

Investitor

GRAD POREČ
Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč

Građevina

**OSNOVNA ŠKOLA I
SPORTSKA DVORANA „FINIDA“**

Lokacija

Poreč, zona društvenih djelatnosti Finida
na k.č.br. 3396/1 k.o. Poreč

Faza projekta

Glavni projekt – projekt konstrukcije

ZOP: A-440-16

T.D.: 22/16 GR

Mapa: 2 / 10

**Knjiga II: Sportska dvorana i prateće
građevine**

Glavni projektant

Nikica Tabain dia.

Projektant konstrukcije

Nikola Miletić dipl.ing.građ.

Suradnici

Dražen Strunje mag.ing.aedif.

Antonio Šafranko mag.ing.aedif.

Iva Čupić mag.ing.aedif.

Toni Lipovac mag.ing.aedif.

Marko Čupić mag.ing.aedif.

Ana Ljubičić mag.ing.aedif.

Ana Šitum mag.ing.aedif.

Direktor

Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

Zagreb, listopad 2016.

SADRŽAJ

A. OPĆI DIO PROJEKTA	1
POPIS MAPA.....	2
IZVADAK IZ SUDSKE REGISTRACIJE	3
RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA.....	8
RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE	9
RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA	10
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	15
4 OPLATA I SKELE.....	21
5 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE	22
6 ZIDARSKI RADOVI.....	22
7 RADOVI NA IZVEDBI ČELIČNE KONSTRUKCIJE.....	24
8 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA.....	27
9 OSTALI RADOVI I MATERIJALI	28
10 NADZOR.....	28
11 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI.....	28
12 DODATNA ISPITIVANJA	28
PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE	29
UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE	30
1 TEHNIČKI OPIS	31
1.1 Sportska dvorana	31
1.2 Prateće građevine	33
C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE DVORANE	35
2 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	36
2.1 Općenito o konstrukciji.....	36
2.2 Glavni rešetkasti nosač i stupovi	38
2.3 Zabatna konstrukcija.....	38
2.4 Glavni vertikalni spregovi i stabilizacije.....	39
2.5 Sekundarna krovna konstrukcija i trapezni lim	40
2.6 Elementi i poprečni presjeci.....	41
2.6.1 Elementi	41
2.6.2 Poprečni presjeci	49
3 ANALIZA OPTEREĆENJA	50
3.1 Djelovanja.....	50
3.1.1 LC1 – vlastita težina + dodatno stalno djelovanje	50
3.1.2 LC2– korisno djelovanje.....	52
3.1.3 LC3 – djelovanje snijega	52
3.1.4 LC4 – djelovanje vjetra	54
3.1.5 LC5– potresna djelovanja za smjer X i Y	60
3.2 Kombinacije djelovanja	68
4 SEKUNDARNI ELEMENTI	72
4.1.1 Pomaci.....	72
4.1.2 Rezne sile.....	74

4.1.3	Provjera nosivosti i stabilnosti.....	75
5	ZABATNA STIJENA	79
5.1.1	Pomaci.....	79
5.1.2	Rezne sile.....	80
5.1.3	Provjera nosivosti i stabilnosti.....	81
6	GLAVNI OKVIR	85
6.1.1	Pomaci.....	86
6.1.2	Rezne sile.....	88
6.1.3	Provjera nosivosti i stabilnosti.....	95
7	KROVNI SPREGOVI.....	122
7.1.1	Horizontalni pomak konstrukcije.....	122
7.2	Rezne sile	123
7.2.1	Horizontalni pomak konstrukcije.....	125
7.2.2	Provjera nosivosti i stabilnosti.....	127
8	PRORAČUN PRIKLJUČAKA.....	130
8.1	Spoj sekundarnih nosača HEA 200 na gornji pojas rešetke HEA 300	130
8.2	Spoj segmenata rešetke	132
8.3	Spoj rešetke na stup	141
8.4	Spoj rešetkastog stupa sa temeljom	145
8.5	Spoj stupa HEA 400 sa temeljom.....	148
9	TEMELJI	151
9.1	Temeljne stope	152
9.1.1	Naprezanje temeljnih stopa	153
9.1.2	Potrebna armatura temeljnih stopa	157
9.1.3	Proboj.....	160
9.2	Dimenzioniranje temeljnih traka zabatnih stijena	162
10	PRORAČUN TRAPEZNOG LIMA	165
D.	PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE AB PRATEĆE KONSTRUKCIJE DVORANE	166
1	GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE.....	167
2	ANALIZA OPTEREĆENJA.....	171
2.1	Djelovanja.....	171
2.1.1	LC1 – vlastita težina	171
2.1.2	LC2 – dodatno stalno djelovanje	171
2.1.3	LC3 – korisno djelovanje.....	175
2.1.4	LC4 – djelovanje snijega	179
2.1.5	LC5, LC6 – opterećenja podrumskih zidova	180
2.2	Kombinacije djelovanja	182
3	MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA.....	183
3.1	AB stropna ploča poz 200.....	184
3.1.1	Deformacije ploče	185
3.1.2	Rezne sile.....	188
3.1.3	Proračun potrebne armature ploče.....	192
3.2	AB stropna ploča rampe poz 200	194
3.2.1	Deformacije ploče	195
3.2.2	Rezne sile.....	198
3.2.3	Proračun potrebne armature ploče.....	202
4	DIMENZIONIRANJE STUPOVA	205
4.1	Provjera naprezanja	207
4.2	Rezne sile u stupovima za granično stanje naprezanja	208
4.3	Proračun armature.....	211
4.3.1	Usvojena armatura stupova	213

5	DIMENZIONIRANJE GREDA.....	217
5.1	Deformacije grede.....	218
5.2	Rezne sile.....	219
5.2.1	-Greda G1 40/30cm.....	219
5.2.2	Greda G2 40/40cm.....	220
5.2.3	Greda G3 40/50cm.....	221
5.2.4	Greda G4 40/70cm.....	222
5.3	Potrebna armatura grede.....	223
5.3.1	Greda G1 40/30cm.....	223
5.3.2	Greda G2 40/40cm.....	224
5.3.3	Greda G3 40/50cm.....	225
5.3.4	Greda G4 40/60cm.....	226
6	PODRUMSKI ZIDOVI.....	228
6.1	Podrumski zidovi.....	229
6.1.1	Proračun potrebne armature AB podrumskih zidova.....	229
6.1.2	Potrebna armatura podrumskih zidova.....	230
6.2	Podrumski zidovi prilazne rampe.....	235
6.2.1	Proračun potrebne armature AB podrumskih zidova prilazne rampe.....	235
6.2.2	Potrebna armatura podrumskih zidova prilazne rampe.....	236
7	PREFABRICIRANE L GREDE TRIBINA.....	239
7.1	Dimenzioniranje L grede:.....	240
8	TEMELJI.....	248
8.1	DIMENZIONIRANJE TEMELJA SAMACA.....	249
8.1.1	Rezne sile na stupovima za kontrolu naprezanja ispod temeljne stope.....	249
8.2	Kontrola naprezanja ispod temeljnih stopa.....	252
8.2.1	Stopa TIP 1- (210x210x30 cm).....	252
8.2.2	Stopa TIP 2- (130x130x30 cm).....	254
8.2.3	Stopa TIP 3- (130x130x30 cm).....	256
8.2.4	Stopa TIP 4- (160x160x40 cm).....	258
8.3	Dimenzioniranje temelja samaca.....	260
8.3.1	Temeljna stopa TIP 1.....	261
8.3.2	Temeljna stopa TIP 2.....	264
8.3.3	Temeljna stopa TIP 3.....	267
8.3.4	Temeljna stopa TIP 4.....	270
8.4	Proračun na proboj temeljnih čašica.....	273
8.4.1	Temeljna stopa TIP 1.....	273
8.4.2	Temeljna stopa TIP 2.....	275
8.4.3	Temeljna stopa TIP 3.....	277
8.4.4	Temeljna stopa TIP 4.....	279
8.5	DIMENZIONIRANJE TRAKASTIH TEMELJA.....	281
8.5.1	Rezne sile na zidovima za kontrolu temeljnih traka.....	281
8.6	Temeljna traka TT 1.....	287
8.7	Temeljna traka TT 2.....	291
8.8	Temeljna traka TT 3.....	295
8.9	Temeljna traka TT 4.....	299
8.10	Temeljna traka TT 5.....	303
8.11	Temeljna traka TT 6.....	307
9	PODNA PLOČA DVORANE.....	311
9.1	Djelovanja.....	312
9.2	Rezultati proračuna.....	313
9.2.1	Deformacije ploče.....	313

9.2.2	Proračun potrebne armature ploče.....	315
10	POTPORNI ZIDOVI.....	317
10.1	<i>Analiza opterećenja</i>	321
10.2	<i>Kombinacije djelovanja</i>	324
10.3	<i>Odabir zaštitnih slojeva i klase betona elemenata konstrukcije</i>	324
10.4	<i>Kontrola stabilnosti potpornih zidova</i>	325
10.4.1	Karakteristične vrijednosti.....	325
10.4.2	Kontrola stabilnosti potpornog zida	326
10.5	<i>Dimenzioniranje potpornih zidova</i>	362
10.5.1	Analiza djelovanja.....	362
10.5.2	Kombinacija djelovanja koja se koristi pri dimenzioniranju zid	364
10.5.3	Odabir zaštitnih slojeva i klase betona elemenata konstrukcije.....	365
11	AB STUBIŠTE ST1.....	386
E.	PLANOVI POZICIJA	388
	LIST 1- PLAN POZICIJA- TLOCRT TEMELJA DVORANE I PRATEĆE GRAĐEVINE	
	LIST 2- PLAN POZICIJA. – TLOCRT PRATEĆE GRAĐEVINE	
	LIST 3- PLAN POZICIJA- TLOCRT DVORANE	
	LIST 4- PLAN POZICIJA- PRESJEK DVORANE	

A. OPĆI DIO PROJEKTA

POPIS MAPA

POPIS MAPA

MAPA 1	ARHITEKTONSKI PROJEKT KAP4 d.o.o., Zagreb
MAPA 2	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE KAP4 d.o.o., Zagreb
MAPA 3	PROJEKT VODOVODA, ODVODNJE I HIDRANTSKE MREŽE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 4	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 5	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT SPRINKLER INSTALACIJE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 6	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT PLINSKOG PRIKLJUČKA INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 7	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT ELEKTRIČNIH INSTALACIJA I SUSTAVA ZAŠTITE OD UDARA MUNJE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 8	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – PROJEKT VATRODOJAVE INOVAPRO d.o.o., Zagreb
MAPA 9	GEODETSKI PROJEKT G.E.O.T.I.M d.o.o., Poreč
MAPA 10	STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT VERTIKALNOG TRANSPORTA Kone d.o.o., Zagreb

POPIS ELABORATA

ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA
FLAMIT d.o.o., Zagreb

ELABORAT ZAŠTITE NA RADU
FLAMIT d.o.o., Zagreb

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

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 klimatizacije 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:

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 novčanom

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

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

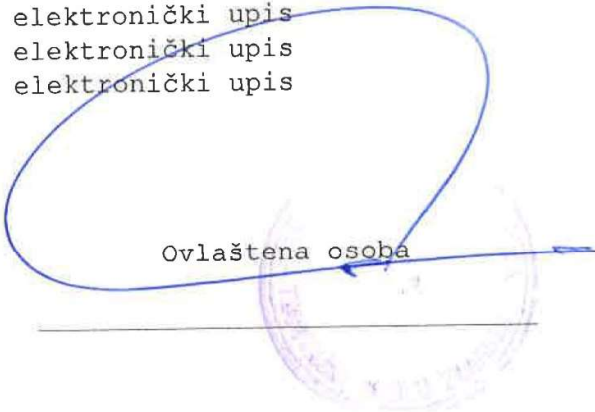
SUBJEKT UPISA

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, 11. ožujka 2016.

Ovlaštena osoba



RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

RJEŠENJE O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

Na temelju članka 52. Zakona o gradnji (NN 153/13) donosi se:

RJEŠENJE **o imenovanju glavnog projektanta**

NIKICA TABAIN dipl.ing.arh. postavlja se za GLAVNOG PROJEKTANTA za projektni zadatak:

IZGRADNJA NOVE OSNOVNE ŠKOLE I SPORTSKE DVORANE „FINIDA“
k.č. 3396/1 k.o. Poreč

O b r a z l o ž e n j e:

Prema odredbi čl. 52. citiranog Zakona, ako u projektiranju sudjeluje više projekatata, za cjelovitost i međusobnu usklađenost projekata odgovoran je glavni projektant i određuje ga Naručitelj.

Zagreb, 05/2016



RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA KONSTRUKCIJE

građevina: OSNOVNA ŠKOLA I SPORTSKA DVORANA „FINIDA“
lokacija: k.č.br. 3396/1 k.o. Poreč, Poreč
investitor: GRAD POREČ
Obala Maršala Tita 5, 52440 Poreč
OIB: 41303906494
ZOP: A-440-16
TD: 22/16 GR
faza projekta: GLAVNI PROJEKT- 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, listopad 2016. god.



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

Obrazloženje

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

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 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 stručnog 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 ovog 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 Tkalić, dipl.ing.stroj.

Dostaviti:

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

B. TEHNIČKI DIO PROJEKTA

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 betonske konstrukcije (NN RH br. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)
4. Tehnički propis za čelične konstrukcije (NN RH br. 112/08, 125/10, 73/12, 136/12)
5. Tehnički propis za spregnute konstrukcije od čelika i betona (NN RH br. 119/08, 125/10, 136/12)
6. Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN RH br. 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13)
7. Zakon o zaštiti na radu (NN RH br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12)
8. Zakon o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
9. 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 Propisima, 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 građevine.

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 građiva 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 uvjetima dani su kriteriji kvaliteta i ispitivanje osnovnih materijala, tehnološki uvjeti 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 priložima ovoga Propisa radi ugradnje zajedno sa spomenutim proizvodima. Kontrolna ispitivanja koja organizira i provodi izvođač, obuhvaćaju prije svega ispitivanje osnovnih 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.

Izveštaj 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), izveštaji o prethodnim ispitivanjima betona i izveštaji 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.

Ispitivanje 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 kavititet ugradnje i svojstva očvrstlog 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 odgovorne osobe izvođača radova.

5. Ispitivanje očvrstlog betona

U toku proizvodnje betona obavezno je uzimanje kontrolnih uzoraka svakog tipa betona u skladu s normom HRN EN 206-1:2006. Na uzorcima očvrstlog betona ispituje se tlačna čvrstoća i zahtjevana posebna svojstva betona, ako su određena projektom konstrukcije ili programom kontrole.

Rezultati ispitivanja tlačnih čvrstoća očvrstlog 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

Proizvodnja	Minimalna učestalost uzorkovanja		
	Prvih 50 proizvodnje	50 m3	Nakon prvih 50 m3 proizvodnje
Početna (dok se ne dobije najmanje 35 rezultata)	3 uzorka		Beton sa certificiranom kontrolom proizvodnje 1 na 200 m3 ili 2 na 150 m2 proizvodni tjedan
Neprekidna (kad se dobije najmanje 35 rezultata)			1 na 400 m3 ili 1 na 150 m2 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 zbiju 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.

Razred 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 predložene 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 prihvatanje 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 Izvođaču 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 odgovarajućih reoloških svojstava, 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 kakve 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 svojstva 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 očvrstnalog 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 karbonizacijom^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, kupaoane, 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	Cikličko 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	Cikličko 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
	U zonama plime i oseke i prskanja vode	Zidovi lukobrana i molova
XS3		

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^{b)}		
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 pneumatiskim gumama na kotačima
XM2	Znatno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatiskim ili tvrdim gumama na kotačima
XM3	Ekstremno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženi prometu viličara s pneumatiskim gumama ili čeličnim kotačima; hidrauličke konstrukcije u vrtožnim (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	2
		Najmanji zaštitni sloj c_{min} (mm) ^{a)} ^{b)} za armaturu	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 mjestima 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 prihvata 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 oplata 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 intenzivno 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 oplata 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 zaštititi 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 definirati 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/mm²).

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 neočvrstlog 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 EN 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 prilogima 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 konstrukcijama 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 krovništvo, 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 biti 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. Kvaliteta cijevnih vrućevaljanih okruglih i pravokutnih profila usvojena je S 235 J0 prema HRN EN 10210. Kvaliteta elektrode definirana je prema EN 499 i usvaja se u ovisnosti o odabranoj kvaliteti čelika. I profili su u kvaliteti S 235 J0 prema HRN EN 10025.
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 pregledavnu 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 dnevnik 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 potvrđuju 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 nacрте 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 dokumentaciji 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 debljine (μm)	Gubitak mase (g/m ²)	Smanjenje debljine (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 predložuje 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.I.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 obaviti će se po nalogu odgovornih osoba.

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	Zahtijevani 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.

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 krovništva 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:

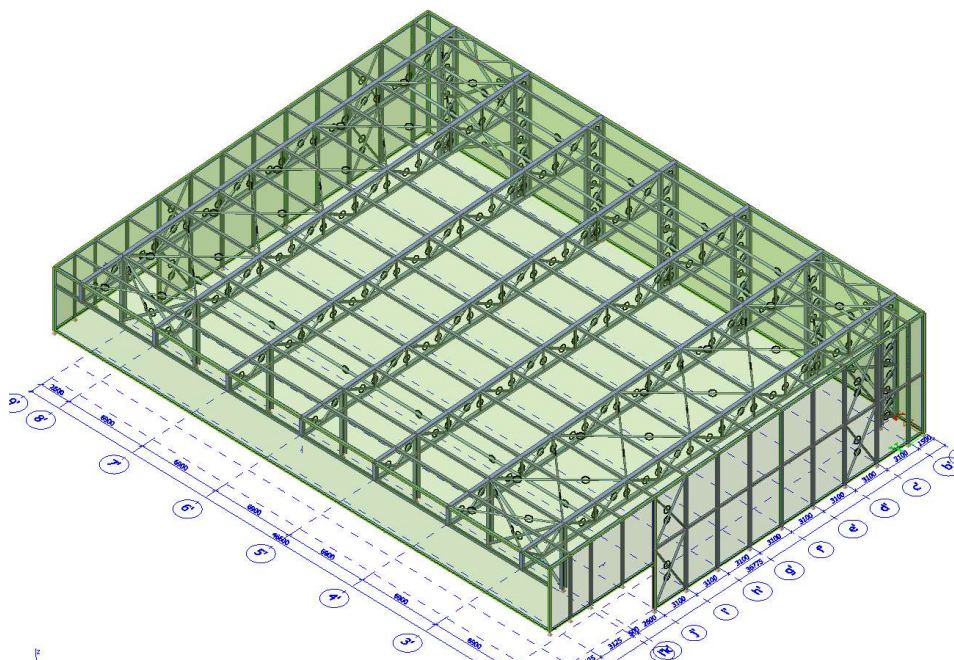
Nikola Miletić, dipl.ing.građ.

1 TEHNIČKI OPIS

1.1 Sportska dvorana

Konstrukcija dvorane u tlocrtu pravokutnog je oblika dimenzija 36,8m x 46,6m tlocrtne površine 1715m². Osnovni raspon krovne konstrukcije je 31m sa konzolnim prepustom u duljini od 5m. Krov dvorane je jednostrešan sa padom od 2,6% od osi **a'** prema osi **o'**. Visina rešetkastog nosača pri osi **a'** je 2,7m dok je pri konzolnom završetku visina rešetke 1,7m.

Pri osi **a'** visina rešetke se oslanja na rešetkasti stup koji se temelji na temeljnoj traci s lokalnim proširenjima dok se u osi **m'** rešetkasti nosač oslanja na stup koji se sidri na armiranobetonski zid konstrukcije tribina i spremišta s lokalnim proširenjem u zoni oslonca. Oslonci svih stupova modelirani su kao zglobovi pri čemu se sve lateralne sile do temeljne konstrukcije prenose preko horizontalnih i vertikalnih tlačno-vlačnih spregova.



Rešetkasti nosač dvorane i stupovi izvede se iz konstrukcijskog čelika S355J2. Rešetkasti nosač se proizvodi iz 3 sklopa koji se vijčano vezuju u cjelinu. Predviđeni spoj rešetkastog nosača na stup je vijčani.

Rešetkasti nosač

Gornji pojas rešetkastog nosača izvodi se iz profila HEA 300, donji pojas se izvodi iz profila HEA260. Centralne ispune rešetke izvede se iz vruće valjanog cijevnog kvadratnog profila 120x5mm dok se 3 rubne ispune izvede iz profila 150x8mm.

Konzolni dio rešetkastog nosača

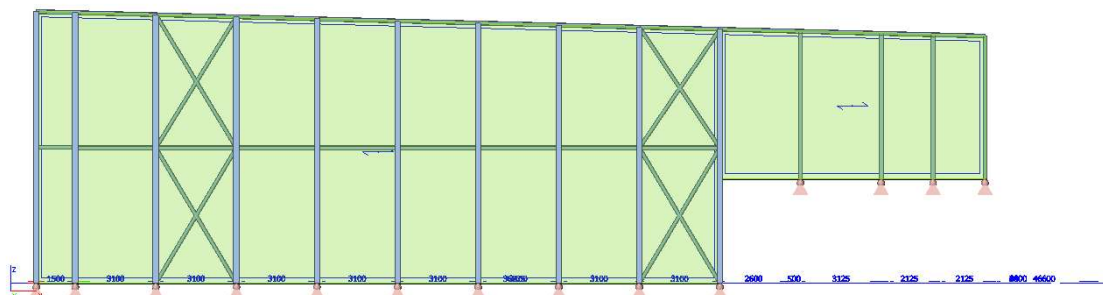
Obodni nosači izvede se iz profila HEA 260 dok su ispune izvede iz kvadratnog vruće valjanog profila 120x5mm.

Stupovi

Rešetkasti stup: Gornji i donji pojas izvodi se iz profila HEA 300 dok se ispuna izvodi iz kvadratnog vruće valjanog profila 140x5mm. Osnovni stup se izvodi iz profila HEA400.

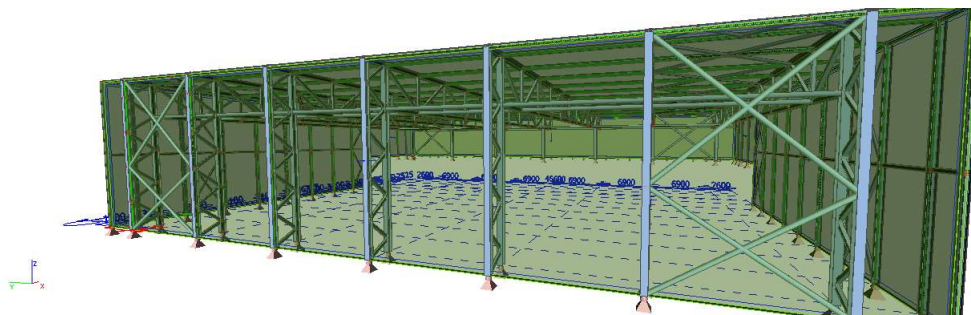
Zabatna konstrukcija

Zabatna konstrukcija izvodi se iz konstrukcijskog čelika S235J2. Visoki zabatni stupovi izvode se iz profila HEB220 dok se niži stupovi izvode iz profila HEA160. Horizontalni nosači izvode se iz profila HEA160. Vertikalni spregovi su tlačno vlačne dijagonale koji se izvode iz vruće valjanog cijevnog profila kružnog poprečnog presjeka 139,7x5mm.



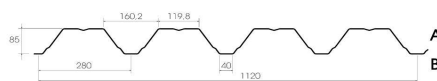
Spregovi

Vertikalni spregovi u osi a' i m' izvode se kao tlačno vlačni spregovi iz cijevnog vruće valjanog profila kružnog poprečnog presjeka 168,3x5mm. Vertikalni spregovi postavljaju se u prvo i šesto polje konstrukcije. Pri osi a' spregovi su dvodjelni dok su pri osi m' spregovi jednodjelni. Sekundarni krovni nosači izvode se iz profila HEA200 iz materijala S235J2 te se zgloбно hvataju za rešetkaste nosače vijčanom vezom.



U smjeru pada krovne konstrukcije postavljaju se trapezni limovi M85/280/0,75mm u pozitivnom smjeru.

M85/280 Positive position



1.2 Prateće građevine

Nosivu konstrukciju pratećih prostora čini armirano-betonski skelet kojeg tvore stupovi i grede različitih poprečnih presjeka te armirano betonskih zidova debljina 25 i 30cm. Debljina stropne ploče je 25cm. Rasponi nosive konstrukcije u poprečnom smjeru su 690cm i 450cm, a u uzdužnom 180cm, 720cm i 400cm. Međukatna konstrukcija je armirano-betonska ploča debljine 25cm. Gledališne tribine su rađene od prefabriciranih armiranobetonskih elemenata visine 16cm. AB ploča podruma modelirana je kao plošni element klase betona C25/30te debljine 25cm.

Međukatne konstrukcije

AB ploče ostalih međуетажа modelirane su kao plošni elementi klase betona C25/30 debljine od 25 cm. Veličina konačnog elementa za proračun plohe iznosi 0,6 m.

AB zidovi se izvode iz betona C25/30 različitih debljina od 25 i 30 cm. U proračunskom modelu veza kontinuiranih AB zidova i krovne stropne ploče postavljna je kao zglobna veza. Ležajevi AB zidova postavljeni su kao linijski zglobni.

Stupovi

Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 40/30cm, 40/40cm, 50/40cm i 60/40cm. Stupovi su raspoređeni na rasteru konstrukcije od 4,5m i 6,9m u x smjeru, te 6,25 m i 3,5 m u y smjeru. Stupovi su u razini međukatnih konstrukcija, te su upeti u temelje samce. Zaštitni sloj je 25 mm sa svih strana. Time je zadovoljen kriterij XC1. Beton za izradu elemenata je C25/30.

AB grede

AB grede prateće građevine dvorane izvode se od kvalitete betona C25/30. Grede su različitih dimenzija od 40/30cm, 40/40cm, 40/50cm te 40/60cm.

Podrumski zidovi

Na sjevernoj strani konstrukcije od osi a-b te 0-9 nalazi se etaža podruma pratećih građevina. Podrumski zidovi su debljine 25 cm i 30 cm. Podrumski zid je na vrhu pridržan stropnom pločom, te se na tom mjestu promatra kao slobodno oslonjen. Linijski ležajevi podrumskih zidova promatraju se kao upeti.

Temeljenje

Temeljenje je na temeljnoj ploči s armiranim temeljnim stopama i trakama. Debljina temeljnih ploča dvorane i pratećih prostorija je 20cm. Temeljne stope ispod stupova rešetke okvira dvorane su dimenzija 320x220x60cm, dok su temeljne stope stupova kod pratećih i pomoćnih prostora dvorane dimenzija 210x210x30cm, 130x130x30cm te 160x160x40cm.

Temeljne trake zidova su dimenzija 100x60cm, 180x60cm, 150x60cm, 120x60cm, 60x60cm te 250x60cm.

NAPOMENA:

- Prije proizvodnje nosivih elemenata bilo čeličnih ili betonski te izvođenja monolitne konstrukcije projektant konstrukcije mora pregledati i ovjeriti izvedbenu i radioničku dokumentaciju.
- Operativni plan i plan montaže izvođač radova dostavlja projektantu konstrukcije na ovjeru
- 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
- 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.

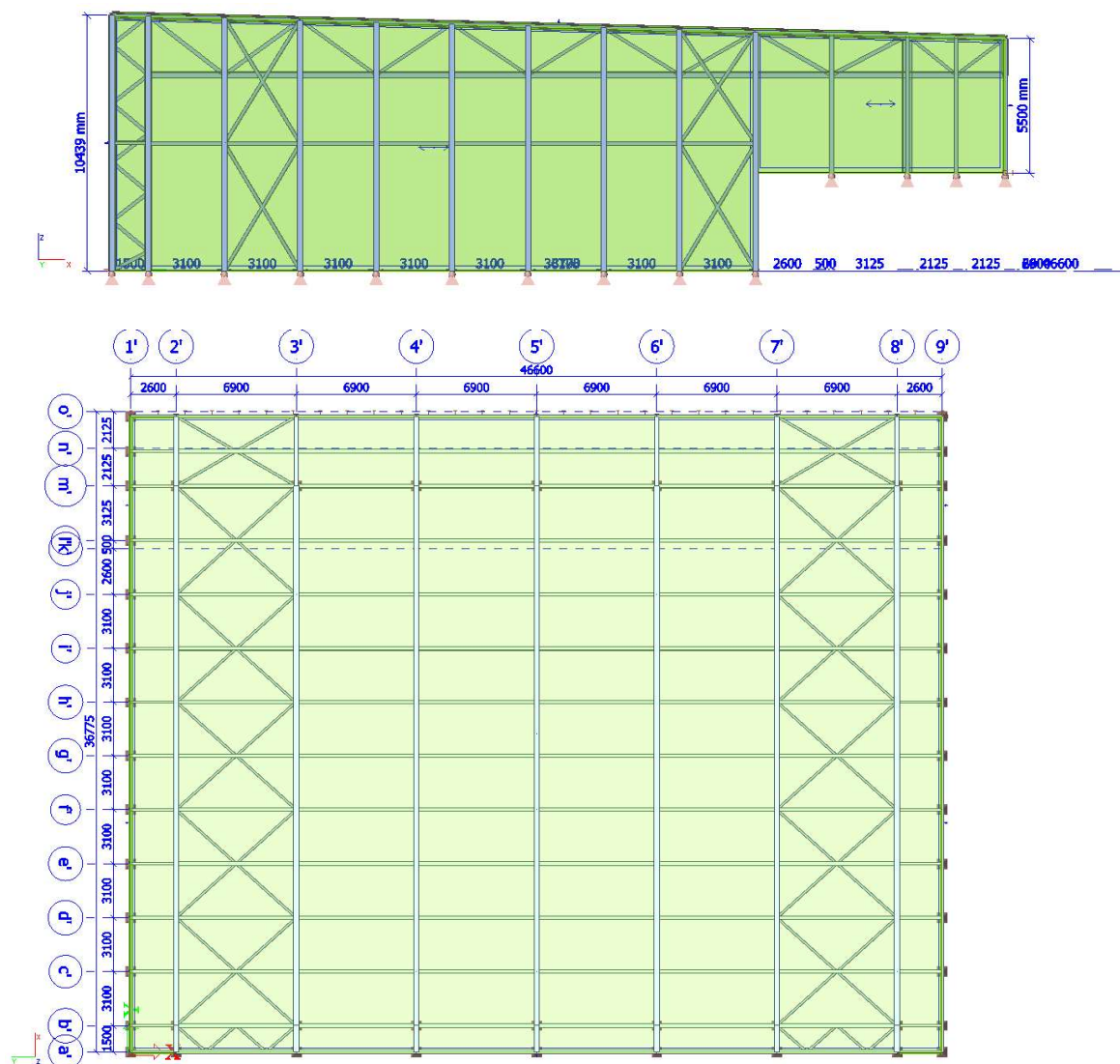
C. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE KONSTRUKCIJE DVORANE

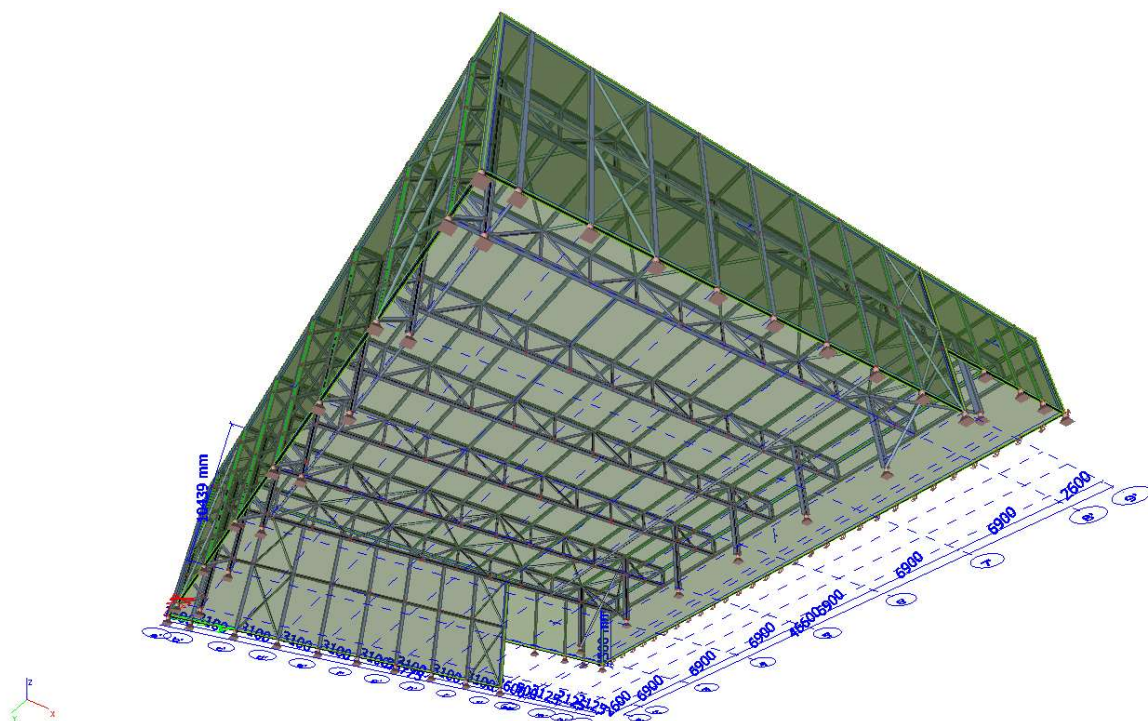
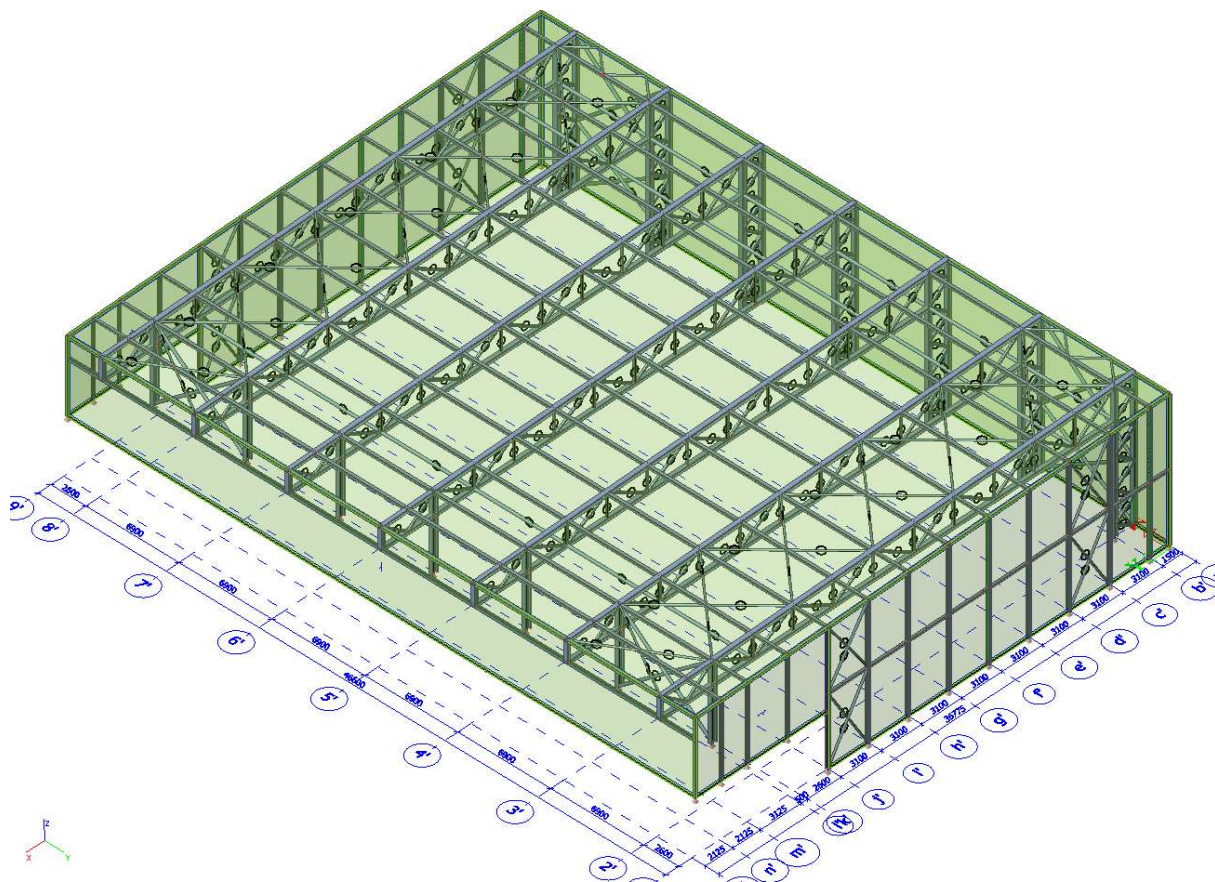
2 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE

2.1 Općenito o konstrukciji

Konstrukcija dvorane u tlocrtu pravokutnog je oblika dimenzija 36,8m x 46,6m tlocrtna površine 1715m². Osnovni raspon krovne konstrukcije je 31m sa konzolnim prepustom u duljini od 5m. Krov dvorane je jednostrešan sa padom od 2,6% od osi **a'** prema osi **o'**. Visina rešetkastog nosača pri osi **a'** je 2,7m dok je pri konzolnom završetku visina rešetke 1,7m.

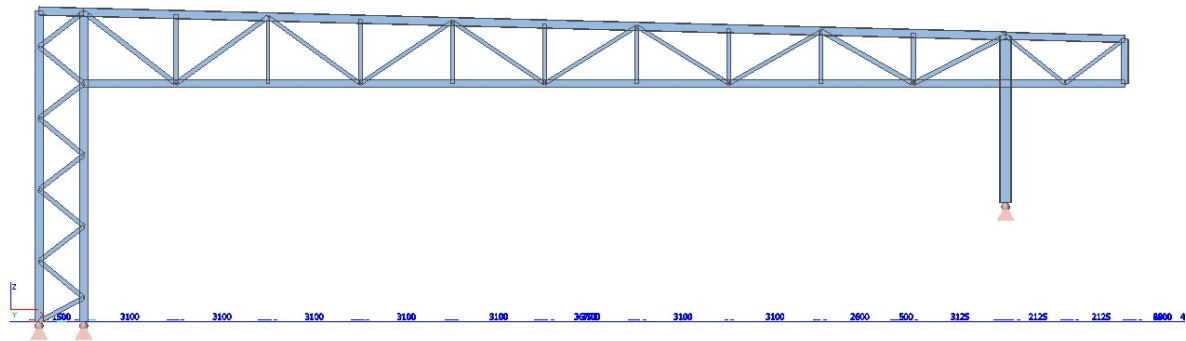
Pri osi **a'** visina rešetke se oslanja na rešetkasti stup koji se temelji na temeljnoj traci s lokalnim proširenjima dok se u osi **m'** rešetkasti nosač oslanja na stup koji se sidri na armiranobetonski zid konstrukcije tribina i spremišta s lokalnim proširenjem u zoni oslonca. Oslonci svih stupova modelirani su kao zglobovi pri čemu se sve lateralne sile do temeljne konstrukcije prenose preko horizontalnih i vertikalnih tlačno-vlačnih spregova.





2.2 Glavni rešetkasti nosač i stupovi

Rešetkasti nosač dvorane i stupovi izvede se iz konstrukcijskog čelika S355J2. Rešetkasti nosač se proizvodi iz 3 sklopa koji se vijčano vezuju u cjelinu. Predviđeni spoj rešetkastog nosača na stup je vijčani.



Rešetkasti nosač

Gornji pojas rešetkastog nosača izvodi se iz profila HEA 300, donji pojas se izvodi iz profila HEA260. Centralne ispune rešetke izvede se iz vruće valjanog cijevnog kvadratnog profila 120x5mm dok se 3 rubne ispune izvede iz profila 150x8mm.

Konzolni dio rešetkastog nosača

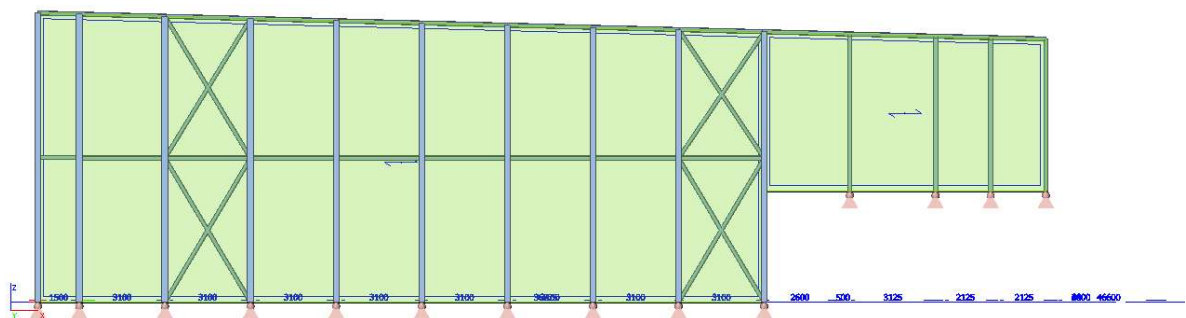
Obodni nosači izvode se iz profila HEA 260 dok su ispune izvode iz kvadratnog vruće valjanog profila 120x5mm.

Stupovi

Rešetkasti stup: Gornji i donji pojas izvodi se iz profila HEA 300 dok se ispuna izvodi iz kvadratnog vruće valjanog profila 140x5mm. Osnovni stup se izvodi iz profila HEA400.

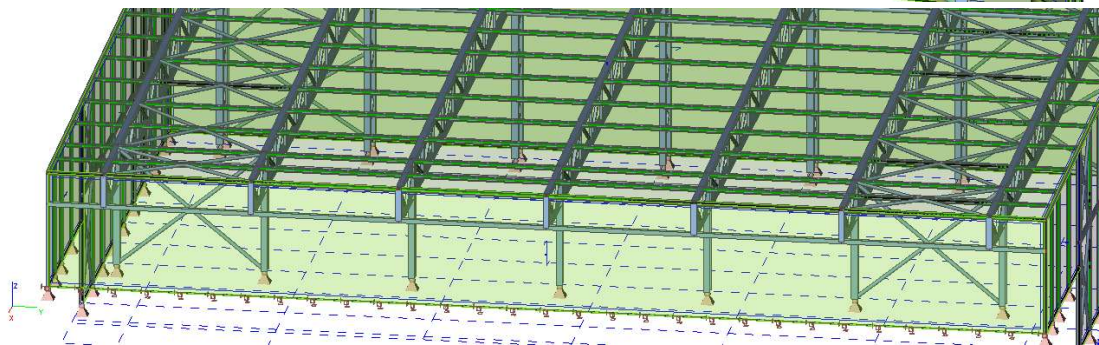
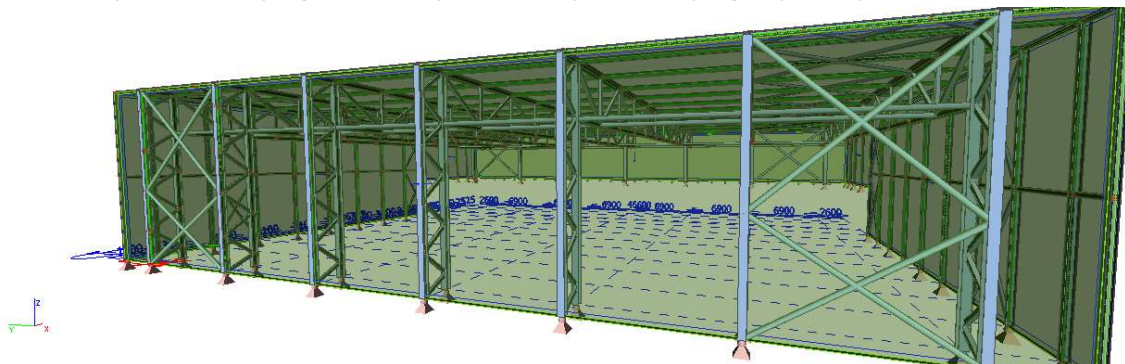
2.3 Zabatna konstrukcija

Zablatna konstrukcija izvodi se iz konstrukcijskog čelika S235J2. Visoki zablatni stupovi izvode se iz profila HEB220 dok se niži stupovi izvode iz profila HEA160. Horizontalni nosači izvode se iz profila HEA160. Vertikalni spregovi su tlačno vlačne dijagonale koji se izvode iz vruće valjanog cijevnog profila kružnog poprečnog presjeka 139,7x5mm.

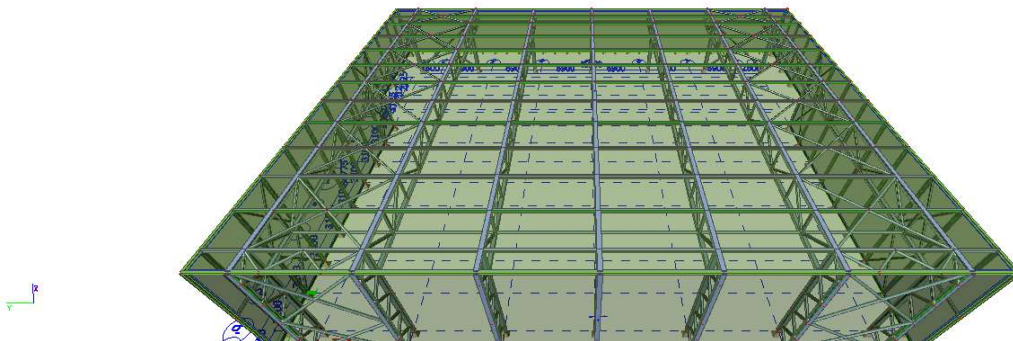


2.4 Glavni vertikalni spregovi i stabilizacije

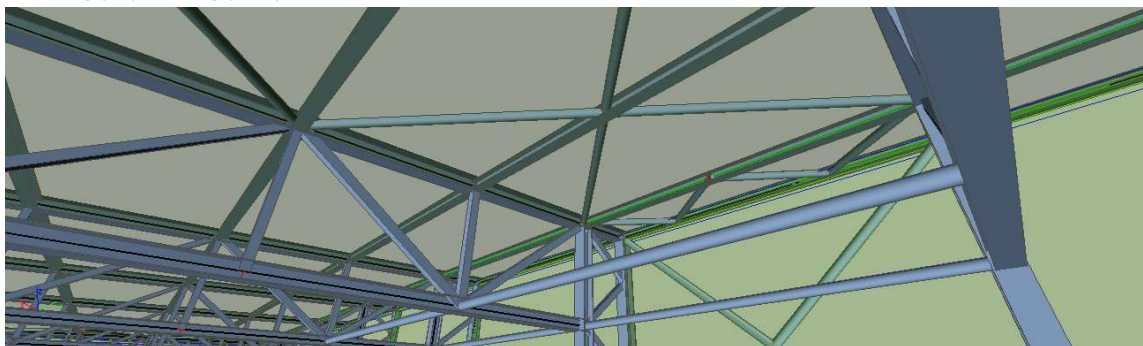
Vertikalni spregovi u osi a' i m' izvode se kao tlačno vlačni spregovi iz cijevnog vruće valjanog profila kružnog poprečnog presjeka 168,3x5mm. Vertikalni spregovi postavljaju se u prvo i šesto polje konstrukcije. Pri osi a' spregovi su dvodjelni dok su pri osi m' spregovi jednodjelni.



Krovni spregovi izvode se iz cijevnog vruće valjanog profila kružnog poprečnog presjeka 139,7x5mm.

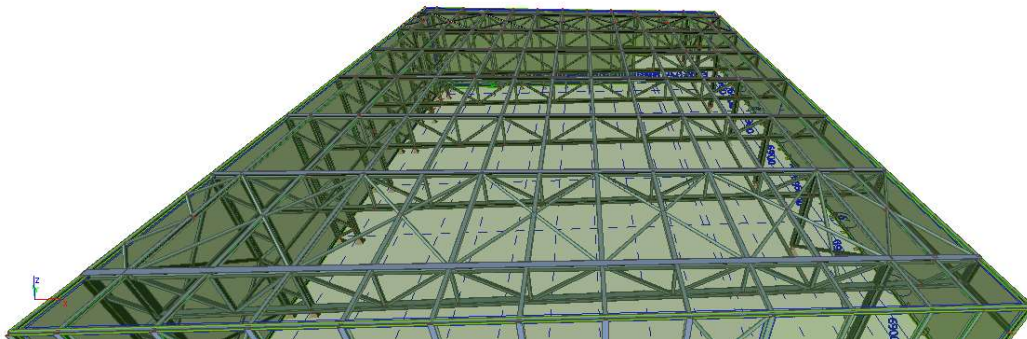


Za stabilizaciju donjeg pojasa rešetke pri osloncima koristi se stabilizacijski štap iz vruće valjanog kružnog poprečnog presjeka 159x5mm.



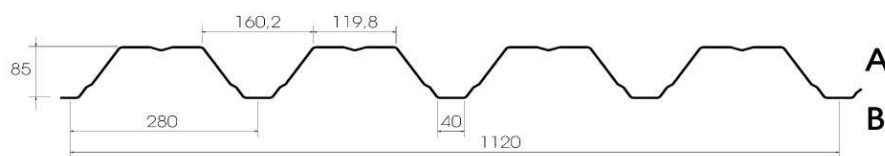
2.5 Sekundarna krovna konstrukcija i trapezni lim

Sekundarni krovni nosači izvode se iz profila HEA200 iz materijala S235J2 te se zgloбно hvataju za rešetkaste nosače vijčanom vezom.



U smjeru pada krovne konstrukcije postavljaju se trapezni limovi M85/280/0,75mm u pozitivnom smjeru.

M85/280 Positive position



2.6 Elementi i poprečni presjeci

2.6.1 Elementi

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B1	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N1	N6	truss chord (95)
B5	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N272	N6	truss chord (95)
B7	DPR - HEA260	S 355	1,500	N5	N7	truss chord (95)
B9	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N9	N10	truss diagonal (90)
B10	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N11	N12	truss diagonal (90)
B11	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N13	N14	truss diagonal (90)
B12	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N15	N16	truss diagonal (90)
B13	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N17	N18	truss diagonal (90)
B14	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N19	N20	truss diagonal (90)
B15	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N21	N22	truss diagonal (90)
B16	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N23	N24	truss diagonal (90)
B17	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N25	N26	truss diagonal (90)
B18	S2 - HEA400	S 355	5,603	N3	N8	column (100)
B20	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N9	N12	truss diagonal (90)
B21	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N12	N13	truss diagonal (90)
B22	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N13	N16	truss diagonal (90)
B23	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N16	N17	truss diagonal (90)
B24	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N17	N20	truss diagonal (90)
B25	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N20	N21	truss diagonal (90)
B26	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N21	N24	truss diagonal (90)
B27	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N24	N25	truss diagonal (90)
B28	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N25	N8	truss diagonal (90)
B29	DPR - HEA260	S 355	4,000	N4	N5	truss chord (95)
B30	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N8	N28	truss diagonal (90)
B31	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N28	N7	truss diagonal (90)
B32	DPR - HEA260	S 355	4,001	N8	N7	truss chord (95)
B36	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N276	N34	truss chord (95)
B38	DPR - HEA260	S 355	1,500	N33	N35	truss chord (95)
B39	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N37	N38	truss diagonal (90)
B40	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N39	N40	truss diagonal (90)
B41	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N41	N42	truss diagonal (90)
B42	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N43	N44	truss diagonal (90)
B43	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N45	N46	truss diagonal (90)
B44	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N47	N48	truss diagonal (90)
B45	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N49	N50	truss diagonal (90)
B46	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N51	N52	truss diagonal (90)
B47	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N53	N54	truss diagonal (90)
B48	S2 - HEA400	S 355	5,603	N31	N36	column (100)
B49	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N34	N37	truss diagonal (90)
B50	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N37	N40	truss diagonal (90)
B51	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N40	N41	truss diagonal (90)
B52	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N41	N44	truss diagonal (90)
B53	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N44	N45	truss diagonal (90)
B54	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N45	N48	truss diagonal (90)
B55	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N48	N49	truss diagonal (90)
B56	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N49	N52	truss diagonal (90)
B57	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N52	N53	truss diagonal (90)
B58	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N53	N36	truss diagonal (90)
B59	DPR - HEA260	S 355	4,000	N32	N33	truss chord (95)
B60	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N36	N56	truss diagonal (90)
B61	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N56	N35	truss diagonal (90)
B62	DPR - HEA260	S 355	4,001	N36	N35	truss chord (95)
B66	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N275	N62	truss chord (95)
B68	DPR - HEA260	S 355	1,500	N61	N63	truss chord (95)
B69	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N65	N66	truss diagonal (90)
B70	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N67	N68	truss diagonal (90)
B71	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N69	N70	truss diagonal (90)
B72	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N71	N72	truss diagonal (90)
B73	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N73	N74	truss diagonal (90)
B74	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N75	N76	truss diagonal (90)
B75	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N77	N78	truss diagonal (90)
B76	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N79	N80	truss diagonal (90)
B77	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N81	N82	truss diagonal (90)
B78	S2 - HEA400	S 355	5,603	N59	N64	column (100)
B79	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N62	N65	truss diagonal (90)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B80	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N65	N68	truss diagonal (90)
B81	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N68	N69	truss diagonal (90)
B82	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N69	N72	truss diagonal (90)
B83	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N72	N73	truss diagonal (90)
B84	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N73	N76	truss diagonal (90)
B85	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N76	N77	truss diagonal (90)
B86	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N77	N80	truss diagonal (90)
B87	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N80	N81	truss diagonal (90)
B88	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N81	N64	truss diagonal (90)
B89	DPR - HEA260	S 355	4,000	N60	N61	truss chord (95)
B90	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N64	N84	truss diagonal (90)
B91	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N84	N63	truss diagonal (90)
B92	DPR - HEA260	S 355	4,001	N64	N63	truss chord (95)
B93	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N66	N38	beam (80)
B94	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N62	N34	beam (80)
B95	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N68	N40	beam (80)
B96	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N70	N42	beam (80)
B97	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N72	N44	beam (80)
B98	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N74	N46	beam (80)
B99	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N76	N48	beam (80)
B100	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N78	N50	beam (80)
B101	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N80	N52	beam (80)
B102	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N82	N54	beam (80)
B103	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N64	N36	beam (80)
B104	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N63	N35	beam (80)
B105	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N85	N86	beam (80)
B106	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N38	N10	beam (80)
B107	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N34	N6	beam (80)
B108	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N40	N12	beam (80)
B109	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N42	N14	beam (80)
B110	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N44	N16	beam (80)
B111	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N46	N18	beam (80)
B112	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N48	N20	beam (80)
B113	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N50	N22	beam (80)
B114	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N52	N24	beam (80)
B115	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N54	N26	beam (80)
B116	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N36	N8	beam (80)
B117	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N35	N7	beam (80)
B118	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N86	N87	beam (80)
B121	DPR - HEA260	S 355	31,000	N109	N32	truss chord (95)
B122	DPR - HEA260	S 355	31,000	N2	N4	truss chord (95)
B123	DPR - HEA260	S 355	31,000	N274	N60	truss chord (95)
B135	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N6	N9	truss diagonal (90)
B154	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N108	N34	truss chord (95)
B177	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N129	N62	truss chord (95)
B182	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N132	N137	truss chord (95)
B184	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N278	N137	truss chord (95)
B186	DPR - HEA260	S 355	1,500	N136	N138	truss chord (95)
B187	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N140	N141	truss diagonal (90)
B188	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N142	N143	truss diagonal (90)
B189	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N144	N145	truss diagonal (90)
B190	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N146	N147	truss diagonal (90)
B191	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N148	N149	truss diagonal (90)
B192	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N150	N151	truss diagonal (90)
B193	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N152	N153	truss diagonal (90)
B194	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N154	N155	truss diagonal (90)
B195	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N156	N157	truss diagonal (90)
B196	S2 - HEA400	S 355	5,603	N134	N139	column (100)
B197	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N140	N143	truss diagonal (90)
B198	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N143	N144	truss diagonal (90)
B199	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N144	N147	truss diagonal (90)
B200	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N147	N148	truss diagonal (90)
B201	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N148	N151	truss diagonal (90)
B202	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N151	N152	truss diagonal (90)
B203	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N152	N155	truss diagonal (90)
B204	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N155	N156	truss diagonal (90)
B205	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N156	N139	truss diagonal (90)
B206	DPR - HEA260	S 355	4,000	N135	N136	truss chord (95)
B207	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N139	N158	truss diagonal (90)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B208	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N158	N138	truss diagonal (90)
B209	DPR - HEA260	S 355	4,001	N139	N138	truss chord (95)
B210	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N10	N141	beam (80)
B211	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N6	N137	beam (80)
B212	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N12	N143	beam (80)
B213	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N14	N145	beam (80)
B214	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N16	N147	beam (80)
B215	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N18	N149	beam (80)
B216	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N20	N151	beam (80)
B217	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N22	N153	beam (80)
B218	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N24	N155	beam (80)
B219	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N26	N157	beam (80)
B220	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N8	N139	beam (80)
B221	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N7	N138	beam (80)
B222	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N87	N159	beam (80)
B223	DPR - HEA260	S 355	31,000	N133	N135	truss chord (95)
B227	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N137	N140	truss diagonal (90)
B228	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N161	N166	truss chord (95)
B230	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N281	N166	truss chord (95)
B232	DPR - HEA260	S 355	1,500	N165	N167	truss chord (95)
B233	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N169	N170	truss diagonal (90)
B234	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N171	N172	truss diagonal (90)
B235	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N173	N174	truss diagonal (90)
B236	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N175	N176	truss diagonal (90)
B237	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N177	N178	truss diagonal (90)
B238	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N179	N180	truss diagonal (90)
B239	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N181	N182	truss diagonal (90)
B240	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N183	N184	truss diagonal (90)
B241	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N185	N186	truss diagonal (90)
B242	S2 - HEA400	S 355	5,603	N163	N168	column (100)
B243	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N169	N172	truss diagonal (90)
B244	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N172	N173	truss diagonal (90)
B245	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N173	N176	truss diagonal (90)
B246	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N176	N177	truss diagonal (90)
B247	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N177	N180	truss diagonal (90)
B248	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N180	N181	truss diagonal (90)
B249	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N181	N184	truss diagonal (90)
B250	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N184	N185	truss diagonal (90)
B251	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N185	N168	truss diagonal (90)
B252	DPR - HEA260	S 355	4,000	N164	N165	truss chord (95)
B253	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N168	N187	truss diagonal (90)
B254	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N187	N167	truss diagonal (90)
B255	DPR - HEA260	S 355	4,001	N168	N167	truss chord (95)
B256	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N141	N170	beam (80)
B257	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N137	N166	beam (80)
B258	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N143	N172	beam (80)
B259	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N145	N174	beam (80)
B260	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N147	N176	beam (80)
B261	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N149	N178	beam (80)
B262	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N151	N180	beam (80)
B263	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N153	N182	beam (80)
B264	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N155	N184	beam (80)
B265	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N157	N186	beam (80)
B266	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N139	N168	beam (80)
B267	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N138	N167	beam (80)
B268	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N159	N188	beam (80)
B269	DPR - HEA260	S 355	31,000	N162	N164	truss chord (95)
B273	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N166	N169	truss diagonal (90)
B274	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N190	N195	truss chord (95)
B276	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N282	N195	truss chord (95)
B278	DPR - HEA260	S 355	1,500	N194	N196	truss chord (95)
B279	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N198	N199	truss diagonal (90)
B280	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N200	N201	truss diagonal (90)
B281	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N202	N203	truss diagonal (90)
B282	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N204	N205	truss diagonal (90)
B283	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N206	N207	truss diagonal (90)
B284	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N208	N209	truss diagonal (90)
B285	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N210	N211	truss diagonal (90)
B286	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N212	N213	truss diagonal (90)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B287	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N214	N215	truss diagonal (90)
B288	S2 - HEA400	S 355	5,603	N192	N197	column (100)
B289	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N198	N201	truss diagonal (90)
B290	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N201	N202	truss diagonal (90)
B291	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N202	N205	truss diagonal (90)
B292	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N205	N206	truss diagonal (90)
B293	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N206	N209	truss diagonal (90)
B294	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N209	N210	truss diagonal (90)
B295	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N210	N213	truss diagonal (90)
B296	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N213	N214	truss diagonal (90)
B297	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N214	N197	truss diagonal (90)
B298	DPR - HEA260	S 355	4,000	N193	N194	truss chord (95)
B299	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N197	N216	truss diagonal (90)
B300	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N216	N196	truss diagonal (90)
B301	DPR - HEA260	S 355	4,001	N197	N196	truss chord (95)
B302	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N170	N199	beam (80)
B303	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N166	N195	beam (80)
B304	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N172	N201	beam (80)
B305	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N174	N203	beam (80)
B306	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N176	N205	beam (80)
B307	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N178	N207	beam (80)
B308	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N180	N209	beam (80)
B309	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N182	N211	beam (80)
B310	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N184	N213	beam (80)
B311	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N186	N215	beam (80)
B312	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N168	N197	beam (80)
B313	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N167	N196	beam (80)
B314	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N188	N217	beam (80)
B315	DPR - HEA260	S 355	31,000	N191	N193	truss chord (95)
B319	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N195	N198	truss diagonal (90)
B320	STUP R - HEA300	S 355	10,400	N219	N224	truss chord (95)
B322	STUP R - HEA300	S 355	1,500	N284	N224	truss chord (95)
B324	DPR - HEA260	S 355	1,500	N223	N225	truss chord (95)
B325	IR2 - QRO150X5.6	S 355	2,320	N227	N228	truss diagonal (90)
B326	IR1 - QRO120X5	S 355	2,241	N229	N230	truss diagonal (90)
B327	IR1 - QRO120X5	S 355	2,161	N231	N232	truss diagonal (90)
B328	IR1 - QRO120X5	S 355	2,081	N233	N234	truss diagonal (90)
B329	IR1 - QRO120X5	S 355	2,001	N235	N236	truss diagonal (90)
B330	IR1 - QRO120X5	S 355	1,922	N237	N238	truss diagonal (90)
B331	IR1 - QRO120X5	S 355	1,842	N239	N240	truss diagonal (90)
B332	IR1 - QRO120X5	S 355	1,762	N241	N242	truss diagonal (90)
B333	IR2 - QRO150X5.6	S 355	1,683	N243	N244	truss diagonal (90)
B334	S2 - HEA400	S 355	5,603	N221	N226	column (100)
B335	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,825	N227	N230	truss diagonal (90)
B336	IR1 - QRO120X5	S 355	3,825	N230	N231	truss diagonal (90)
B337	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N231	N234	truss diagonal (90)
B338	IR1 - QRO120X5	S 355	3,734	N234	N235	truss diagonal (90)
B339	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N235	N238	truss diagonal (90)
B340	IR1 - QRO120X5	S 355	3,647	N238	N239	truss diagonal (90)
B341	IR1 - QRO120X5	S 355	3,566	N239	N242	truss diagonal (90)
B342	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,566	N242	N243	truss diagonal (90)
B343	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,490	N243	N226	truss diagonal (90)
B344	DPR - HEA260	S 355	4,000	N222	N223	truss chord (95)
B345	IR1 - QRO120X5	S 355	2,563	N226	N245	truss diagonal (90)
B346	IR1 - QRO120X5	S 355	2,500	N245	N225	truss diagonal (90)
B347	DPR - HEA260	S 355	4,001	N226	N225	truss chord (95)
B348	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N199	N228	beam (80)
B349	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N195	N224	beam (80)
B350	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N201	N230	beam (80)
B351	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N203	N232	beam (80)
B352	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N205	N234	beam (80)
B353	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N207	N236	beam (80)
B354	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N209	N238	beam (80)
B355	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N211	N240	beam (80)
B356	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N213	N242	beam (80)
B357	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N215	N244	beam (80)
B358	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N197	N226	beam (80)
B359	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N196	N225	beam (80)
B360	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N217	N246	beam (80)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B361	DPR - HEA260	S 355	31,000	N220	N222	truss chord (95)
B365	IR2 - QRO150X5.6	S 355	3,920	N224	N227	truss diagonal (90)
B150	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N224	N248	roof bracing (0)
B151	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N248	N201	roof bracing (0)
B152	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N230	N248	roof bracing (0)
B153	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N248	N195	roof bracing (0)
B366	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N234	N249	roof bracing (0)
B367	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N249	N205	roof bracing (0)
B368	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N230	N249	roof bracing (0)
B369	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N249	N201	roof bracing (0)
B370	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N238	N250	roof bracing (0)
B371	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N250	N209	roof bracing (0)
B372	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N234	N250	roof bracing (0)
B373	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N250	N205	roof bracing (0)
B374	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N242	N251	roof bracing (0)
B375	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N251	N213	roof bracing (0)
B376	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N238	N251	roof bracing (0)
B377	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N251	N209	roof bracing (0)
B378	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N226	N252	roof bracing (0)
B379	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N252	N197	roof bracing (0)
B380	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N242	N252	roof bracing (0)
B381	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N252	N213	roof bracing (0)
B382	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N52	N253	roof bracing (0)
B383	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N253	N80	roof bracing (0)
B384	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N36	N253	roof bracing (0)
B385	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N34	N254	roof bracing (0)
B386	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N254	N68	roof bracing (0)
B387	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N40	N254	roof bracing (0)
B388	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N254	N62	roof bracing (0)
B389	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N44	N255	roof bracing (0)
B390	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N255	N72	roof bracing (0)
B391	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N40	N255	roof bracing (0)
B392	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N255	N68	roof bracing (0)
B393	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N48	N256	roof bracing (0)
B394	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N256	N76	roof bracing (0)
B395	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N44	N256	roof bracing (0)
B396	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N256	N72	roof bracing (0)
B397	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N52	N257	roof bracing (0)
B398	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N257	N80	roof bracing (0)
B399	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N48	N257	roof bracing (0)
B400	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N257	N76	roof bracing (0)
B401	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	4,639	N253	N64	roof bracing (0)
B406	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,888	N221	N197	wall bracing (0)
B407	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,888	N226	N192	wall bracing (0)
B408	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,888	N31	N64	wall bracing (0)
B409	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,888	N59	N36	wall bracing (0)
B410	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N258	N272	truss chord (95)
B411	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N260	N276	truss chord (95)
B412	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N262	N275	truss chord (95)
B413	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N264	N278	truss chord (95)
B414	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N266	N281	truss chord (95)
B415	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N268	N282	truss chord (95)
B416	STUP R - HEA300	S 355	10,439	N270	N284	truss chord (95)
B417	GPR - HEA300	S 355	31,010	N34	N36	truss chord (95)
B418	GPR - HEA300	S 355	31,010	N6	N8	truss chord (95)
B419	GPR - HEA300	S 355	31,010	N62	N64	truss chord (95)
B420	GPR - HEA300	S 355	31,010	N137	N139	truss chord (95)
B421	GPR - HEA300	S 355	31,010	N166	N168	truss chord (95)
B422	GPR - HEA300	S 355	31,010	N195	N197	truss chord (95)
B423	GPR - HEA300	S 355	31,010	N224	N226	truss chord (95)
B424	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N2	N285	wall bracing (0)
B425	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N285	N6	wall bracing (0)
B426	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N2	N287	wall bracing (0)
B427	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N287	N288	wall bracing (0)
B428	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N288	N289	wall bracing (0)
B429	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N289	N290	wall bracing (0)
B430	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N290	N291	wall bracing (0)
B431	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N291	N292	wall bracing (0)
B432	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N292	N258	wall bracing (0)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B433	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N109	N293	wall bracing (0)
B434	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N109	N295	wall bracing (0)
B435	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N295	N296	wall bracing (0)
B436	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N296	N297	wall bracing (0)
B437	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N297	N298	wall bracing (0)
B438	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N298	N299	wall bracing (0)
B439	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N299	N300	wall bracing (0)
B440	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N300	N260	wall bracing (0)
B441	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N293	N34	wall bracing (0)
B442	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N274	N301	wall bracing (0)
B443	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N274	N303	wall bracing (0)
B444	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N303	N304	wall bracing (0)
B445	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N304	N305	wall bracing (0)
B446	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N305	N306	wall bracing (0)
B447	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N306	N307	wall bracing (0)
B448	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N307	N308	wall bracing (0)
B449	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N308	N262	wall bracing (0)
B450	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N301	N62	wall bracing (0)
B451	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N133	N309	wall bracing (0)
B452	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N133	N311	wall bracing (0)
B453	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N311	N312	wall bracing (0)
B454	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N312	N313	wall bracing (0)
B455	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N313	N314	wall bracing (0)
B456	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N314	N315	wall bracing (0)
B457	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N315	N316	wall bracing (0)
B458	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N316	N264	wall bracing (0)
B459	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N309	N137	wall bracing (0)
B460	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N162	N317	wall bracing (0)
B461	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N162	N319	wall bracing (0)
B462	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N319	N320	wall bracing (0)
B463	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N320	N321	wall bracing (0)
B464	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N321	N322	wall bracing (0)
B465	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N322	N323	wall bracing (0)
B466	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N323	N324	wall bracing (0)
B467	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N324	N266	wall bracing (0)
B468	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N317	N166	wall bracing (0)
B469	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N191	N325	wall bracing (0)
B470	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N191	N327	wall bracing (0)
B471	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N327	N328	wall bracing (0)
B472	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N328	N329	wall bracing (0)
B473	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N329	N330	wall bracing (0)
B474	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N330	N331	wall bracing (0)
B475	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N331	N332	wall bracing (0)
B476	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N332	N268	wall bracing (0)
B477	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N325	N195	wall bracing (0)
B478	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N220	N333	wall bracing (0)
B479	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N220	N335	wall bracing (0)
B480	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N335	N336	wall bracing (0)
B481	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N336	N337	wall bracing (0)
B482	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N337	N338	wall bracing (0)
B483	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N338	N339	wall bracing (0)
B484	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,945	N339	N340	wall bracing (0)
B485	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,700	N340	N270	wall bracing (0)
B486	STUP ISPUNA - QRO140X5	S 355	1,897	N333	N224	wall bracing (0)
B487	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N282	N284	beam (80)
B488	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N281	N282	beam (80)
B489	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N278	N281	beam (80)
B490	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N272	N278	beam (80)
B491	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N276	N272	beam (80)
B492	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N275	N276	beam (80)
B501	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N109	N2	general (0)
B502	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N2	N133	general (0)
B503	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N133	N162	general (0)
B504	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N162	N191	general (0)
B529	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,241	N355	N356	gable column (70)
B532	STUP ZABATA 2 - I + PL (HEA220; 100; 8)	S 235	10,320	N360	N361	gable column (70)
B533	STUP ZABATA 2 - I + PL (HEA220; 100; 8)	S 235	10,400	N362	N357	gable column (70)
B534	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,439	N363	N359	gable column (70)
B535	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,161	N364	N365	gable column (70)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B536	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,081	N366	N367	gable column (70)
B537	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,001	N368	N369	gable column (70)
B538	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	9,922	N370	N371	gable column (70)
B539	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	9,842	N372	N373	gable column (70)
B540	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	9,762	N374	N375	gable column (70)
B541	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,683	N376	N377	gable column (70)
B542	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,603	N378	N358	gable column (70)
B543	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,551	N379	N380	gable column (70)
B544	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,500	N381	N382	wall bracing (0)
B545	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N361	N228	beam (80)
B546	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N357	N224	beam (80)
B547	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N356	N230	beam (80)
B548	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N365	N232	beam (80)
B549	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N367	N234	beam (80)
B550	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N369	N236	beam (80)
B551	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N371	N238	beam (80)
B552	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N373	N240	beam (80)
B553	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N375	N242	beam (80)
B554	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N377	N244	beam (80)
B555	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N358	N226	beam (80)
B556	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N380	N246	beam (80)
B557	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N382	N225	beam (80)
B558	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N359	N284	beam (80)
B559	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	36,512	N359	N382	wall bracing (0)
B560	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,241	N383	N384	gable column (70)
B561	STUP ZABATA 2 - I + PL (HEA220; 100; 8)	S 235	10,320	N388	N389	gable column (70)
B562	STUP ZABATA 2 - I + PL (HEA220; 100; 8)	S 235	10,400	N390	N385	gable column (70)
B563	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,439	N391	N387	gable column (70)
B564	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,161	N392	N393	gable column (70)
B565	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,081	N394	N395	gable column (70)
B566	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	10,001	N396	N397	gable column (70)
B567	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	9,922	N398	N399	gable column (70)
B568	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	9,842	N400	N401	gable column (70)
B569	ZABATNI STUP 1 - HEA220	S 235	9,762	N402	N403	gable column (70)
B570	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,683	N404	N405	gable column (70)
B571	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,603	N406	N386	gable column (70)
B572	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,551	N407	N408	gable column (70)
B573	ZABATNI STUP 2 - HEA160	S 235	5,500	N409	N410	gable column (70)
B574	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N389	N66	beam (80)
B575	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N385	N62	beam (80)
B576	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N384	N68	beam (80)
B577	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N393	N70	beam (80)
B578	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N395	N72	beam (80)
B579	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N397	N74	beam (80)
B580	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N399	N76	beam (80)
B581	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N401	N78	beam (80)
B582	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N403	N80	beam (80)
B583	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N405	N82	beam (80)
B584	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N386	N64	beam (80)
B585	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N408	N85	beam (80)
B586	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N410	N63	beam (80)
B587	ZABATNI SEKUNDARAC - HEA160	S 235	2,600	N387	N275	beam (80)
B588	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	36,512	N387	N410	wall bracing (0)
B589	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	1,500	N411	N412	wall bracing (0)
B590	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N413	N414	wall bracing (0)
B591	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N414	N415	wall bracing (0)
B592	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N415	N416	wall bracing (0)
B593	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N416	N417	wall bracing (0)
B594	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N417	N418	wall bracing (0)
B595	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N418	N419	wall bracing (0)
B596	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N419	N420	wall bracing (0)
B597	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N420	N421	wall bracing (0)
B602	KROVNI SEK - HEA200	S 235	2,600	N428	N223	beam (80)
B603	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N194	N165	beam (80)
B604	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N165	N136	beam (80)
B605	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N136	N5	beam (80)
B606	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N5	N33	beam (80)
B607	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N33	N61	beam (80)
B608	KROVNI SEK - HEA200	S 235	2,600	N61	N427	beam (80)

Name	CrossSection	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B609	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N274	N109	general (0)
B610	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N191	N220	general (0)
B611	KROVNI SEK - HEA200	S 235	6,900	N223	N194	beam (80)
B612	SEK8 - RD32	S 235	46,600	N381	N409	wall bracing (0)
B613	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N402	N420	wall bracing (0)
B614	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N421	N400	wall bracing (0)
B615	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,582	N421	N401	wall bracing (0)
B616	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,516	N403	N420	wall bracing (0)
B617	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N383	N414	wall bracing (0)
B618	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N415	N388	wall bracing (0)
B619	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,918	N384	N414	wall bracing (0)
B620	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,986	N415	N389	wall bracing (0)
B621	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,204	N262	N297	wall bracing (0)
B622	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,204	N260	N305	wall bracing (0)
B623	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	9,144	N305	N276	wall bracing (0)
B624	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	9,144	N275	N297	wall bracing (0)
B625	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,204	N268	N337	wall bracing (0)
B626	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	8,204	N270	N329	wall bracing (0)
B627	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	9,144	N282	N337	wall bracing (0)
B628	ZIDNI SPREG 1 - CHS168.3/5.0	S 235	9,144	N329	N284	wall bracing (0)
B629	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N374	N431	wall bracing (0)
B630	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N432	N372	wall bracing (0)
B631	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,582	N432	N373	wall bracing (0)
B632	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,516	N375	N431	wall bracing (0)
B633	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N433	N431	wall bracing (0)
B634	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N431	N432	wall bracing (0)
B635	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N434	N433	wall bracing (0)
B636	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N435	N434	wall bracing (0)
B637	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N436	N435	wall bracing (0)
B638	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N437	N436	wall bracing (0)
B639	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N438	N437	wall bracing (0)
B640	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	3,100	N439	N438	wall bracing (0)
B641	ZABATNE HORIZONTALNE - HEA160	S 235	1,500	N440	N441	wall bracing (0)
B642	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N355	N438	wall bracing (0)
B643	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	6,054	N437	N360	wall bracing (0)
B644	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,918	N356	N438	wall bracing (0)
B645	ZIDNI SPREG 2 - CHS139.7/5.0	S 235	5,986	N437	N361	wall bracing (0)
B646	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N442	N196	roof bracing (0)
B647	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N225	N442	roof bracing (0)
B648	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N442	N197	roof bracing (0)
B649	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N226	N442	roof bracing (0)
B650	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N35	N443	roof bracing (0)
B651	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N443	N63	roof bracing (0)
B652	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N443	N64	roof bracing (0)
B653	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	3,988	N36	N443	roof bracing (0)
B654	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N448	N444	roof bracing (0)
B655	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N444	N445	roof bracing (0)
B656	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N445	N446	roof bracing (0)
B657	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N446	N447	roof bracing (0)
B658	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N449	N224	roof bracing (0)
B659	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N450	N449	roof bracing (0)
B660	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N451	N450	roof bracing (0)
B661	KROVNI SPREG 1 - CHS139.7/5.0	S 235	2,286	N195	N451	roof bracing (0)
B662	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N65	N37	general (0)
B663	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N37	N9	general (0)
B664	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N9	N140	general (0)
B665	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N140	N169	general (0)
B666	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N169	N198	general (0)
B667	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N198	N227	general (0)
B668	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N185	N214	general (0)
B669	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N214	N243	general (0)
B670	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N156	N185	general (0)
B671	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N25	N156	general (0)
B672	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N53	N25	general (0)
B673	STAB DONJEG POJASA - CHS168.3/5.0	S 235	6,900	N81	N53	general (0)

2.6.2 Poprečni presjeci

Name	Type	Item material	Fabrication	A [m ²]	A _y [m ²]	I _y [m ⁴]	W _{el,y} [m ³]	W _{pl,y} [m ³]	Colour
	Detailed				A _x [m ²]	I _x [m ⁴]	W _{el,x} [m ³]	W _{pl,x} [m ³]	
GPR	HEA300	S 355	rolled	1,1300e-02	8,1300e-03	1,8300e-04	1,2600e-03	1,3833e-03	
					2,6502e-03	6,3100e-05	4,2100e-04	6,4167e-04	
IR1	QRO120X5	S 355	rolled	2,2600e-03	1,1303e-03	4,9500e-06	8,2400e-05	9,7000e-05	
					1,1303e-03	4,9500e-06	8,2400e-05	9,7000e-05	
S2	HEA400	S 355	rolled	1,5900e-02	1,1006e-02	4,5100e-04	2,3100e-03	2,5625e-03	
					4,4726e-03	8,5600e-05	5,7100e-04	8,7083e-04	
KROVNI SEK	HEA200	S 235	rolled	5,3800e-03	3,8781e-03	3,6900e-05	3,8900e-04	4,2917e-04	
					1,3287e-03	1,3400e-05	1,3400e-04	2,0375e-04	
KROVNI SPREG 1	CHS139.7/5.0	S 235	rolled	2,1200e-03	1,3470e-03	4,8100e-06	6,8800e-05	8,9331e-05	
					1,3470e-03	4,8100e-06	6,8800e-05	8,9331e-05	
ZIDNI SPREG 1	CHS168.3/5.0	S 235	rolled	2,5700e-03	1,6330e-03	8,5600e-06	1,0200e-04	1,3127e-04	
					1,6330e-03	8,5600e-06	1,0200e-04	1,3127e-04	
DPR	HEA260	S 355	rolled	8,6800e-03	6,3059e-03	1,0500e-04	8,3600e-04	9,2083e-04	
					2,0196e-03	3,6700e-05	2,8200e-04	4,2917e-04	
ZABATNI STUP 1	HEA220	S 235	rolled	6,4300e-03	4,6326e-03	5,4100e-05	5,1500e-04	5,6667e-04	
					1,5689e-03	1,9600e-05	1,7800e-04	2,7042e-04	
SEK8	RD32	S 235	rolled	8,0384e-04	7,2434e-04	5,0393e-08	3,1496e-06	5,3752e-06	
					7,2434e-04	5,0393e-08	3,1496e-06	5,3752e-06	
STUP R	HEA300	S 355	rolled	1,1300e-02	8,1300e-03	1,8300e-04	1,2600e-03	1,3833e-03	
					2,6502e-03	6,3100e-05	4,2100e-04	6,4167e-04	
STUP ISPUNA	QRO140X5	S 355	rolled	2,6600e-03	1,3303e-03	8,0300e-06	1,1500e-04	1,3400e-04	
					1,3303e-03	8,0300e-06	1,1500e-04	1,3400e-04	
ZIDNI SPREG 2	CHS139.7/5.0	S 235	rolled	2,1200e-03	1,3470e-03	4,8100e-06	6,8800e-05	8,9331e-05	
					1,3470e-03	4,8100e-06	6,8800e-05	8,9331e-05	
IR2	QRO150X5.6	S 355	rolled	3,1500e-03	1,5762e-03	1,0800e-05	1,4400e-04	1,6900e-04	
					1,5762e-03	1,0800e-05	1,4400e-04	1,6900e-04	
ZABATNE HORIZONTALNE	HEA160	S 235	rolled	3,8800e-03	2,8071e-03	1,6700e-05	2,2000e-04	2,4500e-04	
					9,8390e-04	6,1600e-06	7,7000e-05	1,1750e-04	
ZABATNI SEKUNDARAC	HEA160	S 235	rolled	3,8800e-03	2,8071e-03	1,6700e-05	2,2000e-04	2,4500e-04	
					9,8390e-04	6,1600e-06	7,7000e-05	1,1750e-04	
ZABATNI STUP 2	HEA160	S 235	rolled	3,8800e-03	2,8071e-03	1,6700e-05	2,2000e-04	2,4500e-04	
					9,8390e-04	6,1600e-06	7,7000e-05	1,1750e-04	
STAB DONJEG POJASA	CHS168.3/5.0	S 235	rolled	2,5700e-03	1,6330e-03	8,5600e-06	1,0200e-04	1,3127e-04	
					1,6330e-03	8,5600e-06	1,0200e-04	1,3127e-04	
STUP ZABATA 2	I + PL	S 235	welded	7,2393e-03	5,6291e-03	6,2595e-05	5,3480e-04	6,3325e-04	
	HEA220; 100; 8				1,6045e-03	2,0213e-05	1,8375e-04	2,9065e-04	

3 ANALIZA OPTEREĆENJA

3.1 Djelovanja

3.1.1 LC1 – vlastita težina + dodatno stalno djelovanje

VLASTITA TEŽINA

Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima.

DODATNO STALNO DJELOVANJE

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

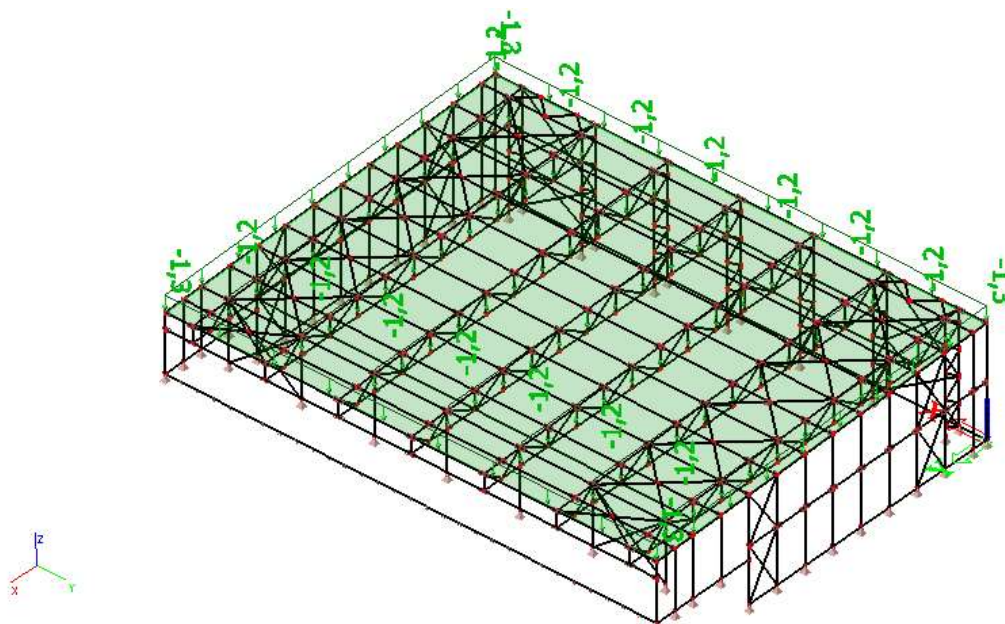
Opterećenje ravnog krova:

- protuinsolacijski zaštitni sloj ljepljen(3 cm)	0,05 kN/m ²
- hidroizolacija	0,05 kN/m ²
- kamena vuna (25 cm)	0,40 kN/m ²
- parna brana	0,05 kN/m ²
- kamena vuna kaširana s donje strane staklenim voalom(5 cm)	0,08 kN/m ²
- akustični filc	0,05 kN/m ²
- trapezni lim M85/280; t=0,75 mm	0,08 kN/m ²
- instalacije	0,50 kN/m ²
UKUPNO	1,25 kN/m²

Opterećenje zastora:

- na donjem pojasu rešetke težina zastora koji se nalazi na glavnim nosačima u osima 4' i 6' uzeta 1,2 kN/m'
- na nosačima u ostalim osima težina zastora zamjenjuje opterećenja od sportske opreme

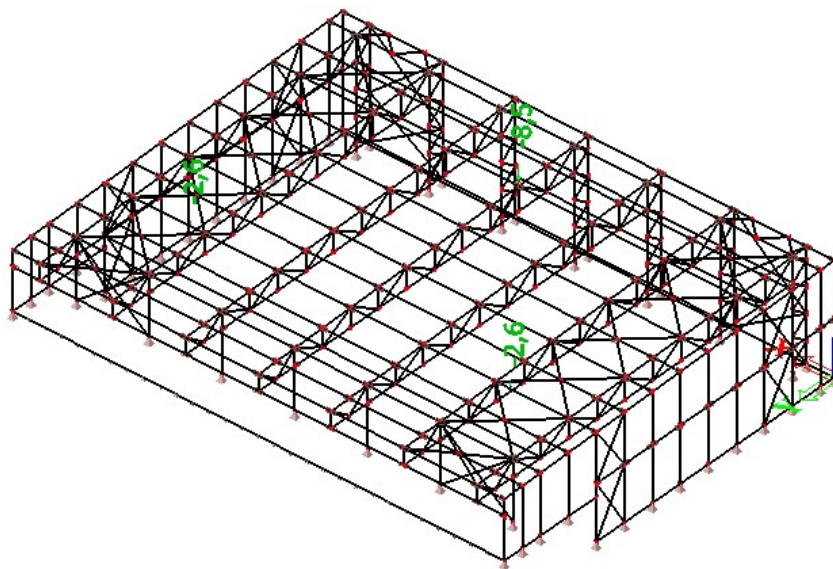
Dodatno stalno djelovanje - opterećenje krova i opterećenje zastora



3.1.2 LC2– korisno djelovanje

- uzima se opterećenje opreme na krovu kao koncentrirane sile od 2,6 kN/m' i 8,5 kN/m'

Prikaz opterećenja



3.1.3 LC3 – djelovanje snijega

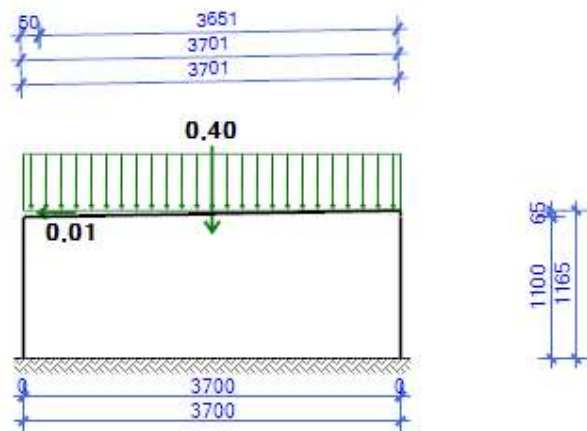
Snijeg (po tlocrtu površine)

- NAD1: 1. područje $S_K = 0,50 \text{ kN/m}^2$

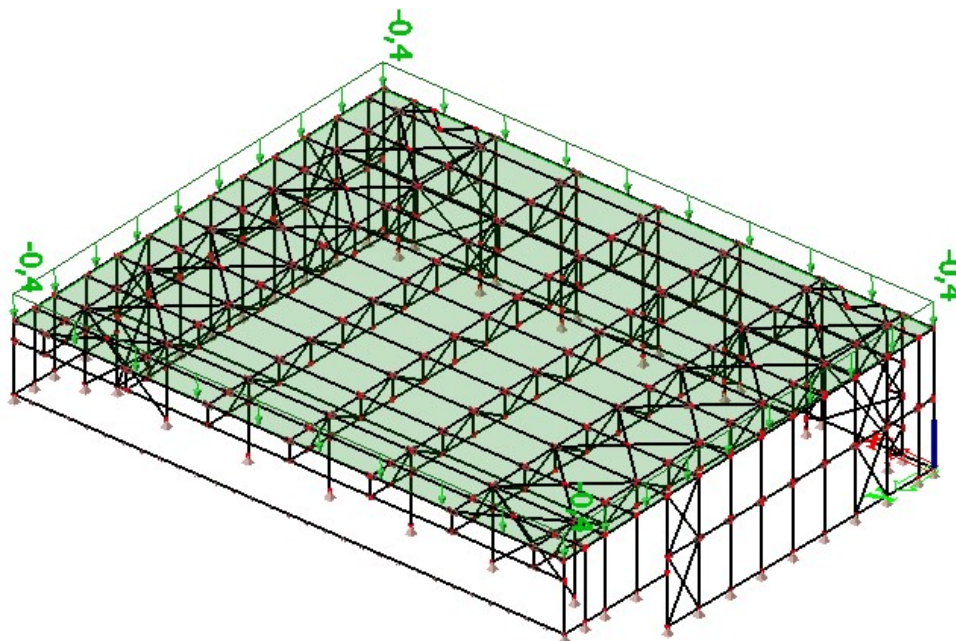
Opterećenja od djelovanja snijega po plohama i vrstama:

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

KROV. PLOHA: $S_1 = 0,40$ $S_2 = 0,20$ $F_S = 0,01$



Prikaz opterećenja:



3.1.4 LC4 – djelovanje vjetra

Vjetar (okomito na plohu)

- 3. područje
- 3. Predgrađa gradova ili industrijska područja i š...

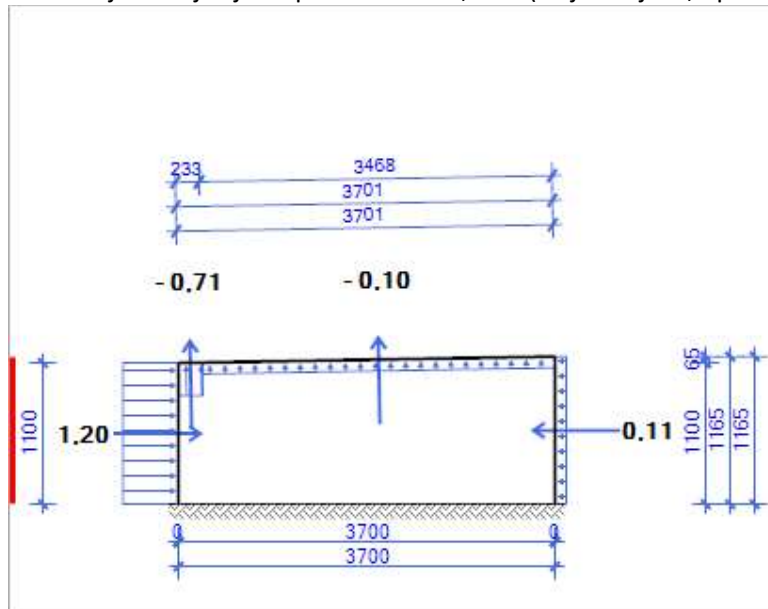
$$v_{b,0} = 30,00 \text{ m/s}$$

$$C_{e(z)} = 1,80$$

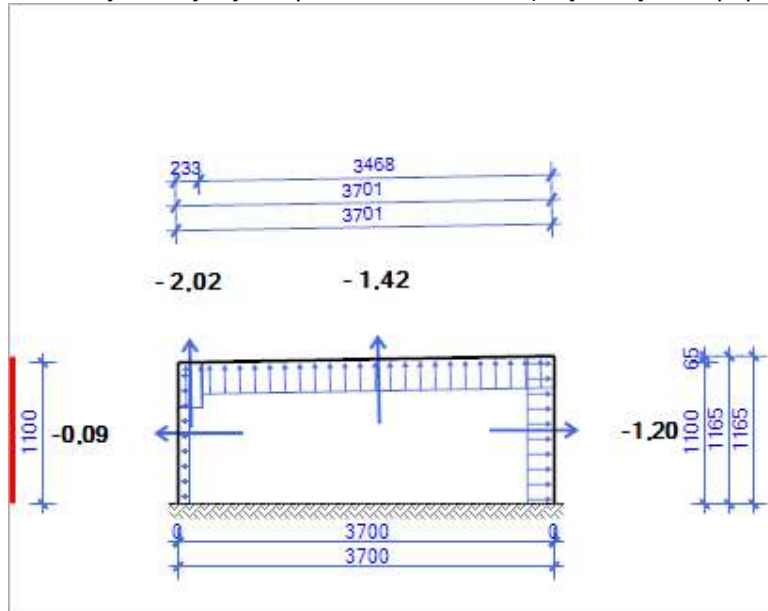
Ref. pritisak srednje brzine vjetra:

$$q_B = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

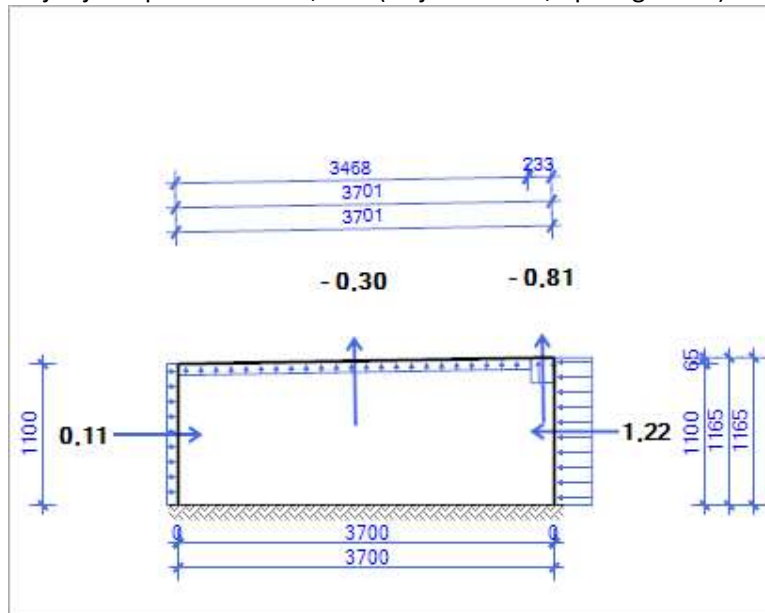
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, C_{pi} negativan):



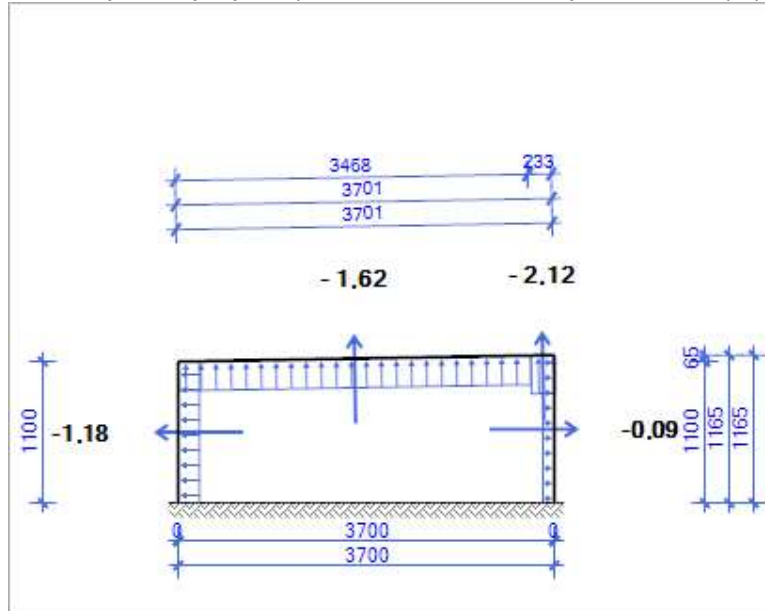
Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s lijeva, C_{pi} pozitivan):



Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s desna, Cpi negativan):



Shema djelovanja vjetra po rasteru $r=1,00\text{m}$ (smjer s desna, Cpi pozitivan):



- Sila trenja uzdužno po krovnoj plohi:

$$F_{FR} = 0,00 \text{ kN}$$

- Sila trenja uzdužno po zidnim ploham:

$$F_{FR} = 0,00 | 0,00 \text{ kN}$$

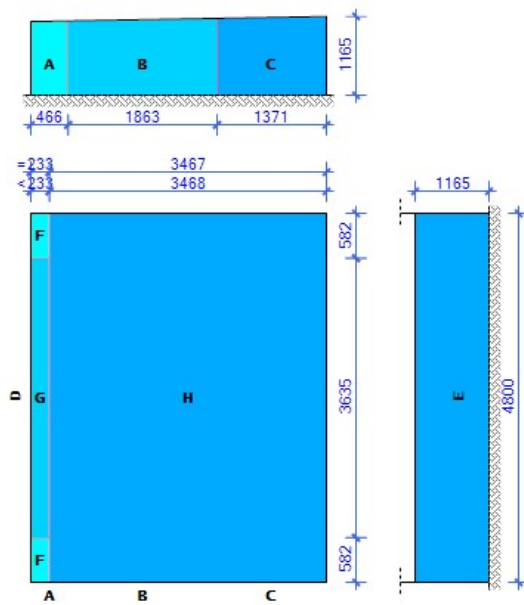
Opterećenja od djelovanja vjetra po ploham i vrstama:

(W -Osnovno opterećenje vjetrom [kN/m^2]; C_e -Koefficient izloženosti)

$W_{L \text{ MAX}}$	A	B	C	D	E		F	G	H
$C_{e(11,00)}$	-0,69	-0,30	0,00	1,20	0,11	$C_{e(11,65)}$	-1,21	-0,71	-0,10

$W_{L \text{ MIN}}$

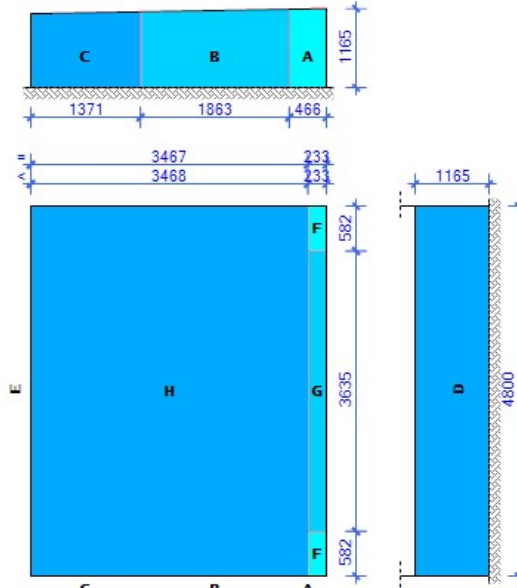
$C_{e(11,00)}$	-1,98	-1,59	-1,29	-0,09	-1,20	$C_{e(11,65)}$	-2,53	-2,02	-1,42
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	----------------	-------	-------	-------



$W_{DE \text{ MAX}}$	A	B	C	D	E		F	G	H
$Ce_{(11,00)}$	-0,69	-0,30	0,00	1,22	0,11	$Ce_{(11,65)}$	-1,82	-0,81	-0,30

$W_{DE \text{ MIN}}$

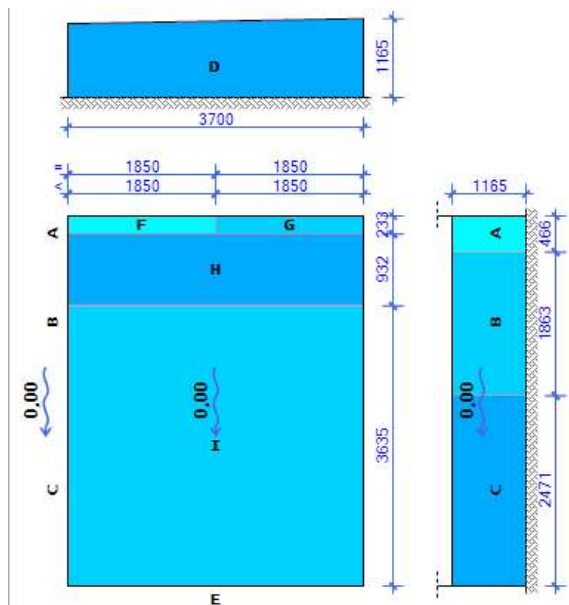
$C_{e(11,00)}$	-1,98	-1,59	-1,29	-0,09	-1,18	$C_{e(11,65)}$	-3,14	-2,12	-1,62
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	----------------	-------	-------	-------



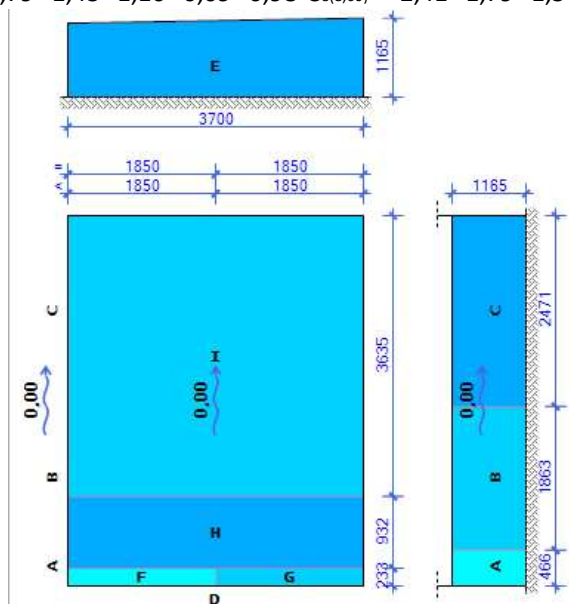
$W_{GO \text{ MAX}}$	A	B	C	D	E		F	G	H	I
$Ce_{(11,65)}$	-0,71	-0,30	0,00	1,21	0,20	$Ce_{(11,65)}$	-1,62	-1,32	-0,10	0,00

$W_{GO \text{ MIN}}$

$C_{e(11,65)}$	-2,02	-1,62	-1,32	-0,10	-1,11	$C_{e(11,65)}$	-2,93	-2,63	-1,42	-1,32
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	----------------	-------	-------	-------	-------



$W_{DO\ MAX}$	A	B	C	D	E		F	G	H	I
$C_{e(8,60)}$	-0,63	-0,27	0,00	1,07	0,18	$C_{e(8,60)}$	-1,24	-0,63	-0,18	0,27
$W_{DO\ MIN}$										
$C_{e(8,60)}$	-1,79	-1,43	-1,16	-0,09	-0,98	$C_{e(8,60)}$	-2,41	-1,79	-1,34	-0,89



Djelovanje vjetra zadano unutar programa za sljedeće parametre:

$V_{b0}=30\text{m/s}$

$H=11\text{m}$

Kategorija terena: 3

Koeficijenti unutarnjeg tlaka: +0,2;-0,3

Name	Type	Roof type	Swap outer surface	Load direction	Region	Zones	+Cpe	-Cpe
WD1	Wall		No	0	1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
					4	A	-1.2000	-1.2000
					5	B	-0.8000	-0.8000
					6	C	-0.5000	-0.5000
					7	A	-1.2000	-1.2000
					8	B	-0.8000	-0.8000
					9	C	-0.5000	-0.5000
				90	1	D	0.7000	0.7000
					2	D	0.7000	0.7000
					3	D	0.7000	0.7000
				180	1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
					4	B	-0.8000	-0.8000
					5	C	-0.5000	-0.5000
					6	B	-0.8000	-0.8000
				270	1	E	-0.3000	-0.3000
					2	E	-0.3000	-0.3000
					3	E	-0.3000	-0.3000
WD2	Wall		No	0	1	D	0.7196	0.7196
					2	D	0.7048	0.7048
					3	D	0.7048	0.7048
				90	1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
					4	A	-1.2000	-1.2000
					5	B	-0.8000	-0.8000
					6	C	-0.5000	-0.5000
				180	1	E	-0.3392	-0.3392
					2	E	-0.3096	-0.3096
					3	E	-0.3096	-0.3096
				270	1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
					4	A	-1.2000	-1.2000
					5	B	-0.8000	-0.8000
					6	C	-0.5000	-0.5000
WD3	Roof	Flat	No	0	1	F1	-1.8000	-1.8000
					2	F2	-1.8000	-1.8000
					3	G	-1.2000	-1.2000
					4	H	-0.7000	-0.7000
					5	I	0.2000	-0.2000
				90	1	F1	-1.8000	-1.8000
					2	F2	-1.8000	-1.8000
					3	G	-1.2000	-1.2000
					4	H	-0.7000	-0.7000
				180	1	F1	-1.8000	-1.8000
					2	F2	-1.8000	-1.8000

Name	Type	Roof type	Swap outer surface	Load direction	Region	Zones	+Cpe	-Cpe
				270	3	G	-1.2000	-1.2000
					4	H	-0.7000	-0.7000
					5	I	0.2000	-0.2000
					1	F1	-1.8000	-1.8000
					2	F2	-1.8000	-1.8000
				270	3	G	-1.2000	-1.2000
					4	H	-0.7000	-0.7000
					5	I	0.2000	-0.2000
					1	C	-0.5000	-0.5000
					2	C	-0.5000	-0.5000
WD4	Wall		No	0	1	C	-0.5000	-0.5000
				90	2	C	-0.5000	-0.5000
					1	E	-0.3000	-0.3000
				180	2	E	-0.3000	-0.3000
					1	A	-1.2000	-1.2000
				180	2	B	-0.8000	-0.8000
					3	A	-1.2000	-1.2000
					4	B	-0.8000	-0.8000
					2	D	0.7000	0.7000
				270	2	D	0.7000	0.7000
					1	E	-0.3000	-0.3000
WD5	Wall		No	0	1	E	-0.3000	-0.3000
				90	1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
				180	1	D	0.7000	0.7000
					1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
				270	3	C	-0.5000	-0.5000
					1	C	-0.5000	-0.5000
					2	C	-0.5000	-0.5000
WD6	Wall		No	0	1	C	-0.5000	-0.5000
				90	2	C	-0.5000	-0.5000
					1	D	0.7000	0.7000
				90	2	D	0.7000	0.7000
					1	A	-1.2000	-1.2000
				180	2	B	-0.8000	-0.8000
					3	A	-1.2000	-1.2000
					4	B	-0.8000	-0.8000
					1	E	-0.3000	-0.3000
				270	2	E	-0.3000	-0.3000
					1	E	-0.3000	-0.3000
WD7	Wall		No	0	1	A	-1.2000	-1.2000
				0	2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
					4	A	-1.2000	-1.2000
					5	B	-0.8000	-0.8000
					6	C	-0.5000	-0.5000
					7	A	-1.2000	-1.2000
					8	B	-0.8000	-0.8000
					9	C	-0.5000	-0.5000
				90	1	E	-0.3000	-0.3000
					2	E	-0.3000	-0.3000
					3	E	-0.3000	-0.3000
				180	1	A	-1.2000	-1.2000
					2	B	-0.8000	-0.8000
					3	C	-0.5000	-0.5000
					4	B	-0.8000	-0.8000
					5	C	-0.5000	-0.5000
					6	B	-0.8000	-0.8000
					7	C	-0.5000	-0.5000
				270	1	D	0.7000	0.7000
					2	D	0.7000	0.7000
					3	D	0.7000	0.7000

3.1.5 LC5- potresna djelovanja za smjer X i Y

Potresno djelovanje

Objekt se proračunava se 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 se prikazane u glavnom projektu.

