteno opterećenje temeljnog tla

q_{dop} (kPa)	400,00

Djelovanja na stopu

N_{Sd} (kN)	400,00
M_{Sdx} (kNm)	150,00
M_{Sdy} (kNm)	150,00
V_{Sdx} (kN)	80,00
V_{Sdy} (kN)	60,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m^3)	25,00
g1 (kN)	102,36

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m^3)	20
g2 (kN)	63,32

Težina slojeva iznad stope (visina slojeva iznad čašice uklkjučujući podnu ploču)

γ_{beton} (kN/m^3)	20,00
h ploče (m)	0,50
g3 (kN)	48,40

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3 214,07 kN

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

$G=\gamma_G * g=$ 214,07 kN

NAPOMENA:

Za seizmičko kombinaciju opterećenja stalna djelovanja se množe sa koeficijentom γ_G=1,0

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

N=Nsd+G (kN) 614,07

Horizontale sile za proračun temeljne stope

Vx (kN) 80

Vy (kN) 60

Momenti za proračun temeljne stope

Mx (kNm) 240 $Mx = Msdx + Vsdy*df$

My (kNm) 270 $My = Msdy + Vsdx*df;$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$ex = \frac{My}{N} \leq \frac{a}{3} \; ; \; ey = \frac{Mx}{N} \leq \frac{b}{3}$$

ex (m) =	0,440	<	a/3 (m) =	0,733	→ ZADOVOLJAVA
ey(m) =	0,391	<	b/3 (m) =	0,733	→ ZADOVOLJAVA

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} \quad = \quad 0{,}072 \quad \leq \quad 1/9 \quad \rightarrow \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

A'=a-2*ex=	1,321	m
B'=b-2*ey=	1,418	m
P'=A' * B'=	1,873	m^2

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

q_{dop} = 400,00 kPa dopuštena nosivost temeljniog tla očitana iz geomeh. elaborata

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = \quad 327{,}84 \text{ kPa} \quad < \quad q_{dop} = \quad 400{,}00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma1= \quad 414{,}252 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma2= \quad 109{,}970 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma3= \quad 143{,}779 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma4= \quad -160{,}504 \text{ kPa}$$

Za ostala opterećenja rezultanta sila se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.
Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

kap4
WWW.KAP4.HR
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

8.6 Dimenzioniranje temeljnih stopa

Djelovanje na temeljne čašice (rezne sile za dimenzioniranje)

Za dimenzioniranje se usvaja iznos uzdužne sile za kombinaciju opterećenja CO1-GSN, dok se za moment i poprečnu silu usvaja vrijednost za kombinaciju opterećenja CO3-potres.

Temeljna čašica	Rz (kN)	Rx (kN)	Ry (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
TIP 1	260	75	80	400	430
TIP 2	550	60	80	420	320
TIP 3	380	95	50	200	300
TIP 4	1400	80	120	200	150
TIP 5	780	80	60	150	150

Minimalna armatura u temeljnim stopama

za stopu visine 60 cm

Asmin=Ac*0,15%=60*100*0,0015= 9,0 cm2/m' ,

Minimalna armatura donje zone stope visine 60 cm je Φ16/22 cm (As=9,13 cm2/m). Ispod temeljne čašice šipke progustiti na Φ16/15 ili dodati dodatno 5Φ16 u oba smjera.

Minimalna armatura čašice:

Asmin=Ac*0,15%=25x130x0,0015= 4,88 cm2/m'

Na duljinu stranica čašice i visinu od 100 cm minimalna armatura je: 4,88*1,00= 4,88 cm2

8.6.1 Temeljna stopa TIP 1

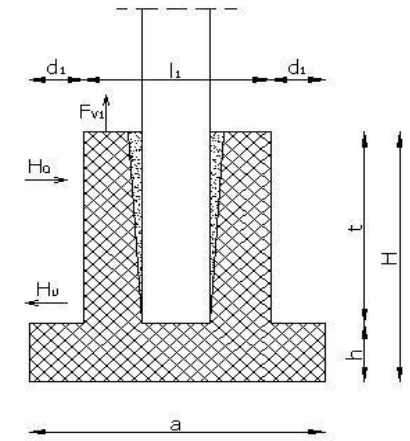
TEMELJNA STOPA TIP 1

Određivanje potrebne armature

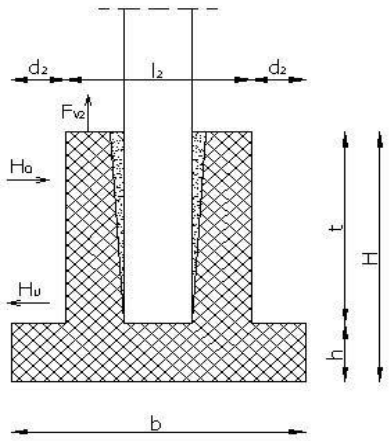
A) Ulazni podaci

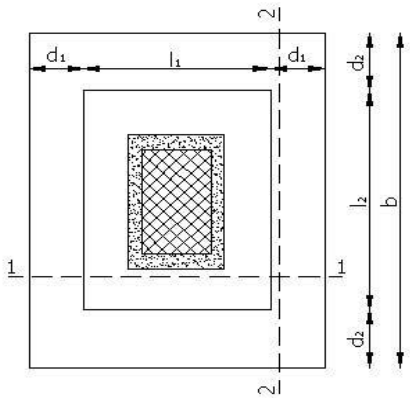
- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	M_1=	400,00	[kNm]
	(oko presjeka 2-2)	M_2=	430,00	[kNm]
- uzdužna sila u stupu		N=	260,00	[kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	V_1=	75,00	[kN]
	(okomito na presjek 2-2)	V_2=	80,00	[kN]
- dimenzije temeljne čašice		a=	3,40	[m]
		b=	3,40	[m]
		d_1=	1,13	[m]
		d_2=	1,13	[m]
		h=	0,60	[m]
		t=	0,90	[m]
		H=	1,50	[m]
		l_1=	1,15	[m]
		l_2=	1,15	[m]
- računska granica popuštanja čelika		f_{yd}=	434,78	[N/mm^2]
- zaštitni sloj betona		c=	0,05	[m]
- armirati simetrično (DA / NE)			DA	

Presjek 1-1



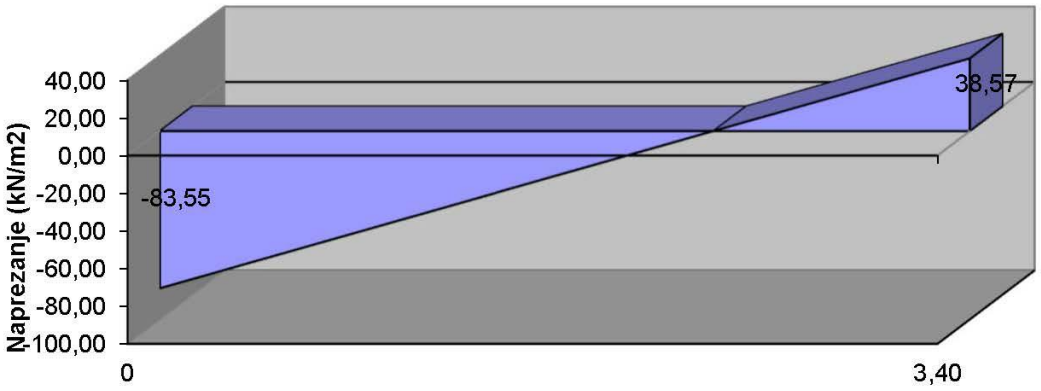
Presjek 2-2





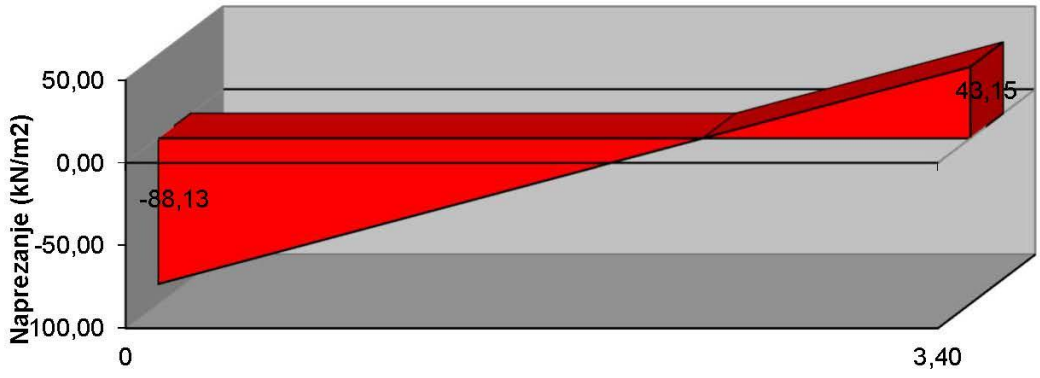
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti

$W_1=a*b^2/6$ [m^3] ⇒ W_1= 6,55 [m^3]

$W_2=b*a^2/6$ [m^3] ⇒ W_2= 6,55 [m^3]

naponi od uzdužne sile

$\sigma_n=N/a/b$ [kN/m^2] ⇒ σ_n= 22,49 [kN/m^2]

naponi od momenta

$\sigma_{m1}=M_1/W_1$ [kN/m^2] ⇒ σ_{m1}= 61,06 [kN/m^2]

$\sigma_{m2}=M_2/W_2$ [kN/m^2] ⇒ σ_{m2}= 65,64 [kN/m^2]

presjek 1-1

$\sigma_{max1}=\sigma_n+\sigma_{m1}$ [kN/m^2] ⇒ σ_{max1}= 83,55 [kN/m^2]

$\sigma_{min1}=\sigma_n-\sigma_{m1}$ [kN/m^2] ⇒ σ_{min1}= -38,57 [kN/m^2]

presjek 2-2

$\sigma_{max2}=\sigma_n+\sigma_{m2}$ [kN/m^2] ⇒ σ_{max2}= 88,13 [kN/m^2]

$\sigma_{min2}=\sigma_n-\sigma_{m2}$ [kN/m^2] ⇒ σ_{min2}= -43,15 [kN/m^2]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije $(\sigma_{max1}-\sigma_{min1})/a=x_1/(a-d_1)$ ⇒ x_1= 81,72 [kN/m^2]

$y_1=x_1+\sigma_{min1}$ ⇒ y_1= 43,14 [kN/m^2]

⇒ $\sigma_{d1}=(\sigma_{max1}+y_1)/2$ ⇒ σ_{d1}= 63,35 [kN/m^2]

(za 1m') ⇒ $R_1=d_1*1m*\sigma_{d1}$ ⇒ R_1= 71,27 [kN]

⇒ $M_1=R*d_1/2$ ⇒ M_1= 40,09 [kNm]

$A_{s1}=M_1/(0,9*d_1/2*f_{yd}*10^{-1})$ [cm^2/m^1] ⇒ A_{s1}= 1,82 [cm^2/m^1]

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije $(\sigma_{max2}-\sigma_{min2})/b=x_2/(b-d_2)$ ⇒ x_2= 87,84 [kN/m^2]

$y_2=x_2+\sigma_{min2}$ ⇒ y_2= 44,69 [kN/m^2]

⇒ $\sigma_{d2}=(\sigma_{max2}+y_2)/2$ ⇒ σ_{d2}= 66,41 [kN/m^2]

(za 1m') ⇒ $R_2=d_2*1m*\sigma_{d2}$ ⇒ R_2= 74,72 [kN]

⇒ $M_2=R*d_2/2$ ⇒ M_2= 42,03 [kNm]

$A_{s2}=M_2/(0,9*d_2/2*f_{yd}*10^{-1})$ [cm^2/m^1] ⇒ A_{s2}= 1,91 [cm^2/m^1]

PRORAČUNSKA ARMATURA STOPE As= 1,91 [cm2]

ZAKLJUČAK: temeljnu stopu armirati šipkama u oba smjera Ø16/22, na području ispod temeljne čašice progustiti šipke na Ø16/15 u širini od 1,30 m ili postaviti dodatne šipke 5Ø16 u

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

D) Potrebna armatura s obzirom na H_O

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{O1}=3/2*M_1/t+5/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{O1}=$ 760,42 [kN]

$A_{s,O1}=H_{O1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 17,49 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O1}=$ 8,74 [cm^2]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{O2}=3/2*M_2/t+5/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{O2}=$ 816,67 [kN]