Predmetna građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje, koje se opisuje dvjema okomitim komponentama S_x i S_y 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 1.2**

Razred važnosti	Opis i namjena zgrade	Faktor važnosti zgrade γ_i
I	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost	0.8
II	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima	1.0
III	Zgrade čija je potresna otpornost važna zbog posljedica vezanih 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 A**

Opis tla prema EN 1998-1	Oznaka
Stjenovita tla s najviše 5 m slabijeg materijala pri površini i brzinom širenja poprečnih valova $v_s > 800$ 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 $v_s = 360 - 800$ m/s.	B
Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili krutih glina, debljine od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara, s $v_s = 180 - 360$ m/s.	C
Naslage rastresitog tla s mekim koherentnim slojevima ili bez njih s $v_s \leq 180$ m/s u gornjih 20 m. Naslage s mekim do srednje krutim koherentnim tlima s $v_s \leq 180$ 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 krući materijal sa $v_s > 800$ m/s.	E

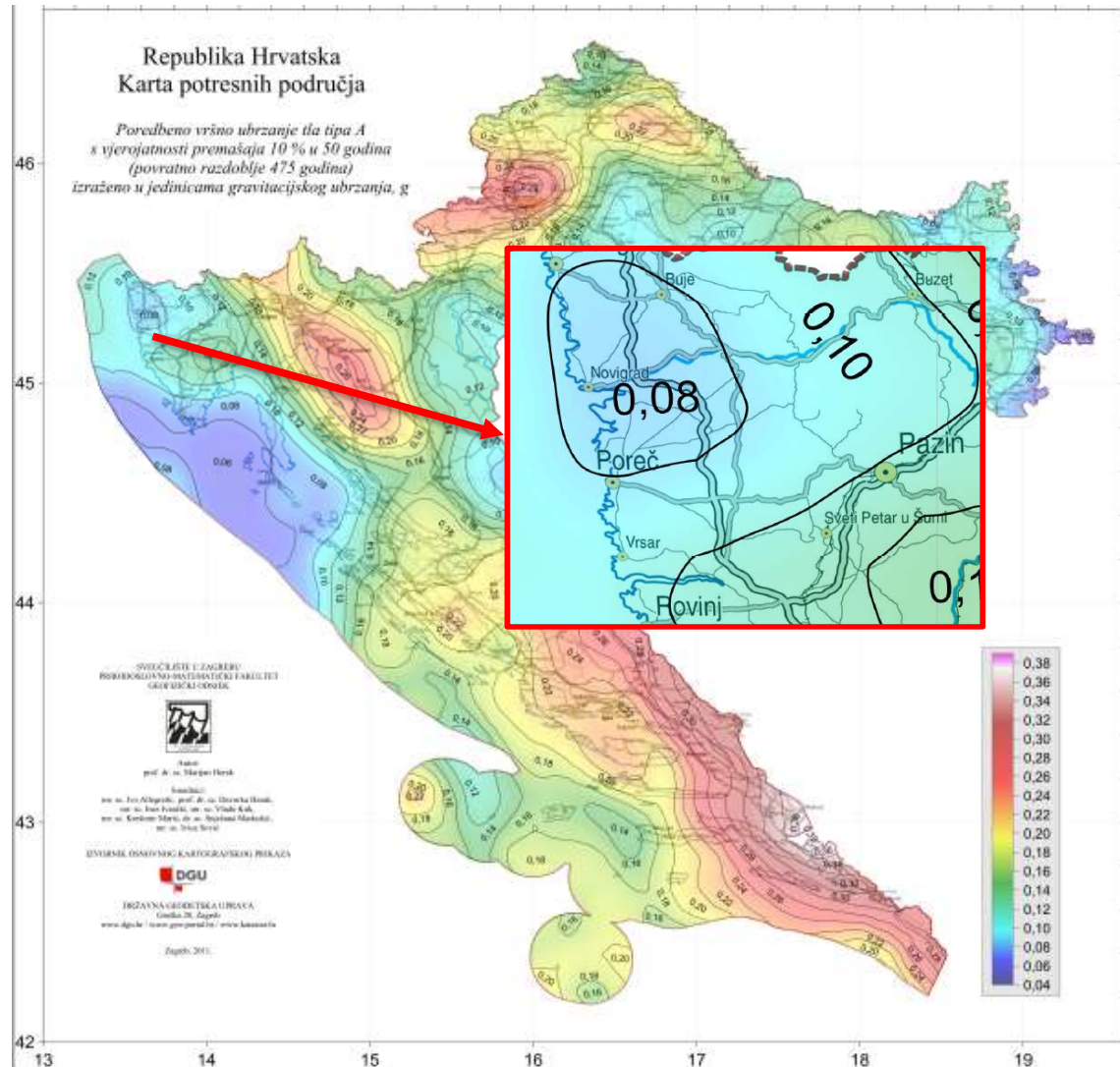
Razred duktilnosti

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

Računsko ubrzanje tla

Objekt se nalazi u VII. potresnoj zoni, ubrzanje podloge $a_g=0,1g$ tj. $0,981 \text{ m/s}^2$. Prema novoj potresnoj karti prof.dr.sc. Marijan Herak, računsko ubrzanje tla za predmetnu lokaciju iznosi $a_g=0,091 g$ tj. $0,893 \text{ m/s}^2$. **U proračunu se ubrzanje podloge množi s faktorom ponašanja: $1,2a_g$.**

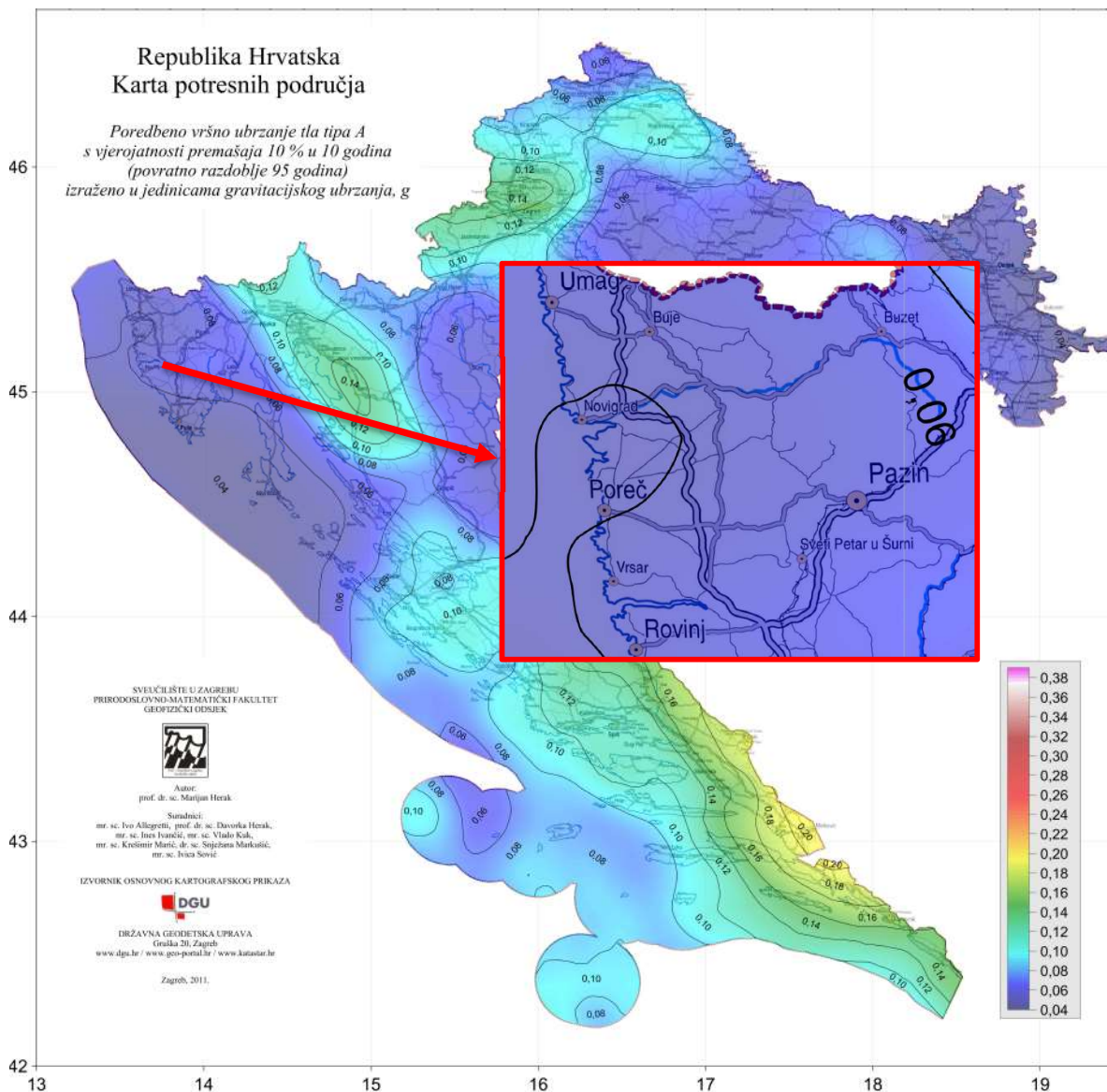
Prikaz računskih ubrzanja tla prema novoj potresnoj karti, prof.dr.sc. Marijan Herak:



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 $a_g=0,05 \text{ g}$ tj. $0,4905(\text{m/s}^2)$ za kartu s povratnim periodom od 95 godina. **U proračunu se ubrzanje podloge množi s faktorom ponašanja: $1,2a_g$.**

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



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, jednopoljni 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

Predmetna građevina je konstrukcija s nepovezanim zidovima, regularna po visini te srednje duktilna.

Koeficijent $\alpha_0/\alpha_1 = 1.0$ za čelične okvirne konstrukcije:

Faktor ponašanja u smjeru X: $q_{ox}=5,0$; u smjeru Y, $q_{oy}=5,0$

Koeficijent prevladavajućeg oblika loma u konstrukcijskim sustavima sa zidovima iznosi:

1.0	za okvirne i dvojne konstrukcije ekvivalentne okvirima
$\frac{(1+\alpha_0)}{3} \leq 1$ $n_e > 0.5$	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:

$$q_x = 5,0 \cdot 1,0 = 5,0 ; q_y = 5,0 \cdot 1,0 = 5,0$$

Nakon određenih parametara faktor ponašanja građevine q u globalnom smjeru osi x i y iznosi:

$$q_x = 5,0 \times 1,0 = 5,0$$

$$q_y = 5,0 \times 1,0 = 5,0$$

Računski spektar odgovora

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

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \\ T_C \leq T < T_D & S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \\ T_D \leq T & S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases} \end{aligned}$$

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, $\beta=0.2$

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:

$$\begin{aligned} \Psi_{2i} &= 0.3 ; \varphi = 0.50 \\ \Psi_{Ei} &= 0.3 \times 0.5 = 0.15 \end{aligned}$$

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 komponenta 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:

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

gdje je:

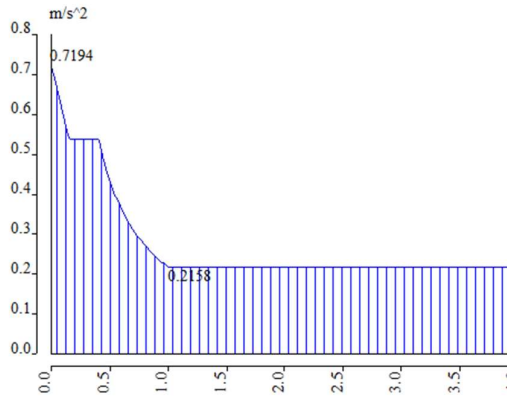
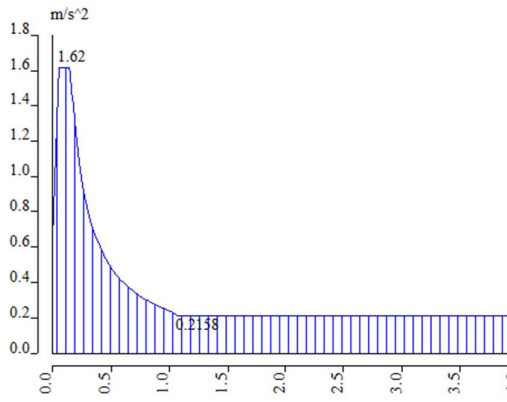
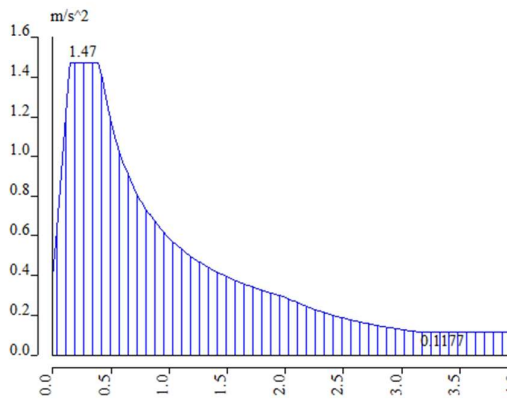
k – broj promatranih oblika vibracija

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

Spektri:

Name	Type drawing	Info	Drawing
UniqueID			
475 godina horizontalno Spektar za ULS Za potresno djelovanje ubrzanje ag faktorirano s koeficijentom važnosti građevine 1,2	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - A Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.11 ag - design acceleration - 1.0791 beta - 0.2 q - behaviour factor - 5	
475 godina vertikalno Spektar za ULS Za potresno djelovanje ubrzanje ag faktorirano s koeficijentom važnosti građevine 1,2	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - A Direction - Vertical Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.11 ag - design acceleration - 1.0791 beta - 0.2 q - behaviour factor - 1.5	
95 godina horizontalno Spektar za SLS Za potresno djelovanje ubrzanje ag faktorirano s koeficijentom važnosti građevine 1,2	Period	Type code - Eurocode Subsoil type - A Direction - Horizontal Spectrum type - type 1 coeff accel. ag - 0.06 ag - design acceleration - 0.5886 beta - 0.2 q - behaviour factor - 1	

Potresne mase

Name	Load case
MG1	LC1 - vlastita težina
MG2	LC2 - slojevi i instalacije
MG3	LC3 - korisno-oprema strojarstvo

Kombinacije potresnih masa

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

3.2 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se slijedeće kombinacije:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (\gamma_G * G_{k,i}) + \gamma_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$
- Za linearnu **dinamičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO3-potres**:

$$\sum_i (G_i) + \sum_i (\psi_{2,i} * Q_{k,i}) + \gamma_i * A_{Ed}$$

γ_i – koeficijent važnosti, za obične zgrade koje ne pripadaju drugim razredima iznosi 1,2
 A_{Ed} – potresna sila

Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

Kombinacije djelovanja napravljene unutar programa za definirane grupe djelovanja sukladno HRN EN 1990.

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
ULS1.1		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,35
			LC2 - slojevi i instalacije	1,35
ULS1.2		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
ULS1.3		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,35
			LC2 - slojevi i instalacije	1,35
			LC3 - korisno-oprema strojarstvo	1,50
ULS1.4		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			LC3 - korisno-oprema strojarstvo	1,50
ULS1.5		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,35
			LC2 - slojevi i instalacije	1,35
			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
ULS1.6		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			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
ULS1.7		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita težina	1,35
			LC2 - slojevi i instalacije	1,35
			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

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
			3DWind13 - 270, + CPE, + CPI	1,50
			3DWind14 - 270, + CPE, - CPI	1,50
			3DWind15 - 270, - CPE, + CPI	1,50
			3DWind16 - 270, - CPE, - CPI	1,50
ULS1.8		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			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
SEISMIC 1.1		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
SEISMIC 1.2		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			SX 475	1,00
			SY 475	1,00
SEISMIC 2.1		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
SEISMIC 2.2		Envelope - ultimate	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			SZ 475	1,00
SLS1.1		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
SLS1.2		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			LC3 - korisno-oprema strojarstvo	1,00
SLS1.3		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			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
SLS1.4		Envelope - serviceability	LC1 - vlastita tezina	1,00
			LC2 - slojevi i instalacije	1,00
			LC4 - snijeg	0,50
			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

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
			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

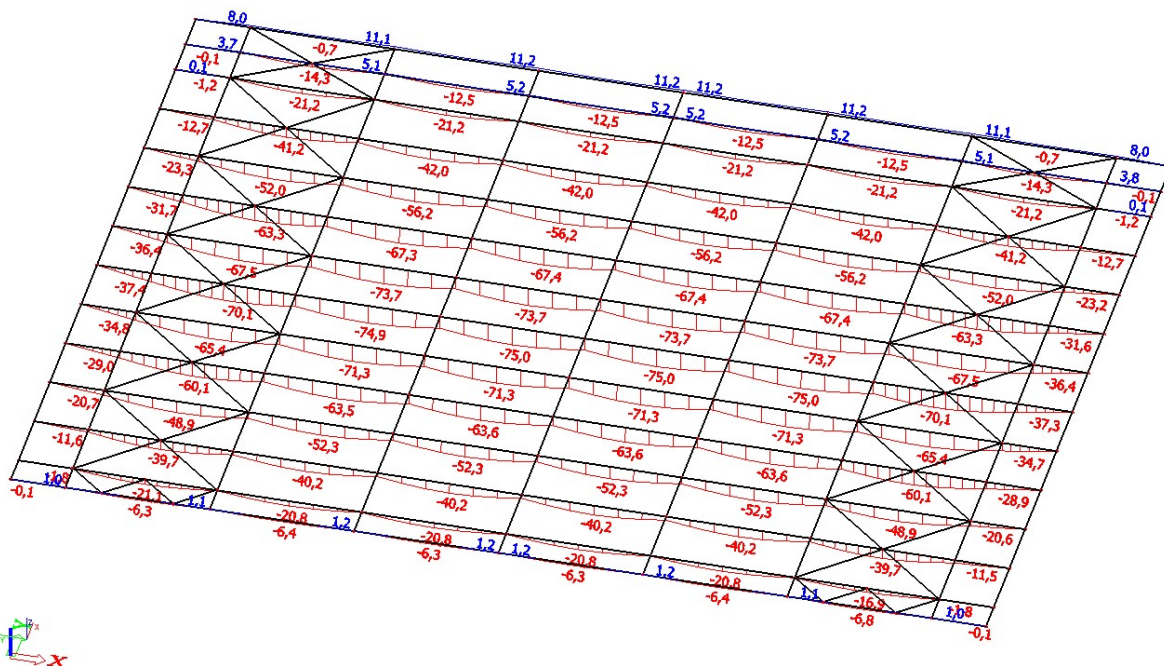
Grupe djelovanja

Name	Load	Relation	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variable	Standard	Cat H : Roofs
LG3	Variable	Standard	Snow
LG4	Variable	Exclusive	Wind
LG5	Seismic	Exclusive	

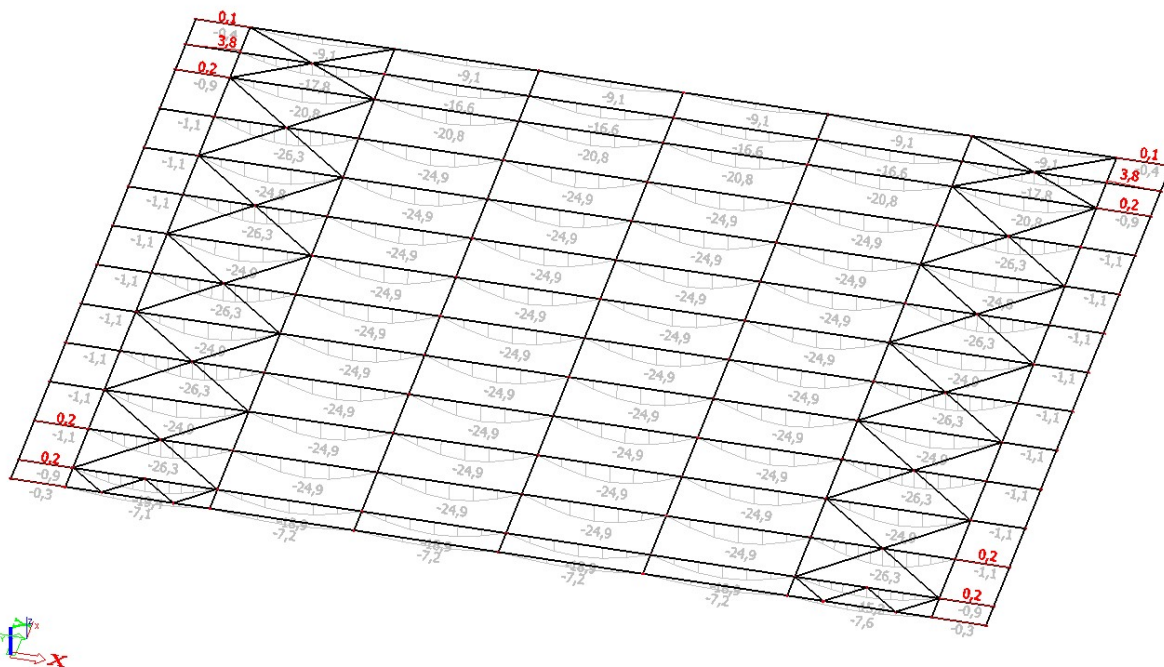
4 SEKUNDARNI ELEMENTI

4.1.1 Pomaci

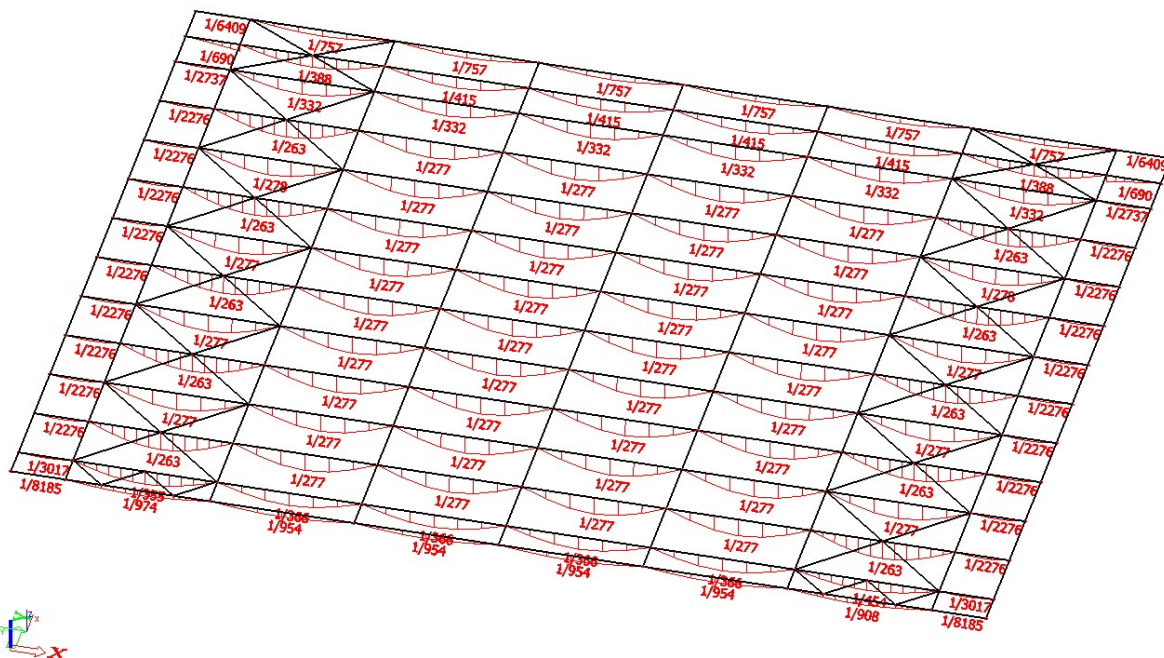
Globalni Pomak sekundarnih nosača za kombinaciju SLS1



Relativni pomak sekundarnih nosača za kombinaciju SLS1



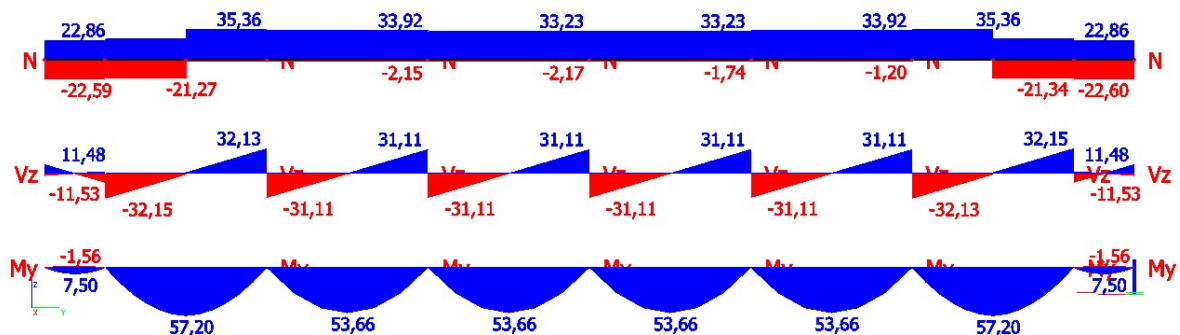
Prikaz relativnih progiba sekundarnih nosača u omjeru L/xx



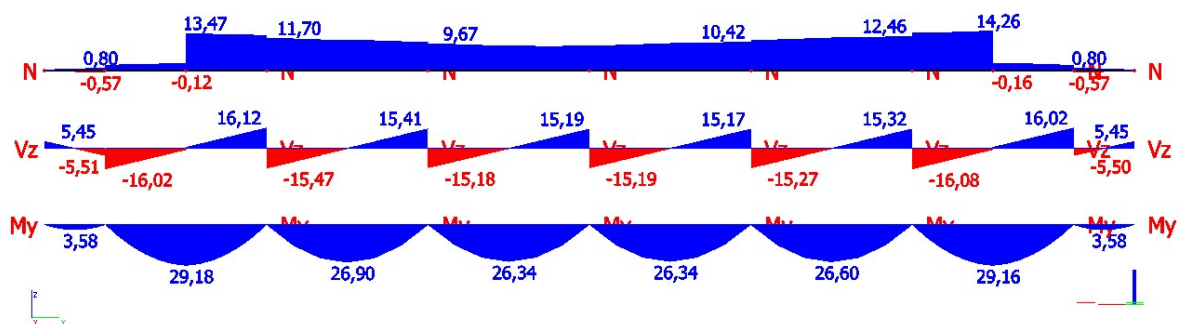
Zaključak: Sekundarni nosači zadovoljavaju granično stanje uporabljivosti za uvjet pomaka $L/250$ za kombinaciju SLS1.

4.1.2 Rezne sile

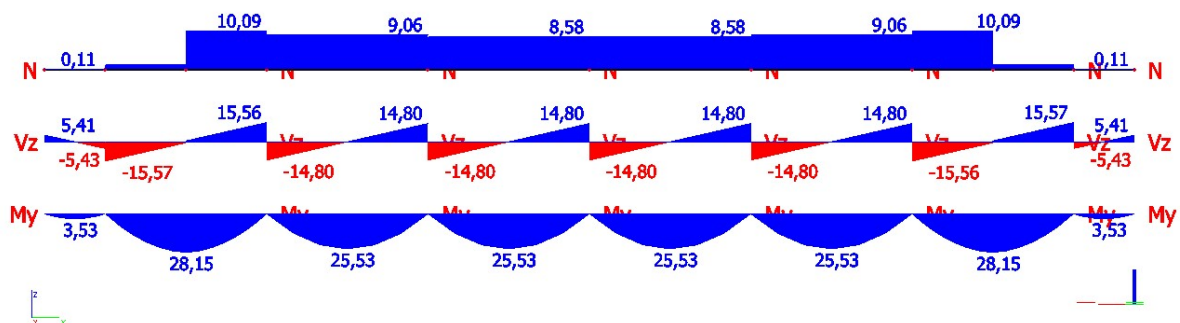
ULS1:



SEISMIC 1

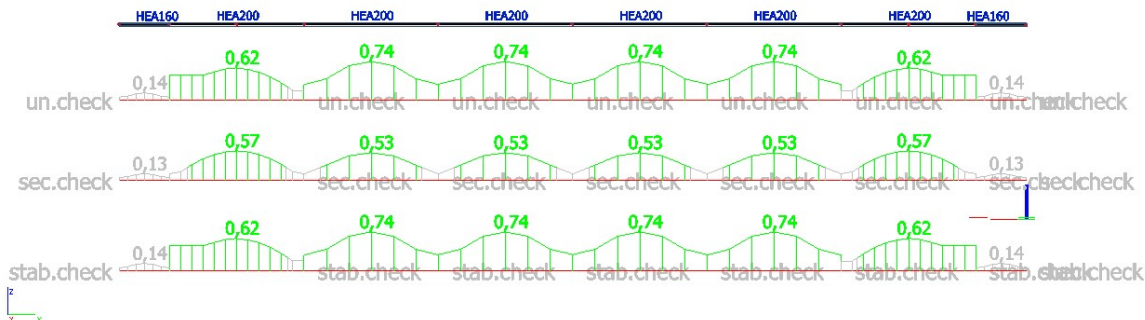


SEISMIC 2

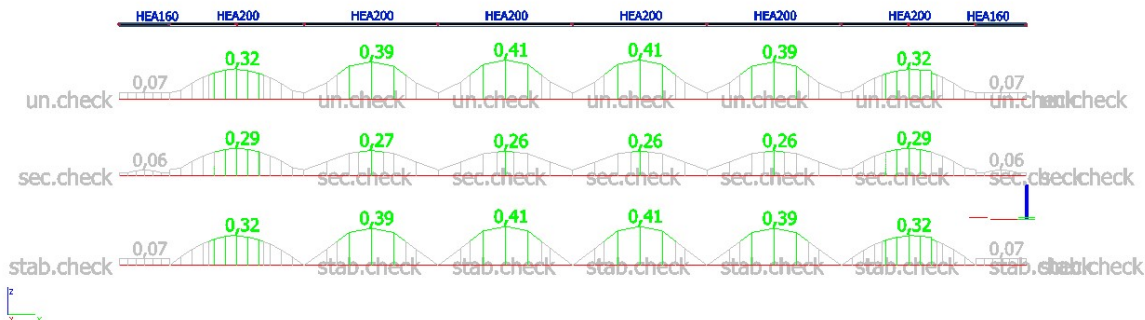


4.1.3 Provjera nosivosti i stabilnosti

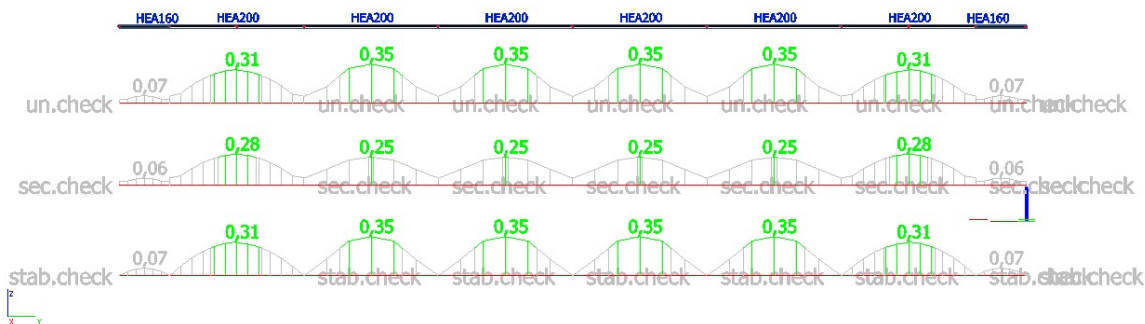
ULS1:



SEISMIC1:



SEISMIC 2:



Izvod iz proračuna nosivosti i stabilnosti

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Global
Selection : B307
Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B307	6,900 m	HEA200	S 235	ULS1/1	0,74 -
-------------	---------	--------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	235,0	MPa
Ultimate strength fu	360,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	20,62
Class 1 Limit	75,38
Class 2 Limit	86,90
Class 3 Limit	135,78

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	7,88
Class 1 Limit	9,00
Class 2 Limit	10,00
Class 3 Limit	13,78

=> Outstand Flanges Class 1

=> Section classified as Class 1 for cross-section design

The critical check is on position 3.450 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	23,51	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,00	kN
T,Ed	0,00	kNm
My,Ed	53,66	kNm
Mz,Ed	-0,09	kNm

Tension check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.3 and formula (6.5)

A	5,3800e-03	m ²
Npl,Rd	1264,30	kN
Nu,Rd	1394,50	kN
Nt,Rd	1264,30	kN
Unity check	0,02	-

Bending moment check for My

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Wply	4,2917e-04	m ³
Mpl,y,Rd	100,85	kNm
Unity check	0,53	-

Bending moment check for Mz

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Wpl,z	2,0375e-04	m ³
Mpl,z,Rd	47,88	kNm
Unity check	0,00	-

Torsion check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Unity check	0,00	-

Note: The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as insignificant and is ignored in the combined checks.

Combined bending, axial force and shear force check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Mpl,y,Rd	100,85	kNm
Alpha	2,00	
Mpl,z,Rd	47,88	kNm
Beta	1,00	

Unity check (6.41) = 0,28 + 0,00 = 0,28 -

Note: Since the axial force satisfies both criteria (6.33) and (6.34) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the y-y axis is neglected.

Note: Since the axial force satisfies criteria (6.35) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the z-z axis is neglected.

The member satisfies the section check.

....STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 1,150 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	20,62
Class 1 Limit	78,32
Class 2 Limit	90,29
Class 3 Limit	146,26

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	7,88
Class 1 Limit	9,00
Class 2 Limit	10,00
Class 3 Limit	13,78

=> Outstand Flanges Class 1

=> Section classified as Class 1 for member buckling design

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	Alternative case	
Cross-section plastic modulus $W_{pl,y}$	4,2917e-04	m ³
Elastic critical moment M_{cr}	126,69	kNm
Relative slenderness $\Lambda_{rel,LT}$	0,89	
Limit slenderness $\Lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
LTB curve	b	
Imperfection α_{LT}	0,34	
LTB factor β_a	0,75	
Reduction factor χ_{LT}	0,76	
Correction factor k_c	0,94	
Correction factor f	0,97	
Modified reduction factor $\chi_{LT,mod}$	0,79	
Design buckling resistance $M_{b,Rd}$	72,16	kNm
Unity check	0,74	-

Mcr parameters		
LTB length L	6,900	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor k_w	1,00	
LTB moment factor C_1	1,13	
LTB moment factor C_2	0,45	
LTB moment factor C_3	0,53	
Shear center distance d_z	0	mm
Distance of load application z_g	0	mm
Mono-symmetry constant β_a	0	mm
Mono-symmetry constant z_j	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Note: The correction factor k_c is determined from C_1 .

Bending and axial tension check

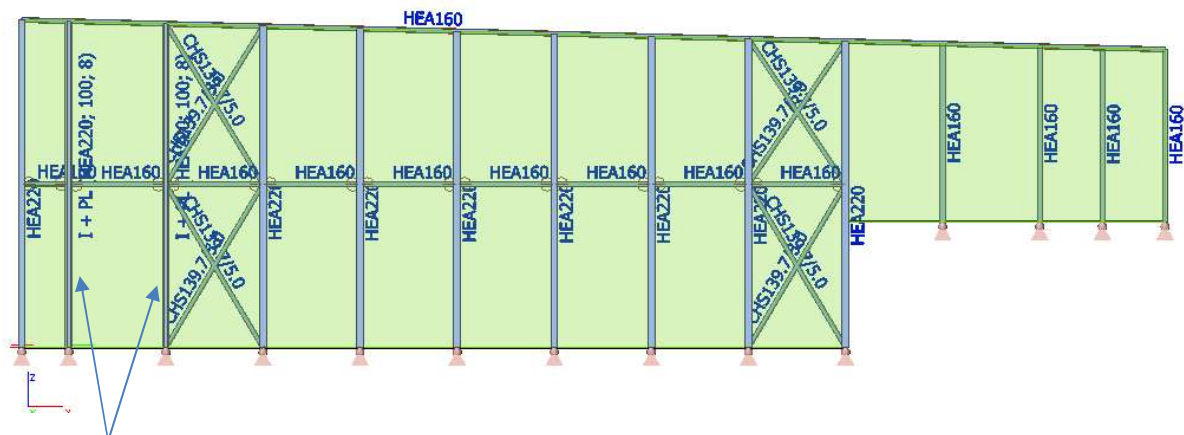
According to EN 1993-1-3 article 6.3

Design tension force N_{Ed}	23,51	kN
Design bending moment $M_{y,Ed}$	53,66	kNm
Design bending moment $M_{z,Ed}$	-0,09	kNm
Tension resistance $N_{t,Rd}$	1264,30	kN
Bending resistance $M_{b,y,Rd}$	72,16	kNm
Bending resistance $M_{c,z,Rd,com}$	47,88	kNm

Unity check = $0,74 + 0,00 - 0,02 = 0,73$ -

The member satisfies the stability check.

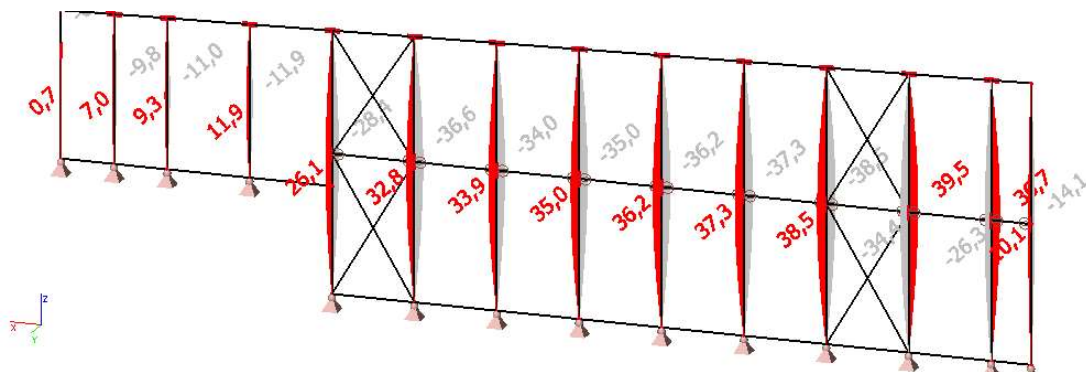
5 ZABATNA STIJENA



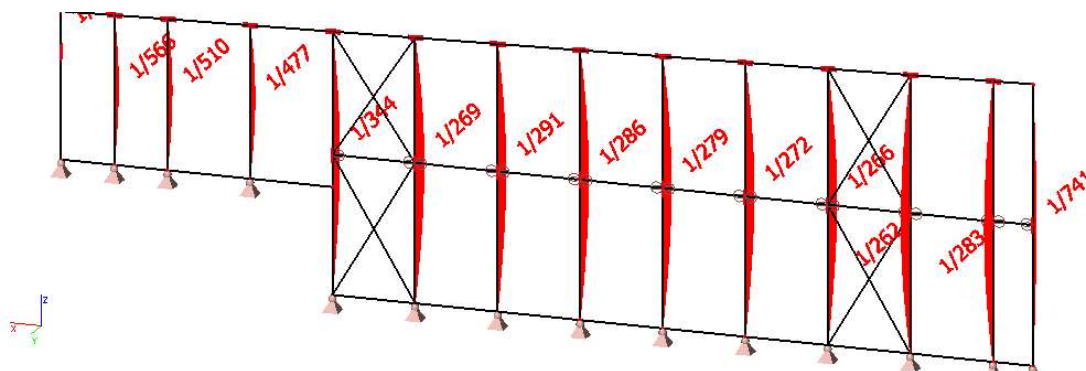
Stupovi zabatne stijene ojačani s vanjske strane pločevinom 100x8mm kako bi nosač zadovoljio uvjet progiba $L/250$.

5.1.1 Pomaci

Relativni pomak za SLS1



Omjer L/Δ pomaka za SLS1

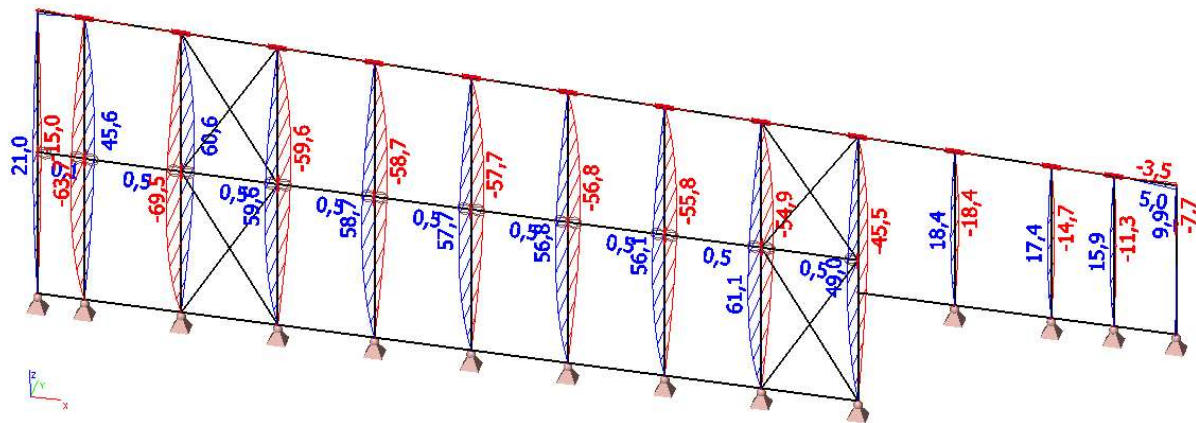


Fasadni stupovi zadovoljavaju granično stanje uporabljivosti za uvjet pomaka $L/250$.

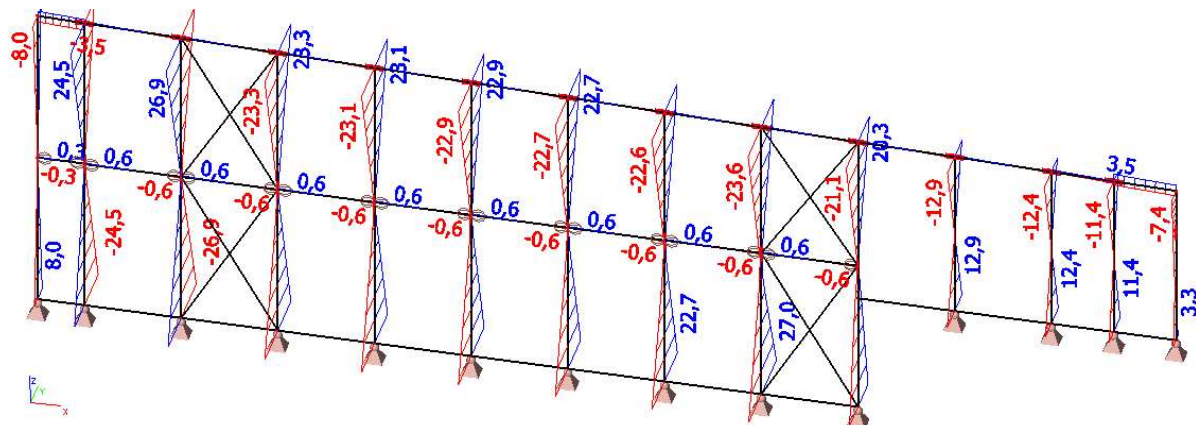
5.1.2 Rezne sile

ULS1

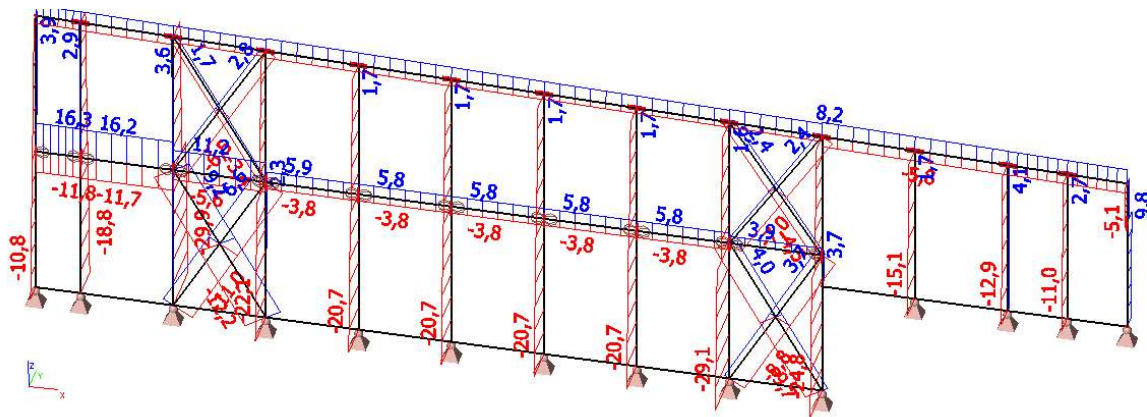
My za ULS1



Vz za ULS1

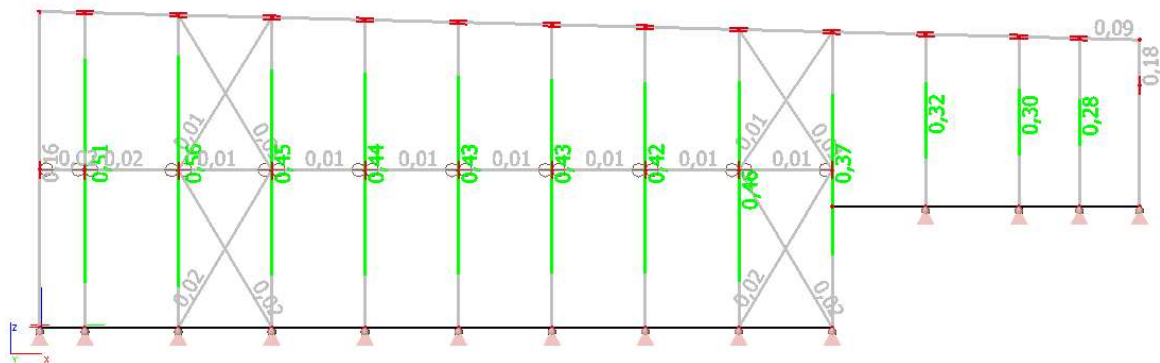


N za ULS1

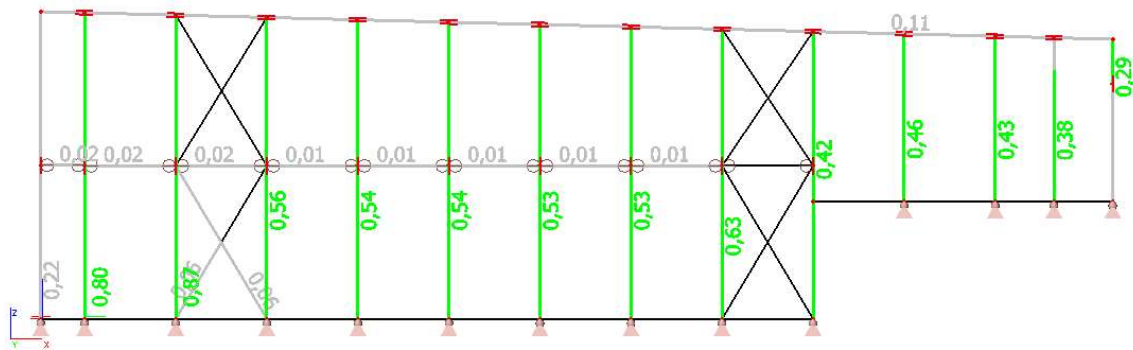


5.1.3 Provjera nosivosti i stabilnosti

Provjera nosivosti za ULS1



Provjera stabilnosti za ULS1



Izvod iz proračuna nosivosti i stabilnosti za stup HEA220+PL 100x8

Member B533	10,400 m	I + PL (HEA220; 100; 8)	S 235	ULS1	0,80 -
-------------	----------	-------------------------	-------	------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	235,0	MPa
Ultimate strength fu	360,0	MPa
Fabrication	Welded	

Warning: Strength reduction in function of the thickness is not supported for this type of cross-section.

....SECTION CHECK:....

The critical check is on position 0.867 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-7,7	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	-20,4	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	-19,5	kNm
Mz,Ed	0,0	kNm

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Warning: Classification is not supported for this type of cross-section.

The section is checked as elastic, class 3.

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	7,2393e-03	m ²
Nc,Rd	1701,2	kN
Unity check	0,00	-

Bending moment check for My

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.14)

Wel,y,min	5,3480e-04	m ³
Mel,y,Rd	125,7	kNm
Unity check	0,15	-

Bending moment check for Mz

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.14)

Wel,z,min	1,8375e-04	m ³
Mel,z,Rd	43,2	kNm
Unity check	0,00	-

Shear check for Vy

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.19)

Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Unity check	0,00	-

Note: No shear area is given for this section/fabrication, therefore the plastic shear resistance cannot be determined. As a result the elastic shear resistance according to EN 1993-1-1 article 6.2.6(4) is verified.

Shear check for Vz

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.19)

Tau,Vz,Ed	15,1	MPa
Tau,Rd	135,7	MPa
Unity check	0,11	-

Note: No shear area is given for this section/fabrication, therefore the plastic shear resistance cannot be determined. As a result the elastic shear resistance according to EN 1993-1-1 article 6.2.6(4) is verified.

Combined bending, axial force and shear force check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.1(5) and formula (6.1)

Elastic verification		
Fibre	2	
Sigma,N,Ed	1,1	MPa
Sigma,My,Ed	36,4	MPa
Sigma,Mz,Ed	0,0	MPa
Sigma,tot,Ed	37,5	MPa
Tau,Vy,Ed	0,0	MPa
Tau,Vz,Ed	4,1	MPa
Tau,t,Ed	0,0	MPa
Tau,tot,Ed	4,1	MPa
Sigma,von Mises,Ed	38,1	MPa
Unity check	0,16	-

The member satisfies the section check.

....**STABILITY CHECK**....

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters		yy	zz
Sway type	sway	sway	
System length L	10,400	5,200	m
Buckling factor k	1,50	1,50	
Buckling length Lcr	15,600	7,800	m
Critical Euler load Ncr	533,1	688,6	kN
Slenderness Lambda	167,77	147,61	
Relative slenderness Lambda,rel	1,79	1,57	
Limit slenderness Lambda,rel,0	0,20	0,20	

Note: The slenderness or compression force is such that Flexural Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Torsional buckling length Lcr	5,200	m
Elastic critical load Ncr,T	4224,8	kN
Elastic critical load Ncr,TF	533,1	kN
Relative slenderness Lambda,rel,T	1,79	
Limit slenderness Lambda,rel,0	0,20	

Note: The slenderness or compression force is such that Torsional(-Flexural) Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.2 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	General case	
Cross-section elastic modulus Wely	5,3480e-04	m ³
Elastic critical moment Mcr	352,6	kNm
Relative slenderness Lambda,rel,LT	0,60	
Limit slenderness Lambda,rel,LT,0	0,20	
LTB curve	d	
Imperfection Alpha,LT	0,76	
Reduction factor Chi,LT	0,71	
Design buckling resistance Mb,Rd	81,4	kNm
Unity check	0,24	-

Mcr parameters		
LTB length L	5,200	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor kw	1,00	
LTB moment factor C1	1,32	
LTB moment factor C2	0,12	
LTB moment factor C3	1,00	
Shear center distance d,z	-7	mm
Distance of load application z,g	0	mm
Mono-symmetry constant beta,y	-9	mm
Mono-symmetry constant z,j	-5	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Bending and axial compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters		
Interaction method	alternative method 1	
Cross-section area A	7,2393e-03	m ²
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	5,3480e-04	m ³
Cross-section elastic modulus W _{el,z}	1,8375e-04	m ³
Design compression force N _{Ed}	7,7	kN
Design bending moment (maximum) M _{y,Ed}	-63,7	kNm
Design bending moment (maximum) M _{z,Ed}	0,0	kNm
Characteristic compression resistance N _{Rk}	1701,2	kN
Characteristic moment resistance M _{y,Rk}	125,7	kNm
Characteristic moment resistance M _{z,Rk}	43,2	kNm
Reduction factor χ _{iy}	1,00	
Reduction factor χ _{iz}	1,00	
Reduction factor χ _{i,LT}	0,71	
Interaction factor k _{yy}	1,01	
Interaction factor k _{yz}	0,80	
Interaction factor k _{zy}	1,01	
Interaction factor k _{zz}	0,80	

Maximum moment M_{y,Ed} is derived from beam B533 position 5,200 m.

Maximum moment M_{z,Ed} is derived from beam B533 position 5,200 m.

Interaction method 1 parameters		
Critical Euler load N _{cr,y}	533,1	kN
Critical Euler load N _{cr,z}	688,6	kN
Elastic critical load N _{cr,T}	4224,8	kN
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	5,3480e-04	m ³
Second moment of area I _y	6,2595e-05	m ⁴
Second moment of area I _z	2,0213e-05	m ⁴
Torsional constant I _t	4,0223e-07	m ⁴
Method for equivalent moment factor C _{my,0}	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) M _{y,Ed}	-63,7	kNm
Maximum relative deflection δ _{rel,z}	55,1	mm
Equivalent moment factor C _{my,0}	1,00	
Method for equivalent moment factor C _{mz,0}	Table A.2 Line 1 (Linear)	
Ratio of end moments ψ _{rel,z}	0,00	
Equivalent moment factor C _{mz,0}	0,79	
Factor μ _{rel,y}	1,00	
Factor μ _{rel,z}	1,00	
Factor ε _{rel,y}	111,52	
Factor a _{LT}	0,99	
Critical moment for uniform bending M _{cr,0}	267,2	kNm
Relative slenderness λ _{rel,0}	0,69	
Limit relative slenderness λ _{rel,0,lim}	0,23	
Equivalent moment factor C _{my}	1,00	
Equivalent moment factor C _{mz}	0,79	
Equivalent moment factor C _{mLT}	1,00	

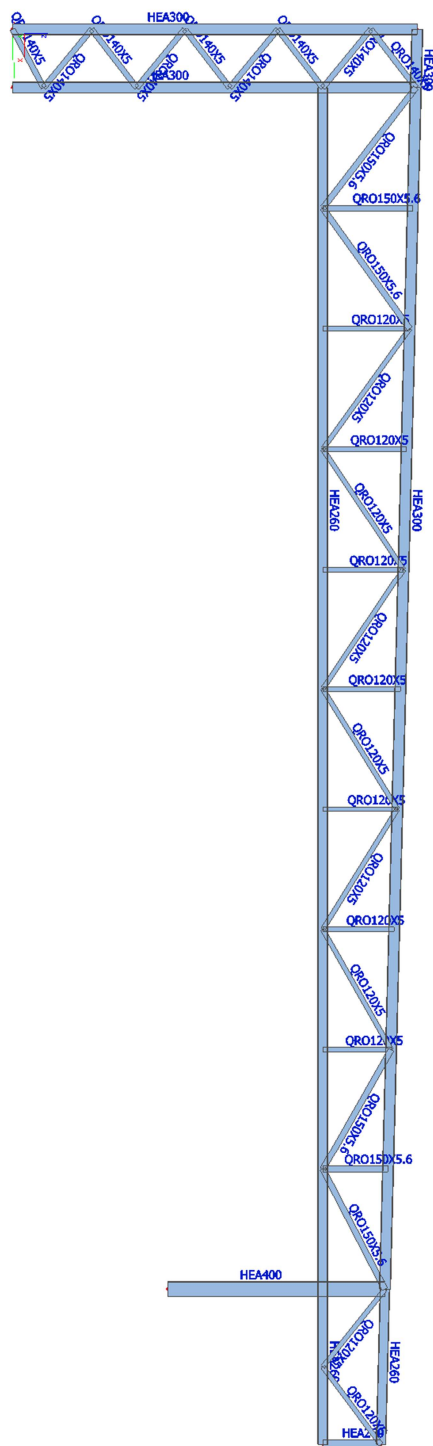
Unity check (6.61) = 0,00 + 0,79 + 0,00 = 0,80 -

Unity check (6.62) = 0,00 + 0,79 + 0,00 = 0,80 -

The member satisfies the stability check.

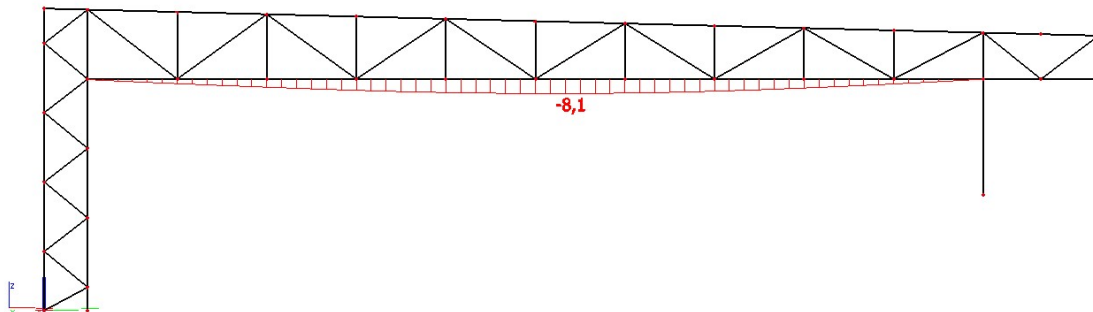
6 GLAVNI OKVIR

Prikaz okvira sa odabranim profilima

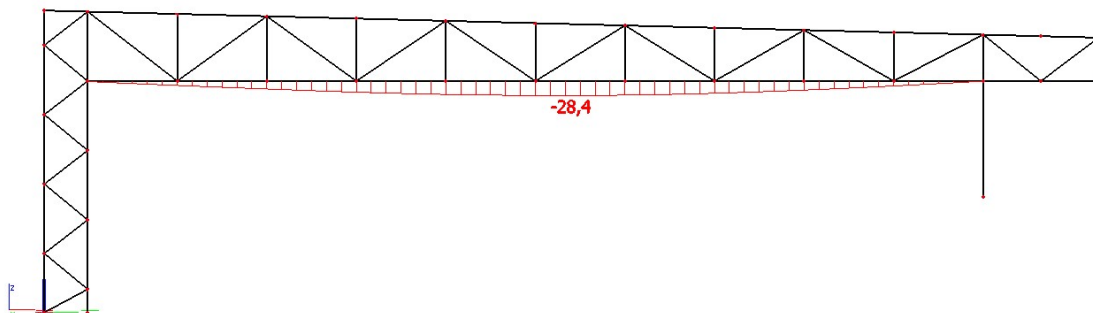


6.1.1 Pomaci

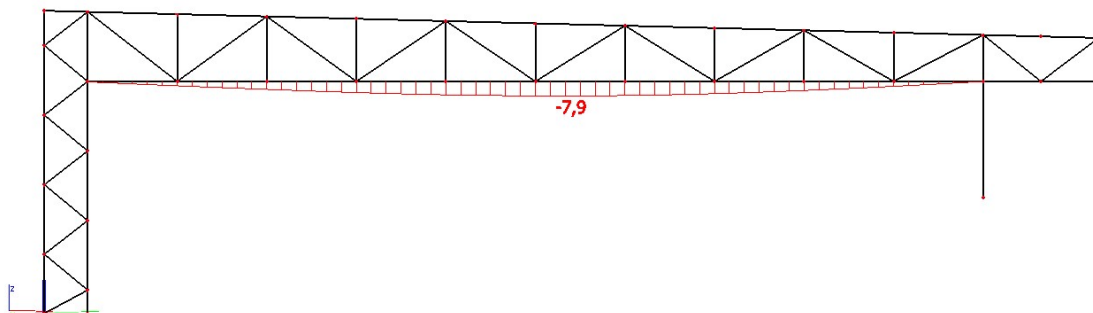
Pomak konstrukcije za djelovanje LC1 (vlastita težina)



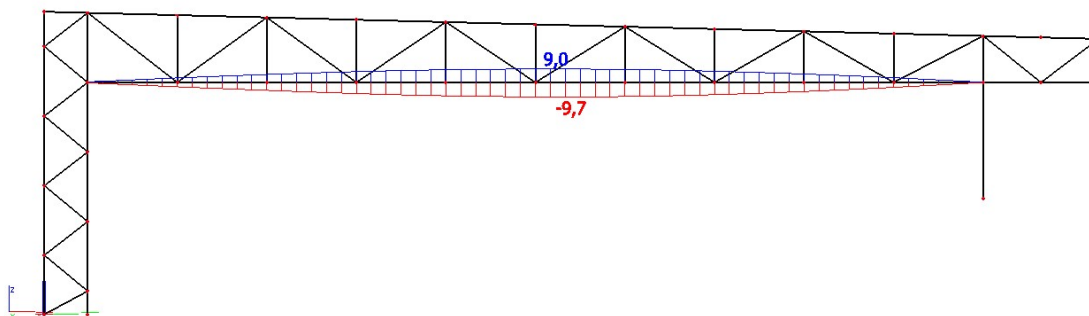
Pomak konstrukcije za djelovanje LC2 (dodatno stalno djelovanje)



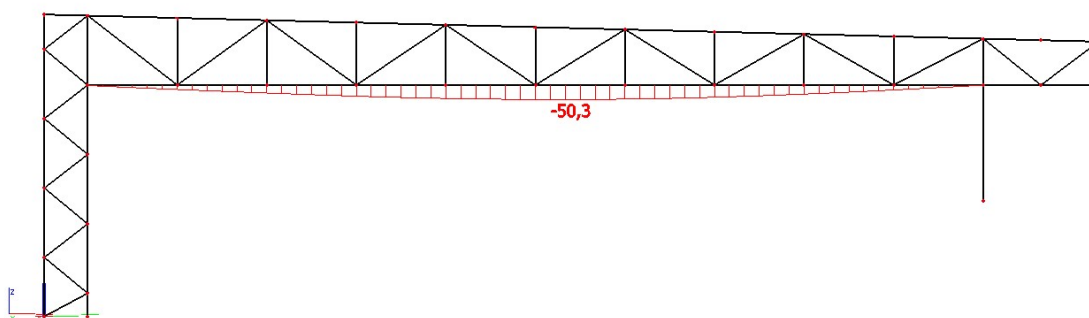
Pomak konstrukcije za djelovanje LC4 (djelovanje snijega)



Pomak konstrukcije za anvelopu djelovanja vjetra



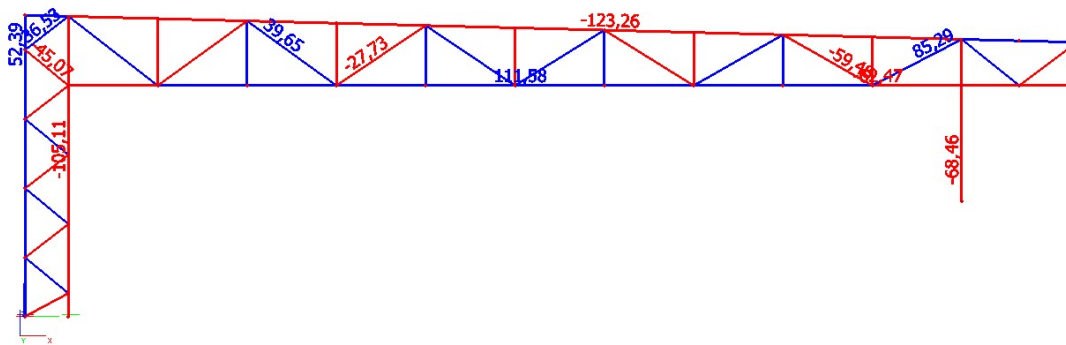
Pomak konstrukcije za kombinaciju opterećenja SLS 1 (granično stanje uporabivosti)



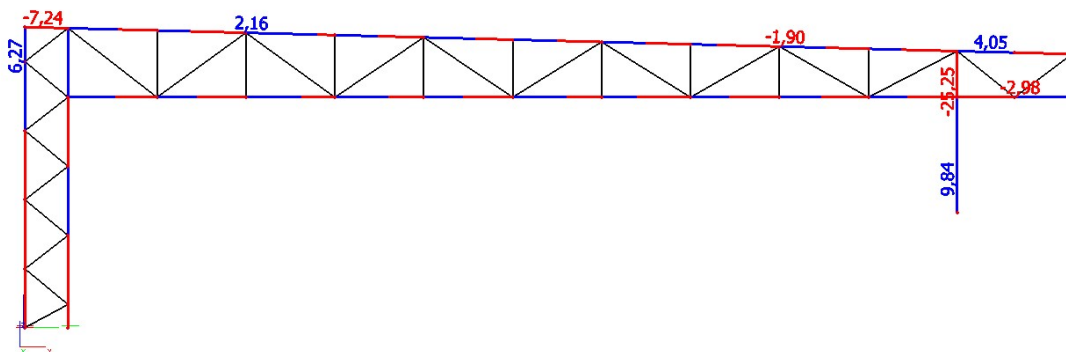
6.1.2 Rezne sile

Djelovanje LC1 (vlastita težina)

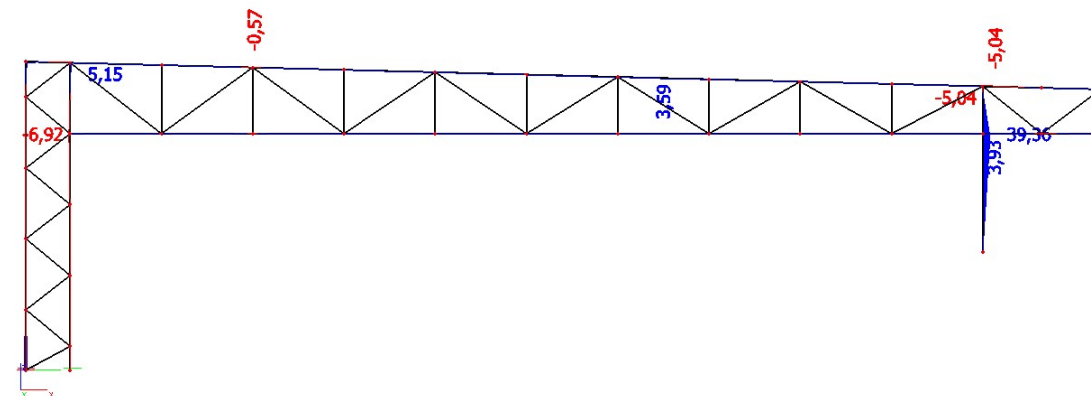
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)

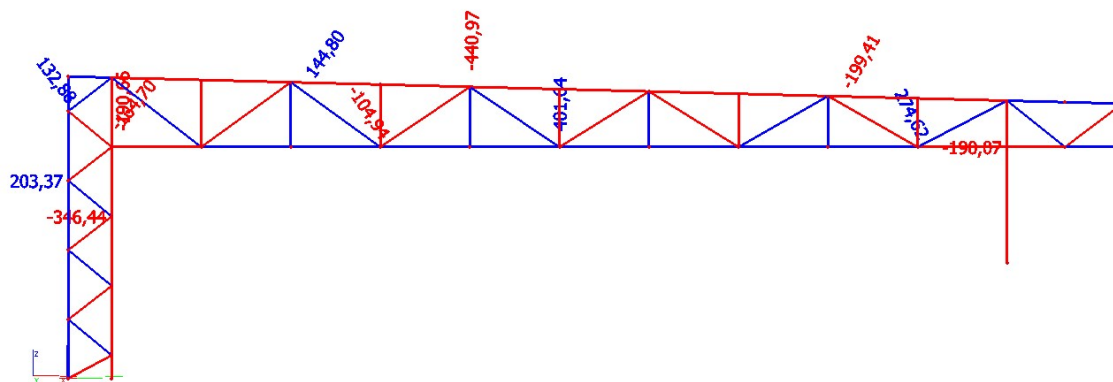


Moment savijanja My (kNm)

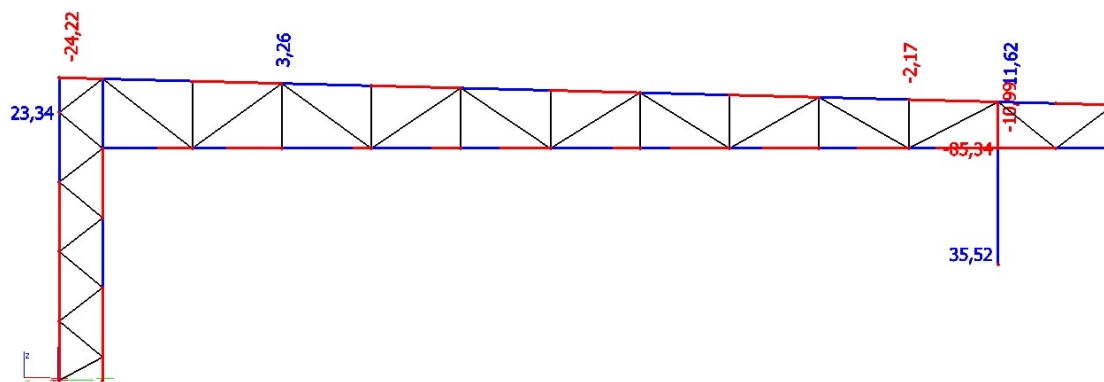


Djelovanje LC2 (dodatno stalno djelovanje)

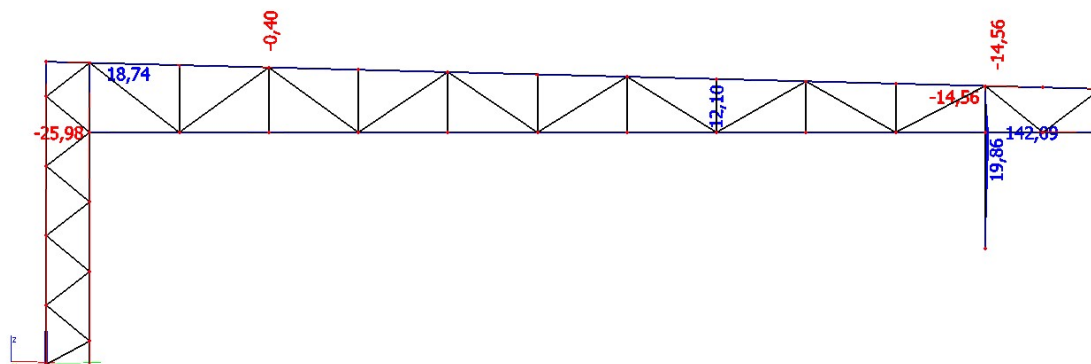
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)

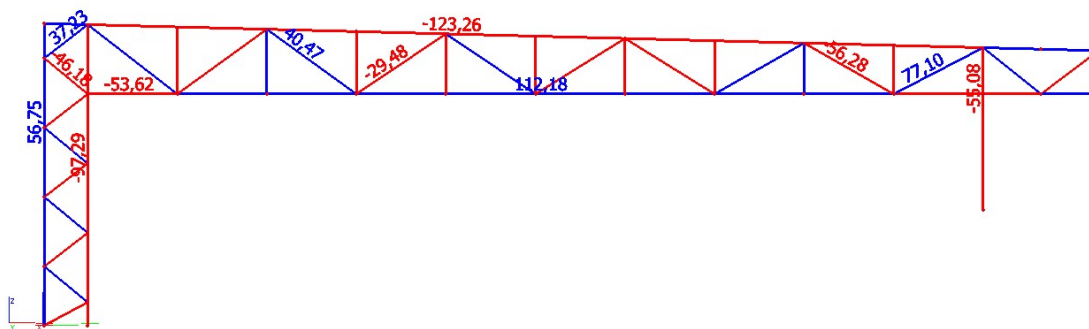


Moment savijanja My (kNm)

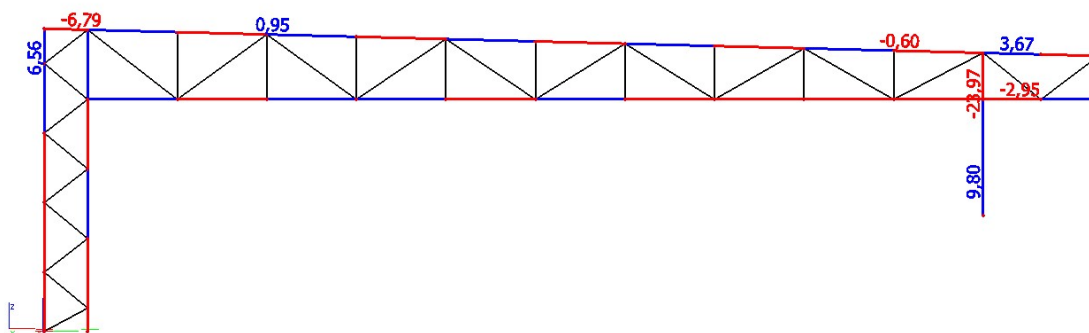


Djelovanje LC4 (djelovanje snijega)

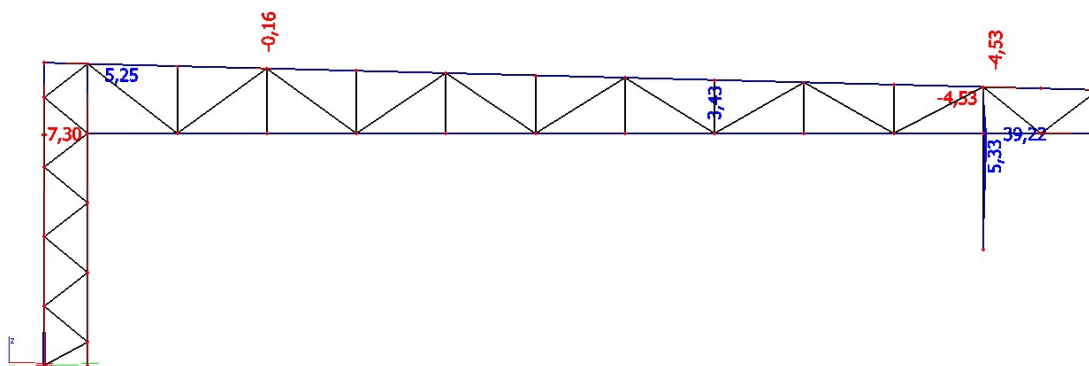
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)

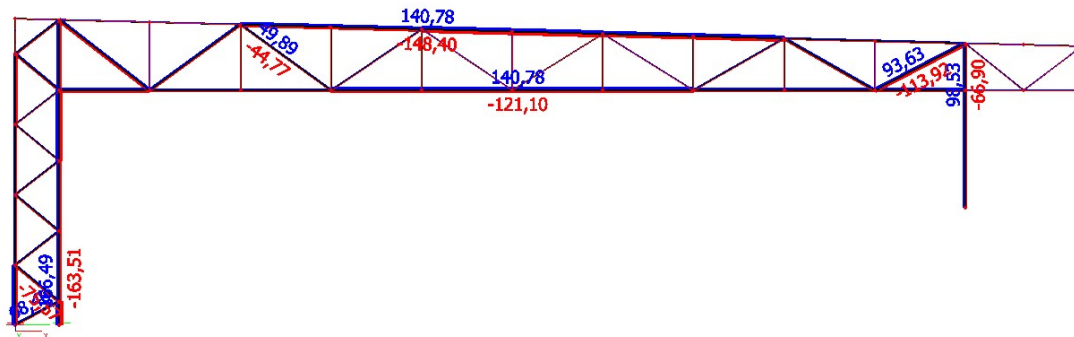


Moment savijanja My (kNm)

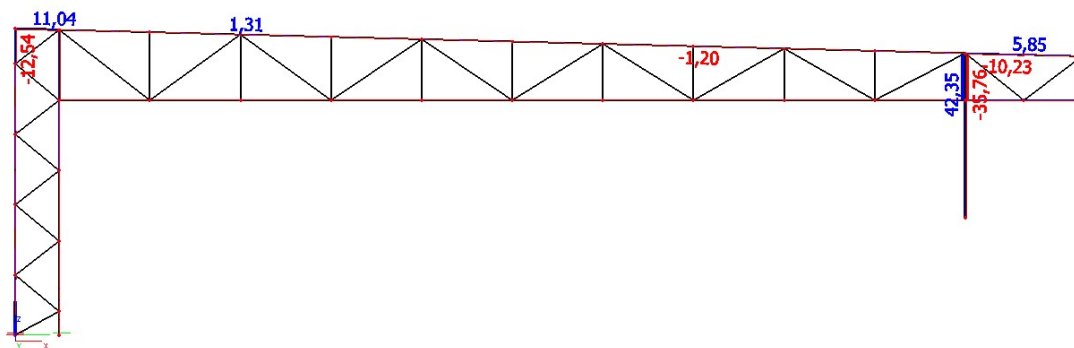


Anelopa za djelovanja vjetra

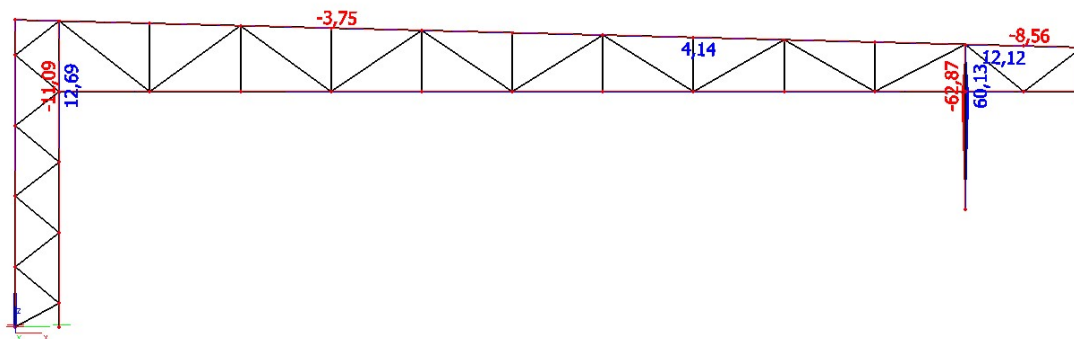
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)

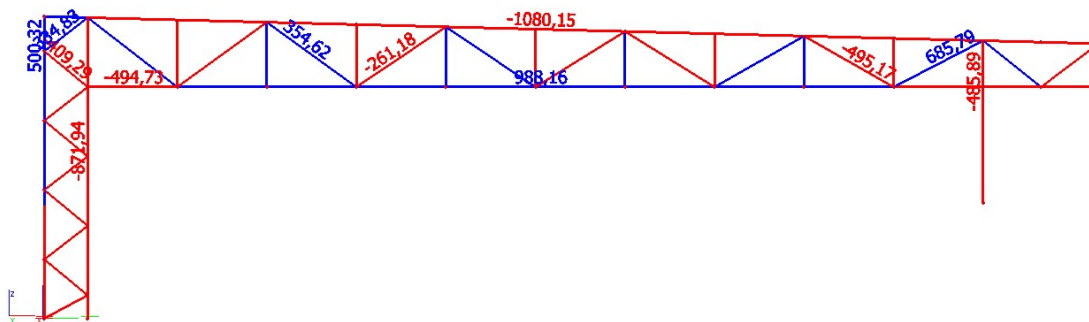


Moment savijanja My (kNm)

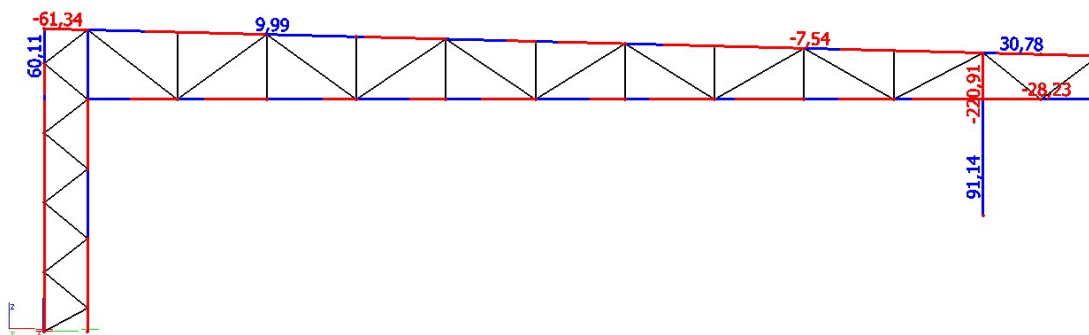


Kombinacija opterećenja za krajnje granično stanje ULS1

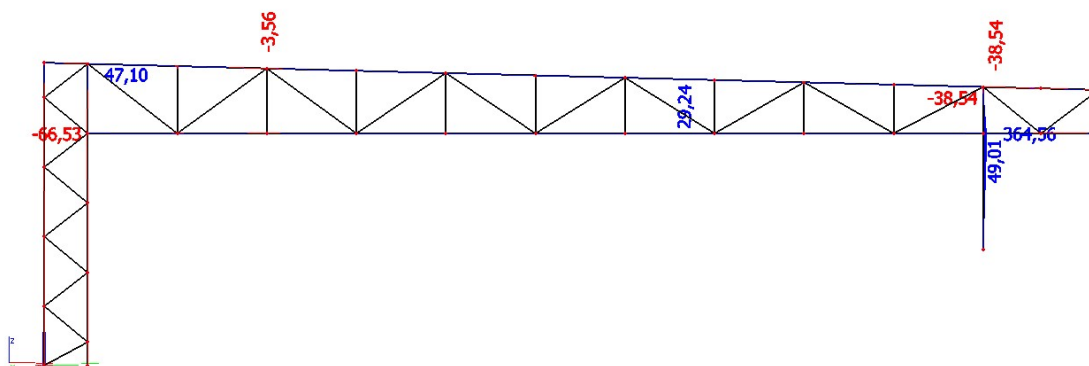
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)

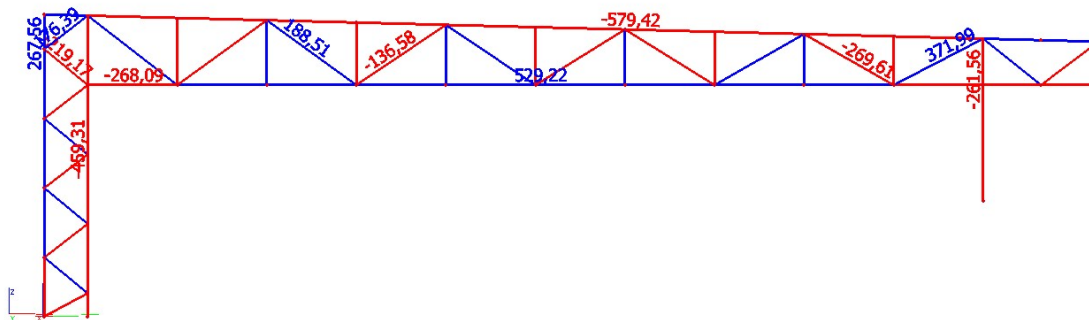


Moment savijanja My (kNm)

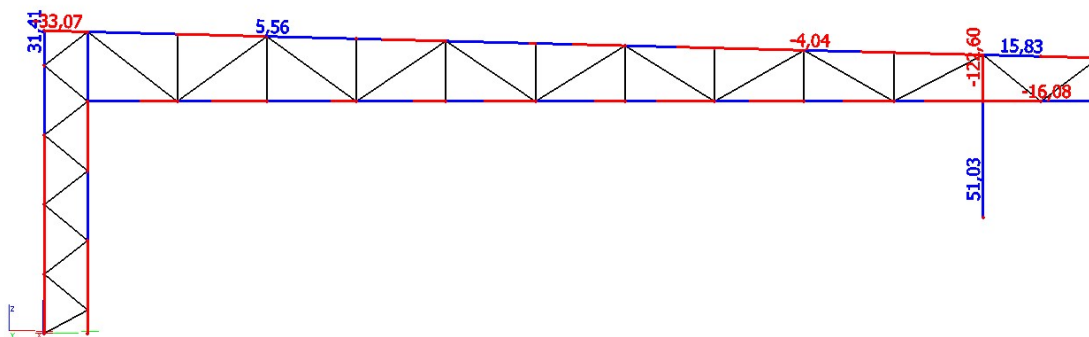


Potresna kombinacija opterećenja SEISMIC 1

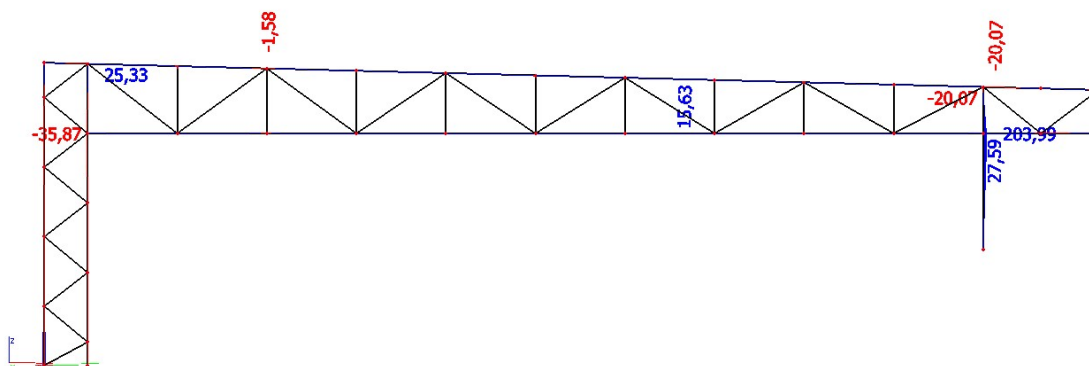
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)

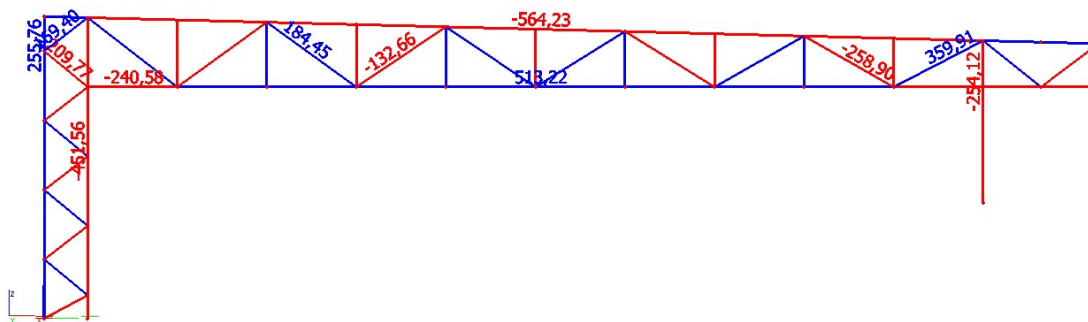


Moment savijanja My (kNm)

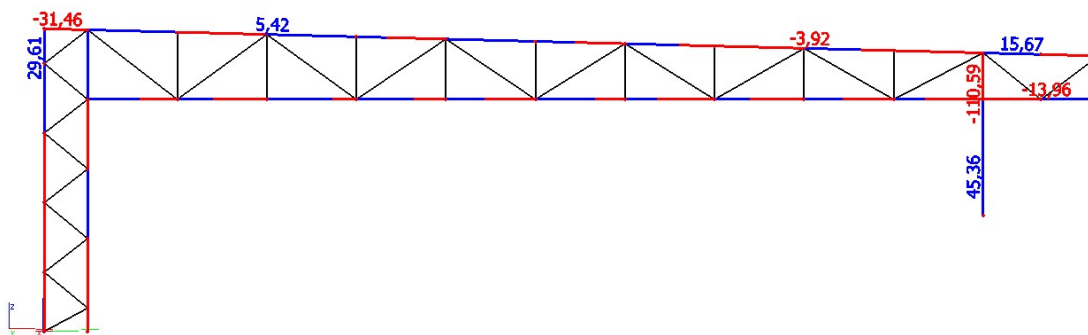


Potresna kombinacija opterećenja SEISMIC 2

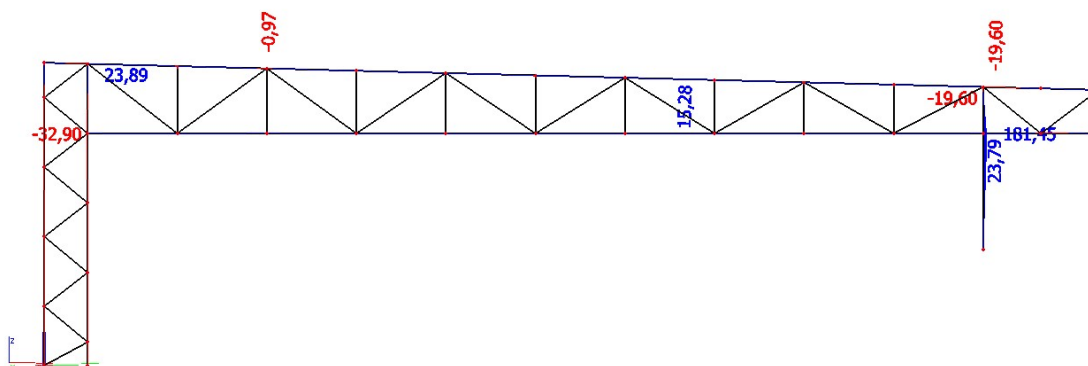
Uzdužna sila N (kN)



Poprečna sila Vz (kN)



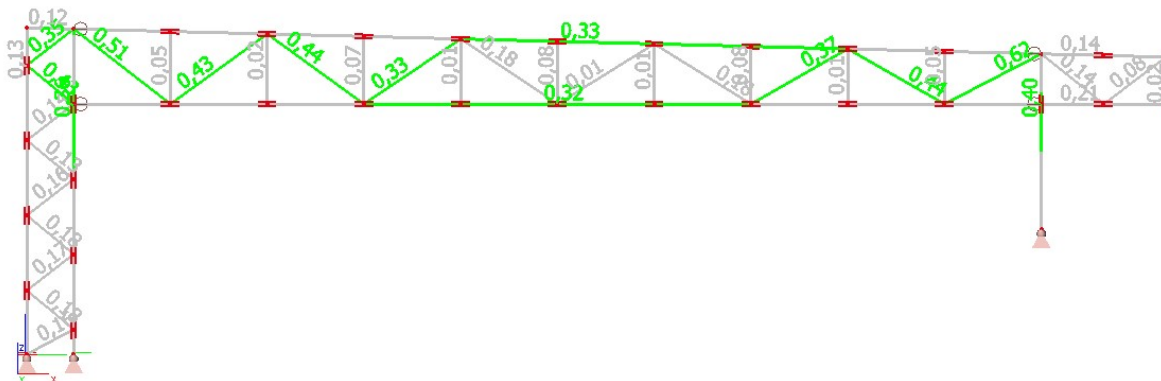
Moment savijanja My (kNm)



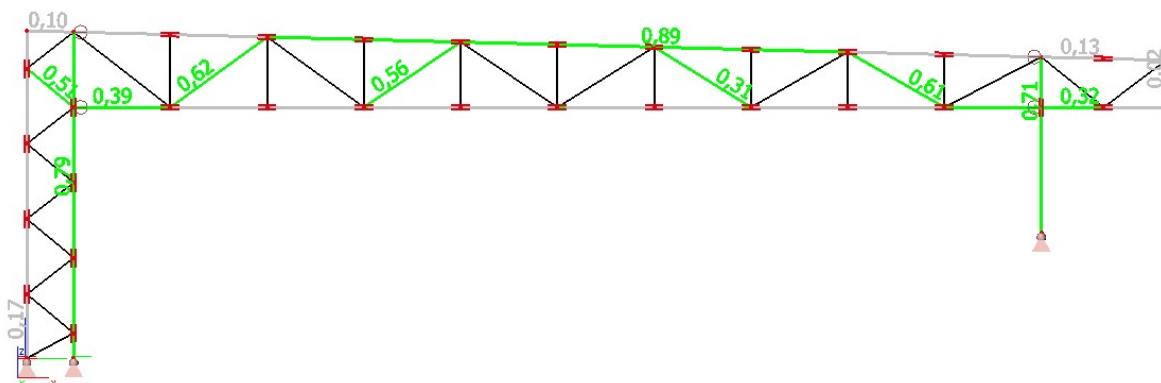
6.1.3 Provjera nosivosti i stabilnosti

ULS1:

Provjera nosivosti za ULS1



Provjera stabilnosti za ULS1



6.1.3.1 Izvod iz proračuna za gornji pojas rešetkastog nosača HEA300

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B420

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B420	31,010 m	HEA300	S 355	ULS1/1	0,89 -
-------------	----------	--------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	24,47
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	37,79

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	8,48
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,21

=> Outstand Flanges Class 3

=> Section classified as Class 3 for cross-section design

The critical check is on position 16.022 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-1074,3	kN
Vy,Ed	0,3	kN
Vz,Ed	0,9	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	28,4	kNm
Mz,Ed	-0,5	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	1,1300e-02	m ²
N _{c,Rd}	4011,5	kN
Unity check	0,27	-

Bending moment check for M_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.14)

W _{el,y,min}	1,2600e-03	m ³
M _{el,y,Rd}	447,3	kNm
Unity check	0,06	-

Bending moment check for M_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.14)

W _{el,z,min}	4,2100e-04	m ³
M _{el,z,Rd}	149,5	kNm
Unity check	0,00	-

Shear check for V_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Eta	1,20	
A _v	8,7017e-03	m ²
V _{pl,y,Rd}	1783,5	kN
Unity check	0,00	-

Shear check for V_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Eta	1,20	
A _v	3,7750e-03	m ²
V _{pl,z,Rd}	773,7	kN
Unity check	0,00	-

Torsion check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,0	MPa
Tau _{Rd}	205,0	MPa
Unity check	0,00	-

Note: The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as insignificant and is ignored in the combined checks.

Combined bending, axial force and shear force check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.2 and formula (6.42)

Normal stresses		
Fibre	15	
Sigma _{N,Ed}	95,1	MPa
Sigma _{My,Ed}	22,5	MPa
Sigma _{Mz,Ed}	1,2	MPa
Sigma _{tot,Ed}	118,7	MPa
Unity check	0,33	-

The member satisfies the section check.

....STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 15,505 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	24,47
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	37,71

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	8,48
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,21

=> Outstand Flanges Class 3

=> Section classified as Class 3 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	3,101	3,101	m
Buckling factor k	2,50	2,50	
Buckling length L _{cr}	7,753	7,753	m
Critical Euler load N _{cr}	6310,7	2176,0	kN
Slenderness Lambda	60,92	103,75	
Relative slenderness Lambda _{rel}	0,80	1,36	
Limit slenderness Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Buckling curve	b	c	
Imperfection Alpha	0,34	0,49	
Reduction factor Chi	0,73	0,37	
Buckling resistance N _{b,Rd}	2648,1	1332,2	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	1,1300e-02	m ²
Buckling resistance N _{b,Rd}	1332,2	kN
Unity check	0,81	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Note: For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	Alternative case	
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	1,2600e-03	m ³
Elastic critical moment M _{cr}	2146,1	kNm
Relative slenderness Lambda _{rel,LT}	0,46	
Limit slenderness Lambda _{rel,LT,0}	0,40	

Note: The slenderness or bending moment is such that Lateral Torsional Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB length L	3,101	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor kw	1,00	
LTB moment factor C1	1,02	
LTB moment factor C2	0,02	
LTB moment factor C3	1,00	
Shear center distance d,z	0	mm
Distance of load application z,g	0	mm
Mono-symmetry constant beta,y	0	mm
Mono-symmetry constant z,j	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Bending and axial compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters		
Interaction method	alternative method 1	
Cross-section area A	1,1300e-02	m ²
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	1,2600e-03	m ³
Cross-section elastic modulus W _{el,z}	4,2100e-04	m ³
Design compression force N _{Ed}	1074,3	kN
Design bending moment (maximum) M _{y,Ed}	28,6	kNm
Design bending moment (maximum) M _{z,Ed}	-0,6	kNm
Characteristic compression resistance N _{Rk}	4011,5	kN
Characteristic moment resistance M _{y,Rk}	447,3	kNm
Characteristic moment resistance M _{z,Rk}	149,5	kNm
Reduction factor Chi,y	0,73	
Reduction factor Chi,z	0,37	
Modified reduction factor Chi,LT,mod	1,00	
Interaction factor k _{yy}	1,79	
Interaction factor k _{yz}	1,37	
Interaction factor k _{zy}	1,17	
Interaction factor k _{zz}	0,89	

Maximum moment M_{y,Ed} is derived from beam B420 position 16,539 m.

Maximum moment M_{z,Ed} is derived from beam B420 position 15,505 m.

Interaction method 1 parameters		
Critical Euler load N _{cr,y}	6310,7	kN
Critical Euler load N _{cr,z}	2176,0	kN
Elastic critical load N _{cr,T}	15033,1	kN
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	1,2600e-03	m ³
Second moment of area I _y	1,8300e-04	m ⁴
Second moment of area I _z	6,3100e-05	m ⁴
Torsional constant I _t	8,5200e-07	m ⁴
Method for equivalent moment factor C _{my,0}	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) M _{y,Ed}	28,6	kNm
Maximum relative deflection delta,z	-0,9	mm
Equivalent moment factor C _{my,0}	1,04	
Method for equivalent moment factor C _{mz,0}	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) M _{z,Ed}	-0,6	kNm
Maximum relative deflection delta,y	0,0	mm
Equivalent moment factor C _{mz,0}	0,73	
Factor mu _y	0,95	
Factor mu _z	0,62	
Factor epsilon _y	0,24	
Factor a _{LT}	1,00	
Critical moment for uniform bending M _{cr,0}	2110,1	kNm
Relative slenderness Lambda _{rel,0}	0,46	
Limit relative slenderness Lambda _{rel,0,lim}	0,17	

Interaction method 1 parameters		
Equivalent moment factor C _{my}	1,03	
Equivalent moment factor C _{mz}	0,73	
Equivalent moment factor C _{mLT}	1,53	

Unity check (6.61) = 0,41 + 0,13 + 0,01 = 0,54 -

Unity check (6.62) = 0,81 + 0,08 + 0,00 = 0,89 -

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters		
Buckling field length a	31,010	m
Web	unstiffened	
Web height h _w	262	mm
Web thickness t	9	mm
Material coefficient epsilon	0,81	
Shear correction factor Eta	1,20	

Shear Buckling verification	
Web slenderness h _w /t	30,82
Web slenderness limit	48,82

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

6.1.3.2 Izvod iz proračuna za donji pojas rešetkastog nosača HEA 260

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B223

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B223	31,000 m	HEA260	S 355	ULS1/2	0,32 -
-------------	----------	--------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

The critical check is on position 15.500 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	988,7	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	5,8	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	11,2	kNm
Mz,Ed	0,2	kNm

Tension check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.3 and formula (6.5)

A	8,6800e-03	m ²
Npl,Rd	3081,4	kN
Nu,Rd	3062,3	kN
Nt,Rd	3062,3	kN
Unity check	0,32	-

Bending moment check for My

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Wpl,y	9,2083e-04	m ³
Mpl,y,Rd	326,9	kNm
Unity check	0,03	-

Bending moment check for Mz

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Wpl,z	4,2917e-04	m ³
Mpl,z,Rd	152,4	kNm
Unity check	0,00	-

Shear check for Vy

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Eta	1,20	
Av	6,7363e-03	m ²
V _{pl,y,Rd}	1380,7	kN
Unity check	0,00	-

Shear check for Vz

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Eta	1,20	
Av	2,8737e-03	m ²
V _{pl,z,Rd}	589,0	kN
Unity check	0,01	-

Torsion check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,0	MPa
Tau _{Rd}	205,0	MPa
Unity check	0,00	-

Note: The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as insignificant and is ignored in the combined checks.

Combined bending, axial force and shear force check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

MN _{y,Rd}	253,9	kNm
Alpha	2,00	
MN _{z,Rd}	151,0	kNm
Beta	1,60	

Unity check (6.41) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Note: Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

The member satisfies the section check.

....**STABILITY CHECK:...**

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	Alternative case	
Cross-section effective modulus $W_{eff,y}$	7,9091e-04	m ³
Elastic critical moment M_{cr}	80,7	kNm
Relative slenderness $\lambda_{rel,LT}$	1,87	
Limit slenderness $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Note: The slenderness or bending moment is such that Lateral Torsional Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB length L	24,800	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor k_w	1,00	
LTB moment factor C1	1,09	
LTB moment factor C2	0,31	
LTB moment factor C3	0,53	
Shear center distance d,z	0	mm
Distance of load application z,g	0	mm
Mono-symmetry constant $\beta_{a,y}$	0	mm
Mono-symmetry constant $\beta_{a,z}$	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Bending and axial tension check

According to EN 1993-1-3 article 6.3

Design tension force N_{Ed}	988,7	kN
Design bending moment $M_{y,Ed}$	11,2	kNm
Design bending moment $M_{z,Ed}$	0,2	kNm
Tension resistance $N_{t,Rd}$	3062,3	kN
Bending resistance $M_{b,y,Rd}$	255,2	kNm
Bending resistance $M_{c,z,Rd,com}$	152,4	kNm

Unity check = $0,04 + 0,00 - 0,32 = 0,28$ -

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters		
Buckling field length a	31,000	m
Web	unstiffened	
Web height h_w	225	mm
Web thickness t	8	mm
Material coefficient epsilon	0,81	
Shear correction factor Eta	1,20	

Shear Buckling verification	
Web slenderness h_w/t	30,00
Web slenderness limit	48,82

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

6.1.3.3 Izvod iz proračuna za stup HEA400

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B196

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B196	5,603 m	HEA400	S 355	ULS1/3	0,71 -
-------------	---------	--------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	27,09
Class 1 Limit	39,34
Class 2 Limit	45,30
Class 3 Limit	69,94

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	6,18
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,20

=> Outstand Flanges Class 1

=> Section classified as Class 1 for cross-section design

The critical check is on position 4.000 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-481,5	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	-220,9	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	315,6	kNm
Mz,Ed	0,0	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	1,5900e-02	m ²
N _{c,Rd}	5644,5	kN
Unity check	0,09	-

Bending moment check for M_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

W _{pl,y}	2,5625e-03	m ³
M _{pl,y,Rd}	909,7	kNm
Unity check	0,35	-

Bending moment check for M_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

W _{pl,z}	8,7083e-04	m ³
M _{pl,z,Rd}	309,1	kNm
Unity check	0,00	-

Shear check for V_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

E _t	1,20	
A _v	5,7350e-03	m ²
V _{pl,z,Rd}	1175,4	kN
Unity check	0,19	-

Torsion check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

Tau _{t,Ed}	0,0	MPa
Tau _{Rd}	205,0	MPa
Unity check	0,00	-

Note: The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as insignificant and is ignored in the combined checks.

Combined bending, axial force and shear force check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

M _{pl,y,Rd}	909,7	kNm
Alpha	2,00	
M _{pl,z,Rd}	309,1	kNm
Beta	1,00	

Unity check (6.41) = 0,12 + 0,00 = 0,12 -

Note: Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

Note: Since the axial force satisfies both criteria (6.33) and (6.34) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the y-y axis is neglected.

Note: Since the axial force satisfies criteria (6.35) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the z-z axis is neglected.

The member satisfies the section check.

....**STABILITY CHECK:...**

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	27,09
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Internal Compression parts Class 2

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	6,18
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,39

=> Outstand Flanges Class 1

=> Section classified as Class 2 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	1,603	5,603	m
Buckling factor k	2,00	2,00	
Buckling length L _{cr}	3,206	11,206	m
Critical Euler load N _{cr}	90959,1	1412,9	kN
Slenderness Lambda	19,03	152,72	
Relative slenderness Lambda _{rel}	0,25	2,00	
Limit slenderness Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Buckling curve	a	b	
Imperfection Alpha	0,21	0,34	
Reduction factor Chi	0,99	0,21	
Buckling resistance N _{b,Rd}	5075,6	1076,0	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	1,5900e-02	m ²
Buckling resistance N _{b,Rd}	1076,0	kN
Unity check	0,45	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Note: For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	Alternative case	
Cross-section plastic modulus W _{pl,y}	2,5625e-03	m ³
Elastic critical moment M _{cr}	1914,2	kNm
Relative slenderness Lambda _{rel,LT}	0,69	
Limit slenderness Lambda _{rel,LT,0}	0,40	
LTB curve	b	
Imperfection Alpha _{LT}	0,34	
LTB factor Beta	0,75	
Reduction factor Chi _{LT}	0,87	

LTB parameters		
Correction factor k_c	0,86	
Correction factor f	0,93	
Modified reduction factor $\chi_{i,LT,mod}$	0,94	
Design buckling resistance $M_{b,Rd}$	778,5	kNm
Unity check	0,41	-

Mcr parameters		
LTB length L	5,603	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor k_w	1,00	
LTB moment factor C_1	1,37	
LTB moment factor C_2	0,68	
LTB moment factor C_3	0,41	
Shear center distance d_z	0	mm
Distance of load application z_g	0	mm
Mono-symmetry constant $\beta_{a,y}$	0	mm
Mono-symmetry constant z_j	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Note: The correction factor k_c is determined from C_1 .

Bending and axial compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters		
Interaction method	alternative method 1	
Cross-section area A	1,5900e-02	m ²
Cross-section plastic modulus $W_{pl,y}$	2,5625e-03	m ³
Cross-section plastic modulus $W_{pl,z}$	8,7083e-04	m ³
Design compression force N_{Ed}	481,5	kN
Design bending moment (maximum) $M_{y,Ed}$	315,6	kNm
Design bending moment (maximum) $M_{z,Ed}$	0,0	kNm
Characteristic compression resistance N_{Rk}	5644,5	kN
Characteristic moment resistance $M_{y,Rk}$	909,7	kNm
Characteristic moment resistance $M_{z,Rk}$	309,1	kNm
Reduction factor $\chi_{i,y}$	0,99	
Reduction factor $\chi_{i,z}$	0,21	
Modified reduction factor $\chi_{i,LT,mod}$	0,94	
Interaction factor k_{yy}	1,34	
Interaction factor k_{yz}	1,32	
Interaction factor k_{zy}	0,65	
Interaction factor k_{zz}	1,20	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B196 position 4,000 m.

Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B196 position 4,000 m.

Interaction method 1 parameters		
Critical Euler load $N_{cr,y}$	90959,1	kN
Critical Euler load $N_{cr,z}$	1412,9	kN
Elastic critical load $N_{cr,T}$	10279,0	kN
Cross-section plastic modulus $W_{pl,y}$	2,5625e-03	m ³
Cross-section elastic modulus $W_{el,y}$	2,3100e-03	m ³
Cross-section plastic modulus $W_{pl,z}$	8,7083e-04	m ³
Cross-section elastic modulus $W_{el,z}$	5,7100e-04	m ³
Second moment of area I_y	4,5100e-04	m ⁴
Second moment of area I_z	8,5600e-05	m ⁴
Torsional constant I_t	1,8900e-06	m ⁴
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) $M_{y,Ed}$	315,6	kNm
Maximum relative deflection $\delta_{a,z}$	-0,5	mm
Equivalent moment factor $C_{my,0}$	1,00	

Interaction method 1 parameters		
Method for equivalent moment factor $C_{mz,0}$	Table A.2 Line 3 (Point load)	
Equivalent moment factor $C_{mz,0}$	0,94	
Factor $\mu_{y,z}$	1,00	
Factor $\mu_{y,z}$	0,71	
Factor $\epsilon_{y,z}$	4,51	
Factor a_{LT}	1,00	
Critical moment for uniform bending $M_{cr,0}$	1400,2	kNm
Relative slenderness $\lambda_{rel,0}$	0,81	
Limit relative slenderness $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalent moment factor C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor C_{mz}	0,94	
Equivalent moment factor C_{mLT}	1,25	
Factor b_{LT}	0,00	
Factor c_{LT}	0,11	
Factor d_{LT}	0,00	
Factor e_{LT}	0,03	
Factor w_y	1,11	
Factor w_z	1,50	
Factor n_{pl}	0,09	
Maximum relative slenderness $\lambda_{rel,max}$	2,00	
Factor C_{yy}	0,94	
Factor C_{yz}	0,75	
Factor C_{zy}	0,71	
Factor C_{zz}	0,84	

Unity check (6.61) = $0,09 + 0,54 + 0,00 = 0,64$ -

Unity check (6.62) = $0,45 + 0,26 + 0,00 = 0,71$ -

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters		
Buckling field length a	5,603	m
Web	unstiffened	
Web height h_w	352	mm
Web thickness t	11	mm
Material coefficient ϵ	0,81	
Shear correction factor η	1,20	

Shear Buckling verification	
Web slenderness h_w/t	32,00
Web slenderness limit	48,82

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

6.1.3.4 Izvod iz proračuna za tlačnu pojasnicu rešetkastog stupa HEA300

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B182

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B182	10,400 m	HEA300	S 355	ULS1/1	0,79 -
-------------	----------	--------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	24,47
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	35,25

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	8,48
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,20

=> Outstand Flanges Class 3

=> Section classified as Class 3 for cross-section design

The critical check is on position 5.600 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-869,1	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	-23,8	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	-6,6	kNm
Mz,Ed	0,0	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	1,1300e-02	m ²
N _{c,Rd}	4011,5	kN
Unity check	0,22	-

Bending moment check for M_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.14)

W _{el,y,min}	1,2600e-03	m ³
M _{el,y,Rd}	447,3	kNm
Unity check	0,01	-

Bending moment check for M_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.14)

W _{el,z,min}	4,2100e-04	m ³
M _{el,z,Rd}	149,5	kNm
Unity check	0,00	-

Shear check for V_y

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	8,7017e-03	m ²
V _{pl,y,Rd}	1783,5	kN
Unity check	0,00	-

Shear check for V_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

E _{ta}	1,20	
A _v	3,7750e-03	m ²
V _{pl,z,Rd}	773,7	kN
Unity check	0,03	-

Combined bending, axial force and shear force check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.2 and formula (6.42)

Normal stresses		
Fibre	1	
Sigma _{N,Ed}	76,9	MPa
Sigma _{My,Ed}	5,2	MPa
Sigma _{Mz,Ed}	0,1	MPa
Sigma _{tot,Ed}	82,2	MPa
Unity check	0,23	-

The member satisfies the section check.

....STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	24,47
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	8,48
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,39

=> Outstand Flanges Class 3

=> Section classified as Class 3 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	2,400	8,000	m
Buckling factor k	1,00	1,00	
Buckling length L _{cr}	2,400	8,000	m
Critical Euler load N _{cr}	65848,8	2043,5	kN
Slenderness Lambda	18,86	107,06	
Relative slenderness Lambda _{rel}	0,25	1,40	
Limit slenderness Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Buckling curve	b	c	
Imperfection Alpha	0,34	0,49	
Reduction factor Chi	0,98	0,35	
Buckling resistance N _{b,Rd}	3586,1	1272,1	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	1,1300e-02	m ²
Buckling resistance N _{b,Rd}	1272,1	kN
Unity check	0,68	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Note: For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters		
Method for LTB curve	Alternative case	
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	1,2600e-03	m ³
Elastic critical moment M _{cr}	2067,7	kNm
Relative slenderness Lambda _{rel,LT}	0,47	
Limit slenderness Lambda _{rel,LT,0}	0,40	

Note: The slenderness or bending moment is such that Lateral Torsional Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.2.2(4).

Mcr parameters		
LTB length L	8,000	m
Influence of load position	no influence	
Correction factor k	1,00	
Correction factor kw	1,00	
LTB moment factor C1	3,18	
LTB moment factor C2	0,53	
LTB moment factor C3	0,41	
Shear center distance d,z	0	mm
Distance of load application z,g	-145	mm
Mono-symmetry constant beta,y	0	mm
Mono-symmetry constant z,j	0	mm

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.

Bending and axial compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters		
Interaction method	alternative method 1	
Cross-section area A	1,1300e-02	m ²
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	1,2600e-03	m ³
Cross-section elastic modulus W _{el,z}	4,2100e-04	m ³
Design compression force N _{Ed}	869,1	kN
Design bending moment (maximum) M _{y,Ed}	-63,6	kNm
Design bending moment (maximum) M _{z,Ed}	-0,1	kNm
Characteristic compression resistance N _{Rk}	4011,5	kN
Characteristic moment resistance M _{y,Rk}	447,3	kNm
Characteristic moment resistance M _{z,Rk}	149,5	kNm
Reduction factor Chi,y	0,98	
Reduction factor Chi,z	0,35	
Modified reduction factor Chi,LT,mod	1,00	
Interaction factor k _{yy}	1,05	
Interaction factor k _{yz}	1,29	
Interaction factor k _{zy}	0,71	
Interaction factor k _{zz}	0,87	

Maximum moment M_{y,Ed} is derived from beam B182 position 8,000 m.

Maximum moment M_{z,Ed} is derived from beam B182 position 8,000 m.

Interaction method 1 parameters		
Critical Euler load N _{cr,y}	65848,8	kN
Critical Euler load N _{cr,z}	2043,5	kN
Elastic critical load N _{cr,T}	4943,8	kN
Cross-section elastic modulus W _{el,y}	1,2600e-03	m ³
Second moment of area I _y	1,8300e-04	m ⁴
Second moment of area I _z	6,3100e-05	m ⁴
Torsional constant I _t	8,5200e-07	m ⁴
Method for equivalent moment factor C _{my,0}	Table A.2 Line 1 (Linear)	
Ratio of end moments Psi _y	0,10	
Equivalent moment factor C _{my,0}	0,81	
Method for equivalent moment factor C _{mz,0}	Table A.2 Line 1 (Linear)	
Ratio of end moments Psi _z	0,00	
Equivalent moment factor C _{mz,0}	0,74	
Factor mu _y	1,00	
Factor mu _z	0,67	
Factor epsilon _y	0,66	
Factor a _{LT}	1,00	
Critical moment for uniform bending M _{cr,0}	469,1	kNm
Relative slenderness Lambda _{rel,0}	0,98	
Limit relative slenderness Lambda _{rel,0,lim}	0,30	
Equivalent moment factor C _{my}	0,90	
Equivalent moment factor C _{mz}	0,74	

Interaction method 1 parameters		
Equivalent moment factor C_{mLT}	1,16	

Unity check (6.61) = $0,24 + 0,16 + 0,00 = 0,41$ -

Unity check (6.62) = $0,68 + 0,11 + 0,00 = 0,79$ -

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters		
Buckling field length a	10,400	m
Web	unstiffened	
Web height h_w	262	mm
Web thickness t	9	mm
Material coefficient epsilon	0,81	
Shear correction factor Eta	1,20	

Shear Buckling verification	
Web slenderness h_w/t	30,82
Web slenderness limit	48,82

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

6.1.3.5 Izvod iz proračuna za vlačnu pojasnicu rešetkastog stupa HEA300

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B413

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B413	10,439 m	HEA300	S 355	ULS1/4	0,17 -
-------------	----------	--------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	24,47
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	8,48
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,39

=> Outstand Flanges Class 3

=> Section classified as Class 3 for cross-section design

The critical check is on position 0.000 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-137,9	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	-5,2	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	0,0	kNm
Mz,Ed	0,0	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	1,1300e-02	m ²
N _{c,Rd}	4011,5	kN
Unity check	0,03	-

Shear check for V_z

According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Eta	1,20	
A _v	3,7750e-03	m ²
V _{pl,z,Rd}	773,7	kN
Unity check	0,01	-

The member satisfies the section check.

....:STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	24,47
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Internal Compression parts Class 1

Classification of Outstand Flanges

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 2

Maximum width-to-thickness ratio	8,48
Class 1 Limit	7,32
Class 2 Limit	8,14
Class 3 Limit	11,39

=> Outstand Flanges Class 3

=> Section classified as Class 3 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	2,039	10,439	m
Buckling factor k	1,00	1,00	
Buckling length L _{cr}	2,039	10,439	m
Critical Euler load N _{cr}	91267,9	1200,2	kN
Slenderness Lambda	16,02	139,69	
Relative slenderness Lambda _{rel}	0,21	1,83	
Limit slenderness Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Buckling curve	b	c	
Imperfection Alpha	0,34	0,49	
Reduction factor Chi	1,00	0,23	
Buckling resistance N _{b,Rd}	3634,3	833,3	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	1,1300e-02	m ²
Buckling resistance N _{b,Rd}	833,3	kN
Unity check	0,17	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Note: For this I-section the Torsional(-Flexural) buckling resistance is higher than the resistance for Flexural buckling. Therefore Torsional(-Flexural) buckling is not printed on the output.

Bending and axial compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters		
Interaction method	alternative method 1	
Cross-section area A	1,1300e-02	m ²
Cross-section elastic modulus Wel,y	1,2600e-03	m ³
Cross-section elastic modulus Wel,z	4,2100e-04	m ³
Design compression force N,Ed	137,9	kN
Design bending moment (maximum) My,Ed	-2,5	kNm
Design bending moment (maximum) Mz,Ed	0,0	kNm
Characteristic compression resistance N,Rk	4011,5	kN
Characteristic moment resistance My,Rk	447,3	kNm
Characteristic moment resistance Mz,Rk	149,5	kNm
Reduction factor Chi,y	1,00	
Reduction factor Chi,z	0,23	
Modified reduction factor Chi,LT,mod	1,00	
Interaction factor k,yy	1,08	
Interaction factor k,yz	0,88	
Interaction factor k,zy	0,98	
Interaction factor k,zz	0,80	

Maximum moment My,Ed is derived from beam B413 position 1,019 m.

Maximum moment Mz,Ed is derived from beam B413 position 10,439 m.

Interaction method 1 parameters		
Critical Euler load N,cr,y	91267,9	kN
Critical Euler load N,cr,z	1200,2	kN
Elastic critical load N,cr,T	4207,6	kN
Cross-section elastic modulus Wel,y	1,2600e-03	m ³
Second moment of area Iy	1,8300e-04	m ⁴
Second moment of area Iz	6,3100e-05	m ⁴
Torsional constant It	8,5200e-07	m ⁴
Method for equivalent moment factor C,my,0	Table A.2 Line 2 (General)	
Design bending moment (maximum) My,Ed	-2,5	kNm
Maximum relative deflection delta,z	0,0	mm
Equivalent moment factor C,my,0	1,00	
Method for equivalent moment factor C,mz,0	Table A.2 Line 1 (Linear)	
Ratio of end moments Psi,z	0,00	
Equivalent moment factor C,mz,0	0,78	
Factor mu,y	1,00	
Factor mu,z	0,91	
Factor epsilon,y	0,17	
Factor a,LT	1,00	
Critical moment for uniform bending Mcr,0	331,6	kNm
Relative slenderness Lambda,rel,0	1,16	
Limit relative slenderness Lambda,rel,0,lim	0,26	
Equivalent moment factor C,my	1,00	
Equivalent moment factor C,mz	0,78	
Equivalent moment factor C,mLT	1,08	

Unity check (6.61) = 0,04 + 0,01 + 0,00 = 0,04 -

Unity check (6.62) = 0,17 + 0,01 + 0,00 = 0,17 -

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters		
Buckling field length a	10,439	m
Web	unstiffened	
Web height hw	262	mm
Web thickness t	9	mm
Material coefficient epsilon	0,81	
Shear correction factor Eta	1,20	

Shear Buckling verification	
Web slenderness hw/t	30,82
Web slenderness limit	48,82

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

6.1.3.6 Izvod iz proračuna za tlačnu ispunu rešetkastog nosača 150x5,6

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B197

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B197	3,825 m	QRO150X5.6	S 355	ULS1/5	0,62 -
-------------	---------	------------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	23,79
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Section classified as Class 1 for cross-section design

The critical check is on position 0.000 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-480,0	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	0,0	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	0,0	kNm
Mz,Ed	0,0	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	3,1500e-03	m ²
Nc,Rd	1118,3	kN
Unity check	0,43	-

The member satisfies the section check.

....STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	23,79
----------------------------------	-------

Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Section classified as Class 1 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	3,825	3,825	m
Buckling factor k	1,00	1,00	
Buckling length L _{cr}	3,825	3,825	m
Critical Euler load N _{cr}	1530,0	1530,0	kN
Slenderness Lambda	65,32	65,32	
Relative slenderness Lambda _{rel}	0,85	0,85	
Limit slenderness Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Buckling curve	a	a	
Imperfection Alpha	0,21	0,21	
Reduction factor Chi	0,76	0,76	
Buckling resistance N _{b,Rd}	775,5	775,5	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	3,1500e-03	m ²
Buckling resistance N _{b,Rd}	775,5	kN
Unity check	0,62	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Note: The cross-section concerns a RHS section which is not susceptible to Torsional(-Flexural) Buckling.

The member satisfies the stability check.

6.1.3.7 Izvod iz proračuna za tlačnu ispunu rešetkastog stupa 140x5

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Member

Selection : B451

Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B451	1,945 m	QRO140X5	S 355	ULS1/6	0,51 -
-------------	---------	----------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength fy	355,0	MPa
Ultimate strength fu	490,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	25,00
Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Section classified as Class 1 for cross-section design

The critical check is on position 0.000 m

Internal forces	Calculated	Unit
N,Ed	-409,2	kN
Vy,Ed	0,0	kN
Vz,Ed	0,0	kN
T,Ed	0,0	kNm
My,Ed	0,0	kNm
Mz,Ed	0,0	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	2,6600e-03	m ²
Nc,Rd	944,3	kN
Unity check	0,43	-

The member satisfies the section check.

....STABILITY CHECK:....

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification of Internal Compression parts

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1

Maximum width-to-thickness ratio	25,00
----------------------------------	-------

Class 1 Limit	26,85
Class 2 Limit	30,92
Class 3 Limit	34,17

=> Section classified as Class 1 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	1,945	1,945	m
Buckling factor k	1,00	1,00	
Buckling length L _{cr}	1,945	1,945	m
Critical Euler load N _{cr}	4398,2	4398,2	kN
Slenderness Lambda	35,40	35,40	
Relative slenderness Lambda _{rel}	0,46	0,46	
Limit slenderness Lambda _{rel,0}	0,20	0,20	
Buckling curve	a	a	
Imperfection Alpha	0,21	0,21	
Reduction factor Chi	0,94	0,94	
Buckling resistance N _{b,Rd}	802,9	802,9	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	2,6600e-03	m ²
Buckling resistance N _{b,Rd}	802,9	kN
Unity check	0,51	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

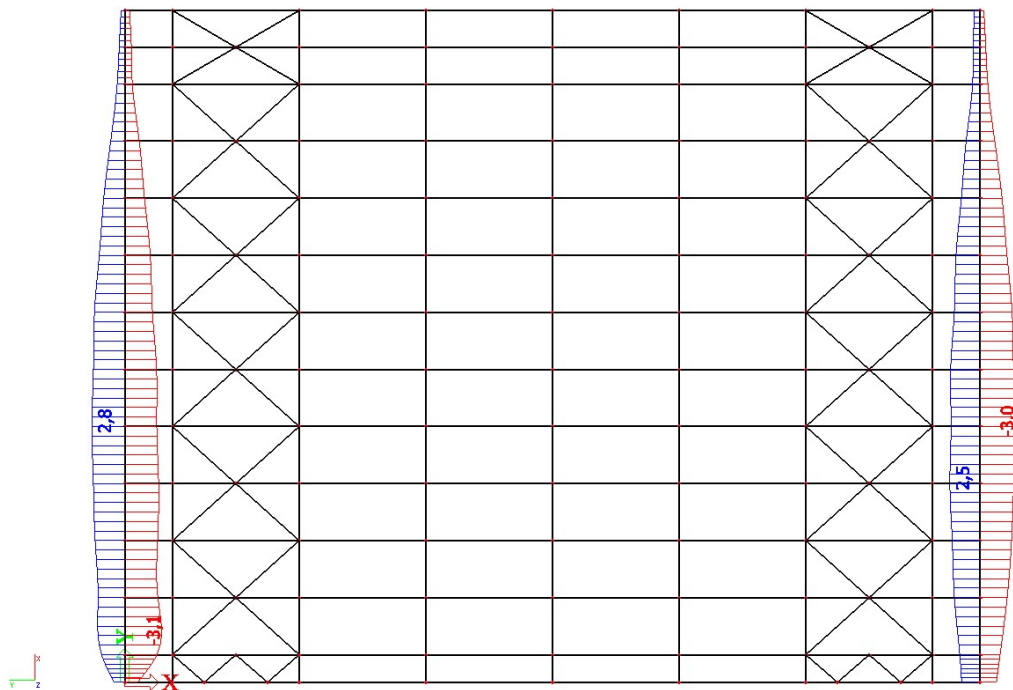
Note: The cross-section concerns a RHS section which is not susceptible to Torsional(-Flexural) Buckling.

The member satisfies the stability check.

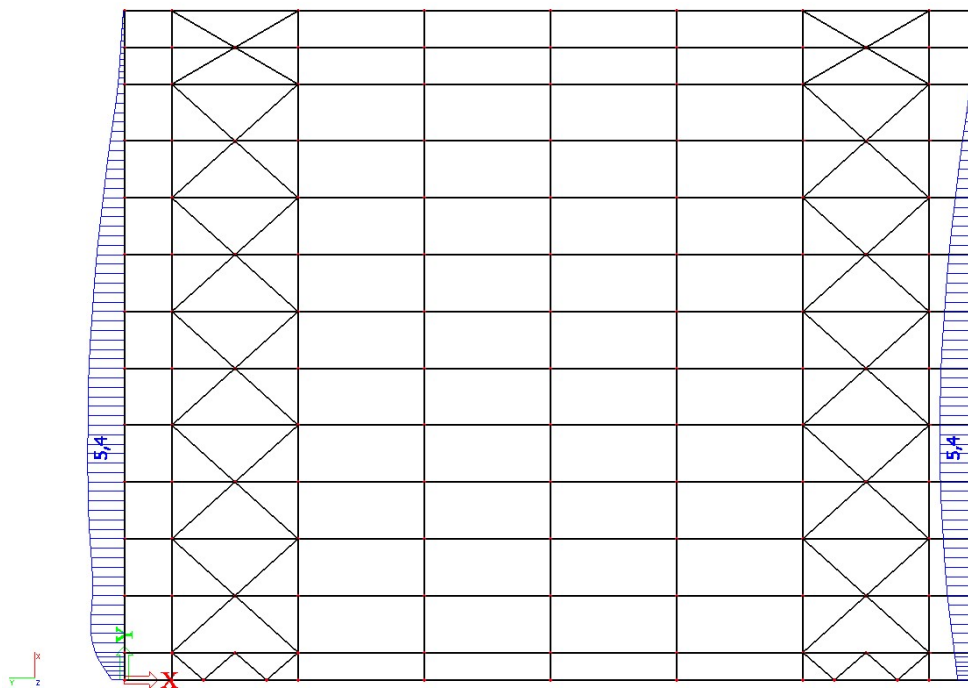
7 KROVNI SPREGOVI

7.1.1 Horizontalni pomak konstrukcije

Pomak konstrukcije u y-smjeru za kombinaciju opterećenja SLS 1(granično stanje uporabivosti)

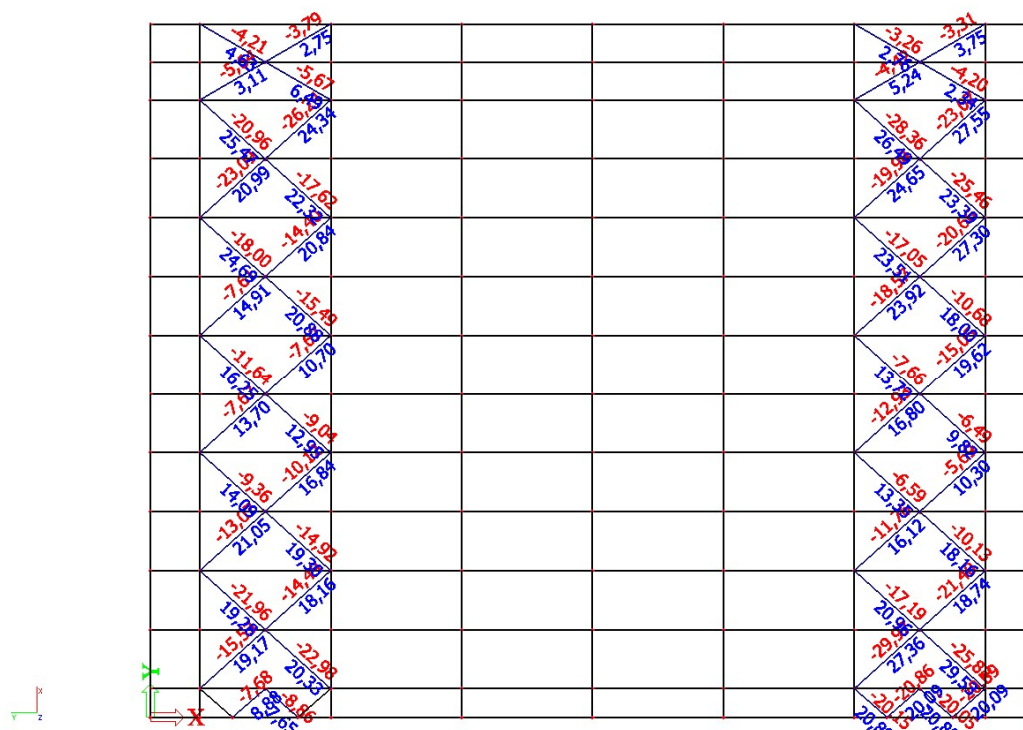


Pomak konstrukcije u y-smjeru za potresno djelovanje u y-smjeru- SY-SLS 95

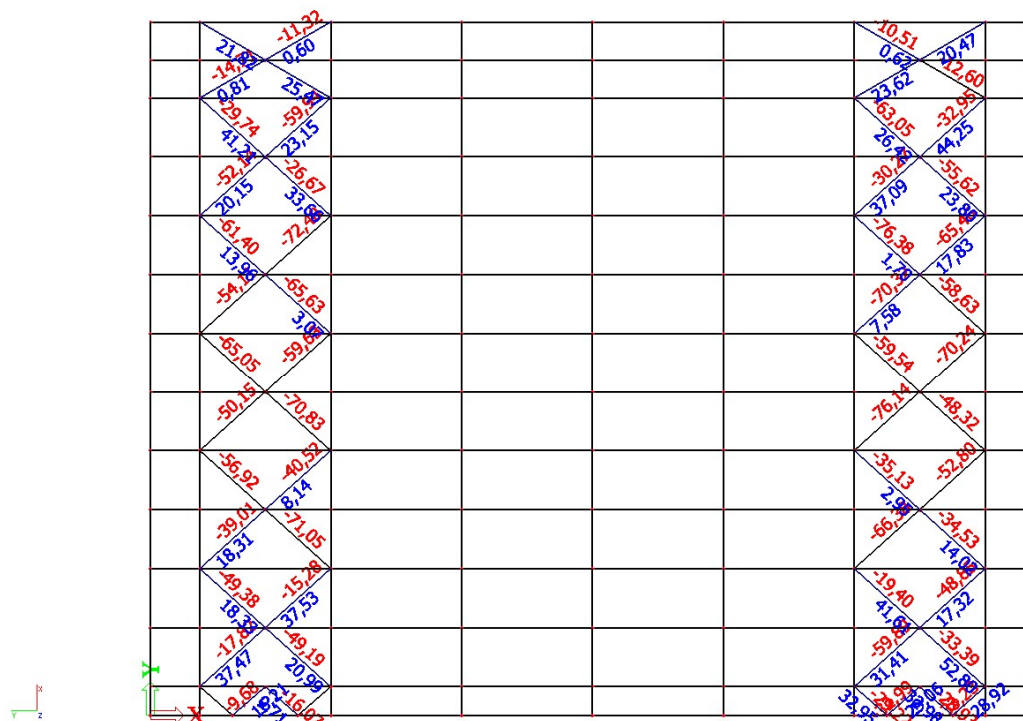


7.2 Rezne sile

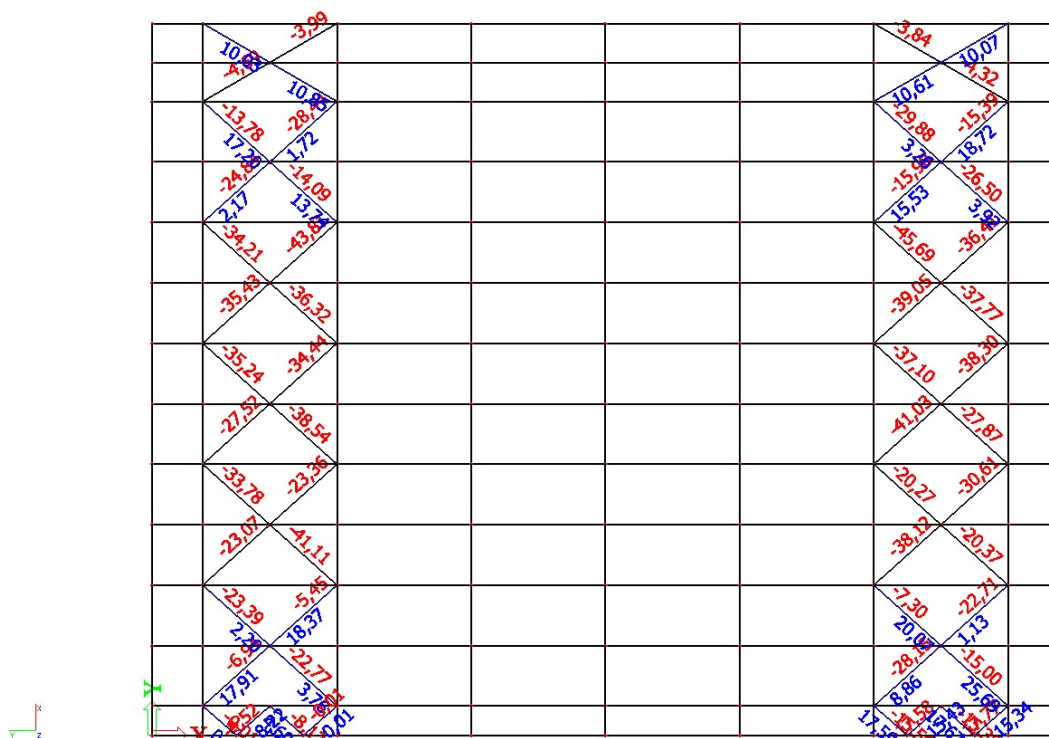
Uzdužna sila N (kN) za anvelopu djelovanja vjetra



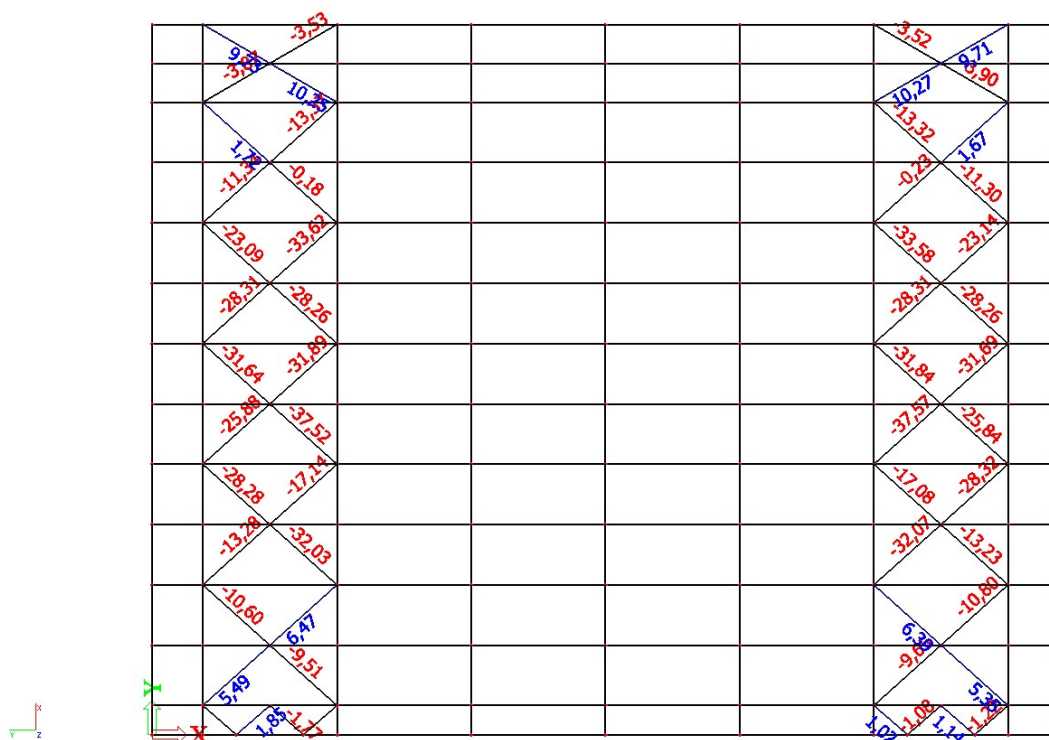
Uzdužna sila N (kN) za kombinacija opterećenja za krajnje granično stanje ULS1



Uzdužna sila N (kN) za potresnu kombinaciju SEISMIC 1

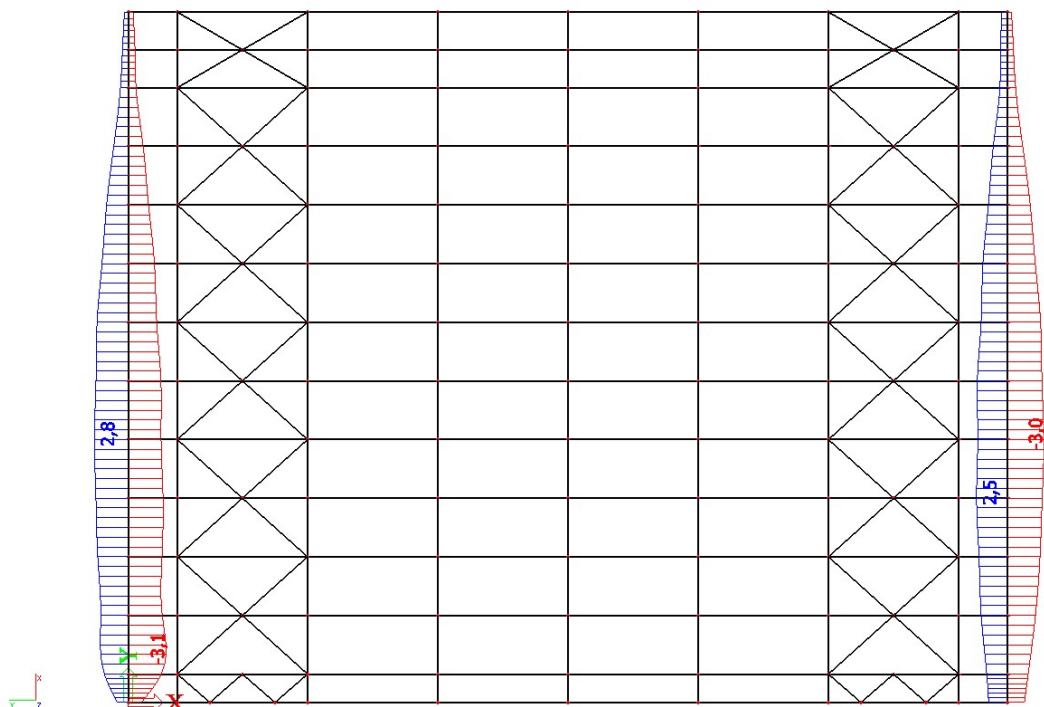


Uzdužna sila N (kN) za potresnu kombinaciju SEISMIC 2

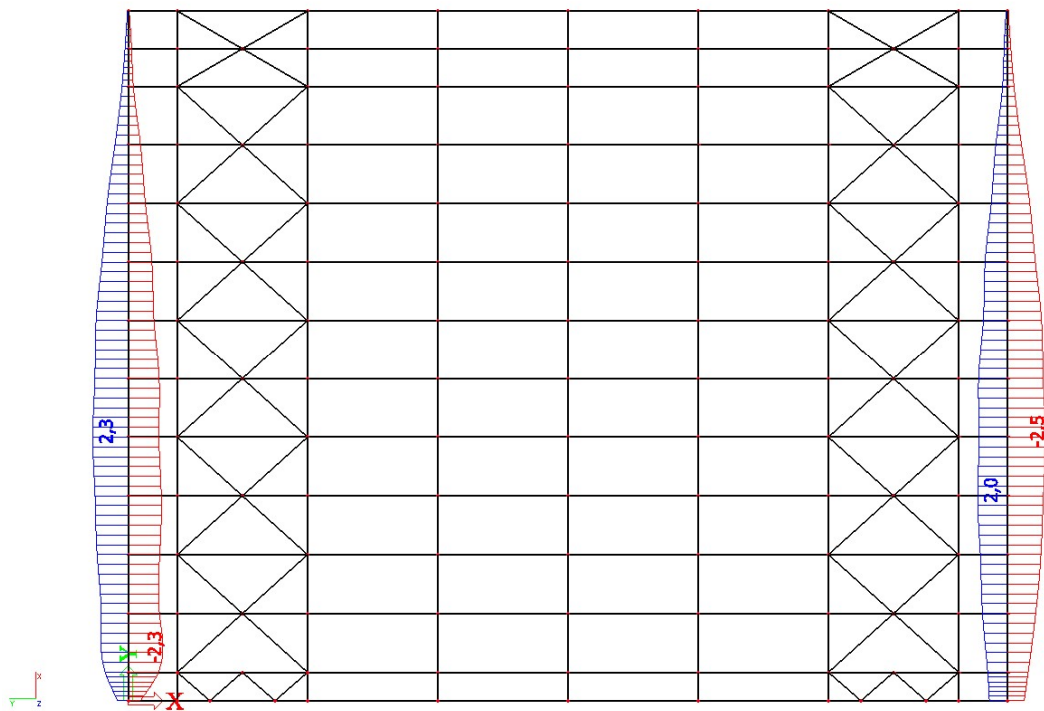


7.2.1 Horizontalni pomak konstrukcije

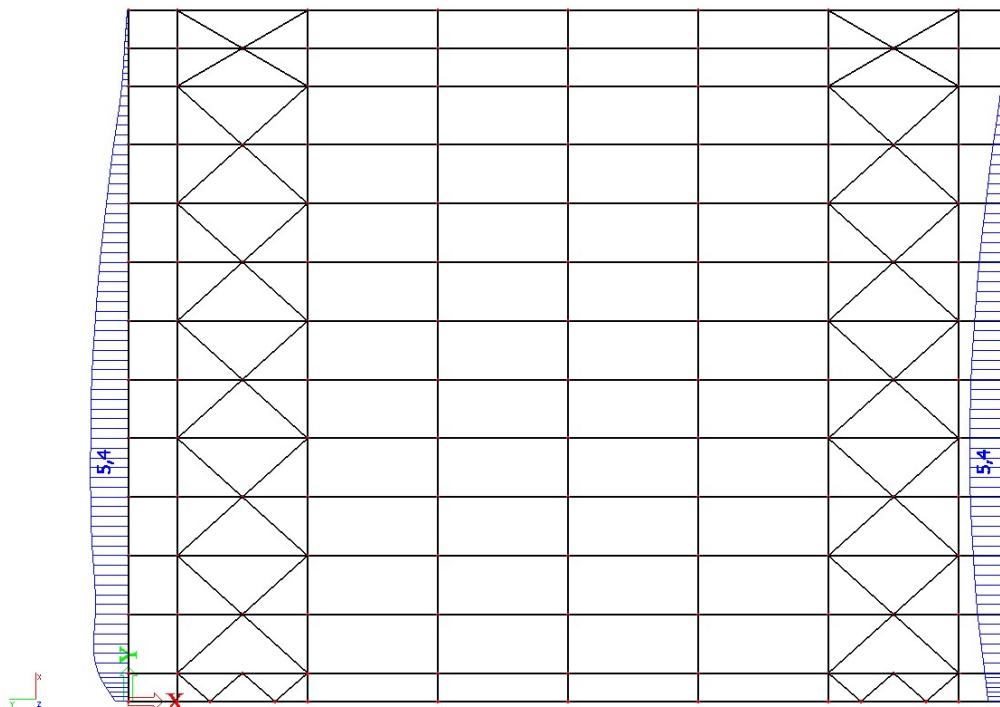
Pomak konstrukcije u y-smjeru za kombinaciju opterećenja SLS 1(granično stanje uporabivosti)



Pomak konstrukcije u y-smjeru za potresnu kombinaciju SEISMIC 1



Pomak konstrukcije u y-smjeru za potresno djelovanje u y-smjeru- SY-SLS 95



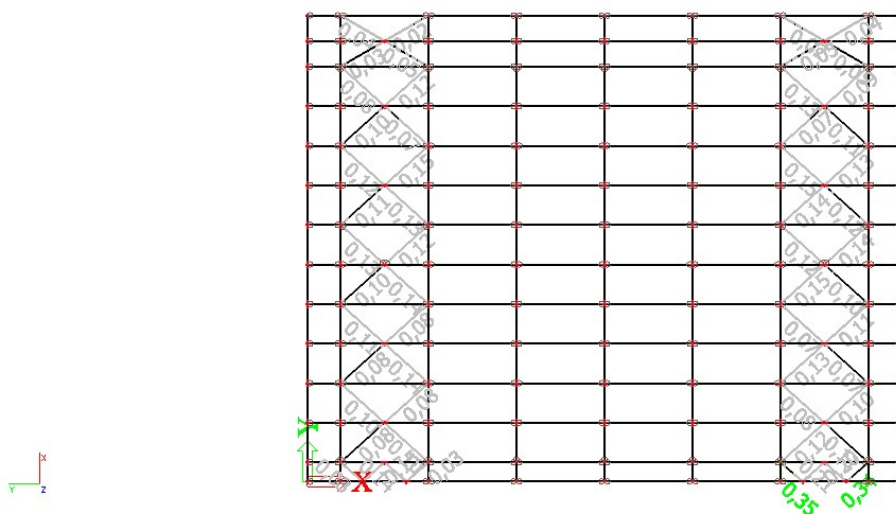
Za provjeru međukatnih pomaka konstrukcije korišteno je ubrzanje tla za povratni period od 95 godina (GSU).

Računsko ubrzanje tla: (T_{NCR}=95 godina; 10 godina; P_{NCR}=10%):

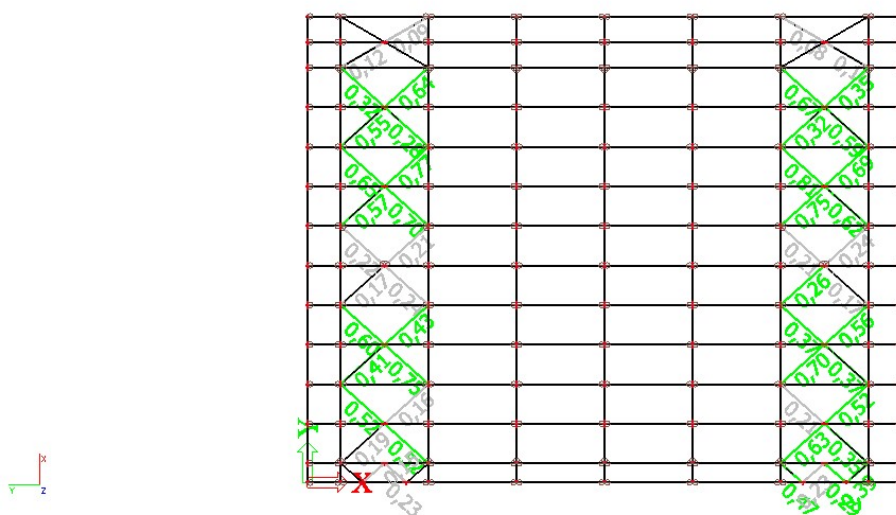
$$d_s = 5,4 \text{ mm} < d_{r,dop} = 0,005 \cdot 11000 = 55 \text{ mm}$$

7.2.2 Provjera nosivosti i stabilnosti

Provjera nosivosti za ULS1



Provjera stabilnosti za ULS1



Izvod iz proračuna za krovni tlačno vlačni spreg $\Phi 139,7 \times 5$

Check of steel

Linear calculation, Extreme : Global
Selection : B375
Combinations : ULS1

EN 1993-1-1 Code Check

National annex: Standard EN

Member B375	4,639 m	CHS139.7/5.0	S 235	ULS1/1	0,81 -
-------------	---------	--------------	-------	--------	--------

Partial safety factors	
Gamma M0 for resistance of cross-sections	1,00
Gamma M1 for resistance to instability	1,10
Gamma M2 for resistance of net sections	1,25

Material		
Yield strength f_y	235,0	MPa
Ultimate strength f_u	360,0	MPa
Fabrication	Rolled	

....SECTION CHECK:....

Classification for cross-section design

According to EN 1993-1-1 article 5.5.2

Classification for Tubular Sections

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 3

Maximum width-to-thickness ratio	27,94
Class 1 Limit	50,00
Class 2 Limit	70,00
Class 3 Limit	90,00

=> Section classified as Class 1 for cross-section design

The critical check is on position 4.639 m

Internal forces	Calculated	Unit
N_{Ed}	-76,4	kN
$V_{y,Ed}$	0,0	kN
$V_{z,Ed}$	0,0	kN
T_{Ed}	0,0	kNm
$M_{y,Ed}$	0,0	kNm
$M_{z,Ed}$	0,0	kNm

Compression check

According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

A	2,1200e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	498,2	kN
Unity check	0,15	-

The member satisfies the section check.

...:STABILITY CHECK:...:

Classification for member buckling design

Decisive position for stability classification: 0,000 m

Classification for Tubular Sections

According to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 3

Maximum width-to-thickness ratio	27,94
Class 1 Limit	50,00
Class 2 Limit	70,00
Class 3 Limit	90,00

=> Section classified as Class 1 for member buckling design

Flexural Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	sway	
System length L	9,278	4,639	m
Buckling factor k	1,00	1,00	
Buckling length Lcr	9,278	4,639	m
Critical Euler load Ncr	115,8	463,3	kN
Slenderness Lambda	194,78	97,39	
Relative slenderness Lambda,rel	2,07	1,04	
Limit slenderness Lambda,rel,0	0,20	0,20	
Buckling curve	a	a	
Imperfection Alpha	0,21	0,21	
Reduction factor Chi	0,21	0,64	
Buckling resistance Nb,Rd	94,4	289,7	kN

Flexural Buckling verification		
Cross-section area A	2,1200e-03	m ²
Buckling resistance Nb,Rd	94,4	kN
Unity check	0,81	-

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

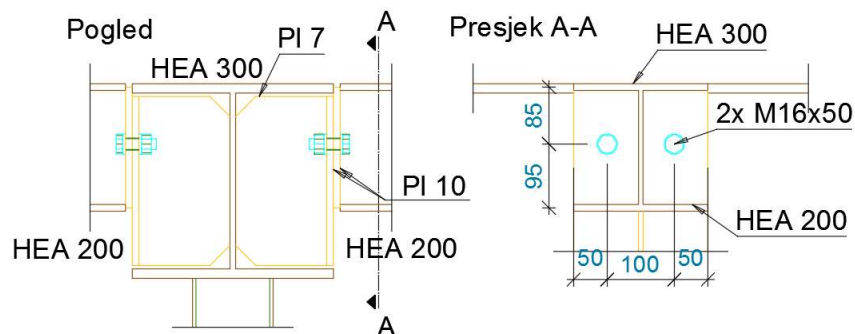
Note: The cross-section concerns a CHS section which is not susceptible to Torsional(-Flexural) Buckling.

The member satisfies the stability check.

8 PRORAČUN PRIKLJUČAKA

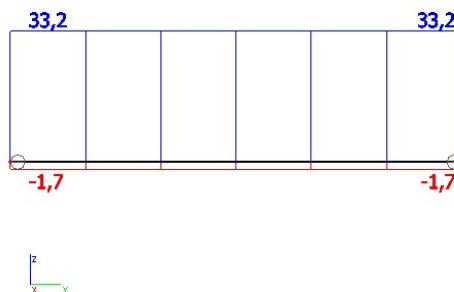
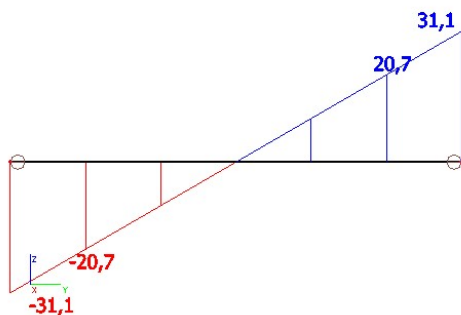
8.1 Spoj sekundarnih nosača HEA 200 na gornji pojas rešetke HEA 300

Prikaz spoja



Poprečna sila V_z (kN)

Uzdužna sila N (kN)



Proračunske sile

Poprečna sila: $V_z = 40,0$ kN

Uzdužna sila: $N = 40$ kN

Ulazni podaci:

Kvaliteta materijala: S235 $\rightarrow f_y = 235$ N/mm²; $f_u = 360$ N/mm²

Parcijalni faktor: $\gamma_{M0} = 1,0$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Profili: HEA 300

HEA 200

Dimenzije pločica: $b/h/t = 200/180/15$ mm

Vijci

M16; kvaliteta 8.8

Broj vijaka: $n=2$

Površina tijela jezgre tijela vijka: $A_s = 157,0 \text{ mm}^2$

Granica popuštanja: $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$

Vlačna čvrstoća: $f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$

Promjer vijka: $d = 16 \text{ mm}$

Promjer rupe za vijak: $d_0 = 18 \text{ mm}$

Otpornost vijka na vlak

$$F_{t,Ed} = 40,0 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 157,0}{1,25} \cdot 10^{-3} = 90,43 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} \leq n \cdot F_{t,Rd}$$

$$40,0 \text{ kN} < 180,86 \text{ kN} \quad \textbf{ZADOVOLJAVA}$$

Otpornost vijka na posmik

$$N_{Ed} = 400,0 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot \frac{f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot \frac{800 \cdot 157,0}{1,25} \cdot 10^{-3} = 60,3 \text{ kN}$$

$$T_{Ed} \leq n \cdot F_{v,Rd}$$

$$40,0 \text{ kN} < 120,6 \text{ kN} \quad \textbf{ZADOVOLJAVA}$$

Otpornost na pritisak po omotaču rupe

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = \min\left(\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right)$$

$$k_1 = \min\left(\frac{2,8 \cdot 55}{18} - 1,7; 2,5\right) = \min(6,85; 2,5) \rightarrow 2,5$$

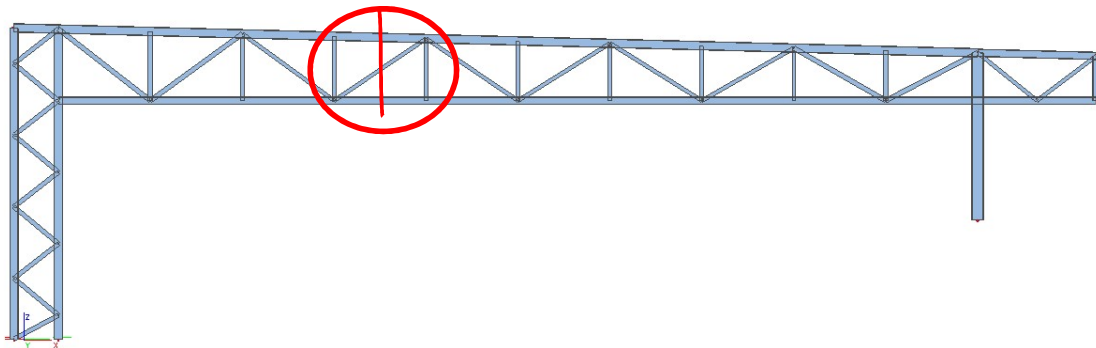
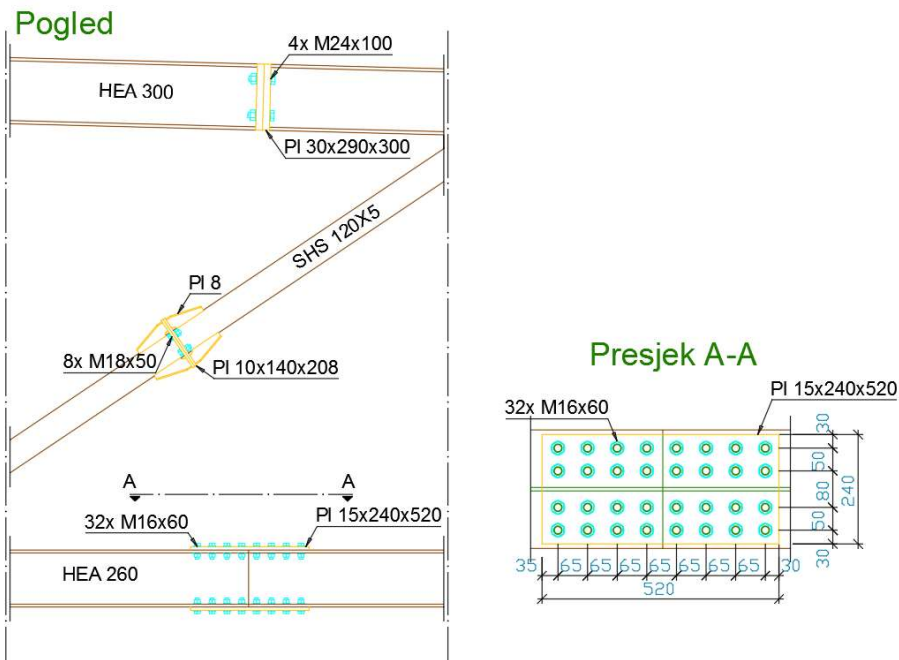
$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right)$$

$$\alpha = \min\left(\frac{85}{54}, \frac{800}{360}, 1\right) = \min(1,57; 2,22; 1) \rightarrow 1,0$$

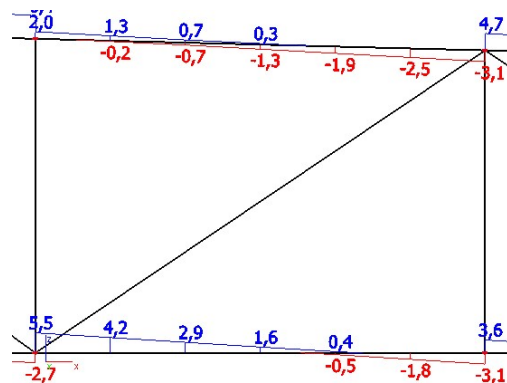
$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 16 \cdot 10 \cdot 360}{1,25} \cdot 10^{-3} = 115,2 \text{ kN}$$

$$40,0 \text{ kN} \leq 115 \text{ kN} \quad \textbf{ZADOVOLJAVA}$$

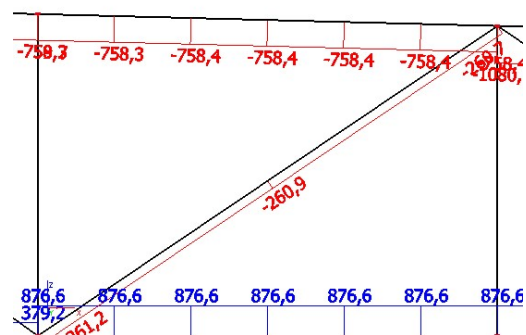
8.2 Spoj segmenata rešetke



Poprečna sila V_z (kN)



Uzdužna sila N (kN)



Splice Joint Description

Connection Details

Connected elements

Element	Profiles	Height	Width	Web thickness	Flange thickness	Rounding radius	Material	Id
Main Beam	HEA260	250mm	260mm	7.5mm	12.5mm	24mm	S355	923
Secondary beam	HEA260	250mm	260mm	7.5mm	12.5mm	24mm	S355	924

Design efforts

Case name	M	N	V
SimpleMaxTorsor	0kNm	880kN	10kN

Bolt properties

Connecting	Type	Diameter	Number of bolts	Grade	Assembly	Hole diameter	Area
Main beam Top flange - plate	14399-3	16mm	16	8.8	Mu2S	2mm	0m²
Secondary beam Top flange - plate	14399-3	16mm	16	8.8	Mu2S	2mm	0m²
Main beam Bottom flange - plate	14399-3	16mm	16	8.8	Mu2S	2mm	0m²
Secondary beam Bottom flange - plate	14399-3	16mm	16	8.8	Mu2S	2mm	0m²

Bolt Verification on Right Upper Flange

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_1 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$21.6\text{mm} \leq 35\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_2 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$21.6\text{mm} \leq 30\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (on load direction)

$$2.2 * d_0 \leq p_1 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$39.6\text{mm} \leq 65\text{mm} \leq 175\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (perpendicular on load direction)

$$2.4 * d_0 \leq p_2 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$43.2\text{mm} \leq 50\text{mm} \leq 175\text{mm}$$

OK

Bolt Shear Verification

$$F_{V,Ed} \leq F_{V,Rd}$$

$$N_{Ed} / (n * n_t) + N_{t,Ed} / n \leq n_s * \alpha_v * f_{ub} * A_b / \gamma_{Mb}$$

$$880\text{kN} / (16 * 2) + (-5.6\text{kN}) / 16 \leq 1 * 0.6 * 800\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 60.3\text{kN}$$

$$45.04 \%$$

OK

Bolt Bearing Verification

Bolt Bearing on splice plate

$$F_{V,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{V,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.2\text{kN} \leq 1 * 2.19 * 0.65 * 360\text{N/mm}^2 * 16\text{mm} * 15\text{mm} / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 98.1\text{kN}$$

$$27.69 \%$$

OK

Bolt Bearing on member's flange

$$F_{V,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{V,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.2\text{kN} \leq 1 * 2.19 * 0.95 * 510\text{N/mm}^2 * 16\text{mm} * 12.5\text{mm} / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 170.3\text{kN}$$

$$15.94 \%$$

OK

Splice Plate Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_t + N_{t,Ed} \leq A_t \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$880kN/2 + (0kN) \leq 0m^2 \cdot 235N/mm^2 / 1$$

$$440kN \leq 846kN$$

$$52.01 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq 0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$440kN \leq 0.9 \cdot 0m^2 \cdot 360N/mm^2 / 1.25$$

$$440kN \leq 653.2kN$$

$$67.36 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y \cdot A_{nv} / [\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}]$$

$$440kN \leq 360N/mm^2 \cdot 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 \cdot 0.01m^2 / (1 \cdot 1.73)$$

$$440kN \leq 861.2kN$$

$$51.09 \%$$

OK

Flange Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_f + N_{t,Ed} \leq A_t \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$880kN/2 + 0kN \leq 0m^2 \cdot 235N/mm^2 / 1$$

$$440kN \leq 763.8kN$$

$$57.61 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq 0.9 \cdot A_{net,f} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$440kN \leq 0.9 \cdot 0m^2 \cdot 360N/mm^2 / 1.25$$

$$440kN \leq 609.1kN$$

$$72.24 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y \cdot A_{nv} / [\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}]$$

$$440kN \leq 360N/mm^2 \cdot 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 \cdot 0m^2 / (1 \cdot 1.73)$$

$$440kN \leq 717.7kN$$

$$61.31 \%$$

OK

Bolt Verification on Left Upper Flange

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_1 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$21.6\text{mm} \leq 30\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_2 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$21.6\text{mm} \leq 30\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (on load direction)

$$2.2 * d_0 \leq p_1 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$39.6\text{mm} \leq 65\text{mm} \leq 175\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (perpendicular on load direction)

$$2.4 * d_0 \leq p_2 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$43.2\text{mm} \leq 50\text{mm} \leq 175\text{mm}$$

OK

Bolt Shear Verification

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$N_{Ed} / (n * n_t) + N_{t,Ed} / n \leq n_s * \alpha_v * f_{ub} * A_{ts} / \gamma_{Mb}$$

$$880\text{kN} / (16 * 2) + (-5.4\text{kN}) / 16 \leq 1 * 0.6 * 800\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 60.3\text{kN}$$

$$45.06 \%$$

OK

Bolt Bearing Verification

Bolt Bearing on splice plate

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.2\text{kN} \leq 1 * 2.19 * 0.56 * 360\text{N/mm}^2 * 16\text{mm} * 15\text{mm} / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 84.1\text{kN}$$

$$32.32 \%$$

OK

Bolt Bearing on member's flange

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.2\text{kN} \leq 1 * 2.19 * 0.95 * 510\text{N/mm}^2 * 16\text{mm} * 12.5\text{mm} / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 170.3\text{kN}$$

$$15.95 \%$$

OK

Bolt Verification on Left Upper Flange

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_1 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$21.6\text{mm} \leq 30\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_2 \leq (4 * t + 40\text{mm})$$

$$21.6\text{mm} \leq 30\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (on load direction)

$$2.2 * d_0 \leq p_1 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$39.6\text{mm} \leq 65\text{mm} \leq 175\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (perpendicular on load direction)

$$2.4 * d_0 \leq p_2 \leq \min(14 * t; 200\text{mm})$$

$$43.2\text{mm} \leq 50\text{mm} \leq 175\text{mm}$$

OK

Bolt Shear Verification

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$N_{Ed} / (n * n_t) + N_{f,Ed} / n \leq n_s * \alpha_v * f_{ub} * A_{ub} / \gamma_{Mb}$$

$$880\text{kN} / (16 * 2) + (-5.4\text{kN}) / 16 \leq 1 * 0.6 * 800\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 60.3\text{kN}$$

$$45.06 \%$$

OK

Bolt Bearing Verification

Bolt Bearing on splice plate

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_t * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.2\text{kN} \leq 1 * 2.19 * 0.56 * 360\text{N/mm}^2 * 16\text{mm} * 15\text{mm} / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 84.1\text{kN}$$

$$32.32 \%$$

OK

Bolt Bearing on member's flange

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_t * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.2\text{kN} \leq 1 * 2.19 * 0.95 * 510\text{N/mm}^2 * 16\text{mm} * 12.5\text{mm} / 1.25$$

$$27.2\text{kN} \leq 170.3\text{kN}$$

$$15.95 \%$$

OK

Splice Plate Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_t + N_{f,Ed} \leq A * f_y / \gamma_{M0}$$

$$880\text{kN} / 2 + (0\text{kN}) \leq 0\text{m}^2 * 235\text{N/mm}^2 / 1$$

$$440\text{kN} \leq 846\text{kN}$$

$$52.01 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq 0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}$$

$$440\text{kN} \leq 0.9 * 0\text{m}^2 * 360\text{N/mm}^2 / 1.25$$

$$440\text{kN} \leq 653.2\text{kN}$$

$$67.36 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y * A_{nv} / [\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3)]$$

$$440\text{kN} \leq 360\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25 + 235\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / (1 * 1.73)$$

$$440\text{kN} \leq 840.8\text{kN}$$

$$52.33 \%$$

OK

Flange Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed, flange} \leq N_{pl, Rd}$$

$$N_{Ed} / n_f + N_{f, Ed} \leq A_f \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$880 \text{ kN} / 2 + 0 \text{ kN} \leq 0 \text{ m}^2 \cdot 235 \text{ N/mm}^2 / 1$$

$$440 \text{ kN} \leq 763.8 \text{ kN}$$

$$57.61 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed, flange} \leq N_{u, Rd}$$

$$N_{Ed, flange} \leq 0.9 \cdot A_{net, f} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$440 \text{ kN} \leq 0.9 \cdot 0 \text{ m}^2 \cdot 360 \text{ N/mm}^2 / 1.25$$

$$440 \text{ kN} \leq 609.1 \text{ kN}$$

$$72.24 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed, flange} \leq V_{eff, 1, Rd}$$

$$N_{Ed, flange} \leq f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y \cdot A_{rv} / [\gamma_{M0} \cdot \text{SQRT}(3)]$$

$$440 \text{ kN} \leq 360 \text{ N/mm}^2 \cdot 0 \text{ m}^2 / 1.25 + 235 \text{ N/mm}^2 \cdot 0 \text{ m}^2 / (1 \cdot 1.73)$$

$$440 \text{ kN} \leq 700.7 \text{ kN}$$

$$62.79 \%$$

OK

Bolt Verification on Right Lower Flange

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$$1.2 \cdot d_0 \leq e_1 \leq (4 \cdot t + 40 \text{ mm})$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 35 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$$1.2 \cdot d_0 \leq e_2 \leq (4 \cdot t + 40 \text{ mm})$$

$$21.6 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (on load direction)

$$2.2 \cdot d_0 \leq p_1 \leq \min(14 \cdot t; 200 \text{ mm})$$

$$39.6 \text{ mm} \leq 65 \text{ mm} \leq 175 \text{ mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (perpendicular on load direction)

$$2.4 \cdot d_0 \leq p_2 \leq \min(14 \cdot t; 200 \text{ mm})$$

$$43.2 \text{ mm} \leq 50 \text{ mm} \leq 175 \text{ mm}$$

OK

Bolt Shear Verification

$$F_{v, Ed} \leq F_{v, Rd}$$

$$N_{Ed} / (n \cdot n_f) - N_{f, Ed} / n \leq n_s \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb}$$

$$880 \text{ kN} / (16 \cdot 2) - (-5.6 \text{ kN}) / 16 \leq 1 \cdot 0.6 \cdot 800 \text{ N/mm}^2 \cdot 0 \text{ m}^2 / 1.25$$

$$27.8 \text{ kN} \leq 60.3 \text{ kN}$$

$$46.19 \%$$

OK

Bolt Bearing Verification

Bolt Bearing on splice plate

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.8kN \leq 1 * 2.19 * 0.65 * 360N/mm^2 * 16mm * 15mm / 1.25$$

$$27.8kN \leq 98.1kN$$

$$28.4 \%$$

OK

Bolt Bearing on member's flange

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.8kN \leq 1 * 2.19 * 0.95 * 510N/mm^2 * 16mm * 12.5mm / 1.25$$

$$27.8kN \leq 170.3kN$$

$$16.35 \%$$

OK

Splice Plate Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_f - N_{t,Ed} \leq A * f_y / \gamma_{M0}$$

$$880kN/2 - (0kN) \leq 0m^2 * 235N/mm^2 / 1$$

$$440kN \leq 846kN$$

$$52.01 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq 0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}$$

$$440kN \leq 0.9 * 0m^2 * 360N/mm^2 / 1.25$$

$$440kN \leq 653.2kN$$

$$67.36 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y * A_{nv} / [\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3)]$$

$$440kN \leq 360N/mm^2 * 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 * 0.01m^2 / (1 * 1.73)$$

$$440kN \leq 861.2kN$$

$$51.09 \%$$

OK

Flange Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_f - (N_{t,Ed}) \leq A_t * f_y / \gamma_{M0}$$

$$880kN/2 - 0kN \leq 0m^2 * 235N/mm^2 / 1$$

$$440kN \leq 763.8kN$$

$$57.61 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq 0.9 * A_{net,t} * f_u / \gamma_{M2}$$

$$440kN \leq 0.9 * 0m^2 * 360N/mm^2 / 1.25$$

$$440kN \leq 609.1kN$$

$$72.24 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq f_u * A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y * A_{nv} / [\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3)]$$

$$440kN \leq 360N/mm^2 * 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 * 0m^2 / (1 * 1.73)$$

$$440kN \leq 717.7kN$$

$$61.31 \%$$

OK

Flange Verifications

Tension Yielding verification

$N_{Ed, flange} \leq N_{pl,Rd}$
 $N_{Ed} / n_f \cdot (N_{t,Ed}) \leq A_t \cdot f_y / \gamma_{M0}$
 $880kN / 2 - 0kN \leq 0m^2 \cdot 235N/mm^2 / 1$
 $440kN \leq 763.8kN$
 57.61%
OK

Tension Ultimate Verification

$N_{Ed, flange} \leq N_{u,Rd}$
 $N_{Ed, flange} \leq 0.9 \cdot A_{net,f} \cdot f_u / \gamma_{M2}$
 $440kN \leq 0.9 \cdot 0m^2 \cdot 360N/mm^2 / 1.25$
 $440kN \leq 609.1kN$
 72.24%
OK

Block Tearing Verification

$N_{Ed, flange} \leq V_{eff,1,Rd}$
 $N_{Ed, flange} \leq f_u \cdot A_{nt} / \gamma_{M2} + f_y \cdot A_{nv} / [\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}]$
 $440kN \leq 360N/mm^2 \cdot 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 \cdot 0m^2 / (1 \cdot 1.73)$
 $440kN \leq 717.7kN$
 61.31%
OK

Bolt Verification on Left Lower Flange

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$1.2 \cdot d_0 \leq e_1 \leq (4 \cdot t + 40mm)$
 $21.6mm \leq 30mm \leq 90mm$
OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$1.2 \cdot d_0 \leq e_2 \leq (4 \cdot t + 40mm)$
 $21.6mm \leq 30mm \leq 90mm$
OK

Min/Max bolt spacing distance (on load direction)

$2.2 \cdot d_0 \leq p_1 \leq \min(14 \cdot t; 200mm)$
 $39.6mm \leq 65mm \leq 175mm$
OK

Min/Max bolt spacing distance (perpendicular on load direction)

$2.4 \cdot d_0 \leq p_2 \leq \min(14 \cdot t; 200mm)$
 $43.2mm \leq 50mm \leq 175mm$
OK

Bolt Shear Verification

$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$
 $N_{Ed} / (n \cdot n_t) - N_{t,Ed} / n \leq n_s \cdot \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb}$
 $880kN / (16 \cdot 2) - (-5.4kN) / 16 \leq 1 \cdot 0.6 \cdot 800N/mm^2 \cdot 0m^2 / 1.25$
 $27.8kN \leq 60.3kN$
 46.17%
OK

Bolt Bearing Verification

Bolt Bearing on splice plate

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.8kN \leq 1 * 2.19 * 0.56 * 360N/mm^2 * 16mm * 15mm / 1.25$$

$$27.8kN \leq 84.1kN$$

$$33.12 \%$$

OK

Bolt Bearing on member's flange

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \sum(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$27.8kN \leq 1 * 2.19 * 0.95 * 510N/mm^2 * 16mm * 12.5mm / 1.25$$

$$27.8kN \leq 170.3kN$$

$$16.34 \%$$

OK

Splice Plate Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_f - N_{t,Ed} \leq A * f_y / \gamma_{M0}$$

$$880kN/2 - (0kN) \leq 0m^2 * 235N/mm^2 / 1$$

$$440kN \leq 846kN$$

$$52.01 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq 0.9 * A_{net} * f_u / \gamma_{M2}$$

$$440kN \leq 0.9 * 0m^2 * 360N/mm^2 / 1.25$$

$$440kN \leq 653.2kN$$

$$67.36 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ splice}} \leq f_u * A_{n0} / \gamma_{M2} + f_y * A_{nv} / [\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3)]$$

$$440kN \leq 360N/mm^2 * 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 * 0m^2 / (1 * 1.73)$$

$$440kN \leq 840.8kN$$

$$52.33 \%$$

OK

Flange Verifications

Tension Yielding verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{Ed} / n_f - (N_{t,Ed}) \leq A_f * f_y / \gamma_{M0}$$

$$880kN/2 - 0kN \leq 0m^2 * 235N/mm^2 / 1$$

$$440kN \leq 763.8kN$$

$$57.61 \%$$

OK

Tension Ultimate Verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq N_{u,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq 0.9 * A_{net,f} * f_u / \gamma_{M2}$$

$$440kN \leq 0.9 * 0m^2 * 360N/mm^2 / 1.25$$

$$440kN \leq 609.1kN$$

$$72.24 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$N_{Ed \text{ flange}} \leq f_u * A_{n0} / \gamma_{M2} + f_y * A_{nv} / [\gamma_{M0} * \text{SQRT}(3)]$$

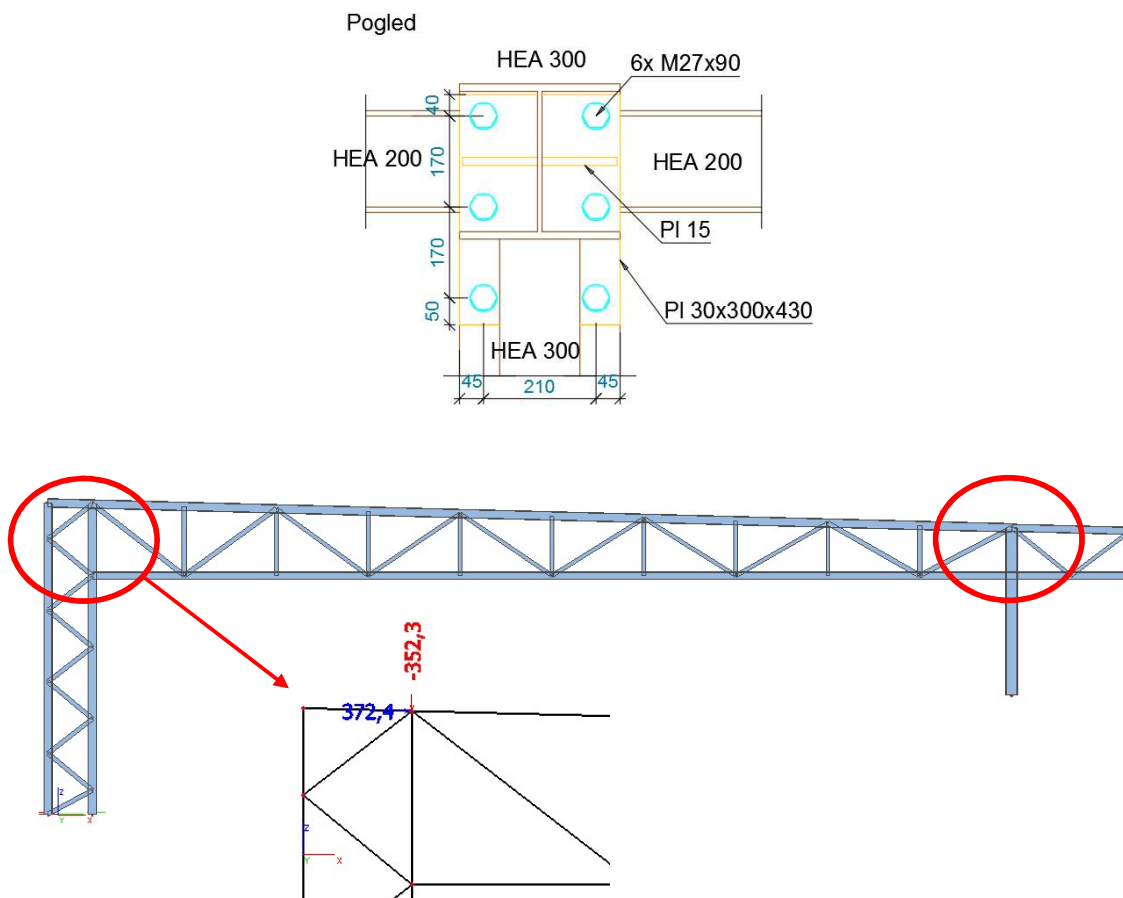
$$440kN \leq 360N/mm^2 * 0m^2 / 1.25 + 235N/mm^2 * 0m^2 / (1 * 1.73)$$

$$440kN \leq 700.7kN$$

$$62.79 \%$$

OK

8.3 Spoj rešetke na stup



Proračunske sile

Poprečna sila: $V_z = 360,0$ kN

Uzdužna sila: $N = 380$ kN

Single Side End Plate Description

Connection Details

Connected elements

Element	Profiles	Height	Width	Web thickness	Flange thickness	Rounding radius	Material	Id
Main Beam	HEA300	290mm	300mm	8.5mm	14mm	27mm	S355	747
Secondary beam	HEA300	290mm	300mm	8.5mm	14mm	27mm	S355	926

Design efforts

Case name	M	N	V
SimpleMaxTorsor	0kNm	380kN	360kN

Welds thickness

Weld name	Thickness
Secondary beam - web plate	8mm
Secondary beam - bottom flange plate	8mm
Secondary beam - top flange plate	8mm

Bolt Verification

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_1$$

$$34.8\text{mm} \leq 40\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$$1.2 * d_0 \leq e_2$$

$$34.8\text{mm} \leq 45\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (on load direction)

$$2.2 * d_0 \leq p_1 \leq \min(14 * t, 200\text{mm})$$

$$63.8\text{mm} \leq 170\text{mm} \leq 196\text{mm}$$

OK

Bolt Shear Verification

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$V_{Ed} / (n_{Obj} * n) \leq n_s * \alpha_v * f_{ub} * A_s / \gamma_{Mb}$$

$$350.1\text{kN} / (1 * 6) \leq 1 * 0.6 * 800\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$58.4\text{kN} \leq 176.3\text{kN}$$

$$33.11 \%$$

OK

Bolt Bearing Verification

Bolt bearing on plate

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$58.4\text{kN} \leq 1 * 2.5 * 0.46 * 510\text{N/mm}^2 * 27\text{mm} * 30\text{mm} / 1.25$$

$$58.4\text{kN} \leq 379.9\text{kN}$$

$$15.36 \%$$

OK

Bolt bearing on main beam

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq 1 * k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{Mb}$$

$$58.4\text{kN} \leq 1 * 2.5 * 1 * 510\text{N/mm}^2 * 27\text{mm} * 14\text{mm} / 1.25$$

$$58.4\text{kN} \leq 385.6\text{kN}$$

$$15.13 \%$$

OK

Bolt Tension Verification

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$N_{Ed} / (n_{Obj} * n) \leq k_2 * f_{ub} * A_s / \gamma_{Mb}$$

$$389.1\text{kN} / (1 * 6) \leq 0.9 * 800\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$64.9\text{kN} \leq 264.4\text{kN}$$

$$24.53 \%$$

OK

Bolt Punching Shear Resistance

$$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$$

$$F_{t,Ed} \leq 0.6 * \pi * d_m * t_p * f_u / \gamma_{Mb}$$

$$64.9\text{kN} \leq 0.6 * 3.14 * 50.85\text{mm} * 14\text{mm} * 510\text{N/mm}^2 / 1.25$$

$$64.9\text{kN} \leq 547.5\text{kN}$$

$$11.85 \%$$

OK

Bolt Shear And Tension Verification

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 * F_{t,Rd}) \leq 1$$

$$58.4\text{kN} / 176.3\text{kN} + 64.9\text{kN} / (1.4 * 264.4\text{kN}) \leq 1$$

$$0.51 \leq 1$$

OK

Shear Verification of the Plate

Shear Yielding Verification

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

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * f_y * A_v / (Y_{M0} * \text{SQRT}(3))$$

$$350.1\text{kN} \leq 1 * 355\text{N/mm}^2 * 0.01\text{m}^2 / (1 * 1.73)$$

$$350.1\text{kN} \leq 2644\text{kN}$$

$$13.24 \%$$

OK

Shear Ultimate Verification

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

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * 0.9 * f_u * A_{v,Net} / (Y_{M2} * \text{SQRT}(3))$$

$$350.1\text{kN} \leq 1 * 0.9 * 510\text{N/mm}^2 * 0.01\text{m}^2 / (1.25 * 1.73)$$

$$350.1\text{kN} \leq 2181.5\text{kN}$$

$$16.05 \%$$

OK

Block Tearing Verification

$$V_{Ed} \leq V_{eff,1,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * (f_u * A_{nt} / Y_{M2} + f_y * A_{nv} / (Y_{M0} * \text{SQRT}(3)))$$

$$350.1\text{kN} \leq 1 * (510\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / 1.25 + 355\text{N/mm}^2 * 0.02\text{m}^2 / (1 * 1.73))$$

$$350.1\text{kN} \leq 4651.1\text{kN}$$

$$7.53 \%$$

OK

Shear Verification of the Secondary Beam

Shear Yielding Verification

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

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} * f_y * A_v / (Y_{M0} * \text{SQRT}(3))$$

$$350.1\text{kN} \leq 1 * 355\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / (1 * 1.73)$$

$$350.1\text{kN} \leq 399\text{kN}$$

$$87.76 \%$$

OK

Weld Verification

Conditions on Web

Minimum weld thickness

$3 \text{ mm} \leq a$
 $3 \text{ mm} \leq 8 \text{ mm}$
OK

Minimum weld length

$\max(30 \text{ mm}; 6 * a) \leq l_{\text{eff}}$
 $48 \text{ mm} \leq 213 \text{ mm}$
OK

Conditions on Flange

Minimum weld thickness

$3 \text{ mm} \leq a$
 $3 \text{ mm} \leq 8 \text{ mm}$
OK

Minimum weld length

$\max(30 \text{ mm}; 6 * a) \leq l_{\text{eff}}$
 $48 \text{ mm} \leq 102.75 \text{ mm}$
OK

Weld Verification

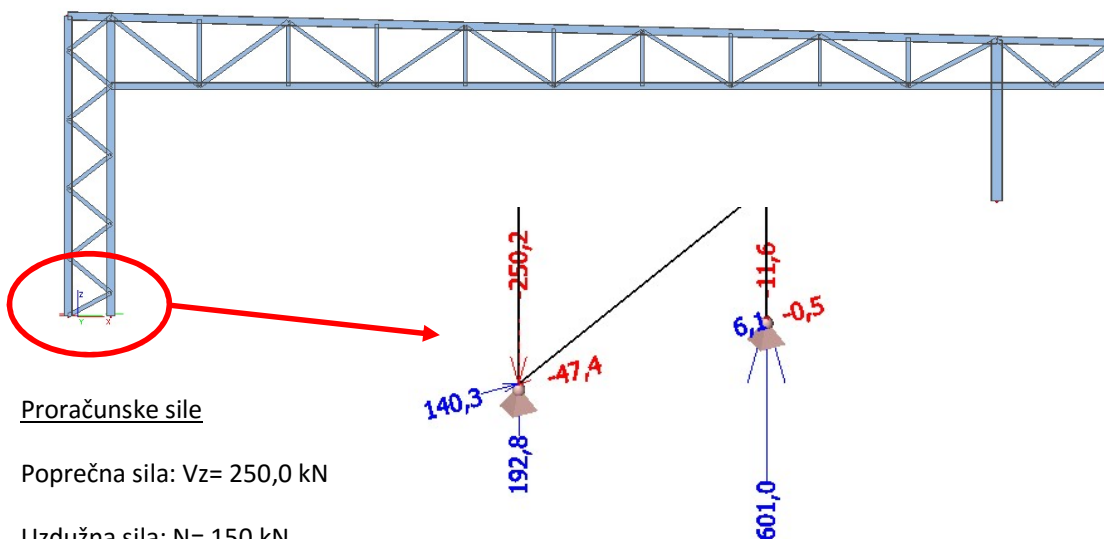
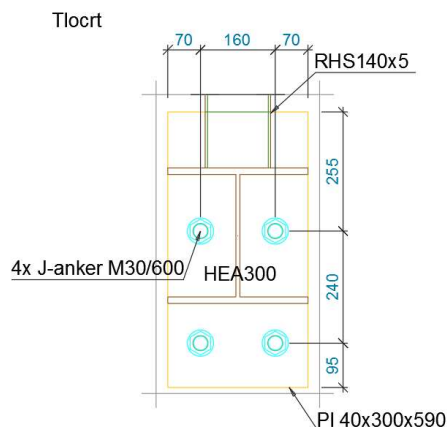
$$F_{w,Ed,Res} \leq F_{w,Rd}$$

$\text{SQRT}(V_{Ed}^2 + N_{Ed}^2) \leq n_{Obj} * n_w * f_{w,d} * (a_{web} * l_{eff_web} + a_{top_fl} * l_{eff_top_fl} + a_{bottom_fl} * l_{eff_bottom_fl})$
 $523.5 \text{ kN} \leq 1 * 1 * 261.7 \text{ N/mm}^2 * (8 \text{ mm} * 426 \text{ mm} + 8 \text{ mm} * 489.5 \text{ mm})$
 $523.5 \text{ kN} \leq 1916.9 \text{ kN}$
 27.31%
OK

Conclusion

The connection is correctly designed to resist the applied forces

8.4 Spoj rešetkastog stupa sa temeljom



Proračunske sile

Poprečna sila: $V_z = 250,0$ kN

Uzdužna sila: $N = 150$ kN

Base plate Description

Connection Details

Connected elements

Element	Profiles	Height	Width	Web thickness	Flange thickness	Rounding radius	Material	Id
Column	HEA300	290mm	300mm	8.5mm	14mm	27mm	S355	319
Isolated Footing	F1000x3000	3500mm	3000mm				C30/37	2682

Design efforts

Case name	M	N	V
SimpleMaxTorsor	0kNm	250kN	150kN

Welds thickness

Weld name	Thickness
Column flange - plate	4mm
Column web - plate	4mm

Anchor properties

Connecting	Type	Diameter	Number of anchors	Grade	Assembly	Hole diameter	Area
Base plate - Concrete block	J-Anker Ringbuch	30mm	4	4.6	MuS	2mm	0m²

Anchor Bolt Tension Verification

$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$
 $N_{Ed} / (n_{obj} * n) \leq k_2 * f_{ub} * A_b / \gamma_{Mb}$
 $250kN / (1 * 4) \leq 0.9 * 400N/mm^2 * 0m^2 / 1.25$
 $62.5kN \leq 161.6kN$
 38.68%
OK

Anchor Bolt Punching Shear Resistance

$F_{vb,Ed} \leq F_{vb,Rd}$
 $V_{Ed} / (n_{obj} * n) \leq \min(k_1 * \alpha_b * f_u * d * \Sigma(t_i) / \gamma_{M2}; \alpha_b * f_{ub} * A_b / \gamma_{Mb})$
 $150kN / (1 * 4) \leq \min(2.5 * 0.78 * 510N/mm^2 * 30mm * 40mm / 1.25; 0.37 * 400N/mm^2 * 0m^2 / 1.25)$
 $37.5kN \leq 66.1kN$
 56.76%
OK

Anchor Bolt Shear And Tension Verification

$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 * F_{t,Rd}) \leq 1$
 $37.5kN / 66.1kN + 62.5kN / (1.4 * 161.6kN) \leq 1$
 $0.84 \leq 1$
OK

Design Tension Resistance - Individual Anchor Bolt Rows

Anchor bolt row 1:

$F_{t1,Ed} \leq F_{t1,Rd}$
 $n_v * [M_{Ed} * h_1 / (n_v * \Sigma(h_i^2)) + N_{Ed} / (n_{obj} * n_{h,i})] \leq F_{t1,ep,Rd}$
 $2 * [0kNm * 308mm / (2 * 0.2m^2) + 250kN / (1 * 4)] \leq 323.1kN$
 $125kN \leq 323.1kN$ from (Design tension resistance for end plate in bending)
 38.68%
OK

Anchor bolt row 2:

$F_{t2,Ed} \leq F_{t2,Rd}$
 $n_v * [M_{Ed} * h_2 / (n_v * \Sigma(h_i^2)) + N_{Ed} / (n_{obj} * n_{h,i})] \leq F_{t2,ep,Rd}$
 $2 * [0kNm * 68mm / (2 * 0.2m^2) + 250kN / (1 * 4)] \leq 323.1kN$
 $125kN \leq 323.1kN$ from (Design tension resistance for end plate in bending)
 38.68%
OK