$A_{s,O2}=H_{O2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 18,78 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O2}=$ 9,39 [cm^2]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE GORE As= 9,39 [cm2]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_U

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{U1}=3/2*M_1/t+1/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{U1}=$ 685,42 [kN]

$A_{s,U1}=H_{U1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 15,76 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U1}=$ 7,88 [cm^2]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{U2}=3/2*M_2/t+1/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{U2}=$ 736,67 [kN]

$A_{s,U2}=H_{U2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 16,94 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U2}=$ 8,47 [cm^2]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE DOLJE As= 8,47 [cm2]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_V

presjek 1-1
vertikalna sila $F_{V1}=M_1/(l_1-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V1}=$ 380,95 [kN]

$A_{s,V1}=F_{V1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V1}=$ 8,76 [cm^2]

presjek 2-2
vertikalna sila $F_{V2}=M_2/(l_2-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V2}=$ 409,52 [kN]

$A_{s,V2}=F_{V2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V2}=$ 9,42 [cm^2]

PRORAČUNSKA ARMATURA As= 9,42 [cm2]

8.6.2 Temeljna stopa TIP 2

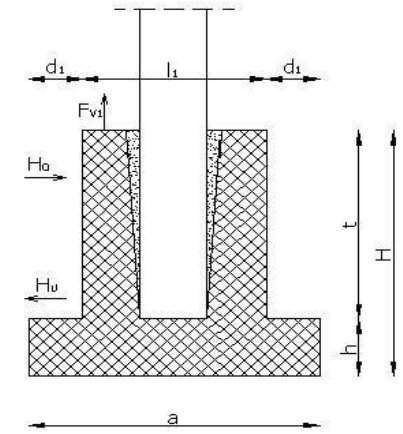
TEMELJNA STOPA TIP 2

Određivanje potrebne armature

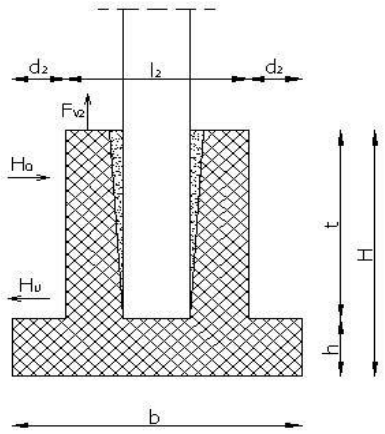
A) Ulazni podaci

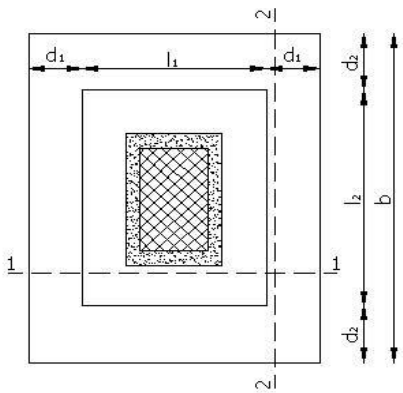
- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	M_1=	420,00	[kNm]
	(oko presjeka 2-2)	M_2=	320,00	[kNm]
- uzdužna sila u stupu		N=	550,00	[kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	V_1=	60,00	[kN]
	(okomito na presjek 2-2)	V_2=	80,00	[kN]
- dimenzije temeljne čašice		a=	3,00	[m]
		b=	3,00	[m]
		d_1=	0,93	[m]
		d_2=	0,93	[m]
		h=	0,60	[m]
		t=	0,90	[m]
		H=	1,50	[m]
		l_1=	1,15	[m]
		l_2=	1,15	[m]
- računska granica popuštanja čelika		f_{yd}=	434,78	[N/mm^2]
- zaštitni sloj betona		c=	0,05	[m]
- armirati simetrično (DA / NE)			DA	

Presjek 1-1



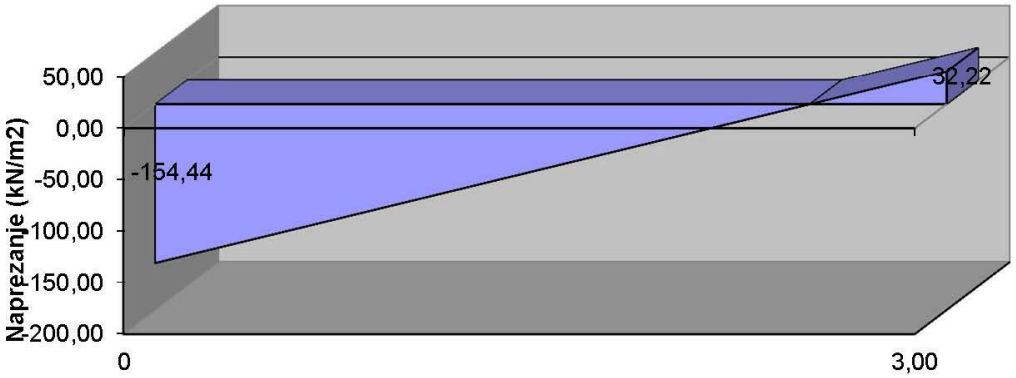
Presjek 2-2





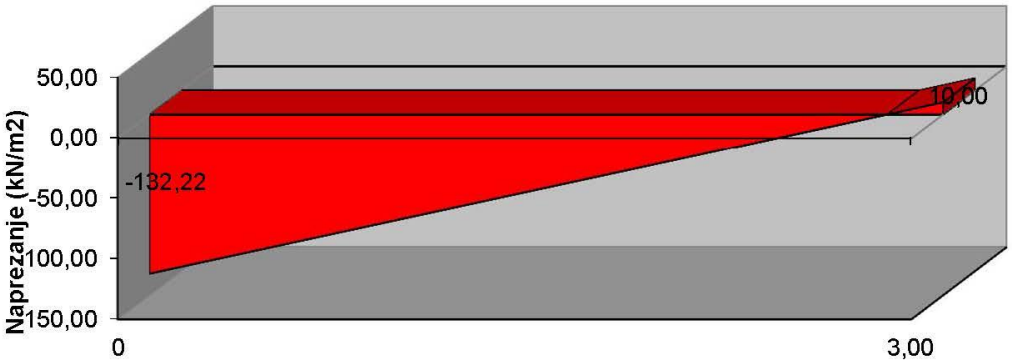
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1=a*b^2/6$ [m^3]	⇒	$W_1=$	4,50 [m^3]
	$W_2=b*a^2/6$ [m^3]	⇒	$W_2=$	4,50 [m^3]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n=N/a/b$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_n=$	61,11 [kN/m^2]
naponi od momenta	$\sigma_{m1}=M_1/W_1$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m1}=$	93,33 [kN/m^2]
	$\sigma_{m2}=M_2/W_2$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m2}=$	71,11 [kN/m^2]

presjek 1-1

$\sigma_{max1}=\sigma_n+\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max1}=$ 154,44 [kN/m^2]
$\sigma_{min1}=\sigma_n-\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min1}=$ -32,22 [kN/m^2]

presjek 2-2

$\sigma_{max2}=\sigma_n+\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max2}=$ 132,22 [kN/m^2]
$\sigma_{min2}=\sigma_n-\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min2}=$ -10,00 [kN/m^2]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max1}-\sigma_{min1})/a=x_1/(a-d_1)$	⇒	$x_1=$	129,11 [kN/m^2]
	$y_1=x_1+\sigma_{min1}$	⇒	$y_1=$	96,89 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d1}=(\sigma_{max1}+y_1)/2$	⇒	$\sigma_{d1}=$	125,67 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_1=d_1*1m*\sigma_{d1}$	⇒	$R_1=$	116,24 [kN]
	⇒ $M_1=R*d_1/2$	⇒	$M_1=$	53,76 [kNm]

$A_{s1}=M_1/(0,9*d_1/2*f_{yd}*10^{-1})$ [cm^2/m^1] ⇒ $A_{s1}=$ 2,97 [cm^2/m^1]

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max2}-\sigma_{min2})/b=x_2/(b-d_2)$	⇒	$x_2=$	98,37 [kN/m^2]
	$y_2=x_2+\sigma_{min2}$	⇒	$y_2=$	88,37 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d2}=(\sigma_{max2}+y_2)/2$	⇒	$\sigma_{d2}=$	110,30 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_2=d_2*1m*\sigma_{d2}$	⇒	$R_2=$	102,02 [kN]
	⇒ $M_2=R*d_2/2$	⇒	$M_2=$	47,19 [kNm]

$A_{s2}=M_2/(0,9*d_2/2*f_{yd}*10^{-1})$ [cm^2/m^1] ⇒ $A_{s2}=$ 2,61 [cm^2/m^1]

PRORAČUNSKA ARMATURA STOPE As= 2,97 [cm2]

ZAKLJUČAK: temeljnu stopu armirati šipkama u oba smjera Ø16/22, na području ispod temeljne čašice progustiti šipke na Ø16/15 u širini od 1,30 m ili postaviti dodatne šipke 5Ø16 u

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

D) Potrebna armatura s obzirom na H_O

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{O1}=3/2*M_1/t+5/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{O1}=$ 775,00 [kN]

$A_{s,O1}=H_{O1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 17,83 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O1}=$ 8,91 [cm^2]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{O2}=3/2*M_2/t+5/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{O2}=$ 633,33 [kN]

$A_{s,O2}=H_{O2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 14,57 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O2}=$ 7,28 [cm^2]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE GORE As= 8,91 [cm2]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_U

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{U1}=3/2*M_1/t+1/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{U1}=$ 715,00 [kN]

$A_{s,U1}=H_{U1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 16,45 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U1}=$ 8,22 [cm^2]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{U2}=3/2*M_2/t+1/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{U2}=$ 553,33 [kN]

$A_{s,U2}=H_{U2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 12,73 [cm^2]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U2}=$ 6,36 [cm^2]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE DOLJE As= 8,22 [cm2]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_V

presjek 1-1
vertikalna sila $F_{V1}=M_1/(l_1-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V1}=$ 400,00 [kN]

$A_{s,V1}=F_{V1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V1}=$ 9,20 [cm^2]

presjek 2-2
vertikalna sila $F_{V2}=M_2/(l_2-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V2}=$ 304,76 [kN]

$A_{s,V2}=F_{V2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V2}=$ 7,01 [cm^2]

PRORAČUNSKA ARMATURA As= 9,20 [cm2]

8.6.3 Temeljna stopa TIP 3

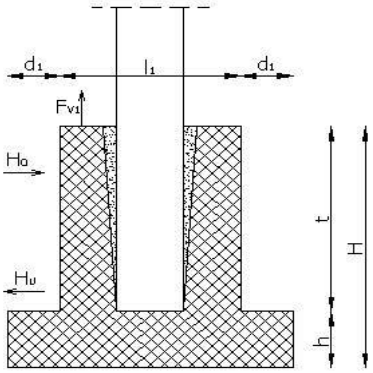
TEMELJNA STOPA TIP 3

Određivanje potrebne armature

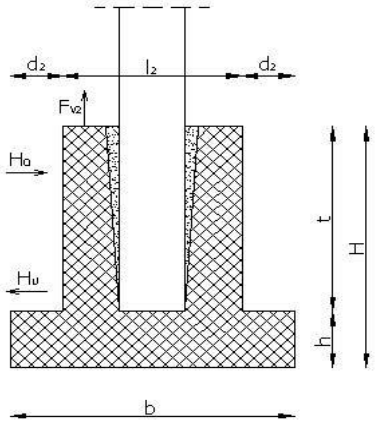
A) Ulazni podaci

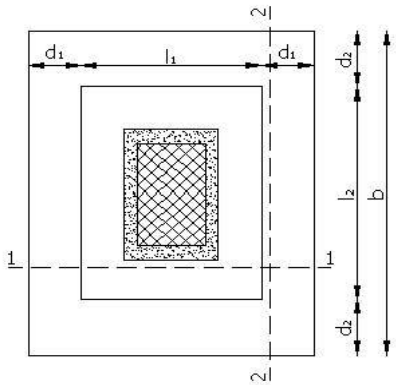
- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	M_1=	300,00	[kNm]
	(oko presjeka 2-2)	M_2=	200,00	[kNm]
- uzdužna sila u stupu		N=	380,00	[kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	V_1=	50,00	[kN]
	(okomito na presjek 2-2)	V_2=	95,00	[kN]
- dimenzije temeljne čašice		a=	2,80	[m]
		b=	2,80	[m]
		d_1=	0,83	[m]
		d_2=	0,83	[m]
		h=	0,60	[m]
		t=	0,90	[m]
		H=	1,50	[m]
		l_1=	1,15	[m]
		l_2=	1,15	[m]
- računska granica popuštanja čelika		f_{yd}=	434,78	[N/mm^2]
- zaštitni sloj betona		c=	0,05	[m]
- armirati simetrično (DA / NE)			DA	

Presjek 1-1

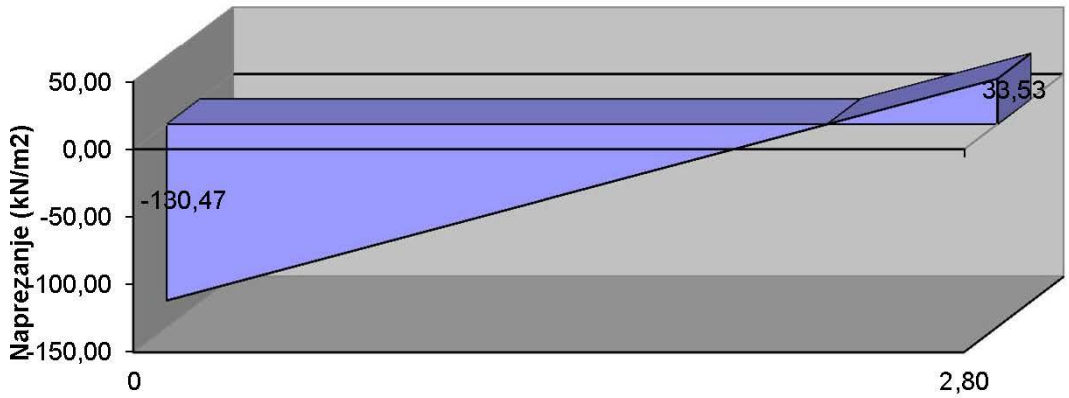


Presjek 2-2



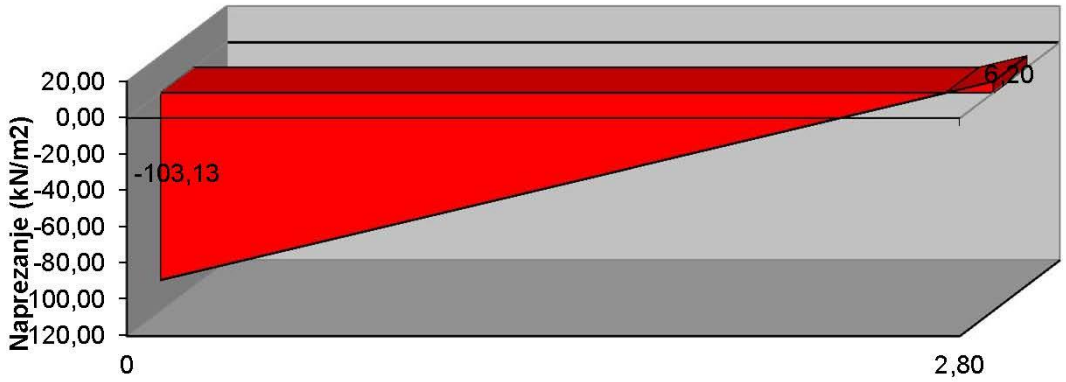


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1=a*b^2/6$ [m^3]	⇒	$W_1=$	3,66 [m^3]
	$W_2=b*a^2/6$ [m^3]	⇒	$W_2=$	3,66 [m^3]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n=N/a/b$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_n=$	48,47 [kN/m^2]
naponi od momenta	$\sigma_{m1}=M_1/W_1$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m1}=$	82,00 [kN/m^2]
	$\sigma_{m2}=M_2/W_2$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m2}=$	54,66 [kN/m^2]

presjek 1-1

$\sigma_{max1}=\sigma_n+\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max1}=$ 130,47 [kN/m^2]
$\sigma_{min1}=\sigma_n-\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min1}=$ -33,53 [kN/m^2]

presjek 2-2

$\sigma_{max2}=\sigma_n+\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max2}=$ 103,13 [kN/m^2]
$\sigma_{min2}=\sigma_n-\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min2}=$ -6,20 [kN/m^2]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max1}-\sigma_{min1})/a=x_1/(a-d_1)$	⇒	$x_1=$	115,67 [kN/m^2]
	$y_1=x_1+\sigma_{min1}$	⇒	$y_1=$	82,15 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d1}=(\sigma_{max1}+y_1)/2$	⇒	$\sigma_{d1}=$	106,31 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_1=d_1*1m*\sigma_{d1}$	⇒	$R_1=$	87,70 [kN]
	⇒ $M_1=R*d_1/2$	⇒	$M_1=$	36,18 [kNm]

$A_{s1}=M_1/(0,9*d_1/2*f_{yd}*10^{-1})$ [cm^2/m^1] ⇒ $A_{s1}=$ 2,24 [cm^2/m^1]

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max2}-\sigma_{min2})/b=x_2/(b-d_2)$	⇒	$x_2=$	77,12 [kN/m^2]
	$y_2=x_2+\sigma_{min2}$	⇒	$y_2=$	70,92 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d2}=(\sigma_{max2}+y_2)/2$	⇒	$\sigma_{d2}=$	87,03 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_2=d_2*1m*\sigma_{d2}$	⇒	$R_2=$	71,80 [kN]
	⇒ $M_2=R*d_2/2$	⇒	$M_2=$	29,62 [kNm]

$A_{s2}=M_2/(0,9*d_2/2*f_{yd}*10^{-1})$ [cm^2/m^1] ⇒ $A_{s2}=$ 1,83 [cm^2/m^1]

PRORAČUNSKA ARMATURA STOPE As= 2,24 [cm2]

ZAKLJUČAK: temeljnu stopu armirati šipkama u oba smjera Ø16/22, na području ispod temeljne čašice progustiti šipke na Ø16/15 u širini od 1,30 m ili postaviti dodatne šipke 5Ø16 u

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

D) Potrebna armatura s obzirom na H_O

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{O1}=3/2*M_1/t+5/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{O1}=$ 562,50 [kN]

$A_{s,O1}=H_{O1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 12,94 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O1}=$ 6,47 [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{O2}=3/2*M_2/t+5/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{O2}=$ 452,08 [kN]

$A_{s,O2}=H_{O2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 10,40 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O2}=$ 5,20 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE GORE As= 6,47 [cm2]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_U

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{U1}=3/2*M_1/t+1/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{U1}=$ 512,50 [kN]

$A_{s,U1}=H_{U1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 11,79 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U1}=$ 5,89 [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{U2}=3/2*M_2/t+1/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{U2}=$ 357,08 [kN]

$A_{s,U2}=H_{U2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 8,21 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U2}=$ 4,11 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE DOLJE As= 5,89 [cm2]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_V

presjek 1-1
vertikalna sila $F_{V1}=M_1/(l_1-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V1}=$ 285,71 [kN]

$A_{s,V1}=F_{V1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V1}=$ 6,57 [cm²]

presjek 2-2
vertikalna sila $F_{V2}=M_2/(l_2-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V2}=$ 190,48 [kN]

$A_{s,V2}=F_{V2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V2}=$ 4,38 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA As= 6,57 [cm2]

8.6.4 Temeljna stopa TIP 4

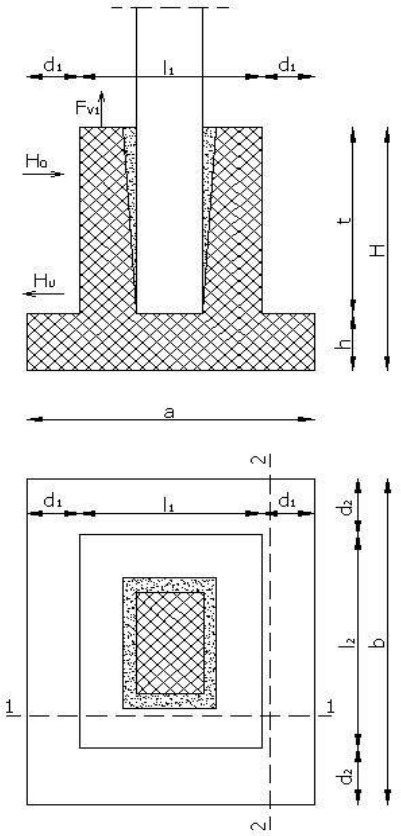
TEMELJNA STOPA TIP 4

Određivanje potrebne armature

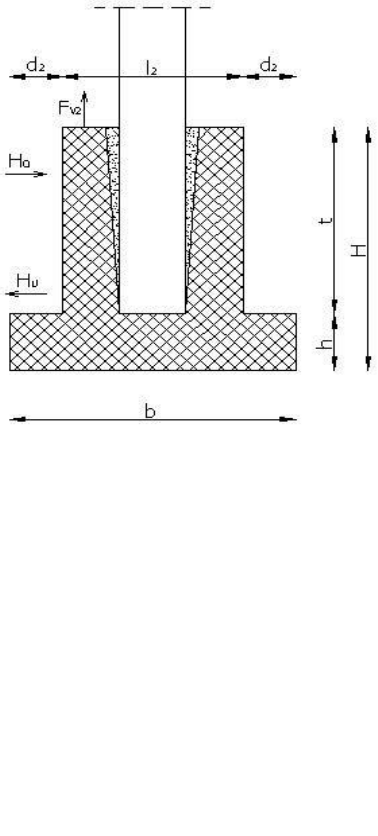
A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	M_1=	150,00	[kNm]
	(oko presjeka 2-2)	M_2=	200,00	[kNm]
- uzdužna sila u stupu		N=	1.400,00	[kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	V_1=	120,00	[kN]
	(okomito na presjek 2-2)	V_2=	80,00	[kN]
- dimenzije temeljne čašice		a=	2,40	[m]
		b=	2,40	[m]
		d_1=	0,63	[m]
		d_2=	0,63	[m]
		h=	0,60	[m]
		t=	0,90	[m]
		H=	1,50	[m]
		l_1=	1,15	[m]
		l_2=	1,15	[m]
- računska granica popuštanja čelika		f_{yd}=	434,78	[N/mm^2]
- zaštitni sloj betona		c=	0,05	[m]
- armirati simetrično (DA / NE)			DA	

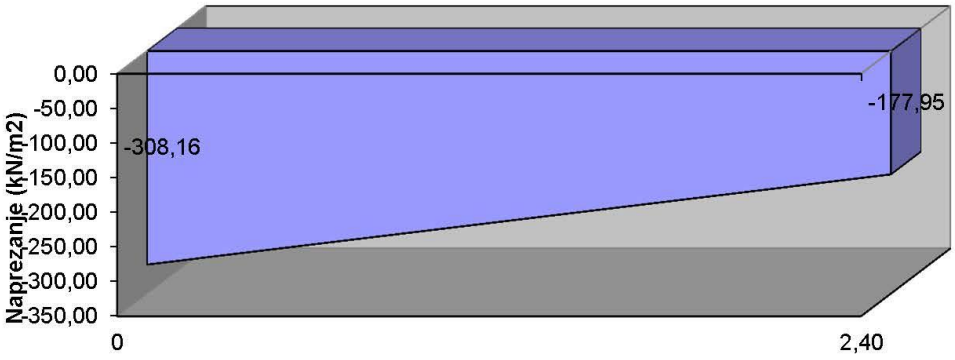
Presjek 1-1



Presjek 2-2

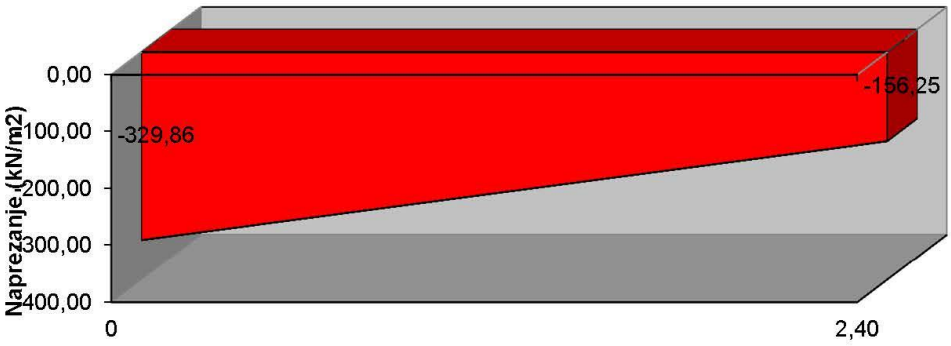


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1=a*b^2/6$ [m^3]	⇒	$W_1=$	2,30 [m^3]
	$W_2=b*a^2/6$ [m^3]	⇒	$W_2=$	2,30 [m^3]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n=N/a/b$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_n=$	243,06 [kN/m^2]
naponi od momenta	$\sigma_{m1}=M_1/W_1$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m1}=$	65,10 [kN/m^2]
	$\sigma_{m2}=M_2/W_2$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m2}=$	86,81 [kN/m^2]

presjek 1-1

$\sigma_{max1}=\sigma_n+\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max1}=$ 308,16 [kN/m^2]
$\sigma_{min1}=\sigma_n-\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min1}=$ 177,95 [kN/m^2]

presjek 2-2

$\sigma_{max2}=\sigma_n+\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max2}=$ 329,86 [kN/m^2]
$\sigma_{min2}=\sigma_n-\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min2}=$ 156,25 [kN/m^2]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max1}-\sigma_{min1})/a=x_1/(a-d_1)$	⇒	$x_1=$	96,30 [kN/m^2]
	$y_1=x_1+\sigma_{min1}$	⇒	$y_1=$	274,25 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d1}=(\sigma_{max1}+y_1)/2$	⇒	$\sigma_{d1}=$	291,21 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_1=d_1*1m*\sigma_{d1}$	⇒	$R_1=$	182,00 [kN]
	⇒ $M_1=R*d_1/2$	⇒	$M_1=$	56,88 [kNm]
$A_{s1}=M_1/(0,9*d_1/2*f_{yd}*10^{-1})$	[cm^2/m^1]	⇒	$A_{s1}=$	4,65 [cm^2/m^1]