Weld Verification Column flange - plate

Conditions

$a < 0.7 * \min(t_p; t_{cl})$
 $4mm \leq 9.8mm$
OK

Minimum weld thickness

$3mm \leq a$
 $3mm \leq 4mm$
OK

Minimum weld length

$\max(30mm; 6 * a) \leq l_{eff}$
 $30mm \leq 110.75mm$
OK

Maximum weld length

$l_{eff} \leq 150 * a$
 $292mm \leq 600mm$
OK

Weld verification

$F_{w,Ed,Res} \leq F_{w,Rd}$
 $M_{Ed} / h_f + N_{Ed} / 2 \leq n_{obj} * n_w * f_{vw,d} * a * l_{eff}$
 $0kNm / 276mm + 250kN / 2 \leq 1 * 1 * 261.7N/mm^2 * 4mm * 513.5mm$
 $125kN \leq 537.6kN$
 23.25%
OK

Weld Verification Column web - plate

Conditions

$$a < 0.7 \cdot \min(t_p, t_{cw})$$

$$4\text{mm} \leq 5.95\text{mm}$$

OK

Minimum weld thickness

$$3\text{mm} \leq a$$

$$3\text{mm} \leq 4\text{mm}$$

OK

Minimum weld length

$$\max(30\text{mm}; 6 \cdot a) \leq l_{\text{eff}}$$

$$30\text{mm} \leq 200\text{mm}$$

OK

Maximum weld length

$$l_{\text{eff}} \leq 150 \cdot a$$

$$200\text{mm} \leq 600\text{mm}$$

OK

Weld verification

$$F_{w,Ed,Res} \leq F_{w,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} \cdot n_w \cdot f_{vw,d} \cdot a \cdot l_{\text{eff}}$$

$$150\text{kN} \leq 1 \cdot 2 \cdot 261.7\text{N/mm}^2 \cdot 4\text{mm} \cdot 200\text{mm}$$

$$150\text{kN} \leq 418.8\text{kN}$$

$$35.82\%$$

OK

Resistance of column base plate

Column base plate in axial forces - compression

Conditions

if $N_{c,Ed} > 0$ verification is not necessary

Column base plate in shear force

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq C_{F,d} \cdot N_{c,Ed} + n \cdot F_{vb,Rd}$$

$$150\text{kN} \leq 0.2 \cdot 0\text{kN} + 4 \cdot 66.1\text{kN}$$

$$150\text{kN} \leq 264.3\text{kN}$$

$$56.76\%$$

OK

Column Verification

Column Web Panel in Shear

Conditions

$$d / t_w \leq 69 \cdot \epsilon$$

$$208\text{mm} / 8.5\text{mm} \leq 69 \cdot 0.81$$

$$24.47 \leq 56.14$$

OK

Column web panel in shear

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

$$V_{Ed} \leq 0.9 \cdot f_{y,wc} \cdot A_{vc} / (\text{SQRT}(3) \cdot \gamma_{M0})$$

$$150\text{kN} \leq 0.9 \cdot 355\text{N/mm}^2 \cdot 0\text{m}^2 / (1.73 \cdot 1)$$

$$150\text{kN} \leq 687.1\text{kN}$$

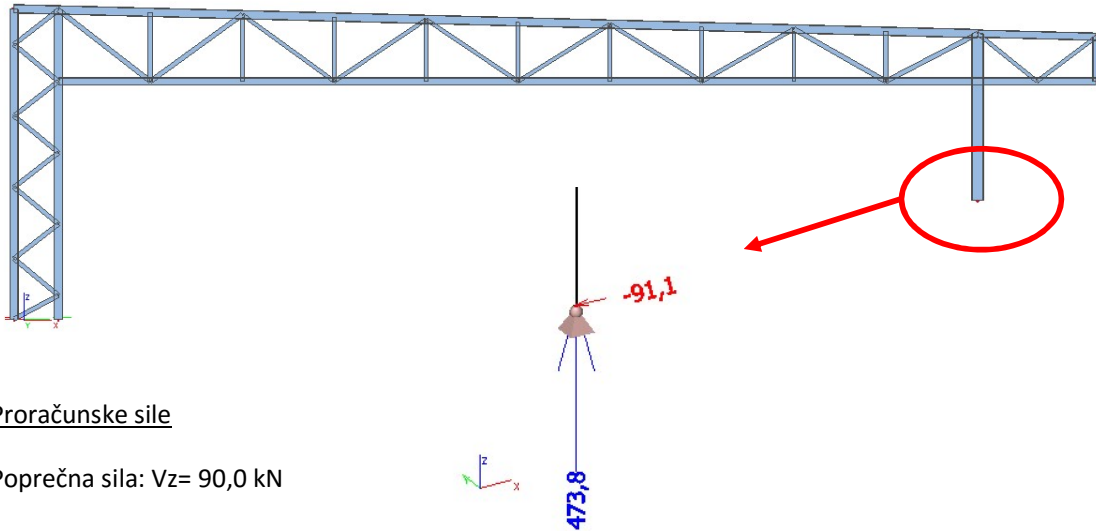
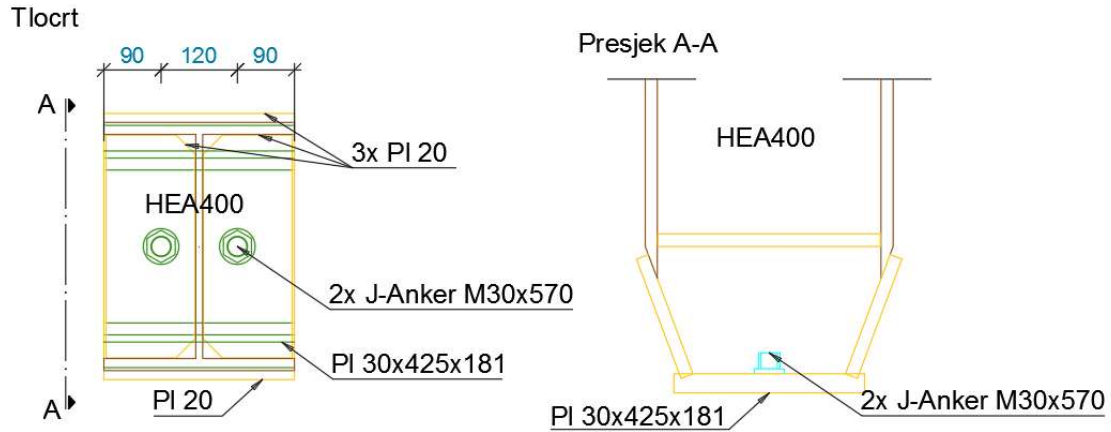
$$21.83\%$$

OK

Conclusion

The connection does not resist the applied forces

8.5 Spoj stupa HEA 400 sa temeljom



Proračunske sile

Poprečna sila: $V_z = 90,0 \text{ kN}$

Uzdužna sila: $N = 500 \text{ kN}$

Base Plate Cut Description

Connection Details

Connected elements

Element	Profiles	Height	Width	Web thickness	Flange thickness	Rounding radius	Material	Id
Column	HEA400	390mm	300mm	11mm	19mm	27mm	S355	13

Design efforts

Case name	M	N	V
SimpleMaxTorsor	0kNm	-500kN	90kN

Welds thickness

Weld name	Thickness
Column web - base plate	4mm

Anchor properties

Connecting	Type	Diameter	Number of anchors	Grade	Assembly	Hole diameter	Area
Base plate - Concrete block	Fischer FHB II-A L	24mm	2	Stvz.	Set	12mm	0m²

Anchor Bolt Verification

Conditions

Min/Max bolt edge distance (on load direction)

$$1.2 \cdot d_0 \leq e_1$$

$$43.2\text{mm} \leq 150\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt edge distance (perpendicular on load direction)

$$1.2 \cdot d_0 \leq e_2$$

$$43.2\text{mm} \leq 90\text{mm}$$

OK

Min/Max bolt spacing distance (perpendicular on load direction)

$$2.4 \cdot d_0 \leq p_2 \leq \min(14 \cdot t; 200\text{mm})$$

$$86.4\text{mm} \leq 120\text{mm} \leq 200\text{mm}$$

OK

Anchor Bolt Tension Verification

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$$

$$N_{Ed} / (n_{Obj} \cdot n) \leq k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb}$$

$$-500\text{kN} / (1 \cdot 2) \leq 0.9 \cdot 490\text{N/mm}^2 \cdot 0\text{m}^2 / 1.25$$

$$F_{t,Ed} = -250\text{kN}$$

$$F_{t,Ed} \leq 0$$

Verification not necessary

Anchor Bolt Punching Shear Resistance

$$F_{vb,Ed} \leq F_{vb,Rd}$$

$$V_{Ed} / (n_{Obj} \cdot n) \leq \min(k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot \Sigma(t_i) / \gamma_{M2}; \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{Mb})$$

$$90\text{kN} / (1 \cdot 2) \leq \min(2.5 \cdot 1 \cdot 360\text{N/mm}^2 \cdot 24\text{mm} \cdot 30\text{mm} / 1.25; 0.44 \cdot 490\text{N/mm}^2 \cdot 0\text{m}^2 / 1.25)$$

$$45\text{kN} \leq 60.9\text{kN}$$

$$73.91 \%$$

OK

Anchor Bolt Shear And Tension Verification

Verification not necessary

Weld verification column web - base plate

Conditions

$$a < 0.7 \cdot \min(t_p; t_c)$$

$$4\text{mm} \leq 7.7\text{mm}$$

OK

Minimum weld thickness

$$3\text{mm} \leq a$$

$$3\text{mm} \leq 4\text{mm}$$

OK

Minimum weld length

$$\max(30\text{mm}; 6 \cdot a) \leq l_{eff}$$

$$30\text{mm} \leq 265\text{mm}$$

OK

Weld Verification

$$F_{w,Ed,Res} \leq F_{w,Rd}$$

$$V_{Ed} \leq n_{Obj} \cdot n_w \cdot f_{vw,d} \cdot a \cdot l_{eff}$$

$$90\text{kN} \leq 1 \cdot 2 \cdot 207.8\text{N/mm}^2 \cdot 4\text{mm} \cdot 265\text{mm}$$

$$90\text{kN} \leq 440.6\text{kN}$$

$$20.43 \%$$

OK

Resistance of column base plate

Column base plate in axial forces - compression

Conditions

$N_{c,Ed} < 0$
 $-500\text{kN} < 0\text{kN}$
OK

$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$
 $N_{c,Ed} \leq 2 * F_{c,f,Rd} + 1 * F_{c,w,Rd}$
 $N_{c,Ed} \leq 2 * (f_{jd} * b_{eff} * l_{eff})_f + 1 * (f_{jd} * b_{eff} * l_{eff})_w$
 $500\text{kN} \leq 2 * 20\text{N/mm}^2 * 33.37\text{mm} * 300\text{mm} + 1 * 20\text{N/mm}^2 * 129.74\text{mm} * 233.26\text{mm}$
 $500\text{kN} \leq 1005.7\text{kN}$
 49.72%
OK

Geometrical parameters for the base plate

$e = 0\text{mm}$
 $N_{Ed,r} \leq 0$
 $-250\text{kN} \leq 0\text{kN}$
Not Calculated
OK
 $-Z_{C,f} < e \leq 0$
 $-150\text{mm} < 0\text{mm} \leq 0\text{mm}$
OK
 $e \leq -Z_{T,f}$
 $0\text{mm} \leq 0\text{mm}$
OK
Case: Dominant bending moment

Verification of moment resistance

$M_{Ed} \leq M_{l,Rd}$
 $M_{Ed} \leq \min((-F_{c,l,Rd} * z) / (1 + z_{tr}/e); (F_{t,l,Rd} * z) / (-1 + z_{tr}/e))$
 $0\text{kNm} \leq \min((-200.2\text{kN} * 150\text{mm}) / (1 + 0\text{mm}/0\text{mm}); (0\text{kN} * 150\text{mm}) / (-1 + 150\text{mm}/0\text{mm}))$
 $0\text{kN} = \min(0\text{kN}; 0\text{kN})$
 $0\text{kN} \leq 0\text{kN}$
Not Calculated
OK

Column base plate in shear force

$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$
 $F_{v,Ed} \leq C_{F,d} * N_{c,Ed} + n * F_{vb,Rd}$
 $90\text{kN} \leq 0.2 * 500\text{kN} + 2 * 60.9\text{kN}$
 $90\text{kN} \leq 221.8\text{kN}$
 40.58%
OK

Column Verification

Column Web Panel in Shear

Conditions
 $d / t_w \leq 69 * \epsilon$
 $240\text{mm} / 11\text{mm} \leq 69 * 0.81$
 $21.82 \leq 56.14$
OK

Column web panel in shear

$V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd} + V_{wp,add,st,Rd}$
 $V_{wp,Ed} \leq 0.9 * f_{y,wc} * A_{wc} / (\text{SQRT}(3) * V_{M0}) + \min((2 + n_{st}) * M_{pl,fc,Rd} / d_{st}; (2 * M_{pl,fc,Rd} + n_{st} * M_{pl,st,Rd}) / d_{st})$
 $90\text{kN} \leq 0.9 * 355\text{N/mm}^2 * 0\text{m}^2 / (1.73 * 1) + \min(4 * 9.6\text{kNm} / 210\text{mm}; (2 * 9.6\text{kNm} + 2 * 22.7\text{kNm}) / 210\text{mm})$
 $90\text{kN} \leq 487\text{kN} + \min(183.1\text{kN}; 307.8\text{kN})$
 $90\text{kN} \leq 670.1\text{kN}$
 13.43%
OK

Conclusion

The connection is correctly designed to resist the applied forces

9 TEMELJI

Ispod rešetkastih čeličnih stupova izvode se temeljne stope koje se međusobno povezuju temeljnim trakama. Izvesti betonske temeljne nadozide iznad stopa u širini od 40 cm

Prema geomehničkim podacima u daljnji izračun temelja i reakcije ušlo se sa slijedećim parametrima tla:

- Vertikalna nosivost tla do 426 kPa za granično stanje nosivosti
- Vertikalna nosivost tla do 650 kPa za granično stanje nosivosti

Prema geomehničkom elaboratu:

Investitor:	TELE 2, Vukovarska 269D, 10 000 Zagreb
Građevina:	Antenski stup
Izvršitelj broj:	05/2009- 19.02.2009.
Rukovoditelj projekta:	Glišo Rašković, dipl.ing. geol.
Naziv izvješća:	IZVJEŠĆE O REZULTATIMA INŽENJERSKO - GEOLOŠKO - GEOTEHNIČKOG ISTRAŽIVANJA NA k.č. 2786 k.o. Grab (ZAD504.1 KONČIĆ)

dopušteno opterećenje tj. nosivost temeljnog tla za temeljne trake iznosi:

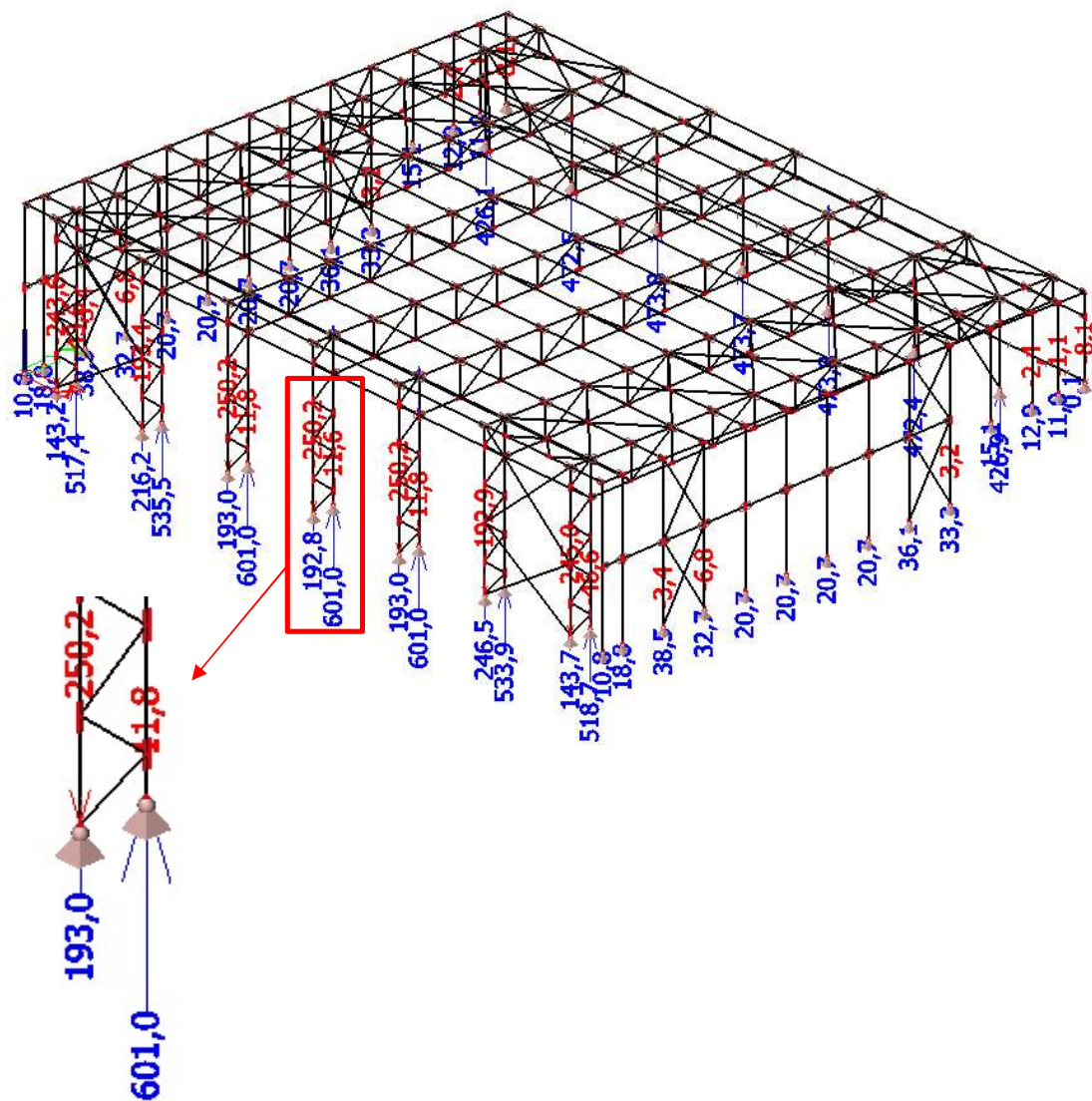
→ (izvadak iz geomehničkog elaborata):

Granična nosivost tla	426 kN/m ²
Dopušteno opterećenje tla za faktor sigurnosti za koheziju	426 kN/m ²
Proračun po formuli za slom tla	450 kN/m ²

Za vapnenca, kakvi su utvrđeni na ovom lokalitetu u zoni temeljenja, brojna su laboratorijska ispitivanja na sličnim terenima omogućila proračune dopuštenog opterećenja koja se mogu koristiti s odstupanjima najviše do 10%. Dopušteno specifično opterećenje, za glavno+dopunsko iznosi $q_{dop}=650 \text{ kN/m}^2$. S obzirom na relativno malu deformabilnost stijenske mase vapnenaca pri gomjnim kontaktnim naponima za očekivati je slijeganje manje od 1,0 cm i to kao posljedicu zatvaranja pukotina.

9.1 Temeljne stope

Reakcije:



$N = 601 \text{ Kn}$

$M_y = 250 \cdot 1,5 = 375 \text{ kNm}$

9.1.1 Naprezanje temeljnih stopa

STOPA TIP 1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,60
b (m)	2,30
h (m)	0,60
t (m)	1,00
df (m)	1,60
bx (m)	0,30
by (m)	0,60
dk (m)	0,40
cx (m)	1,25
cy (m)	1,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	426,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	600,00
M _{sd,x} (kNm)	5,00
M _{sd,y} (kNm)	375,00
V _{sd,x} (kN)	6,10
V _{sd,y} (kN)	0,10

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	172,64

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	126,85

Težina podne ploče iznad stope

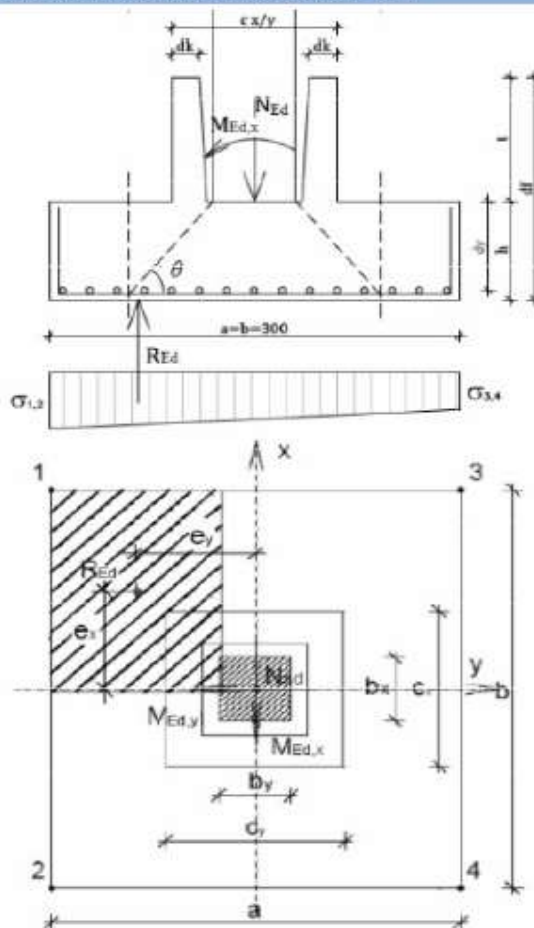
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,20
g3 (kN)	39,74

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	339,23 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	457,96 kN
----------------------	-----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γG=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	Y _{G,sup} =	1,35
trajna povoljna	Y _{G,inf} =	1,00
projmjenjiva povoljna	Y _{Q,sup} =	0,00
projmjenjiva nepovoljna	Y _{Q,inf} =	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \text{ (kN)} = 1057,96$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} = 6,1$$

$$V_y \text{ (kN)} = 0,1$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} = 5,16 \quad M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \text{ (kNm)} = 384,76 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot df$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,364 < a/6 \text{ (m)} = 0,600 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,005 < b/6 \text{ (m)} = 0,383 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,159 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,873 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 2,290 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 6,579 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \text{ kPa} \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1,0$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 160,81 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 426,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 206,847 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 51,951 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 203,595 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 48,700 \text{ kPa}$$

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 TIP 1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA POTRESNU KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO3 - potres

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	3,60
b (m)	2,30
h (m)	0,60
t (m)	1,00
df (m)	1,60
bx (m)	0,30
by (m)	0,60
dk (m)	0,40
cx (m)	1,25
cy (m)	1,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	650,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	355,00
M _{sdx} (kNm)	5,00
M _{sdxy} (kNm)	165,00
V _{sdx} (kN)	78,00
V _{sdxy} (kN)	0,10

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	172,64

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	126,85

Težina podne ploče iznad stope

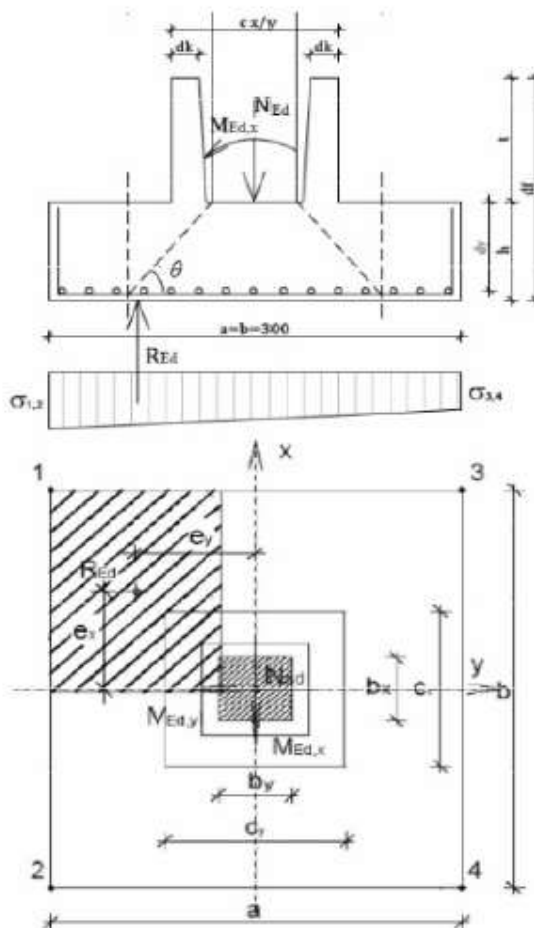
γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	31,05

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	330,54 kN
------------	-----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	330,54 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

$$N = N_{sd} + G \text{ (kN)} = 685,54$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} = 78$$

$$V_y \text{ (kN)} = 0,1$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} = 5,16 \quad M_x = M_{sdx} + V_{sdy} \cdot d_f$$

$$M_y \text{ (kNm)} = 289,8 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot d_f$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{8}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{8}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,423 < a/3 \text{ (m)} = 1,200 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,008 < b/3 \text{ (m)} = 0,767 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{a}\right)^2 \leq \frac{1}{9} = 0,034 \leq 1/9 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,755 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 2,285 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 6,294 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa} \quad (\text{projektna vrijednost } q_{Rd} \text{ iz geomehaničkog elaborata})$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 108,92 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 650,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 142,753 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 26,087 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 139,502 \text{ kPa}$$

$$\sigma_4 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_4 = 22,835 \text{ kPa}$$

Za ostala opterećenja rezultanta sile se mora nalaziti u 2. jezgri poprečnog presjeka.

Dopušta se odizanje temelja od tla, ali rezultanta se mora nalaziti unutar 2. jezgre presjeka.

9.1.2 Potrebna armatura temeljnih stopa

Određivanje potrebne armature

A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu

(oko presjeka 1-1)

$M_1 = 5,00$ [kNm]

(oko presjeka 2-2)

$M_2 = 375,00$ [kNm]

- uzdužna sila u stupu

$N = 600,00$ [kN]

- poprečna sila na stupu

(okomito na presjek 1-1)

$V_1 = 6,10$ [kN]

(okomito na presjek 2-2)

$V_2 = 0,10$ [kN]

- dimenzije temeljne čašice

$a = 3,60$ [m]

$b = 2,30$ [m]

$d_1 = 1,50$ [m]

$d_2 = 0,95$ [m]

$h = 0,60$ [m]

$t = 1,00$ [m]

$H = 1,60$ [m]

$l_1 = 0,60$ [m]

$l_2 = 0,40$ [m]

- računska granica popuštanja čelika

$f_{yd} = 434,80$ [N/mm²]

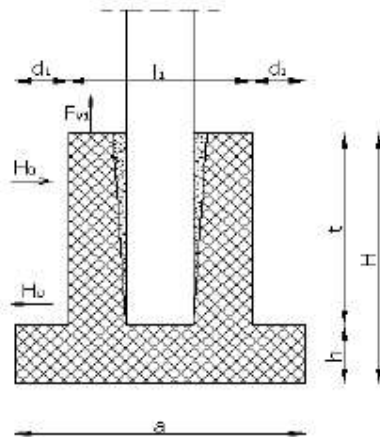
- zaštitni sloj betona

$c = 0,03$ [m]

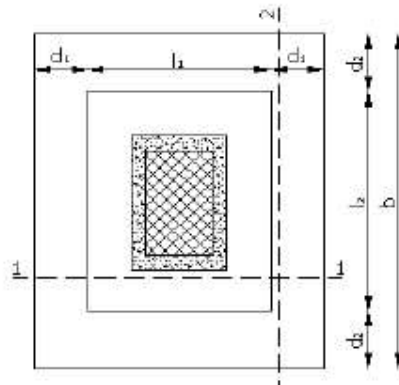
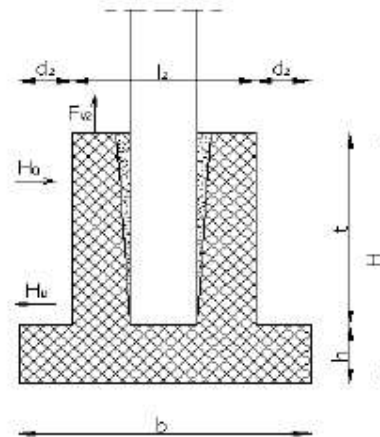
- armirati simetrično (DA / NE)

DA

Presjek 1-1



Presjek 2-2



B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

momenti tromosti	$W_1 = a \cdot b^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	$\Rightarrow$	$W_1 =$	3,17 [m ³]
	$W_2 = b \cdot a^2 / 6 \text{ [m}^3\text{]}$	$\Rightarrow$	$W_2 =$	4,97 [m ³]
naponi od uzdužne sile	$\sigma_n = N / a / b \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_n =$	72,46 [kN/m ²]
naponi od momenta	$\sigma_{m1} = M_1 / W_1 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{m1} =$	1,58 [kN/m ²]
	$\sigma_{m2} = M_2 / W_2 \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{m2} =$	75,48 [kN/m ²]

presjek 1-1

$\sigma_{\max 1} = \sigma_n + \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{\max 1} = 74,04 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$\sigma_{\min 1} = \sigma_n - \sigma_{m1} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{\min 1} = 70,89 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

presjek 2-2

$\sigma_{\max 2} = \sigma_n + \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{\max 2} = 147,95 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
$\sigma_{\min 2} = \sigma_n - \sigma_{m2} \text{ [kN/m}^2\text{]}$	$\Rightarrow$	$\sigma_{\min 2} = -3,02 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 1} - \sigma_{\min 1}) / a = x_1 / (a - d_1)$	$\Rightarrow$	$x_1 =$	1,84 [kN/m ²]
	$y_1 = x_1 + \sigma_{\min 1}$	$\Rightarrow$	$y_1 =$	72,73 [kN/m ²]
	$\Rightarrow$	$\sigma_{d1} = (\sigma_{\max 1} + y_1) / 2$	$\Rightarrow$	$\sigma_{d1} = 73,38 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(za 1m')	$\Rightarrow$	$R_1 = d_1 \cdot 1m \cdot \sigma_{d1}$	$\Rightarrow$	$R_1 = 110,07 \text{ [kN]}$
	$\Rightarrow$	$M_1 = R \cdot d_1 / 2$	$\Rightarrow$	$M_1 = 82,56 \text{ [kNm]}$
$A_{s1} = M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1})$	[cm ² /m ¹]	$\Rightarrow$	$A_{s1} =$	2,81 [cm ² /m ¹]

presjek 2-2

iz uvjeta geometrije	$(\sigma_{\max 2} - \sigma_{\min 2}) / b = x_2 / (b - d_2)$	$\Rightarrow$	$x_2 =$	88,61 [kN/m ²]
	$y_2 = x_2 + \sigma_{\min 2}$	$\Rightarrow$	$y_2 =$	85,59 [kN/m ²]
	$\Rightarrow$	$\sigma_{d2} = (\sigma_{\max 2} + y_2) / 2$	$\Rightarrow$	$\sigma_{d2} = 116,77 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
(za 1m')	$\Rightarrow$	$R_2 = d_2 \cdot 1m \cdot \sigma_{d2}$	$\Rightarrow$	$R_2 = 110,93 \text{ [kN]}$
	$\Rightarrow$	$M_2 = R \cdot d_2 / 2$	$\Rightarrow$	$M_2 = 52,69 \text{ [kNm]}$
$A_{s2} = M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1})$	[cm ² /m ¹]	$\Rightarrow$	$A_{s2} =$	2,83 [cm ² /m ¹]

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 2,83 \text{ [cm}^2\text{]}$

D) Potrebna armatura s obzirom na H_0

(okomito na presjek 1-1)

horizontalna sila $H_{01} = 3/2 \cdot M_1 / t + 5/4 \cdot V_1$ [kN] $\Rightarrow H_{01} = 15,13$ [kN]

$A_{s,01} = H_{01} / f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 0,35$ [cm²]

za jednu stijenku $\Rightarrow A_{s,01} = 0,17$ [cm²]

(okomito na presjek 2-2)

horizontalna sila $H_{02} = 3/2 \cdot M_2 / t + 5/4 \cdot V_2$ [kN] $\Rightarrow H_{02} = 562,63$ [kN]

$A_{s,02} = H_{02} / f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 12,94$ [cm²]

za jednu stijenku $\Rightarrow A_{s,02} = 6,47$ [cm²]

ODABRANA ARMATURA STIJENKE GORE $A_s = 6,47$ [cm²]

E) Potrebna armatura s obzirom na H_{U1}

(okomito na presjek 1-1)

horizontalna sila $H_{U1} = 3/2 \cdot M_1 / t + 1/4 \cdot V_1$ [kN] $\Rightarrow H_{U1} = 9,03$ [kN]

$A_{s,U1} = H_{U1} / f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 0,21$ [cm²]

za jednu stijenku $\Rightarrow A_{s,U1} = 0,10$ [cm²]

(okomito na presjek 2-2)

horizontalna sila $H_{U2} = 3/2 \cdot M_2 / t + 1/4 \cdot V_2$ [kN] $\Rightarrow H_{U2} = 562,53$ [kN]

$A_{s,U2} = H_{U2} / f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,ukupno} = 12,94$ [cm²]

za jednu stijenku $\Rightarrow A_{s,U2} = 6,47$ [cm²]

ODABRANA ARMATURA STIJENKE DOLJE $A_s = 6,47$ [cm²]

F) Potrebna armatura s obzirom na F_V

presjek 1-1

vertikalna sila $F_{V1} = H_{01} \cdot (t-c) / (l_1 - 3 \cdot c)$ [kN] $\Rightarrow F_{V1} = 28,09$ [kN]

$A_{s,V1} = F_{V1} / f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,V1} = 0,65$ [cm²]

presjek 2-2

vertikalna sila $F_{V2} = H_{02} \cdot (t-c) / (l_2 - 3 \cdot c)$ [kN] $\Rightarrow F_{V2} = 1.687,88$ [kN]

$A_{s,V2} = F_{V2} / f_{yk} \cdot 10^1$ [cm²] $\Rightarrow A_{s,V2} = 38,82$ [cm²]

ODABRANA ARMATURA $A_s = 38,82$ [cm²]

9.1.3 Proboj

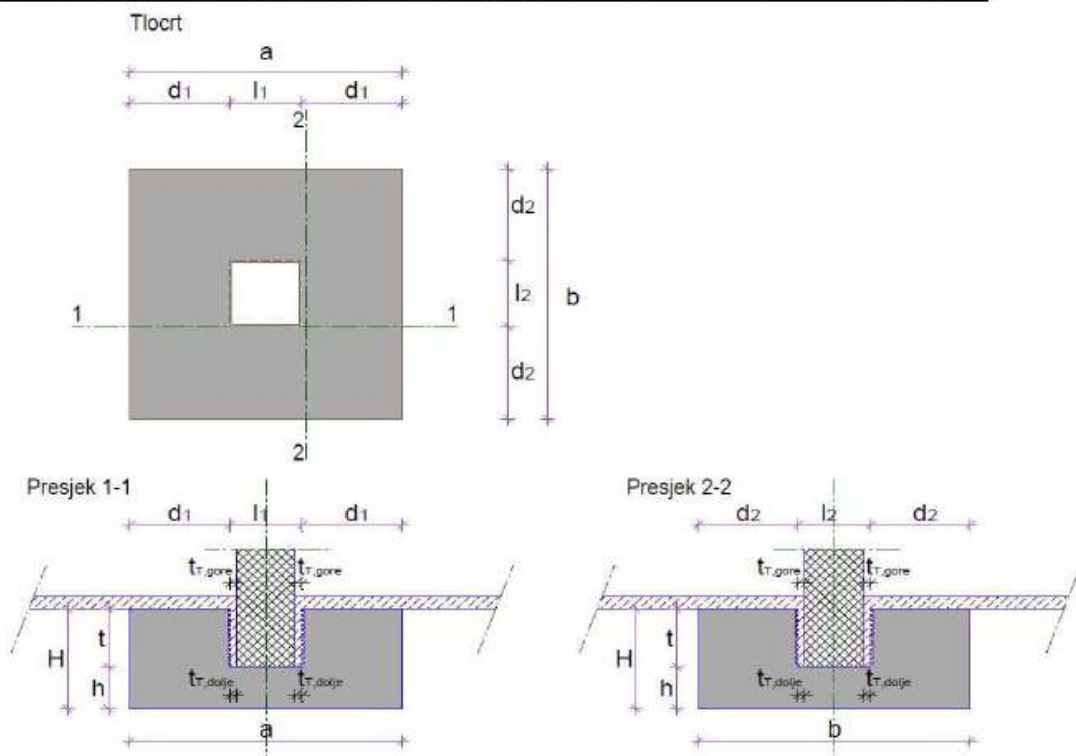
Provjera na proboj temeljne stope TIP 1

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči ojačanja u ploči oko stupa

N=	600,00	[kN]
a=	3,60	[m]
b=	2,30	[m]
d ₁ =	1,50	[m]
d ₂ =	0,95	[m]
H=	0,60	[m]
l ₁ =	0,60	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{Tgore}	0,00	[cm]
t _{Tdolje}	0,00	[cm]
d=	55,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ck} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{S1} =	6,36	[cm ²]
A _{S2} =	6,36	[cm ²]

- statička visina
- čelik B500B
- računsa granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$
- računsa tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za temelj
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)

ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	1,50	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	1,10	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit, 1,0d} =$	0,55	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit, 1,5d} =$	0,83	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$u_{cr, 1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit, 1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr, 1,0d} =$	5,46 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{cr, 1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit, 1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit, 1,0d}) + a_{crit, 1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{cr, 1,0d} =$	2,29 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$u_{cr, 1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit, 1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr, 1,5d} =$	7,18 [m]

Proračunsko djelovanje

$$V_{Ed, temelj} = -N_{Ed, stup} \Rightarrow V_{Ed, temelj} = 600,00 \text{ [kN]}$$

Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu

$$V_{Ed, red} = 80\% V_{Ed} \Rightarrow V_{Ed, red} = 480,00 \text{ [kN]}$$

Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega

$$v_{Ed} = V_{Ed, red} \cdot \beta / u_{crit, 1,0d} \Rightarrow v_{Ed} = 101,18 \text{ [kN/m]}$$

$\beta = 1,15$ Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane

β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek

Nosivost na proboj bez probojne armature

$$v_{Rd1, 1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d$$

$$k = 1,6 - d > 1,0$$

usvojeno

$$\Rightarrow k = 1,05$$

$$\Rightarrow k = 1,05$$

Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera

$$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x \Rightarrow \rho_x = 0,0003$$

$$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y \Rightarrow \rho_y = 0,0005$$

Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera

$$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,015 \Rightarrow \rho = 0,0004$$

usvojeno

$$\Rightarrow \rho = 0,0004$$

τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton

$$\Rightarrow \tau_{Rd} = 0,34 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$v_{Rd1, 1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d$$

$$\Rightarrow v_{Rd1, 1,5d} = 2,39 \text{ [kN/cm]}$$

$$\Rightarrow v_{Rd1, 1,5d} = 238,78 \text{ [kN/m]}$$

Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega

$$v_{Rd1, 1,0d} = (u_{crit, 1,5d} / u_{crit, 1,0d}) \cdot v_{Rd1, 1,5d} \Rightarrow v_{Rd1, 1,0d} = 314,40 \text{ [kN/m]}$$

$$v_{Rd1, 1,0d} = 314,40 > v_{Ed} = 101,18$$

NIJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

9.2 Dimenzioniranje temeljnih traka zabatnih stijena

Reakcije:

Opterećenje od fasade:

$$N_{\text{fasada}} = 10 \times 1,0 = 10 [\text{kN/m}]$$

TRAKASTI TEMELJ

TTD

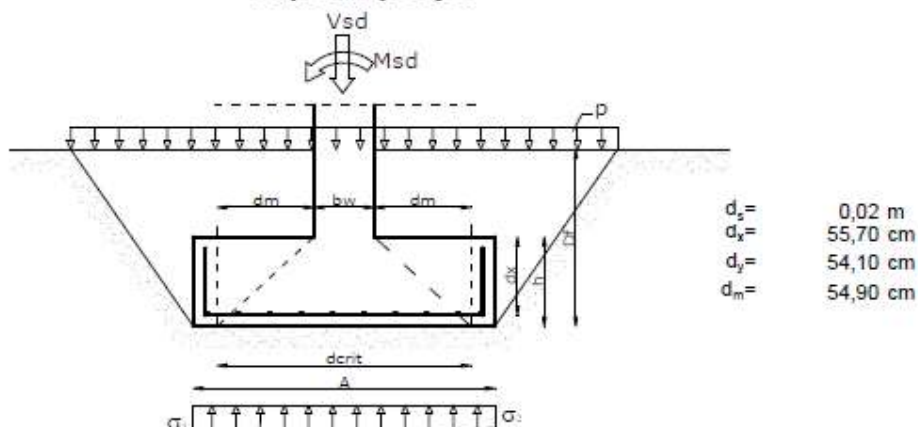
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

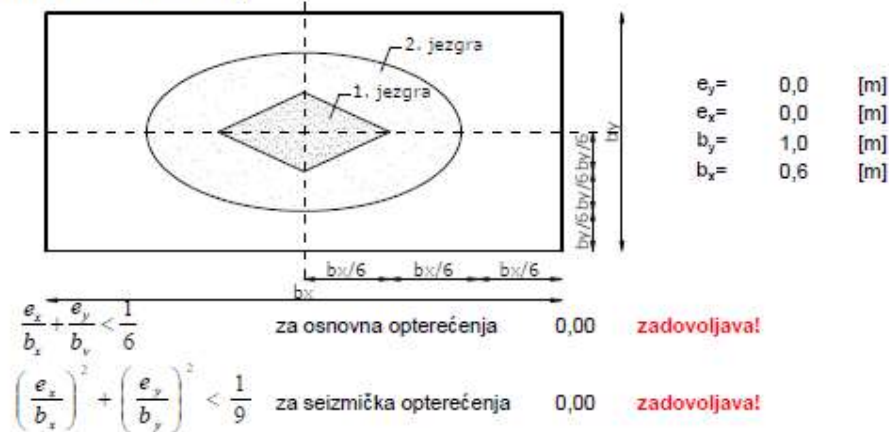
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C30/37
N_{sd} =	35,00 [kN/m]
M_{sd} =	0,00 [kNm]
a =	0,60 [m]
b_w =	0,20 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,43 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_r =	0,80 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$A_{\text{temelja}} =$	0,6 [m ²]
$W_y =$	0,06 [m ³]
$\sigma_1 =$	58,33 [kN/m ²]
$\sigma_2 =$	58,33 [kN/m ²]

Proračunska širina temelja	$a' =$	0,60 [m]
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} =$	0,60 [m ²]
Naprezanje	$\sigma_0 =$	58,33 [kN/m ²]
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,\text{dop}} =$	426,00 [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	35,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	9,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	1,76 [kN]
- težina poda	0,80 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V =$ 46,56 [kN]

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,08 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,08 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,43 \quad [\text{MPa}]$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^3$$

$$M_{ed,y} = 2,63 \quad [\text{kNm/m}]$$

$$f_{cd} = 20,00 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0005$$

$$\mu_{Rd,lm} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,993$

koeficijent položaja neutralne osi $\zeta_g = 0,005$

deformacija betona $\epsilon_{cz} = 0,100 \quad [\text{‰}]$

deformacija čelika $\epsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,112 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} b d = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} b \cdot d = 131,76 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b \cdot d = 77,15 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1,x} = 7,14 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: 10,05 $[\text{cm}^2/\text{m}]$
16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s1,y} = \min 20\% A_{s1,x}$$

$$A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

POTREBNO: $A_{s1,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$

ODABRANO IZ TABLICA: 4,02 $[\text{cm}^2/\text{m}]$
8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55 \quad [\text{cm}]$$

proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

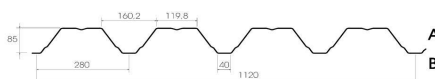
$$(a-b_w)/2 = 20,0 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

10 PRORAČUN TRAPEZNOG LIMA

U smjeru pada krovne konstrukcije postavljaju se trapezni limovi M85/280/0,75mm u pozitivnom smjeru.

M85/280 Positive position

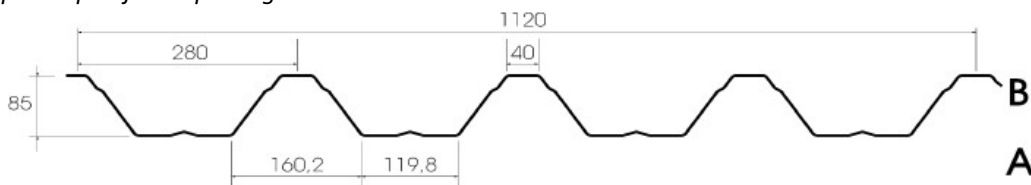


Trapezni limovi postavljaju se preko sekundarnih nosača HEA 200.

Za oslonački raspon lima od 3,1m i sustav grede preko 1 polja odabire se lim tipa:

M 85/280/0.75

Poprečni presjek trapeznog lima



Za proračun se uzimaju sljedeća djelovanja:

LC1 – vlastita težina trapeznih limova: 0,079 kN/m²

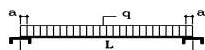
LC2 – dodatno stalno djelovanje: 1,20 kN/m²

LC3 –djelovanje snijega: 0,4 kN/m²

Za proračun lima koristi se kombinacija

CO1: 1,35 x LC1 + 1,35 x LC2 + 1,50 x LC3 = 1,35 x 0,079 + 1,35 x 1,20 + 1,50 x 0,4= 2,33 kN/m²

Single-span girder



End support width a > 40 mm

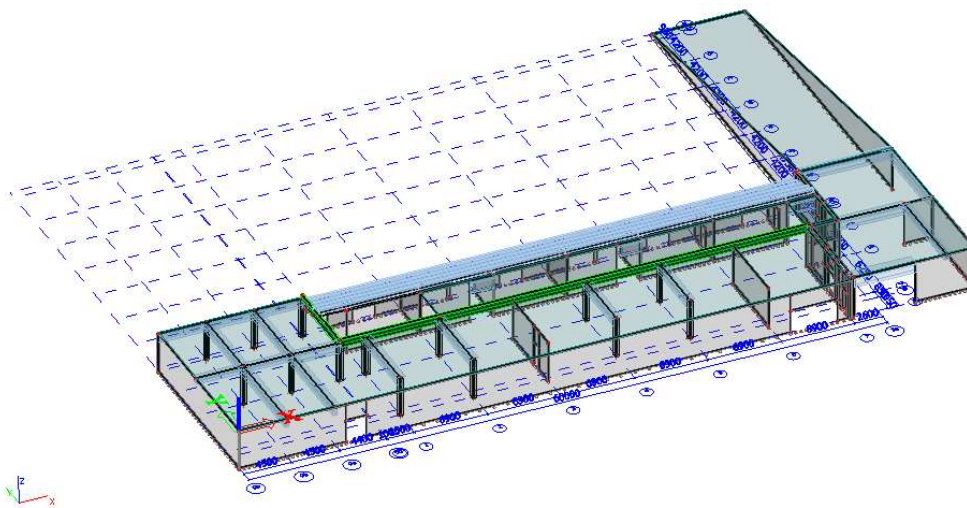
Thickness t (mm)	Dead load g (kN/m ²)	Max. span Lgr. (m)	Permissible distributed load q (kN/ m ²) with a span L (m)																	
			2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75
0,75	0,079	3,46	1 4,01	3,31	2,79	2,37	2,05	1,78	1,57	1,39	1,24	1,11	1,00	0,91	0,83	0,76	0,70	0,64	0,59	0,55
			2 4,01	3,31	2,79	2,37	2,05	1,78	1,57	1,39	1,19	1,01	0,87	0,75	0,65	0,57	0,50	0,44	0,40	0,35
			3 3,48	2,61	2,01	1,58	1,27	1,03	0,85	0,71	0,60	0,51	0,43	0,38	0,33	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18
			4 2,09	1,57	1,21	0,95	0,76	0,62	0,51	0,42	0,36	0,30	0,26	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
0,88	0,093	5,10	1 5,93	4,90	4,12	3,51	3,03	2,64	2,32	2,05	1,83	1,64	1,48	1,35	1,23	1,12	1,03	0,95	0,88	0,81
			2 5,93	4,90	4,12	3,51	2,98	2,43	2,00	1,67	1,40	1,19	1,02	0,88	0,77	0,67	0,59	0,52	0,47	0,42
			3 4,09	3,08	2,37	1,86	1,49	1,21	1,00	0,83	0,70	0,60	0,51	0,44	0,38	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21
			4 2,48	1,85	1,42	1,12	0,90	0,73	0,60	0,50	0,42	0,36	0,31	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12
1,00	0,106	8,04	1 7,71	6,37	5,35	4,56	3,93	3,43	3,01	2,67	2,36	2,14	1,93	1,75	1,59	1,46	1,34	1,23	1,14	1,06
			2 7,71	6,37	5,35	4,56	3,41	2,77	2,28	1,90	1,60	1,36	1,17	1,01	0,88	0,77	0,68	0,60	0,53	0,48
			3 4,68	3,52	2,71	2,13	1,71	1,39	1,14	0,95	0,80	0,68	0,58	0,51	0,44	0,38	0,34	0,30	0,27	0,24
			4 2,81	2,11	1,62	1,28	1,02	0,83	0,69	0,57	0,48	0,41	0,35	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14
1,13	0,119	9,09	1 9,00	7,44	6,25	5,32	4,59	4,00	3,52	3,11	2,78	2,49	2,25	2,04	1,86	1,70	1,56	1,44	1,33	1,23
			2 9,00	7,44	5,97	4,70	3,76	3,06	2,52	2,10	1,77	1,50	1,29	1,11	0,97	0,85	0,75	0,66	0,59	0,52
			3 5,16	3,88	2,99	2,35	1,88	1,53	1,26	1,05	0,88	0,75	0,65	0,56	0,48	0,42	0,37	0,33	0,29	0,26
			4 3,10	2,33	1,79	1,41	1,13	0,92	0,76	0,63	0,53	0,45	0,39	0,33	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16
1,25	0,132	10,05	1 10,16	8,40	7,06	6,01	5,18	4,52	3,97	3,52	3,14	2,82	2,54	2,30	2,10	1,92	1,76	1,63	1,50	1,39
			2 10,16	8,38	6,45	5,07	4,06	3,30	2,72	2,27	1,91	1,63	1,39	1,20	1,05	0,92	0,81	0,71	0,63	0,57
			3 5,57	4,19	3,23	2,54	2,03	1,65	1,36	1,13	0,96	0,81	0,70	0,60	0,52	0,46	0,40	0,36	0,32	0,28
			4 3,34	2,51	1,94	1,52	1,22	0,99	0,82	0,68	0,57	0,49	0,42	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17
1,50	0,158	12,06	1 12,26	10,13	8,51	7,25	6,25	5,45	4,79	4,24	3,78	3,40	3,06	2,78	2,53	2,32	2,13	1,96	1,81	1,68
			2 12,26	10,13	7,81	6,14	4,92	4,00	3,29	2,75	2,31	1,97	1,69	1,46	1,27	1,11	0,98	0,86	0,77	0,69
			3 6,74	5,07	3,90	3,07	2,46	2,00	1,65	1,37	1,16	0,98	0,84	0,73	0,63	0,55	0,49	0,43	0,38	0,34
			4 4,05	3,04	2,34	1,84	1,47	1,20	0,99	0,82	0,69	0,59	0,51	0,44	0,38	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21

D. PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE AB PRATEĆE KONSTRUKCIJE DVORANE

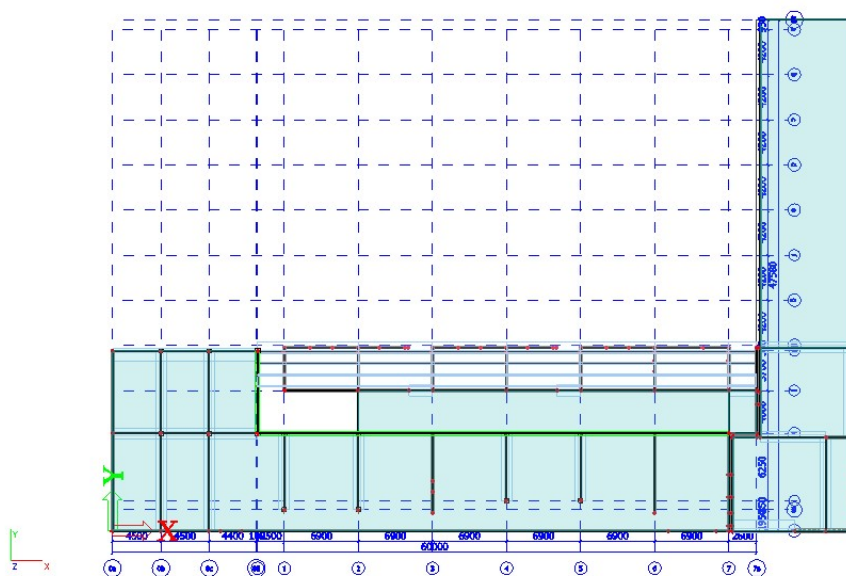
1 GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE NOSIVE KONSTRUKCIJE

Nosivu konstrukciju pratećih prostora čini armirano-betonski skelet sačinjen od stupova (veličine 40/40cm za unutrašnju i 40/30 cm za vanjsku liniju stupova) i greda različitih poprečnih presjeka (40/30cm, 40/40cm, 40/50cm te 40/60cm) te armirano betonskih zidova debljina 25 i 30cm. Debljina stropne ploče je 25cm. Rasponi nosive konstrukcije u poprečnom smjeru su 690cm i 450cm, a u uzdužnom 180cm, 720cm i 400cm. Međukatna konstrukcija je armirano-betonska ploča debljine 25cm. Gledališne tribine su rađene od prefabriciranih armiranobetonskih elemenata visine 16cm.

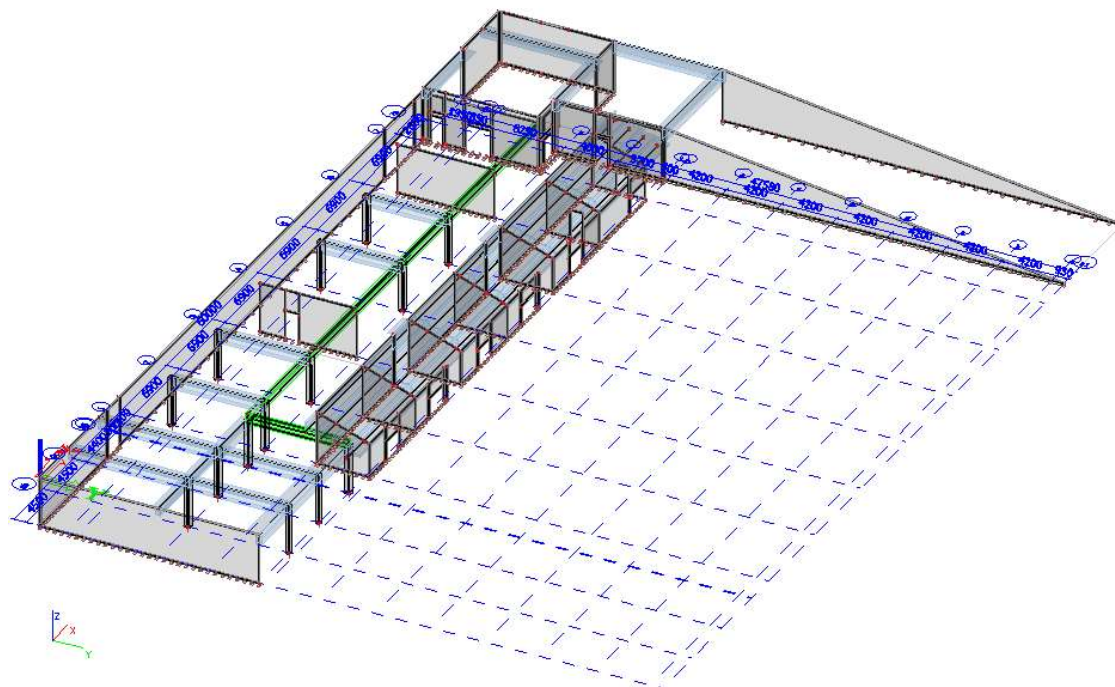
Prikaz 3D modela AB prateće građevine dvorane



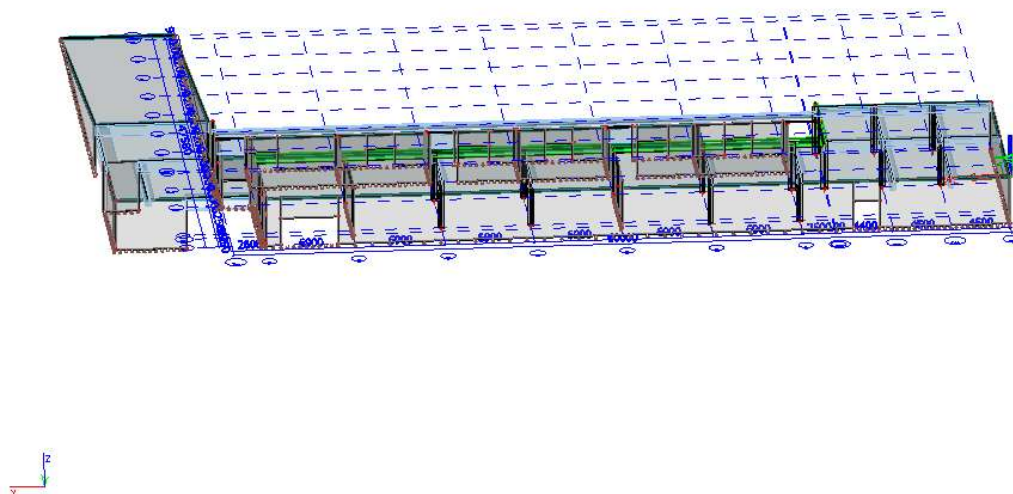
Tlocrt podruma



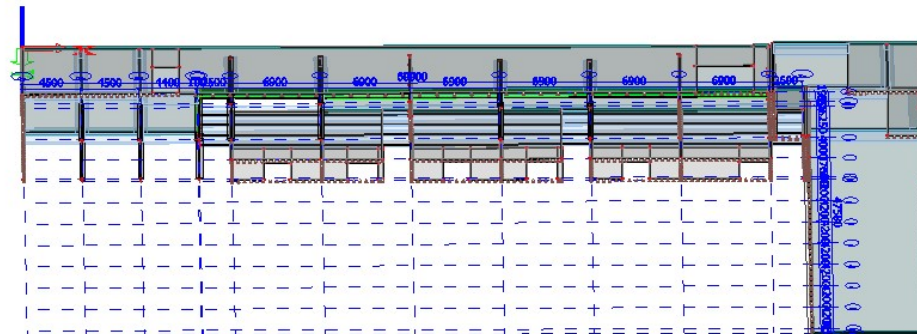
Tlocrtna dispozicija greda i stupova



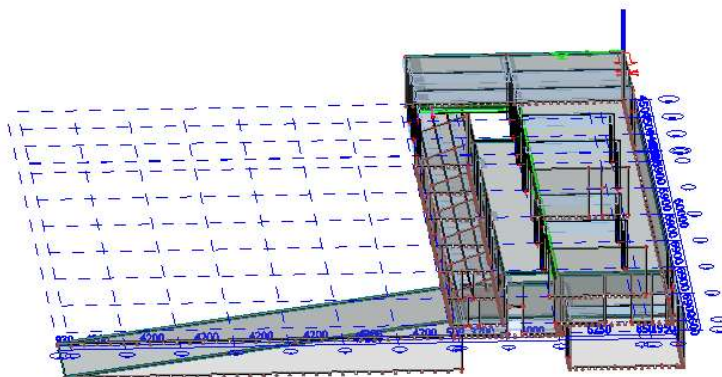
Pogled na sjevernu stranu



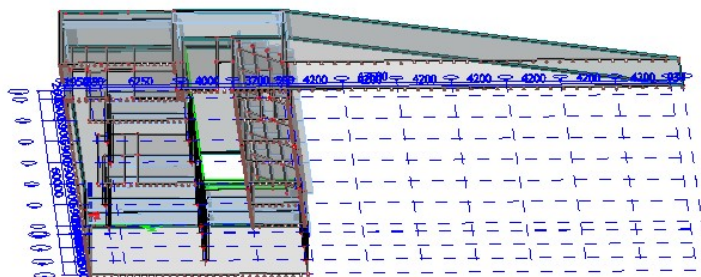
Pogled na južnu stranu



Pogled na istočnu stranu



Pogled na zapadnu stranu



2 ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1 Djelovanja

2.1.1 LC1 – vlastita težina

Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima.

2.1.2 LC2 – dodatno stalno djelovanje

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

Opterećenje ravnog prohodnog krova (iznad svlačionica):

- betonske prefabricirane ploče (150x50x10cm) 10,00 cm	2,50 kN/m ²
- cementni mort 5,00 cm	1,00 kN/m ²
- armirana betonska podloga dilatirana u polja (c=2500 kg/m ³)	2,50 kN/m ²
- polietilenska folija (c=1000 kg/m ³) 0,01 cm	0,001 kN/m ²
- drenažna, perforirana, čepasta traka 0,50 cm	0,001 kN/m ²
- geotekstil 0,50 cm	0,0025 kN/m ²
- ekstrudirani polistiren XPS (c =45 kg/m ³) 10,00 cm	0,05 kN/m ²
- hidroizolacija (1000 kg/m ³) 1,00cm	0,10 kN/m ²
- hladni bitumenski prednamaz	0,001 kN/m ²
- AB ploča (25 cm)	Uključeno u vlastitu težinu
UKUPNO	7,00 kN/m²

Opterećenje međukatne konstrukcije (galerije):

- betonski prefabrikat(150x50x10cm) 10,00 cm	2,50 kN/m ²
- cementni mort 5,00cm	1,00 kN/m ²
- polietilenska folija (c=1000 kg/m ³) 0,02cm	0,002 kN/m ²
- elastificirani ekspanzirani polistiren (c=15 kg/m ³) 2,00cm	0,003 kN/m ²
- AB ploča (25cm)	Uključeno u vlastitu težinu
UKUPNO	4,00 kN/m²

Opterećenje podna ploča:

- završni sloj (keramičke pločice) (1,0 cm)	0,23 kN/m ²
- hidroizolacijski premaz	0,001 kN/m ²
- cementni estrih 6,0cm	1,20 kN/m ²
- polietilenska folija (c=1000 kg/m ³) 0,02cm	0,002 kN/m ²
- ploče tvrdog samogasivog ekspanziranog polistirena (c=25 kg/m ³) (5,0cm)	0,0013 kN/m ²
- elastificirani ekspanzirani polistiren (c=15 kg/m ³) 2,0cm	0,003 kN/m ²
- armirano betonska temeljna ploča	Uključeno u vlastitu težinu
UKUPNO	1,50 kN/m²

Opterećenje stubište:

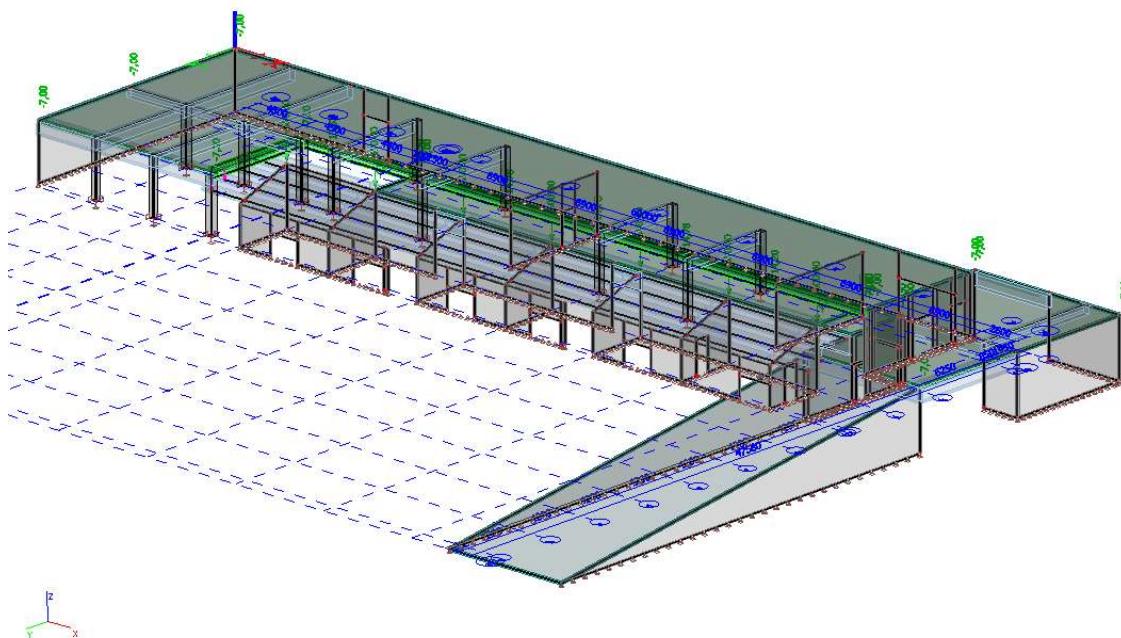
završna obrada poda	0,56 kN/m ²
- cementni namaz	0,20 kN/m ²
- žbuka podgled	0,42 kN/m ²
- AB stube	2,12 kN/m ²
- AB ploča	Uključeno u vlastitu težinu

UKUPNO 3,30 kN/m²

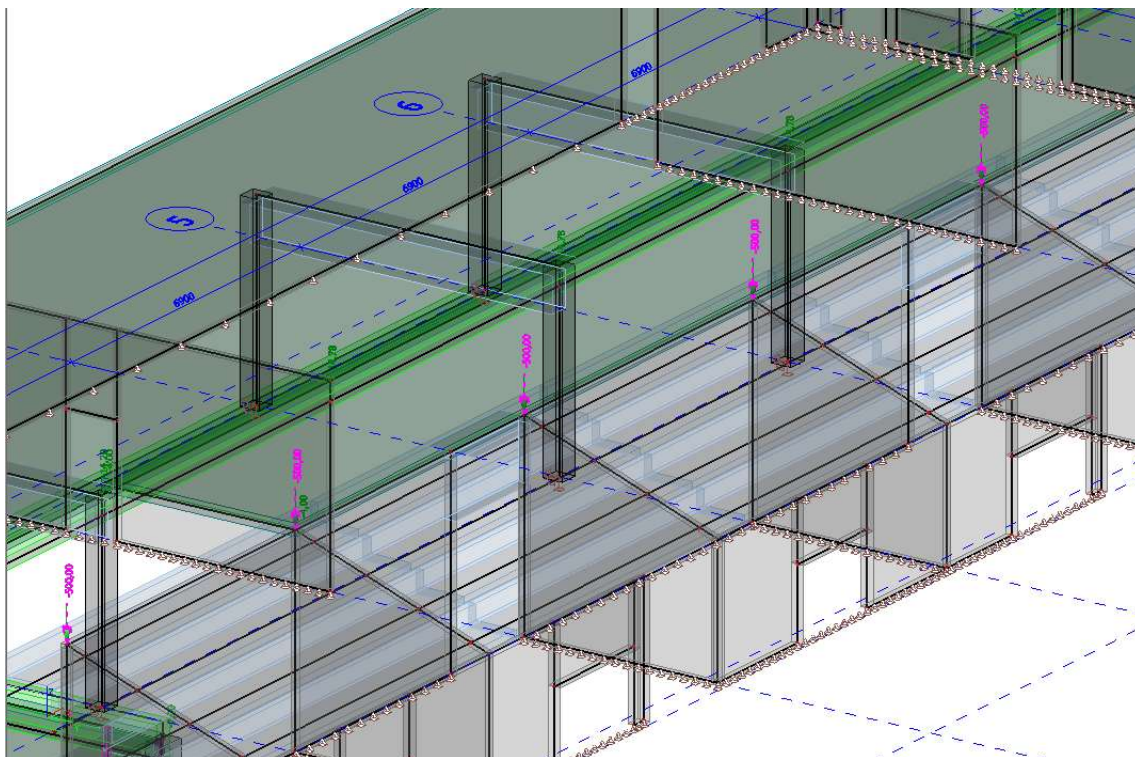
Osim djelovanja slojeva, u proračun su uzeta djelovanja od težine konstrukcije dvorane.

Prikaz opterećenja

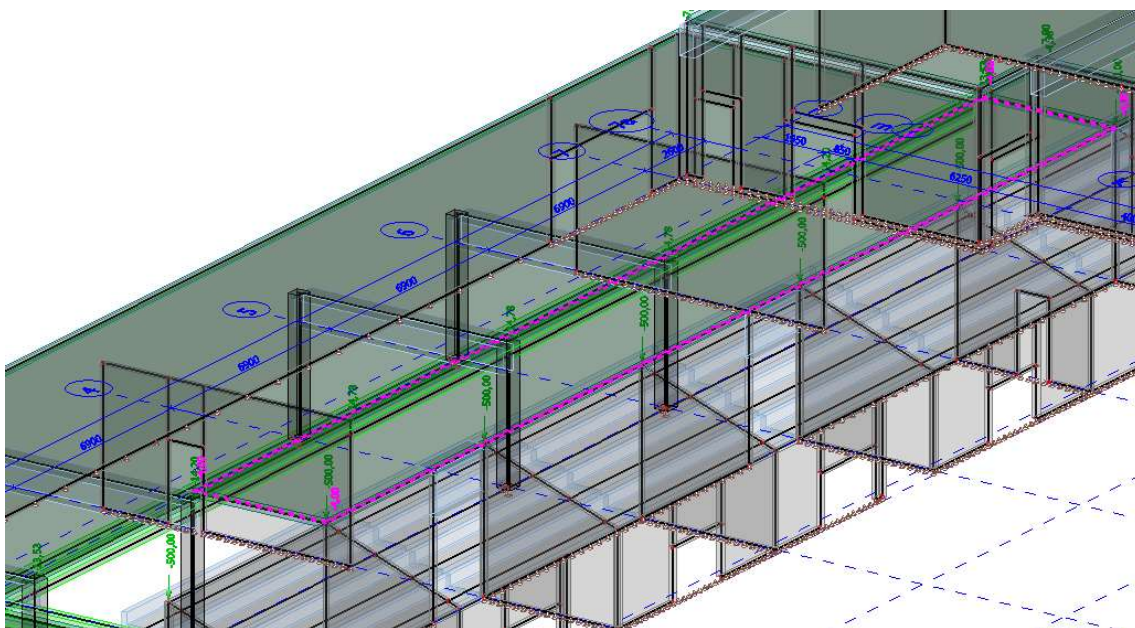
Opterećenja od slojeva:



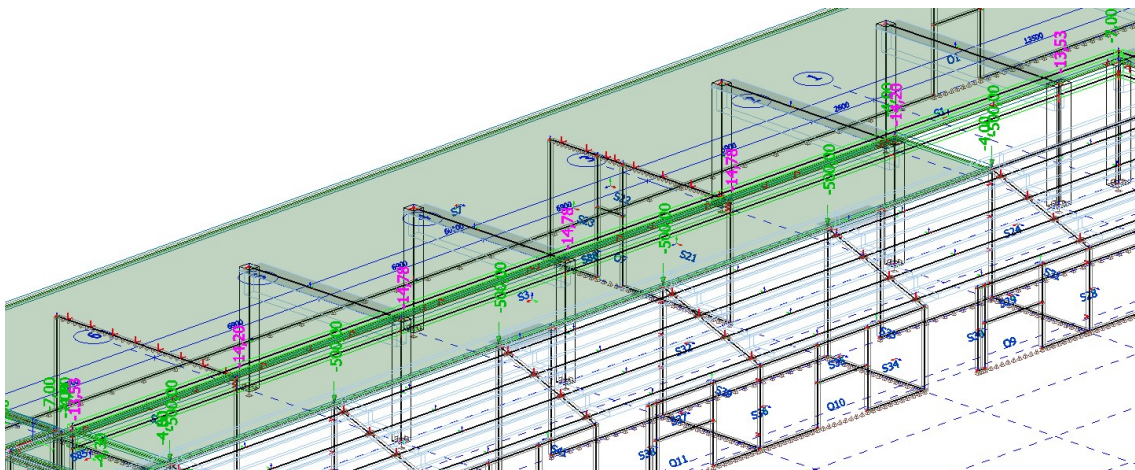
Prikaz opterećena L grede:



Prikaz opterećena galerije grede:



Prikaz opterećena denivelacijske grede:



2.1.3 LC3- korisno djelovanje

Tablica 6.1 – Uporabne kategorije

Kategorija	Namjena	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama; sobe u hotelima i prenočištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Prostori gdje se mogu okupljati ljudi (osim prostora određenih u kategorijama A, B, i D ¹⁾)	C1: Prostori sa stolovima i sl., primjerice u školama, kavanama, restoranima, blagovaonicama, čitaonicama, recepcijama C2: Prostori s nepomičnim sjedalima, primjerice u crkvama, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane za predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl. C3: Prostori bez zapreka za kretanje ljudi, primjerice u muzejima, izložbenim prostorima i slično, te pristupi u javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i željezničkim stanicama C4: Prostori gdje su moguće fizičke aktivnosti, primjerice plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, primjerice u zgradama za javne priredbe kao što su koncertne dvorane, sportske dvorane uključujući gledališta, terase, prilaze i željezničke perone
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama D2: Prostori u robnim kućama

¹⁾ Obratiti pažnju na točku 6.3.1.1(2), posebno za kategorije C4 i C5. Kad se dinamički učinci trebaju uzeti u obzir, vidjeti normu EN 1990. Za kategoriju E, vidjeti tablicu 6.3.

NAPOMENA 1: Ovisno o predviđenom načinu upotrebe, prostori koji bi mogli pripadati kategorijama C2, C3 i C4 smiju se odlukom investitora i/ili nacionalnim dodatkom svrstati u kategoriju C5

NAPOMENA 2: U nacionalnome dodatku smiju se odrediti potkategorije za A, B, C1 do C5, D1 i D2.

NAPOMENA 3: Za proizvodne djelatnosti ili skladištenje, vidjeti točku 6.3.2.

Tablica 6.2 – Uporabna opterećenja stropova, balkona i stubišta u zgradama

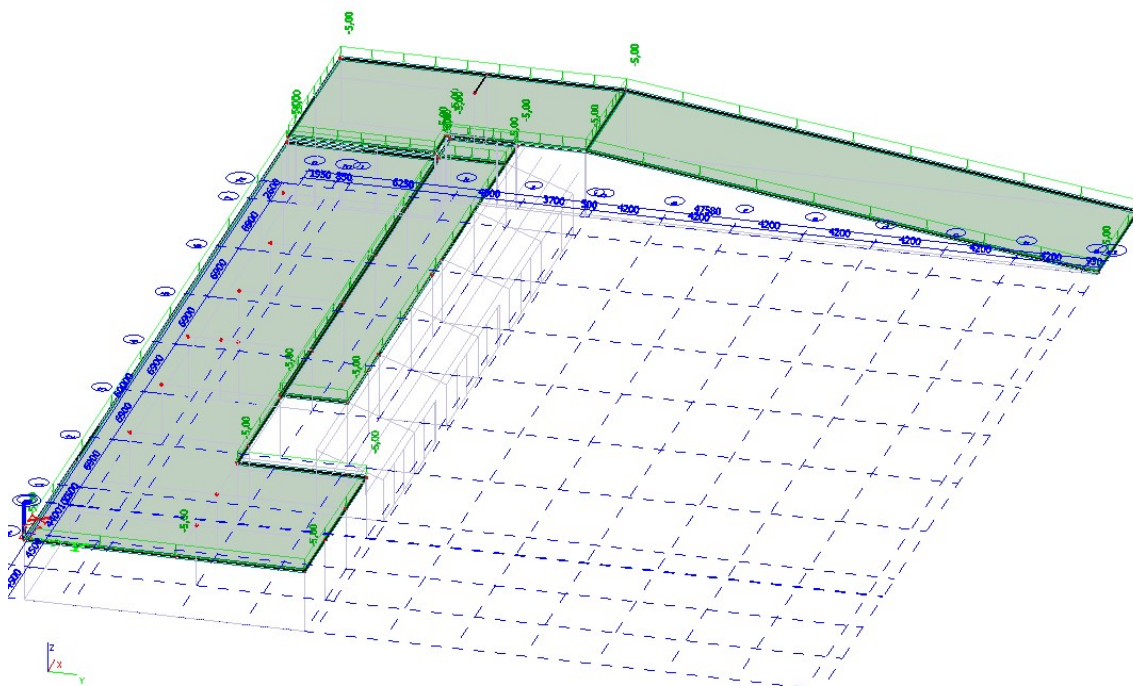
Kategorija opterećenog prostora	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorija A		
– stropovi	1,5 do <u>2,0</u>	<u>2,0</u> do 3,0
– stubišta	<u>2,0</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 4,0
– balkoni	<u>2,5</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 3,0
Kategorija B	2,0 do <u>3,0</u>	1,5 do <u>4,5</u>
Kategorija C		
– C1	2,0 do <u>3,0</u>	3,0 do <u>4,0</u>
– C2	3,0 do <u>4,0</u>	2,5 do 7,0 (<u>4,0</u>)
– C3	3,0 do <u>5,0</u>	<u>4,0</u> do 7,0
– C4	4,5 do <u>5,0</u>	3,5 do <u>7,0</u>
– C5	5,0 do 7,5	3,5 do 4,5
Kategorija D		
– D1	<u>4,0</u> do 5,0	3,5 do 7,0 (<u>4,0</u>)
– D2	4,0 do <u>5,0</u>	3,5 do <u>7,0</u>

Korisno djelovanje simulira se po šahovskim poljima ploče

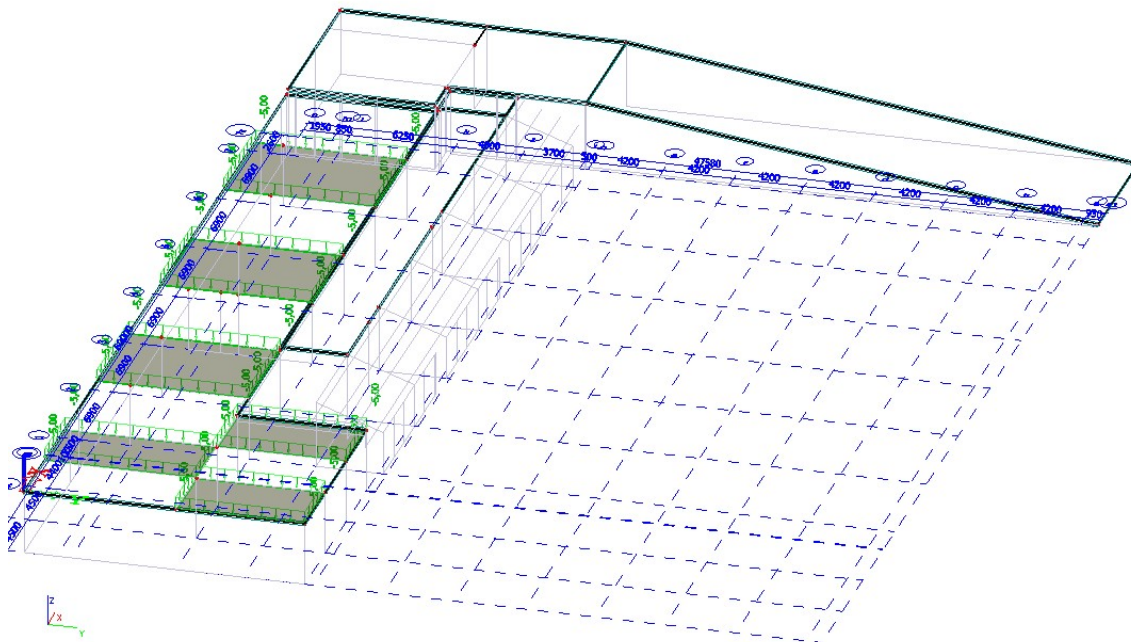
Kategorija opterećenog prostora	q_k [kN/m ²] – usvojeno opt.
hodnici (kategorija C3)	5,00 kN/m ²
tehničke prostorije na tlu (C3)	5,00 kN/m ²
prostorije plesnog kluba (C4)	5,00 kN/m ²
stubišta (A)	5,00 kN/m ²
prilaz sportskoj dvorani (C5)	5,00 kN/m ²

Prikaz opterećenja

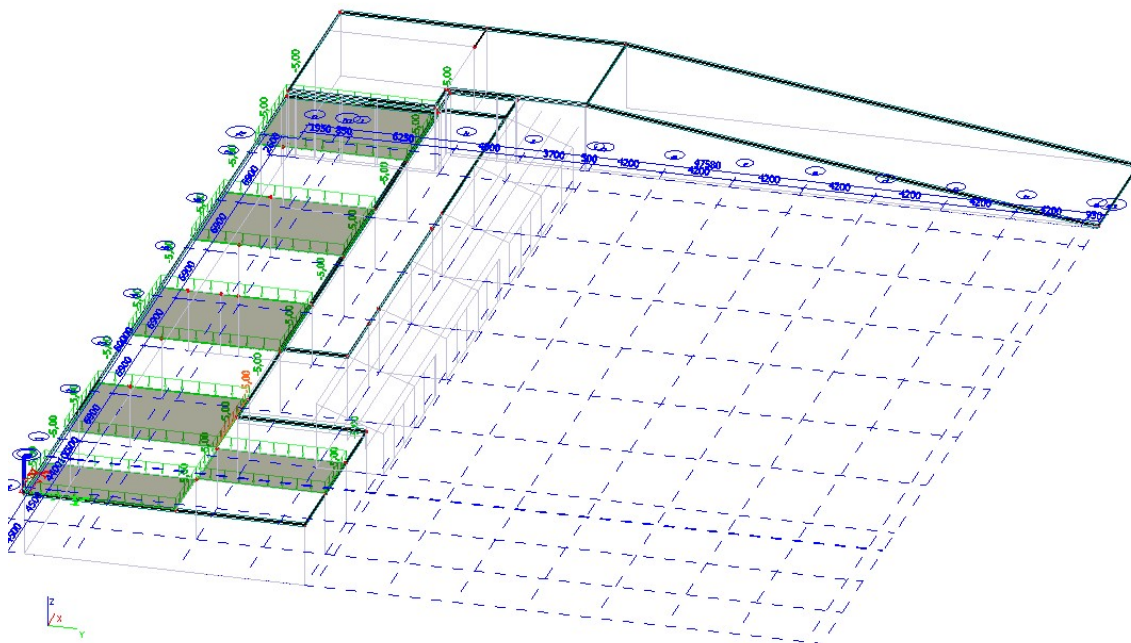
Korisno 1:



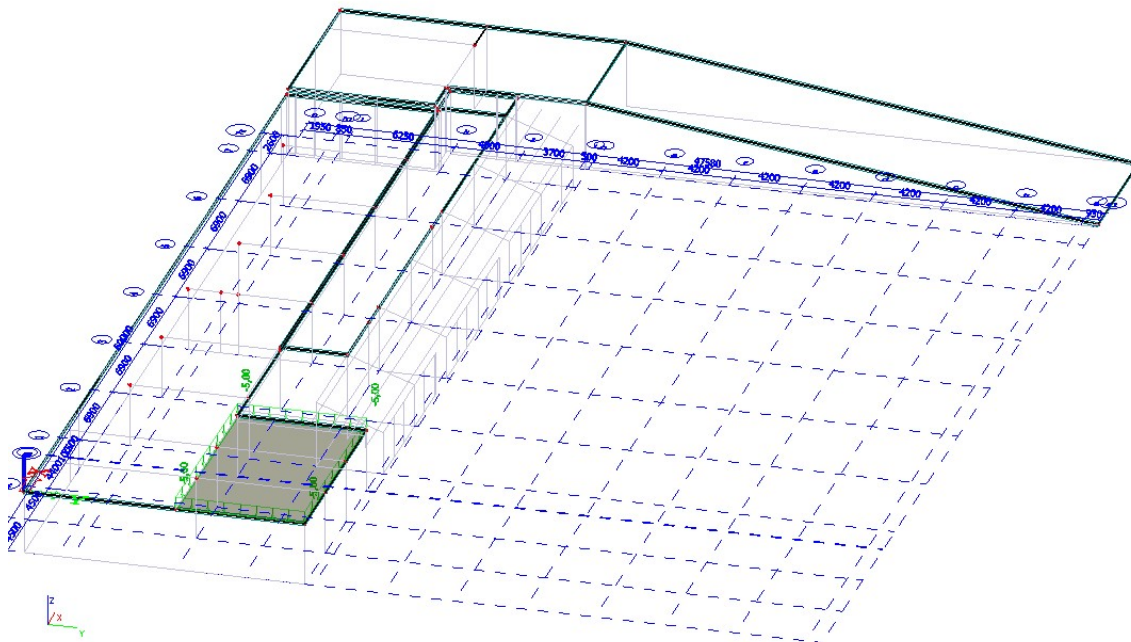
Korisno 2:



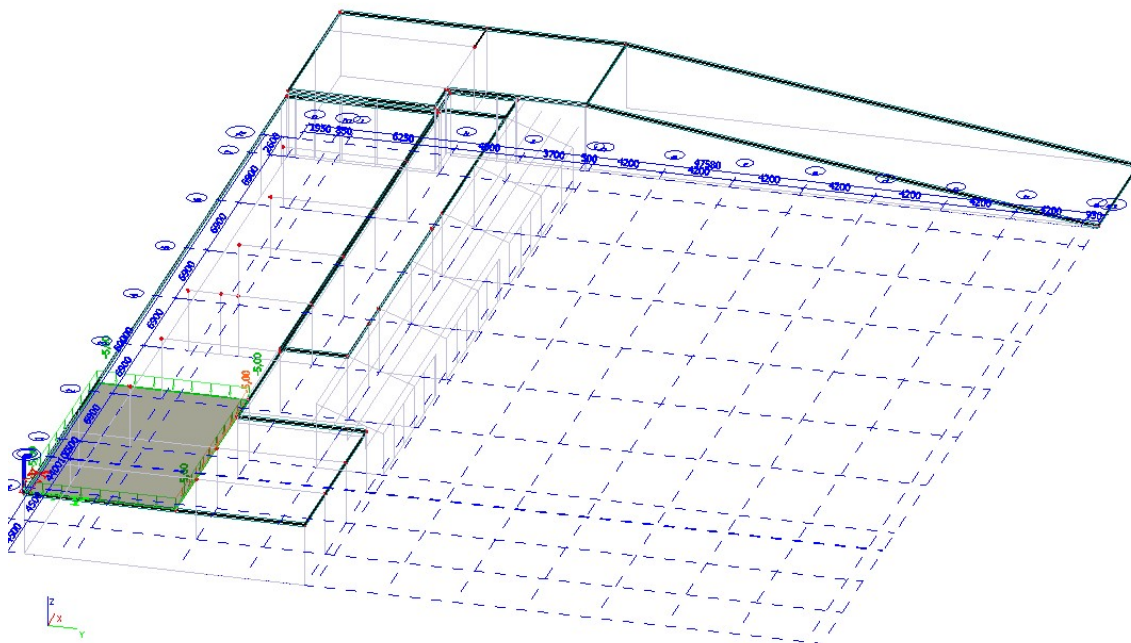
Korisno 3:



Korisno 4



Korisno 5:



2.1.4 LC4 – djelovanje snijega

Snijeg (po tlocrtu površine)

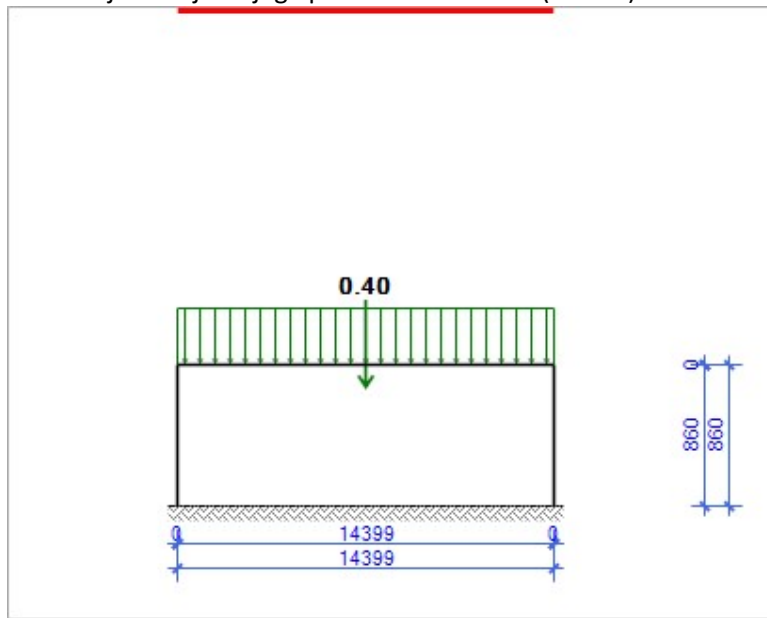
- 1. područje $S_k = 0.50 \text{ kN/m}^2$

Opterećenja od djelovanja snijega po ploham i vrstama:

(*S*-Osnovno opt. snijegom [kN/m^2]; *S_e*-Snijeg što visi preko ruba krova [$\text{kN/m}'$]; *S_s*-Snijeg na snjegobranima [$\text{kN/m}'$])

KROV. PLOHA: $S_1 = 0.40$ $S_2 = 0.20$

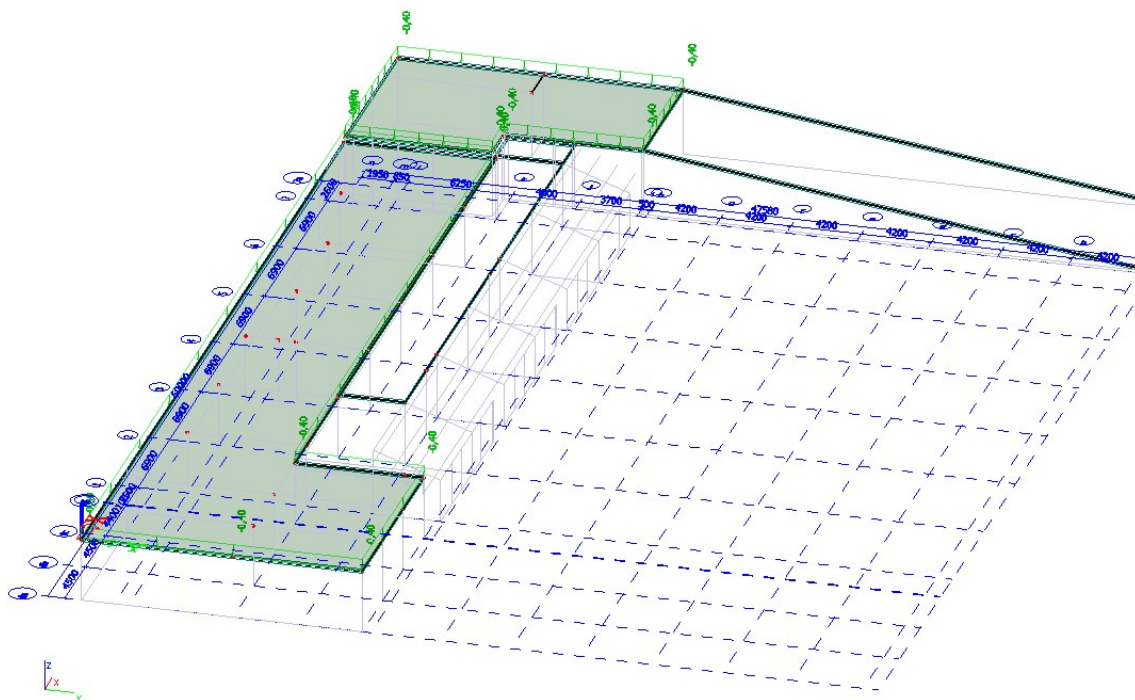
Shema djelovanja snijega po rasteru $r=1.00\text{m}$ (oblik 1):



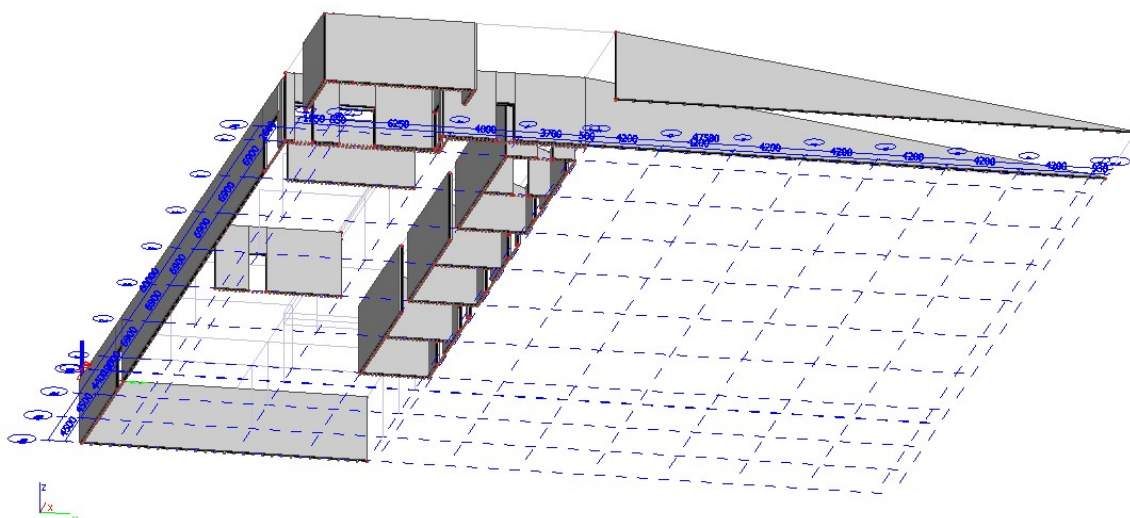
NAPOMENA:

Na dijelovima konstrukcije gdje je moguća povećana količina snijega zbog zapuha uzet će se djelovanje snijega uvećano za 30 %.

Prikaz opterećenja:



2.1.5 LC5, LC6 – opterećenja podrumskih zidova



Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softwareskim paketima.

Prema „Izvješću o rezultatima inženjersko – geološko – geotehničkog istraživanja“ iz 2009. godine utvrđeno je da se stalni nivo podzemne vode nalazi na koti + 0,00 m n.m. ili malo dublje, stoga se horizontalno opterećenje uslijed pritiska vode zanemaruje.

– horizontalno opterećenje uslijed pritiska zemlje:

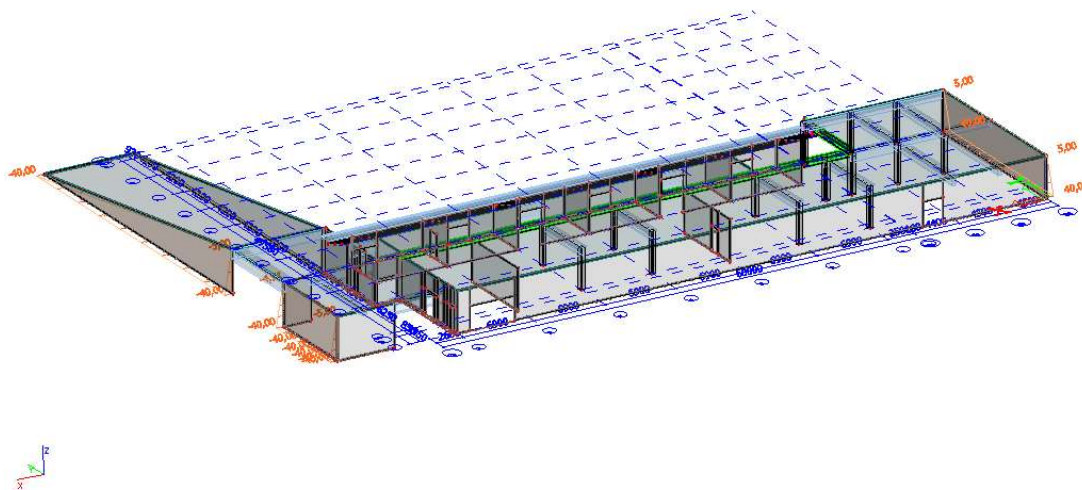
$$\gamma_{tla} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$k_0 = 0,5$$

$$h = 4,0 \text{ m}$$

$$p_{1,tlo} = 5 \text{ kN/m}^2$$

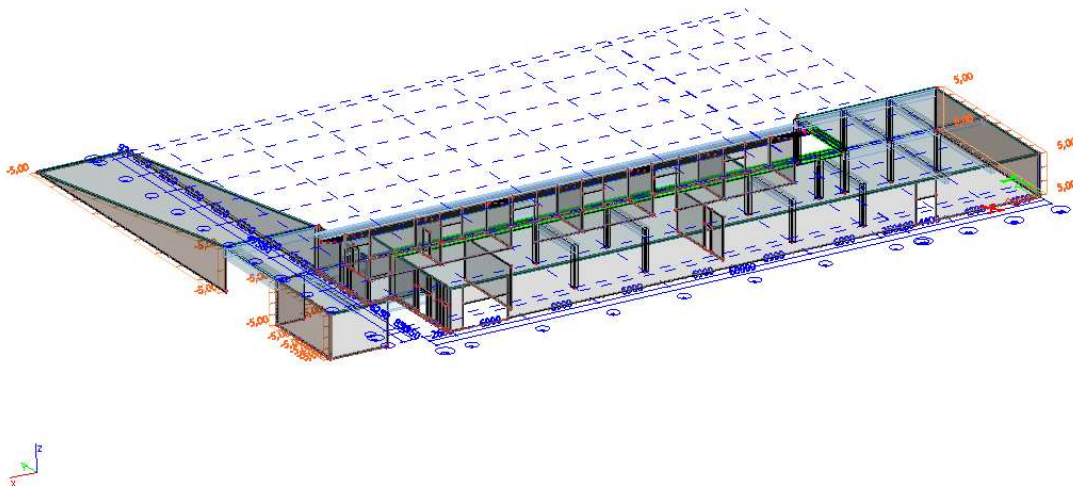
$$p_{2,tlo} = k_0 \cdot \gamma_{tlo} \cdot h = 0,5 \cdot 20 \cdot 4,0 = 40 \text{ kN/m}^2$$



– horizontalno opterećenje uslijed dodatnog promjenljivog opterećenja:

$$q = 10 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{1,dodatno} = p_{2,dodatno} = k_0 \cdot q = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ kN/m}^2$$



2.2 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se sljedeće kombinacije:

- Za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (\gamma_G * G_{k,i}) + \gamma_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

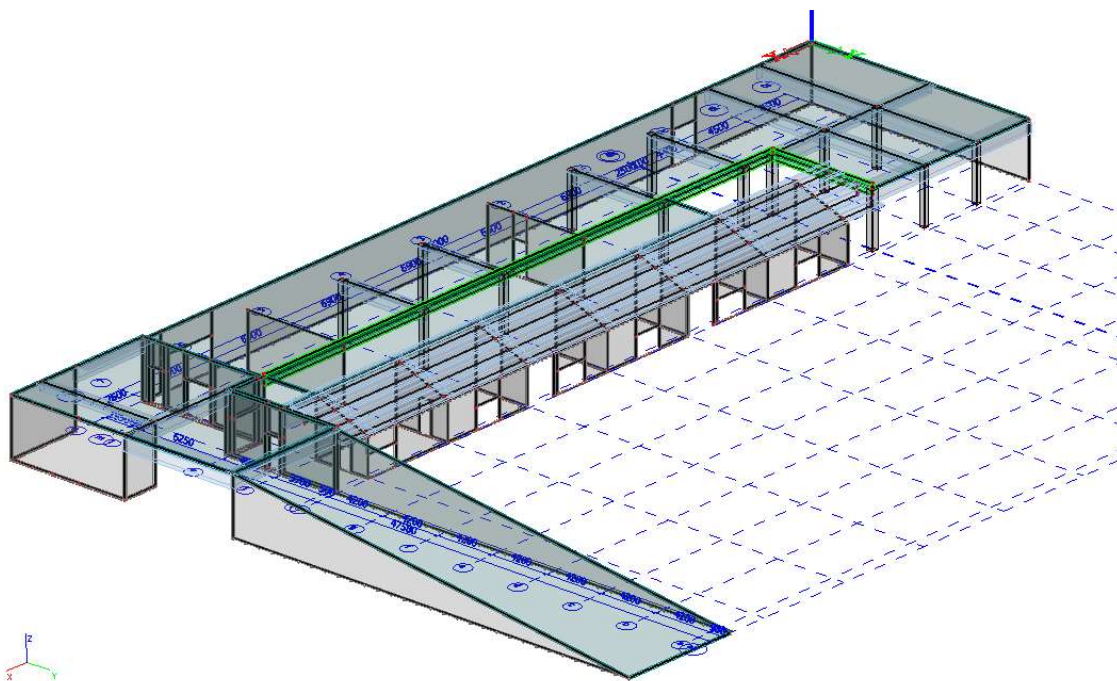
Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

3 MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA

3D prikaz proračunskog modela



AB ploča podruma modelirana je kao plošni element klase betona C25/30te debljine 25cm.