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max2}-\sigma_{min2})/b=x_2/(b-d_2)$	⇒	$x_2=$	128,40 [kN/m^2]
	$y_2=x_2+\sigma_{min2}$	⇒	$y_2=$	284,65 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d2}=(\sigma_{max2}+y_2)/2$	⇒	$\sigma_{d2}=$	307,26 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_2=d_2*1m*\sigma_{d2}$	⇒	$R_2=$	192,03 [kN]
	⇒ $M_2=R*d_2/2$	⇒	$M_2=$	60,01 [kNm]
$A_{s2}=M_2/(0,9*d_2/2*f_{yd}*10^{-1})$	[cm^2/m^1]	⇒	$A_{s2}=$	4,91 [cm^2/m^1]

PRORAČUNSKA ARMATURA STOPE As= 4,91 [cm2]

ZAKLJUČAK: temeljnu stopu armirati šipkama u oba smjera Ø16/22, na području ispod temeljne čašice progustiti šipke na Ø16/15 u širini od 1,30 m ili postaviti dodatne šipke 5Ø16 u

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

D) Potrebna armatura s obzirom na H_O

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{O1}=3/2*M_1/t+5/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{O1}=$ 400,00 [kN]

$A_{s,O1}=H_{O1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 9,20 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O1}=$ 4,60 [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{O2}=3/2*M_2/t+5/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{O2}=$ 433,33 [kN]

$A_{s,O2}=H_{O2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 9,97 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O2}=$ 4,98 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE GORE As= 4,98 [cm2]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_U

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{U1}=3/2*M_1/t+1/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{U1}=$ 280,00 [kN]

$A_{s,U1}=H_{U1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 6,44 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U1}=$ 3,22 [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{U2}=3/2*M_2/t+1/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{U2}=$ 353,33 [kN]

$A_{s,U2}=H_{U2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 8,13 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U2}=$ 4,06 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE DOLJE As= 4,06 [cm2]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_V

presjek 1-1
vertikalna sila $F_{V1}=M_1/(l_1-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V1}=$ 142,86 [kN]

$A_{s,V1}=F_{V1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V1}=$ 3,29 [cm²]

presjek 2-2
vertikalna sila $F_{V2}=M_2/(l_2-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V2}=$ 190,48 [kN]

$A_{s,V2}=F_{V2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V2}=$ 4,38 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA As= 4,38 [cm2]

8.6.5 Temeljna stopa TIP 5

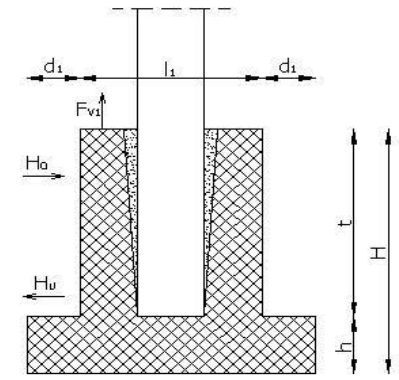
TEMELJNA STOPA TIP 5

Određivanje potrebne armature

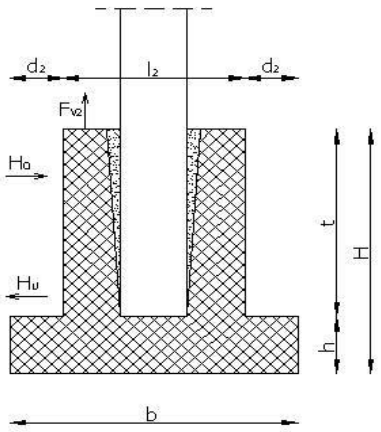
A) Ulazni podaci

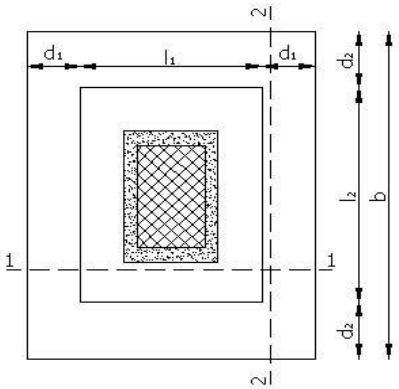
- moment savijanja na stupu	(oko presjeka 1-1)	M_1=	150,00	[kNm]
	(oko presjeka 2-2)	M_2=	150,00	[kNm]
- uzdužna sila u stupu		N=	780,00	[kN]
- poprečna sila na stupu	(okomito na presjek 1-1)	V_1=	80,00	[kN]
	(okomito na presjek 2-2)	V_2=	80,00	[kN]
- dimenzije temeljne čašice		a=	2,20	[m]
		b=	2,20	[m]
		d_1=	0,53	[m]
		d_2=	0,53	[m]
		h=	0,60	[m]
		t=	0,90	[m]
		H=	1,50	[m]
		l_1=	1,15	[m]
		l_2=	1,15	[m]
- računska granica popuštanja čelika		f_{yd}=	434,78	[N/mm^2]
- zaštitni sloj betona		c=	0,05	[m]
- armirati simetrično (DA / NE)			DA	

Presjek 1-1

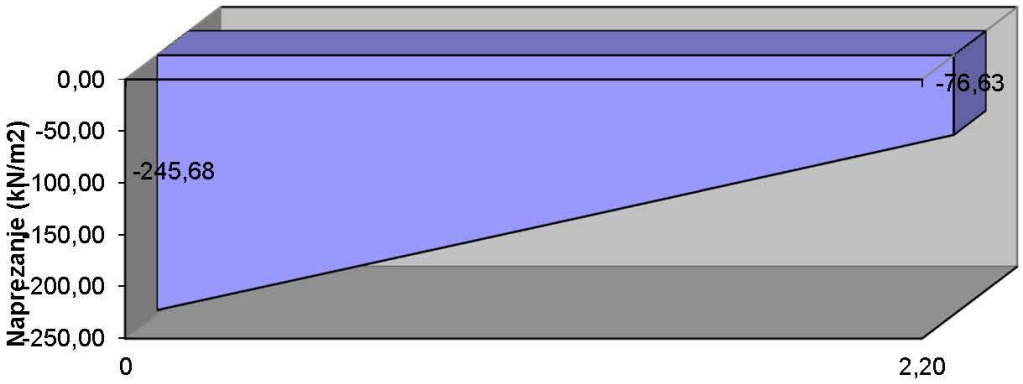


Presjek 2-2



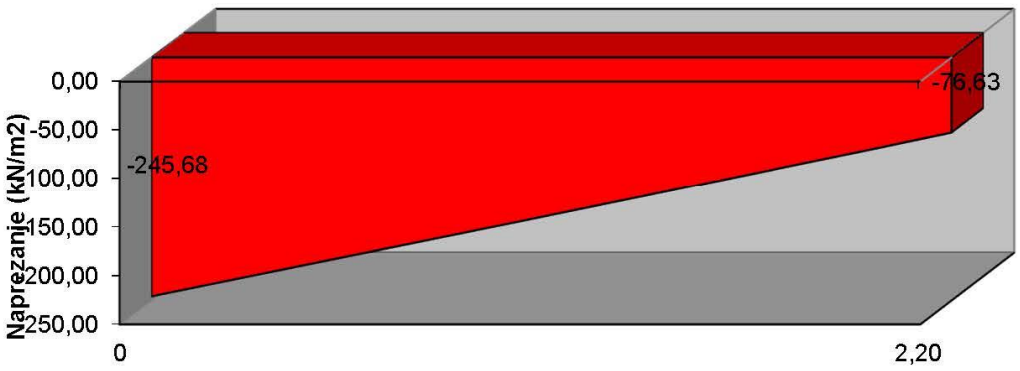


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1=a*b^2/6$ [m^3]	⇒	$W_1=$	1,77 [m^3]
	$W_2=b*a^2/6$ [m^3]	⇒	$W_2=$	1,77 [m^3]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n=N/a/b$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_n=$	161,16 [kN/m^2]
naponi od momenta	$\sigma_{m1}=M_1/W_1$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m1}=$	84,52 [kN/m^2]
	$\sigma_{m2}=M_2/W_2$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{m2}=$	84,52 [kN/m^2]

presjek 1-1

$\sigma_{max1}=\sigma_n+\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max1}=$ 245,68	[kN/m^2]
$\sigma_{min1}=\sigma_n-\sigma_{m1}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min1}=$ 76,63	[kN/m^2]

presjek 2-2

$\sigma_{max2}=\sigma_n+\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{max2}=$ 245,68	[kN/m^2]
$\sigma_{min2}=\sigma_n-\sigma_{m2}$ [kN/m^2]	⇒	$\sigma_{min2}=$ 76,63	[kN/m^2]

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max1}-\sigma_{min1})/a=x_1/(a-d_1)$	⇒	$x_1=$	128,71 [kN/m^2]
	$y_1=x_1+\sigma_{min1}$	⇒	$y_1=$	205,34 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d1}=(\sigma_{max1}+y_1)/2$	⇒	$\sigma_{d1}=$	225,51 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_1=d_1*1m*\sigma_{d1}$	⇒	$R_1=$	118,39 [kN]
	⇒ $M_1=R*d_1/2$	⇒	$M_1=$	31,08 [kNm]
$A_{s1}=M_1/(0,9*d_1/2*f_{yd}*10^{-1})$	[cm^2/m^1]	⇒	$A_{s1}=$	3,03 [cm^2/m^1]

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{max2}-\sigma_{min2})/b=x_2/(b-d_2)$	⇒	$x_2=$	128,71 [kN/m^2]
	$y_2=x_2+\sigma_{min2}$	⇒	$y_2=$	205,34 [kN/m^2]
	⇒ $\sigma_{d2}=(\sigma_{max2}+y_2)/2$	⇒	$\sigma_{d2}=$	225,51 [kN/m^2]
(za 1m')	⇒ $R_2=d_2*1m*\sigma_{d2}$	⇒	$R_2=$	118,39 [kN]
	⇒ $M_2=R*d_2/2$	⇒	$M_2=$	31,08 [kNm]
$A_{s2}=M_2/(0,9*d_2/2*f_{yd}*10^{-1})$	[cm^2/m^1]	⇒	$A_{s2}=$	3,03 [cm^2/m^1]

PRORAČUNSKA ARMATURA STOPE As= 3,03 [cm2]

ZAKLJUČAK: temeljnu stopu armirati šipkama u oba smjera Ø16/22, na području ispod temeljne čašice progustiti šipke na Ø16/15 u širini od 1,30 m ili postaviti dodatne šipke 5Ø16 u

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

D) Potrebna armatura s obzirom na H_O

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{O1}=3/2*M_1/t+5/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{O1}=$ 350,00 [kN]

$A_{s,O1}=H_{O1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 8,05 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O1}=$ 4,03 [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{O2}=3/2*M_2/t+5/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{O2}=$ 350,00 [kN]

$A_{s,O2}=H_{O2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 8,05 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,O2}=$ 4,03 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE GORE As= 4,03 [cm2]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_U

(okomito na presjek 1-1)
horizontalna sila $H_{U1}=3/2*M_1/t+1/4*V_1$ [kN] ⇒ $H_{U1}=$ 270,00 [kN]

$A_{s,U1}=H_{U1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 6,21 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U1}=$ 3,11 [cm²]

(okomito na presjek 2-2)
horizontalna sila $H_{U2}=3/2*M_2/t+1/4*V_2$ [kN] ⇒ $H_{U2}=$ 270,00 [kN]

$A_{s,U2}=H_{U2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,ukupno}=$ 6,21 [cm²]

za jednu stijenku ⇒ $A_{s,U2}=$ 3,11 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA STIJENKE DOLJE As= 3,11 [cm2]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_V

presjek 1-1
vertikalna sila $F_{V1}=M_1/(l_1-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V1}=$ 142,86 [kN]

$A_{s,V1}=F_{V1}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V1}=$ 3,29 [cm²]

presjek 2-2
vertikalna sila $F_{V2}=M_2/(l_2-2*c)$ [kN] ⇒ $F_{V2}=$ 142,86 [kN]

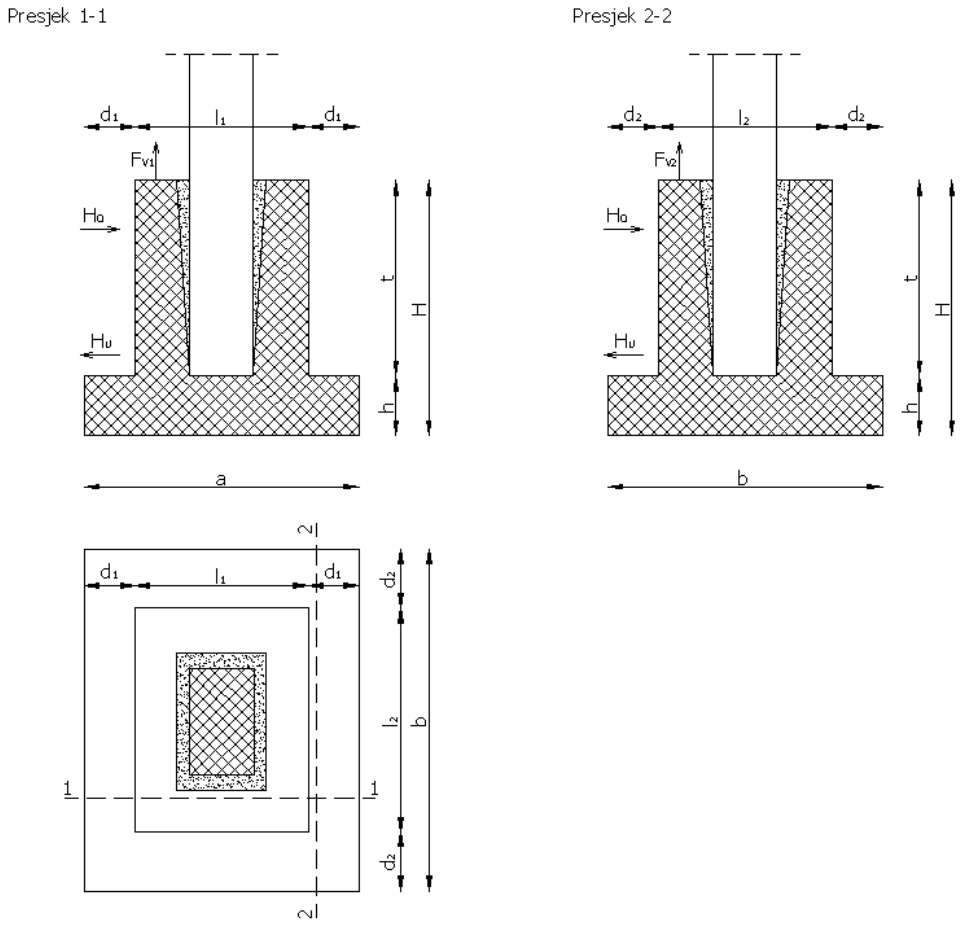
$A_{s,V2}=F_{V2}/f_{yk}*10^1$ [cm2] ⇒ $A_{s,V2}=$ 3,29 [cm²]

PRORAČUNSKA ARMATURA As= 3,29 [cm2]

8.7 Provjera proboja temeljnih stopa

Provjerava se proboj temeljne čašice u fazi korištenja hale. Betonske čaše za montažno temeljenje predgotovljenih elemenata moraju prenijeti vertikalna opterećenja, momente savijanja i horizontalne posmične sile sa stupa na temeljno tlo. Čaša mora biti dovoljno velika da omogući dobre uvjete izvođenja, odnosno kvalitetnu betonsku ispunu ispod i oko stupa.

Shematski prikaz temeljne čašice



Proboj ojačanja u temeljnoj ploči je proračunat na kombinaciju opterećenja
linearna **statička** provjera graničnog stanja nosivosti koristi, kombinacija **CO1-GSN:**

$$\sum_{j\geq 1}(\gamma_{G,j} * G_{k,j}) \text{ "+" } \psi_{1,1} * (\gamma_{G,j} * Q_{k,1}) \text{ " + " } \sum_{i>1}(\psi_{2,i} * Q_{k,i})$$

Proračun na proboj se provodi za temeljne stope debljine 60 cm za maksimalno tlačno opterećenje od kombinacije opterećenje CO1 – GSN.

Za armaturu na mjestu rasprostiranja opterećenja se uzima armatura koja se nalazi ispod površine stupa na udaljenosti 1,5*d tj na širini od 80 cm za stope visine 60 cm. Usvaja se minimalna armatura iz čega slijedi da se na području ispod stupa nalazi minimaln**o 7Ø16=14,07 cm² za stope visine 60 cm.**

Kontriolira se proboj maksimalno opterećene temeljne stope, Nsd=1400 kN.

8.7.1 Kontrola proboja temeljne stope Nsd=1400 kN

Postotak armiranja

ρ,x =	0,25 %	ρ,y =	0,25 %
As,x =	13,7 mm²/m / cm²/m	As,y =	14 cm²/m
Ø,x =	20 mm	Ø,y =	20 mm
a,x =	228 mm	a,y =	224 mm
ρ,x,min =	0,15 %	ρ,y,min =	0,15 %

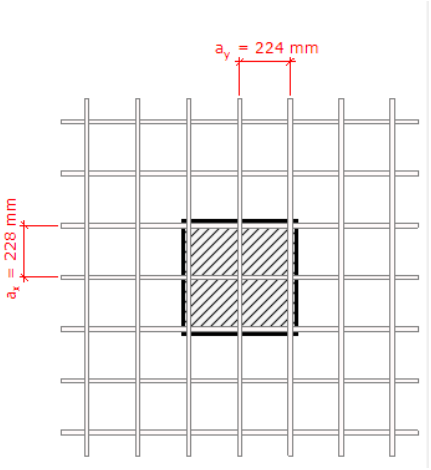
ρ,max = 1,95 %

Min. potrebni stupanj armiranja iznosi 0,15 % ✓

Potrebni stupanj armiranja ukoliko armatura protiv proboja nije potrebna 0,15 % ✓

Armatura mora biti usidrena preko vanjskog kružnog presjeka "U</bot/out/>"

ρ = 0,25 %



Kontrola proboja

Djelovanje sila

Probojno opterećenje	V_{Ed} = 1400 kN
Dinamički udio	$V_{Ed,dyn}$ = 0 kN
Pritisak tla	q_B = 0 kN/m²
Faktor povećanja opterećenja	β = 1,10

Dimenzija - Unutarnji stup Pravokutni

Širina stupa	a = 500 mm
Debljina stupa	b = 500 mm
Debljina ploče	h = 600 mm
Korisna statička visina	d = 550 mm
Zaštitini sloj betona odozgo/ispod	co; cu = 35; 35 mm

Materijal

Beton	C30/37 (f_{ck} = 30,0 N/mm²)
Čelik	B500 (f_{yk} = 500 N/mm²)
Postotak armiranja	$\rho=(\rho_x\cdot\rho_y)^{1/2}=(0{,}25\cdot0{,}25)^{1/2}$ = 0,25 %

A_{sx} = 13,8 cm²/m (~ø20/228 mm); A_{sy} = 14,0 cm²/m (~ø20/224 mm)

Armatura mora biti usidrena preko vanjskog kružnog presjeka "Uout"

Izračun proboja DIN EC2 + NA:2013 + ETA

Faktor κ	$\kappa = \min\{1+(200/d)^{1/2}; 2\}$ = 1,60
Utjecaj debljine ploče	η = 1,00
Faktor $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c} = 0{,}15/\gamma_c$ = 0,10
Minimalna nosivost betona	$v_{min} = (0{,}0525/\gamma_c)\cdot\kappa^{3/2}\cdot fck^{1/2}$ = 389,1 kN/m²
Nosivost betona	$v_{Rd,c} = \max\{C_{Rd,c}\cdot\kappa\cdot(\rho\cdot f_{ck})^{1/3}; v_{min}\}$ = 389,1 kN/m²

Kritični kružni presjek u_{crit}

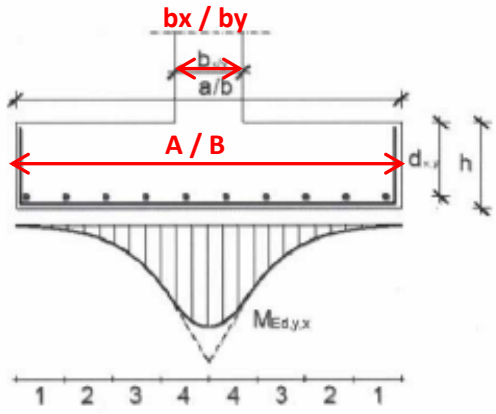
Kritično odstojanje (iterativni)	a_{crit} =2,0d = 1100 mm
Opseg kružnog presjeka	u_{crit} = 8,912 m
Površina kružnog presjeka	A_{crit} = 6,251 m²
Poprečna sila koja će se preuzeti	$V_{Ed,red} = (V_{Ed}-q_B\cdot A_{2,0d})\cdot ß$ = 1540,0 kN
Nosivost betona	$V_{Rd,c,crit} = v_{Rd,c}\cdot d\cdot u_{2,0d}\cdot 2\cdot d/a_{2,0d}$ = 1907,0 kN
Maksimalna nosivost	$V_{Rd,max,crit} = V_{Rd,c,crit,(CRdc=0,12)}\cdot 1{,}5$ = 2860,5 kN

$V_{Ed,red}$=1540,0kN ≤$V_{Rd,c,crit}$=1907,0kN

Armatura protiv proboja nije potrebna!

8.8 Detalji armiranje temeljnih stopa

Prilikom armiranja temeljne stope zbor raspodjele naprezanja ispod temeljne stope treba paziti na položaj šipki donje zone temeljne stope (raspodjela armature).