AB ploče ostalih međуетажа modelirane su kao plošni elementi klase betona C25/30 debljine od 25 cm.

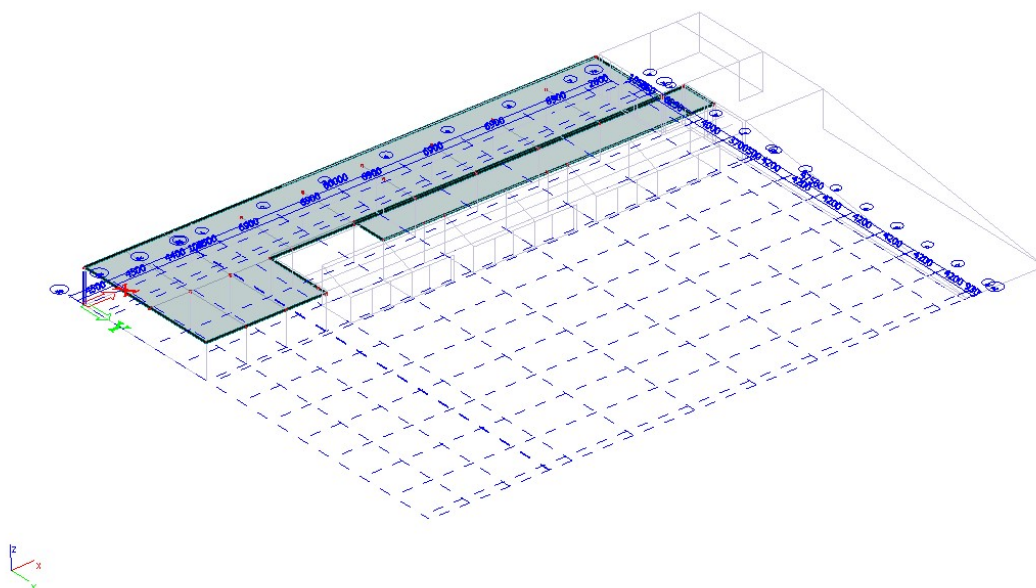
Veličina konačnog elementa za proračun plohe iznosi 0,6 m.

AB zidovi se izvod eiz betona C25/30 različitih debljina od 25 i 30 cm. U proračunskom modelu veza kontinuiranih AB zidova i krovne stropne ploče postavljna je kao zgloбna veza. Ležajevi AB zidova postavljeni su kao linijski zgloбni.

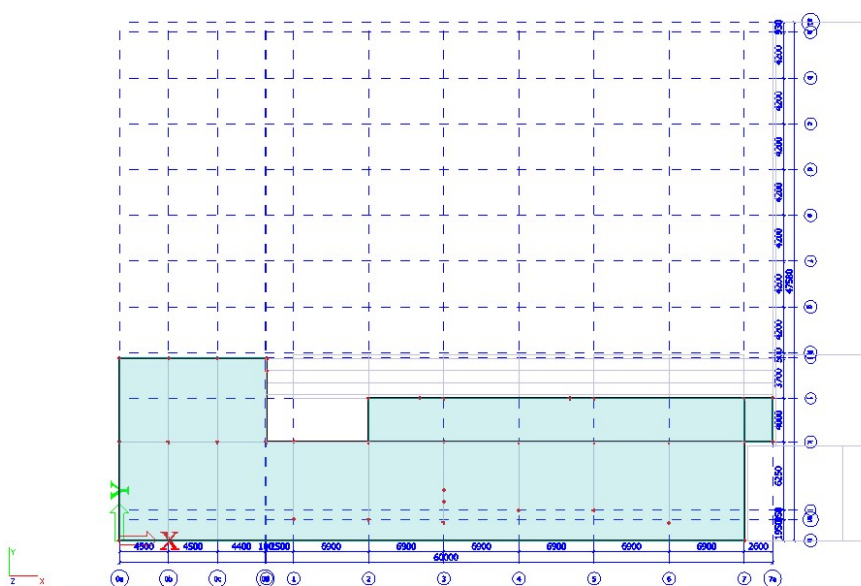
3.1 AB stropna ploča poz 200

Stropna ploča konstrukcije prateće građevine izvest će se kao armiranobetonska ploča debljine 25cm. AB ploča oslanja se na stupove i zidove s upuštenim gredama. Klasa betona je C25/30.

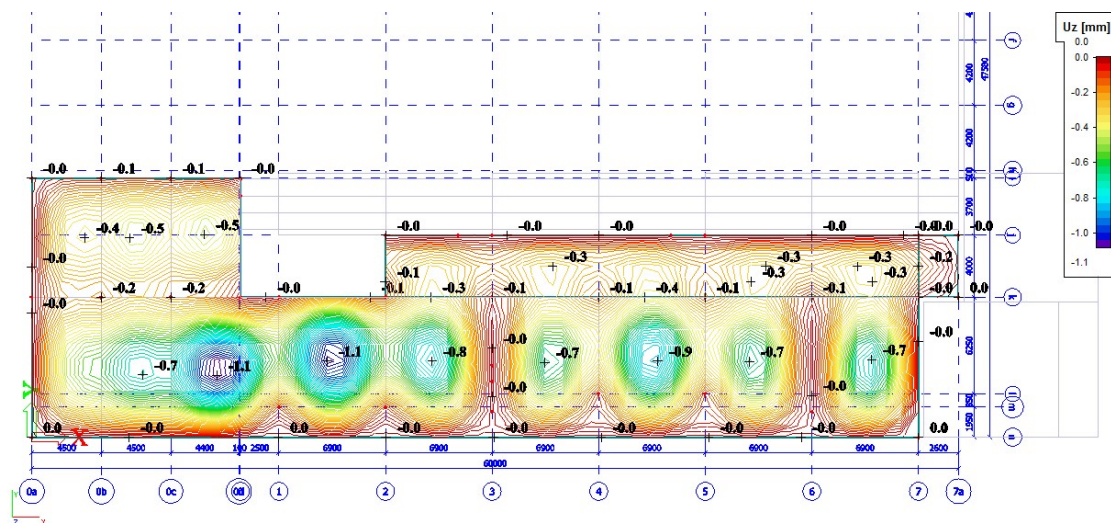
Prikaz 3D modela promatrane ploče



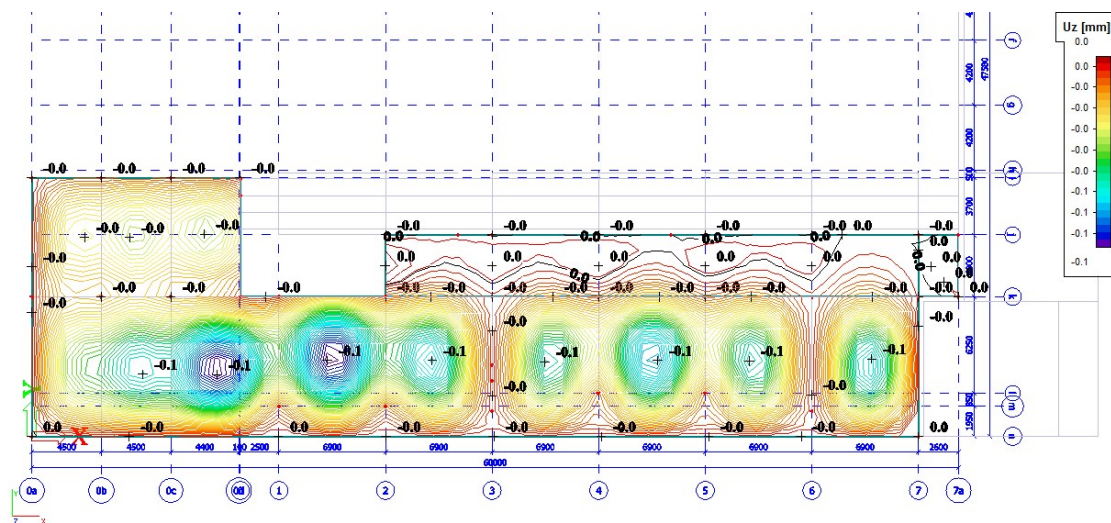
Tlocrtni prikaz



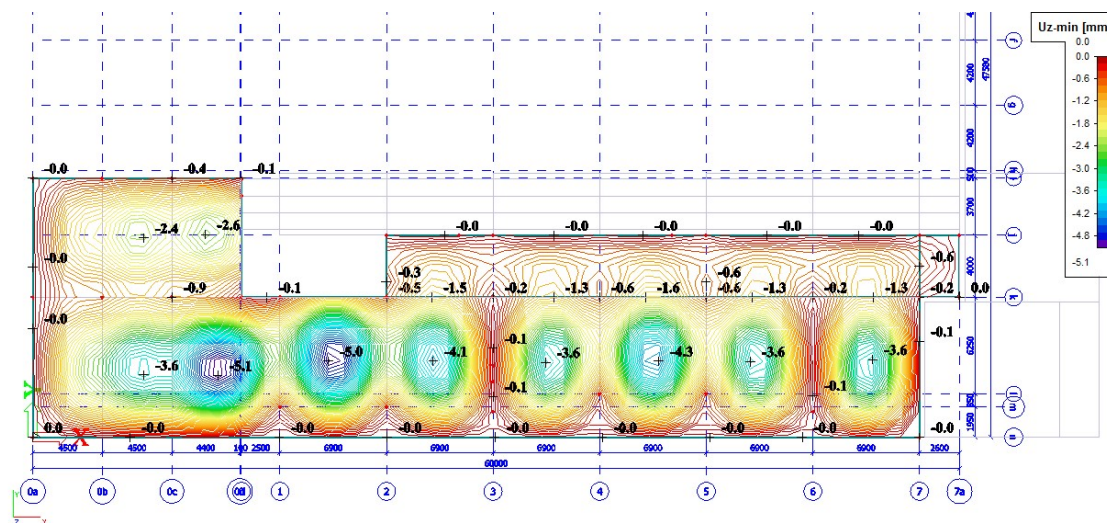
Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



Pomak ploče za djelovanje snijega LC4 u (mm)



Pomak ploče za kombinaciju djelovanja CO2-GSU-karakteristična kombinacija



Linearni elastični (kratkotrajni) progib za kombinaciju opterećenja CO2-GSU karakteristična iznosi:

- L = 6,6m: **5,0 mm**

- L = 4,4m: **2,6 mm**

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

- polje $\Delta(L=3,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3+LC4 = (1,4+1,5)*3,5+1,1+0,1 = 11,35 \text{ mm}$

- polje $\Delta(L=9,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3+LC4 = (0,8+0,7)*3,5+0,5+0,0 = 5,75 \text{ mm}$

Dopušteni progib:

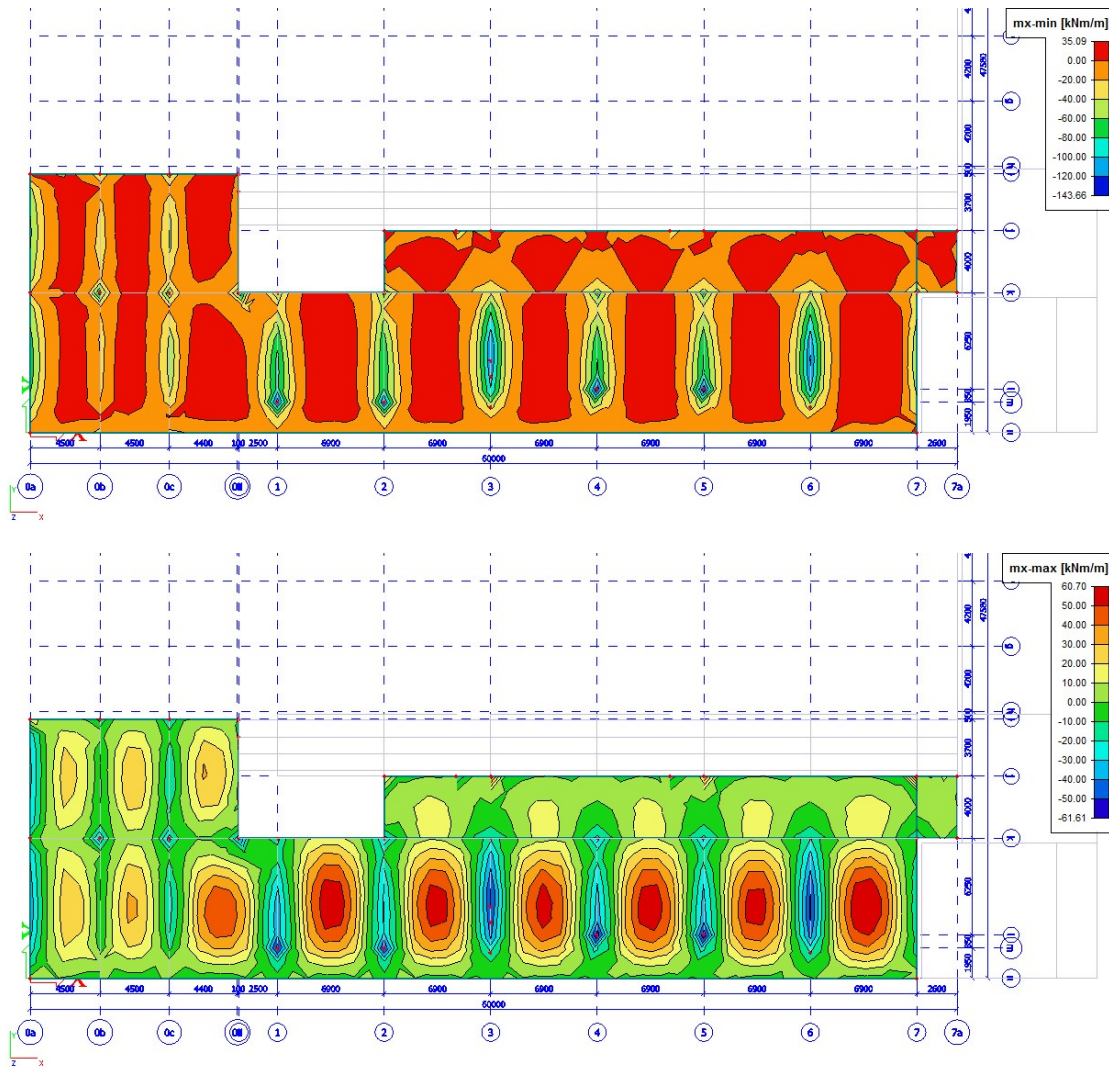
$\Delta = L/300$

- polje (L=6,6 m) $\Delta = 6600/300 = 22 \text{ mm}$ → PROGIB ZADOVOLJAVA

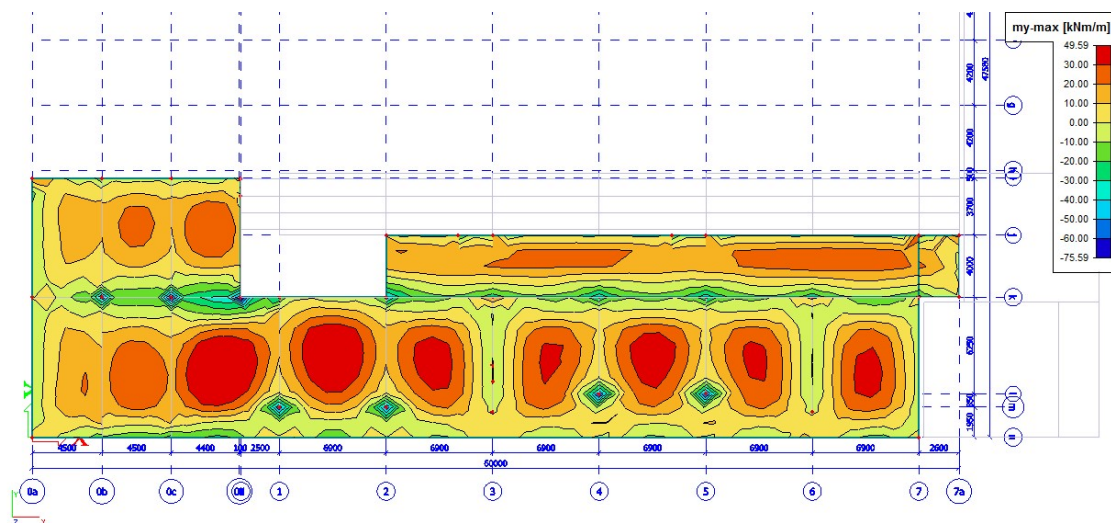
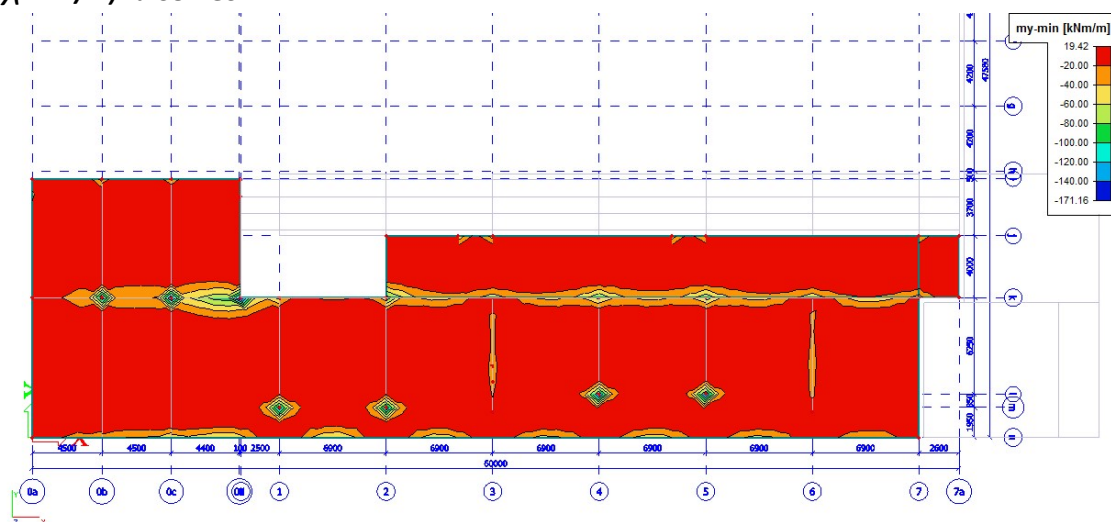
- polje (L=4,4 m) $\Delta = 4400/300 = 14 \text{ mm}$ → PROGIB ZADOVOLJAVA

3.1.2 Rezne sile

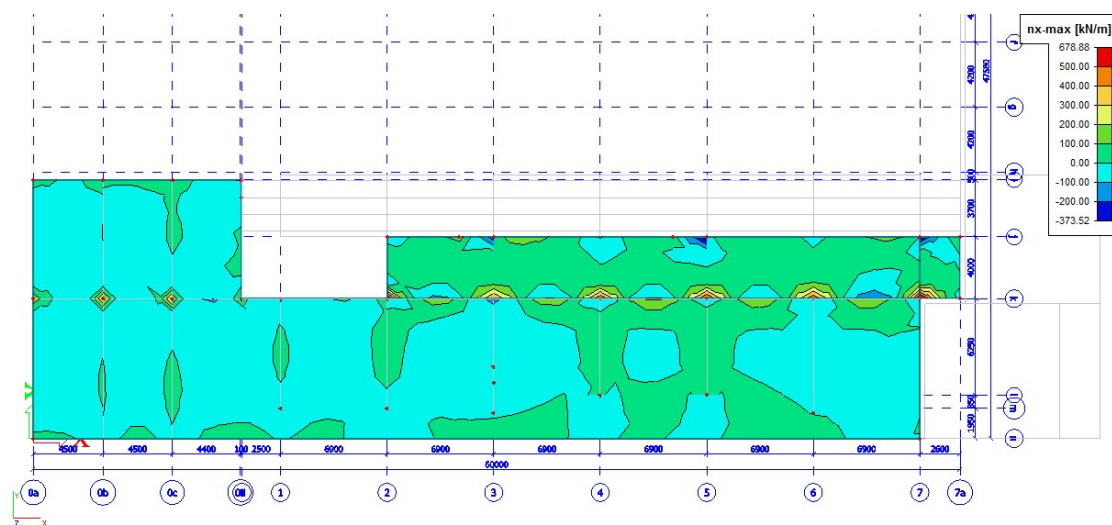
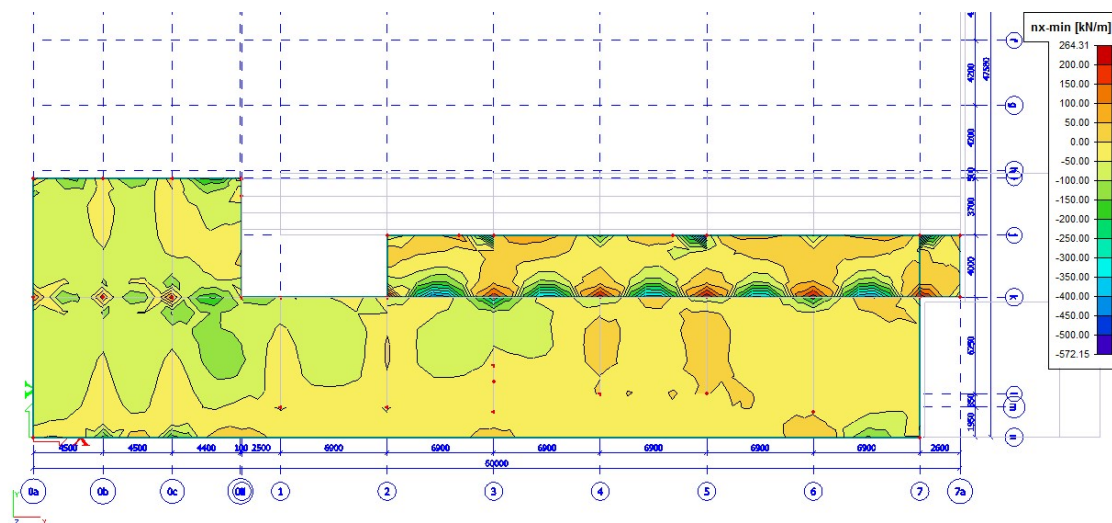
$m_x(kNm/m)$ za CO1 GSN



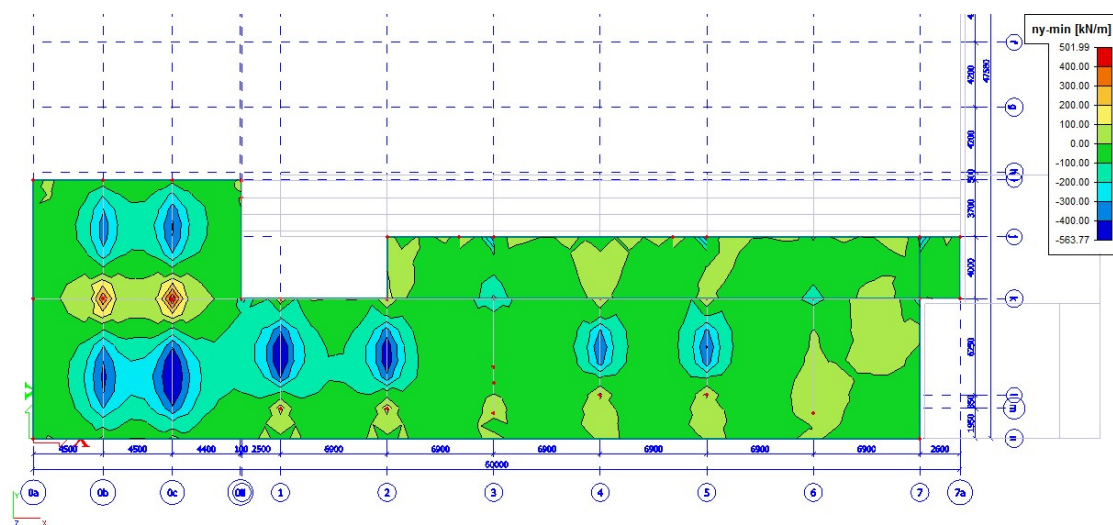
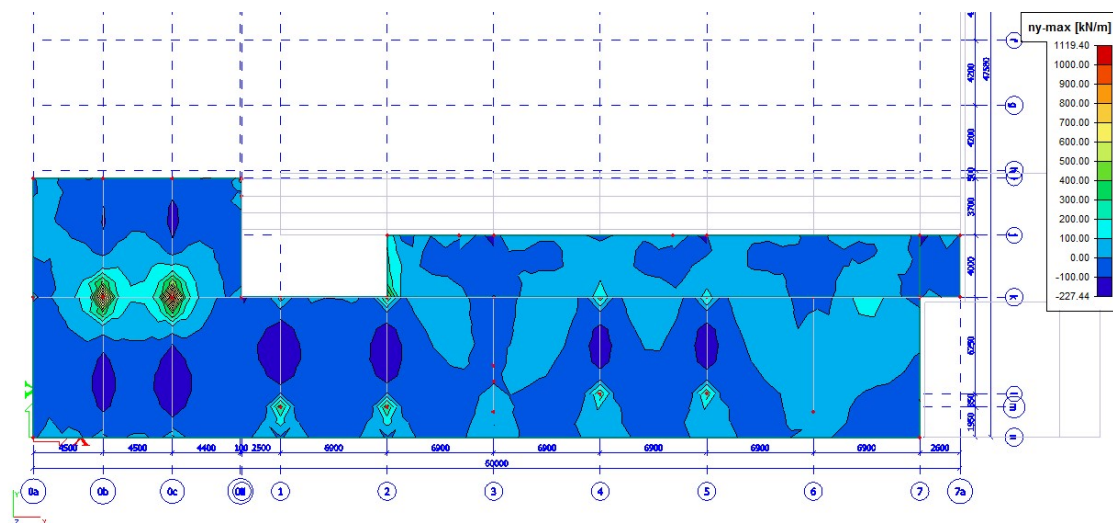
$m_y(kNm/m)$ za CO1 GSN



$nx(kN/m)$ za CO1 GSN

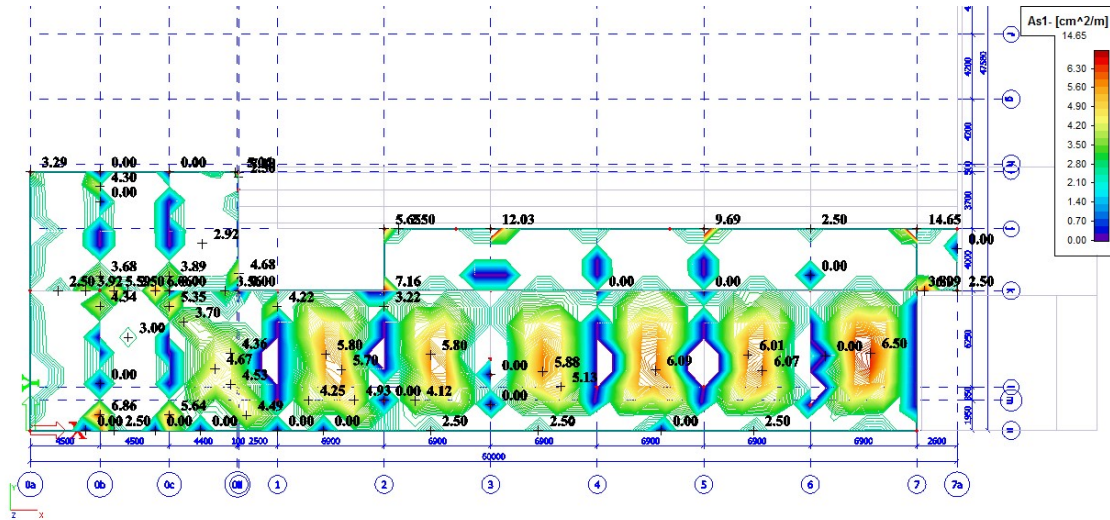


$n_y(kN/m)$ za CO1 GSN

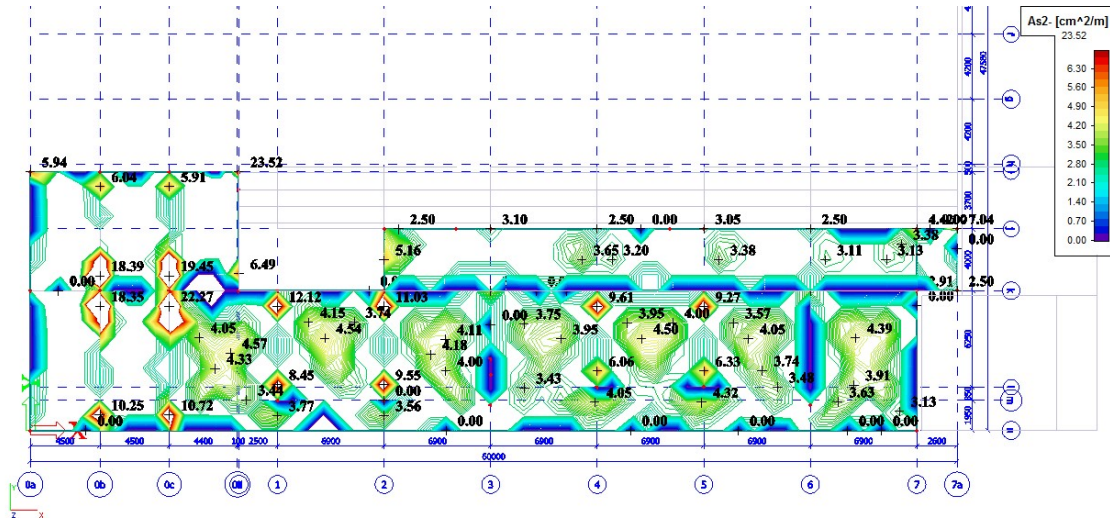


3.1.3 Proračun potrebne armature ploče

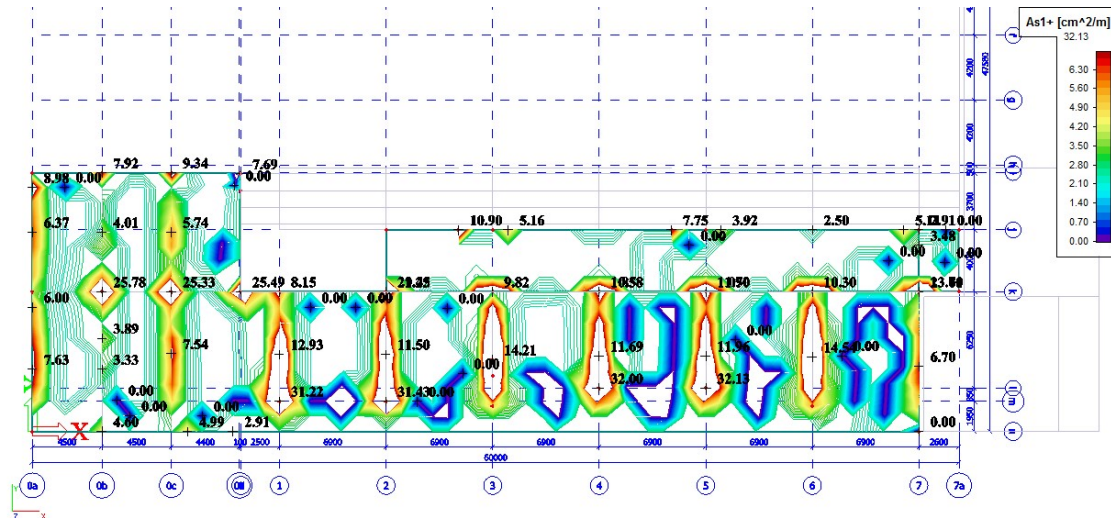
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m^2)



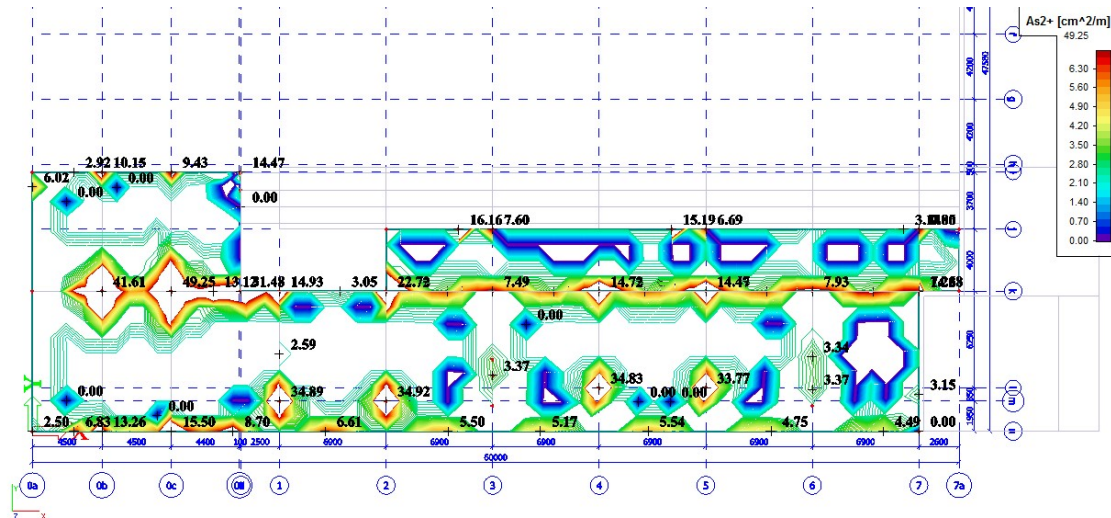
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm^2/m^2)



SMJER X – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



Minimalna armatura ploče :

$$A_{s,min}=0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 25 \times 100 = 3,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA ARMATURA

Donja zona ploče

- AB ploču u donjoj zoni armirati s mrežama Q 503, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature, i to šipkama ($\phi 10/20$).

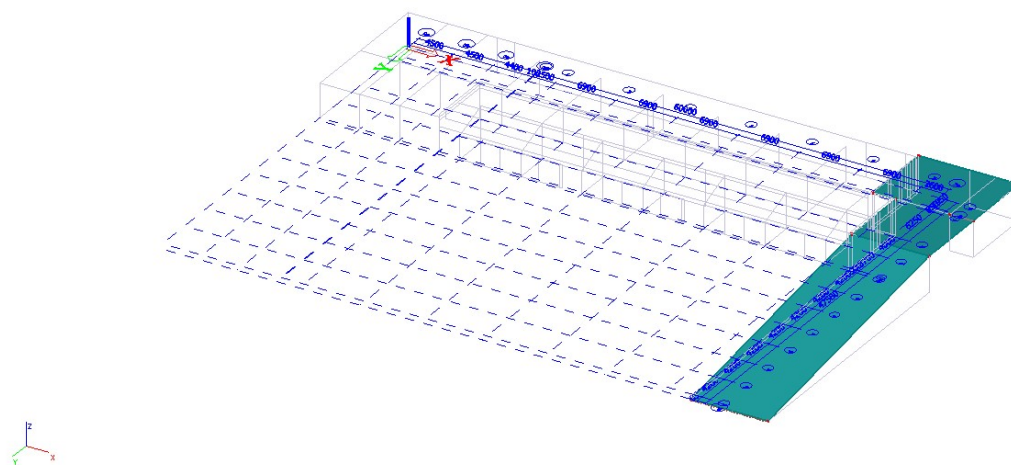
Gornja zona ploče

- AB ploče u gornjoj zoni armirati s mrežama Q385, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

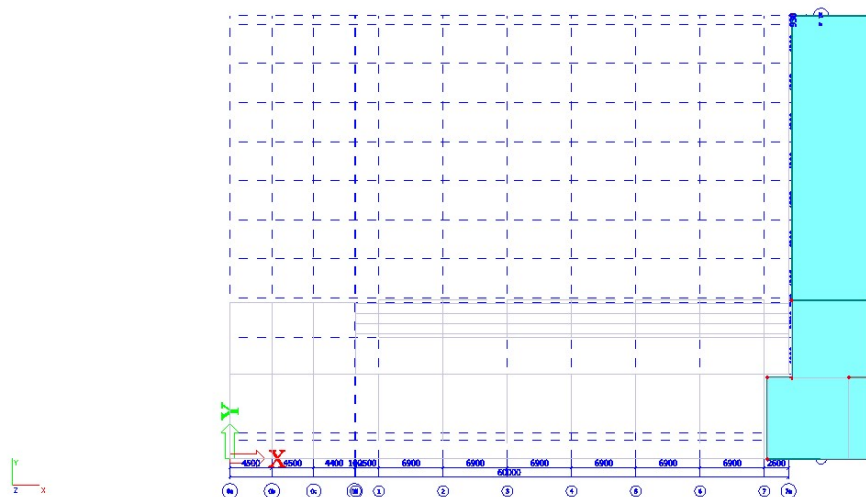
3.2 AB stropna ploča rampe poz 200

Stropna ploča konstrukcije rampe prateće građevine izvest će se kao armiranobetonska ploča debljine 25cm. AB ploča oslanja se na stupove i zidove s upuštenim gredama. Klasa betona je C25/30.

Prikaz 3D modela promatrane ploče

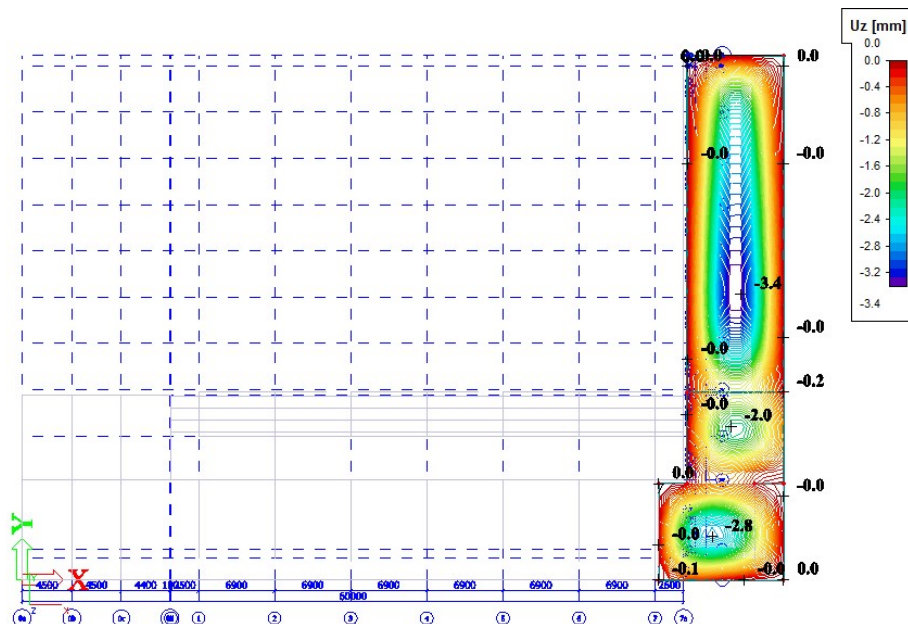


Tlocrtni prikaz

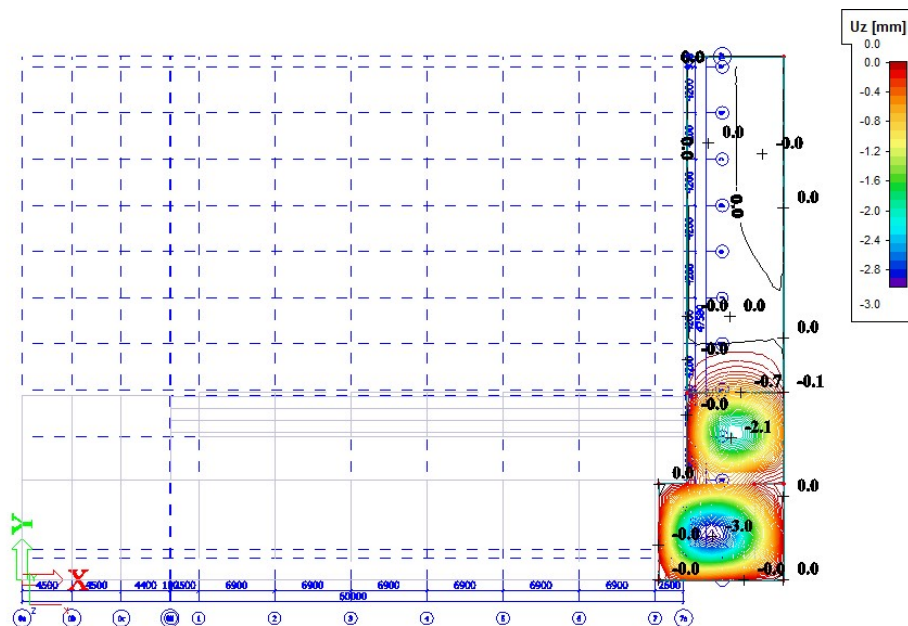


3.2.1 Deformacije ploče

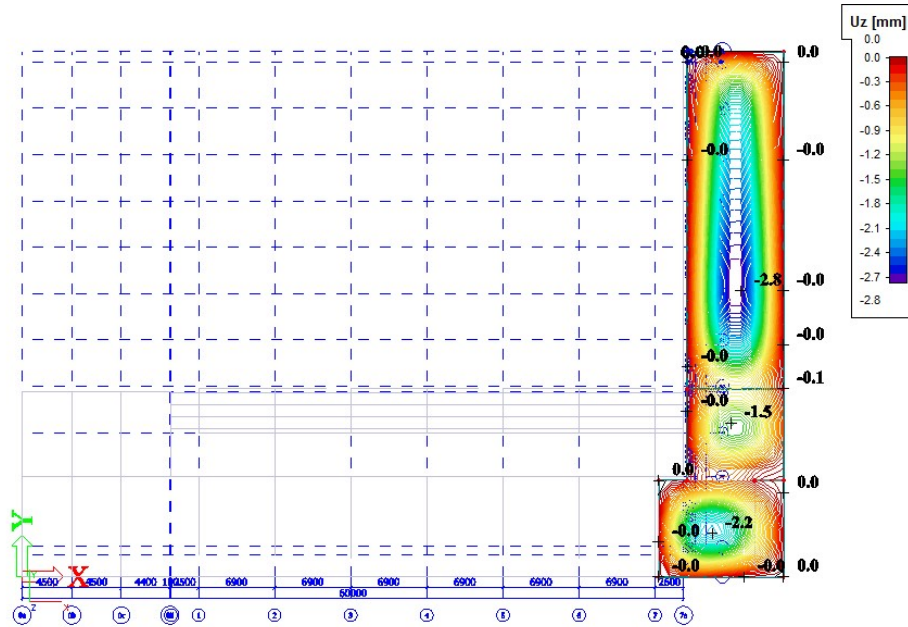
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



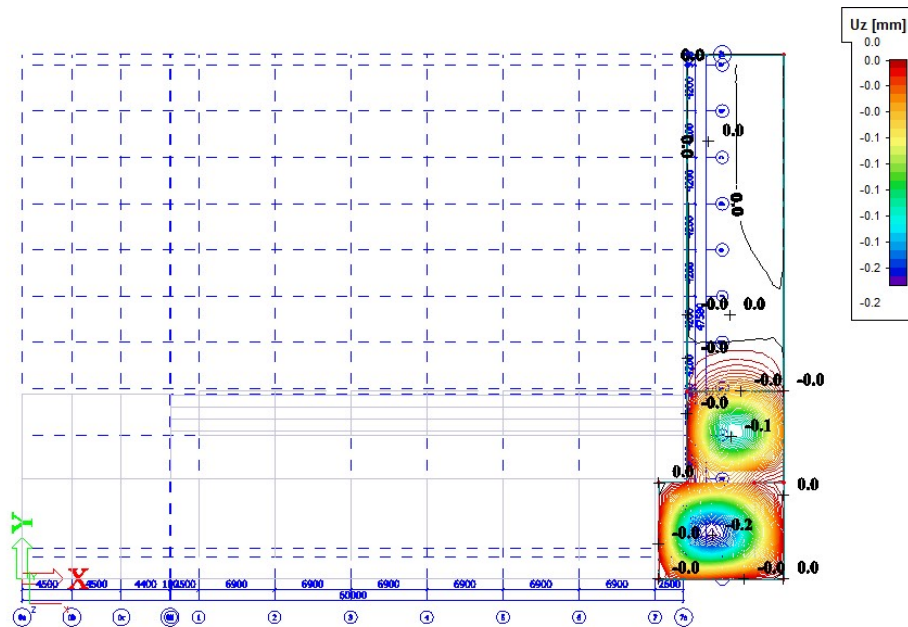
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



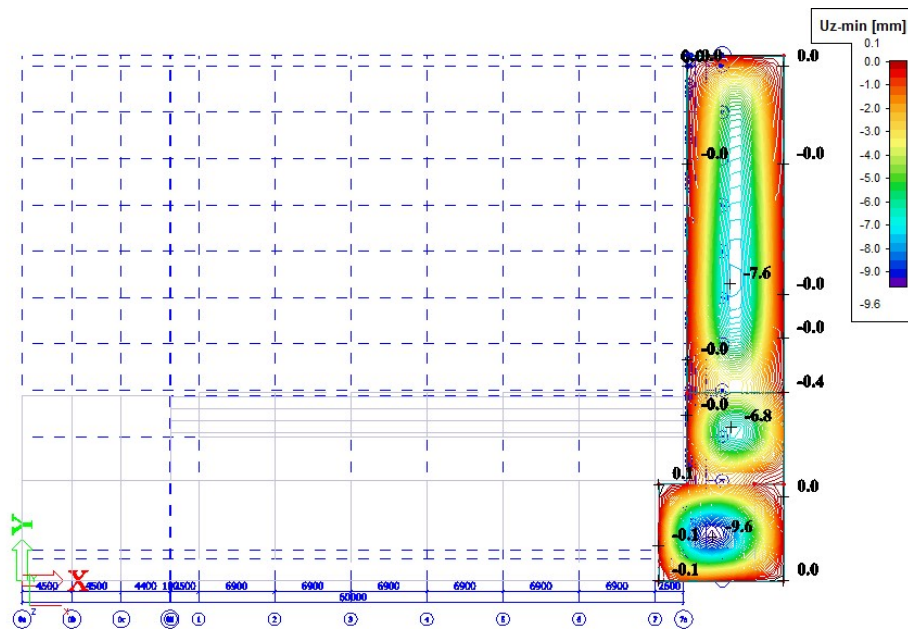
Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)



Pomak ploče za djelovanje snijega LC4 u (mm)



Pomak ploče za kombinaciju djelovanja CO2-GSU-karakteristična kombinacija



Linearni elastični (kratkotrajni) progib za kombinaciju opterećenja CO2-GSU karakteristična iznosi:

- L = 8,5m: **9,6 mm**

Linearni neelastični (dugotrajni) progib za slučaj opterećenja iznosi:

- polje $\Delta(L=3,6 \text{ m}) = (LC1+LC2)*2,5+LC3+LC4 = (2,8+3,0)*3,5+2,2+0,2 = 22,7 \text{ mm}$

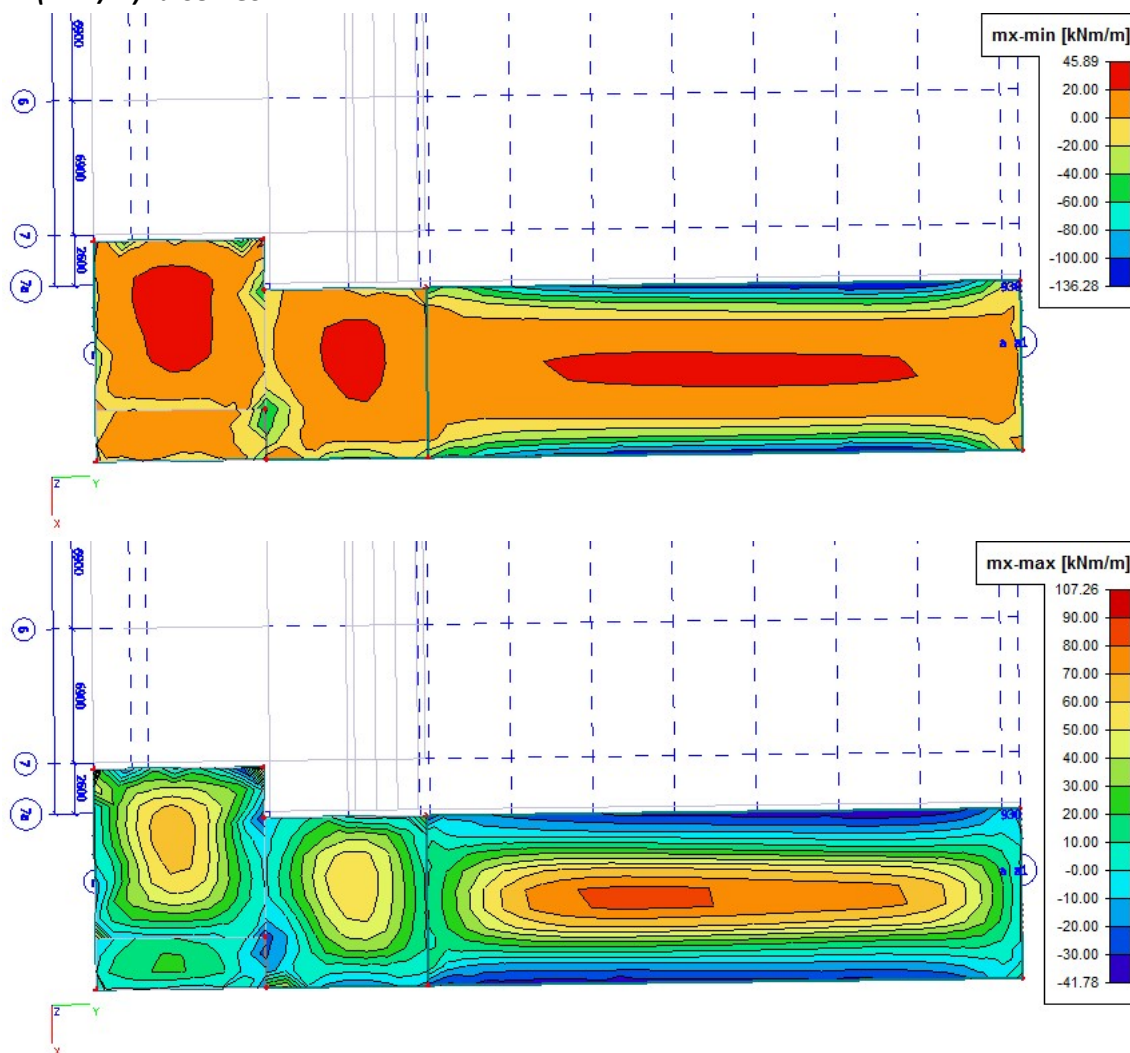
Dopušteni progib:

$$\Delta = L/300$$

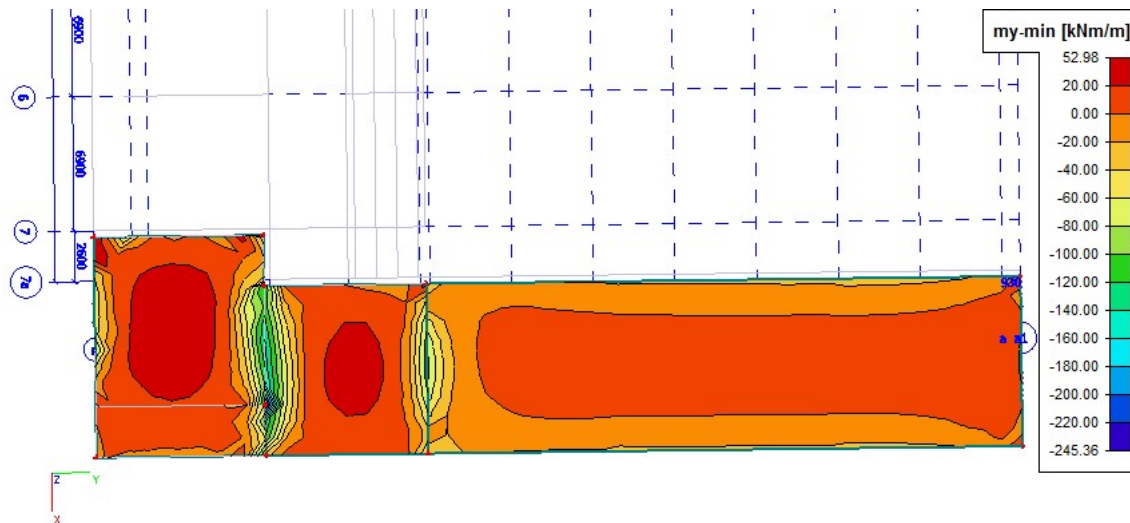
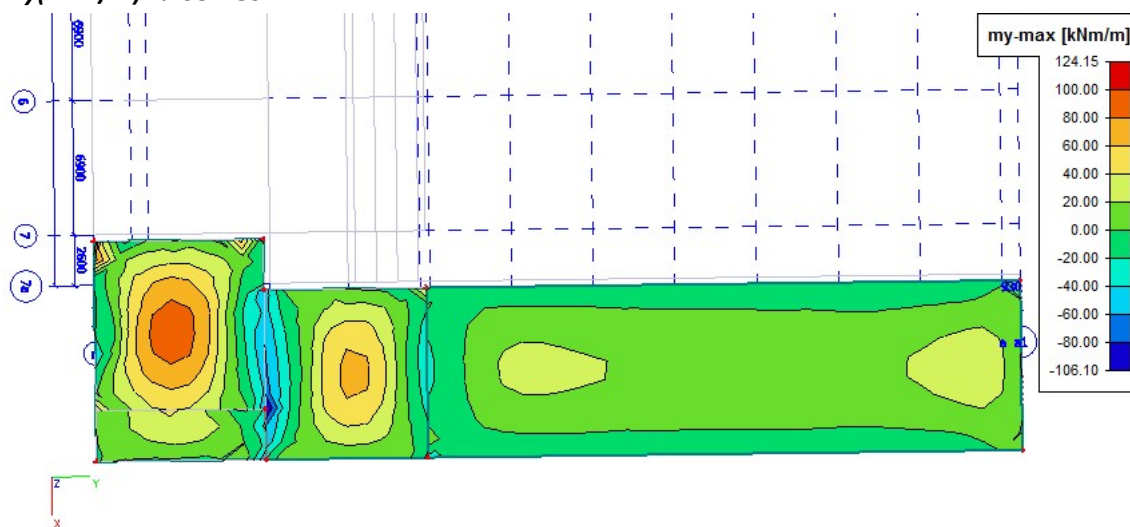
- polje (L=8,5 m) $\Delta = 8500/300 = 28 \text{ mm} \rightarrow \text{PROGIB ZADOVOLJAVA}$

3.2.2 Rezne sile

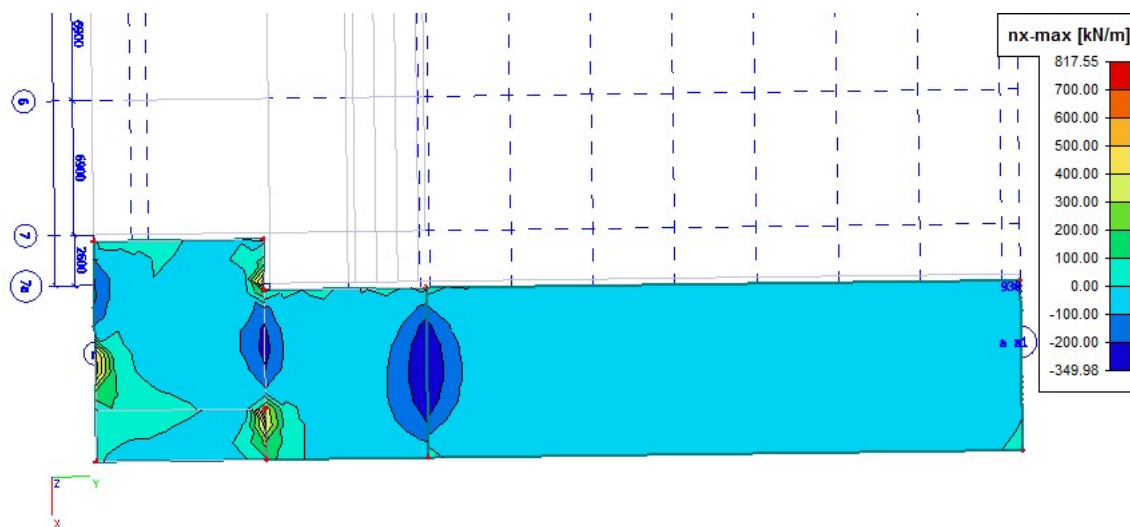
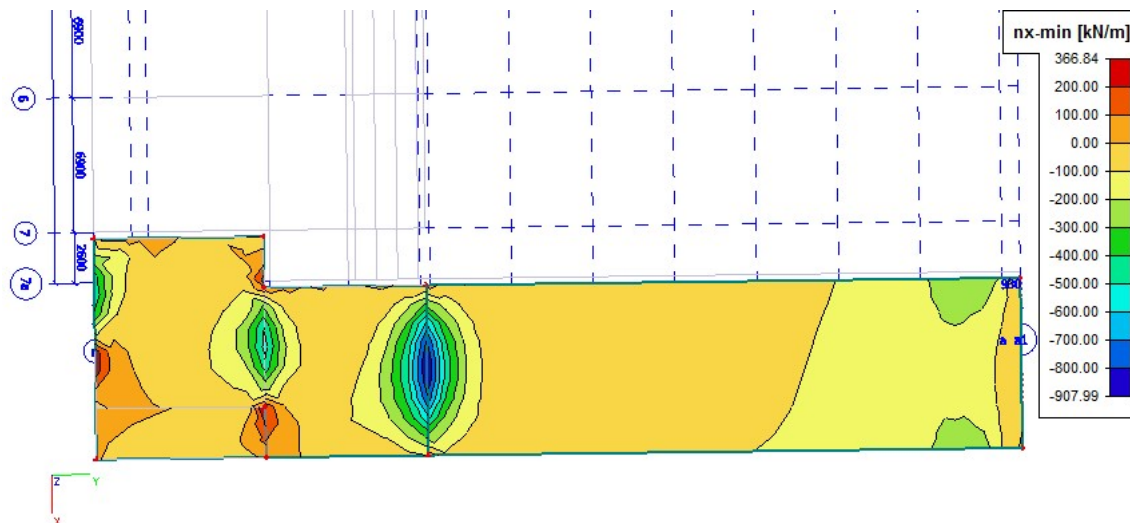
m_x (kNm/m) za CO1 GSN



m_y (kNm/m) za CO1 GSN



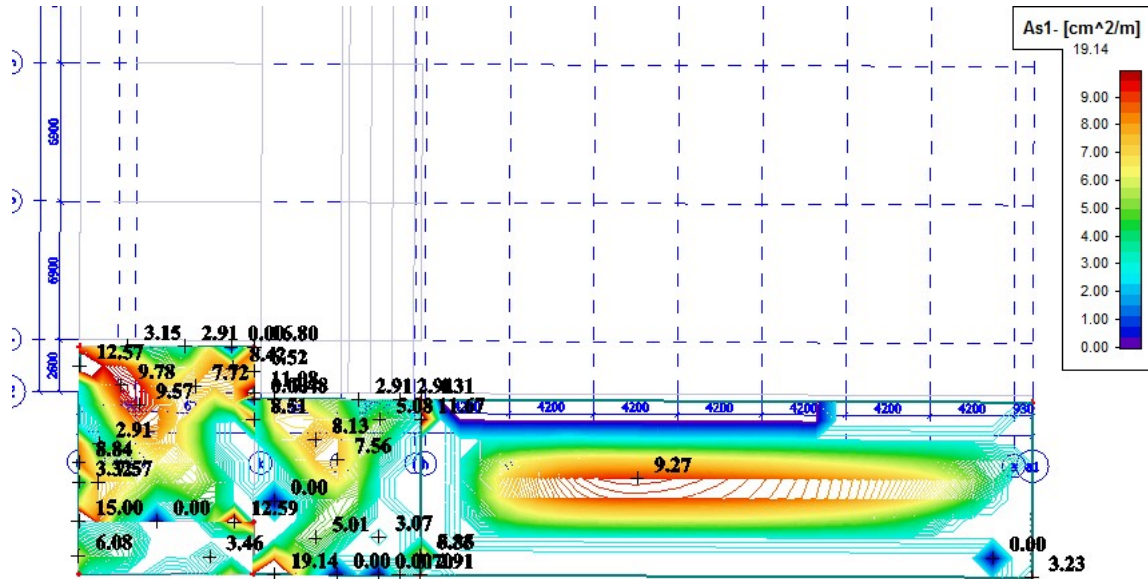
$n_x(kN/m)$ za CO1 GSN



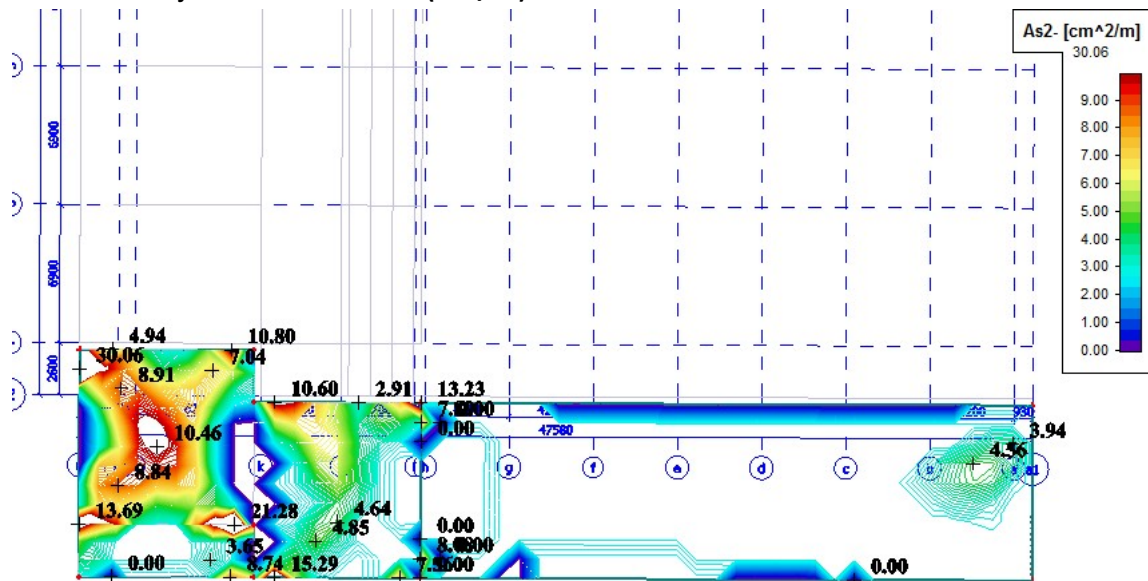
201

3.2.3 Proračun potrebne armature ploče

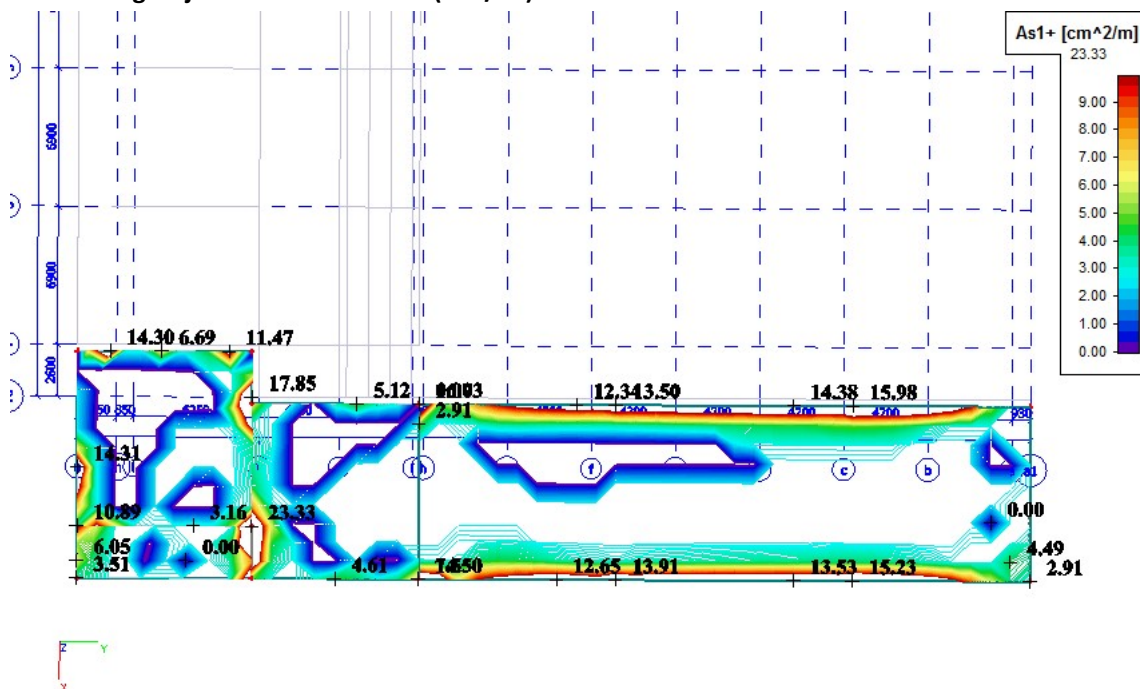
SMJER X – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



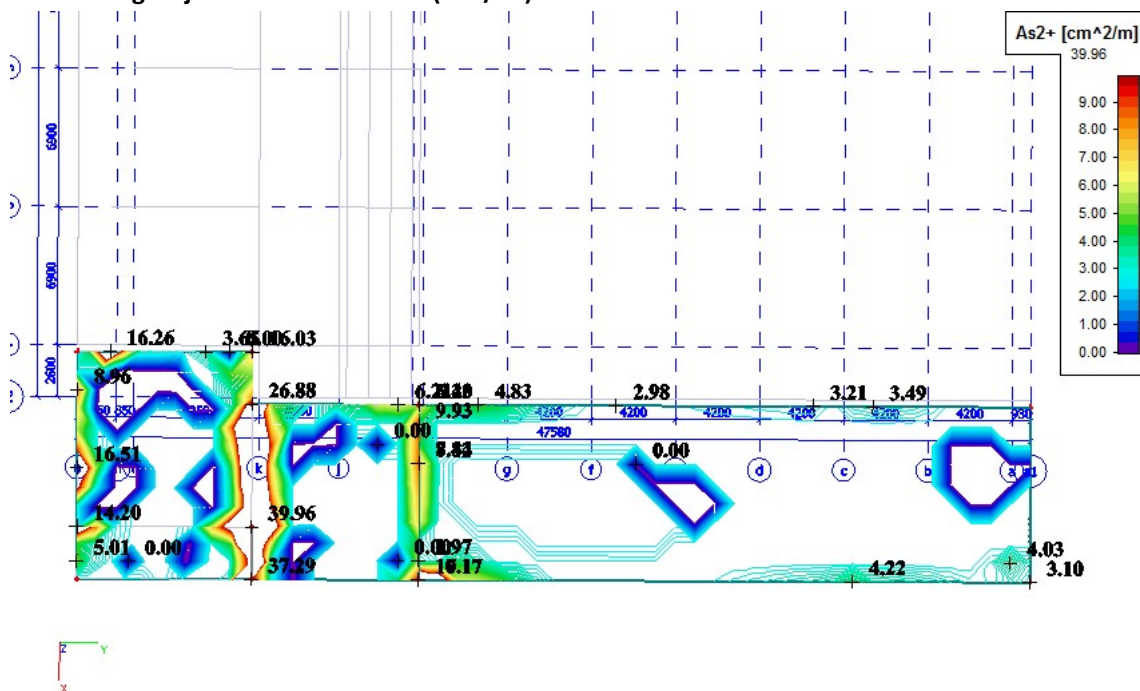
SMJER Y – donja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



SMJER X – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO1 GSN u (cm²/m')



Minimalna armatura ploče :

$$A_{s,min} = 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 25 \times 100 = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA ARMATURA

Donja zona ploče

- AB ploču u donjoj zoni armirati s mrežama Q 785, uz dodatnu armaturu prema gore prikazanim dijagramima, i to šipkama.

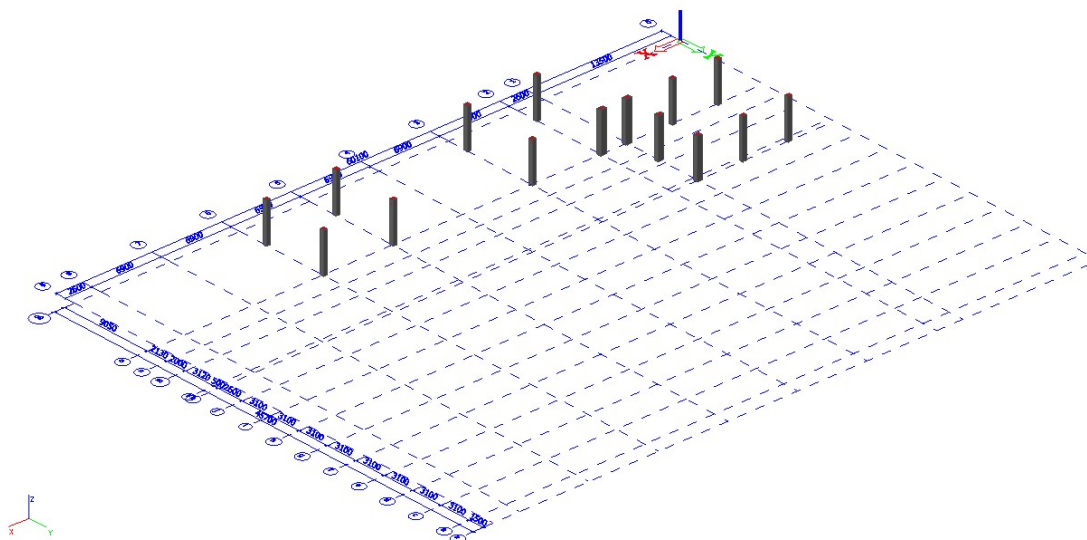
Gornja zona ploče

- AB ploče u gornjoj zoni armirati s mrežama Q385, uz dodatak prema prikazanim dijagramima armature.

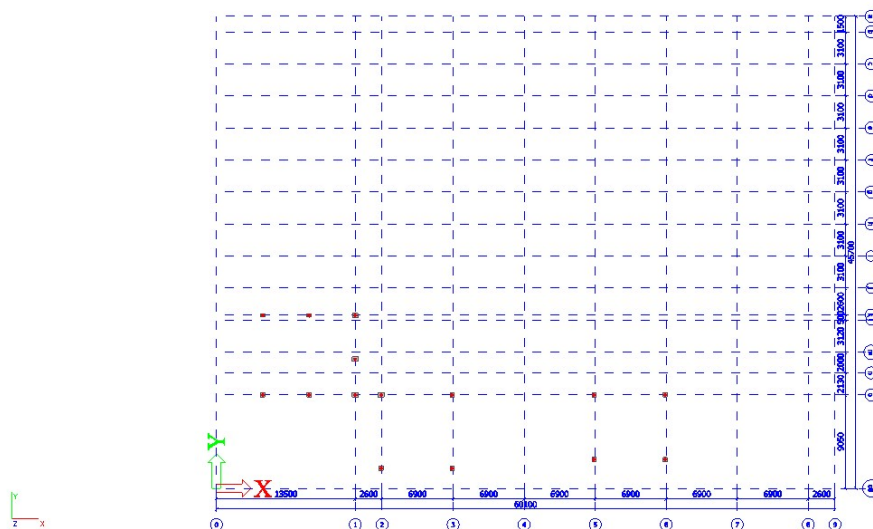
4 DIMENZIONIRANJE STUPOVA

Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 40/30cm, 40/40cm, 50/40cm i 60/40cm. Stupovi su raspoređeni na rasteru konstrukcije od 4,5m i 6,9m u x smjeru, te 6,25 m i 3,5 m u y smjeru. Stupovi su u razini međukatnih konstrukcija, te su upeti u temelje samce. Zaštitni sloj je 25 mm sa svih strana. Time je zadovoljen kriterij XC1. Beton za izradu elemenata je C25/30.

Prikaz AB stupova



Tlocrtna dispozicija stupova



Dimenzioniranje se provodi za kombinaciju graničnog stanja nosivosti CO1 i dinamičku potresnu kombinaciju CO3.

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura B 500 B

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; \quad f_{sd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

Proračunska armatura je napravljena za kombinaciju CO1 i CO3.

U nastavku je prikazana proračunska armatura stupa za kombinaciju graničnog stanja nosivosti CO1 kao mjerodavna kombinacija za proračun AB stupova.

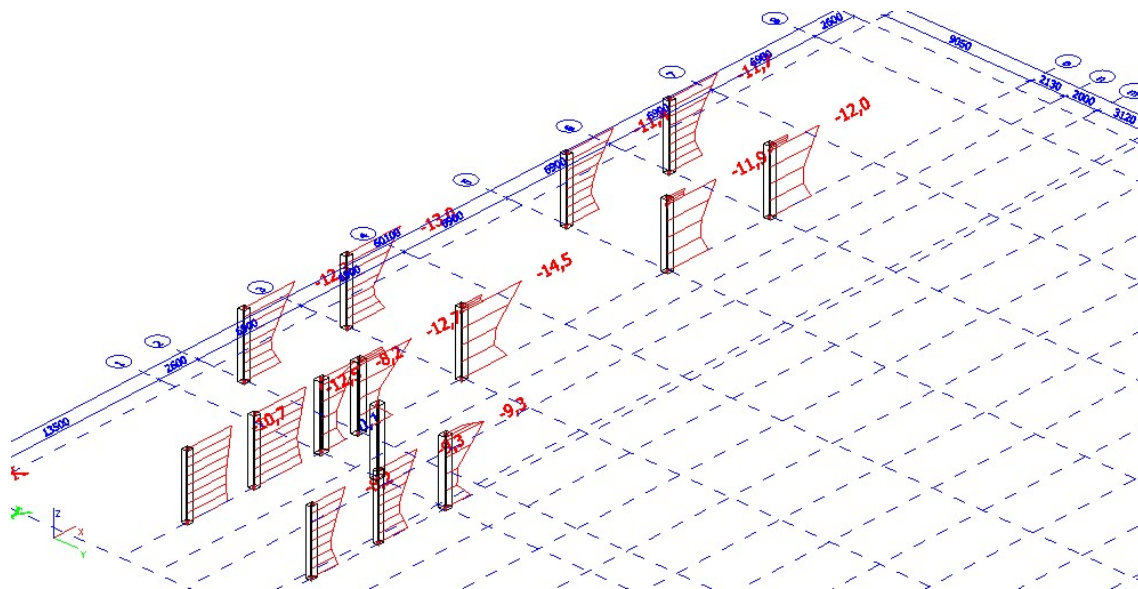
Ukoliko je proračunom dobivena količina armatura manja od proračunske armature ugrađuje se minimalna armatura.

4.1 Provjera naprezanja

Uzdužne se pukotine mogu pojaviti ako razina naprezanja za karakterističnu kombinaciju opterećenja premaši kritičnu vrijednost. Tlačno naprezanje se ograničava na vrijednost $0,6 \cdot f_{ck}$.

Za beton razreda C30/37 ograničenje naprezanja iznosi $0,6 \cdot 30 = 18$ MPa.

Naprezanja (MPa) u stupovima za karakterističnu kombinaciju opterećenje CO6

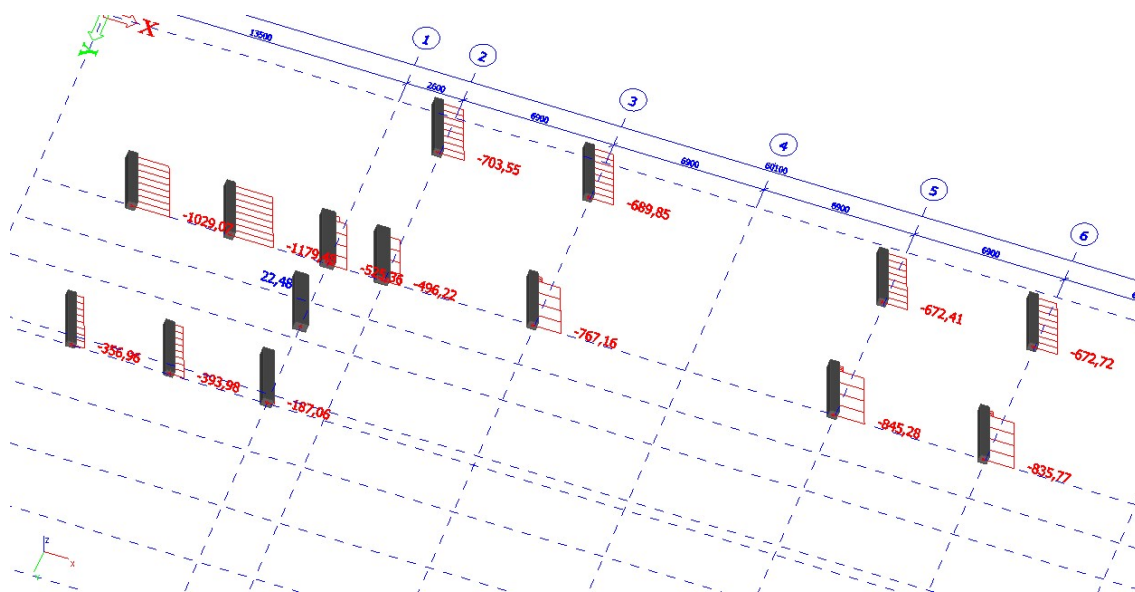


Naprezanja u stupu ne premašuju kritičnu vrijednost naprezanja od 18 MPa

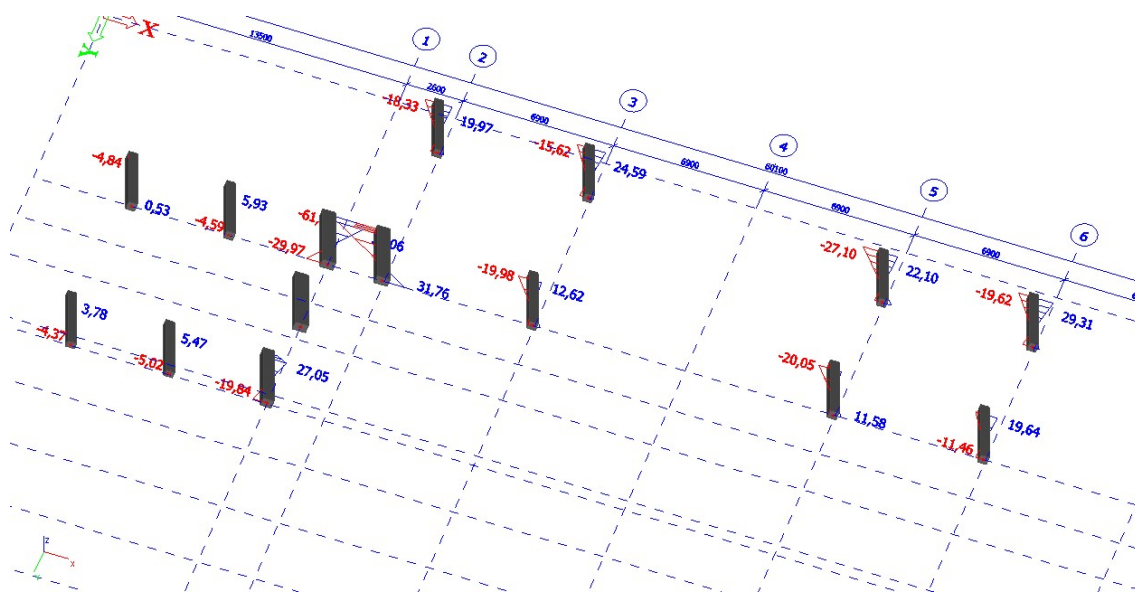
4.2 Rezne sile u stupovima za granično stanje naprezanja

U nastavku su prikazani rezultati pravokutnih stupova prema osima za kombinaciju CO1.

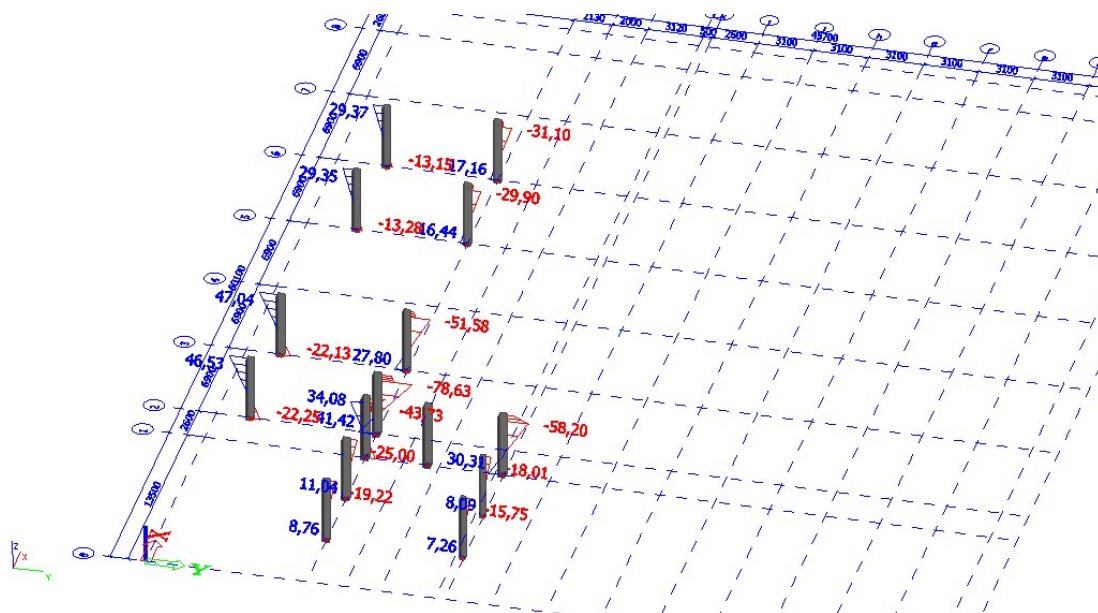
Uzdužna sila N



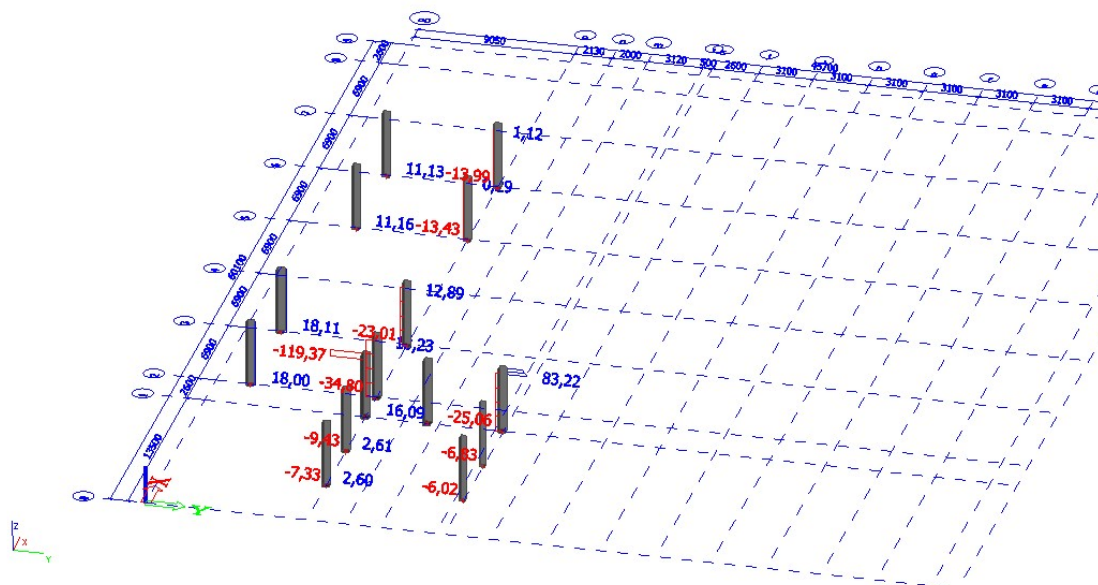
Moment My



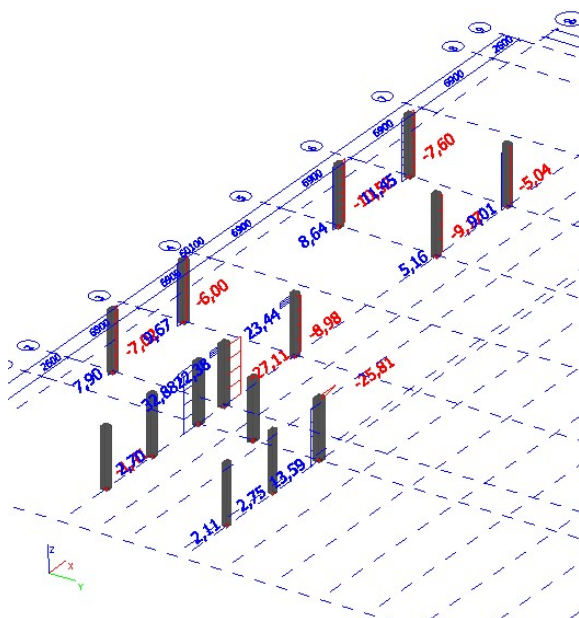
Moment Mz



Poprečna sila Vy



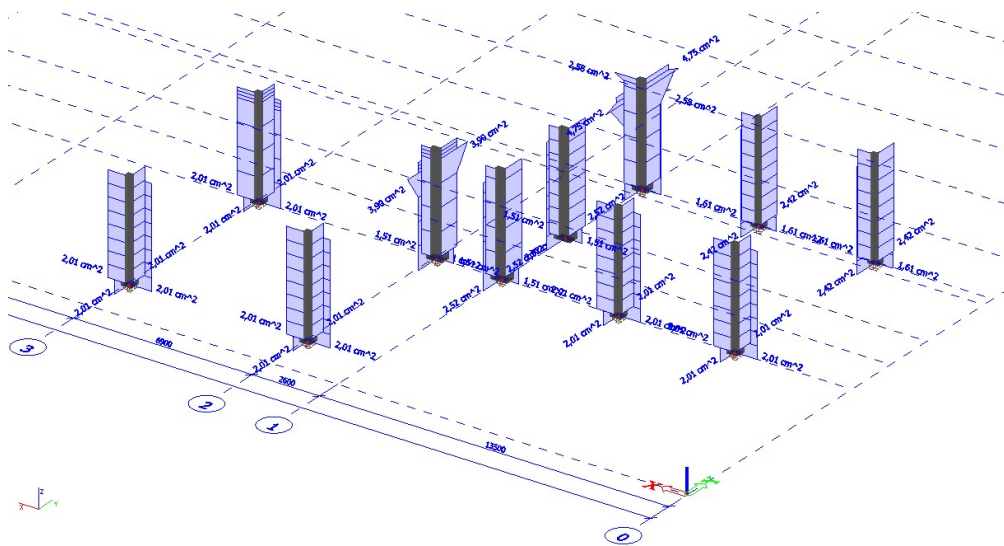
Poprečna sila Vz



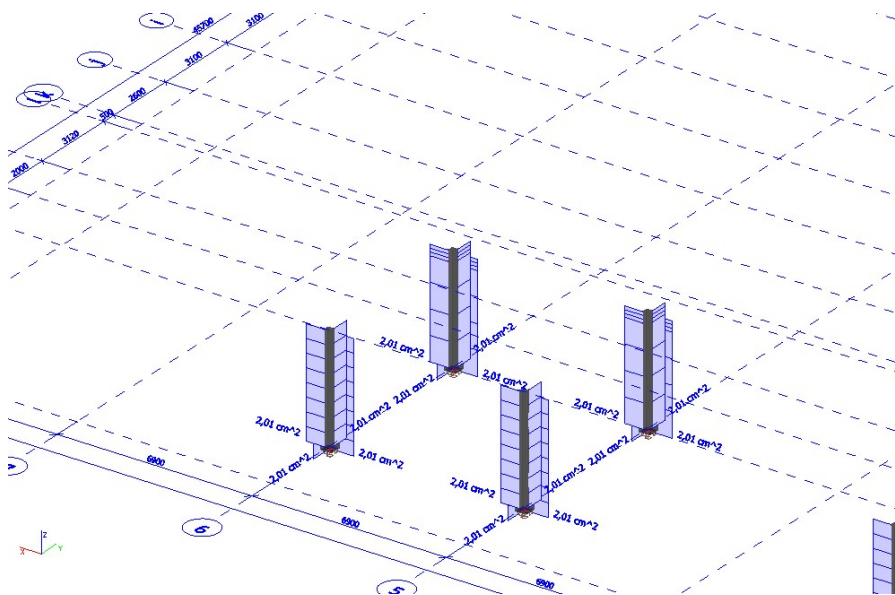
4.3 Proračun armature

Uzdužna armatura za kombinaciju CO1 GSN

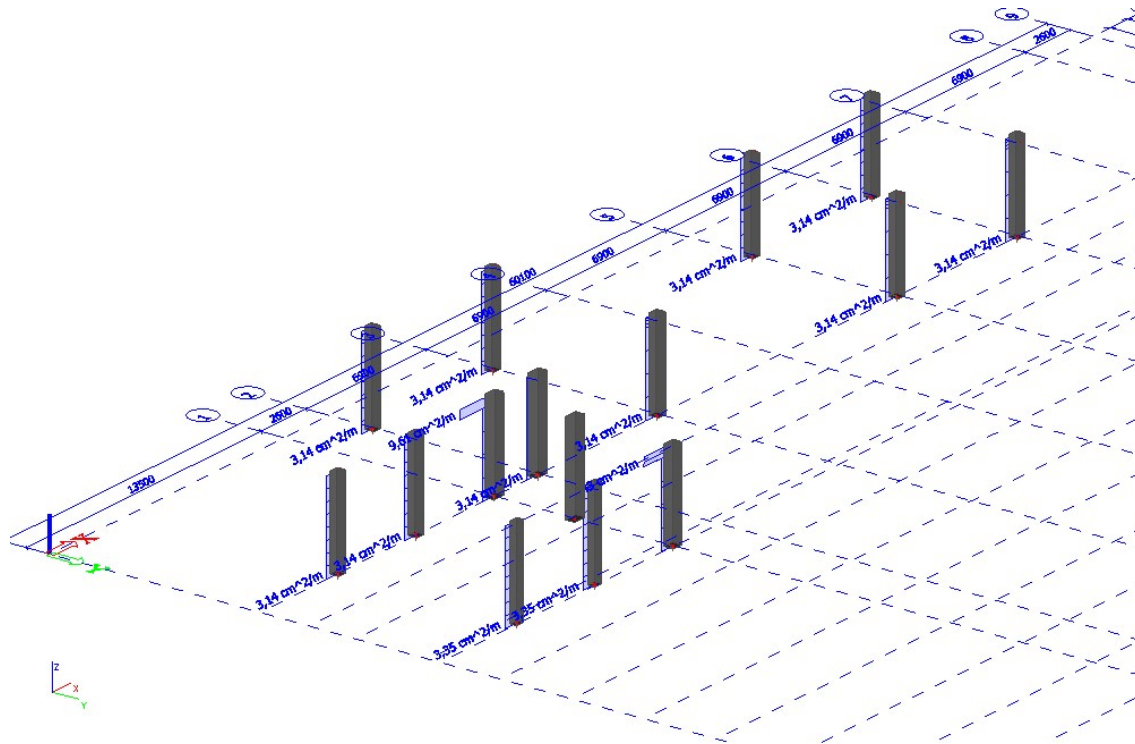
Između osi 0 i 3



Između osi 3 i 9



Poprečna armatura za kombinaciju CO1 GSN



4.3.1 Usvojena armatura stupova

Minimalna armatura stupa

- poprečni presjek 30/40

$$A_{s,min} = 4\phi 12$$

$$A_{s,min} = 0,0015 \times A_c = 0,0015 \times 30 \times 40 = 1,8 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{s,min} = 0,0075 \times \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 0,0075 \times \frac{2197,20}{43,5} = 0,38 \text{ cm}^2/\text{m}' \text{ za kombinaciju CO1}$$

- poprečni presjek 40/40

$$A_{s,min} = 4\phi 12$$

$$A_{s,min} = 0,0015 \times A_c = 0,0015 \times 40 \times 40 = 2,4 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{s,min} = 0,0075 \times \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 0,0075 \times \frac{1655,48}{43,5} = 0,28 \text{ cm}^2/\text{m}' \text{ za kombinaciju CO1}$$

- poprečni presjek 50/40

$$A_{s,min} = 4\phi 12$$

$$A_{s,min} = 0,0015 \times A_c = 0,0015 \times 50 \times 40 = 3 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{s,min} = 0,0075 \times \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 0,0075 \times \frac{260,84}{43,5} = 0,5 \text{ cm}^2/\text{m}' \text{ za kombinaciju CO1}$$

- poprečni presjek 60/40

$$A_{s,min} = 4\phi 12$$

$$A_{s,min} = 0,0015 \times A_c = 0,0015 \times 40 \times 60 = 3,6 \text{ cm}^2/\text{m}' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{s,min} = 0,0075 \times \frac{N_{sd}}{f_{yd}} = 0,0075 \times \frac{735,24}{43,5} = 0,12 \text{ cm}^2/\text{m}' \text{ za kombinaciju CO1}$$

Maksimalna armatura stupa

- poprečni presjek 30/40cm

$$A_{s, \max} = 0,04 A_c = 0,04 \times (30 \times 40) = 48 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- poprečni presjek 40/40cm

$$A_{s, \max} = 0,04 A_c = 0,04 \times (40 \times 40) = 64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- poprečni presjek 50/40cm

$$A_{s, \max} = 0,04 A_c = 0,04 \times (50 \times 40) = 80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

- poprečni presjek 60/40cm

$$A_{s, \max} = 0,04 A_c = 0,04 \times (60 \times 40) = 96 \text{ cm}^2/\text{m}$$

4.3.1.1 Stup S1 – tip 1 30/40cm

Member B315, section no. 0, dx = 0 m, Column

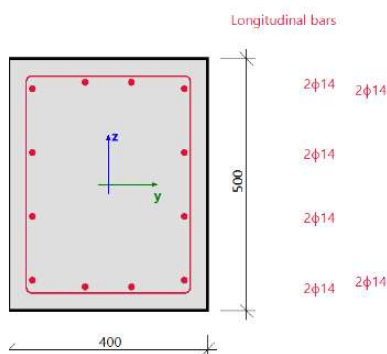
Member length	Ld = 3.82 m
Buckling length y	Ly = 5.68 m
Buckling length z	Lz = 3.51 m

Materials	
Concrete	C25/30
Reinforcement	B 500B

Coefficients

Reinforcement

Long. bars: 12 ϕ 14 mm, Tot. area = 1847 mm²
Stirrups: ϕ = 10 mm, A_{sw} = 157 mm², A_{sw,s} = 1152 mm²/m



Poprečna armatura dvorezne vilice Ø10/20 cm, pri ležaju i vrhu stupa vilice progustiti na Ø10/10 na duljini 150 cm.

Postaviti dodatnu uzdužnu armaturu (Ø20) pri dnu stupa na udaljenosti 100 cm.

4.3.1.2 Stup S3 – tip 1 40/40cm

Member B324, section no. 0, dx = 0 m, Column

Member length	Ld = 3.82 m
Buckling length y	Ly = 3.78 m
Buckling length z	Lz = 3.76 m

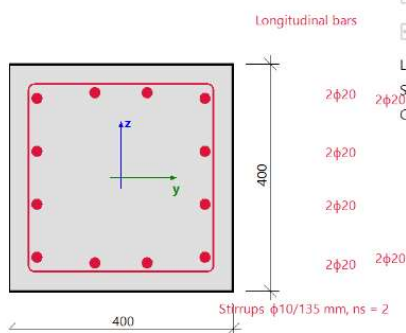
Materials	
Concrete	C25/30
Reinforcement	B 500B

Coefficients

Reinforcement

Long. bars: 12 ϕ 20 mm, Tot. area = 3770 mm²
Stirrups: ϕ = 10 mm, A_{sw} = 157 mm², A_{sw,s} = 1165 mm²/m

Cover of stirrup:	
Top	30 mm
Bottom	30 mm
Left	30 mm
Right	30 mm



Poprečna armatura dvorezne vilice Ø8/20 cm, pri ležaju i vrhu stupa vilice progustiti na Ø8/10 na duljini 150 cm.

4.3.1.3 Stup S3 – tip 2 40/40cm

U nastavku je prikazana armatura za stup na osi 0 i između osi 0 i 1.

Member B318, section no. 0, dx = 0 m, Column

Member length	Ld = 3.82 m
Buckling length y	Ly = 3.84 m
Buckling length z	Lz = 3.85 m

Materials

Concrete	C25/30
Reinforcement	B 500B

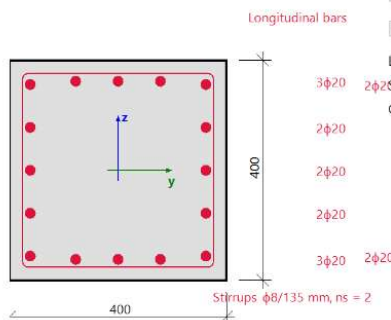
Coefficients

Reinforcement

Long. bars: 16 ϕ 20 mm, Tot. area = 5027 mm²
Stirrups: ϕ = 8 mm, A_{sv} = 101 mm², A_{svs} = 745 mm²/m

Cover of stirrup:

Top	20 mm
Bottom	20 mm
Left	20 mm
Right	20 mm



Poprečna armatura dvorezne vilice ϕ 8/20 cm, pri ležaju i vrhu stupa vilice progustiti na ϕ 8/10 na duljini 150 cm.

4.3.1.4 Stup S2 – tip 1 50/40cm

Member B315, section no. 0, dx = 0 m, Column

Member length	Ld = 3.82 m
Buckling length y	Ly = 5.68 m
Buckling length z	Lz = 3.51 m

Materials

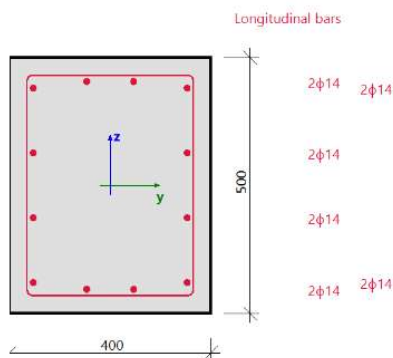
Concrete	C25/30
Reinforcement	B 500B

Coefficients

Reinforcement

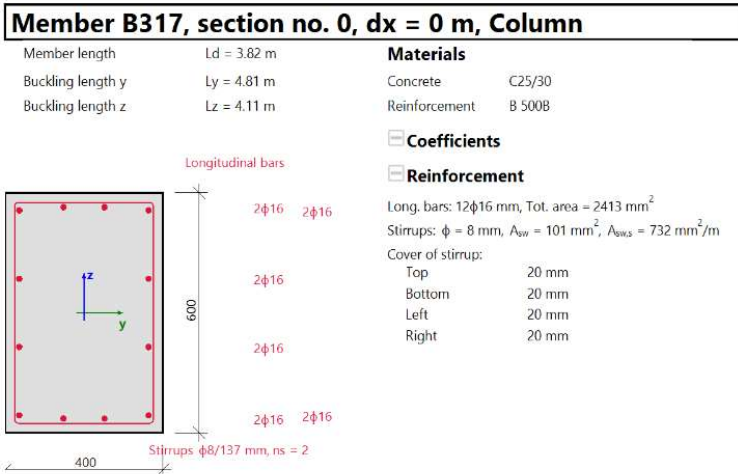
Long. bars: 12 ϕ 14 mm, Tot. area = 1847 mm²

Stirrups: ϕ = 10 mm, A_{sv} = 157 mm², A_{svs} = 1152 mm²/m



Poprečna armatura dvorezne vilice ϕ 8/20 cm, pri ležaju i vrhu stupa vilice progustiti na ϕ 8/10 na duljini 150 cm.

4.3.1.5 Stup S4 – tip 1 40/60cm

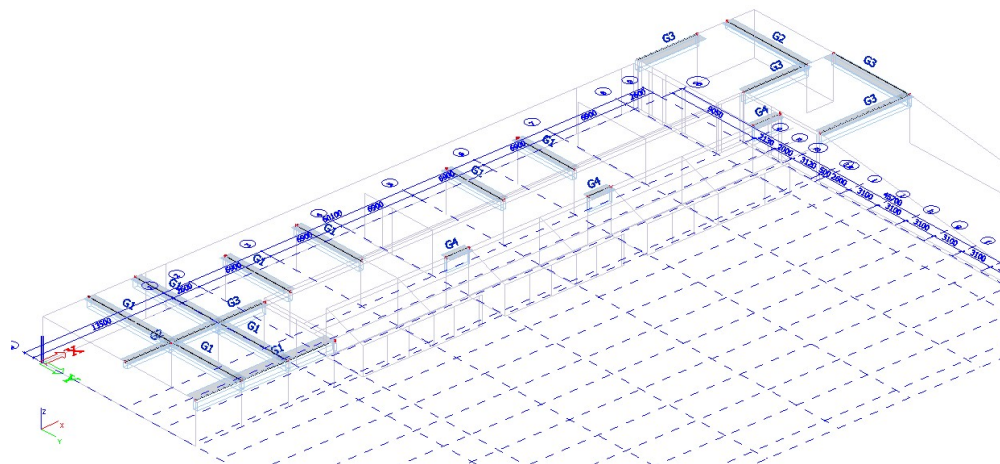


Poprečna armatura dvorezne vilice ϕ 8/20 cm, pri ležaju i vrhu stupa vilice progustiti na ϕ 8/10 na duljini

5 DIMENZIONIRANJE GREDA

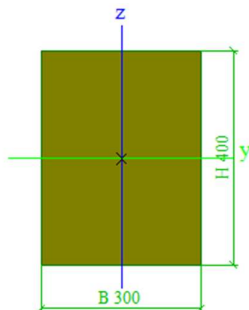
AB grede prateće građevine dvorane izvode se od kvalitete betona C25/30. Grede su različitih dimenzija od 40/30cm, 40/40cm, 40/50cm te 40/60cm.

Prikaz 3D modela greda

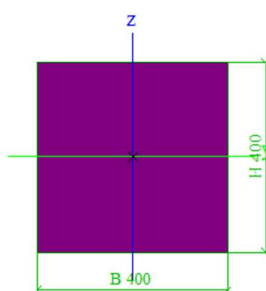


Poprečni presjeci greda:

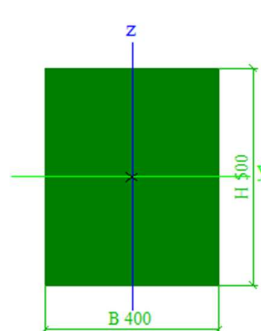
-G1



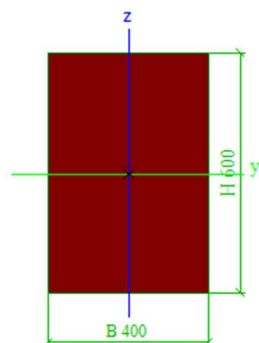
-G2



-G3

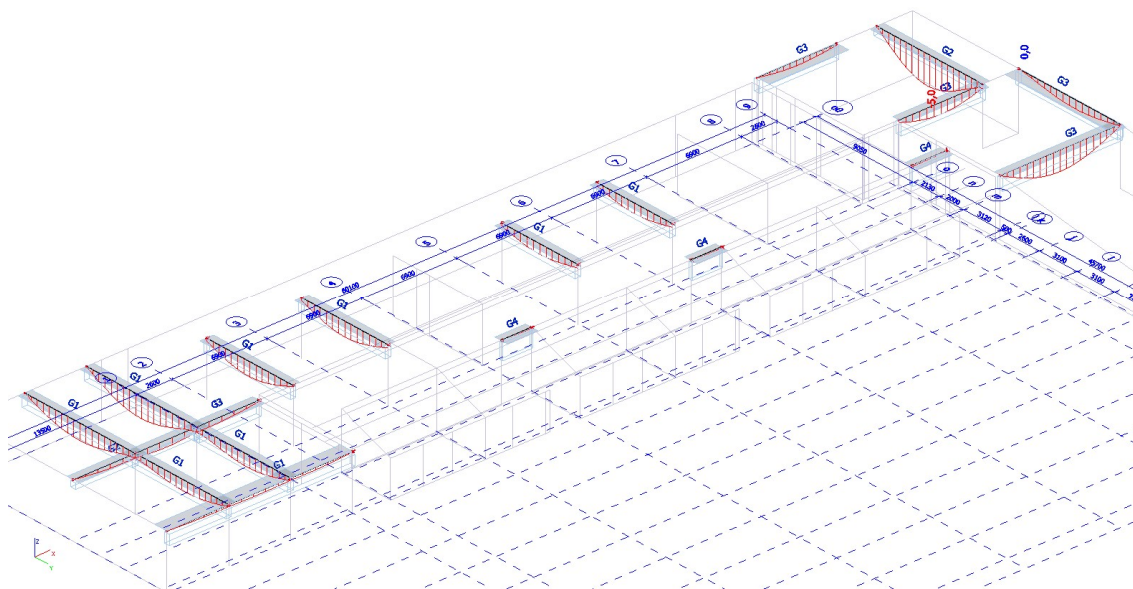


-G4



5.1 Deformacije grede

Deformacija grede za kombinaciju CO2 GSU:



Maksimalni progib iznosi 5mm.

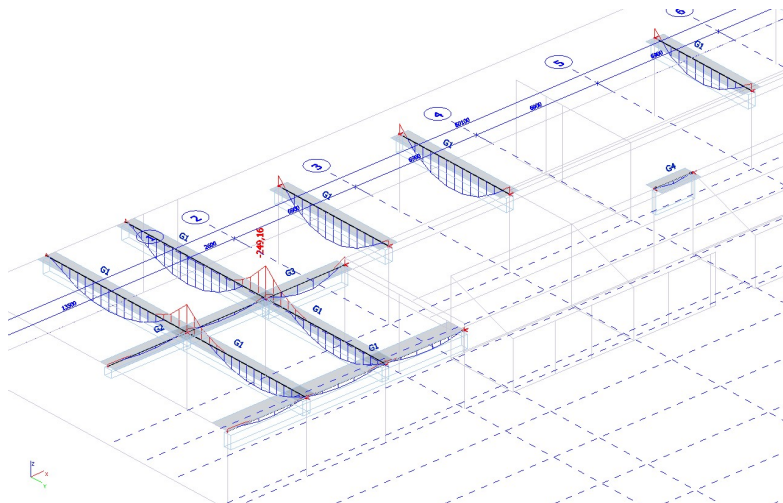
Dopušteni progib: $L/250 = 6120/250 = 24,48\text{mm}$.

Progib zadovoljava.

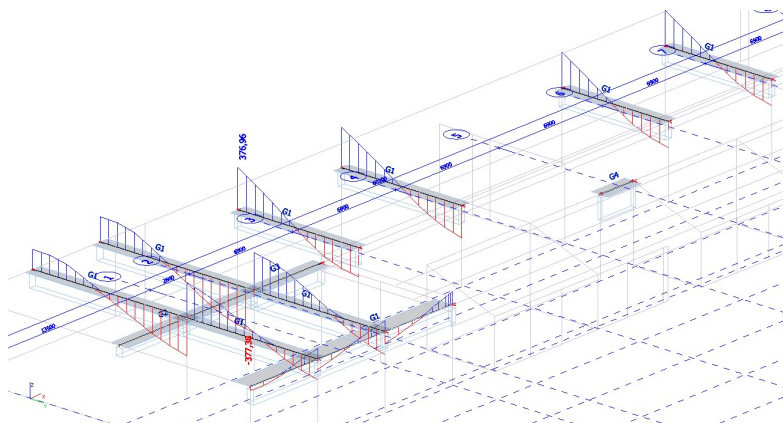
5.2 Rezne sile

5.2.1 -Greda G1 40/30cm

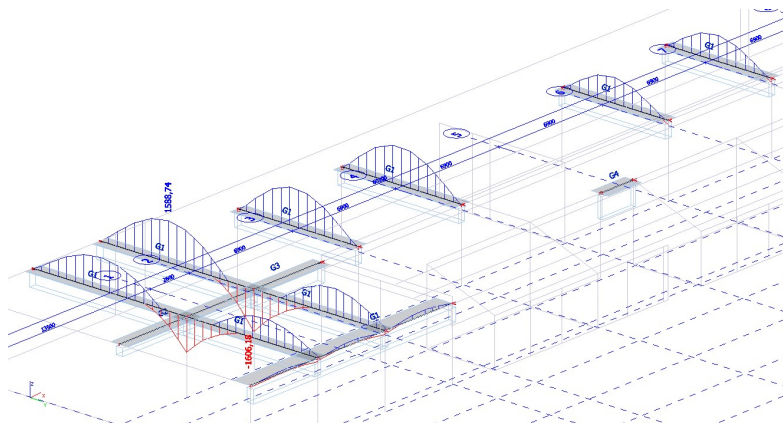
Moment savijanja M_y za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna sila V_z za kombinaciju CO1 GSN

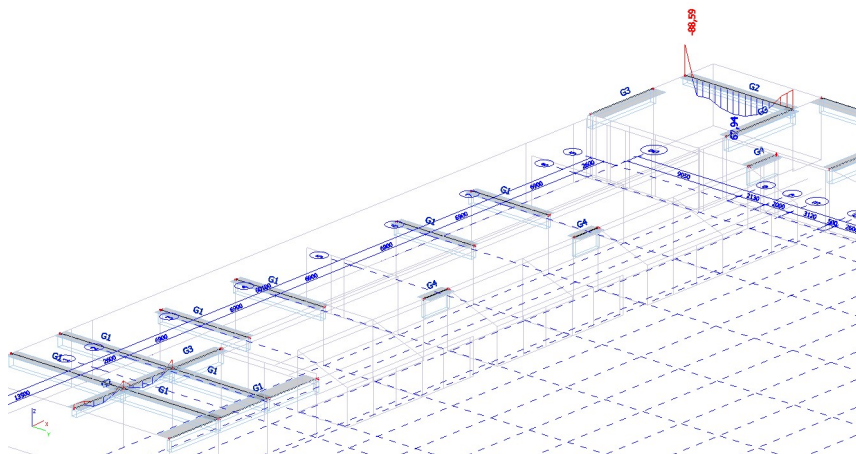


Uzdužna sila N za kombinaciju CO1 GSN

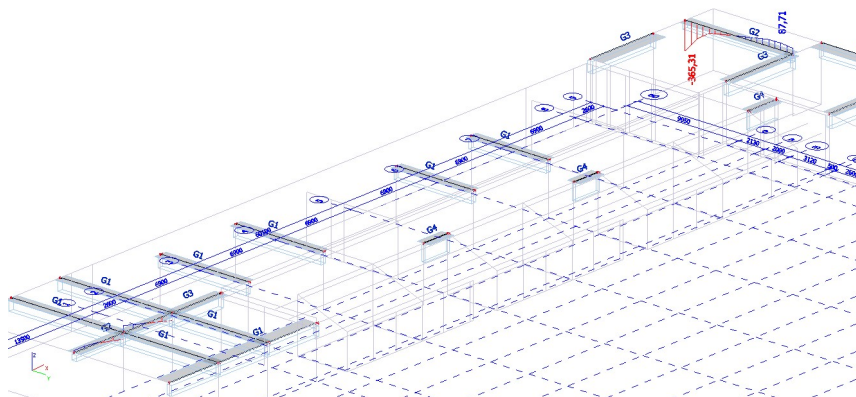


5.2.2 Greda G2 40/40cm

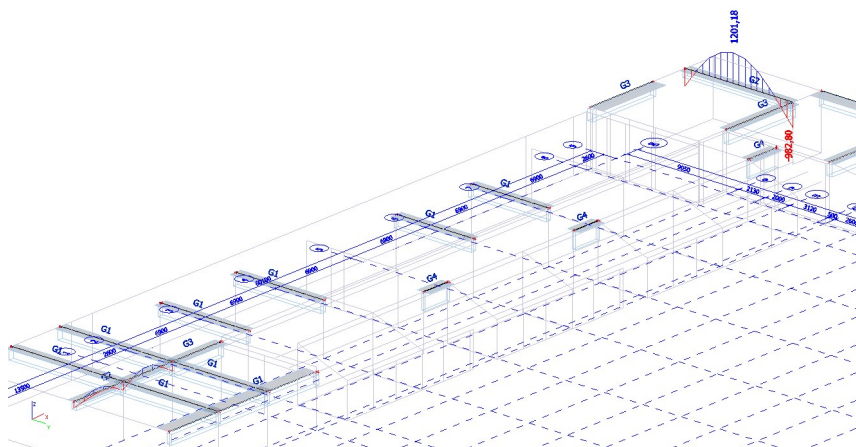
Moment savijanja M_y za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna sila V_z za kombinaciju CO1 GSN

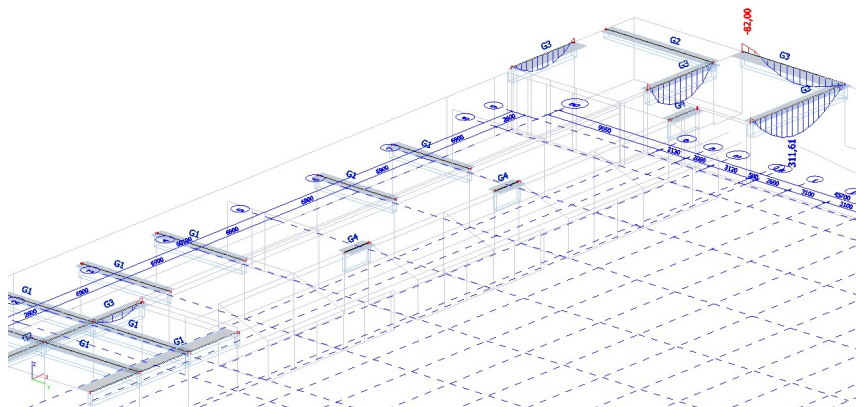


Uzdužna sila N za kombinaciju CO1 GSN

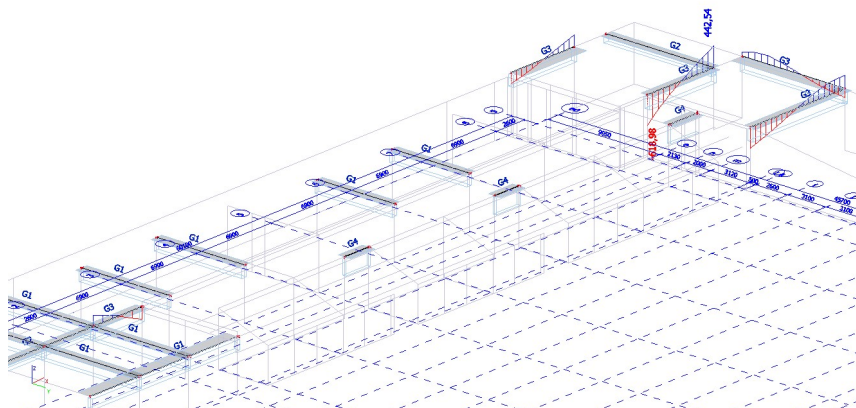


5.2.3 Greda G3 40/50cm

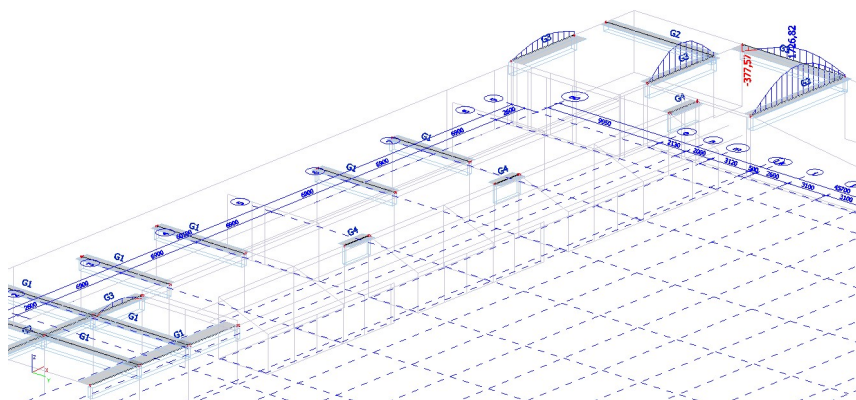
Moment savijanja M_y za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna sila V_z za kombinaciju CO1 GSN

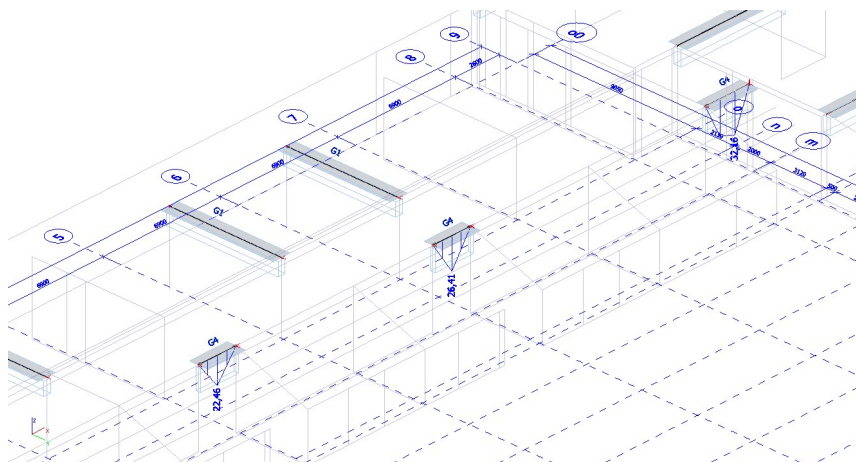


Uzdužna sila N za kombinaciju CO1 GSN

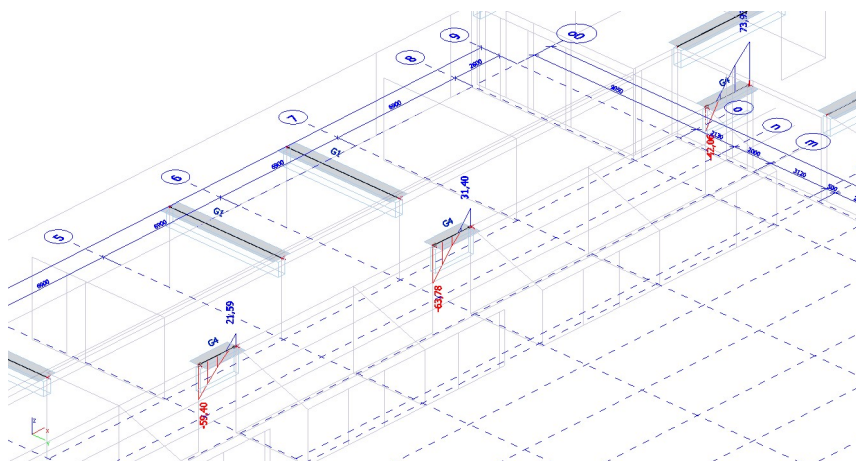


5.2.4 Greda G4 40/70cm

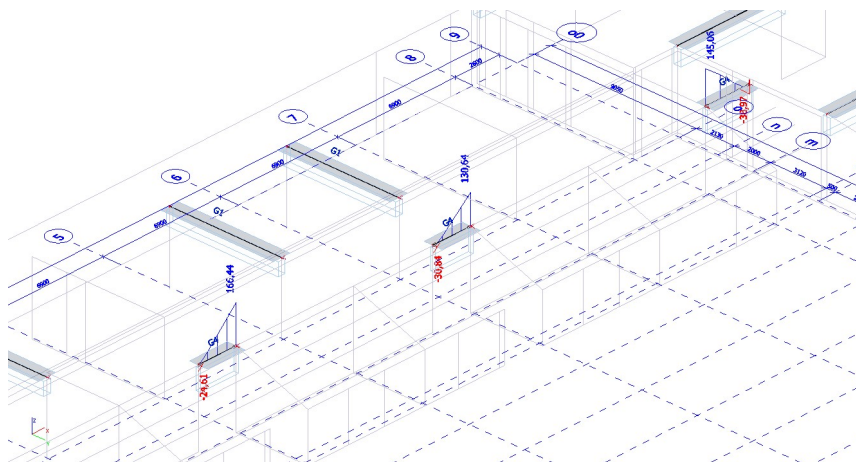
Moment savijanja M_y za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna sila V_z za kombinaciju CO1 GSN

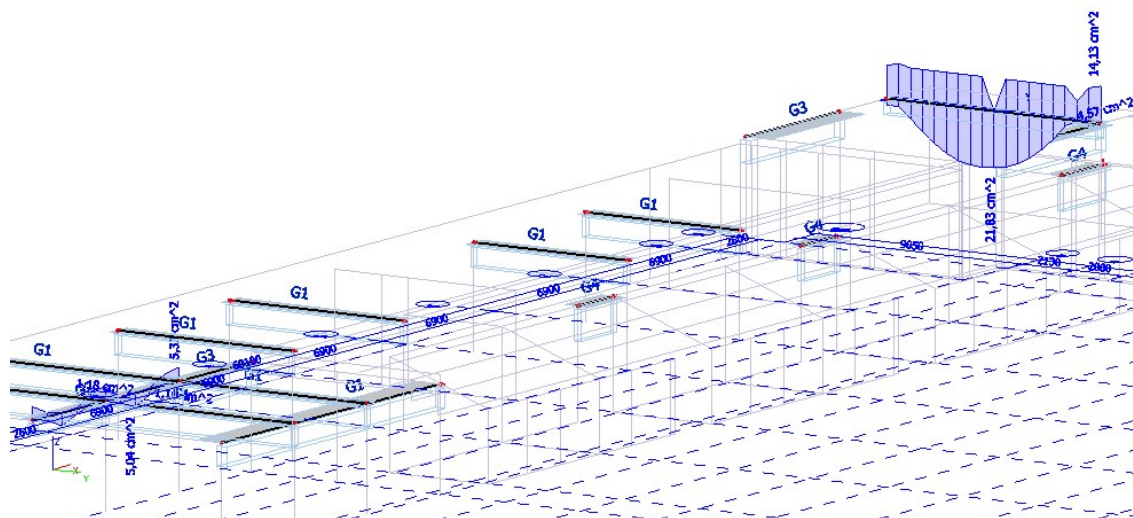


Uzdužna sila N za kombinaciju CO1 GSN

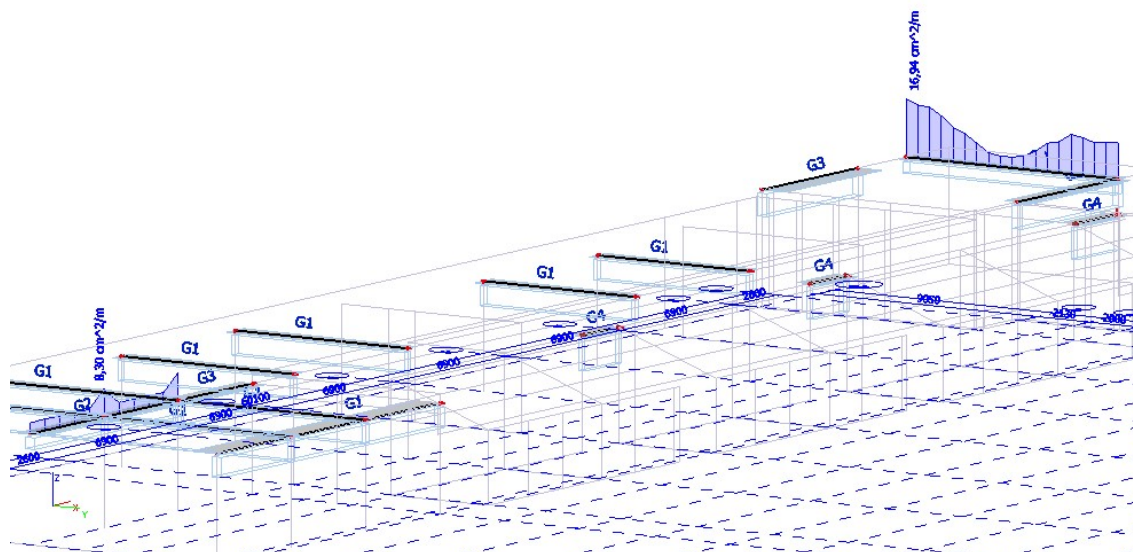


5.3.2 Greda G2 40/40cm

Uzdužna armatura za kombinaciju CO1 GSN

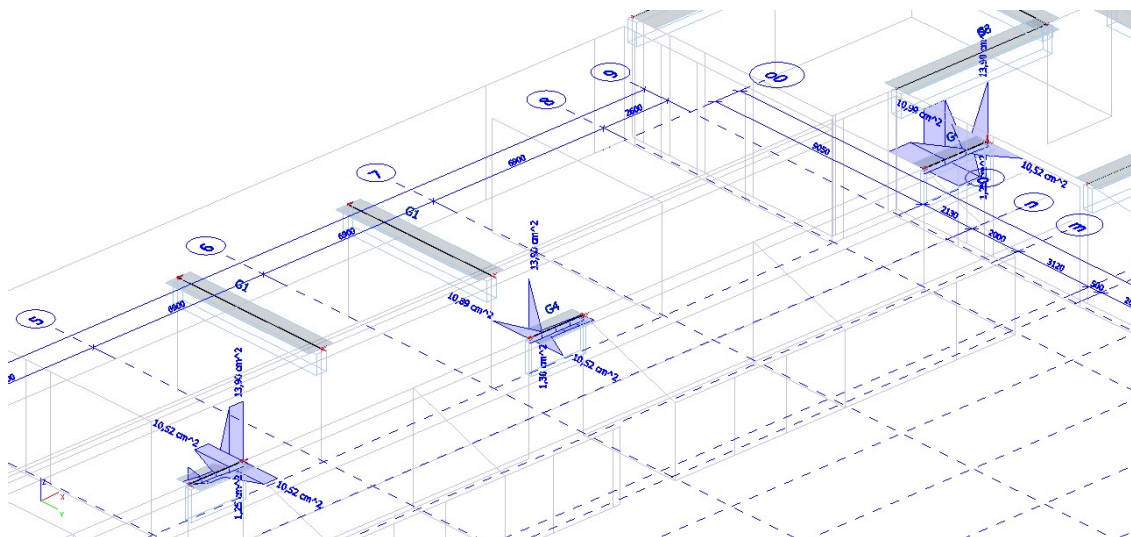


Poprečna armatura za kombinaciju CO1 GSN

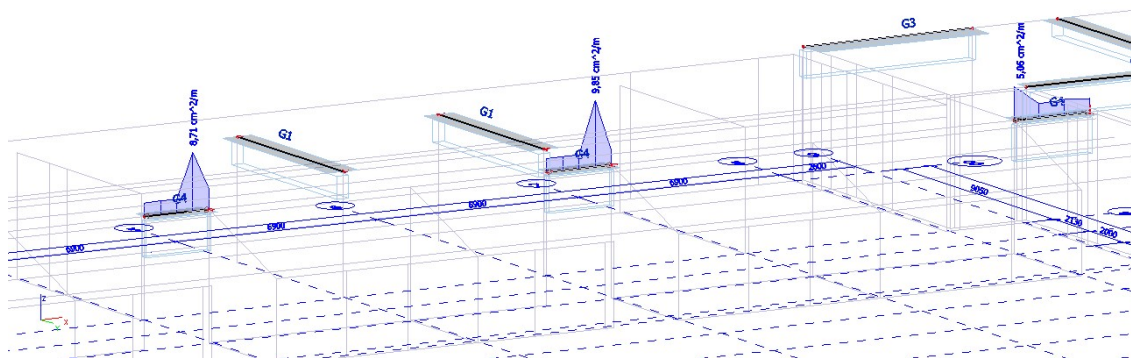


5.3.4 Greda G4 40/60cm

Uzdužna armatura za kombinaciju CO1 GSN



Poprečna armatura za kombinaciju CO1 GSN



Odabrana armatura:

Greda G1 40/30cm

-Armatura donje zone (polje): **7 fi 20**

-Armatura gornje zone (ležaj): **7 fi 22**

-Vilice: fi10/20 cm, iznad ležaja (po 1 m sa svake strane) fi 10/10

Greda G2 40/40cm

-Armatura donje zone (polje): **5 fi 20**

-Armatura gornje zone (ležaj): **7 fi 20**

-Vilice: fi8/20 cm, iznad ležaja (po 1 m sa svake strane) fi 10/10

Greda G3 40/50cm

-Armatura donje zone (polje): **5 fi 20**

-Armatura gornje zone (ležaj): **5 fi 18**

-Vilice: fi8/20 cm, iznad ležaja (po 1 m sa svake strane) fi 10/10

Greda G4 40/60cm

-Armatura donje zone (polje): **5 fi 20**

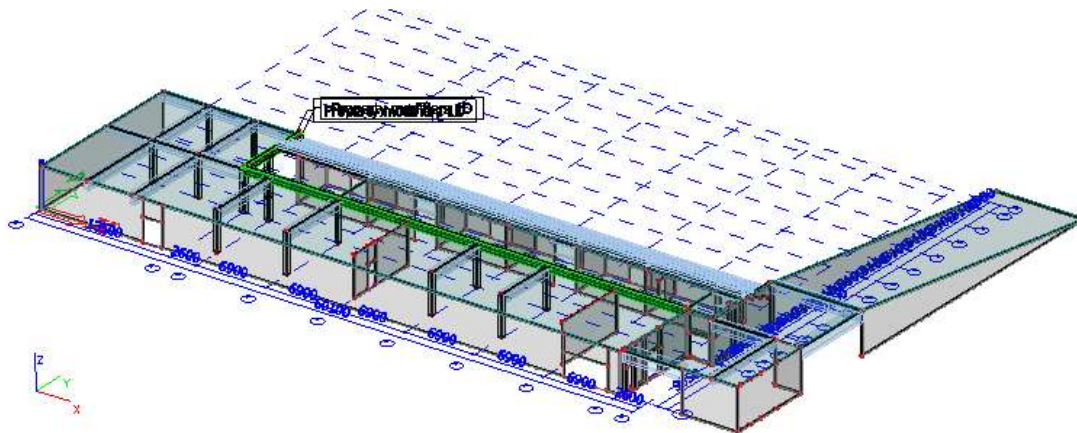
-Armatura gornje zone (ležaj): **5 fi 18**

-Vilice: fi8/20 cm, iznad ležaja (po 1 m sa svake strane) fi 8/10

6 PODRUMSKI ZIDOVI

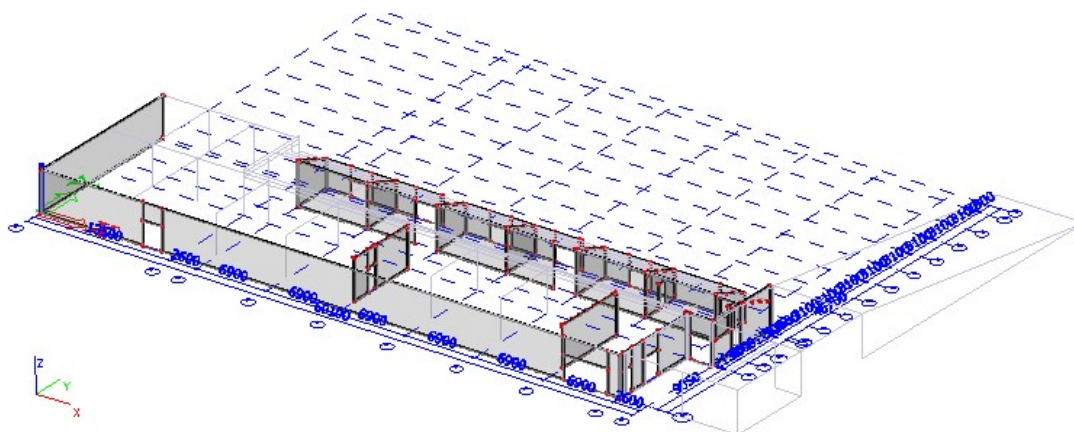
Na sjevernoj strani konstrukcije od osi a-b te 0-9 nalazi se etaža podruma pratećih građevina. Podrumski zidovi su debljine 25 cm i 30 cm. Na zidove djeluje opterećenje od tla i dodatno promjenjivo opterećenje (opisano u poglavlju „Analiza opterećenja“). Podrumski zid je na vrhu pridržan stropnom pločom, te se na tom mjestu promatra kao slobodno oslonjen. Linijski ležajevi podrumskih zidova promatraju se kao upeti.

3D prikaz konstrukcije



6.1 Podrumski zidovi

3D prikaz podrumskih zidova



6.1.1 Proračun potrebne armature AB podrumskih zidova

Beton - C 30/37

$$f_{CD} = \frac{f_{CK}}{\gamma_C} = \frac{30}{1.5} = 20 \text{ MPa} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura - B 500 B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Minimalna armatura

- Debljina zida 25 cm

Vertikalna armatura zida

$$A_{Sv,min} = 0,002 \cdot b_w \cdot d = 0,002 \cdot 25 \cdot 100 = 5,00 \text{ cm}^2 / m'$$

Horizontalna armatura zida

$$A_{Sh,min} = 0,001 \cdot b_w \cdot d = 0,001 \cdot 25 \cdot 100 = 2,50 \text{ cm}^2 / m' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{Sh,min} = 0,25 \cdot A_{Sv,min} = 0,25 \cdot 5,00 = 1,25 \text{ cm}^2 / m'$$

Napomena:

Od ukupne površine vertikalne armature polovicu treba postaviti uz jedno, a polovicu uz drugo lice zida.

Maksimalna armatura

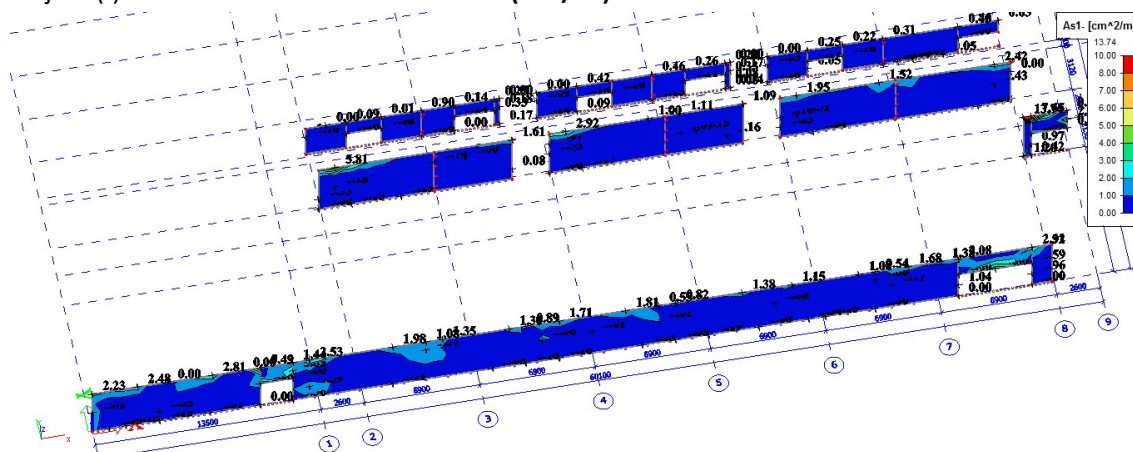
- Debljina zida 25 cm

$$A_{Sv,min} = 0,04 \cdot b_w \cdot d = 0,04 \cdot 25 \cdot 100 = 100 \text{ cm}^2 / m'$$

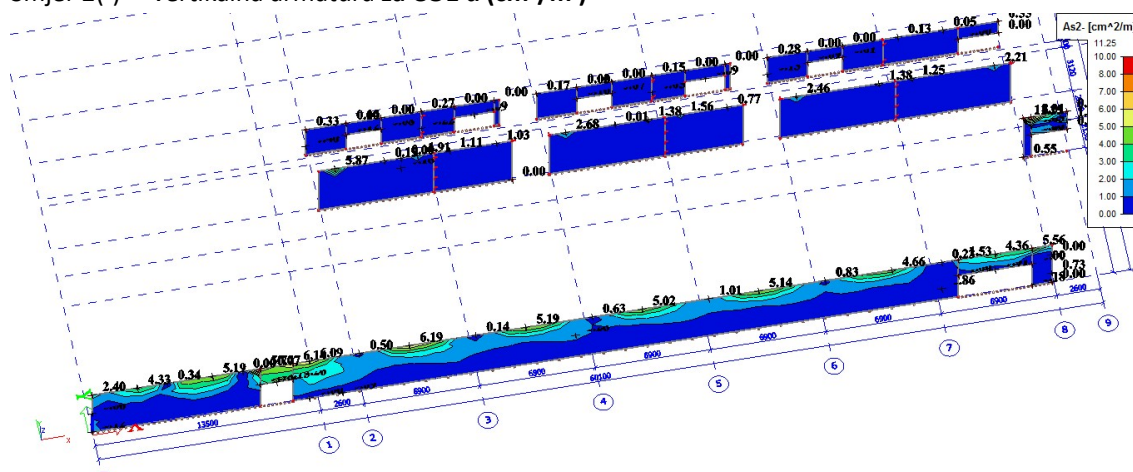
6.1.2 Potrebna armatura podrumskih zidova

Zidovi u horizontalnim osima

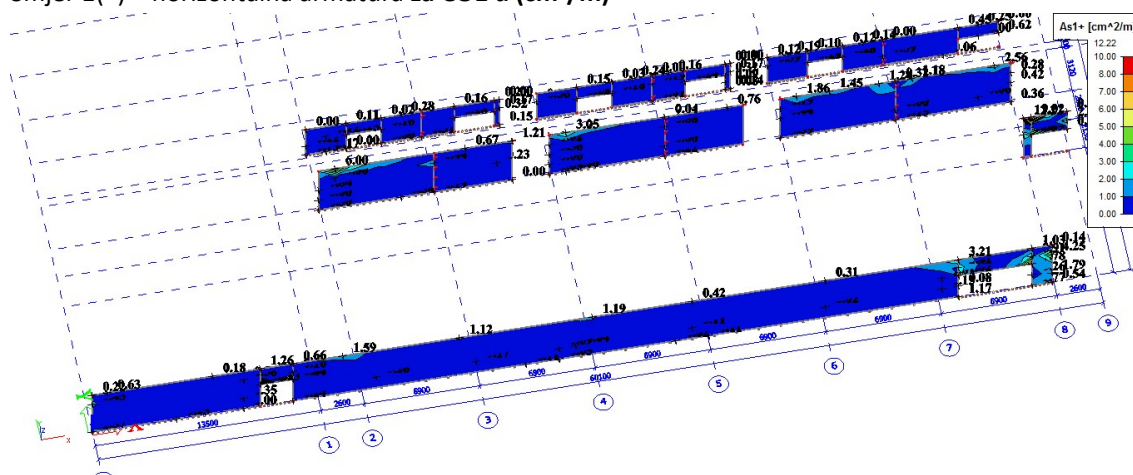
Smjer 1(-) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m')



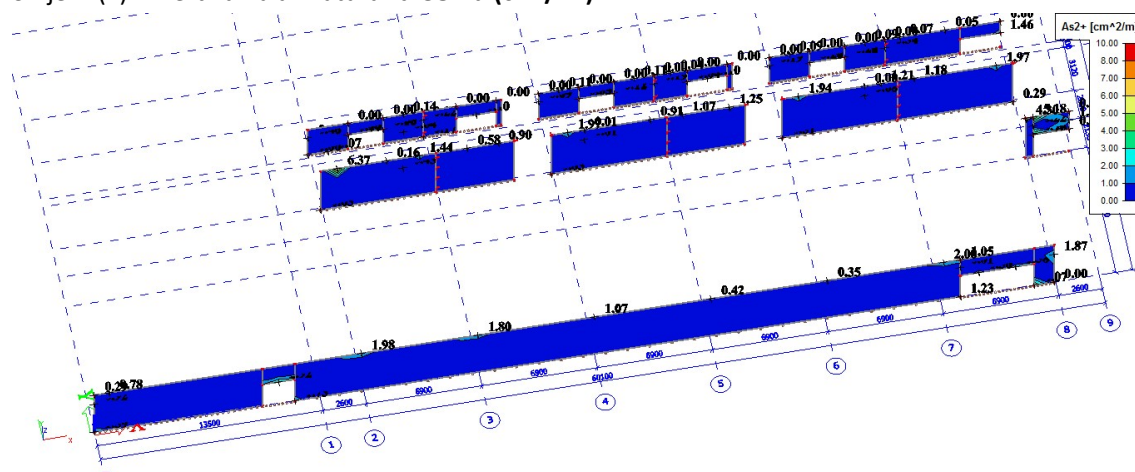
Smjer 2(-) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')



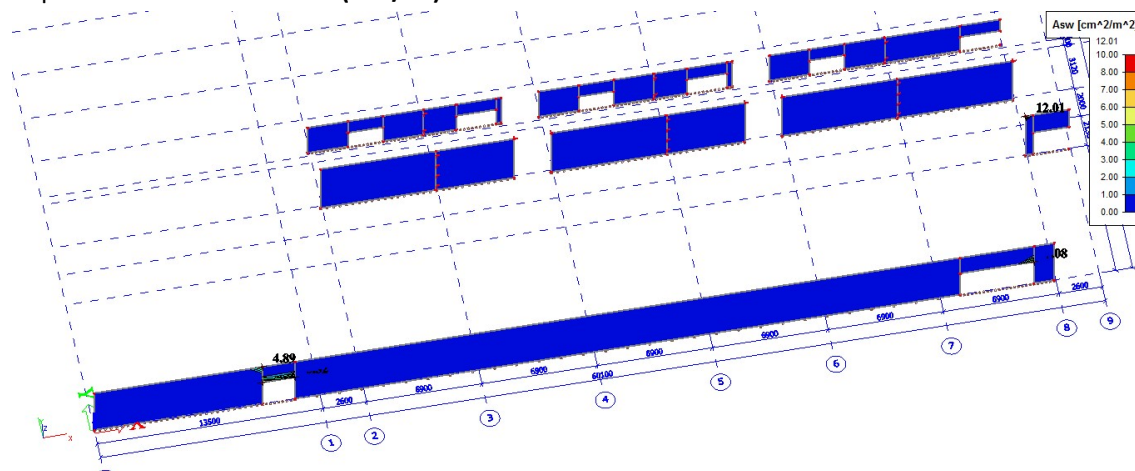
Smjer 1(+) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Smjer 2(+) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')

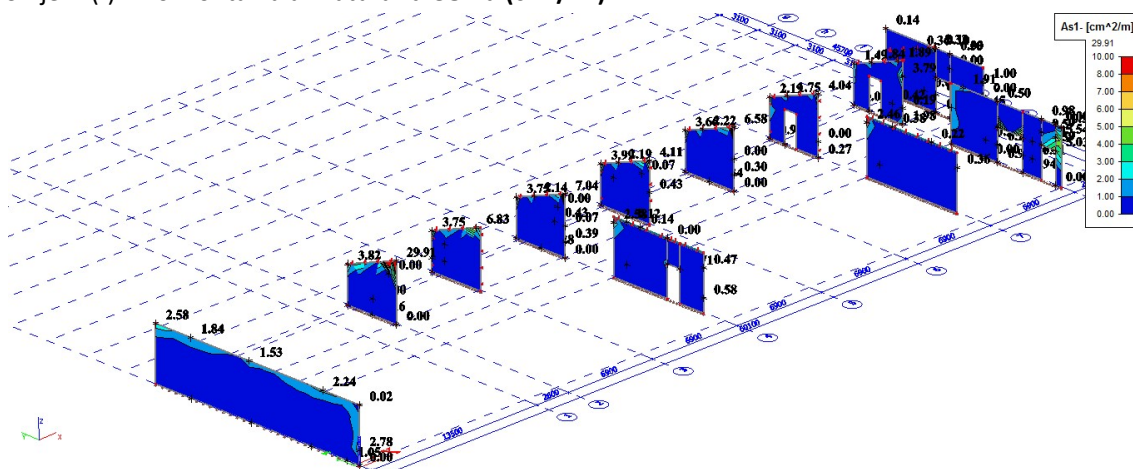


Poprečna armatura za CO1 u (cm²/m')

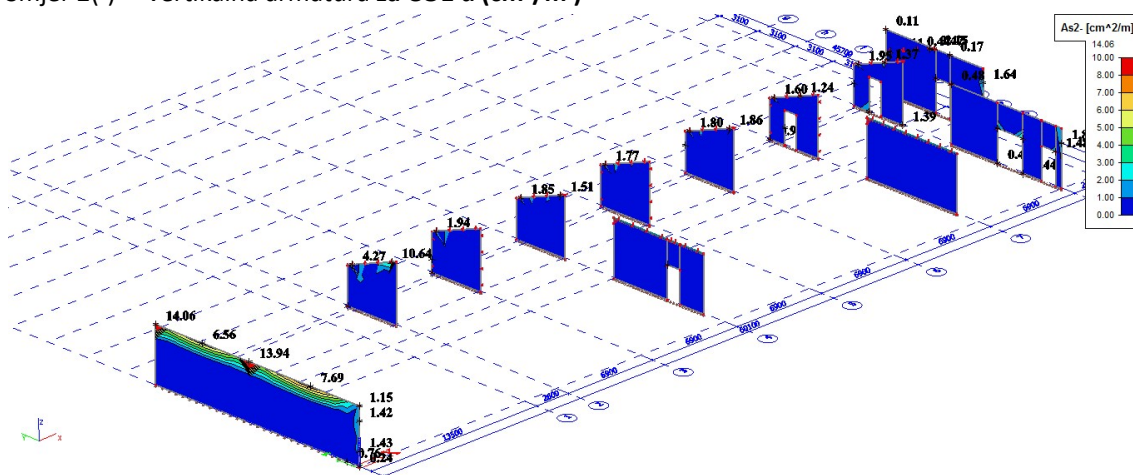


Zidovi u vertikalnim osima

Smjer 1(-) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Smjer 2(-) – vertikalna armatura **za CO1** u (cm^2/m')



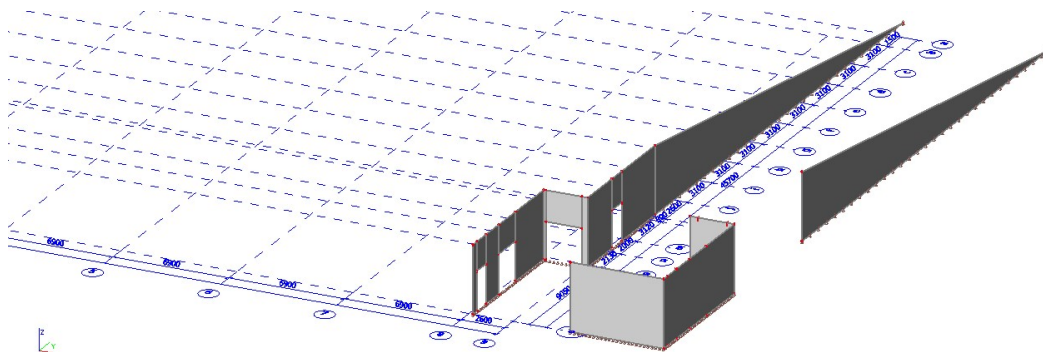
Odabrana armatura AB ukopanih zidova

Zidove armirati mrežom Q385 (obostrano) uz ojačanja vertikalne armature (šipkama) do količine prema prikazanim dijagramima armature

- Rubove zidova armirati „U“ vilicama
- Na mjestima križanja zidova postaviti U vilice i šipke 4 ϕ 16
- Spoj zida s temeljom osigurati ankerima iz temelja
- Osigurati potrebnu duljinu sidrenja.

6.2 Podrumski zidovi prilazne rampe

3D prikaz podrumskih zidova prilazne rampe



6.2.1 Proračun potrebne armature AB podrumskih zidova prilazne rampe

Beton - C 30/37

$$f_{CD} = \frac{f_{CK}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20 \text{ MPa} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$$

Armatura - B 500 B

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa} = 43.48 \text{ kN/cm}^2$$

Minimalna armatura

- Debljina zida 30 cm

Vertikalna armatura zida

$$A_{Sv,min} = 0,002 \cdot b_w \cdot d = 0,002 \cdot 30 \cdot 100 = 6,00 \text{ cm}^2 / m'$$

Horizontalna armatura zida

$$A_{Sh,min} = 0,001 \cdot b_w \cdot d = 0,001 \cdot 30 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2 / m' \rightarrow \text{mjerodavno}$$

$$A_{Sh,min} = 0,25 \cdot A_{Sv,min} = 0,25 \cdot 6,00 = 1,5 \text{ cm}^2 / m'$$

Napomena:

Od ukupne površine vertikalne armature polovicu treba postaviti uz jedno, a polovicu uz drugo lice zida.

Maksimalna armatura

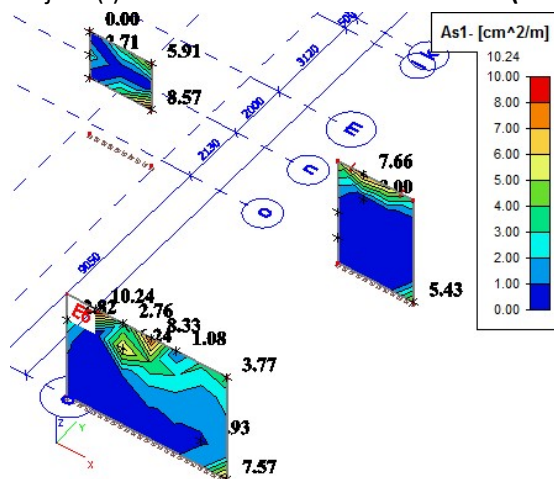
- Debljina zida 30 cm

$$A_{Sv,min} = 0,04 \cdot b_w \cdot d = 0,04 \cdot 30 \cdot 100 = 120 \text{ cm}^2 / m'$$

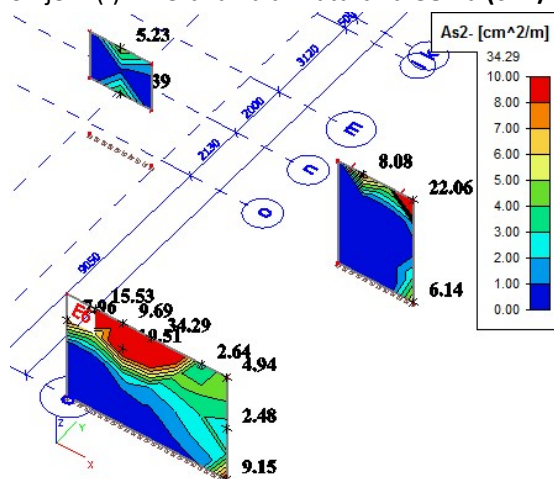
6.2.2 Potrebna armatura podrumskih zidova prilazne rampe

Zidovi u horizontalnim osima

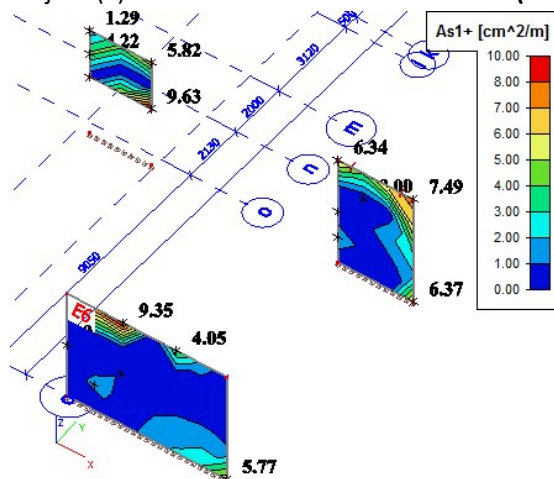
Smjer 1(-) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Smjer 2(-) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')

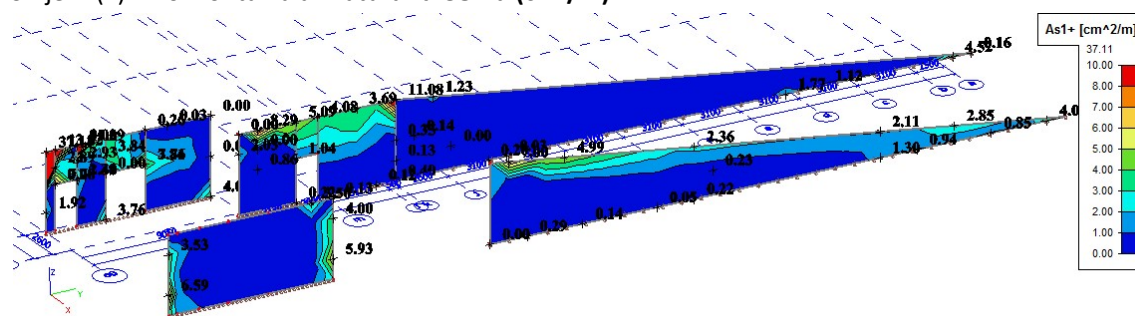


Smjer 1(+) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m)

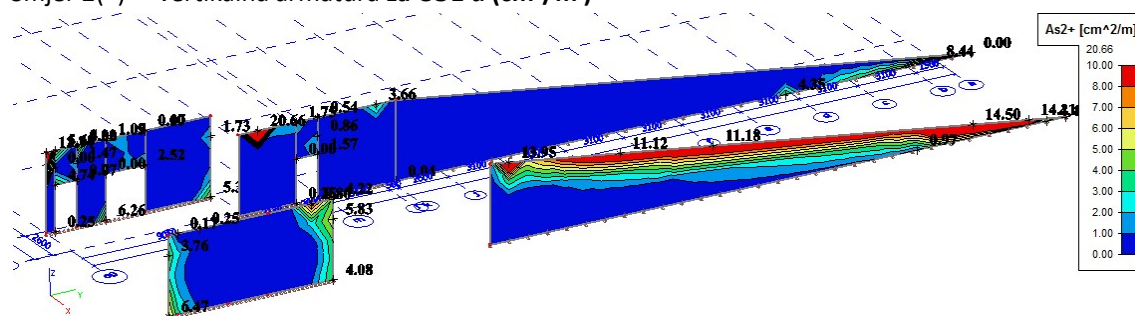


237

Smjer 1(+) – horizontalna armatura za CO1 u (cm²/m)



Smjer 2(+) – vertikalna armatura za CO1 u (cm²/m')



Odabrana armatura AB

Zidove armirati mrežom Q503 (obostrano) uz ojačanja armature (šipkama) do količine prema prikazanim dijagramima armature

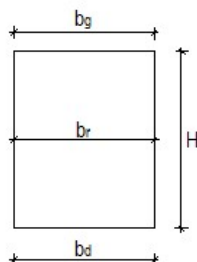
- Rubove zidova armirati „U“ vilicama
- Na mjestima križanja zidova postaviti U vilice i šipke 4φ16
- Spoj zida s temeljom osigurati ankerima iz temelja
- Osigurati potrebnu duljinu sidrenja.

239

7.1 Dimenzioniranje L grede:

PRORAČUN KLASIČNO ARMIRANOG NOSAČA	poz L greda	L=6,90 m
------------------------------------	-------------	----------

1. Geometrijske karakteristike nosača 1. faza

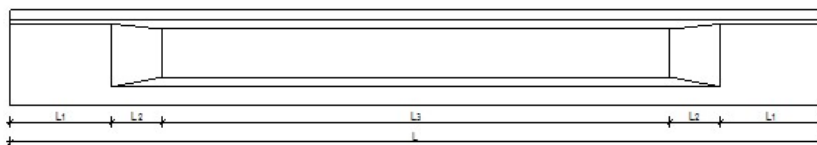


H - ukupna visina presjeka	47,0	cm
b _f - širina gornjeg pojasa	16,0	cm
b _w - širina donjeg pojasa	99,0	cm
b _f - širina rebra	16,0	cm
h _{gg} - visina gornjeg pojasa	31,0	cm
h _{gg} - visina donjeg pojasa	16,0	cm
h _{gg} - visina gornje wute	0,0	cm
h _{gg} - visina donje wute	0,0	cm
i - nagib gornje pojasnice	0,00	%
L - dužina nosača	6,90	m
H _s - visina nosača u sr. rasp.	47,0	cm

A - površina poprečnog presjeka
y _g - udaljenost težišta do donjeg ruba presjeka
y _w - udaljenost težišta do gornjeg ruba presjeka
I _{xx} - moment inercije s obzirom na donji rub
I _{xx} - moment inercije s obzirom na težište
W _g - moment otpora s obzirom na donji rub
W _w - moment otpora s obzirom na gornji rub
k _d - donji odsječak jezgre presjeka
k _g - gornji odsječak jezgre presjeka

x - udaljenost presjeka od kraja nosača

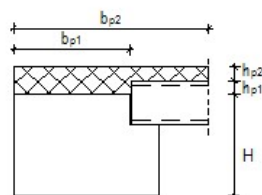
x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
H [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
b _f [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
b _w [cm]	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
b _f [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
h _{gg} [cm]	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
h _{gg} [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
h _{gg} [cm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
h _{gg} [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]	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0
y _g [cm]	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
y _w [cm]	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4
I _{xx} [cm ⁴]	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045
I _{xx} [cm ⁴]	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111



L - Ukupna dužina nosača	6,90	m
L ₁ - Dužina proširenog dijela	0,00	m
L ₂ - Dužina dijela suženja	0,00	m
L ₃ - Dužina suženog dijela	6,90	m

poz L greda L=6,90 m

2. Geometrijske karakteristike nosača u 2. Fazi



h_{p1} - visina ploče 1	0,0	cm
h_{p2} - visina ploče 2	0,0	cm
b_{p1} - širina ploče 1	99,0	cm
b_{p2} - širina ploče 2	99,0	cm

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

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
H [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
b_p [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
A_s [cm ²]	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0
$y_{s,1}$ [cm]	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
$y_{s,2}$ [cm]	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4
$I_{s,1}$ [cm ⁴]	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045	667045
$I_{s,2}$ [cm ⁴]	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111
A_s [cm ²]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$A_{s,2}$ [cm ²]	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0	2080,0
$y_{s,2}$ [cm]	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
$y_{s,2}$ [cm]	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4	33,4
$I_{s,2}$ [cm ⁴]	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111

3. Gradivo

Beton:

Klasa:	C 30/37
f_{ck}	30,0 Mpa
f_{ctd}	20,0 Mpa
f_{ctm}	2,9 Mpa
E_{cm}	33000,0 MPa
α_c	25,0

Armatura:

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

Koeficijent sigurnosti materijala:

γ_c	1,50
γ_s	1,15

poz L greda L=6,90 m

4. Opterećenje

Vlastita težina nosača (1. faza):



$g_1 =$	5,20	kN/m
$g_2 =$	5,20	kN/m
$g_3 =$	5,20	kN/m

Vlastita težina nosača:

POPREČNI RASTER: 1,00 m

δ

Vlastita težina ploče i monolitizacije:

$g_{p+m} = 0,00$ kN/m²

$g_{p+m} = 0,00$ kN/m²

Dodatno stalno opterećenje:

$\Delta g = 1,00$ kN/m²

$\Delta g = 1,00$ kN/m²

Korisno opterećenje:

$q = 5,00$ kN/m²

$q = 5,00$ kN/m²

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
M_{ax} [kNm]	0,0	5,9	11,1	15,8	19,8	23,2	26,0	28,2	29,7	30,6	30,9
$M_{g_{p+m}}$ [kNm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_{\Delta g}$ [kNm]	0,0	1,1	2,1	3,0	3,8	4,5	5,0	5,4	5,7	5,9	6,0
M_g [kNm]	0,0	5,7	10,7	15,2	19,0	22,3	25,0	27,1	28,6	29,5	29,8

$M_{E_{s,1}}$ [kNm]	0,0	7,9	15,0	21,3	26,7	31,3	35,1	38,0	40,1	41,4	41,8
$M_{E_{s,2}}$ [kNm]	0,0	10,0	19,0	26,9	33,7	39,5	44,2	47,9	50,6	52,1	52,7
$M_{E_{s,3}}$ [kNm]	0,0	17,9	34,0	48,2	60,4	70,8	79,3	85,9	90,7	93,5	94,4
$M_{E_{s,4}}$ [kNm]	0,0	12,7	24,0	34,0	42,7	50,0	56,0	60,7	64,0	66,0	66,7
$M_{E_{s,5}}$ [kNm]	0,0	8,1	15,4	21,9	27,4	32,1	36,0	39,0	41,1	42,4	42,8
$M_{E_{s,6}}$ [kNm]	0,0	7,0	13,3	18,8	23,6	27,7	31,0	33,6	35,4	36,5	36,9

$V_{E_{s,1}}$ [kN]	54,8	49,3	43,8	38,3	32,9	27,4	21,9	16,4	11,0	5,5	0,0
$V_{E_{s,2}}$ [kN]	38,6	34,8	30,9	27,0	23,2	19,3	15,5	11,6	7,7	3,9	0,0
$V_{E_{s,3}}$ [kN]	24,8	22,4	19,9	17,4	14,9	12,4	9,9	7,5	5,0	2,5	0,0
$V_{E_{s,4}}$ [kN]	21,4	19,3	17,1	15,0	12,8	10,7	8,6	6,4	4,3	2,1	0,0

KO1 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 1. faza: $KO1 = 1,35 (g_2 + g_{p+m})$

KO2 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 2. faza: $KO2 = 1,35 (\Delta_g) + 1,50 (q)$

KO3 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti: $KO3 = KO1 + KO2 = 1,35 (g_2 + g_{p+m} + \Delta_g) + 1,50 q$

KO4 - kombinacija za provjeru graničnih stanja uporabe - rijetka kombinacija: $KO4 = 1,00 (g_2 + g_{p+m} + \Delta_g) + 1,00 q$

KO5 - kombinacija za provjeru graničnih stanja uporabe - česta kombinacija: $KO5 = 1,00 (g_2 + g_{p+m} + \Delta_g) + 1,00 \psi_{1,1} q$

KO6 - kombinacija za provjeru graničnih stanja uporabe - kvazistalna kombinacija: $KO6 = 1,00 (g_2 + g_{p+m} + \Delta_g) + 1,00 \psi_{2,1} q$

$\psi_{1,1} =$	0,20
$\psi_{2,1} =$	0,00

poz L greda L=6,90 m

5. Dimenzioniranje nosača na moment savijanja

Dimenzioniranje nosača na savijanje provjerava se kroz pojedine faze!

Jednostruko armirani presjek: J. A.

$$\mu_{Rd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}$$

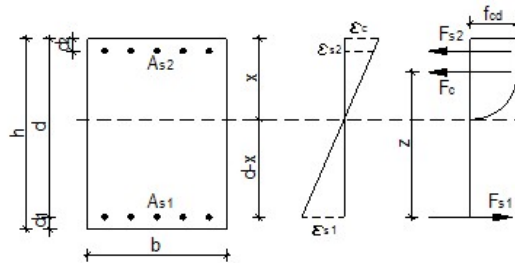
$$M_{Rd,lim} = \mu_{lim} \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd}$$

Dvostruko armirani presjek: D. A.

$$A_{s1} = \frac{M_{Rd,lim}}{\zeta_{lim} \cdot d \cdot f_{yd}} + \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}}$$

$$A_{s2} = \frac{M_{Ed} - M_{Rd,lim}}{(d - d_2) \cdot f_{yd}}$$

$\mu_{lim} =$	0,159
$\zeta_{lim} = z/d =$	0,892
$\xi_{lim} = x_c/d =$	0,259
$\varepsilon_c (\%) =$	3,50
$\varepsilon_{s1} (\%) =$	10,00



Udaljenost dna od težišta vlačne armature: $d_1 = 5,0$ cm
Udaljenost vrha od težišta vlačne armature: $d_2 = 5,0$ cm

a) 1. Faza - montaža ploča i monolitizacija

KO1 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 1. Faza: KO1 = 1,35 ($g_k + g_{p-m}$)

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
$M_{Ed,1}$ [kNm]	0,0	7,9	15,0	21,3	26,7	31,3	35,1	38,0	40,1	41,4	41,8
b [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
h [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
d [cm]	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
μ_{Ed}	0,000	0,014	0,027	0,038	0,047	0,056	0,062	0,067	0,071	0,073	0,074
ζ	0,997	0,985	0,980	0,975	0,970	0,966	0,964	0,960	0,958	0,958	0,957
ξ	0,010	0,043	0,057	0,070	0,083	0,091	0,095	0,103	0,107	0,107	0,111
x [cm]	0,420	1,806	2,394	2,940	3,486	3,822	3,990	4,326	4,494	4,494	4,662
$M_{Rd,lim}$ [kNm]	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8	89,8
x_{lim} [cm]	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.	J. A.
A_{s1} [cm ²]	0,00	0,44	0,84	1,20	1,51	1,78	1,99	2,17	2,29	2,36	2,39

poz L greda L=6,90 m

b) 2. Faza - provjera nosača na dodatno stalno i korisno opterećenje

KO2 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti - 2. Faza: $KO1 = 1.35 (\Delta_p) + 1.50 (q)$

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
$M_{ed,2}$ [kNm]	0,0	10,0	19,0	26,9	33,7	39,5	44,2	47,9	50,6	52,1	52,7
b [cm]	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
h [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
d [cm]	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
μ_{rel}	0,000	0,003	0,005	0,006	0,010	0,011	0,013	0,014	0,014	0,015	0,015
ζ	0,997	0,993	0,992	0,990	0,988	0,987	0,987	0,985	0,985	0,985	0,985
ξ	0,010	0,020	0,024	0,029	0,034	0,038	0,038	0,043	0,043	0,043	0,043
x [cm]	0,420	0,840	1,008	1,210	1,428	1,596	1,596	1,806	1,806	1,806	1,806
$M_{ed,lim}$ [kNm]	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3
x_{lim} [cm]	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.
$A_{s1,2}$ [cm ²]	0,00	0,55	1,05	1,49	1,87	2,19	2,45	2,66	2,81	2,90	2,93

c) 3. Faza - eksploatacija

KO3 - kombinacija za provjeru graničnih stanja nosivosti: $KO3 = KO1 + KO2 = 1.35 (\varepsilon_s + \varepsilon_{s,lim} + \Delta_p) + 1.50 q$

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
$M_{ed,3}$ [kNm]	0,0	17,9	34,0	48,2	60,4	70,8	79,3	85,9	90,7	93,5	94,4
b [cm]	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
h [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
d [cm]	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
μ_{rel}	0,000	0,005	0,010	0,014	0,017	0,020	0,023	0,025	0,026	0,027	0,027
ζ	0,997	0,992	0,988	0,985	0,983	0,982	0,982	0,980	0,980	0,980	0,978
ξ	0,010	0,024	0,034	0,043	0,048	0,052	0,052	0,057	0,057	0,057	0,061
x [cm]	0,420	1,008	1,428	1,806	2,016	2,184	2,184	2,394	2,394	2,394	2,562
$M_{ed,lim}$ [kNm]	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3	555,3
x_{lim} [cm]	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.	J.A.
$A_{s1,2}$ [cm ²]	0,00	0,99	1,88	2,68	3,37	3,95	4,42	4,80	5,07	5,22	5,29
A_{s2} [cm ²]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Odabir armature

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
$A_{s1,1}$ [cm ²]	0,00	0,44	0,84	1,20	1,51	1,78	1,99	2,17	2,29	2,36	2,39
$A_{s1,2}$ [cm ²]	0,00	0,55	1,05	1,49	1,87	2,19	2,45	2,66	2,81	2,90	2,93
$A_{s1,3}$ [cm ²]	0,00	0,99	1,88	2,68	3,37	3,95	4,42	4,80	5,07	5,22	5,29
$A_{s1,pot}$ [cm ²]	0,00	0,99	1,89	2,68	3,38	3,97	4,45	4,83	5,10	5,26	5,32
Profil [mm]	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16	Ø16
n (br. kom.)	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
$A_{s1,podab}$ [cm ²]	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03

$$A_{s1,pot} = \max \left\{ \frac{A_{s1,1} + A_{s1,2}}{A_{s1,3}} \right\} \quad A_{s1,podab} \geq A_{s1,pot}$$

poz L greda L=6,90 m

6. Dimenzioniranje nosača na poprečnu silu

$$C_{Rd,z} = \frac{0,18}{\gamma_c}$$

$$V_{Rd,z} = [C_{Rd,z} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{sv,pot} = \frac{V_{Ed} - V_{Rd,z}}{z \cdot f_{yd}} \quad z = 0,9 \cdot d$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$$

$$V_{Rd,z,min} = (0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}) \cdot b_w \cdot d$$

$$s_w = \frac{m \cdot A_{sv} \cdot f_{yd}}{V_{Ed} - V_{Rd,z}}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$$

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

$$s_{w,max} = \frac{A_{sv}}{\rho_{min} \cdot b_w}$$

$$k = \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad (d \text{ u mm})$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$$

$$\rho_{min} = \frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
V _{Ed} [kN]	54,8	49,3	43,8	38,3	32,9	27,4	21,9	16,4	11,0	5,5	0,0
b _w [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
h [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
d [cm]	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
C _{Rd,z}	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
k	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
ρ ₁	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090
V _{Rd,z}	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	35,7	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
V _{Rd,max}	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8	354,8
V _{Ed} / V _{Rd} [kN]	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A _{sv,pot} [cm ² /m]	1,16	0,83	0,49	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
m (reznost)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Profil [mm]	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
s _{v,pot} [cm]	86,7	121,6	203,6	625,7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
s _{v,max} [cm]	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7	71,7
s _{v,max} [cm]	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
s _{v,odab} [cm]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

7. Proračun armature za sprezanje sa monolitizacijom

$$Q_{Ed,1-1} = \frac{V_{Ed} \cdot S_{1-1}}{l_{e-2}}$$

$$A_{s,pot} = \frac{Q_{Ed,1-1}}{f_{yd}}$$

$$A_{s,odab} \geq A_{s,pot}$$

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
V _{Ed} [kN]	54,8	49,3	43,8	38,3	32,9	27,4	21,9	16,4	11,0	5,5	0,0
l _{e-2} [cm]	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111
S ₁₋₁ [cm ²]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q _{Ed,1-1} [kNm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
A _{s,pot} [cm ² /m]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Profil [mm]	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8	Ø8
Razmak [cm]	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
m (reznost)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
A _{s,odab} [cm ² /m]	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02

poz L greda L=6,90 m

8. Kontrola pukotina

$$n = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

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

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

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

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

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \zeta = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - 1,0 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$

$$\rho_r = \frac{A_{s1}}{b \cdot 2,5 \cdot d_1}$$

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

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} = 1,70 \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm} \leq 0,30 \text{ mm}$$

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
M _{Ed} [kNm]	0,0	12,7	24,0	34,0	42,7	50,0	56,0	60,7	64,0	66,0	66,7
b ₀ [cm]	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
b _x [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
h [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
d [cm]	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
A _{s1} [cm ²]	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03
n	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
x [cm]	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
σ _s [MPa]	0,0	77,6	147,1	208,4	261,5	306,5	230,5	249,7	263,5	271,7	274,4
M _{cr} [kNm]	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1
σ _{sr} [MPa]	368,7	368,7	368,7	368,7	368,7	368,7	247,6	247,6	247,6	247,6	247,6
ζ	0,000	-10,275	-2,141	-0,565	0,006	0,276	0,423	0,508	0,558	0,585	0,593
ε _{sm}	0,00000	-0,00399	-0,00157	-0,00059	0,00001	0,00042	0,00048	0,00063	0,00074	0,00079	0,00081
ρ _r	0,00325	0,00325	0,00325	0,00325	0,00325	0,00325	0,00487	0,00487	0,00487	0,00487	0,00487
s _{rm} [mm]	542,4	542,4	542,4	542,4	542,4	542,4	378,3	378,3	378,3	378,3	378,3
w _k [mm]	0,00	-3,68	-1,45	-0,54	0,01	0,39	0,31	0,41	0,47	0,51	0,52

< w_{lg}=0,30mm

poz L greda L=6,90 m

9. Kontrola progiba

$$\alpha_{ei} = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

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

$$I_I = I_u + \alpha_{ei} \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_2 \right)^2 + A_{s2} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right)^2 \right]$$

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

$$M_{cr} = f_{ctm} \cdot \frac{I_u}{y_d}$$

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

$$I_k = I_I - (I_I - I_{II}) \cdot \left[1 - \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$

$$f_k = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{Ed} \cdot l^2}{I_k \cdot E_{cm}}$$

$$k_r = 0,85 - 0,45 \cdot \frac{A_{s2}}{A_{s1}}$$

$$f_d = k_r \cdot f_k \cdot \varphi$$

x	0,00	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07	2,42	2,76	3,11	3,45
M _{Ed} [kNm]	0,0	12,7	24,0	34,0	42,7	50,0	56,0	60,7	64,0	66,0	66,7
b _e [cm]	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
b ₀ [cm]	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
h [cm]	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0
d [cm]	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0
A _{s1} [cm ²]	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	6,03	6,03	6,03	6,03	6,03
A _{s2} [cm ²]	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
α _{ei}	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
x [cm]	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
I _u	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111	282111
I _I	284260,66	284260,66	284260,66	284260,66	284260,66	284260,66	284948,79	284948,79	284948,79	284948,79	284948,79
I _{II}	80142	80142	80142	80142	80142	80142	92847	92847	92847	92847	92847
σ _s [MPa]	0,0	77,6	147,1	208,4	261,5	306,5	230,5	249,7	263,5	271,7	274,4
M _{cr} [kNm]	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1	60,1
σ _{sr} [MPa]	368,7	368,7	368,7	368,7	368,7	368,7	247,6	247,6	247,6	247,6	247,6
I _k [cm ⁴]	284261	284261	284261	284261	284261	284261	284949	281693	262534	252406	249231

Koeficijent puzanja: $\varphi = 2,0$
E_{cm} = 33000,0 Mpa

Dozvoljeni progib (L/250): 2,76 cm
Kratkotrajni progib: f_k = 0,40 cm
k_r = 0,68
Dugotrajni progib: f_d = 0,55 cm

Zaključak: Grede armirati sa 6 fi 16 u donjoj zoni i 2 fi 14 u gonjoj zoni. Vilice fi 8 / 20 cm (progustiti na fi 8 / 10cm na početku i kraju)

8 TEMELJI

Temeljenje stupova se izvodi na armiranobetonskim temeljima samcima. Dimenzije temelja samaca i plan pozicija su dani u nastavku.

Usvaja se dopušteno opterećenje temeljnog tla za temeljenje na temeljima samcima u iznosu **$\sigma_{dop}=422 \text{ kPa}$** .

Temeljenje se može obaviti na projektiranoj dubini tj. Min. 80 cm od sadašnje kote terena na najnižem dijelu, tj. na sloju foraminifernih vapnenaca, vodeći računa da se odstrani sva glina. Takvim načinom i dubinom temeljenja za očekivati je da se temeljenje u potpunosti ostvari na podložnoj stijenskoj masi. Na pozicijama gdje se iskopom ne dosegne podložna stijenska masa potrebno je izvesti iskop do podložne stijenske mase, bez obzira na projektiranu dubinu temeljenja i izvesti zamjenu materijala mršavim betonom C(16/20).

Temeljenje se može izvesti na temeljnim trakama i na temeljnim stopama. Za temeljenje na okošenoj stijenskoj masi temelje dimenzionirati sa dopuštenom nosivošću temeljnog tla:

-osnovno + dopunsko opterećenje: **$\sigma_{dop}=650 \text{ kPa}$**

-osnovno: **$\sigma_{dop}=422 \text{ kPa}$**

Odabir zaštitnih slojeva i klase betona temeljne AB konstrukcije

Za razred izloženosti XC2

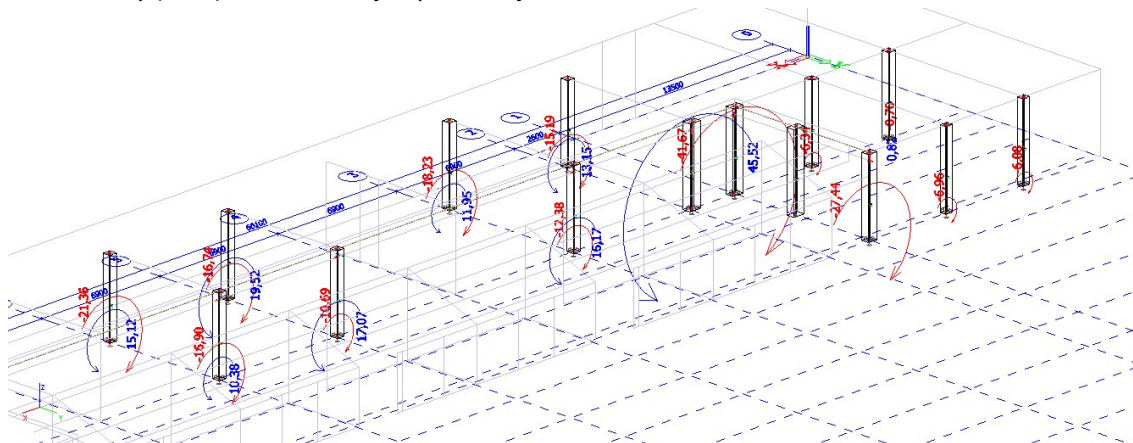
- najmanji zaštitni sloj za armaturu 35 mm
- dopuštene odstupanja zaštitnog sloja 5 mm

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.

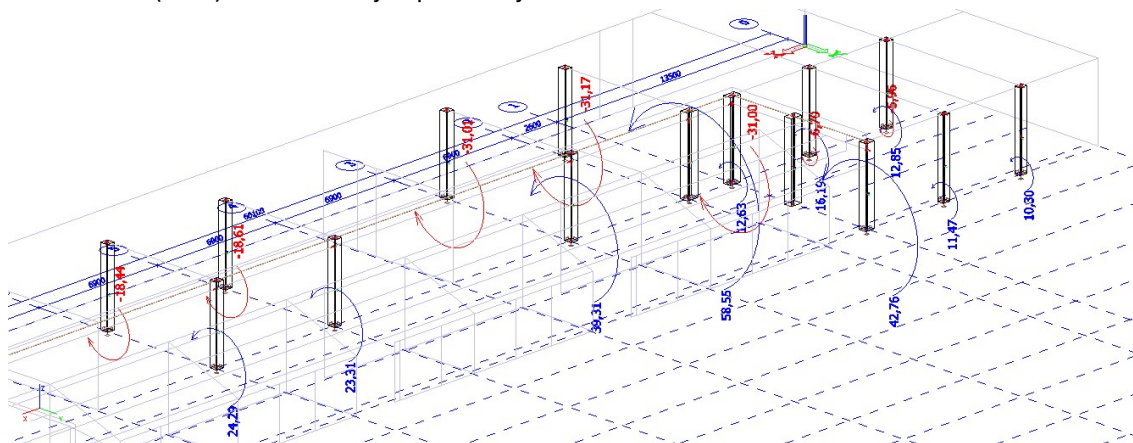
8.1 DIMENZIONIRANJE TEMELJA SAMACA

8.1.1 Rezne sile na stupovima za kontrolu naprezanja ispod temeljne stope

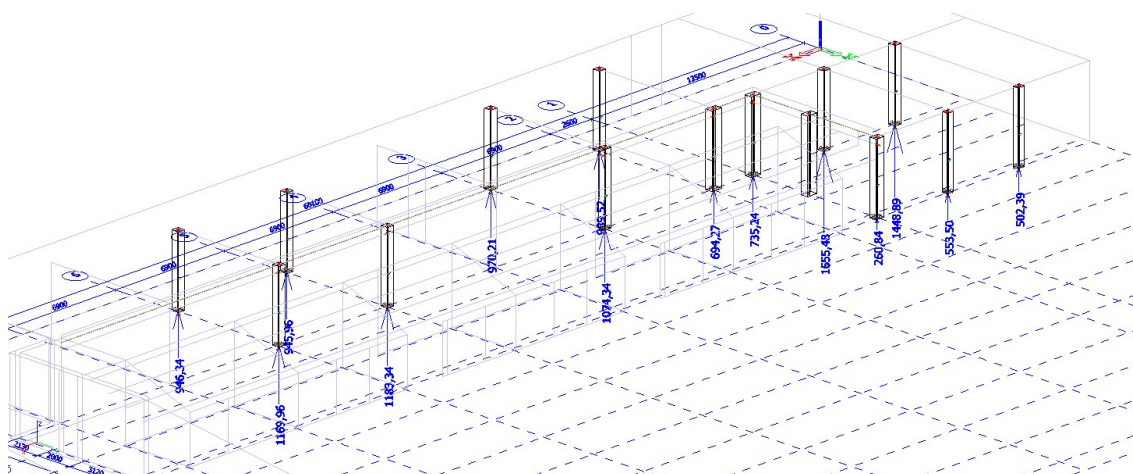
Moment M_y (kNm) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



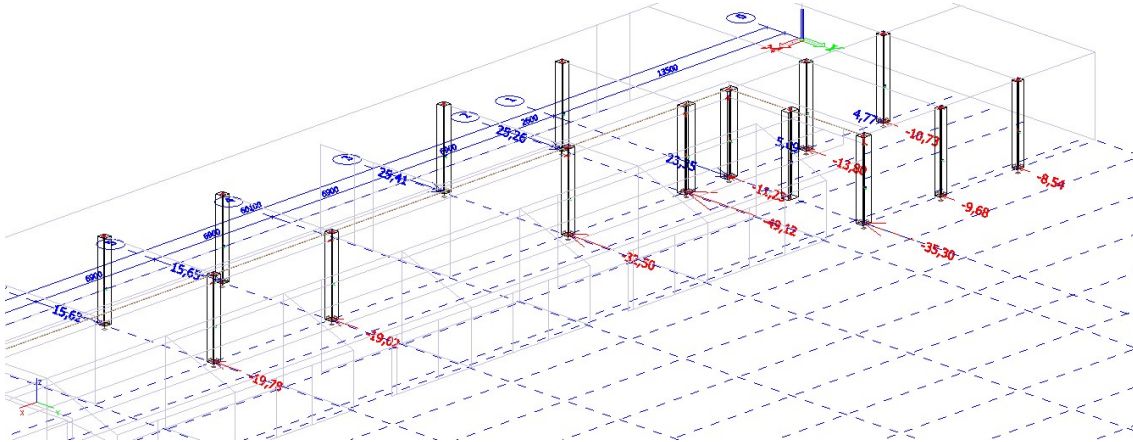
Moment M_x (kNm) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



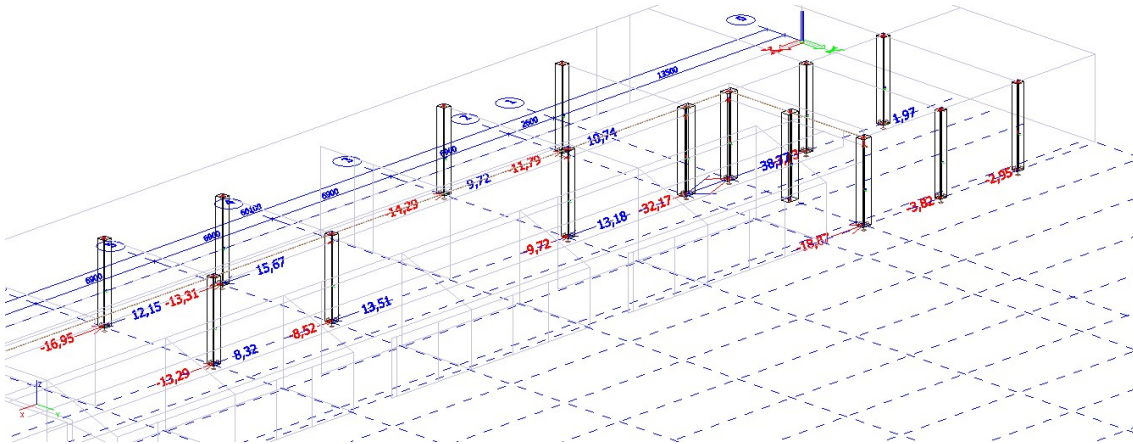
Uzdužna sila N (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Poprečna sila V_y (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Poprečna sila V_z (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Djelovanja na temelje samce – rezne sile (usvajaju se maksimalne vrijednosti za pojedini tip temelja)

Temelji samci	N (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	Vy (kN)	Vz (kN)
TIP 1-GSN	-1655,48	-21,36	31,17	-32	16
TIP 2-GSN	-553,50	-6,96	11,47	-9	-4
TIP 3-GSN	-260,84	-27,44	42	-35	19
TIP 4-GSN	-735,24	-45,52	58	-49	39

8.2 Kontrola naprežanja ispod temeljnih stopa

8.2.1 Stopa TIP 1- (210x210x30 cm)

STOPA TIP 1 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	2,10
b (m)	2,10
h (m)	0,60
t (m)	0,00
df (m)	0,60
bx (m)	0,40
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	422,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	1655,00
M _{sd,x} (kNm)	32,00
M _{sd,y} (kNm)	22,00
V _{sd,x} (kN)	17,00
V _{sd,y} (kN)	33,00

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	66,15

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

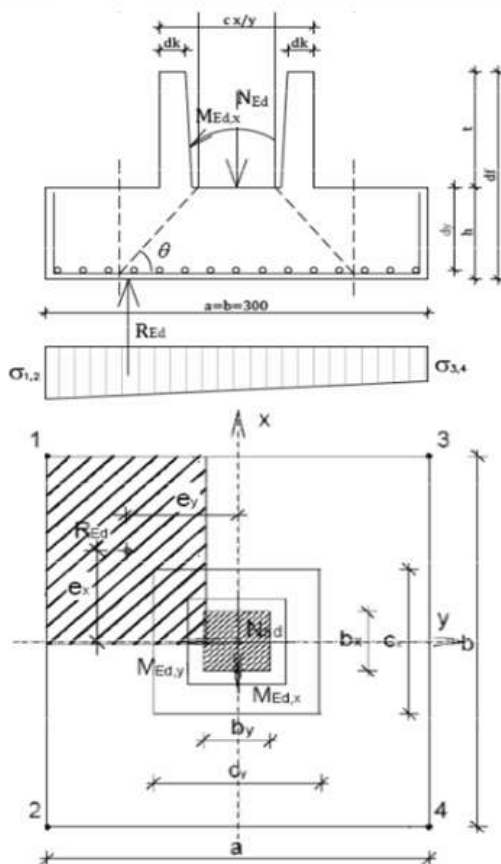
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	15,88

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	82,03 kN
------------	----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	110,74 kN
----------------------	-----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γG=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	Y _{G,sup} =	1,35
trajna povoljna	Y _{G,inf} =	1,00
promjenjiva povoljna	Y _{Q,sup} =	0,00
promjenjiva nepovoljna	Y _{Q,inf} =	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \text{ (kN)} = 1765,74$$

Horizontalne sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} = 17$$

$$V_y \text{ (kN)} = 33$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} = 51,8$$

$$M_x = M_{sd,x} + V_{sd,y} \cdot df$$

$$M_y \text{ (kNm)} = 32,2$$

$$M_y = M_{sd,y} + V_{sd,x} \cdot df$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,018 < a/6 \text{ (m)} = 0,350 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,029 < b/6 \text{ (m)} = 0,350 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,023 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 2,064 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 2,041 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 4,212 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \text{ kPa} \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1$$

$$\text{PP3 (DA3)} = A1d + M2 + R3$$

$$\gamma_R = 1,0$$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 419,18 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 454,815 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 413,092 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 387,695 \text{ kPa}$$

8.2.2 Stopa TIP 2- (130x130x30 cm)

STOPA TIP 2 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA C01 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	1,30
b (m)	1,30
h (m)	0,30
t (m)	0,00
df (m)	0,30
bx (m)	0,40
by (m)	0,30
dk (m)	0,00
cx (m)	0,55
cy (m)	0,45

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	422,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	554,00
M _{sd,x} (kNm)	12,00
M _{sd,y} (kNm)	7,00
V _{sd,x} (kN)	4,00
V _{sd,y} (kN)	10,00

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	12,68

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

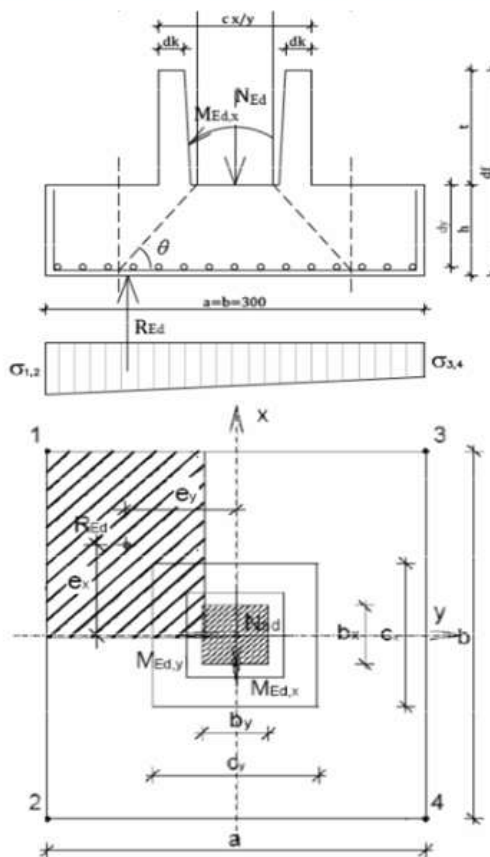
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	6,08

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	18,76 kN
------------	----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G *g=	25,32 kN
----------------------	----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γ_G=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	γ _{G,sup} =	1,35
trajna povoljna	γ _{G,inf} =	1,00
promjenjiva povoljna	γ _{Q,sup} =	0,00
promjenjiva nepovoljna	γ _{Q,inf} =	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \text{ (kN)} \quad 579,32$$

Horizontalne sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} \quad 4$$

$$V_y \text{ (kN)} \quad 10$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} \quad 15 \quad M_x = M_{sd}x + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \text{ (kNm)} \quad 8,2 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,014 < a/6 \text{ (m)} = 0,217 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,026 < b/6 \text{ (m)} = 0,217 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,031 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,272 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,248 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 1,587 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \text{ kPa} \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1$$

$$\text{PP3 (DA3)} = A1d + M2 + R3 \rightarrow \gamma_R = 1,0$$

efektivna naprežanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 364,96 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprežanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 406,155 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 361,366 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 324,225 \text{ kPa}$$

8.2.3 Stopa TIP 3- (130x130x30 cm)

STOPA TIP 3 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	1,30
b (m)	1,30
h (m)	0,30
t (m)	0,00
df (m)	0,30
bx (m)	0,50
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,65
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	422,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N _{sd} (kN)	553,50
M _{sd,x} (kNm)	12,00
M _{sd,y} (kNm)	7,00
V _{sd,x} (kN)	4,00
V _{sd,y} (kN)	10,00

Težina temeljne stope

γ _{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	12,68

Težina tla iznad stope

γ _{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

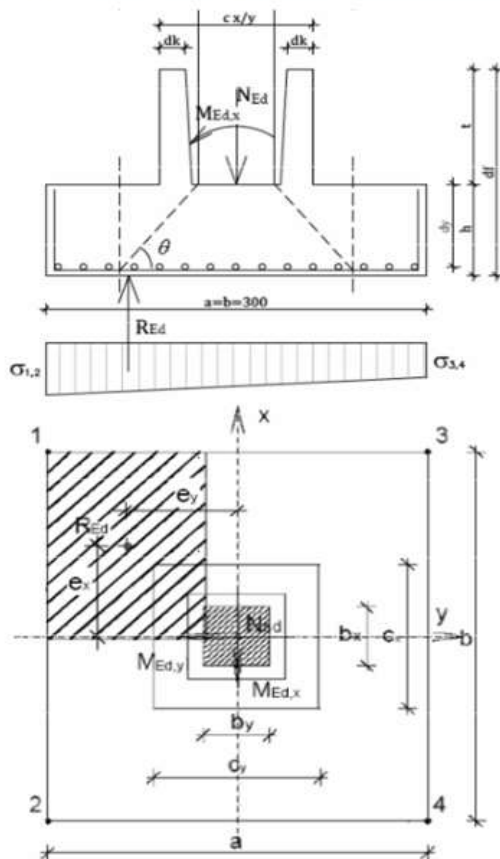
γ _{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	6,08

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

g=g1+g2+g3	18,76 kN
------------	----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

G=γ _G * g=	25,32 kN
-----------------------	----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja γG=1,35

Projektni pristup	PP3 (DA3)	=A1d+M2+R3
trajna nepovoljna	Y _{G,sup} =	1,35
trajna povoljna	Y _{G,inf} =	1,00
promjenjiva povoljna	Y _{Q,sup} =	0,00
promjenjiva nepovoljna	Y _{Q,inf} =	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \quad (\text{kN}) \quad 578,82$$

Horizontalne sile za proračun temeljne stope

$$V_x \quad (\text{kN}) \quad 4$$

$$V_y \quad (\text{kN}) \quad 10$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \quad (\text{kNm}) \quad 15 \quad M_x = M_{sd}x + V_{sdy} \cdot df$$

$$M_y \quad (\text{kNm}) \quad 8,2 \quad M_y = M_{sdy} + V_{sdx} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; \quad e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \quad (\text{m}) = 0,014 < a/6 \quad (\text{m}) = 0,217 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \quad (\text{m}) = 0,026 < b/6 \quad (\text{m}) = 0,217 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,031 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,272 \quad \text{m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,248 \quad \text{m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 1,587 \quad \text{m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \quad \text{kPa} \quad \text{za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi } \gamma_R = 1$$

$$\text{PP3 (DA3)} = A1d + M2 + R3$$

$$\rightarrow \gamma_R = 1,0$$

efektivna naprežanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 364,67 \quad \text{kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \quad \text{kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprežanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_1 = 405,859 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_2 = 361,071 \quad \text{kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y} \quad \sigma_3 = 323,929 \quad \text{kPa}$$

8.2.4 Stopa TIP 4- (160x160x40 cm)

STOPA TIP 4 KONTROLA NOSIVOSTI TLA ZA KOMBINACIJU OPTEREĆENJA CO1 - GSN

1. ULAZNI PODACI

Dimenzije stope

a (m)	1,60
b (m)	1,60
h (m)	0,40
t (m)	0,00
df (m)	0,40
bx (m)	0,60
by (m)	0,40
dk (m)	0,00
cx (m)	0,75
cy (m)	0,55

Granična nosivost temeljnog tla

qf (kPa)	422,00
----------	--------

Djelovanja na stopu

N_{sd} (kN)	735,00
M_{sdx} (kNm)	59,00
M_{sdy} (kNm)	46,00
V_{sdx} (kN)	39,00
V_{sdy} (kN)	50,00

Težina temeljne stope

γ_{beton} (kN/m ³)	25,00
g1 (kN)	25,60

Težina tla iznad stope

γ_{tlo} (kN/m ³)	20
g2 (kN)	0

Težina podne ploče iznad stope

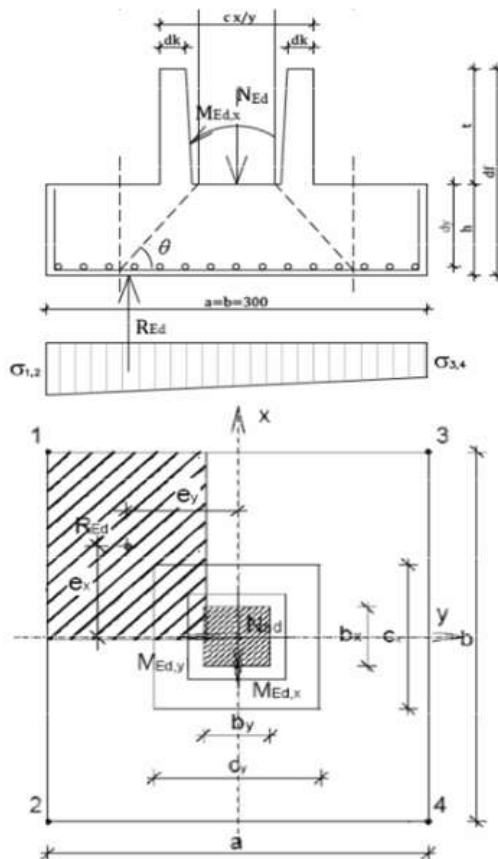
γ_{beton} (kN/m ³)	24,00
h ploče (m)	0,15
g3 (kN)	9,22

Dodatno opterećenja na temeljno tlo

$g = g1 + g2 + g3$	34,82 kN
--------------------	----------

Proračunsko dodatno opterećenje na temeljno tlo

$G = \gamma_G \cdot g =$	47,00 kN
--------------------------	----------



NAPOMENA:

Za projektni pristup PP3 (DA3) stalna djelovanja (težina temelja, nadsloj tla i sl.) se množe sa parcijalnim faktorom djelovanja za stalna nepovoljna djelovanja $\gamma_G = 1,35$

Projektni pristup	PP3 (DA3)	$= A1d + M2 + R3$
trajna nepovoljna	$\gamma_{G,sup} =$	1,35
trajna povoljna	$\gamma_{G,inf} =$	1,00
promjenjiva povoljna	$\gamma_{Q,sup} =$	0,00
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_{Q,inf} =$	1,50

2. KONTROLA SLOMA TLA ISPOD TEMELJNE STOPE

Uzdužna sila za proračun temeljne stope

$$N = N_{sd} + G \text{ (kN)} = 782,00$$

Horizontale sile za proračun temeljne stope

$$V_x \text{ (kN)} = 39$$

$$V_y \text{ (kN)} = 50$$

Momenti za proračun temeljne stope

$$M_x \text{ (kNm)} = 79$$

$$M_x = M_{sd,x} + V_{sd,y} \cdot df$$

$$M_y \text{ (kNm)} = 61,6$$

$$M_y = M_{sd,y} + V_{sd,x} \cdot df;$$

Ekscentricitet vertikalne sile (jednoosno savijanje)

$$e_x = \frac{M_y}{N} \leq \frac{a}{6}; e_y = \frac{M_x}{N} \leq \frac{b}{6}$$

$$e_x \text{ (m)} = 0,079 < a/6 \text{ (m)} = 0,267 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$e_y \text{ (m)} = 0,101 < b/6 \text{ (m)} = 0,267 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Ekscentricitet vertikalne sile (dvoosno savijanje)

$$\frac{e_x}{b} + \frac{e_y}{a} \leq \frac{1}{6} = 0,112 \leq 1/6 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

Efektivna površina temeljne stope

$$A' = a - 2 \cdot e_x = 1,442 \text{ m}$$

$$B' = b - 2 \cdot e_y = 1,398 \text{ m}$$

$$P' = A' \cdot B' = 2,016 \text{ m}^2$$

Proračunska otpornost tla (proračunsko dopušteno naprezanje temeljnog tla)

$$q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \text{ kPa}$$

za PP3 (DA3) parcijalni faktor otpora za nosivost tla iznosi $\gamma_R = 1$
PP3 (DA3) = $A1d + M2 + R3 \rightarrow \gamma_R = 1,0$

efektivna naprezanja ispod temeljne stope (efektivna površina P')

$$q_E = \frac{N}{P'} = 387,80 \text{ kPa} < q_{Rd} = \frac{q_f}{\gamma_R} = 422,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

Naprezanja ispod temeljne stope

$$\sigma_1 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}; \sigma_1 = 511,426 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} + \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} - \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}; \sigma_2 = 330,958 \text{ kPa}$$

$$\sigma_3 = \frac{N_{Ed,uk}}{A} - \frac{M_{Ed,x,uk}}{W_x} + \frac{M_{Ed,y,uk}}{W_y}; \sigma_3 = 279,981 \text{ kPa}$$

8.3 Dimenzioniranje temelja samaca

Minimalna armatura u temeljnim stopama

za stopu visine 30 cm

$$A_{smin} = A_c * 0,15\% = 30 * 100 * 0,0015 = 4,50 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Minimalna armatura donje zone stope visine 30 cm je $\Phi 12/20$ cm ($A_s = 5,66 \text{ cm}^2/\text{m}$).

za stopu visine 40 cm

$$A_{smin} = A_c * 0,15\% = 40 * 100 * 0,0015 = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Minimalna armatura donje zone stope visine 40 cm je $\Phi 14/20$ cm ($A_s = 7,70 \text{ cm}^2/\text{m}$)

za stopu visine 60 cm

$$A_{smin} = A_c * 0,15\% = 60 * 100 * 0,0015 = 9,00 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Minimalna armatura donje zone stope visine 60 cm je $\Phi 16/22$ cm ($A_s = 9,13 \text{ cm}^2/\text{m}$).