	$\frac{b_x}{b}, \frac{b_y}{a}$		
Traka	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
$\sum$	0,50	0,50	0,50

$$\Delta M_{Ed,j} = \alpha_j M_{Ed} \text{ ili } A_{s1,j} = \alpha_j A_{s1}$$

Za temeljene stope 340x340 cm, stupovi 50x50 cm
bx/A=by/B=50/340=0,15
korsiti se omjer 0,10

Za temeljene stope 300x300 cm, stupovi 50x50 cm
bx/A=by/B=50/300=0,17
korsiti se omjer 0,20

Za temeljene stope 280x280 cm, stupovi 50x50 cm
bx/A=by/B=50/280=0,18
korsiti se omjer 0,20

Za temeljene stope 240x240 cm, stupovi 50x50cm
bx/A=by/B=50/240=0,21
korsiti se omjer 0,20

Za temeljene stope 220x220 cm, stupovi 50x50cm
bx/A=by/B=50/220=0,22
korsiti se omjer 0,20

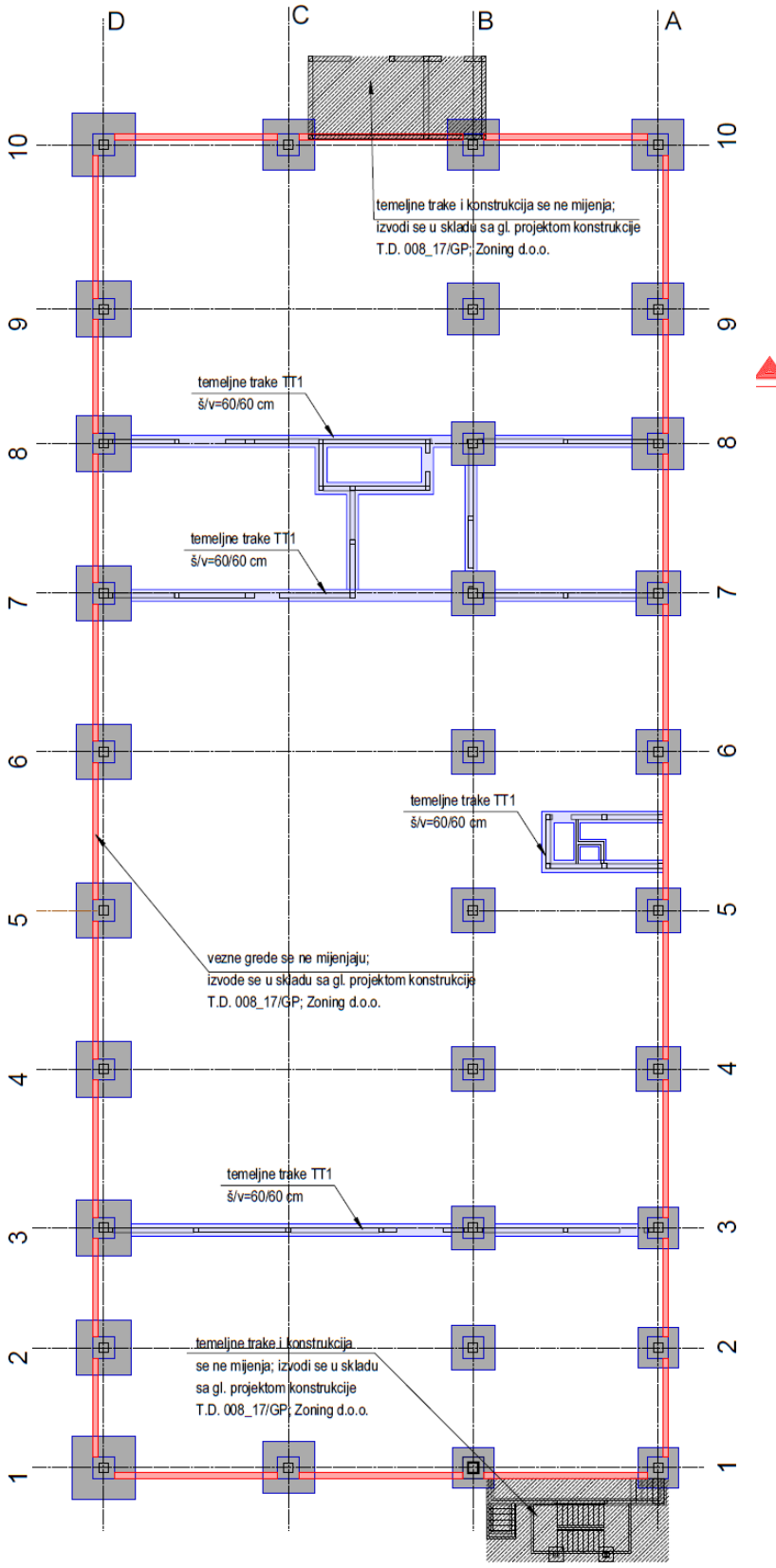
Prilikom armiranja temljne stope ugraditi minimalnu armaturu ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne. Na mjestu temeljne čašice progustiti razmak šipki ili dodati dodatno po 5Ø16 u oba smjera ispod čašice.
Probojnu armaturu ugraditi prema proračunu.

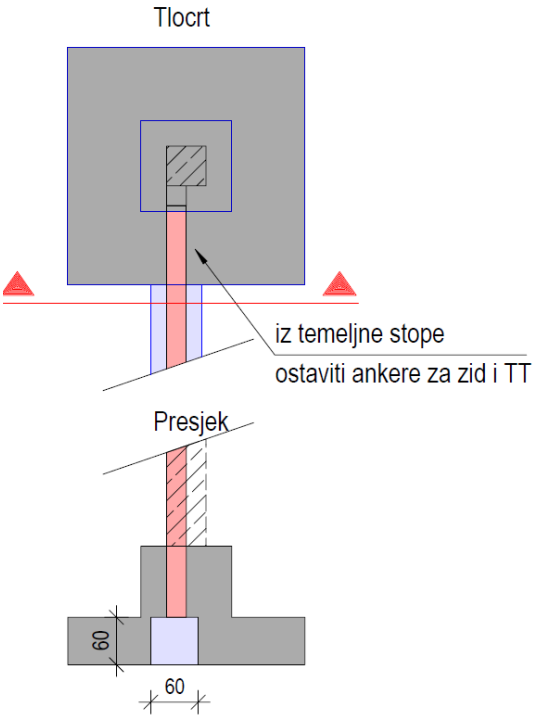
za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

9 TEMELJNE TRAKE

Iz temeljnih traka je potrebno ostaviti ankere za vertikalne serklaže. Trake se izvode od betona C25/30, armatura B500 B. Razred okoliša XC2, minimalni zaštitni sloj 35 mm za sve strane.

Tlocrt temeljne konstrukcije – temeljne trake i vezne grede

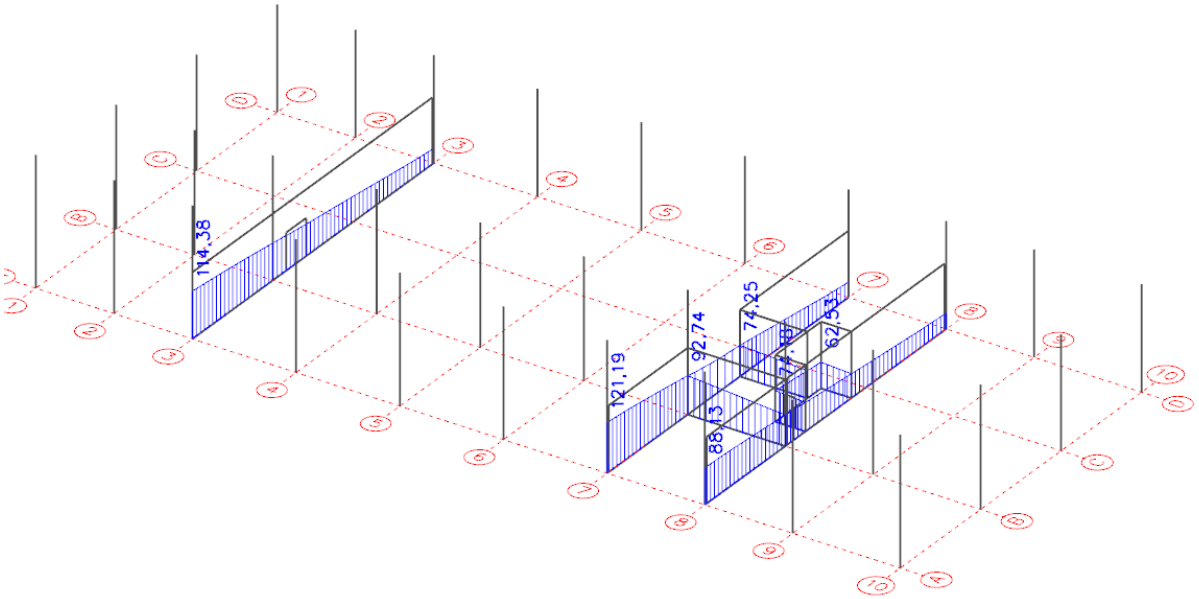




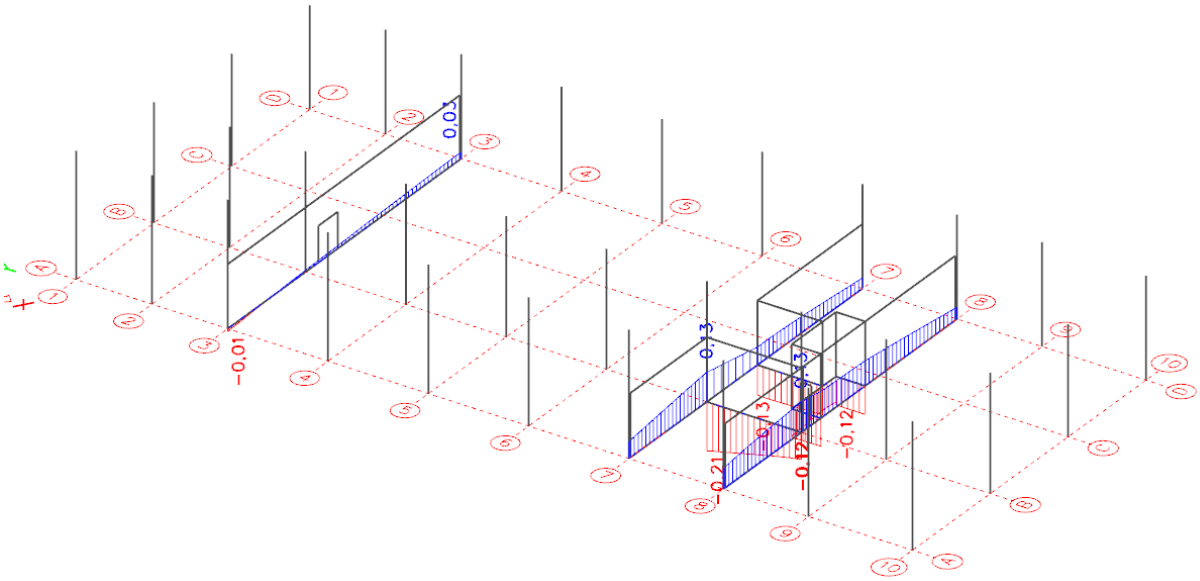
9.1 Rezne sile

Prikazuju se rezne sile za kombinaciju opterećenja CO1-GSN.

Vertikalna reakcija N (kN/m)



Momenti Mx/My (kNm/m)



za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

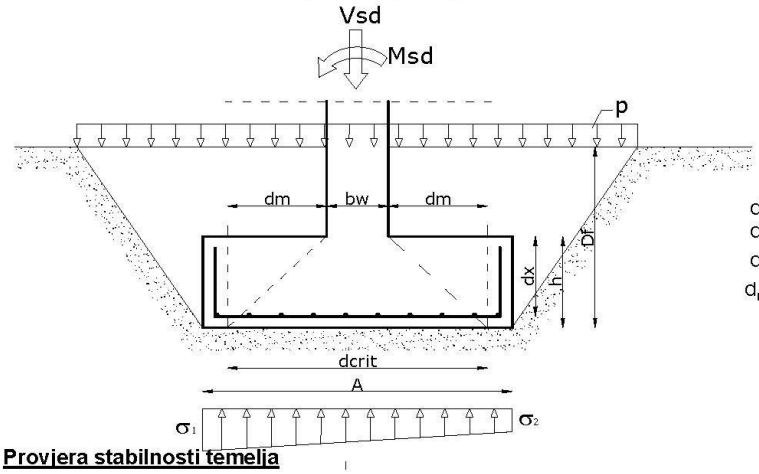
9.2 Dimenzioniranje temeljnih traka

TRAKASTI TEMELJ — TT1

1. Dimenzioniranje trakastih temelja

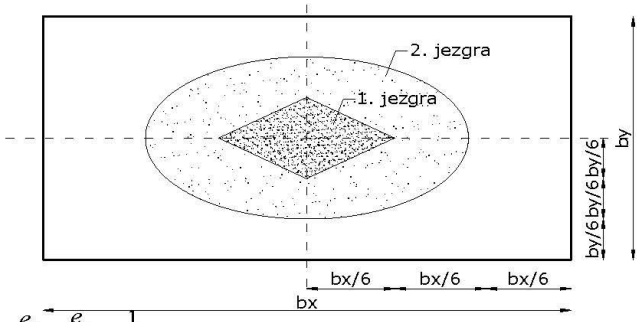
Ulazni podaci:			
	Beton=	C25/30	
- Djelujuća sila	N_{sd}=	120,00	[kN/m]
- Djelujući moment	M_{sd}=	2,00	[kNm]
- širina temelja	a=	0,60	[m]
- širina zida	b_w=	0,25	[m]
- visina temelja	h=	0,60	[m]
- duljina temelja	b=	1,00	[m]
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu	p=	5,00	[kN/m^2]
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja	$\sigma_{z,dop}$=	0,40	[MPa]
- zapreminska masa tla	γ=	21,00	[kN/m^3]
- zaštitni sloj betona	c=	0,05	[m]
- dubina temeljenja	D_f=	1,00	[m]