8.3.1 Temeljna stopa TIP 1

Određivanje potrebne armature

A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu

(oko presjeka 1-1)

$M_1 = 32,00$ [kNm]

(oko presjeka 2-2)

$M_2 = 22,00$ [kNm]

- uzdužna sila u stupu

$N = 1.656,00$ [kN]

- poprečna sila na stupu

(okomito na presjek 1-1)

$V_1 = 17,00$ [kN]

(okomito na presjek 2-2)

$V_2 = 33,00$ [kN]

- dimenzije temeljne čašice

$a = 2,10$ [m]

$b = 2,10$ [m]

$d_1 = 0,85$ [m]

$d_2 = 0,85$ [m]

$h = 0,60$ [m]

$t = 0,00$ [m]

$H = 0,60$ [m]

$l_1 = 0,40$ [m]

$l_2 = 0,40$ [m]

- računska granica popuštanja čelika

$f_{ye} = 434,80$ [N/mm²]

- zaštitni sloj betona

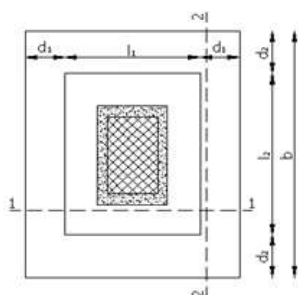
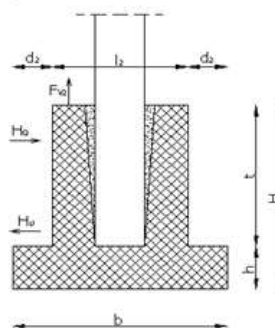
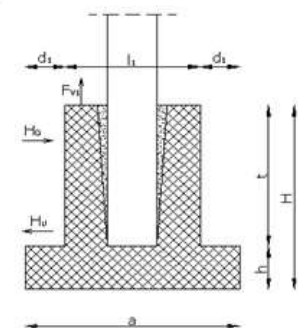
$c = 0,03$ [m]

- armirati simetrično (DA / NE)

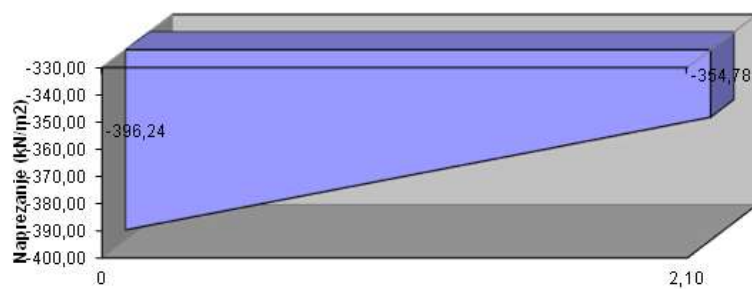
DA

Presjek 1-1

Presjek 2-2

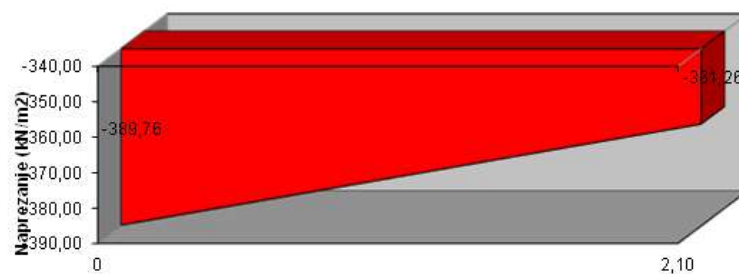


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

$$\begin{aligned} \text{momenti tromosti} \quad W_1 &= a^3 b^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_1 = 1,54 \quad [\text{m}^3] \\ & W_2 = b^3 a^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_2 = 1,54 \quad [\text{m}^3] \\ \\ \text{naponi od uzdužne sile} \quad \sigma_n &= N / a / b \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_n = 375,51 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \\ \text{naponi od momenta} \quad \sigma_{m1} &= M_1 / W_1 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m1} = 20,73 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \sigma_{m2} = M_2 / W_2 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m2} = 14,25 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \sigma_{max1} &= \sigma_n + \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{max1} = 396,24 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{min1} &= \sigma_n - \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{min1} = 354,78 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \sigma_{max2} &= \sigma_n + \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{max2} = 389,76 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{min2} &= \sigma_n - \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{min2} = 361,26 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{max1} - \sigma_{min1}) / a &= x_1 / (a - d_1) & \Rightarrow & x_1 = 24,68 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & y_1 = x_1 + \sigma_{min1} & \Rightarrow & y_1 = 379,46 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \Rightarrow & \sigma_{d1} = (\sigma_{max1} + y_1) / 2 & \Rightarrow & \sigma_{d1} = 387,85 \quad [\text{kN/m}^2] \\ (za 1 \text{ m}^2) & \Rightarrow & R_1 = d_1 * 1 \text{ m} * \sigma_{d1} & \Rightarrow & R_1 = 329,67 \quad [\text{kN}] \\ & \Rightarrow & M_1 = R_1 * d_1 / 2 & \Rightarrow & M_1 = 140,11 \quad [\text{kNm}] \end{aligned}$$

$$A_{s1} = M_1 / (0,9 * d_1 / 2 * f_{yd} * 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1] \Rightarrow A_{s1} = 8,42 \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1]$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{max2} - \sigma_{min2}) / b &= x_2 / (b - d_2) & \Rightarrow & x_2 = 16,97 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & y_2 = x_2 + \sigma_{min2} & \Rightarrow & y_2 = 378,23 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \Rightarrow & \sigma_{d2} = (\sigma_{max2} + y_2) / 2 & \Rightarrow & \sigma_{d2} = 383,99 \quad [\text{kN/m}^2] \\ (za 1 \text{ m}^2) & \Rightarrow & R_2 = d_2 * 1 \text{ m} * \sigma_{d2} & \Rightarrow & R_2 = 326,40 \quad [\text{kN}] \\ & \Rightarrow & M_2 = R_2 * d_2 / 2 & \Rightarrow & M_2 = 138,72 \quad [\text{kNm}] \end{aligned}$$

$$A_{s2} = M_2 / (0,9 * d_2 / 2 * f_{yd} * 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1] \Rightarrow A_{s2} = 8,34 \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1]$$

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 8,42 \quad [\text{cm}^2]$

8.3.2 Temeljna stopa TIP 2

Određivanje potrebne armature

A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu

(oko presjeka 1-1)

$M_1 = 12,00$ [kNm]

- uzdužna sila u stupu

(oko presjeka 2-2)

$M_2 = 7,00$ [kNm]

- poprečna sila na stupu

(okomito na presjek 1-1)

$N = 553,00$ [kN]

(okomito na presjek 2-2)

$V_1 = 4,00$ [kN]

$V_2 = 10,00$ [kN]

- dimenzije temeljne čašice

$a = 1,30$ [m]

$b = 1,30$ [m]

$d_1 = 0,45$ [m]

$d_2 = 0,50$ [m]

$h = 0,60$ [m]

$t = 0,00$ [m]

$H = 0,60$ [m]

$l_1 = 0,40$ [m]

$l_2 = 0,30$ [m]

- računska granica popuštanja čelika

$f_{yk} = 434,80$ [N/mm²]

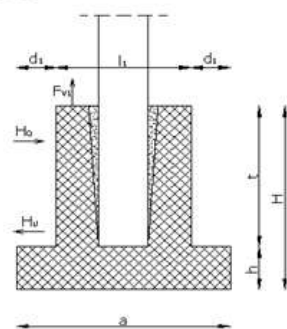
- zaštitni sloj betona

$c = 0,03$ [m]

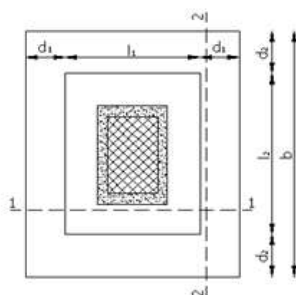
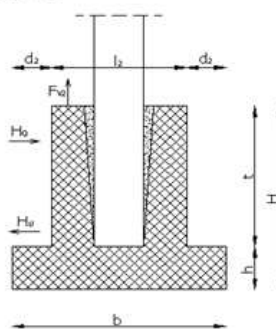
- armirati simetrično (DA / NE)

DA

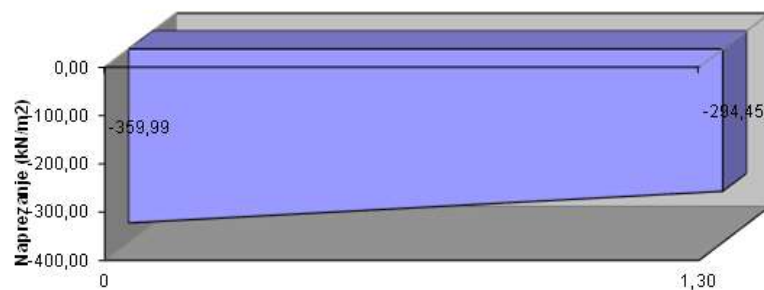
Presjek 1-1



Presjek 2-2

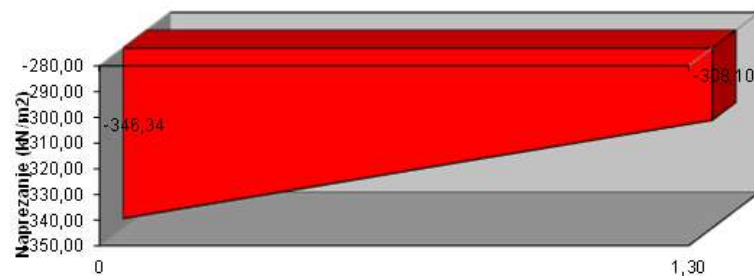


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

$$\begin{aligned} \text{momenti tromosti} \quad W_1 &= a \cdot b^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_1 = 0,37 \quad [\text{m}^3] \\ & W_2 = b \cdot a^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_2 = 0,37 \quad [\text{m}^3] \\ \text{naponi od uzdužne sile} \quad \sigma_n &= N / a / b \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_n = 327,22 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \text{naponi od momenta} \quad \sigma_{m1} &= M_1 / W_1 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m1} = 32,77 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \sigma_{m2} = M_2 / W_2 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m2} = 19,12 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \sigma_{max1} &= \sigma_n + \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{max1} = 359,99 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{min1} &= \sigma_n - \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{min1} = 294,45 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \sigma_{max2} &= \sigma_n + \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{max2} = 346,34 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{min2} &= \sigma_n - \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{min2} = 308,10 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{max1} - \sigma_{min1}) / a &= x_1 / (a - d_1) & \Rightarrow & x_1 = 42,86 \quad [\text{kN/m}^2] \\ y_1 &= x_1 + \sigma_{min1} & \Rightarrow & y_1 = 337,30 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \Rightarrow & \sigma_{s1} &= (\sigma_{max1} + y_1) / 2 & \Rightarrow & \sigma_{s1} = 348,65 \quad [\text{kN/m}^2] \\ (za 1 \text{ m}^2) & \Rightarrow & R_1 &= d_1 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{s1} & \Rightarrow & R_1 = 156,89 \quad [\text{kN}] \\ & \Rightarrow & M_1 &= R_1 \cdot d_1 / 2 & \Rightarrow & M_1 = 35,30 \quad [\text{kNm}] \\ A_{s1} &= M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] & \Rightarrow & A_{s1} = 4,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] \end{aligned}$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{max2} - \sigma_{min2}) / b &= x_2 / (b - d_2) & \Rightarrow & x_2 = 23,53 \quad [\text{kN/m}^2] \\ y_2 &= x_2 + \sigma_{min2} & \Rightarrow & y_2 = 331,63 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \Rightarrow & \sigma_{s2} &= (\sigma_{max2} + y_2) / 2 & \Rightarrow & \sigma_{s2} = 338,98 \quad [\text{kN/m}^2] \\ (za 1 \text{ m}^2) & \Rightarrow & R_2 &= d_2 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{s2} & \Rightarrow & R_2 = 169,49 \quad [\text{kN}] \\ & \Rightarrow & M_2 &= R_2 \cdot d_2 / 2 & \Rightarrow & M_2 = 42,37 \quad [\text{kNm}] \\ A_{s2} &= M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] & \Rightarrow & A_{s2} = 4,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] \end{aligned}$$

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 4,33 \quad [\text{cm}^2]$

8.3.3 Temeljna stopa TIP 3

Određivanje potrebne armature

A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu

(oko presjeka 1-1)

$M_1 = 43,00$ [kNm]

(oko presjeka 2-2)

$M_2 = 27,00$ [kNm]

- uzdužna sila u stupu

$N = 261,00$ [kN]

- poprečna sila na stupu

(okomito na presjek 1-1)

$V_1 = 19,00$ [kN]

(okomito na presjek 2-2)

$V_2 = 36,00$ [kN]

- dimenzije temeljne čašice

$a = 1,30$ [m]

$b = 1,30$ [m]

$d_1 = 0,40$ [m]

$d_2 = 0,45$ [m]

$h = 0,60$ [m]

$t = 0,00$ [m]

$H = 0,60$ [m]

$l_1 = 0,50$ [m]

$l_2 = 0,40$ [m]

- računaska granica popuštanja čelika

$f_{yd} = 434,80$ [N/mm²]

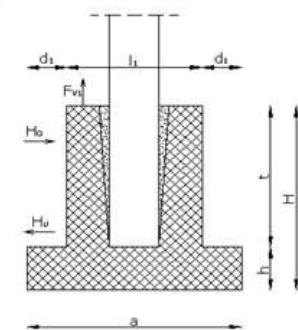
- zaštitni sloj betona

$c = 0,03$ [m]

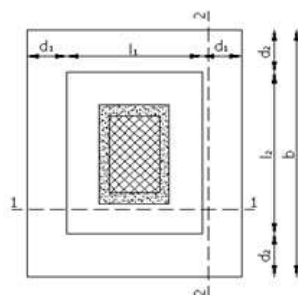
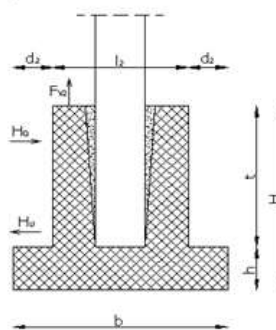
- armirati simetrično (DA / NE)

DA

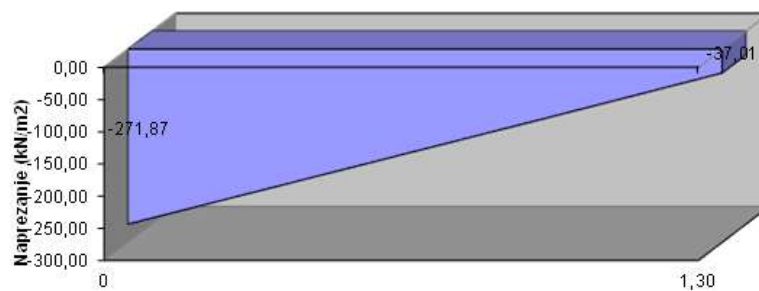
Presjek 1-1



Presjek 2-2

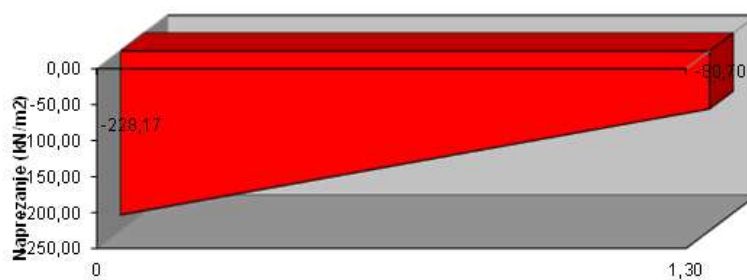


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

$$\begin{aligned} \text{momenti tromosti} \quad W_1 &= a^3 b^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_1 = 0,37 \quad [\text{m}^3] \\ & W_2 = b^3 a^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_2 = 0,37 \quad [\text{m}^3] \\ \text{naponi od uzdužne sile} \quad \sigma_n &= N / a / b \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_n = 154,44 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \text{naponi od momenta} \quad \sigma_{m1} &= M_1 / W_1 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m1} = 117,43 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \sigma_{m2} = M_2 / W_2 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m2} = 73,74 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \sigma_{\max 1} &= \sigma_n + \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{\max 1} = 271,87 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{\min 1} &= \sigma_n - \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{\min 1} = 37,01 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \sigma_{\max 2} &= \sigma_n + \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{\max 2} = 228,17 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{\min 2} &= \sigma_n - \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{\min 2} = 80,70 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{\max 1} - \sigma_{\min 1}) / a &= x_1 / (a - d_1) & \Rightarrow & x_1 = 162,60 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & y_1 = x_1 + \sigma_{\min 1} & \Rightarrow & y_1 = 199,60 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\sigma 1} = (\sigma_{\max 1} + y_1) / 2 \quad \Rightarrow \sigma_{\sigma 1} = 235,74 \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$(\text{za } 1 \text{ m}^1) \Rightarrow R_1 = d_1 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{\sigma 1} \quad \Rightarrow R_1 = 94,30 \quad [\text{kN}]$$

$$\Rightarrow M_1 = R \cdot d_1 / 2 \quad \Rightarrow M_1 = 18,86 \quad [\text{kNm}]$$

$$A_{s1} = M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1] \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = 2,41 \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1]$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{\max 2} - \sigma_{\min 2}) / b &= x_2 / (b - d_2) & \Rightarrow & x_2 = 96,43 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & y_2 = x_2 + \sigma_{\min 2} & \Rightarrow & y_2 = 177,13 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\sigma 2} = (\sigma_{\max 2} + y_2) / 2 \quad \Rightarrow \sigma_{\sigma 2} = 202,65 \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$(\text{za } 1 \text{ m}^1) \Rightarrow R_2 = d_2 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{\sigma 2} \quad \Rightarrow R_2 = 91,19 \quad [\text{kN}]$$

$$\Rightarrow M_2 = R \cdot d_2 / 2 \quad \Rightarrow M_2 = 20,52 \quad [\text{kNm}]$$

$$A_{s2} = M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1] \quad \Rightarrow \quad A_{s2} = 2,33 \quad [\text{cm}^2 / \text{m}^1]$$

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 2,41 \quad [\text{cm}^2]$

8.3.4 Temeljna stopa TIP 4

Određivanje potrebne armature

A) Ulazni podaci

- moment savijanja na stupu

(oko presjeka 1-1)

$M_1 = 59,00$ [kNm]

(oko presjeka 2-2)

$M_2 = 46,00$ [kNm]

- uzdužna sila u stupu

$N = 736,00$ [kN]

- poprečna sila na stupu

(okomito na presjek 1-1)

$V_1 = 39,00$ [kN]

(okomito na presjek 2-2)

$V_2 = 50,00$ [kN]

- dimenzije temeljne čašice

$a = 1,30$ [m]

$b = 1,30$ [m]

$d_1 = 0,35$ [m]

$d_2 = 0,45$ [m]

$h = 0,60$ [m]

$t = 0,00$ [m]

$H = 0,60$ [m]

$l_1 = 0,60$ [m]

$l_2 = 0,40$ [m]

- računska granica popuštanja čelika

$f_{yd} = 434,80$ [N/mm²]

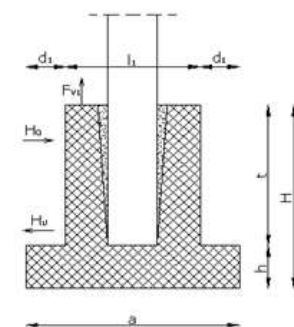
- zaštitni sloj betona

$c = 0,03$ [m]

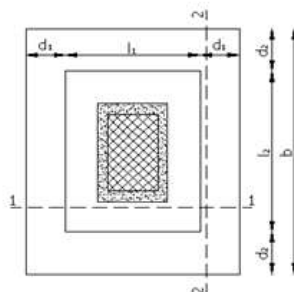
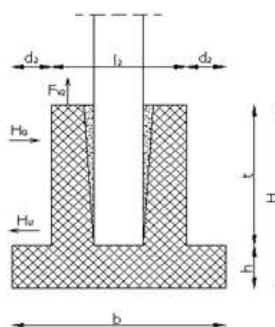
- armirati simetrično (DA / NE)

DA

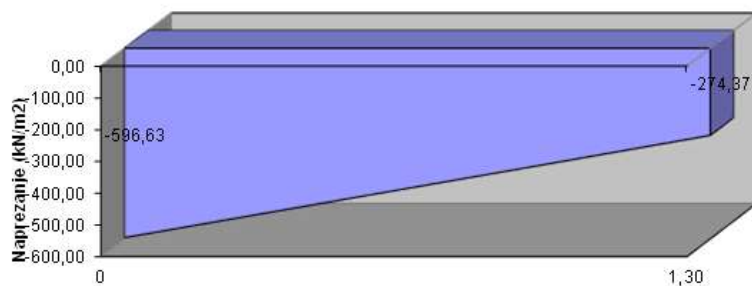
Presjek 1-1



Presjek 2-2

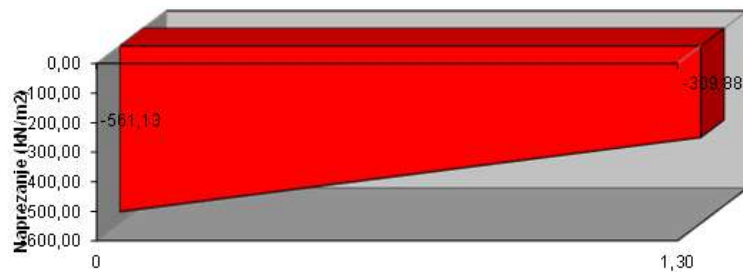


Naprezanja u tlu za presjek 1-1



Dimenzija temelja (m)

Naprezanja u tlu za presjek 2-2



Dimenzija temelja (m)

B) Određivanje geometrijskih karakteristika i naprezanja

$$\begin{aligned} \text{momenti tromosti} \quad W_1 &= a \cdot b^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_1 = 0,37 \quad [\text{m}^3] \\ & W_2 = b \cdot a^2 / 6 \quad [\text{m}^3] & \Rightarrow & W_2 = 0,37 \quad [\text{m}^3] \\ \text{naponi od uzdužne sile} \quad \sigma_n &= N / a / b \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_n = 435,50 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \text{naponi od momenta} \quad \sigma_{m1} &= M_1 / W_1 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m1} = 161,13 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \sigma_{m2} = M_2 / W_2 \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{m2} = 125,63 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \sigma_{max1} &= \sigma_n + \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{max1} = 596,63 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{min1} &= \sigma_n - \sigma_{m1} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{min1} = 274,37 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \sigma_{max2} &= \sigma_n + \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{max2} = 561,13 \quad [\text{kN/m}^2] \\ \sigma_{min2} &= \sigma_n - \sigma_{m2} \quad [\text{kN/m}^2] & \Rightarrow & \sigma_{min2} = 309,88 \quad [\text{kN/m}^2] \end{aligned}$$

C) Potrebna armatura s obzirom na moment

presjek 1-1

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{max1} - \sigma_{min1}) / a &= x_1 / (a - d_1) & \Rightarrow & x_1 = 235,50 \quad [\text{kN/m}^2] \\ y_1 &= x_1 + \sigma_{min1} & \Rightarrow & y_1 = 509,87 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \Rightarrow \quad \sigma_{d1} = (\sigma_{max1} + y_1) / 2 & \Rightarrow & \sigma_{d1} = 553,25 \quad [\text{kN/m}^2] \\ (za 1 \text{ m}^2) & \Rightarrow \quad R_1 = d_1 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{d1} & \Rightarrow & R_1 = 193,64 \quad [\text{kN}] \\ & \Rightarrow \quad M_1 = R \cdot d_1 / 2 & \Rightarrow & M_1 = 33,89 \quad [\text{kNm}] \\ A_{s1} &= M_1 / (0,9 \cdot d_1 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] & \Rightarrow & A_{s1} = 4,95 \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] \end{aligned}$$

presjek 2-2

$$\begin{aligned} \text{iz uvjeta geometrije} \quad (\sigma_{max2} - \sigma_{min2}) / b &= x_2 / (b - d_2) & \Rightarrow & x_2 = 164,28 \quad [\text{kN/m}^2] \\ y_2 &= x_2 + \sigma_{min2} & \Rightarrow & y_2 = 474,16 \quad [\text{kN/m}^2] \\ & \Rightarrow \quad \sigma_{d2} = (\sigma_{max2} + y_2) / 2 & \Rightarrow & \sigma_{d2} = 517,64 \quad [\text{kN/m}^2] \\ (za 1 \text{ m}^2) & \Rightarrow \quad R_2 = d_2 \cdot 1 \text{ m} \cdot \sigma_{d2} & \Rightarrow & R_2 = 232,94 \quad [\text{kN}] \\ & \Rightarrow \quad M_2 = R \cdot d_2 / 2 & \Rightarrow & M_2 = 52,41 \quad [\text{kNm}] \\ A_{s2} &= M_2 / (0,9 \cdot d_2 / 2 \cdot f_{yd} \cdot 10^{-1}) \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] & \Rightarrow & A_{s2} = 5,95 \quad [\text{cm}^2/\text{m}^1] \end{aligned}$$

ODABRANA ARMATURA STOPE $A_s = 5,95 \quad [\text{cm}^2]$

8.4 Proračun na proboj temeljnih čašica

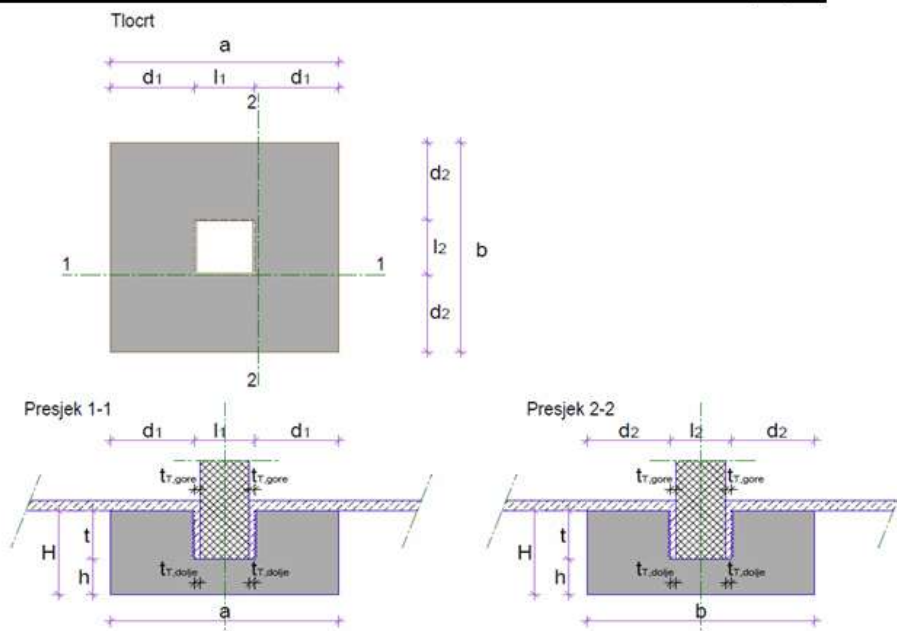
8.4.1 Temeljna stopa TIP 1

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči
- ojačanja u ploči oko stupa

- statička visina
- čelik B500B
- računska granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{yk} \cdot \alpha}{\gamma_c}$; $\alpha = 0,85$
- računska tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za temelj
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

N=	1.655,00	[kN]
a=	2,10	[m]
b=	2,10	[m]
d ₁ =	0,85	[m]
d ₂ =	0,85	[m]
H=	0,60	[m]
l ₁ =	0,40	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{T,gore}	0,00	[cm]
t _{T,dolje}	0,00	[cm]
d=	55,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ck} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{s1} =	6,36	[cm ²]
A _{s2} =	6,36	[cm ²]



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)

ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow$	$a_R =$	0,85	[m]
	$\Rightarrow$	$2 \cdot d =$	1,10	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow$	$a_{crit,1,0d} =$	0,55	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow$	$a_{crit,1,5d} =$	0,83	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow$	$u_{crit,1,0d} =$	5,06	[m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow$	$A_{crit,1,0d} =$	1,99	[m ²]
	$\Rightarrow$	$u_{crit,1,5d} =$	6,78	[m]

Proračunsko djelovanje

$$V_{Ed,temelj} = -N_{Ed,stup} \Rightarrow V_{Ed,temelj} = 1655,00 \text{ [kN]}$$

Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu

$$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed} \Rightarrow V_{Ed,red} = 1324,00 \text{ [kN]}$$

Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega

$$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta / u_{crit,1,0d} \Rightarrow V_{Ed} = 301,16 \text{ [kN/m]}$$

$$\beta = 1,15 \quad \text{Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane}$$

β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek

Nosivost na proboj bez probojne armature

$$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$$

$$k = 1,6 - d > 1,0$$

usvojeno

$$\Rightarrow k = 1,05$$

$$\Rightarrow k = 1,05$$

Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera

$$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x$$

$$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y$$

$$\Rightarrow \rho_x = 0,0006$$

$$\Rightarrow \rho_y = 0,0006$$

Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera

$$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,015$$

usvojeno

$$\Rightarrow \rho = 0,0006$$

$$\Rightarrow \rho = 0,0006$$

τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton

$$\Rightarrow \tau_{Rd} = 0,34 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$$

$$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} = 2,40 \text{ [kN/cm]}$$

$$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} = 239,94 \text{ [kN/m]}$$

Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega

$$V_{Rd1,1,0d} = (u_{crit,1,5d} / u_{crit,1,0d}) \cdot V_{Rd1,1,5d} \Rightarrow V_{Rd1,1,0d} = 321,95 \text{ [kN/m]}$$

$$V_{Rd1,1,0d} = 321,95 > V_{Ed} = 301,16$$

NJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

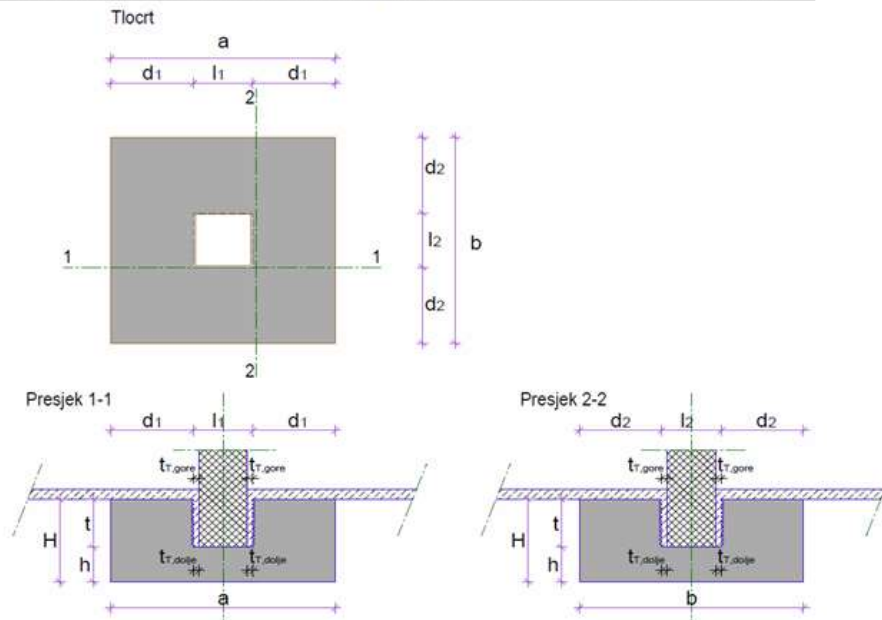
8.4.2 Temeljna stopa TIP 2

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči
- ojačanja u ploči oko stupa

- statička visina
- čelik B500B
- računska granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha}{\gamma_c}$; $\alpha = 0,85$
- računska tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za temelj
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

N=	553,00	[kN]
a=	1,30	[m]
b=	1,30	[m]
d ₁ =	0,50	[m]
d ₂ =	0,45	[m]
H=	0,30	[m]
l ₁ =	0,30	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{Tgore}	0,00	[cm]
t _{Tdole}	0,00	[cm]
d=	25,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ck} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{s1} =	6,36	[cm ²]
A _{s2} =	6,36	[cm ²]



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)
ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	0,50	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	0,50	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit, 1,0d} =$	0,25	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit, 1,5d} =$	0,38	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$u_{or, 1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit, 1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{or, 1,0d} =$	2,97 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{or, 1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit, 1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit, 1,0d}) + a_{crit, 1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{or, 1,0d} =$	0,67 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$u_{or, 1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit, 1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{or, 1,5d} =$	3,76 [m]
Proračunsko djelovanje	$V_{ed, temelj} = N_{ed, stup}$	$\Rightarrow V_{ed, temelj} =$	553,00 [kN]
Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu	$V_{ed, red} = 80\% V_{ed}$	$\Rightarrow V_{ed, red} =$	442,40 [kN]
Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega	$V_{Ed} = V_{ed, red} \cdot \beta / u_{or, 1,0d}$	$\Rightarrow V_{Ed} =$	171,25 [kN/m]
$\beta = 1,15$ Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane			
β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek			
Nosivost na proboj bez probojne armature	$V_{Rd1; 1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$	$\Rightarrow k =$	1,35
$k = 1,6 - d > 1,0$	usvojeno	$\Rightarrow k =$	1,35
Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera	$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x$	$\Rightarrow \rho_x =$	0,0020
	$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y$	$\Rightarrow \rho_y =$	0,0020
Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera	$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,015$	$\Rightarrow \rho =$	0,0020
	usvojeno	$\Rightarrow \rho =$	0,0020
τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton		$\Rightarrow \tau_{Rd} =$	0,34 [N/mm ²]
	$V_{Rd1; 1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$	$\Rightarrow V_{Rd1; 1,5d} =$	1,47 [kN/cm]
		$\Rightarrow V_{Rd1; 1,5d} =$	146,68 [kN/m]
Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega	$V_{Rd1; 1,0d} = (u_{or, 1,5d} / u_{or, 1,0d}) \cdot V_{Rd1; 1,5d}$	$\Rightarrow V_{Rd1; 1,0d} =$	185,46 [kN/m]
	$V_{Rd1; 1,0d} =$	185,46	$> V_{Ed} =$ 171,25

NJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

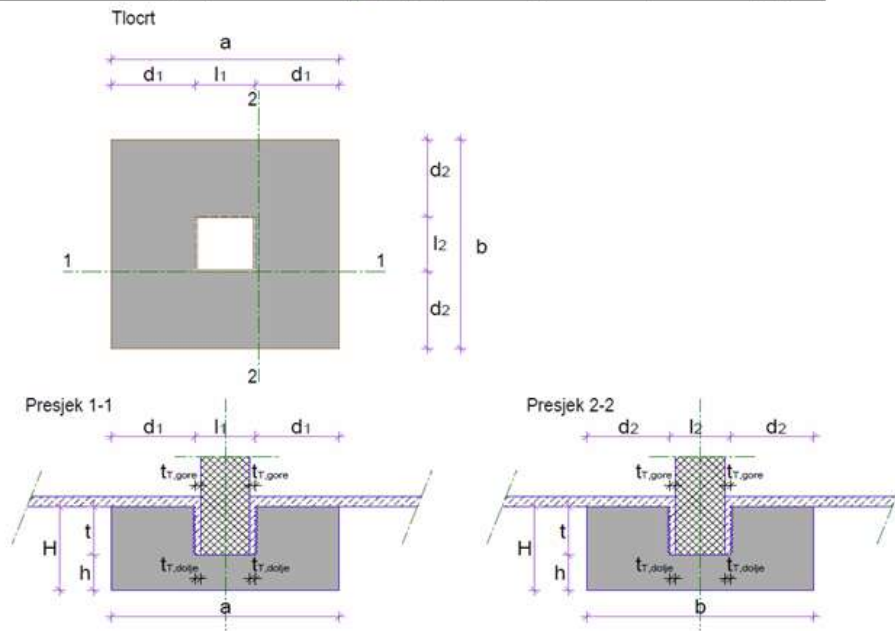
8.4.3 Temeljna stopa TIP 3

A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči
- ojačanja u ploči oko stupa

N=	553,00	[kN]
a=	1,30	[m]
b=	1,30	[m]
d ₁ =	0,40	[m]
d ₂ =	0,45	[m]
H=	0,30	[m]
l ₁ =	0,50	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{rgore}	0,00	[cm]
t _{rdolje}	0,00	[cm]
d=	25,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ck} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{s1} =	6,36	[cm ²]
A _{s2} =	6,36	[cm ²]

- statička visina
- čelik B500B
- računska granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37 $f_{cd} = \frac{f_{yk} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$
- računska tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za temelj
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)
ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	0,40	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	0,50	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,0d} =$	0,25	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,5d} =$	0,38	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$u_{crit,1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{crit,1,0d} =$	3,37 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{crit,1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit,1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit,1,0d}) + a_{crit,1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{crit,1,0d} =$	0,85 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$u_{crit,1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{crit,1,5d} =$	4,16 [m]
Proračunsko djelovanje	$V_{Ed, temelj} = N_{Ed, stup}$	$\Rightarrow V_{Ed, temelj} =$	553,00 [kN]
Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu	$V_{Ed, red} = 80\% V_{Ed}$	$\Rightarrow V_{Ed, red} =$	442,40 [kN]
Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega	$V_{Ed} = V_{Ed, red} \cdot \beta / u_{crit,1,0d}$	$\Rightarrow V_{Ed} =$	150,93 [kN/m]
$\beta = 1,15$ Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane			
β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek			
Nosivost na proboj bez probojne armature	$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$	$\Rightarrow k =$	1,35
$k = 1,6 - d > 1,0$	usvojeno	$\Rightarrow k =$	1,35
Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera	$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x$	$\Rightarrow \rho_x =$	0,0020
	$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y$	$\Rightarrow \rho_y =$	0,0020
Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera	$\rho = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,015$	$\Rightarrow \rho =$	0,0020
	usvojeno	$\Rightarrow \rho =$	0,0020
τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton		$\Rightarrow \tau_{Rd} =$	0,34 [N/mm ²]
	$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$	$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} =$	1,47 [kN/cm]
		$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} =$	146,68 [kN/m]
Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega	$V_{Rd1,1,0d} = (u_{crit,1,5d} / u_{crit,1,0d}) \cdot V_{Rd1,1,5d}$	$\Rightarrow V_{Rd1,1,0d} =$	180,86 [kN/m]
	$V_{Rd1,1,0d} = 180,86$	$> V_{Ed} =$	150,93

NIJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

8.4.4 Temeljna stopa TIP 4

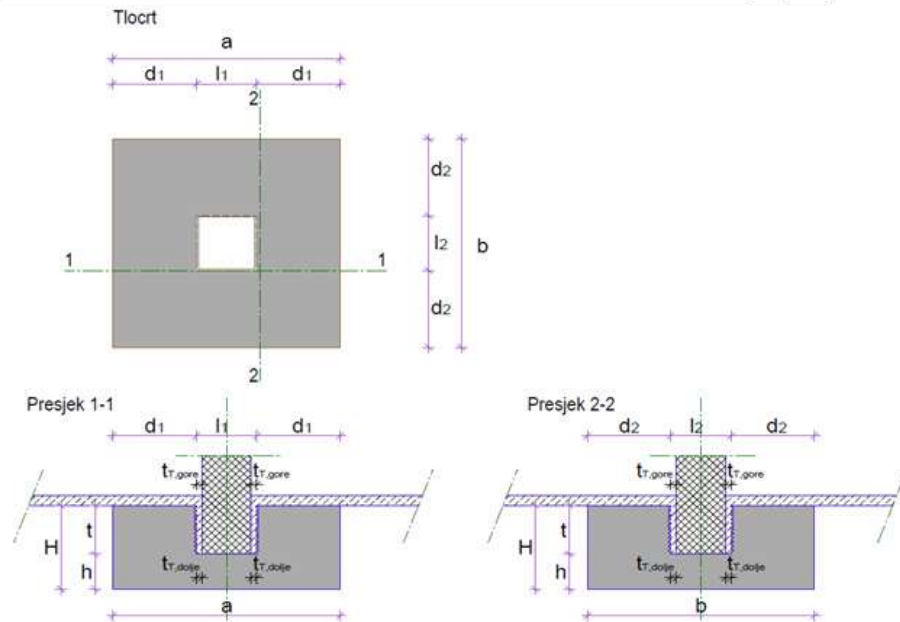
A) Ulazni podaci

- uzdužna sila u stupu
- dimenzije temeljne čašice u temeljnoj ploči
- ojačanja u ploči oko stupa

N=	735,00	[kN]
a=	1,60	[m]
b=	1,60	[m]
d ₁ =	0,50	[m]
d ₂ =	0,60	[m]
H=	0,40	[m]
l ₁ =	0,60	[m]
l ₂ =	0,40	[m]
t _{T.gore}	0,00	[cm]
t _{T.dolje}	0,00	[cm]
d=	35,00	[cm]
f _{yk} =	500,00	[N/mm ²]
f _{yd} =	434,78	[N/mm ²]
f _{ck} =	30,00	[N/mm ²]
f _{cd} =	17,00	[N/mm ²]
c=	3,50	[cm]
A _{S1} =	6,36	[cm ²]
A _{S2} =	6,36	[cm ²]

- statička visina
- čelik B500B
- računska granica popuštanja čelika
- klasa betona C30/37
- računska tlačna čvrstoća betona
- zaštitni sloj betona za temelj
- površina armature u x smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d
- površina armature u y smjer unutar kritičnog opsega 1,5 d

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha}{\gamma_c}; \alpha = 0,85$$



H) Dimenzioniranje na poprečnu silu

Udaljenost slobodnog ruba ploče do pravokutne ploštine nanošenja opterećenja (a_R)
ako je $a_R < 2,0 \cdot d \Rightarrow$ uzima se da je kritični opseg $a_{crit} = 1,0 \cdot d$; inače $a_{crit} = 1,5 \cdot d$

	$\Rightarrow a_R =$	0,50	[m]
	$\Rightarrow 2 \cdot d =$	0,70	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,0 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,0d} =$	0,35	[m]
udaljenost slobodnog ruba ($1,5 \cdot d$)	$\Rightarrow a_{crit,1,5d} =$	0,53	[m]
kritični opseg ($1,0 \cdot d$)	$u_{cr,1,0d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,0d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr,1,0d} =$	4,20 [m]
kritična površina ($1,0 \cdot d$)	$A_{cr,1,0d} = (l_1 \cdot l_2) + (2 \cdot l_1 \cdot a_{crit,1,0d}) + (2 \cdot l_2 \cdot a_{crit,1,0d}) + a_{crit,1,0d}^2 \cdot \pi$	$\Rightarrow A_{cr,1,0d} =$	1,32 [m ²]
kritični opseg ($1,5 \cdot d$)	$u_{cr,1,5d} = 2 \cdot (l_1 + l_2) + 2 \cdot a_{crit,1,5d} \cdot \pi$	$\Rightarrow u_{cr,1,5d} =$	5,30 [m]
Proračunsko djelovanje	$V_{Ed,temelj} = N_{Ed,stup}$	$\Rightarrow V_{Ed,temelj} =$	735,00 [kN]
Povoljno djelovanje tlaka - reakcija tla na kritičnu površinu	$V_{Ed,red} = 80\% V_{Ed}$	$\Rightarrow V_{Ed,red} =$	588,00 [kN]
Poprečna sila po jedinici duljine kritičnog opsega	$V_{Ed} = V_{Ed,red} \cdot \beta / u_{cr,1,0d}$	$\Rightarrow V_{Ed} =$	161,03 [kN/m]
$\beta = 1,15$ Za unutrašnje stupove nesimetrično naprezane			
β - korekcijski faktor koji uzima u obzir ekscentrično djelovanje sile proboja u odnosu na kritični presjek			
Nosivost na proboj bez probojne armature	$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$		
$k = 1,6 - d > 1,0$		$\Rightarrow k =$	1,25
usvojeno		$\Rightarrow k =$	1,25
Koeficijent armiranja ploče u međusobno dva okomita smjera	$\rho_x = A_{sx} / b_x \cdot d_x$	$\Rightarrow \rho_x =$	0,0011
	$\rho_y = A_{sy} / b_y \cdot d_y$	$\Rightarrow \rho_y =$	0,0011
Koeficijent armiranja presjeka u dva međusobno okomita smjera	$\rho = \sqrt{(\rho_x \cdot \rho_y)} \leq 0,015$	$\Rightarrow \rho =$	0,0011
usvojeno		$\Rightarrow \rho =$	0,0011
τ_{Rd} = posmično naprezanje koje može preuzeti beton		$\Rightarrow \tau_{Rd} =$	0,34 [N/mm ²]
	$V_{Rd1,1,5d} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot p_1) \cdot d$	$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} =$	1,85 [kN/cm]
		$\Rightarrow V_{Rd1,1,5d} =$	185,26 [kN/m]
Nosivost na posmik temelja bez armature po jedinici kritičnog opsega	$V_{Rd1,1,0d} = (u_{cr,1,5d} / u_{cr,1,0d}) \cdot V_{Rd1,1,5d}$	$\Rightarrow V_{Rd1,1,0d} =$	233,77 [kN/m]
	$V_{Rd1,1,0d} =$	233,77	$> V_{Ed} =$ 161,03

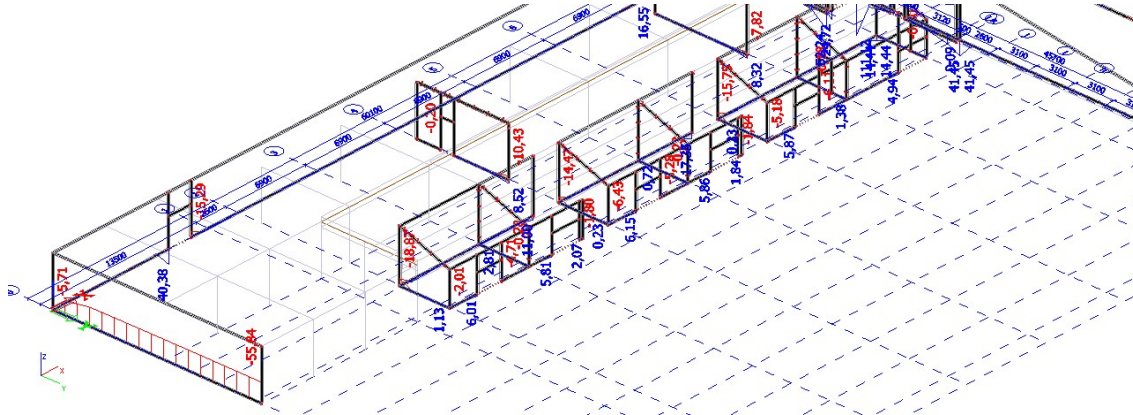
NIJE POTREBNA ARMATURA ZA OSIGURANJE PROBOJA

8.5 DIMENZIONIRANJE TRAKASTIH TEMELJA

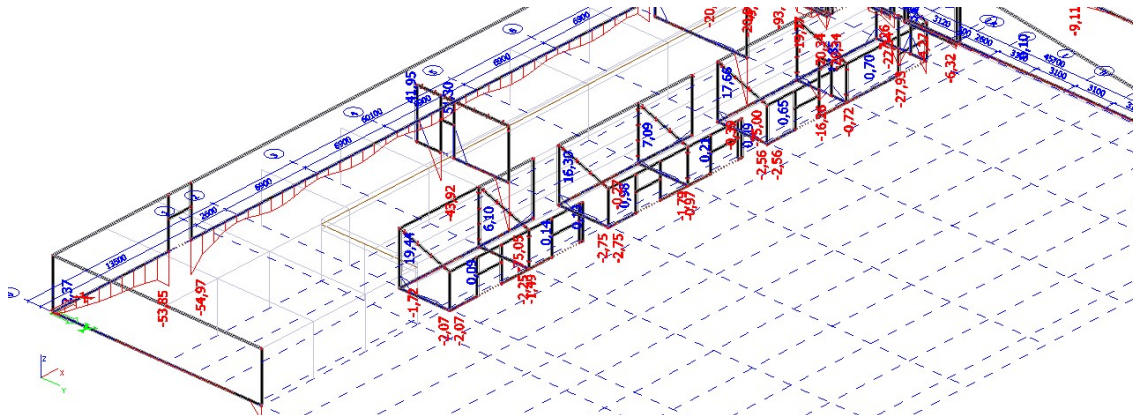
8.5.1 Rezne sile na zidovima za kontrolu temeljnih traka

Između osi 0 i 6

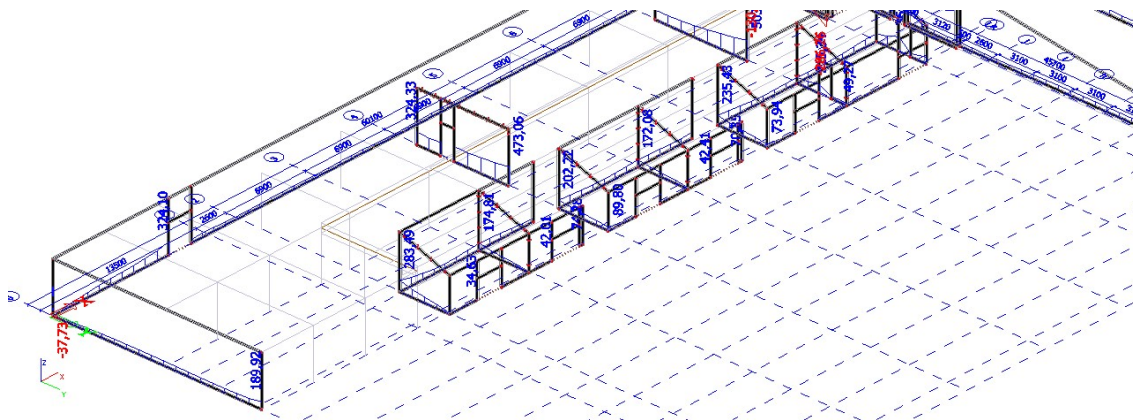
Moment M_y (kNm) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



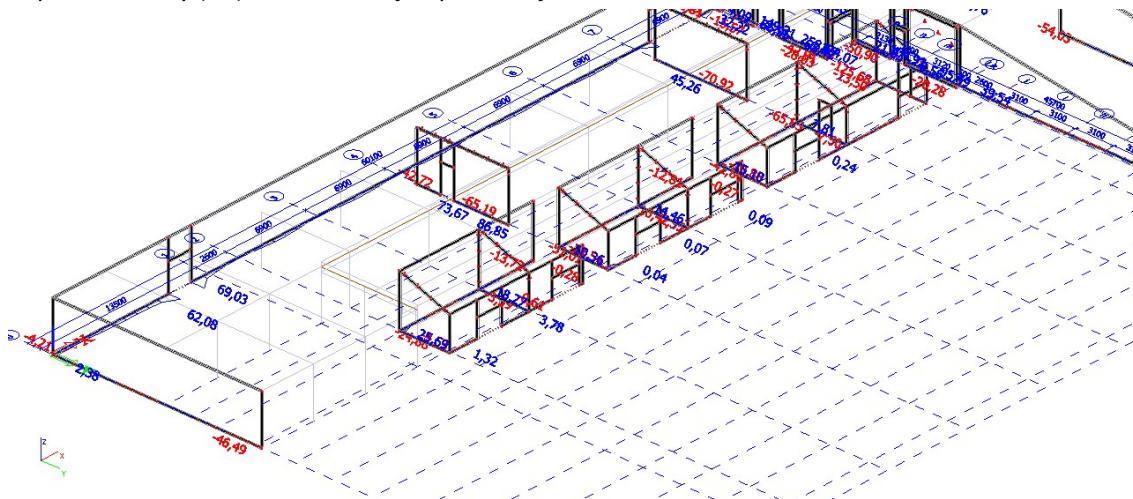
Moment M_x (kNm) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



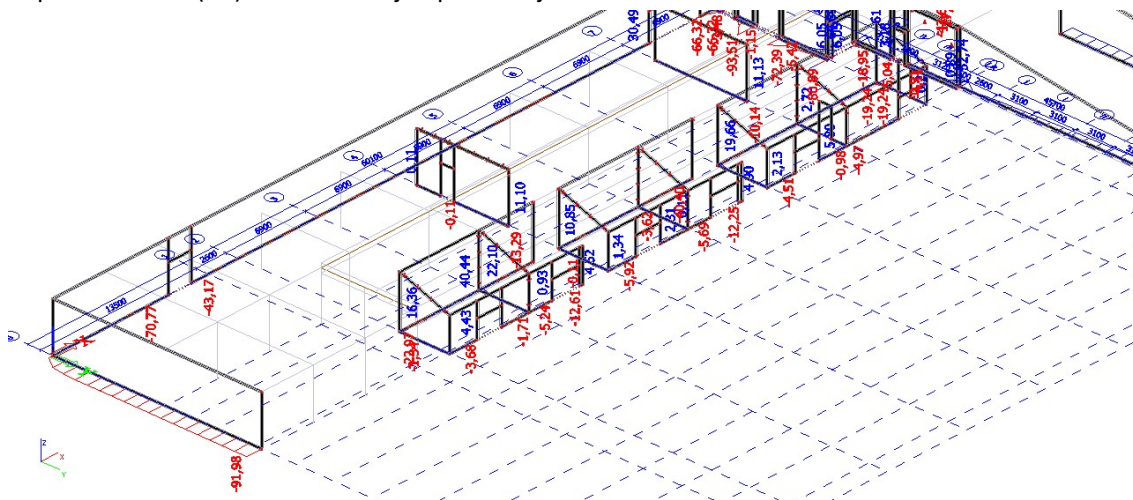
Uzdužna sila N (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Poprečna sila V_y (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN

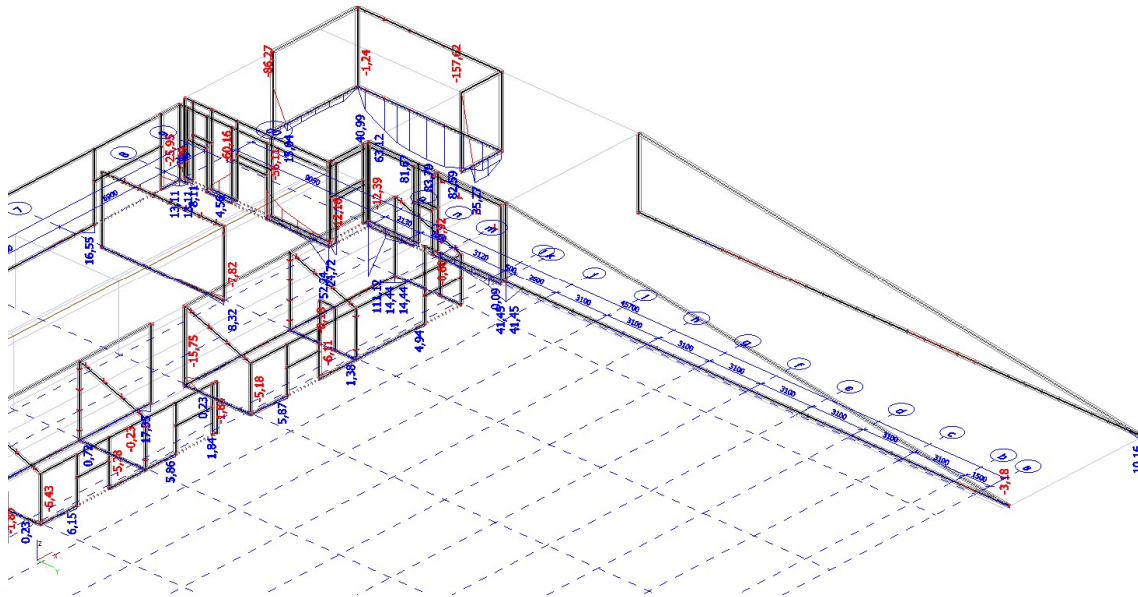


Poprečna sila V_z (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN

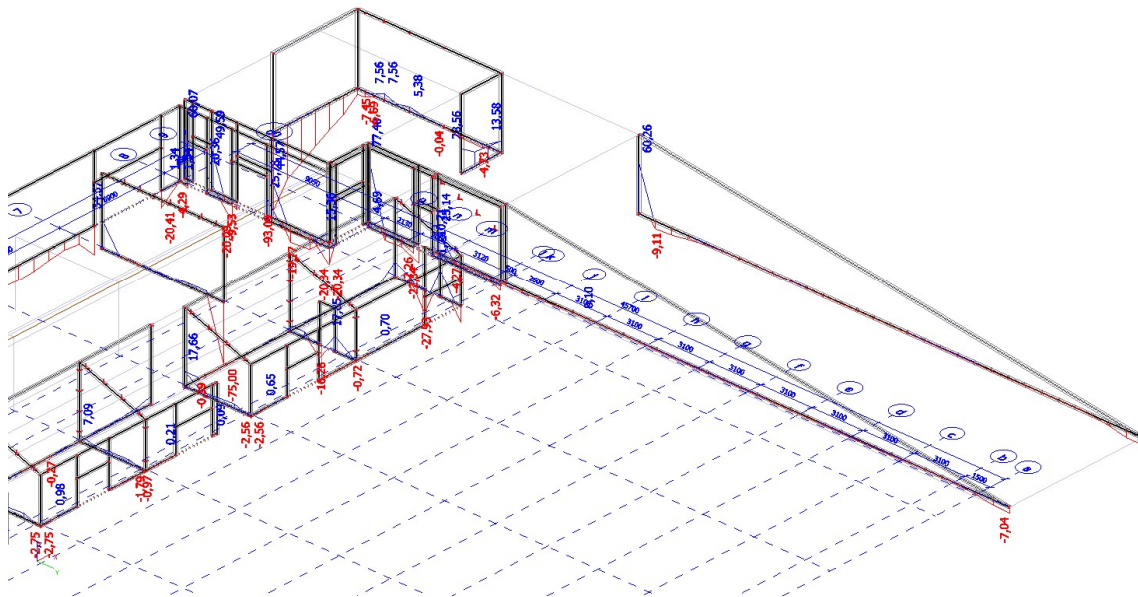


Između osi 6 i 9

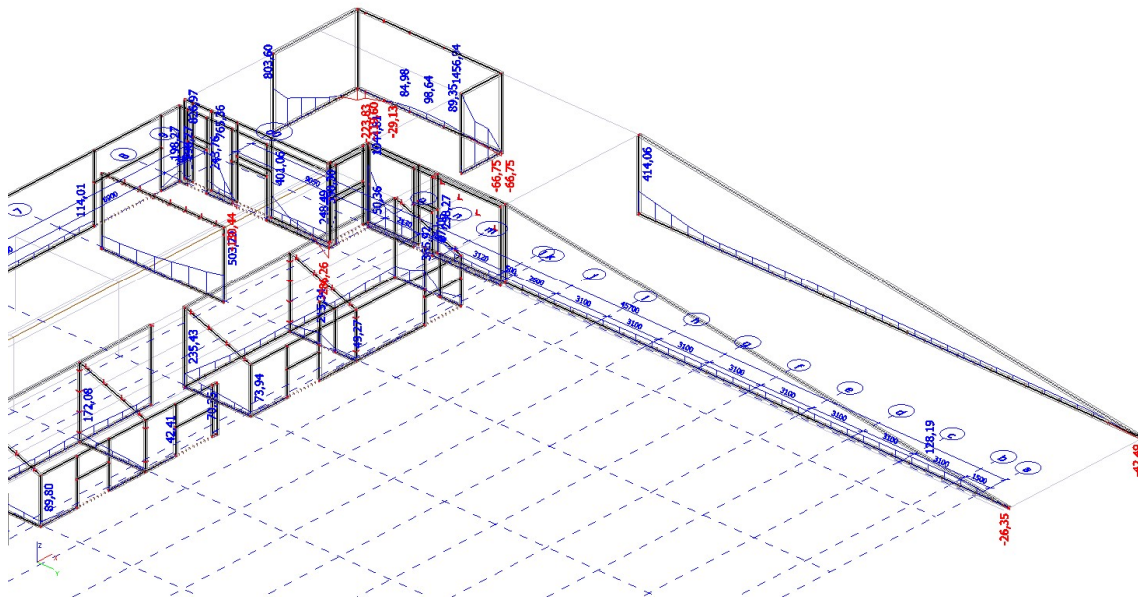
Moment M_y (kNm) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



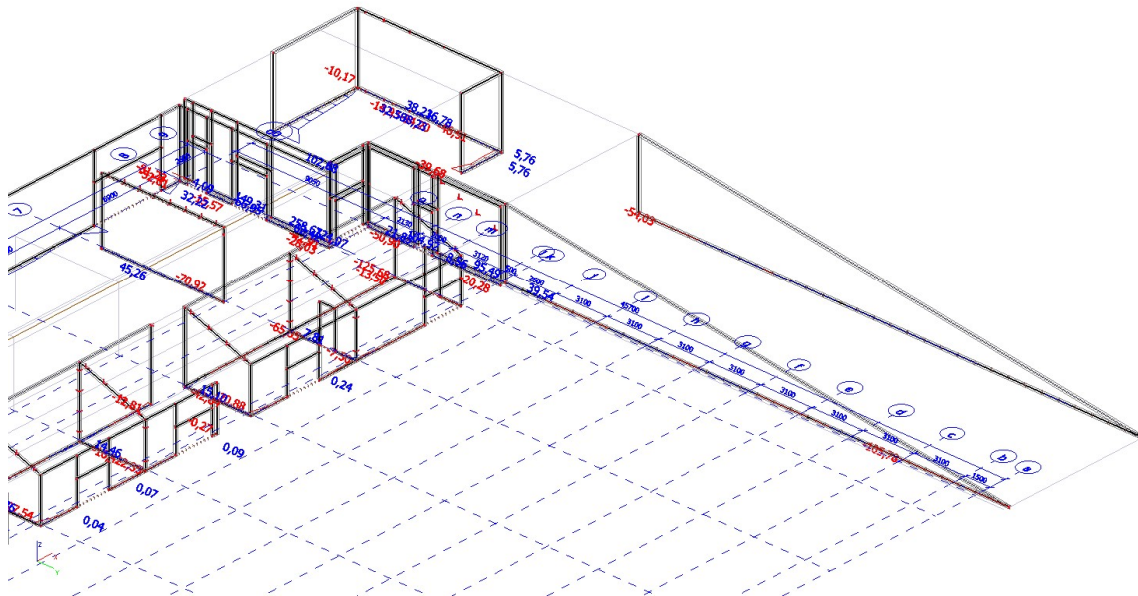
Moment M_x (kNm) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



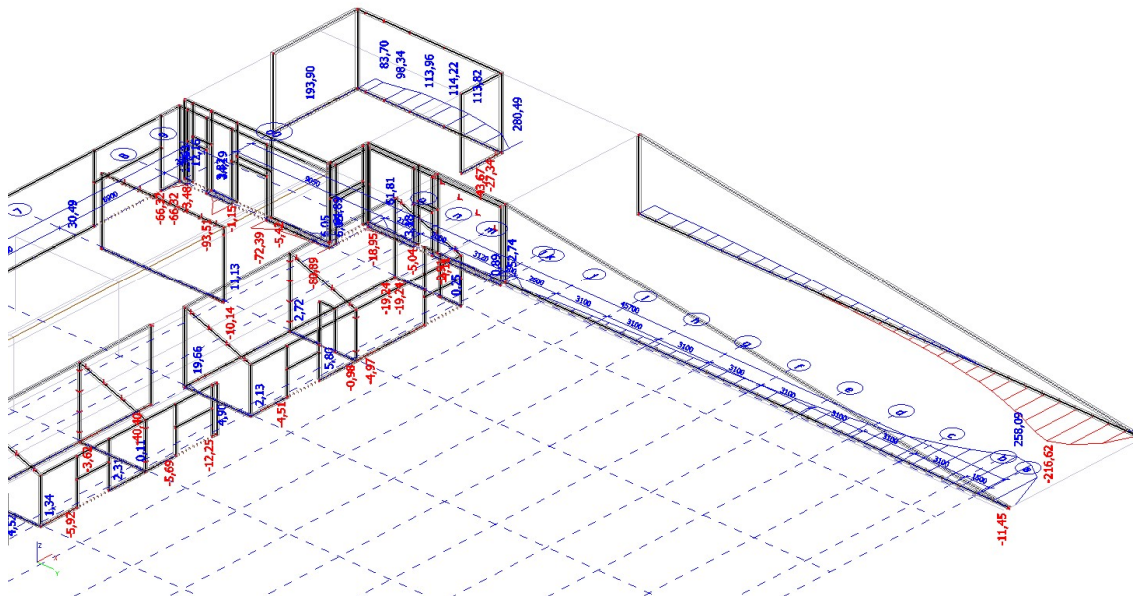
Uzdužna sila N (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Poprečna sila Vy (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Poprečna sila Vz (kN) za kombinaciju opterećenja CO1- GSN



Djelovanja na temeljne trake – rezne sile (usvajaju se maksimalne vrijednosti za pojedini tip trake)

Temeljne trake	N (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)
TIP 1-GSN	-150	-40	16
TIP 2-GSN	-600	-60	60
TIP 3-GSN	-400	-10	75
TIP 4-GSN	-200	-60	20
TIP 5-GSN	-50	-7	3
TIP 6-GSN	-800	-160	93

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,17 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 390,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= -90,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} & & a' &= 0,47 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} & & A'_{\text{temelja}} &= 0,47 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} & & \sigma_0 &= 321,43 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} & & \sigma_{z,\text{dop}} &= 422,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (s a slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	150,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	15,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	6,60 [kN]
- težina poda	1,50 [kN]

$$\text{Ukupno opterećenje } \Sigma V = 173,10 \text{ [kN]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,37 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,37 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{sd,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) \alpha^2$$

$$M_{sd,y} = 8,44 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 23,33 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = 0,0012$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koefficient kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,980$

koefficient položaja neutralne osi $\xi = 0,010$

deformacija betona $\epsilon_{c2} = 0,200 \quad [\text{‰}]$

deformacija čelika $\epsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,366 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{sk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{sk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 153,72 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 90,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1x} = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{sly} = \min 20\% A_{s1x}$$

$$A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

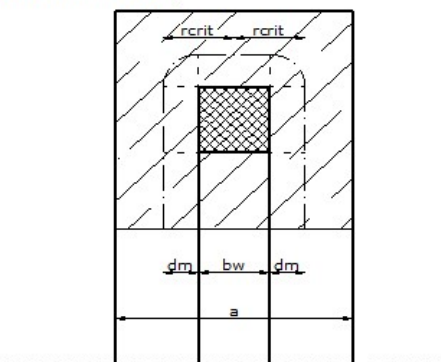
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 37,5 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,22 \quad [\text{m}]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,45 \quad [\text{m}^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 150 \quad [\text{kN}]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma' \cdot A_{crit} = -67,98 \quad [\text{kN}]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = -29,51 \quad [\text{kN/m}]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_t = 0,37 \quad [\text{MPa}]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_t) \cdot d_m = 262,55 \quad [\text{kN/m}]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_i = \sqrt{\rho_{ix} \cdot \rho_{iy}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_k = \frac{A_{s,x,y}}{b \cdot d_m} \quad \begin{matrix} \rho_k = 0,0015 \\ \rho_y = 0,0004 \end{matrix}$$

$$-30 \text{ kN/m} < 263 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.7 Temeljna traka TT 2

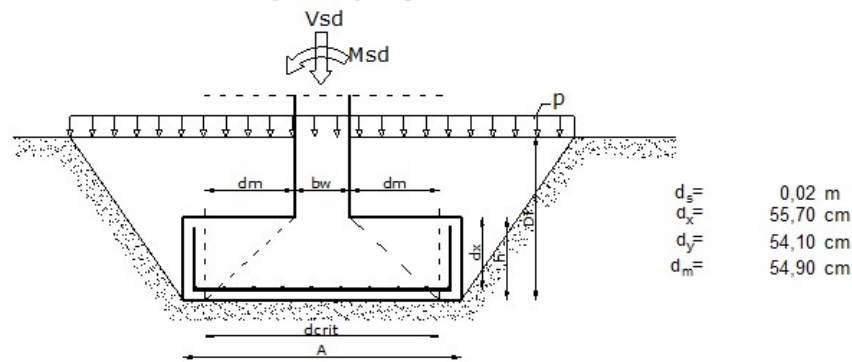
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

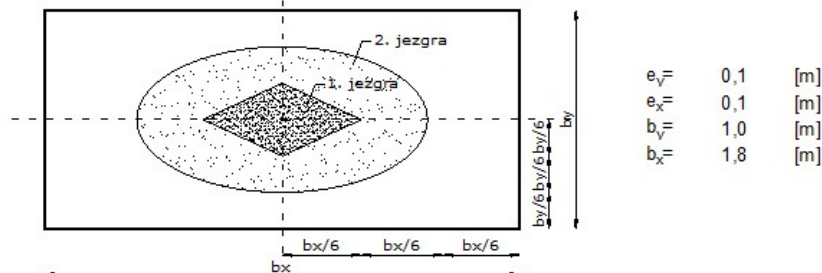
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C35/45
N_{sd} =	600,00 [kN/m]
M_{sd} =	60,00 [kNm]
a =	1,80 [m]
b_w =	0,25 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,42 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	1,00 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,13 \quad \text{zadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,01 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1,8 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,54 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 444,44 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 222,22 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} \quad a' &= 1,60 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} \quad A'_{\text{temelja}} &= 1,60 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} \quad \sigma_0 &= 375,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} \quad \sigma_{z,\text{dop}} &= 422,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (s a slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	600,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	27,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	13,64 [kN]
- težina poda	3,10 [kN]

$$\text{Ukupno opterećenje} \quad \Sigma V = 643,74 \text{ [kN]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,40 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,40 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{sd,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^2$$

$$M_{sd,y} = 130,37 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 23,33 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = 0,0193$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,980$

koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,048$

deformacija betona $\varepsilon_{c2} = 1,000 \quad [\text{‰}]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 5,656 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ctk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 153,72 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 90,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1x} = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{sly} = \min 20\% A_{s1x}$$

$$A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

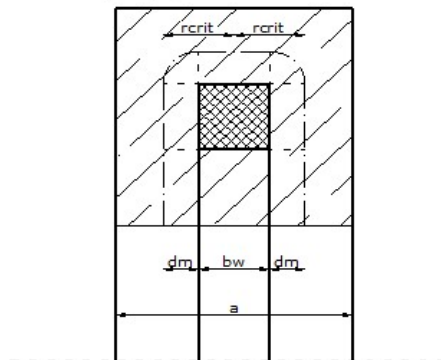
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 77,5 \quad [\text{cm}]$$

Uvjet nije zadovoljen, proračun se provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 4,02 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,99 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 1080 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma' A_{crit} = 415,87 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = 144,66 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,37 \quad [MPa]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 262,55 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_k = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_k = 0,0015$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$145 \text{ kN/m} < 263 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.8 Temeljna traka TT 3

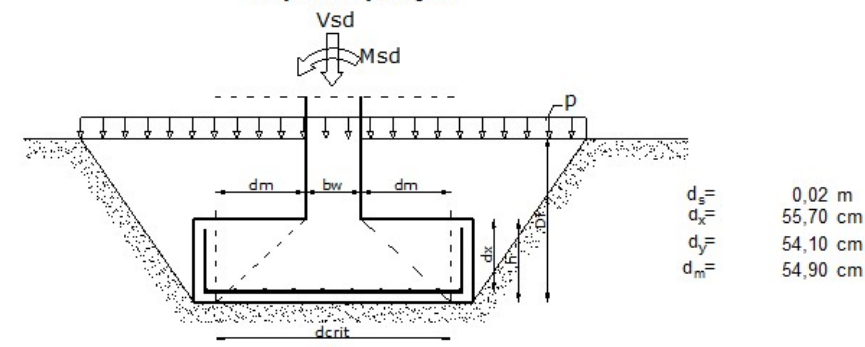
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

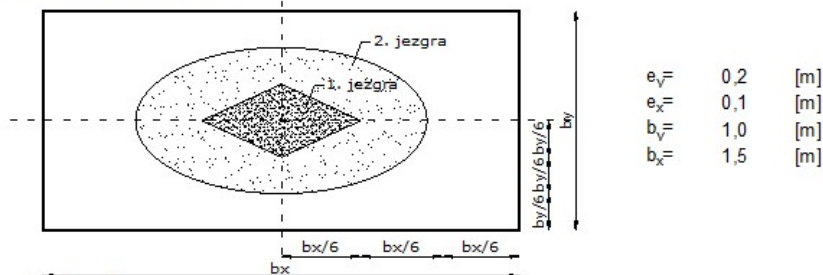
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C35/45
N_{sd} =	400,00 [kN/m]
M_{sd} =	75,00 [kNm]
a =	1,50 [m]
b_w =	0,25 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,42 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	1,00 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,27 \quad \text{nezadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,04 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 1,5 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,38 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 466,67 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 66,67 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Proračunska širina temelja	$a' = 1,13 \text{ [m]}$
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} = 1,13 \text{ [m}^2\text{]}$
Naprezanje	$\sigma_0 = 355,56 \text{ [kN/m}^2\text{]}$
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,\text{dop}} = 422,00 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

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	400,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	22,50 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	11,00 [kN]
- težina poda	2,50 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V = 436,00 \text{ [kN]}$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,39 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,39 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) \alpha^2$$

$$M_{ed,y} = 63,28 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 23,33 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0094$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koeficijent kraka unutarnjih sila

$$\zeta = 0,980$$

koeficijent položaja neutralne osi

$$\xi = 0,034$$

deformacija betona

$$\epsilon_{c2} = 0,700 \quad [\text{‰}]$$

deformacija čelike

$$\epsilon_{st} = 20 \quad [\text{‰}]$$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 2,745 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{ct}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{ct}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 153,72 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 90,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s,bk} = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s,y} = \min 20\% A_{s,x}$$

$$A_{s,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

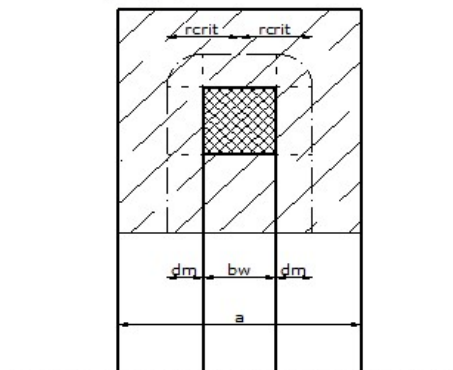
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 62,5 \quad [\text{cm}]$$

Uvjet nije zadovoljen, proračun se provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,72 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w + d_m^2 \cdot \pi/2 = 1,79 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma^* a (2a_y + b_w) = 600 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma^* A_{crit} = 122,62 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = 46,09 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_t = 0,37 \quad [MPa]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k^* (1,2 + 4 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 262,55 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_k = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_k = 0,0015$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$46 \text{ kN/m} < 263 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.9 Temeljna traka TT 4

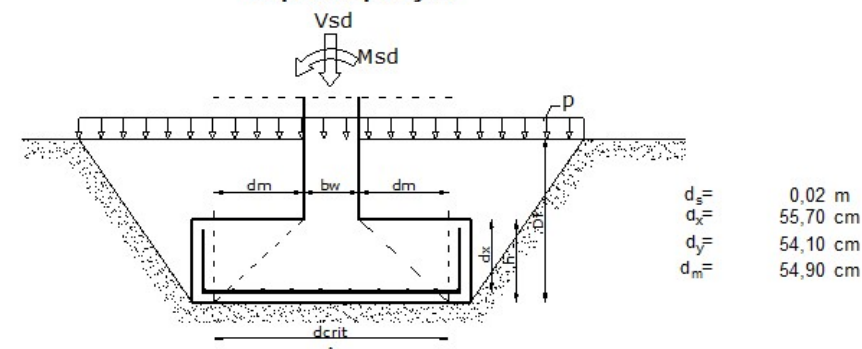
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

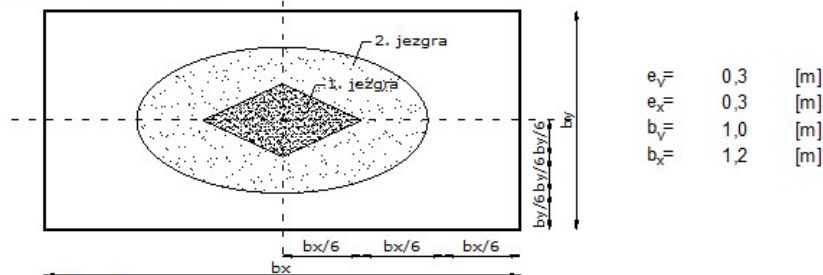
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C35/45
N_{sd} =	200,00 [kN/m]
M_{sd} =	60,00 [kNm]
a =	1,20 [m]
b_w =	0,25 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,42 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	1,00 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,51 \quad \text{nezadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,13 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$A_{\text{temelja}} =$	1,2 [m ²]
$W_y =$	0,24 [m ³]
$\sigma_1 =$	416,67 [kN/m ²]
$\sigma_2 =$	-83,33 [kN/m ²]

Proračunska širina temelja	$a' =$	0,60 [m]
Proračunska ploština	$A'_{\text{temelja}} =$	0,60 [m ²]
Naprezanje	$\sigma_0 =$	333,33 [kN/m ²]
Proračunska otpornost tla	$\sigma_{z,\text{dop}} =$	422,00 [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	200,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	18,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	8,36 [kN]
- težina poda	1,90 [kN]

Ukupno opterećenje $\Sigma V =$ 228,26 [kN]

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,38 \quad [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,38 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \quad [\text{MPa}]$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{ed,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^2$$

$$M_{ed,y} = 15,00 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 23,33 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{ed} = \frac{M_{ed,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{ed} = 0,0022$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koefficient kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,980$

koefficient položaja neutralne osi $\xi = 0,015$

deformacija betona $\epsilon_{o2} = 0,300 \quad [\%]$

deformacija čelika $\epsilon_{s1} = 20 \quad [\%]$

$$A_{s1} = \frac{M_{ed,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,651 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \cdot \frac{f_{yk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{yk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 153,72 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d = 90,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s,bk} = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{s,y} = \min 20\% A_{s,x}$$

$$A_{s,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s,y} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

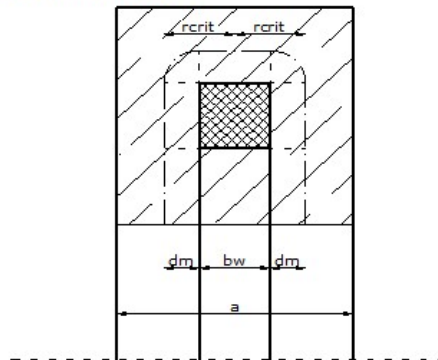
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 47,5 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 3,42 \quad [\text{m}]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 1,59 \quad [\text{m}^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma^* a (2a_y + b_w) = 240 \quad [\text{kN}]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma^* A_{crit} = -24,66 \quad [\text{kN}]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = -10,08 \quad [\text{kN/m}]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,37 \quad [\text{MPa}]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 262,55 \quad [\text{kN/m}]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_i = \sqrt{\rho_{ix} \cdot \rho_{iy}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_k = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_k = 0,0015$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$-10 \text{ kN/m} < 263 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.10 Temeljna traka TT 5

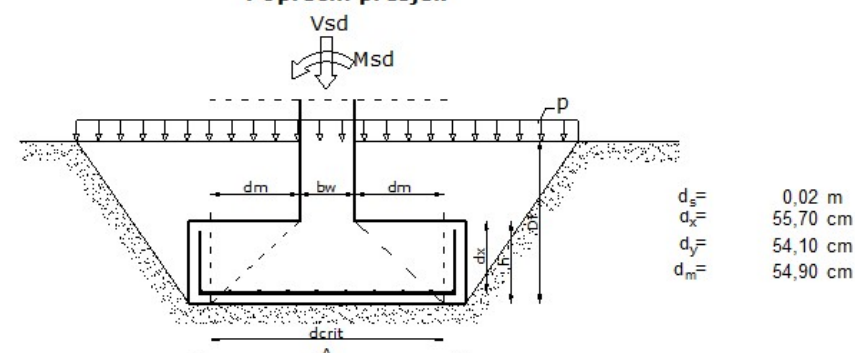
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

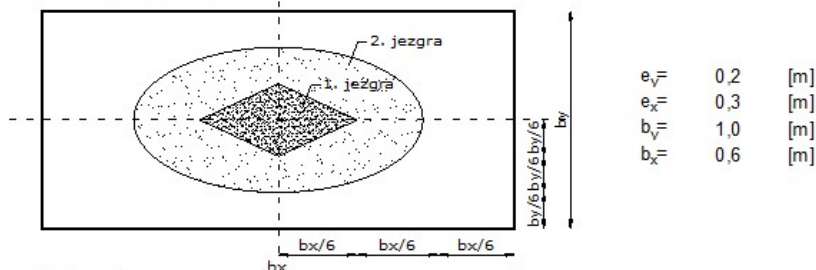
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C35/45
N_{sd} =	50,00 [kN/m]
M_{sd} =	10,00 [kNm]
a =	0,60 [m]
b_w =	0,25 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,42 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	1,00 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,76 \quad \text{nezadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,35 \quad \text{nezadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 0,6 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 0,06 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 250,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= -83,33 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} & & a' &= 0,20 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} & & A'_{\text{temelja}} &= 0,20 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} & & \sigma_0 &= 250,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} & & \sigma_{z,\text{dop}} &= 422,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

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	50,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	9,00 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	3,08 [kN]
- težina poda	0,70 [kN]
Ukupno opterećenje $\Sigma V =$	62,78 [kN]

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,31 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,31 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{sd,y} = \frac{1}{48} (5\sigma_1 + \sigma_2) a^2$$

$$M_{sd,y} = 0,97 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 23,33 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd,y}}{b \cdot d_y^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{sd} = 0,0001$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koefficient kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,980$

koefficient položaja neutralne osi $\xi = 0,005$

deformacija betona $\varepsilon_{c2} = 0,100 \quad [\text{‰}]$

deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20 \quad [\text{‰}]$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 0,042 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{yk}}{f_{yk}} b \cdot d = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{yk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 153,72 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{yk}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 90,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s1x} = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **10,05** $[\text{cm}^2/\text{m}']$
16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{sly} = \min 20\% A_{s1x}$$

$$A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: **4,02** $[\text{cm}^2/\text{m}']$
8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

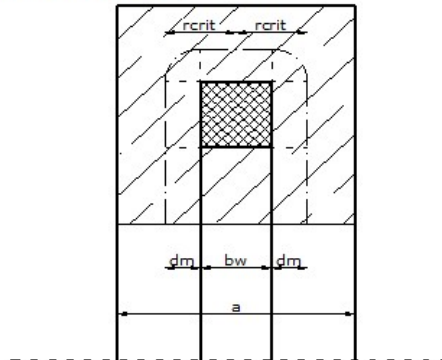
proračun se ne provodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 17,5 \quad [\text{cm}]$$

Proračun se ne provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 2,82 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m \cdot b_w \cdot 2 \cdot \pi / 2 = 1,18 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma^* a (2a_y + b_w) = 30 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma^* A_{crit} = -68,63 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = -34,02 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,37 \quad [MPa]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) \cdot d_m = 262,55 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0007$$

$$\rho_k = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \begin{matrix} \rho_k = 0,0015 \\ \rho_y = 0,0004 \end{matrix}$$

$$-34 \text{ kN/m} < 263 \text{ kN/m}$$

Nije potrebna dodatna poprečna armatura

8.11 Temeljna traka TT 6

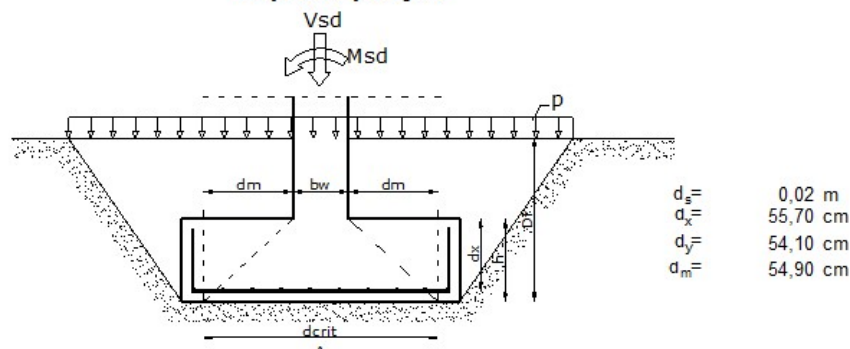
1. Dimenzioniranje trakastih temelja

Ulazni podaci:

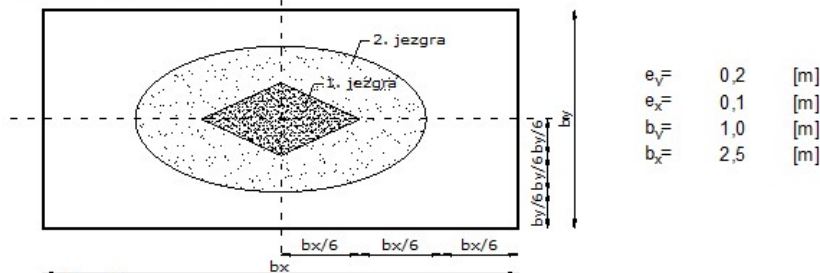
- Djelujuća sila
- Djelujući moment
- širina temelja
- širina zida
- visina temelja
- duljina temelja
- ukupna težina poda i korisno opterećenje na podu
- dopušteni napon u tlu na dubini temeljenja
- zapreminska masa tla
- zaštitni sloj betona
- dubina temeljenja

Beton=	C35/45
N_{sd} =	800,00 [kN/m]
M_{sd} =	160,00 [kNm]
a =	2,50 [m]
b_w =	0,25 [m]
h =	0,60 [m]
b =	1,00 [m]
p =	2,00 [kN/m ²]
$\sigma_{z,dop}$ =	0,42 [MPa]
γ =	22,00 [kN/m ³]
c =	0,035 [m]
D_f =	1,00 [m]

Poprečni presjek



Provjera stabilnosti temelja



$$\frac{e_x}{b_x} + \frac{e_y}{b_y} < \frac{1}{6} \quad \text{za osnovna opterećenja} \quad 0,23 \quad \text{nezadovoljava!}$$

$$\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2 < \frac{1}{9} \quad \text{za seizmička opterećenja} \quad 0,04 \quad \text{zadovoljava!}$$

Provjera naprezanja ispod temeljne trake (bez slojeva iznad temelja)

$$\begin{aligned} A_{\text{temelja}} &= 2,5 \text{ [m}^2\text{]} \\ W_y &= 1,04 \text{ [m}^3\text{]} \\ \sigma_1 &= 473,60 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \sigma_2 &= 166,40 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Proračunska širina temelja} \quad a' &= 2,10 \text{ [m]} \\ \text{Proračunska ploština} \quad A'_{\text{temelja}} &= 2,10 \text{ [m}^2\text{]} \\ \text{Naprezanje} \quad \sigma_0 &= 380,95 \text{ [kN/m}^2\text{]} \\ \text{Proračunska otpornost tla} \quad \sigma_{z,\text{dop}} &= 422,00 \text{ [kN/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Kontrola naprezanja ispod temeljne trake (s a slojevima i dodatnim opterećenjem)

Analiza opterećenja:

- vertikalna sila u stupu / zidu	800,00 [kN]
- vlastita težina trakastog temelja	37,50 [kN]
- težina tla iznad trakastog temelja	19,80 [kN]
- težina poda	4,50 [kN]

$$\text{Ukupno opterećenje} \quad \Sigma V = 861,80 \text{ [kN]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = \Sigma V \cdot 10^{-3} / A$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,41 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{z,\text{stv}} = 0,41 < \sigma_{z,\text{dop}} = 0,42 \text{ [MPa]}$$

Stvarni napon u tlu je u granici dopuštenog!

Dimenzioniranje temeljne trake

Proračunski moment u traci:

$$M_{sd,y} = \frac{1}{48}(5\sigma_1 + \sigma_2)a^2$$

$$M_{sd,y} = 232,85 \quad [\text{kNm/m}']$$

$$f_{cd} = 23,33 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$f_{yd} = 434,78 \quad [\text{N/mm}^2]$$

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

$$\mu_{sd} = 0,0344$$

$$\mu_{Rd,lim} = 0,252$$

OČITANO:

koefficient kraka unutarnjih sila $\zeta = 0,980$

koefficient položaja neutralne osi $\xi = 0,070$

deformacija betona $\epsilon_{c2} = 1,500 \quad [\%]$

deformacija čelika $\epsilon_{s1} = 20 \quad [\%]$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd,y}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 10,101 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Minimalna armatura: $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{yk}}{f_{yk}} b \cdot d = 8,33 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,min} = \frac{0,6 \cdot b \cdot d}{f_{yk}} = 6,49 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

Maksimalna armatura: $A_{s,max} = 0,4 \cdot \frac{f_{yk}}{f_{yk}} b \cdot d = 153,72 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

$$A_{s,max} = 0,310 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b \cdot d = 90,00 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{s,bx} = 10,10 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: 10,05 $[\text{cm}^2/\text{m}']$

16 / 20,00 [cm]

Razdjelna armatura (uzduž temeljne trake)

$$A_{sly} = \min 20\% A_{s,bx}$$

$$A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$$

POTREBNO: $A_{sly} = 2,01 \quad [\text{cm}^2/\text{m}']$

ODABRANO IZ TABLICA: 4,02 $[\text{cm}^2/\text{m}']$

8 / 25,00 [cm]

Proračun proboja temeljne trake

$$r_{crit} = 55,025 \quad [\text{cm}]$$

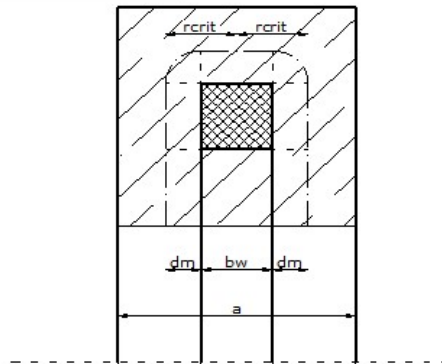
proračun se neprovodi ako je ispunjen uvjet:

$$r_{crit} \geq (a-b_w)/2$$

$$(a-b_w)/2 = 112,5 \quad [\text{cm}]$$

Uvjet nije zadovoljen, proračun se provodi

Proračunski model s kritičnim opsegom



Kritični opseg:

$$u_{crit} = 2(a_y + b_w) + b_w + d_m \cdot \pi = 4,72 \quad [m]$$

Kritična ploština:

$$A_{crit} = (b_w + 2d_m)(b_w + a_y) + d_m^2 \cdot \pi / 2 = 2,46 \quad [m^2]$$

Proračunska uzdužna sila:

$$N_{sd} = \sigma' \cdot a(2a_y + b_w) = 2000 \quad [kN]$$

Sila mjerodavna za proboj:

$$V_{sd} = N_{sd} - \sigma' A_{crit} = 1211,46 \quad [kN]$$

Proračunska poprečna sila proboja po jedinici kritičnog opsega:

$$v_{sd} = V_{sd} / u_{crit} = 358,97 \quad [kN/m]$$

Korekcijski faktor:

$$\beta = 1,4$$

$$\tau_r = 0,37 \quad [MPa]$$

$$v_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_t) \cdot d_m = 263,20 \quad [kN/m]$$

$$k = (1,6 - d_m) \geq 1$$

$$k = 1,05$$

$$\rho_i = \sqrt{\rho_{ix} \cdot \rho_{iy}} \leq 0,015 \Rightarrow 0,0008$$

$$\rho_k = \frac{A_{sx,y}}{b \cdot d_m} \quad \rho_k = 0,0018$$

$$\rho_y = 0,0004$$

$$359 \text{ kN/m} > 263 \text{ kN/m}$$

Potrebna je dodatna poprečna armatura

Napomena:

Pogledati armaturu potpornih zidova.

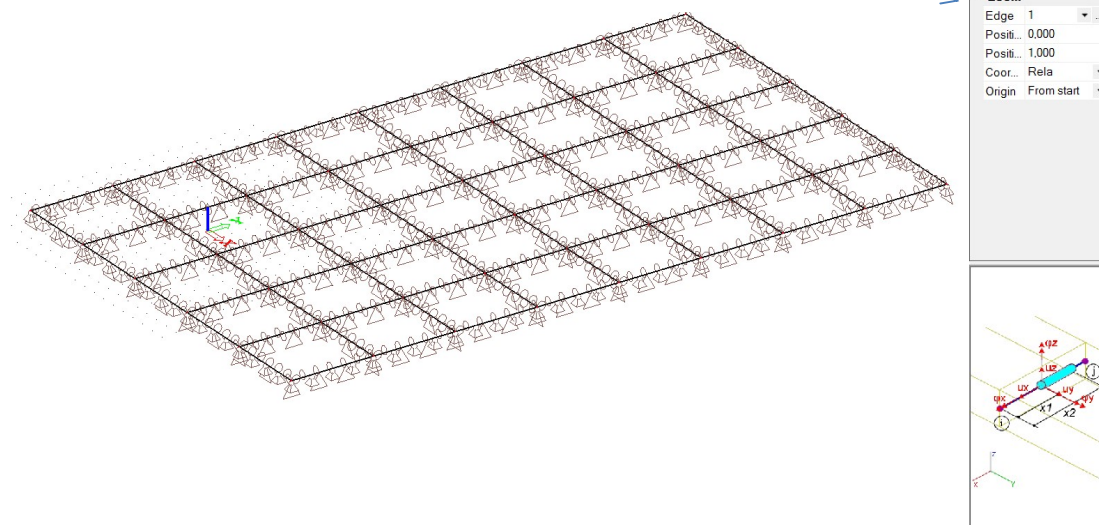
9 Podna ploča dvorane

Podna ploča dvorane je debljine 20 cm, izvodi se iz betona C30/37.

Ploča je modelirana iz segmenata 5,5 x 5,5 metra koji predstavljaju zasječena (zarezana) polja ploče. Zarezivanje se vrši do dubine jedne trećine ploče.

Na spoju svakog segmenta otpuštena je rotacija :

Prikaz 3D modela podne ploče



Za krutost oslonaca temeljne ploče uzeta je vrijednost 20 MN/m3.

Izvadak iz software-a

Name	Sand/Clean/Stiff
Decription	NEN 6740
C1x [MN/m^3]	0,0000e+00
C1y [MN/m^3]	0,0000e+00
C1z	Flexible
Stiffness [MN/m^3]	2,0000e+01
C2x [MN/m]	2,0000e+00
C2y [MN/m]	2,0000e+00
Parameters for check	
Type	Drained
Specific weight [kg/m^3]	1900,0
Fi' [deg]	35,00
Sigma oc [MPa]	0,0
c' [MPa]	0,0
cu [MPa]	0,0

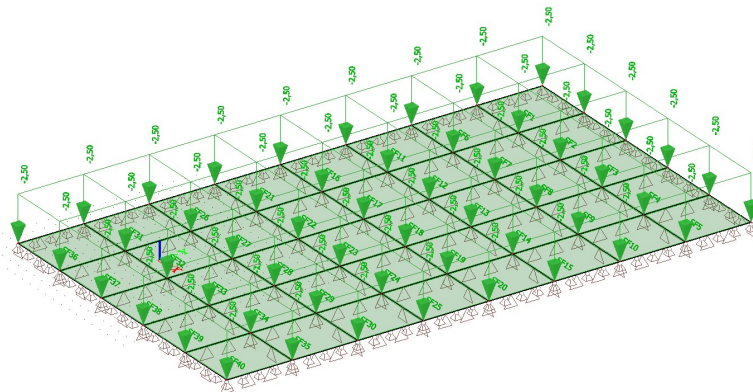
9.1 Djelovanja

LC1 – vlastita težina

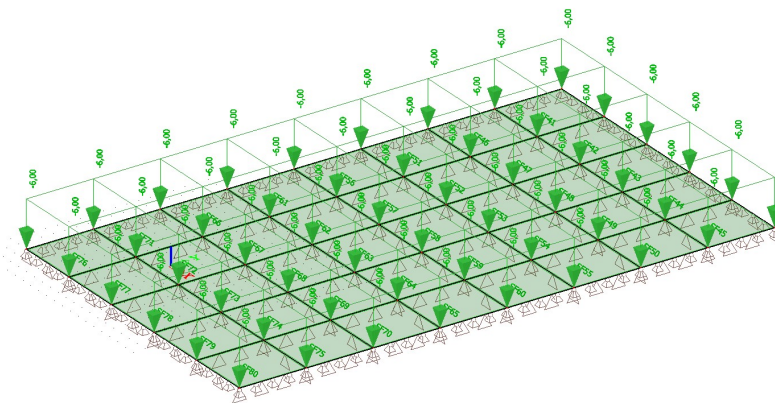
Opterećenje ovisno o geometrijskim i materijalnim karakteristikama nosivih elemenata. Opterećenje se automatski generira softverskim paketima.