Poprečni presjek



d_s=	0,02	m
d_x=	54,20	cm
d_y=	52,60	cm
d_m=	53,40	cm

Provjera stabilnosti temelja



e_y=	0,0	[m]
e_x=	0,0	[m]
b_y=	1,0	[m]
b_x=	0,6	[m]

$\frac{e_x}{b_x}+\frac{e_y}{b_y}<\frac{1}{6}$ za osnovna opterećenja 0,06 **zadovoljava!**

$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2+\left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2<\frac{1}{9}$ za seizmička opterećenja 0,00 **zadovoljava!**

za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, 10000 Zagreb
T: 01 4820 885
F: 01 4820 887

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$A_{temelja}$= 0,6 [m^2]
W_y= 0,06 [m^3]
σ_1= 233,33 [kN/m^2]
σ_2= 166,67 [kN/m^2]

Proračunska širina temelja	a´=	0,57 [m]
Proračunska ploština	$A´_{temelja}$=	0,57 [m^2]
Naprezanje	σ_0=	**211,76** [kN/m^2]
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,dop}$=	**400,00** [kN/m^2]

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (sa slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	120,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	9,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	2,94 [kN]
- težina poda	1,75 [kN]
Ukupno opterećenje **ΣV=**	**133,69 [kN]**

$\sigma_{z,stv}$= $\Sigma V*10^{-5}/A$
$\sigma_{z,stv}$= 0,24 [MPa]
$\sigma_{z,stv}$= 0,24 < $\sigma_{z,dop}$= 0,40 [MPa]

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{sd,y} = \frac{1}{48}(5\sigma_1 + \sigma_2)a^2$$

$M_{sd,y}$= 8,92 [kNm/m´]

f_{cd}= 16,67 [N/mm^2]
f_{yd}= 434,78 [N/mm^2]

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

μ_{sd}= 0,0020
$\mu_{Rd,lim}$= 0,252

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila	ζ=	0,900	
koeficijent položaja neutralne osi	ξ=	0,010	
deformacija betona	ε_{c2}=	0,200	[‰]
deformacija čelika	ε_{s1}=	20	[‰]

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0{,}433 \text{ [cm}^2\text{/m´]}$$

Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = 0{,}022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 5{,}79 \text{ [cm}^2\text{/m´]}$$

$$A_{s,min} = \frac{0{,}6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6{,}31 \text{ [cm}^2\text{/m´]}$$

Maksimalna armatura:

$$A_{s,max} = 0{,}4 \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 106{,}80 \text{ [cm}^2\text{/m´]}$$

$$A_{s,max} = 0{,}310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 62{,}51 \text{ [cm}^2\text{/m´]}$$

POTREBNO: $A_{sl,x}$= 6,31 [cm^2/m´]
ODABRANO IZ TABLICA: 7,54 [cm^2/m´]
12 / 15,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$A_{sl,y}$= min 20% $A_{sl,x}$
$A_{sl,y}$= 1,51 [cm^2/m´]

POTREBNO: $A_{sl,y}$= 1,51 [cm^2/m´]
ODABRANO IZ TABLICA: 5,03 [cm^2/m´]
8 / 20,00 [cm]

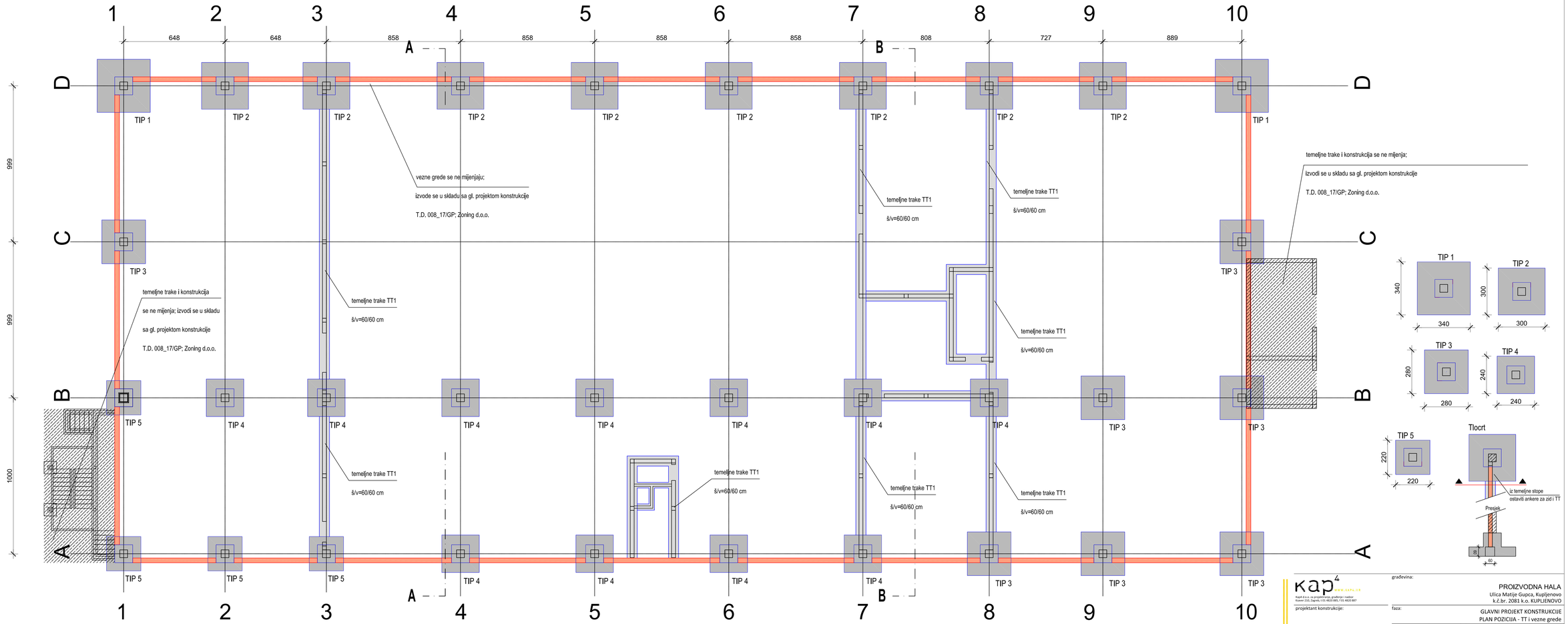
Proračun proboja temeljne trake

r_{crit}= 53,525 [cm]
proračun se neprovodi ako je ispunjen uvjet:
$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$
$(a-b_w)/2$= 17,5 [cm] **Proračun se ne provodi**

9.2.1 Usvojena armatura temeljne traka TT1

- vilice Ø12/15 po cijeloj duljini
- uzdužna armatura 4Ø12/20 u gornjoj i donjoj zoni
- iz temeljne trake postaviti ankere za armiranobertonski nadozid do podne ploče, ankeri Ø12/20
- nadozid armirati mrežama Q283 obostrano
- iz nadozida tj. temeljne trake ostaviti ankere za vertikalne serklaže (pogledati proračun vertikalnih serklaža)

D. PLANOVI POZICIJA



kap4 d.o.o. za projektiranje, graditeljstvo i nadzor
Kosor 21C, Zagreb, t.01 4820 883, f.01 4820 887
www.kap4.com

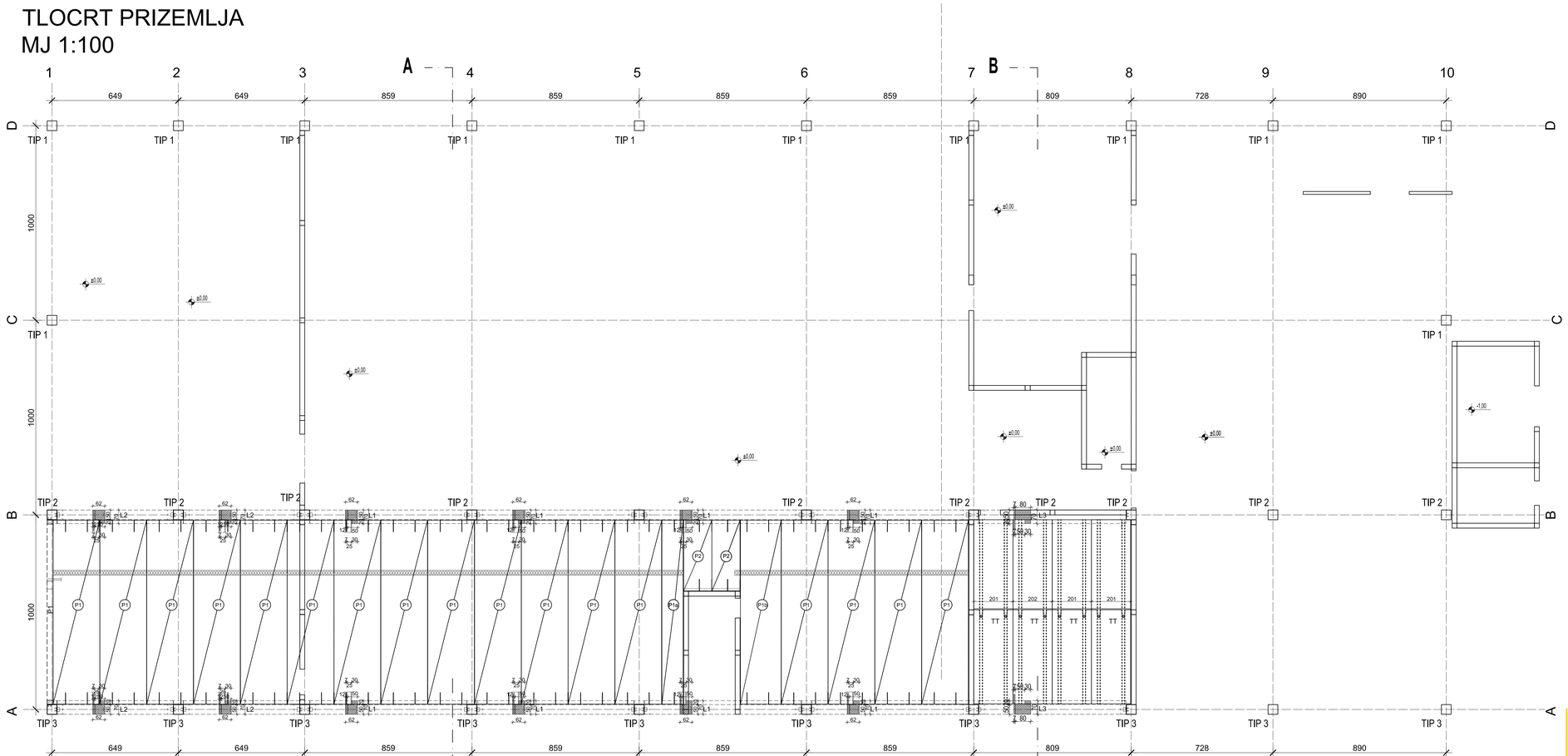
projektant konstrukcije:
Nikola Miletić dig

građevina:
PROIZVODNA HALA
Ulica Matije Gupca, Kupljenovo
k.č.br. 2081 k.o. KUPLJENOVO

faza:
GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE
PLAN POZICIJA - TT i vezne grede

datum:	td:	mjerilo:	list:
01/2018	01/18-GR	1:100	01

TLOCRT PRIZEMLJA
MJ 1:100



kap4 d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor
Kosor 210, Zagreb, t/f: 4820 885, t/f: 4820 887
www.kap4.com

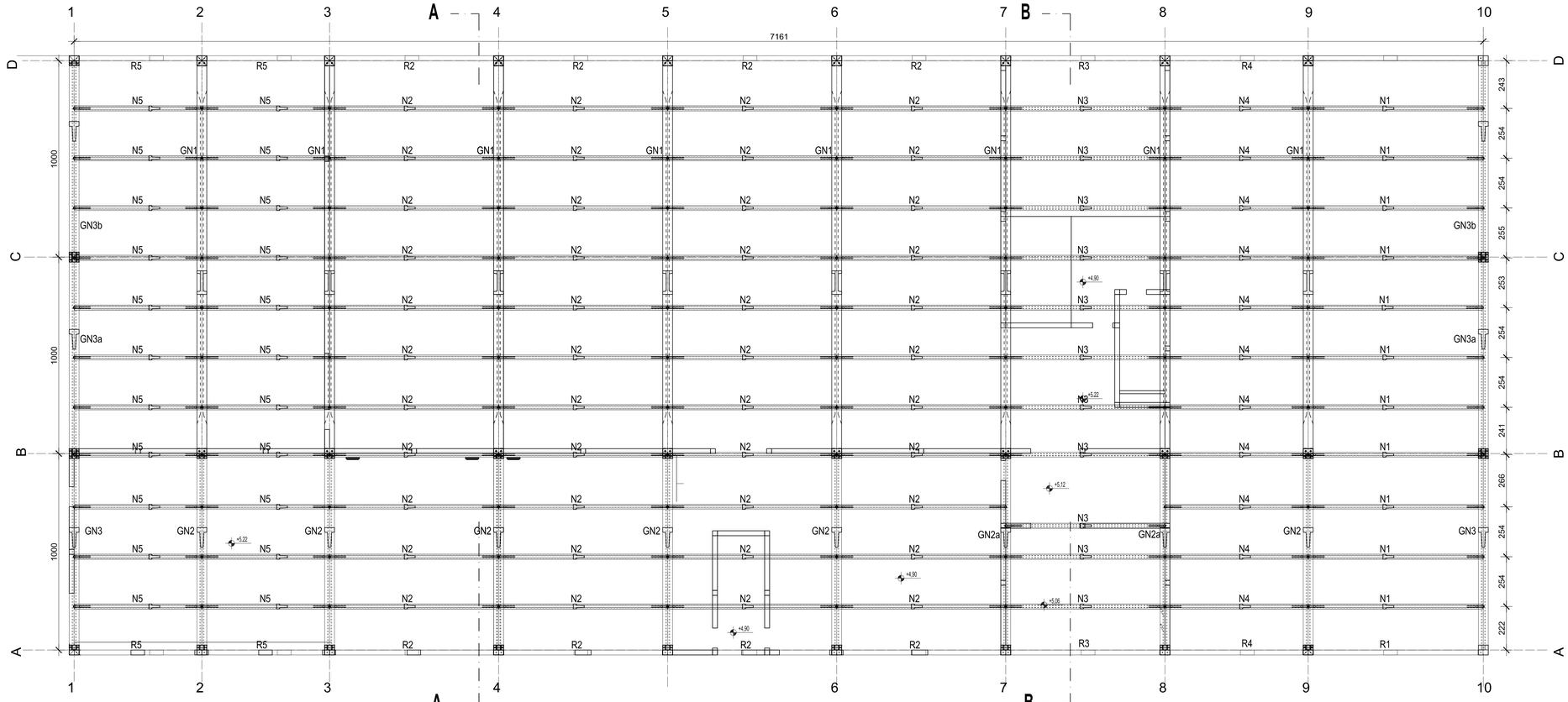
projektant konstrukcije:
Nikola Miletić dig

građevina:
PROIZVODNA HALA
Ulica Matije Gupca, Kupljenovo
k.č.br. 2081 k.o. KUPLJENOVO

faza:
GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE
PLAN POZICIJA - Tlocrt prizemlja

datum:	td:	mjerilo:	list:
01/2018	01/18-GR	1:100	02

TLOCRT KATA
MJ 1:100



kap4 d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor
Kosor 210, Zagreb, t/f: 4620 665, f/f: 4620 667

projektant konstrukcije:
Nikola Miletić dig

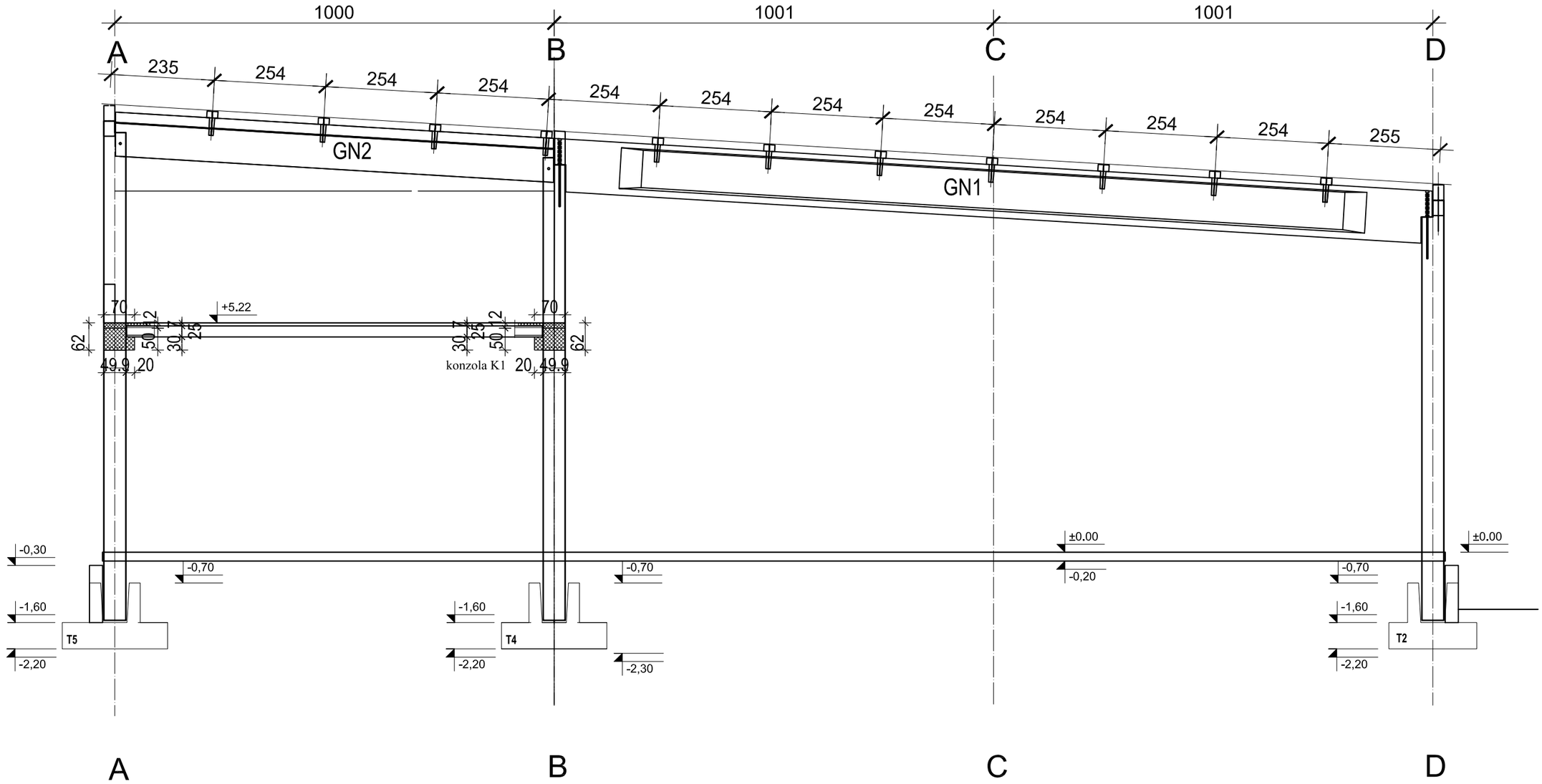
građevina:
PROIZVODNA HALA
Ulica Matije Gupca, Kupljenovo
k.č.br. 2081 k.o. KUPLJENOVO

faza:
GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE

PLAN POZICIJA - Tlocrt kata

datum:	td:	mjerilo:	list:
01/2018	01/18-GR	1:100	03

PRESJEK A_A
MJ 1:100



A B C D

kap4 WWW.KAP4.HR
Kap4 d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, Zagreb, t 01 4820 885, f 01 4820 887

projektant konstrukcije:

Nikola Miletić dig

građevina:

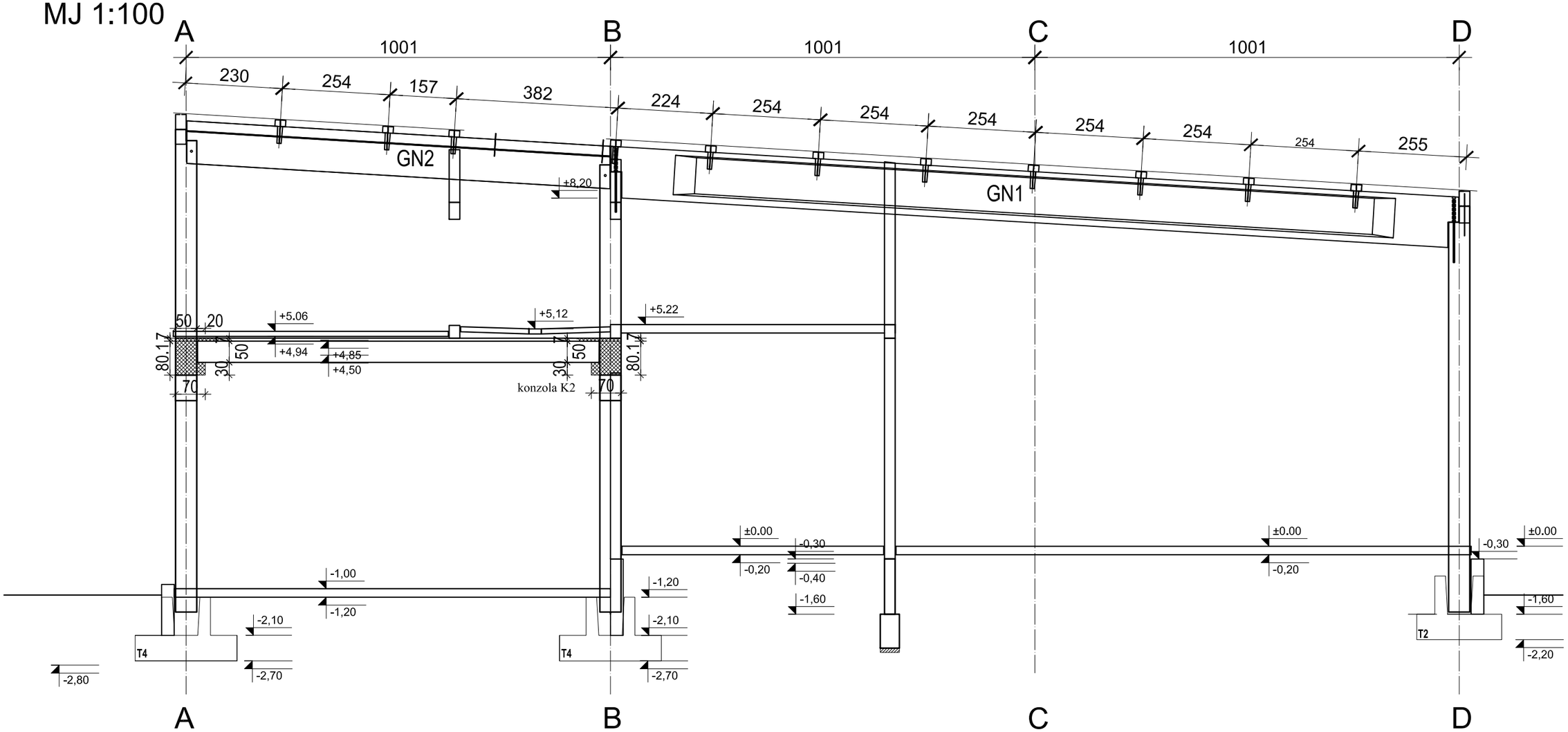
PROIZVODNA HALA
Ulica Matije Gupca, Kupljenovo
k.č.br. 2081 k.o. KUPLJENOVO

faza:

GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE
PLAN POZICIJA - Presjek AA

datum:	td:	mjerilo:	list:
01/2018	01/18-GR	1:100	04

PRESJEK B_B
MJ 1:100



Kap4 d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, Zagreb, t 01 4820 885, f 01 4820 887
WWW.KAP4.HR

projektant konstrukcije:

Nikola Miletić dig

građevina:

PROIZVODNA HALA
Ulica Matije Gupca, Kupljenovo
k.č.br. 2081 k.o. KUPLJENOVO

faza:

GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE
PLAN POZICIJA - Presjek BB

datum:	td:	mjerilo:	list:
01/2018	01/18-GR	1:100	05