LC2 – dodatno stalno djelovanje

od slojeva poda2,5 kN/m²



LC3 – korisno djelovanje za prostor sportske dvorane - 6,00 kN/m²



Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se sljedeće kombinacije:

Za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO1- GSN**:

$$\sum_{j \geq 1} (Y_{G,j} * G_{k,j}) + \psi_{1,1} * (Y_{G,j} * Q_{k,1}) + \sum_{i > 1} (\psi_{2,i} * Q_{k,i})$$

Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija

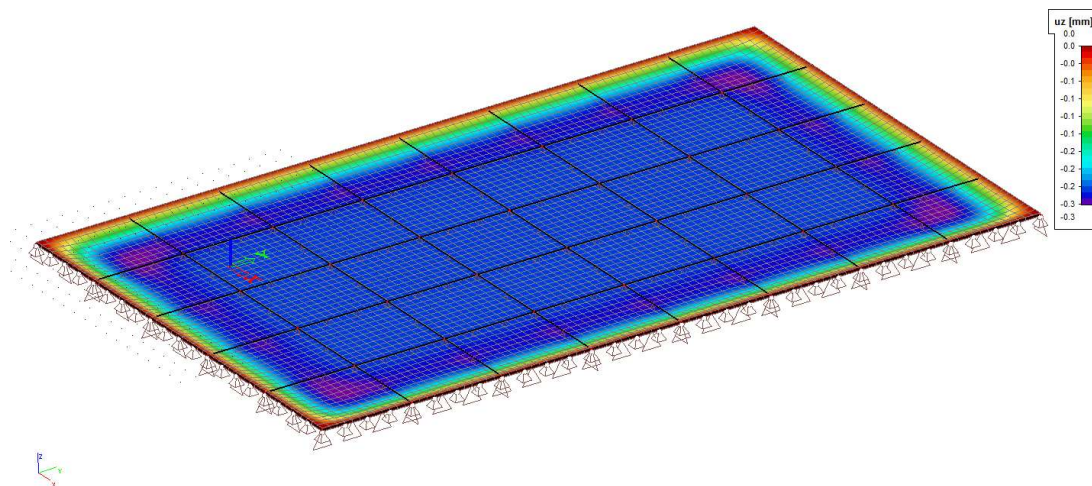
Za provjeru ograničenja naprezanja koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2- GSU**:

$$\sum_{j \geq 1} (G_{k,j}) + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

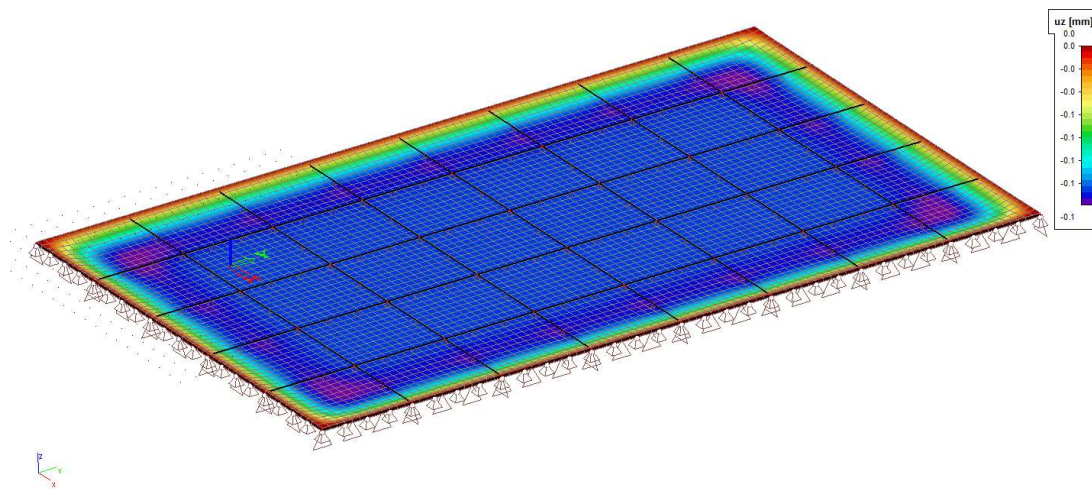
9.2 Rezultati proračuna

9.2.1 Deformacije ploče

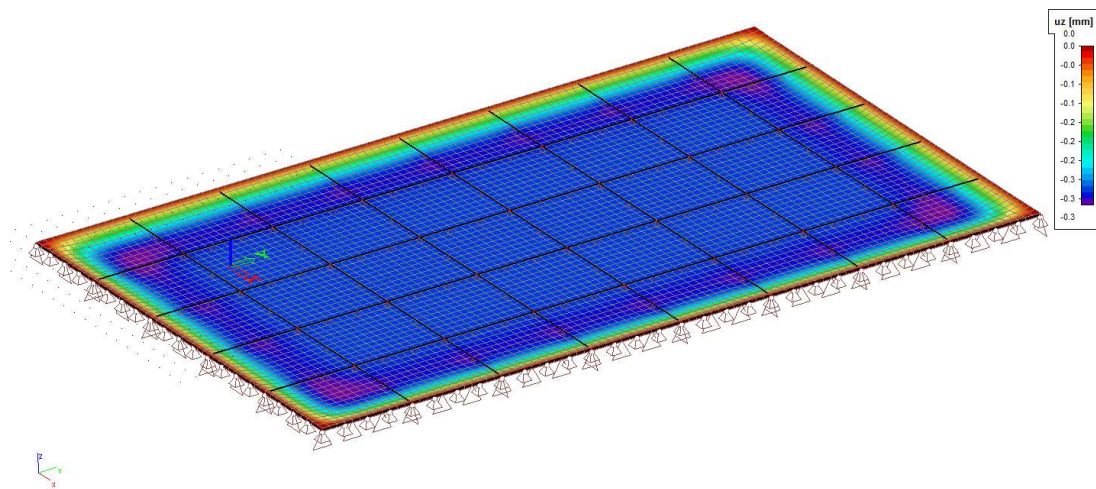
Pomak ploče za vlastitu težinu LC1 u (mm)



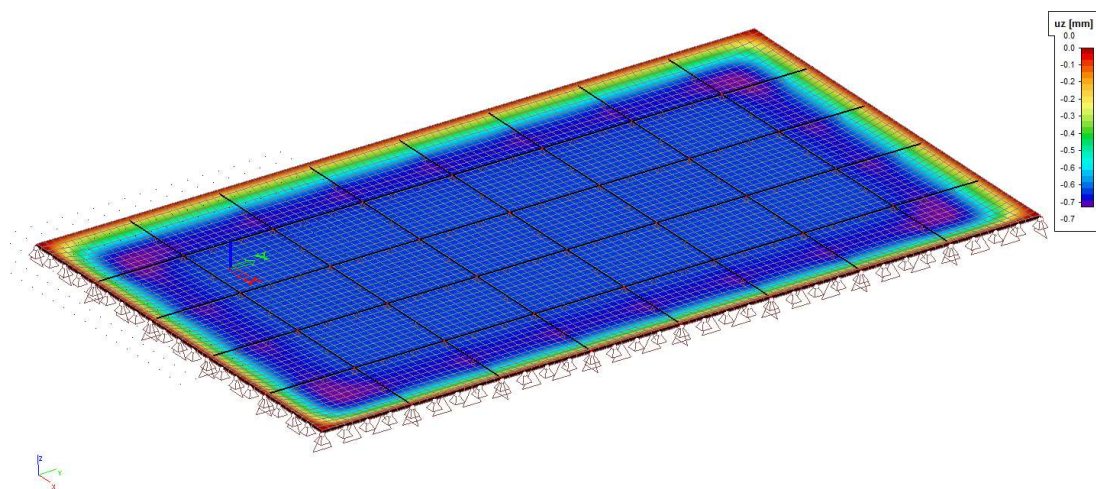
Pomak ploče za dodatno stalno djelovanje LC2 u (mm)



Pomak ploče za korisno djelovanje LC3 u (mm)

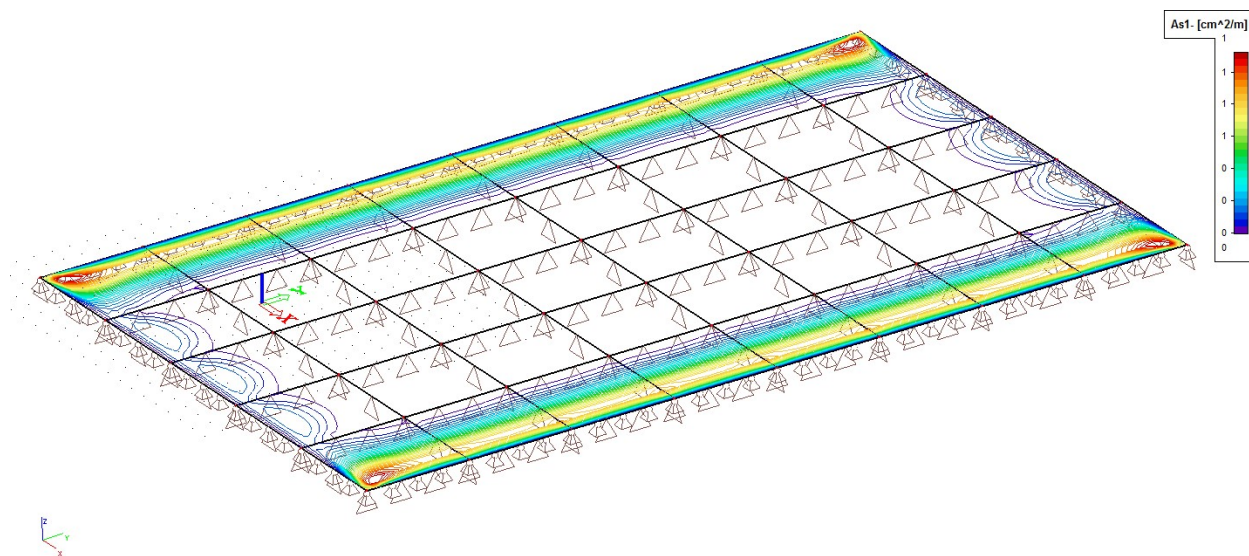


Pomak ploče za kombinaciju djelovanja CO2 – GSU u (mm)

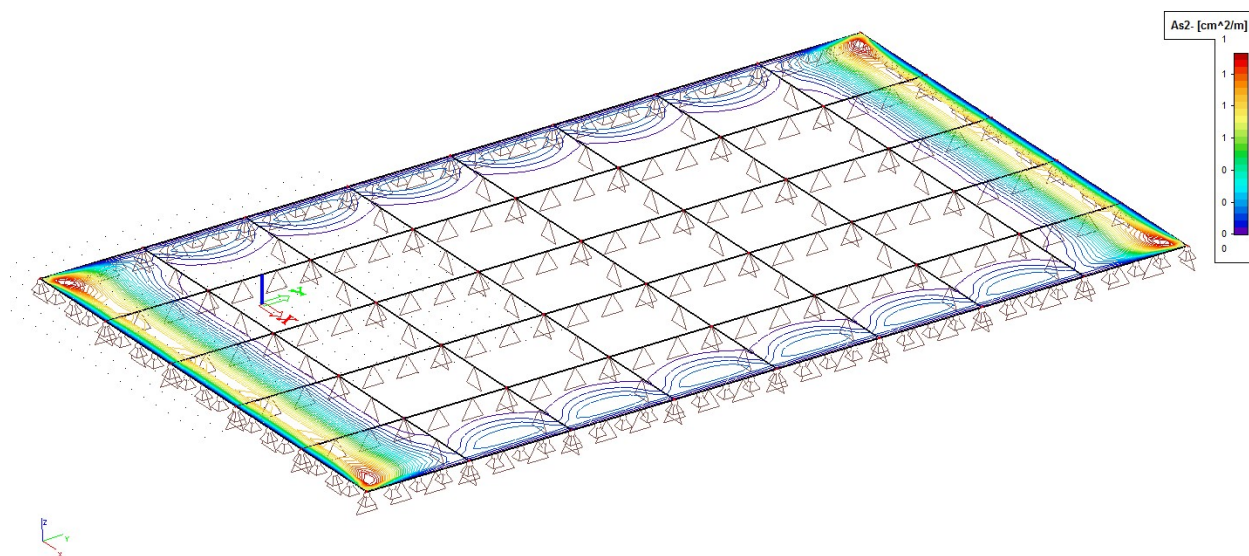


9.2.2 Proračun potrebne armature ploče

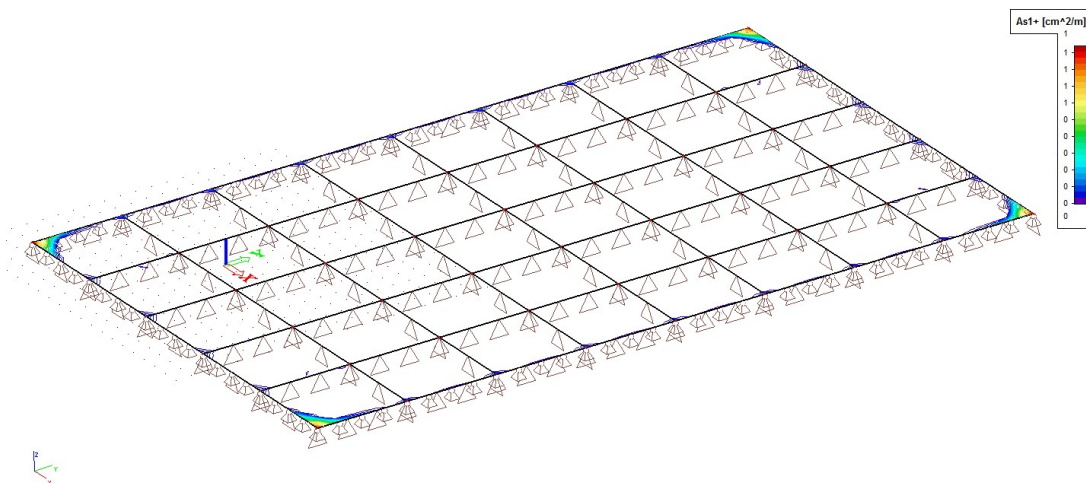
SMJER X – donja zona za CO1 u (cm^2/m')



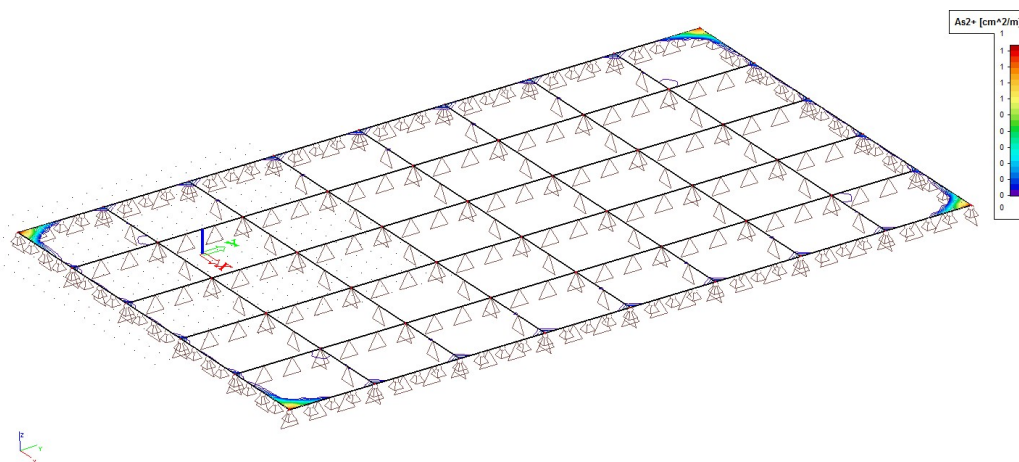
SMJER Y – donja zona za CO1 u (cm^2/m')



SMJER X – gornja zona za CO1 u (cm²/m')



SMJER Y – gornja zona za CO1 u (mm²/m')



ZAKLJUČAK:

Prije izvođenja podne ploče potrebno je izvesti zbijenost podloge do min 60 MPa.

Ploču zarezivati u gornjoj trećini na polja maksimalno 6,0 m x 6,0 m.

Minimalna armatura

$$A_{smin} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 17 = 2,21 \text{ cm}^2 / m$$

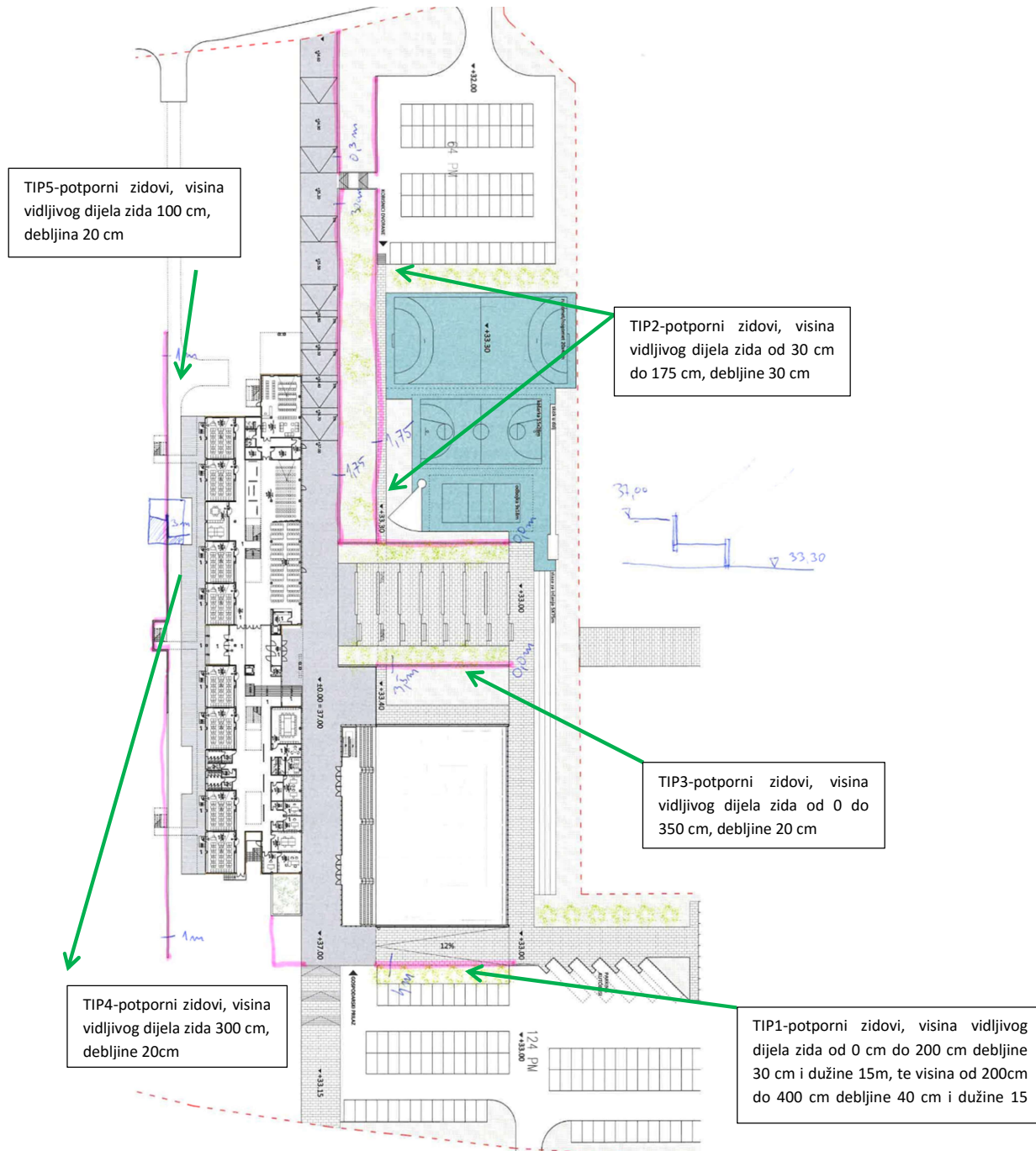
$$A_{smin} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,26 \cdot 100 \cdot 17 \cdot \frac{2,9}{500} = 2,57 \text{ cm}^2 / m \quad \text{—> merodavno}$$

Podnu ploču armirati u obje zone mrežama Q385 (minimalni preklop 30 cm).

10 Potporni zidovi

Oko objekta za potrebe uređenja terena se izvode potporni zidovi. Visina potpornih zidova od kote uređenog terena (visljiva strana zida) je 200 cm.

Tlocrt sa naznačenim pozicijama potpornih zidova



Teren iza potpornog zidova se izvodi se u nagibu tj. pod kutem od cca 20° - 40° u odnosu na horizontalu. Za potrebe proračuna usvaja se teren iza zida pod nagibom 30°.

Statička visina potpornih zidova za dokazivanje stabilnosti potpornih zidova i proračuna potrebne armature se u visini 100-400 cm. Temeljna stopa se izvodi na dubini od 80 cm od gornje kote uređenog trena (minimalna dubina za zaštitu od smrzavanja).

Ispred potpornog zida (vidljiva strana zida) se izvodi nasip za potrebe uređenja platoa (prometne površine). Visina terena ispred potpornog zida 80 cm. Moguće je da se ukloni dio etrena ispred potpornog zida (čime bi se mogla narušiti ravnoteža potpornog zida) te se u proračunu ulazi sa manjom visinom tla ispred zida prema izrazu:

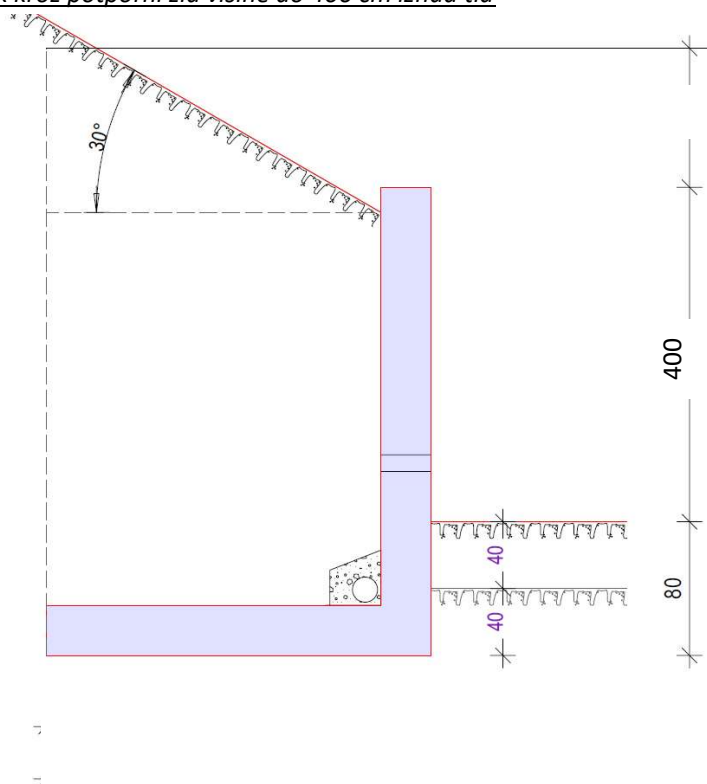
$$Df, d = Df - \Delta H$$

Df = dubina temeljenja

ΔH = neplaniran i iskop

$$\Delta H = \min \left\{ \begin{array}{l} 10\% H \\ 0,50m \end{array} \right\}$$

Karakteristični presjek kroz potporni zid visine do 400 cm iznad tla



Iza zida je omogućen pristup ljudima i odlaganje materijala, usvaja se pokretno opterećenje 5,0 kN/m², te pokretno opterećenje od kretanja vatrogasnog vozila (kategorija G) gdje usvajamo 33,3 kN/m².

Iza zida ugraditi sloj drenažnog materijala i/ili postaviti procjednice Ø150 na razmaku 100 cm po dužini i po visini, iza procjednica zasip drenažnim materijalom uz poštivanje filterskog pravila ili

postavljanje geotekstila. Procjednice postaviti iznad kote gotovog terena. Na dnu potpornog zida tj. na spoju temeljne stope i zida postaviti drenažnu cijev omotanu geotekstilom (300 gr) ili cijev zasuti kamenim materijalom poštivajući filtersko pravilo.

Materijal iza zida ugrađivati u slojevima visine do 30 cm uz zbijanje svakog sloja na minimalno $M_s=40$ MPa. Minimalna zbijenost završnog sloja na kojemu se izvodi završno uređenje terena $M_s=80$ MPa(MN/m²).

Prije izvedbe potpornih zidova potrebno je dobro očistiti temeljno tlo. Očistiti temeljno tlo od okrštenih komada stijenske mase, nasipnog materijala te glinovite ispune. Eventualne kaverne u stijenskoj masi ispititi zdravim kamenim materijalom te mršavim betonom.

Prema geomehničkom elaboratu :

Investitor: **TELE 2**, Vukovarska 269D, 10 000 Zagreb

Građevina: **Antenski stup**

Izvješće broj: **05/2009- 19.02.2009.**

Rukovoditelj
projekta: **Glišo Rašković, dipl.ing.geol.**

Naziv izvješća:

**IZVJEŠĆE O REZULTATIMA
INŽENJERSKO - GEOLOŠKO - GEOTEHNIČKOG ISTRAŽIVANJA
NA k.č. 2786 k.o. Grab (ZAD504.1 KONTIĆ)**

tlo na predmetnoj lokaciji izgrađuju 2 sloja:

- 1.) na georadarskim profilima primjećuje se površinski trošni sloj građen od crvenice čija debljina se kreće oko 0.5 m , a na više pozicija detektirani su sifoni zapunjeni crvenicom do dubine do čak 3.00 m,
- 2.) podinski debelo uslojeni vapnenci mjestimično kontaminirani crvenicom te izloženi jakom okršavanju. Kontakt površinskog trošnog sloja s vapnencima je neravan.
U dubini tla dominiraju debelo uslojeni vapnenci, tektonski slabije oštećeni i mjestimice kavernozni.

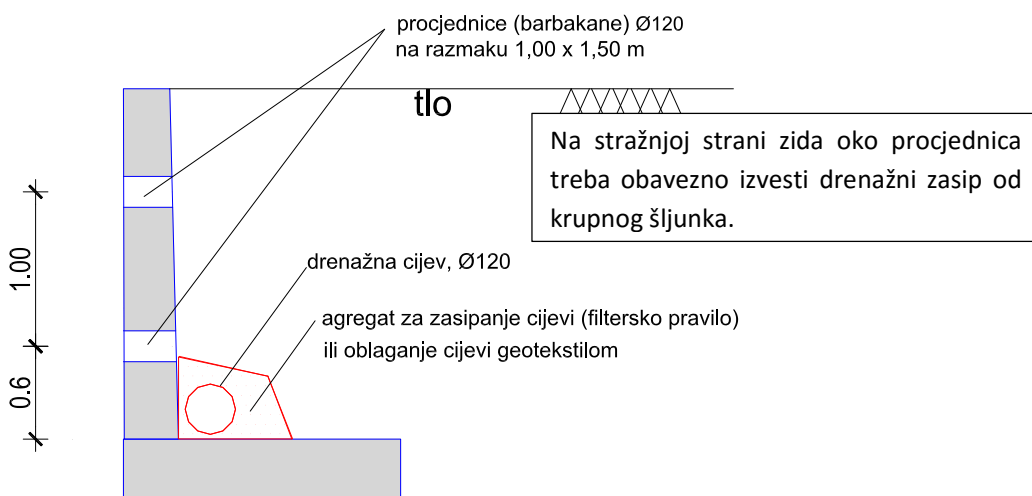
Dopušteno specifično opterećenje, za glavno+dopunsko iznosi **$q_{dop}=650$ kN/m²**
za glavno iznosi **$q_{dop}=426$ kN/m²**

Površinski prije izvedbe zidova potreban je pregled tla ovlaštenog geomehaničara.

Potrebno je dobro očistiti temeljno tlo (očistiti od okrštenih komada stijenske mase i nasipnog materijala), postaviti sloj podložnog betona klase C12/15, podložni beton se izvodi na proširenoj podlozi minimalno 20-30 cm simetrično u odnosu na širinu temelja. Ukoliko se uoče dijelovi izrazito rastrošene stijenske mase i/ili veće pukotien sipunjene crvenicom (glinom) iste je potrebno ukloniti ili očistiti i zapuniti mršavim betonom.

Ukoliko crvenicu iz "džepa" nije moguće potpuno ukloniti (ako se radi o većim količinama) tada taj prostor treba urediti za temeljenje na način da se crvenica ukloni, najmanje, do dubine od $2b$ (b =širina temelja) i zamijeni kamenim agregatom granulacije od 20 do 60 mm i nabije do modula stišljivosti $M_k = 60 \text{ MN/m}^2$ ili se temeljna jama kompletno "zaliže" mršavim betonom. Na tako pripremljenoj podlozi temeljnu traku treba armirati, kako bi se izbjegla, eventualna, diferencijalna sleganja.

Drenažne cijevi postaviti iza potpornog zida na spoju stope i zida i zasuti agregatom veličine zrna 15-60 mm. Prilikom zasipanja drenažne cijevi poštovati filtersko pravilo, ili cijevi zaštititi geotekstilom.



Procjednice (barbakane) Ø120 postaviti svakih 1,00 m po visini i 1,50 m po dužini, izvesti ih u nizu i po visini i po dužini. Maksimalna udaljenost „prve“ procjednice od temeljne stope 60 cm. Na stražnjoj strani zida oko procjednica treba obavezno izvesti drenažni zasip od krupnog šljunka.

Kampade su dilatirane (radni prekidi betoniranja, kampade nisu povezane armaturom).

Prema geotehničkom izvještaju podzemna voda nije registrirana.

10.1 Analiza opterećenja

LC1 - vlastita težina konstrukcije

Uzima se iz materijalnih i geometrijskih karakteristika proračunskog modela

LC2 - dodatno stalno djelovanje; tlo iza konstrukcije (pritisak tla u mirovanju)

$$p_i = \gamma \cdot h_i \cdot K_0 \text{ (ovisno o visini tla tj. zasipanja)}$$

LC3 - pokretno, korisno djelovanje:

- mogućnosti pristupa ili gomilanja materijala u iznosu **5 kN/m²** te kretanja vatrogasnog vozila; usvaja se opterećenje u iznosu **33,3 kN/m²** po cijeloj površini

LC4 – potresno opterećenje

Za primjenu masivnih potpornih konstrukcija proračun potresne sile F_b se pojednostavljuje prema formuli

$$F_b = G \cdot k_h = G \cdot \left(\frac{\alpha \cdot S}{r} \right) = G \cdot \left(\frac{a_g / g}{r} \right) = W \cdot S \cdot \left(\frac{a_g}{r} \right)$$

gdje je :

$$k_h = \frac{\alpha \cdot S}{r} \text{ - horizontalni potresni koeficijent}$$

α - omjer proračunskog ubrzanja a_g i ubrzanja sile teže g

r – faktor ovisan o vrsti potporne konstrukcije

G – težina zida

W – masa zida

S - koeficijent koji ovisi tipu tla

Parametar tla S za Tip 1 elastičnog spektra:

Tip tla	S
A	1.0
B	1.2
C	1.15
D	1.35
E	1.4

Usvojeno **$S=1,00$**

Faktor "r" koji utječe na horizontalni potresni koeficijent

Vrsta potporne konstrukcije	r
Slobodni gravitacijski zidovi koji podnose pomake $dr < 300\alpha$ (mm)	2
Slobodni gravitacijski zidovi koji podnose pomake $dr < 200\alpha$ (mm)	1,5
Savijljivi AB zidovi, usidreni ili ukrućeni zidovi, AB zidovi temeljeni na vertikalnim pilotima,	1

Usvojeno $r=1$

Računsko ubrzanje tla za objekt iznosi $a_g=0,09g$.

Horizontalni i vertikalni potresni koeficijent

$$k_h = (0,09 \cdot 1,00) / 1,00 = 0,09$$

k_v – vertikalni potresni koeficijent

$$k_v = 0,5 \cdot k_h; \quad k_v = 0,045$$

Potresne sile

1) Potporni zid

$$F_{h,zid} = k_h \cdot \sum G_{zida}$$

$$F_{v,zid} = k_v \cdot \sum G_{zida}$$

2) Stalno i promjenjivo opterećenje

Veličina horizontalnog aktivnog seizmičkog tlaka $p_a(x,y)$, rezultanta tlaka $P_a(x)$ i položaj rezultante određuju se prema sljedećim izrazima (proračun se provodi po jediničnoj duljini zida).

- vrijednost horizontalnog aktivnog seizmičkog tlaka, koji djeluje na stražnju stranu zida u proizvoljnoj točki y je

$$p(x,y) = p \cdot a(x) \cdot \left[1 - \frac{y}{h} - \left(\frac{y}{h} \right)^2 + \left(\frac{y}{h} \right)^3 \right]$$

pri čemu je $p = k_s \cdot q$ horizontalno inercijalno opterećenje konstantne veličine, koje djeluje na slobodnoj površini nasipa na udaljenosti x , od stražnje strane zida, gdje je q vertikalno korisno opterećenje konstantnog iznosa na udaljenosti x od stražnje strane zida.

- maksimalna vrijednost horizontalnog aktivnog seizmičkog tlaka, koji djeluje na stražnju stranu zida u točki $y=0$

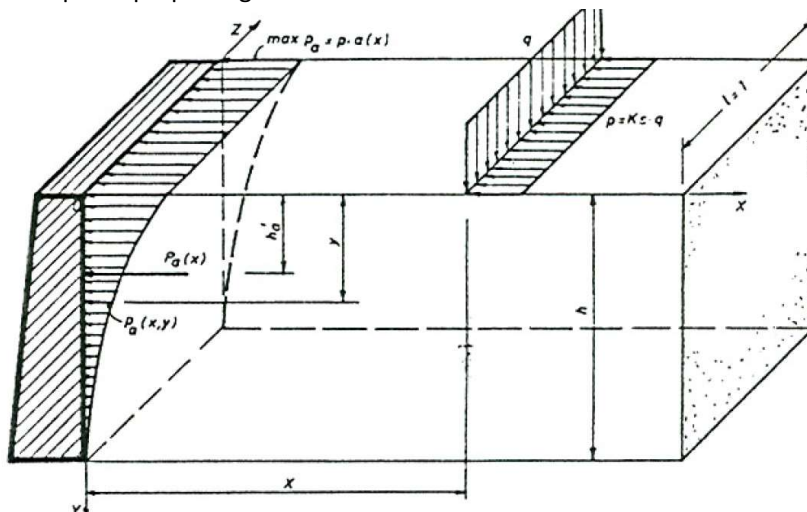
$$\max p_a = p \cdot a(x)$$

- rezultanta horizontalnog aktivnog seizmičkog tlaka dana je izrazom

$$P_a(x) = \frac{5}{12} \cdot p \cdot a(x) \cdot H$$

s hvatištem sile $h'=0,28 \cdot H$ (udaljenost od vrha potpornog zida)

Dopunski aktivni seizmički tlak tla uslijed djelovanja korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa iza potpornog zida



3) Sila aktivnog statičkog i seizmičkog (dinamičkog) tlaka tla

EN 1998-5: 2004 dodatak E (utjecaj potresa na opterećenje potpornog zida) ukupna proračunska sila E_d kojom tlo djeluje na potpornu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H), statička i dinamička sila tla na potpornu konstrukciju:

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm kv) \cdot K \cdot H^2$$

H – visina zida

K – koeficijent tlaka tla (statički + dinamički)

$\gamma^* = \gamma$ – podzemna voda je ispod potpornog zida

$$K = \left\{ \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[1 + \frac{\sin \varphi \cdot \sin(\varphi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)} \right]^2} \right\}$$

$$\tan \theta = \frac{kh}{(1 \pm kv)}$$

Ukupna potresna (dinamička) proračunska sila kojom tlo i voda djeluju na potpornu konstrukciju je dana izrazom

$$A_{Ed} = E_{a(S+D)} + P_{aD}$$

gdje je:

$E_{a(S+D)}$ – aktivni tlak statički i dinamički

$P_{aD}(p)$ [N/m'] - sila dinamičkog aktivnog tlaka prouzrokovana djelovanjem potresa na mirno korisno kontinuiran opterećenje „ p “ na površini tla

10.2 Kombinacije djelovanja

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se slijedeće kombinacije:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (G_i + Q_{k,1}) + \sum_{i>1} (G_i + \psi_{0,i} Q_{k,i})$$

- Za linearnu **dinamičku** provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO3-POTRES**:

$$\sum_i (G_i + \psi_{2,i} Q_{k,i}) + \gamma_i A_{Ed}$$

γ_i – koeficijent važnosti, uobičajene građevine 1,0

A_{Ed} – potresna sila

$\psi_{2,i}=0,6$

Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i} + Q_{k,i}) + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} Q_{k,i})$$

10.3 Odabir zaštitnih slojeva i klase betona elemenata konstrukcije

Potporni zid - zaštitni sloj je 50 mm za stražnju stranu potpornog zida; za prednju stranu potpornog zida zaštitni sloj 35 mm. Ispod temeljne ploče se postavlja mršavi beton čime je spriječen direktni dodir temeljne ploče sa tlom pa zaštitni sloj zadovoljava. Beton za izradu elemenata je C30/37.

10.4 Kontrola stabilnosti potpornih zidova

U nastavku je prikazan proračun stabilnosti potpornih zidova na klizanje, prevrtanje te nosivost temeljnog tla.

10.4.1 Karakteristične vrijednosti

Tlo (zasip): $\varphi_{k;zasip} = 30^\circ$, $c_{k;zasip} = 0 \text{ kPa}$
 $\gamma = 21 [\text{kN/m}^3]$ vodom zasićeno tlo

Temeljno tlo: $\varphi_{k,tla} = 37^\circ$, $c_{k,tla} = 0 \text{ kPa}$
 $\gamma = 20 [\text{kN/m}^3]$
 $q_p = 650 [\text{kPa}]$

Parcijalni faktori sigurnosti prema HRN ENV 1997-1; 2001

	(djelovanja) γ_R			γ_c	$\gamma_{tg \varphi}$
	Stalna		promjenjiva		
	nepovoljna	povoljna	nepovoljna		
Slučaj B	1,35	1,00	1,50	1,00	1,00
Slučaj C	1,00	1,00	1,30	1,60	1,25

10.4.1.1 Projektne vrijednosti

Projektne vrijednosti se dobiju na osnovi karakterističnih vrijednosti tj. djelenje istih pripadajućim parcijalnim faktorima sigurnosti.

Projektne parametri

Koeficijent aktivnog tlaka za projektne parametre (Rankine)

$$K_A = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_d}{2} \right)$$

Koeficijent pasivnog otpora za projektne parametre

$$K_P = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi_d}{2} \right)$$

Projektne parametri

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi_k}{\gamma_{tg \varphi}}; \quad \varphi_d = \arctan \left(\frac{\tan \varphi_k}{\gamma_{tg \varphi}} \right); \quad c_d = \frac{c_k}{\gamma_c}$$

10.4.2 Kontrola stabilnosti potpornog zida

10.4.2.1 Tip 1-zid opterećen vatrogasnim vozilom

Statička visina potpornih zidova za dokazivanje stabilnosti potpornih zidova i proračuna potrebne armature proračunava se na visini 4m i 2m (pogledati vrijednos u tablici ispod).

Dilatacije klasičnih potpornih zidova izvesti svakih 6 m. Kampade su dilatirane (radni prekidi betoniranja, kampade nisu povezane armaturom).

$$\Delta H = \min(0,10 \cdot 4,0 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = \min(0,4 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = 0,4 \text{ m}$$

Usvaja se dubina neplaniranog iskopa u vrijednosti 0,40 m

Dubina temeljenja tj. visina tla ispred potpornog zida $D_f, d = 0,80 \text{ m} - 0,40 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$

10.4.2.1.1 H=4,0 m

Geometrija potpornog zida

H (m)	4,40
h (m)	4,00
t (m)	0,40
n	0
B (m)	2,80
s (m)	0,00
c (m)	2,40
d (m)	0,40
e (m)	0,00
α (°)	0,00
s (m)	4,00
r (m)	0,00
p (m)	0,00
x (m)	0,00
γ_{zida} (kN/m ³)	25,00

parametri tla - zasip iza zida

c_{zasip}	0,00
ϕ_{zasip}	30,00
γ_{zasip} (kN/m ³)	21,00

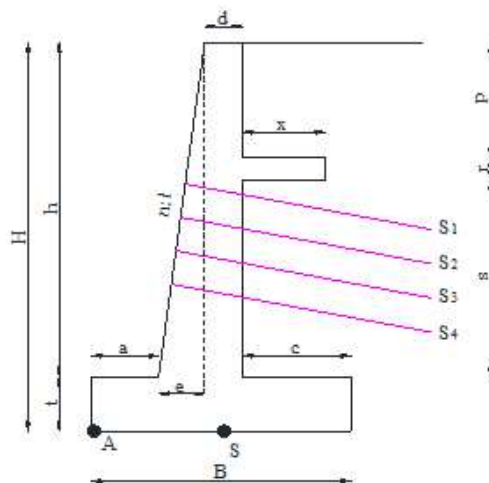
parametri tla - temeljno tlo

$c_{\text{temeljno tlo}}$ (kPa)	0,00
$\phi_{\text{temeljno tlo}}$	38,00
$\gamma_{\text{temeljno tlo}}$ (kN/m ³)	20,00
q_k (kPa)	650,00

projektna nosivost temeljnog tla (podaci preuzeti iz geotehničkog elaborata)

dodatno opterećenje

g (kN/m ²)	0,00
q (kN/m ²)	33,30



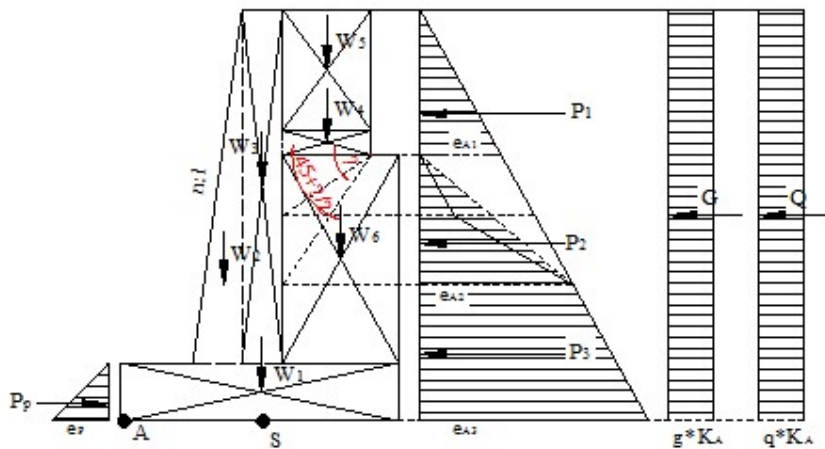
sidro	sidra			
	sila u sidru (kN)	vertikalna udaljenost između sidara (m)	hvatnište sidra (udaljenost od vrha zida)	nagib od horizontalne (°)
S1	0,00	/	0,00	20,00
S2	0,00	0,00	0,00	0,00
S3	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00

HRN EN 1997-1:2002	Slučaj C		Slučaj B		Opis faktora
trajno nepovoljno	$\gamma_{\text{G, det}}$	1,00	$\gamma_{\text{G, det}}$	1,35	Parcijalni faktori djelovanja γ_k
trajno povoljno	$\gamma_{\text{G, nls}}$	1,00	$\gamma_{\text{G, nls}}$	1,00	
promjenljivo nepovoljno	$\gamma_{\text{Q, det}}$	1,30	$\gamma_{\text{Q, det}}$	1,50	
efektivni kut trenja	γ_{cp}	1,25	γ_{cp}	1,00	Parcijalni faktori svojstva materijala γ_{M}
efektivna kohezija	γ_c	1,60	γ_c	1,00	

Parametri zasipa iz zida i temeljnog tla-projektni parametri HRN ENV 1997-1:2001

Zasip - Slučaj C		Zasip - Slučaj B	
tg φ_p	0,46188	tg φ_p	0,57735
φ_p (°)	24,79	φ_p (°)	30,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	8,26	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,00
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_A	0,409	K_A	0,333
K_p	2,444	K_p	3,000

Temeljno tlo - Slučaj C		Temeljno tlo - Slučaj B	
tg φ_p	0,62503	tg φ_p	0,78129
φ_p (°)	32,01	φ_p (°)	38,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,67	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	12,67
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_A	0,307	K_A	0,238
K_p	3,255	K_p	4,204



Djelovanja na potporni zid

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos tlaka na zid	HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos tlaka na zid
e_{A1} (kPa)	0,00	e_{A1} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	0,00	e_{A2} (kPa)	0,00
e_{A3} (kPa)	37,80	e_{A3} (kPa)	30,80
e_p (kPa)	52,09	e_p (kPa)	67,26
stalno opterećenje g (kPa)	0,00	stalno opterećenje g (kPa)	0,00
pokretno opterećenje q (kPa)	13,62	pokretno opterećenje q (kPa)	11,10

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{ak}	P _{iv}	x _e A	y _e A	x _e S	y _e S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	4,40
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	4,40
P _{A3}	83,17	83,17	0,00	0,00	1,47	0,00	1,47
P _g	20,83	20,83	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13
G	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
Q	59,95	59,95	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
W ₁	28,00	0,00	28,00	1,40	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,40	0,00
W ₃	40,00	0,00	40,00	0,20	0,00	-1,20	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	-1,00	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	-1,00	0,00
W ₆	201,60	0,00	201,60	1,60	0,00	0,20	0,00

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{ak}	P _{iv}	x _e A	y _e A	x _e S	y _e S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	4,40
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	4,40
P _{A3}	67,76	67,76	0,00	0,00	1,47	0,00	1,47
P _g	26,90	26,90	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13
G	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
Q	48,84	48,84	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40	-1,40	4,40
W ₁	28,00	0,00	28,00	1,40	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,40	0,00
W ₃	40,00	0,00	40,00	0,20	0,00	-1,20	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	-1,00	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	-1,00	0,00
W ₆	201,60	0,00	201,60	1,60	0,00	0,20	0,00

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zid da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$$F_{sp} = \frac{M_{st,d}}{M_{pr,d}}$$

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$M_{st,d}$		$M_{pr,d}$	$M_{st,d}$		$M_{pr,d}$
293,43	=<	372,54	295,34	=<	373,35
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} = 1,27$			$F_{sp} = 1,26$		

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$$F_t = \frac{T_{magucne}}{T_{potrebna}}; T_{magucne} = N \cdot tg\psi$$

$$tg\psi \leq tg\varphi$$

HRN ENV 1997-1:2001					
temeljno tlo	Slučaj C		Slučaj B		
$tg\phi_{tlo}$ temeljno tlo (°)	0,63		0,78		
ϕ_{tlo} temeljno tlo (°)	32,01		38,00		
	$T_{magucne}$	$T_{potrebna}$	$T_{magucne}$	$T_{potrebna}$	
	168,51	> 140,26	210,63	> 137,83	
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} = 1,20$			$F_{sp} = 1,53$		

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Javljaju se vlačna naprezanja,
potrebna redukcija temeljne plohe

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S
površina
moment otpora
Naprezanje na dodiru temelj-tlo
za kruti temelj

$$e = \frac{M_s}{N_s}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

HRN ENV 1997-1:2001	
$N_s =$	269,60 kN/m'
$M_s =$	210,92 kNm/m'
$A =$	2,80 m ²
$W =$	1,31 m ³
$\sigma_1 =$	257,71 kPa
$\sigma_2 =$	-65,13 kPa
$e =$	0,78 m
$h' =$	1,85 m
$\sigma'_1 =$	291,00 kPa
$\sigma'_2 =$	0,00 kPa

Projektna nosivost tla

$$\rightarrow q_d = 650,00$$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$$q_d = 650,00 \text{ kPa} > q = 291,00 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

SEIZMIČKA ANALIZA

EN 1998-5: 2004 dodatak E (utjecaj potresa na opterećenje potpornog zida) UKUPNA proračunska sila
E_d kojom će djelovati na potpornu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H):

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2$$

$$K = \left\{ \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]^2} \right\}$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{(1 \pm k_v)}$$

nagib zida	ψ (°)	90,00
kut trenja zasipa	φ (°)	24,79
	θ (°)	4,92
nagib terena iza zida	β (°)	0,00
kut zakretanja sile	δ (°)	0,00
horizontalni potresni koef	k_h	0,09
vertikalni potresni koef	k_v	0,05

Seizmički pritisak tla na potporni zid

K=	0,469
E ₀ =	99,65 kN/m
y _{0,90} =	2,20 m
E _{potresno} =E ₀ ·K=	16,48 kN/m

Seizmička inercijalna sila na potporni zid

W1	→	F _{h,0} =	2,52 kN/m	F _{v,0} =	1,26 kN/m
W2	→	F _{h,0} =	0,00 kN/m	F _{v,0} =	0,00 kN/m
W3	→	F _{h,0} =	3,60 kN/m	F _{v,0} =	1,80 kN/m
W4	→	F _{h,0} =	0,00 kN/m	F _{v,0} =	0,00 kN/m
W5	→	F _{h,0} =	0,00 kN/m	F _{v,0} =	0,00 kN/m
W6	→	F _{h,0} =	18,14 kN/m	F _{v,0} =	9,07 kN/m

Seizmički pritisak tla usljed djelovanja korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa uz potporni zid; djelovanje sile 0,28·H (od vrha potpornog zida)

promet	→	E _s (x)=	24,98 kN/m
		y _{sa(0)} =	3,17 m
slojevi ceste	→	E _s (x)=	0,00 kN/m
		y _{sa(0)} =	3,17 m

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$M_{st,d}$	$M_{pr,d}$
369,19	372,54
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,01

$$F_{sp} = \frac{M_{pr,d}}{M_{st,d}}$$

$$F_{min} = 1,0$$

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$\tan \phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	0,63
$\phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	32,01
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,16

$$F_{sp} = \frac{T_{napuzna}}{T_{potrebna}}; T_{napuzna} = N \cdot \tan \psi$$

$$\tan \psi \leq \tan \phi$$

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S

$N_s =$	269,60	kN/m'
$M_s =$	240,03	kNm/m'
$A =$	2,80	m ²
$W =$	1,31	m ³

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Naprezanje na dodiru temelj-tlo (reaktivni
pritisak) za kruti temelj

$\sigma_1 =$	279,98	kPa
$\sigma_2 =$	-87,41	kPa

Preraspodjela naprezanja, tlo ne
može primiti vlačna naprezanja

$e =$	0,89	m
$h' =$	1,53	m

$$e = \frac{M_s}{N_s}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

Javlja se vlačna naprezanja, potrebna
redukcija temeljne plohe

$\sigma_1 =$	352,63	kPa
$\sigma_2 =$	0,00	kPa

Projektna nosivost tla

→ $q_b =$ 650,00

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_b =$ 650,00 kPa > $q =$ 352,63 kPa
ZADOVOLJAVA

10.4.2.1.2 H=2,0 m

Geometrija potpornog zida

H (m)	2,20
h (m)	2,00
t (m)	0,20
n	0
B (m)	1,90
a (m)	0,00
c (m)	1,60
d (m)	0,30
e (m)	0,00
α (°)	0,00
s (m)	2,00
r (m)	0,00
p (m)	0,00
x (m)	0,00
γ_{zida} (kN/m ³)	25,00

parametri tla - rasip iz zida

$c_{\text{u, rasip}}$	0,00
$\phi_{\text{u, rasip}}$	30,00
γ_{rasipa} (kN/m ³)	21,00

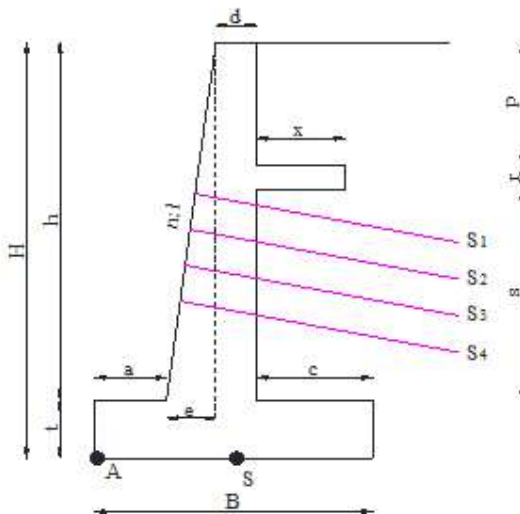
parametri tla - temeljno tlo

$c_{\text{u, temeljno tlo}}$ (kPa)	0,00
$\phi_{\text{u, temeljno tlo}}$	38,00
$\gamma_{\text{temeljno tlo}}$ (kN/m ³)	20,00
q (kPa)	423,00

projektna nosivost temeljnog tla (podaci preuzeti iz geotehničkog elaborata)

dodatno opterećenje

g (kN/m ²)	0,00
q (kN/m ²)	33,30



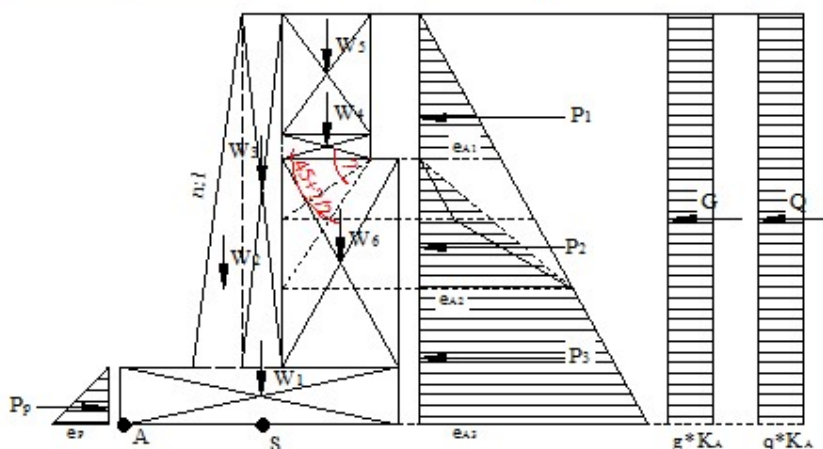
sidra				
sidro	sila u sidru (kN)	vertikalna udaljenost iz među sidara (m)	hvatiste sidra (udaljenost od vrha zida)	nagib od horizontalne (°)
S1	0,00	/	0,00	20,00
S2	0,00	0,00	0,00	0,00
S3	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00

HRN ENV 1997-1:2001	Slučaj C		Slučaj B		Opis faktora
trajno nepovoljno	$\gamma_{\text{a, det}}$	1,00	$\gamma_{\text{a, det}}$	1,35	Parcijalni faktori djelovanja γ_a
trajno povoljno	$\gamma_{\text{a, reb}}$	1,00	$\gamma_{\text{a, reb}}$	1,00	
promjenljivo nepovoljno	$\gamma_{\text{a, det}}$	1,30	$\gamma_{\text{a, det}}$	1,50	
efektivni kut trenja	γ_{ga}	1,25	γ_{ga}	1,00	Parcijalni faktori svojstva materijala γ_M
efektivna kohezija	γ_c	1,60	γ_c	1,00	

Parametri zasipa iz zida i temeljnog tla-projektni parametri HRN ENV 1997-1:2001

Zasip - Slučaj C		Zasip - Slučaj B	
tg φ_p	0,46188	tg φ_p	0,57735
φ_p (°)	24,79	φ_p (°)	30,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	8,26	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,00
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_A	0,409	K_A	0,333
K_p	2,444	K_p	3,000

Temeljno tlo - Slučaj C		Temeljno tlo - Slučaj B	
tg φ_p	0,62503	tg φ_p	0,78129
φ_p (°)	32,01	φ_p (°)	38,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,67	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	12,67
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_A	0,307	K_A	0,238
K_p	3,255	K_p	4,204



Djelovanja na potporni zid

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos tlaka na zid	HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos tlaka na zid
e_{A1} (kPa)	0,00	e_{A1} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	0,00	e_{A2} (kPa)	0,00
e_{A3} (kPa)	18,90	e_{A3} (kPa)	15,40
e_p (kPa)	52,09	e_p (kPa)	67,26
stalno opterećenje g (kPa)	0,00	stalno opterećenje g (kPa)	0,00
pokretno opterećenje q (kPa)	13,62	pokretno opterećenje q (kPa)	11,10

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{III}	P _{IV}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
P _{A3}	20,79	20,79	0,00	0,00	0,73	0,00	0,73
P ₇	20,83	20,83	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
Q	29,97	29,97	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
S ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
W ₁	9,50	0,00	9,50	0,95	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,95	0,00
W ₃	15,00	0,00	15,00	0,15	0,00	-0,80	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,65	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,65	0,00
W ₆	67,20	0,00	67,20	1,10	0,00	0,15	0,00

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{III}	P _{IV}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	2,20
P _{A3}	16,94	16,94	0,00	0,00	0,73	0,00	0,73
P ₇	26,90	26,90	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
Q	24,42	24,42	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
S ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	-0,95	2,20
W ₁	9,50	0,00	9,50	0,95	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,95	0,00
W ₃	15,00	0,00	15,00	0,15	0,00	-0,80	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,65	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,65	0,00
W ₆	67,20	0,00	67,20	1,10	0,00	0,15	0,00

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrtu konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$$F_{sp} = \frac{M_{st,d}}{M_{det,d}}$$

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$M_{st,d}$		$M_{det,d}$	$M_{st,d}$		$M_{det,d}$
58,11	=<	86,58	57,06	=<	86,99
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} =$	1,49		$F_{sp} =$	1,52	

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$$F_s = \frac{T_{maguče}}{T_{potrebna}}; T_{maguče} = N \cdot \operatorname{tg} \psi$$

$$\operatorname{tg} \psi \leq \operatorname{tg} \varphi$$

temeljno tlo
$\operatorname{tg} \varphi$, temeljno tlo (°)
φ , temeljno tlo (°)

Kontrola stabilnosti na klizanje
po temeljnoj plohi

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$T_{maguče}$		$T_{potrebna}$	$T_{maguče}$		$T_{potrebna}$
57,32	>	38,92	71,64	>	32,60
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} =$	1,47		$F_{sp} =$	2,20	

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Javljaju se vlačna naprezanja,
potrebna redukcija temeljne plohe

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S
površina
moment otpora
Naprezanje na dodiru temelj-tlo
za kruti temelj

$$e = \frac{M_s}{N_s}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

HRN ENV 1997-1:2001			
$N_s =$	91,70	kN/m'	
$M_s =$	39,41	kNm/m'	
$A =$	1,90	m ²	
$W =$	0,60	m ³	
$\sigma_1 =$	113,77	kPa	
$\sigma_2 =$	-17,24	kPa	
$e =$	0,43	m	
$h' =$	1,56	m	
$\sigma_1 =$	117,51	kPa	
$\sigma_2 =$	0,00	kPa	

Projektna nosivost tla

$$q_b = 423,00$$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$$q_b = 423,00 \text{ kPa} > q = 117,51 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

SEIZMIČKA ANALIZA

EN 1998-5: 2004 dodatak E (utjecaj potresa na opterećenje potpornog zida) UKUPNA proračunska sila E_d kojom će djelovati na potpomu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H):

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot K \cdot H^2$$

$$K = \left\{ \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]^2} \right\}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{kh}{(1 \pm kv)}$$

nagib zida	ψ (°)	90,00
kut trenja zasipa	φ (°)	24,79
	θ (°)	4,92
nagib terena iza zida	β (°)	0,00
kut zakretanja sile	δ (°)	0,00
horizontalni potresni koef	k_h	0,09
vertikalni potresni koef	k_v	0,05

Seizmički pritisak tla na potporni zid

K	=	0,469
E_d	=	24,91 kN/m'
$y_{d,0}$	=	1,10 m
$E_{d,uzasno} = E_d \cdot D_0$	=	4,12 kN/m'

Seizmička inercijalna sila na potporni zid

W1	→	$F_{h,zid}$	=	0,86 kN/m'	$F_{v,zid}$	=	0,43 kN/m'
W2	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m'	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m'
W3	→	$F_{h,zid}$	=	1,35 kN/m'	$F_{v,zid}$	=	0,68 kN/m'
W4	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m'	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m'
W5	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m'	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m'
W6	→	$F_{h,zid}$	=	6,05 kN/m'	$F_{v,zid}$	=	3,02 kN/m'

Seizmički pritisak tla usljed djelovanja korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa uz potporni zid; djelovanje sile $0,28 \cdot H$ (od vrha potpornog zida)

promet	→	$E_d(x)$	=	12,49 kN/m'
		$y_{d,0}$	=	1,58 m
slojevi ceste	→	$E_d(x)$	=	0,00 kN/m'
		$y_{d,0}$	=	1,58 m

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

M_{dod}	M_{prevr}
68,31	86,58
ZADOVOLJAVA	
F_{sp}	1,27

$$F_{sp} = \frac{M_{dod}}{M_{prevr}}$$

$$F_{min} = 1,0$$

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$\tan \phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	0,63
$\phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	32,01
T_{mogu}	$T_{potrebna}$
57,32	36,76
ZADOVOLJAVA	
F_{sp}	1,56

$$F_s = \frac{T_{mogu}}{T_{potrebna}}; T_{mogu} = N \cdot \tan \phi$$

$$\tan \phi \leq \tan \phi$$

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S

N_d	91,70	kN/m'
M_d	37,94	kNm/m'
A	1,90	m ²
W	0,60	m ³

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_d}{A} \pm \frac{M_d}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Naprezanje na dodiru temelj-tlo (reaktivni
pritisak) za kruti temelj

σ_1	111,33	kPa
σ_2	-14,80	kPa

Preraspodjela naprezanja, tlo ne
može primiti vlačna naprezanja

e	0,41	m
h'	1,61	m

$$e = \frac{M_d}{N_d}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_d}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

Javlja se vlačna naprezanja, potrebna
redukcija temeljne plohe

σ_1	114,01	kPa
σ_2	0,00	kPa

Projektna nosivost tla

→ $q_b = 423,00$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_b = 423,00$ kPa > $q = 114,01$ kPa

ZADOVOLJAVA

10.4.2.2 Tip 2-(h=1,75) zid opterećen vatrogasnim vozilom

Statička visina potpornih zidova za dokazivanje stabilnosti potpornih zidova i proračuna potrebne armature proračunava se na visini H (pogledati vrijednos u tablici ispod).

Dilatacije klasičnih potpornih zidova izvesti svakih 6 m. Kampade su dilatirane (radni prekidi betoniranja, kampade nisu povezane armaturom).

$$\Delta H = \min(0,10 \cdot 1,75 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = \min(0,175 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = 0,2 \text{ m}$$

Usvaja se dubina neplaniranog iskopa u vrijednosti 0,20 m

Dubina temeljenja tj. visina tla ispred potpornog zida $D_f, d = 0,80 \text{ m} - 0,20 \text{ m} = 0,60 \text{ m}$

Geometrija potpornog zida

H (m)	2,05
h (m)	1,75
t (m)	0,30
n	0
B (m)	1,60
a (m)	0,00
c (m)	1,30
d (m)	0,30
e (m)	0,00
α (°)	0,00
s (m)	1,75
r (m)	0,00
p (m)	0,00
x (m)	0,00
γ_{zida} (kN/m ³)	25,00

parametri tla - rasip iz zida

C_{rasip}	0,00
Q_{rasip}	30,00
γ_{rasipa} (kN/m ³)	21,00

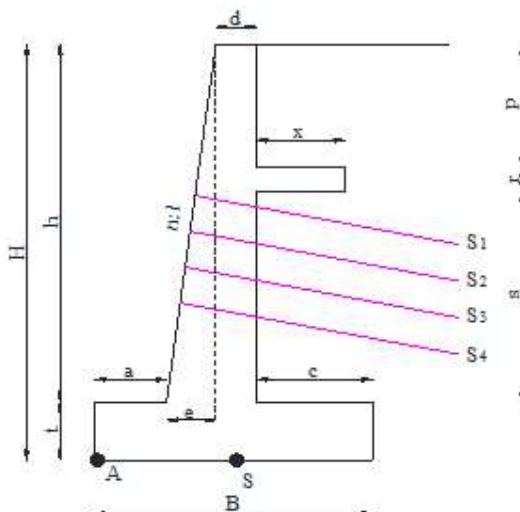
parametri tla - temeljno tlo

$C_{\text{temeljno tlo}}$ (kPa)	0,00
$Q_{\text{temeljno tlo}}$	38,00
$\gamma_{\text{temeljno tlo}}$ (kN/m ³)	20,00
q (kPa)	650,00

projektna nosivost temeljnog tla (podaci preuzeti iz geotehničkog elaborata)

dodatno opterećenje

g (kN/m ²)	0,00
q (kN/m ²)	33,30



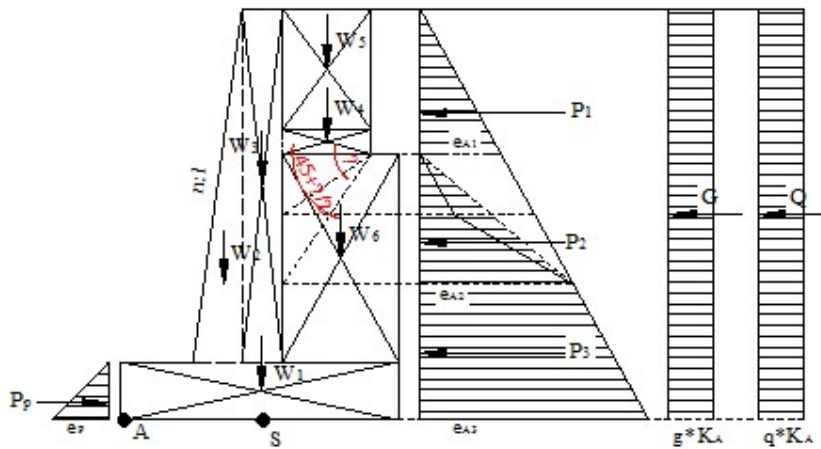
sidra				
sidro	sila u sidru (kN)	vertikalna udaljenost između sidara (m)	hvatista sidra (udaljenost od vrha zida)	na gib od horizontale (°)
S1	0,00	/	0,00	20,00
S2	0,00	0,00	0,00	0,00
S3	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00

HRN ENV 1997-1:2001	Slučaj C		Slučaj B		Opiš faktora
trajno nepovoljno	$\gamma_{\text{d, det}}$	1,00	$\gamma_{\text{d, det}}$	1,35	Parcijalni faktori djelovanja γ_s
trajno povoljno	$\gamma_{\text{d, st}}$	1,00	$\gamma_{\text{d, st}}$	1,00	
promjenljivo nepovoljno	$\gamma_{\text{d, det}}$	1,30	$\gamma_{\text{d, det}}$	1,50	
efektivni kut trenja	γ_{ge}	1,25	γ_{ge}	1,00	Parcijalni faktori svojstva materijala γ_m
efektivna kohezija	γ_c	1,60	γ_c	1,00	

Parametri zasipa iz a zida i temeljnog tla-projekttni parametri HRN ENV 1997-1:2001

Zasip - Slučaj C		Zasip - Slučaj B	
tg ϕ_p	0,46188	tg ϕ_p	0,57735
ϕ_p (°)	24,79	ϕ_p (°)	30,00
$\delta(1/3 \phi_p)$ (°)	8,26	$\delta(1/3 \phi_p)$ (°)	10,00
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_a	0,409	K_a	0,333
K_p	2,444	K_p	3,000

Temeljno tlo - Slučaj C		Temeljno tlo - Slučaj B	
tg ϕ_p	0,62503	tg ϕ_p	0,78129
ϕ_p (°)	32,01	ϕ_p (°)	38,00
$\delta(1/3 \phi_p)$ (°)	10,67	$\delta(1/3 \phi_p)$ (°)	12,67
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_a	0,307	K_a	0,238
K_p	3,255	K_p	4,204



Djelovanja na potporni zid

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos tlaka na zid	HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos tlaka na zid
e_{A1} (kPa)	0,00	e_{A1} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	0,00	e_{A2} (kPa)	0,00
e_{A3} (kPa)	17,61	e_{A3} (kPa)	14,35
e_p (kPa)	58,60	e_p (kPa)	75,67
stalno opterećenje g (kPa)	0,00	stalno opterećenje g (kPa)	0,00
pokretno opterećenje q (kPa)	13,62	pokretno opterećenje q (kPa)	11,10

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{uk}	P _{iv}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	2,05
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	2,05
P _{A3}	18,05	18,05	0,00	0,00	0,68	0,00	0,68
P ₂	26,37	26,37	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	1,03
Q	27,93	27,93	0,00	0,00	1,03	0,00	1,03
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
W ₁	12,00	0,00	12,00	0,80	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,80	0,00
W ₃	13,13	0,00	13,13	0,15	0,00	-0,65	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,50	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,50	0,00
W ₆	47,78	0,00	47,78	0,95	0,00	0,15	0,00

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{uk}	P _{iv}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	2,05
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	2,05
P _{A3}	14,71	14,71	0,00	0,00	0,68	0,00	0,68
P ₂	34,05	34,05	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03	0,00	1,03
Q	22,76	22,76	0,00	0,00	1,03	0,00	1,03
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	-0,80	2,05
W ₁	12,00	0,00	12,00	0,80	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,80	0,00
W ₃	13,13	0,00	13,13	0,15	0,00	-0,65	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,50	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	-0,50	0,00
W ₆	47,78	0,00	47,78	0,95	0,00	0,15	0,00

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$$F_{sp} = \frac{M_{st,d}}{M_{pr,d}}$$

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$M_{st,d}$		$M_{pr,d}$	$M_{st,d}$		$M_{pr,d}$
49,55	=<	59,59	48,55	=<	60,36
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} =$	1,20		$F_{sp} =$	1,24	

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$$F_s = \frac{T_{maguše}}{T_{potrebna}}; T_{maguše} = N \cdot \tan \psi$$

$$\tan \psi \leq \tan \varphi$$

temeljno tlo
$\tan \varphi$, temeljno tlo (°)
φ , temeljno tlo (°)

Kontrola stabilnosti na klizanje
po temeljnoj plohi

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
	0,63			0,78	
	32,01			38,00	
$T_{maguše}$		$T_{potrebna}$	$T_{maguše}$		$T_{potrebna}$
45,56	>	27,99	56,96	>	19,94
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} =$	1,63		$F_{sp} =$	2,86	

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Javljaju se vlačna naprezanja,
potrebna redukcija temeljne plohe

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S
površina
moment otpora
Naprezanje na dodiru temelj-tlo
za kruti temelj

$$e = \frac{M_s}{N_s}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

HRN ENV 1997-1:2001	
$N_s =$	72,90 kN/m'
$M_s =$	31,33 kNm/m'
$A =$	1,60 m ²
$W =$	0,43 m ³
$\sigma_1 =$	119,00 kPa
$\sigma_2 =$	-27,88 kPa
$e =$	0,43 m
$h =$	1,11 m
$\sigma_1 =$	131,29 kPa
$\sigma_2 =$	0,00 kPa

Projektna nosivost tla $\rightarrow q_b = 650,00$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$$q_b = 650,00 \text{ kPa} > q = 131,29 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

SEIZMIČKA ANALIZA

EN 1998-5: 2004 dodatak E (ujecaj potresa na opterećenje potpornog zida) UKUPNA proračunska sila E_d kojom će djelovati na potpunu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H):

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot K \cdot H^2$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\tan \theta = \frac{kh}{(1 \pm kv)}$$

nagib zida	ψ (°)	90,00
kut trenja zasipa	φ (°)	24,79
	θ (°)	4,92
nagib terena iza zida	β (°)	0,00
kut zakretanja sile	δ (°)	0,00
horizontalni potresni koef	k_h	0,09
vertikalni potresni koef	k_v	0,05

Seizmički pritisak tla na potporni zid

K	=	0,469
E_d	=	21,63 kN/m
$y_{d,p0}$	=	1,03 m
$E_{potresna} = E_d \cdot P_0$	=	3,58 kN/m

Seizmička inercijalna sila na potporni zid

W1	→	$F_{h,zid}$	=	1,08 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,54 kN/m
W2	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W3	→	$F_{h,zid}$	=	1,18 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,59 kN/m
W4	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W5	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W6	→	$F_{h,zid}$	=	4,30 kN/m	$F_{v,zid}$	=	2,15 kN/m

Seizmički pritisak tla usljed djelovanja korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa uz potporni zid; djelovanje sile $0,28 \cdot H$ (od vrha potpornog zida)

promet	→	$E_d(x)$	=	11,64 kN/m
		$y_{d,p0}$	=	1,48 m
slojevi ceste	→	$E_d(x)$	=	0,00 kN/m
		$y_{d,p0}$	=	1,48 m

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$M_{d,z,d}$	$M_{m,z,d}$
56,96	59,59
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,05

$$F_{sp} = \frac{M_{d,z,d}}{M_{m,z,d}}$$

$$F_{min} = 1,0$$

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$\tan \phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	0,63
$\phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	32,01
$T_{mogu} da$	$T_{potrebna}$
45,56	25,92
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,76

$$F_s = \frac{T_{mogu} da}{T_{potrebna}}; T_{mogu} da = N \cdot \tan \phi$$

$$\tan \phi \leq \tan \phi$$

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S

Naprezanje na dodiru temelj-tlo (reaktivni
pritisak) za kruti temelj

Preraspodjela naprezanja, tlo ne
može primiti vlačna naprezanja

Javlja se vlačna naprezanja, potrebna
redukcija temeljne plohe

$N_d =$	72,90	kN/m'
$M_d =$	32,39	kNm/m'
$A =$	1,60	m ²
$W =$	0,43	m ³
$\sigma_1 =$	121,47	kPa
$\sigma_2 =$	-30,35	kPa
$e =$	0,44	m
$h =$	1,07	m
$\sigma_1 =$	136,63	kPa
$\sigma_2 =$	0,00	kPa

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_d}{A} \pm \frac{M_d}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

$$e = \frac{M_d}{N_d}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_d}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

Projektna nosivost tla

→ $q_d =$ 650,00

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_d =$ 650,00 kPa > $q =$ 136,63 kPa

ZADOVOLJAVA

10.4.2.3 Tip 3 (h=3,5m)

Statička visina potpornih zidova za dokazivanje stabilnosti potpornih zidova i proračuna potrebne armature proračunava se na visini H (pogledati vrijednos u tablici ispod).

Dilatacije klasičnih potpornih zidova izvesti svakih 6 m. Kampade su dilatirane (radni prekidi betoniranja, kampade nisu povezane armaturom).

$$\Delta H = \min(0,10 \cdot 3,5 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = \min(0,35 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = 0,35 \text{ m}$$

Usvaja se dubina neplaniranog iskopa u vrijednosti 0,40 m

Dubina temeljenja tj. visina tla ispred potpornog zida $D_f, d=0,80 \text{ m} - 0,40 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$

Geometrija potpornog zida

H (m)	3,80
h (m)	3,50
t (m)	0,30
n	0
B (m)	1,90
a (m)	0,00
c (m)	1,70
d (m)	0,20
e (m)	0,00
α (°)	0,00
s (m)	3,50
r (m)	0,00
p (m)	0,00
x (m)	0,00
γ_{zida} (kN/m ³)	25,00

parametri tla - rasip iz zida

$c_{\text{u, rasip}}$	0,00
$\phi_{\text{u, rasip}}$	30,00
γ_{rasipa} (kN/m ³)	21,00

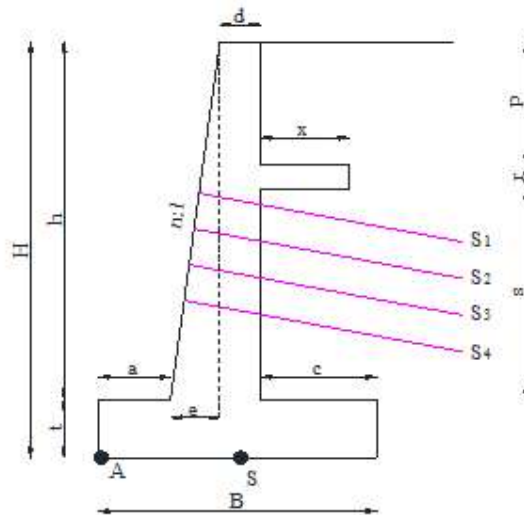
parametri tla - temeljno tlo

$c_{\text{u, temeljno tlo}}$ (kPa)	0,00
$\phi_{\text{u, temeljno tlo}}$	38,00
$\gamma_{\text{temeljno tlo}}$ (kN/m ³)	20,00
q (kPa)	423,00

projektna nosivost temeljnog tla (podaci preuzeti iz geotehničkog elaborata)

dodatno opterećenje

g (kN/m ²)	0,00
q (kN/m ²)	5,00



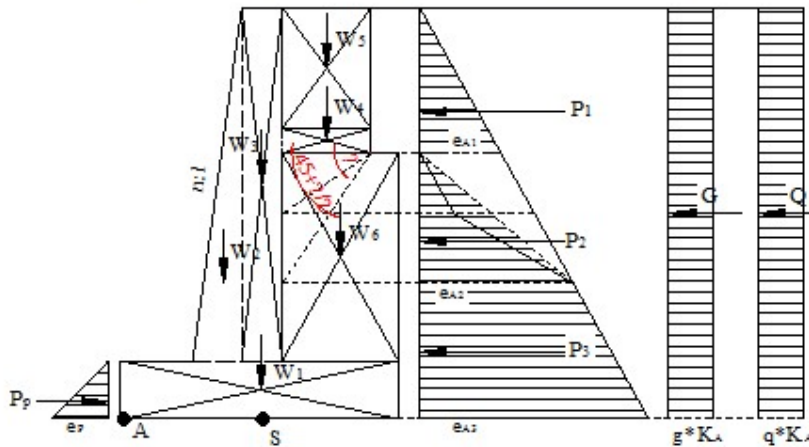
sidra				
sidro	sila u sidru (kN)	vertikalna udaljenost iz među sidara (m)	hvatnište sidra (udaljenost od vrha zida)	nagib od horizontale (°)
S1	0,00	/	0,00	20,00
S2	0,00	0,00	0,00	0,00
S3	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00

HRN ENV 1997-1:2001	Slučaj C		Slučaj B		Opis faktora
trajno nepovoljno	$\gamma_{\text{d, stat}}$	1,00	$\gamma_{\text{d, stat}}$	1,35	Parcijalni faktori djelovanja γ_s
trajno povoljno	$\gamma_{\text{d, stat}}$	1,00	$\gamma_{\text{d, stat}}$	1,00	
promjenljivo nepovoljno	$\gamma_{\text{d, stat}}$	1,30	$\gamma_{\text{d, stat}}$	1,50	
efektivni kut trenja	γ_{gg}	1,25	γ_{gg}	1,00	Parcijalni faktori svojstva materijala γ_{M1}
efektivna kohezija	γ_c	1,60	γ_c	1,00	

Parametri zasipa iz zida i temeljnog tla-projektni parametri HRN ENV 1997-1:2001

Zasip - Slučaj C		Zasip - Slučaj B	
tg φ_p	0,46188	tg φ_p	0,57735
φ_p (°)	24,79	φ_p (°)	30,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	8,26	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,00
c _p (kPa)	0,00	c _p (kPa)	0,00
K_A	0,409	K_A	0,333
K_p	2,444	K_p	3,000

Temeljno tlo - Slučaj C		Temeljno tlo - Slučaj B	
tg φ_p	0,62503	tg φ_p	0,78129
φ_p (°)	32,01	φ_p (°)	38,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,67	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	12,67
c _p (kPa)	0,00	c _p (kPa)	0,00
K_A	0,307	K_A	0,238
K_p	3,255	K_p	4,204



Djelovanja na potporni zid

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos tlaka na zid	HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos tlaka na zid
e_{A1} (kPa)	0,00	e_{A1} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	0,00	e_{A2} (kPa)	0,00
e_{A3} (kPa)	28,35	e_{A3} (kPa)	23,10
e_p (kPa)	45,58	e_p (kPa)	58,85
stalno opterećenje g (kPa)	0,00	stalno opterećenje g (kPa)	0,00
pokretno opterećenje q (kPa)	2,05	pokretno opterećenje q (kPa)	1,67

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{su}	P _{iv}	x _i A	y _i A	x _i S	y _i S
P _{A,1}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A,2}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A,3}	46,78	46,78	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
P _z	15,95	15,95	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
Q	6,75	6,75	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
W ₁	14,25	0,00	14,25	0,95	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,95	0,00
W ₃	15,00	0,00	15,00	0,10	0,00	-0,85	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₆	107,10	0,00	107,10	1,05	0,00	0,10	0,00

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{su}	P _{iv}	x _i A	y _i A	x _i S	y _i S
P _{A,1}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A,2}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A,3}	38,12	38,12	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
P _z	20,60	20,60	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
Q	5,50	5,50	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
W ₁	14,25	0,00	14,25	0,95	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,95	0,00
W ₃	15,00	0,00	15,00	0,10	0,00	-0,85	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₆	107,10	0,00	107,10	1,05	0,00	0,10	0,00

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$$F_{20} = \frac{M_{st,d}}{M_{art,d}}$$

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$M_{st,d}$	$\leq$	$M_{art,d}$	$M_{st,d}$	$\leq$	$M_{art,d}$
65,94		129,09	70,21		129,55
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{20} = 1,96$			$F_{20} = 1,85$		

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$$F_{21} = \frac{T_{maguće}}{T_{potrebna}}; T_{maguće} = N \cdot \tan \psi$$

$$\tan \psi \leq \tan \phi$$

temeljno tlo	HRN ENV 1997-1:2001			
	Slučaj C		Slučaj B	
$\tan \phi$, temeljno tlo (°)	0,63		0,78	
ϕ , temeljno tlo (°)	32,01		38,00	
Kontrola stabilnosti na klizanje po temeljnoj plohi	$T_{maguće}$	$T_{potrebna}$	$T_{maguće}$	$T_{potrebna}$
	85,22	> 39,61	106,53	> 39,11
ZADOVOLJAVA		ZADOVOLJAVA		
$F_{21} = 2,15$		$F_{21} = 2,72$		

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$ $A = b \cdot h$ $W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$	uzdužna proračunska sila	HRN ENV 1997-1:2001	
	moment oko točke S	$N_s =$	136,35 kN/m'
$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$ $\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$	površina	$M_s =$	50,98 kNm/m'
	moment otpora	$A =$	1,90 m ²
Javljaju se vlačna naprezanja, potrebna redukcija temeljne plohe	Naprezanje na dodiru temelj-tlo za kruti temelj	$W =$	0,60 m ²
		$\sigma_1 =$	156,50 kPa
		$\sigma_2 =$	-12,97 kPa
		$e =$	0,37 m
		$h' =$	1,73 m
		$\sigma_1 =$	157,79 kPa
		$\sigma_2 =$	0,00 kPa

Projektna nosivost tla $\rightarrow q_b = 423,00$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_b = 423,00 \text{ kPa} > q = 157,79 \text{ kPa}$
ZADOVOLJAVA

SEIZMIČKA ANALIZA

EN 1998-5: 2004 dodatak E (utjecaj potresa na opterećenje potpornog zida) UKUPNA proračunska sila E_d kojom će djelovati na potpunu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H):

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2$$

$$K = \left[\frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \right]$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{(1 \pm k_v)}$$

nagib zida	ψ (°)	90,00
kut trenja zasipa	φ (°)	24,79
	θ (°)	4,92
nagib terena iza zida	β (°)	0,00
kut zakretanja sile	δ (°)	0,00
horizontalni potresni koef	k_h	0,09
vertikalni potresni koef	k_v	0,05

Seizmički pritisak tla na potporni zid

K=	0,469
E ₀ =	56,05 kN/m
y _{ad} =	1,65 m
E _{potresno} =E ₀ ·D ₀ =	9,27 kN/m

Seizmička inercijalna sila na potporni zid

W1	→	F _{h,zid} =	1,28 kN/m	F _{v,zid} =	0,64 kN/m
W2	→	F _{h,zid} =	0,00 kN/m	F _{v,zid} =	0,00 kN/m
W3	→	F _{h,zid} =	1,35 kN/m	F _{v,zid} =	0,68 kN/m
W4	→	F _{h,zid} =	0,00 kN/m	F _{v,zid} =	0,00 kN/m
W5	→	F _{h,zid} =	0,00 kN/m	F _{v,zid} =	0,00 kN/m
W6	→	F _{h,zid} =	9,64 kN/m	F _{v,zid} =	4,82 kN/m

Seizmički pritisak tla usljed djelovanja korisanog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa uz potporni zid; djelovanje sile 0,28·H (od vrha potpornog zida)

promet	→	E _{s(x)} =	2,81 kN/m
		y _{sa(0)} =	2,38 m
slojevi ceste	→	E _{s(x)} =	0,00 kN/m
		y _{sa(0)} =	2,38 m

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$M_{st,d}$	$M_{prev,d}$
100,10	=< 129,09
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,29

$$F_{sp} = \frac{M_{st,d}}{M_{prev,d}}$$

$$F_{min} = 1,0$$

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$\tan \phi_p$, temeljno tlo (°)	0,63
ϕ_p , temeljno tlo (°)	32,01
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,72

$$F_{sp} = \frac{T_{nazguc}}{T_{potrebna}}; T_{nazguc} = N \cdot \tan \psi$$

$$\tan \psi \leq \tan \phi$$

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN EN 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

uzdužna proračunska sila	$N_d = 136,35$ kN/m'	$\sigma_{1,2} = \frac{N_d}{A} \pm \frac{M_d}{W}$
moment oko točke S	$M_d = 63,81$ kNm/m'	
	$A = 1,90$ m ²	$A = b \cdot h$
	$W = 0,60$ m ³	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1$ m'
Naprezanje na dodiru temelj-tlo (reaktivni pritisak) za kruti temelj	$\sigma_1 = 177,81$ kPa $\sigma_2 = -34,29$ kPa	$e = \frac{M_d}{N_d}$
	$e = 0,47$ m	
Preraspodjela naprezanja, tlo ne može primiti vlačna naprezanja	$h' = 1,45$ m	$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$
Javljaju se vlačna naprezanja, potrebna redukcija temeljne plohe	$\sigma_1 = 188,57$ kPa $\sigma_2 = 0,00$ kPa	$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_d}{b \cdot h'}$ $\sigma'_2 = 0$ kPa

Projektna nosivost tla	→	$q_b = 423,00$	
Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla			
$q_b = 423,00$ kPa	>	$q = 188,57$ kPa	
ZADOVOLJAVA			

10.4.2.4 Tip 4 (h=3,0m)

Statička visina potpornih zidova za dokazivanje stabilnosti potpornih zidova i proračuna potrebne armature proračunava se na visini H (pogledati vrijednos u tablici ispod).

$$\Delta H = \min(0,10 \cdot 3,5 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = \min(0,35 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = 0,30 \text{ m}$$

Usvaja se dubina neplaniranog iskopa u vrijednosti 0,4 m

Dubina temeljenja tj. visina tla ispred potpornog zida $D_f, d = 0,80 \text{ m} - 0,4 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$

Geometrija potpornog zida

H (m)	3,30
h (m)	3,00
t (m)	0,30
n	0
B (m)	1,90
a (m)	0,00
c (m)	1,70
d (m)	0,20
e (m)	0,00
α (°)	0,00
s (m)	3,00
r (m)	0,00
p (m)	0,00
x (m)	0,00
γ_{zid} (kN/m ³)	25,00

parametri tla - rasip iz zida

$c_{0, \text{rasip}}$	0,00
$\phi_{0, \text{rasip}}$	30,00
γ_{rasipa} (kN/m ³)	21,00

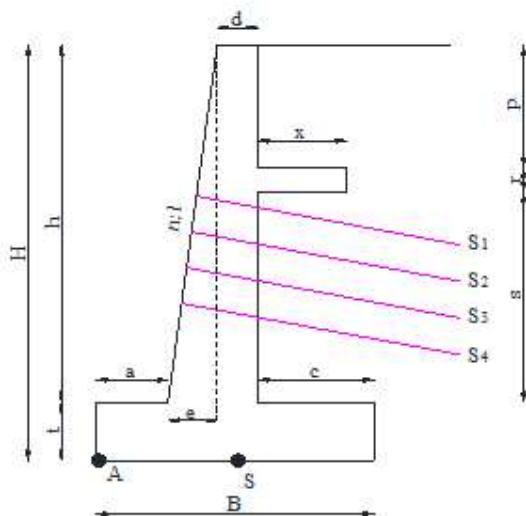
parametri tla - temeljno tlo

$c_{0, \text{temeljno tlo}}$ (kPa)	0,00
$\phi_{0, \text{temeljno tlo}}$	38,00
$\gamma_{\text{temeljno tlo}}$ (kN/m ³)	20,00
q_c (kPa)	423,00

projektna nosivost temeljnog tla (podaci preuzeti iz geotehničkog elaborata)

dodatno opterećenje

g (kN/m ²)	0,00
q (kN/m ²)	5,00



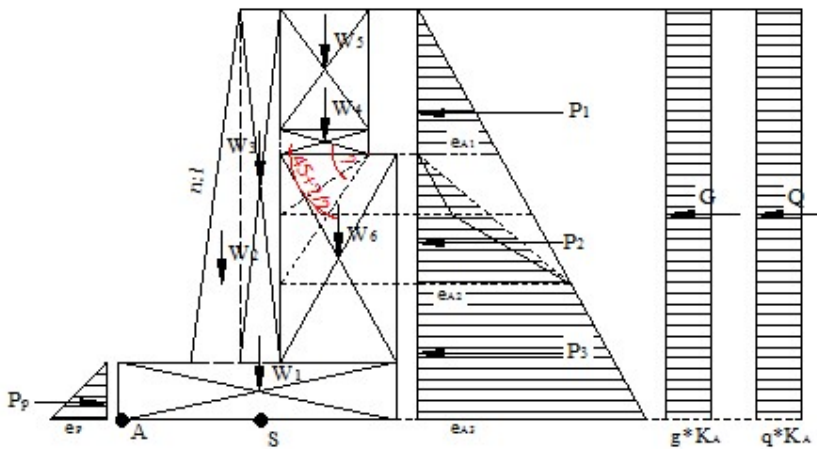
sidra				
sidro	sila u sidru (kN)	vertikalna udaljenost između sidara (m)	hvatnište sidra (udaljenost od vrha zida)	nagib od horizontalne (°)
S1	0,00	/	0,00	20,00
S2	0,00	0,00	0,00	0,00
S3	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00

HRN ENV 1997-1:2001	Slučaj C		Slučaj B		Opis faktora
trajno nepovoljno	$\gamma_{Q, det}$	1,00	$\gamma_{Q, det}$	1,35	Parcijalni faktori djelovanja γ_s
trajno povoljno	$\gamma_{Q, std}$	1,00	$\gamma_{Q, std}$	1,00	
promjenljivo nepovoljno	$\gamma_{Q, det}$	1,30	$\gamma_{Q, det}$	1,50	
efektivni kut trenja	γ_{ϕ}	1,25	γ_{ϕ}	1,00	Parcijalni faktori svojstva materijala γ_M
efektivna kohezija	γ_c	1,60	γ_c	1,00	

Parametri zasipa iz zida i temeljnog tla-projektni parametri HRN ENV 1997-1:2001

Zasip - Slučaj C		Zasip - Slučaj B	
tg φ_p	0,46188	tg φ_p	0,57735
φ_p (°)	24,79	φ_p (°)	30,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	8,26	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,00
c _p (kPa)	0,00	c _p (kPa)	0,00
K _A	0,409	K _A	0,333
K _p	2,444	K _p	3,000

Temeljno tlo - Slučaj C		Temeljno tlo - Slučaj B	
tg φ_p	0,62503	tg φ_p	0,78129
φ_p (°)	32,01	φ_p (°)	38,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,67	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	12,67
c _p (kPa)	0,00	c _p (kPa)	0,00
K _A	0,307	K _A	0,238
K _p	3,255	K _p	4,204



Djelovanja na potporni zid

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos tlaka na zid	HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos tlaka na zid
e_{A1} (kPa)	0,00	e_{A1} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	0,00	e_{A2} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	28,35	e_{A2} (kPa)	23,10
e_p (kPa)	45,58	e_p (kPa)	58,85
stalno opterećenje g (kPa)	0,00	stalno opterećenje g (kPa)	0,00
pokretno opterećenje q (kPa)	2,05	pokretno opterećenje q (kPa)	1,67

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{uk}	P _{iv}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A3}	46,78	46,78	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
P _p	15,95	15,95	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
Q	6,75	6,75	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
W ₁	14,25	0,00	14,25	0,95	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,95	0,00
W ₃	15,00	0,00	15,00	0,10	0,00	-0,85	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₆	107,10	0,00	107,10	1,05	0,00	0,10	0,00

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{uk}	P _{iv}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	3,30
P _{A3}	38,12	38,12	0,00	0,00	1,10	0,00	1,10
P _p	20,60	20,60	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
G	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
Q	5,50	5,50	0,00	0,00	1,65	0,00	1,65
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	-0,95	3,30
W ₁	14,25	0,00	14,25	0,95	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,95	0,00
W ₃	15,00	0,00	15,00	0,10	0,00	-0,85	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,75	0,00
W ₆	107,10	0,00	107,10	1,05	0,00	0,10	0,00

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$$F_{sp} = \frac{M_{st,d}}{M_{dt,d}}$$

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$M_{st,d}$		$M_{dt,d}$	$M_{st,d}$		$M_{dt,d}$
65,94	=<	129,09	70,21	=<	129,55
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} =$	1,96		$F_{sp} =$	1,85	

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$$F_T = \frac{T_{maguce}}{T_{potrebna}}; T_{maguce} = N \cdot \tan \psi$$

$$\tan \psi \leq \tan \varphi$$

		HRN ENV 1997-1:2001		
temeljno tlo		Slučaj C	Slučaj B	
tgφ _{temeljno tlo} (°)		0,63	0,78	
φ _{temeljno tlo} (°)		32,01	38,00	
Kontrola stabilnosti na klizanje po temeljnoj plohi	T _{maguce}	T _{potrebno}	T _{maguce}	T _{potrebno}
	85,22	> 39,61	106,53	> 39,11
ZADOVOLJAVA		ZADOVOLJAVA		
F _{sp} = 2,15		F _{sp} = 2,72		

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Javljaju se vlačna naprezanja,
potrebna redukcija temeljne plohe

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S
površina
moment otpora
Naprezanje na dodiru temelj-tlo
za kruti temelj

$$e = \frac{M_s}{N_s}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

HRN ENV 1997-1:2001			
$N_s =$	136,35	kN/m'	
$M_s =$	50,98	kNm/m'	
$A =$	1,90	m ²	
$W =$	0,60	m ³	
$\sigma_1 =$	156,50	kPa	
$\sigma_2 =$	-12,97	kPa	
$e =$	0,37	m	
$h' =$	1,73	m	
$\sigma'_1 =$	157,79	kPa	
$\sigma'_2 =$	0,00	kPa	

Projektna nosivost tla $\rightarrow q_b = 423,00$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$$q_b = 423,00 \text{ kPa} > q = 157,79 \text{ kPa}$$

ZADOVOLJAVA

SEIZMIČKA ANALIZA

EN 1998-5: 2004 dodatak E (utjecaj potresa na opterećenje potpornog zida) UKUPNA proračunska sila E_d kojom dolje djeluje na potpunu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H):

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2$$

$$K = \left[\frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)} \right]} \right]$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{(1 \pm k_v)}$$

nagib zida	ψ (°)	90,00
kut trenja zasipa	φ (°)	24,79
	θ (°)	4,92
nagib terena iza zida	β (°)	0,00
kut zakretanja sile	δ (°)	0,00
horizontalni potresni koef	k_h	0,09
vertikalni potresni koef	k_v	0,05

Seizmički pritisak tla na potporni zid

K	=	0,469
E_d	=	56,05 kN/m
$y_{d,zid}$	=	1,65 m
$E_{potresno} = E_d \cdot P_0$	=	9,27 kN/m

Seizmička inercijalna sila na potporni zid

W1	→	$F_{h,zid}$	=	1,28 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,64 kN/m
W2	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W3	→	$F_{h,zid}$	=	1,35 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,68 kN/m
W4	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W5	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W6	→	$F_{h,zid}$	=	9,64 kN/m	$F_{v,zid}$	=	4,82 kN/m

Seizmički pritisak tla usljed djelovanja korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa uz potporni zid; djelovanje sile $0,28 \cdot H$ (od vrha potpornog zida)

promet	→	$E_s(x)$	=	2,81 kN/m
		$y_{s,zid}$	=	2,38 m
slojevi ceste	→	$E_s(x)$	=	0,00 kN/m
		$y_{s,zid}$	=	2,38 m

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$M_{st,d}$	$M_{pr,d}$
100,10	129,09
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,29

$$F_{sp} = \frac{M_{pr,d}}{M_{st,d}}$$

$$F_{min} = 1,0$$

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$\tan \phi_{p, temelj/tlo} (^{\circ})$	0,63
$\phi_{p, temelj/tlo} (^{\circ})$	32,01
$T_{mag,d}$	$T_{potrebna}$
85,22	49,60
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,72

$$F_s = \frac{T_{mag,d}}{T_{potrebna}}; T_{mag,d} = N \cdot \tan \phi$$

$$\tan \phi \leq \tan \phi$$

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN EN V 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S

$N_k =$	136,35	kN/m'
$M_k =$	63,61	kNm/m'
$A =$	1,90	m ²
$W =$	0,60	m ³

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_k}{A} \pm \frac{M_k}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Naprezanje na dodiru temelj-tlo (reaktivni
pritisak) za kruti temelj

$\sigma_1 =$	177,81	kPa
$\sigma_2 =$	-34,29	kPa

Preraspodjela naprezanja, tlo ne
može primiti vlačna naprezanja

$e =$	0,47	m
$h' =$	1,45	m

$$e = \frac{M_k}{N_k}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_k}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

Javlja se vlačna naprezanja, potrebna
redukcija temeljne plohe

$\sigma_1 =$	188,57	kPa
$\sigma_2 =$	0,00	kPa

Projektna nosivost tla

→ $q_b =$ 423,00

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_b =$ 423,00 kPa > $q =$ 188,57 kPa

ZADOVOLJAVA

10.4.2.5 Tip 5 (h=1,0m)

Statička visina potpornih zidova za dokazivanje stabilnosti potpornih zidova i proračuna potrebne armature proračunava se na visini H (pogledati vrijednos u tablici ispod).

$$\Delta H = \min(0,10 \cdot 1,0 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = \min(0,10 \text{ m}; 0,50 \text{ m}) = 0,10 \text{ m}$$

Usvaja se dubina neplaniranog iskopa u vrijednosti 0,20 m

Dubina temeljenja tj. visina tla ispred potpornog zida $D_f, d = 0,80 \text{ m} - 0,20 \text{ m} = 0,60 \text{ m}$

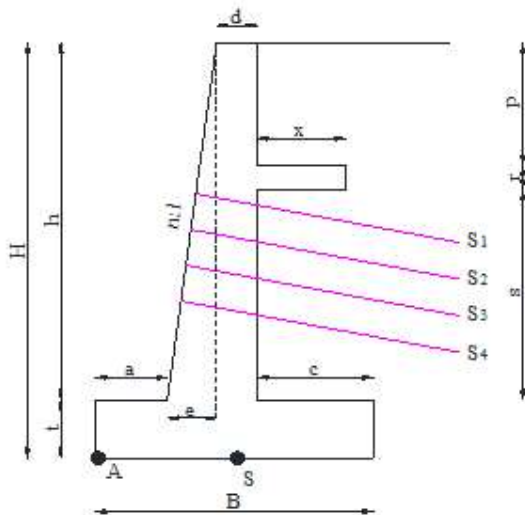
Geometrija potpornog zida

H (m)	1,20
h (m)	1,00
t (m)	0,20
n	0
B (m)	0,70
a (m)	0,00
c (m)	0,50
d (m)	0,20
e (m)	0,00
α (°)	0,00
s (m)	1,00
r (m)	0,00
p (m)	0,00
x (m)	0,00
γ_{zida} (kN/m ³)	25,00

parametri tla - rasip iz zida	
c_{rasip}	0,00
ϕ_{rasip}	30,00
γ_{rasip} (kN/m ³)	21,00

parametri tla - temeljno tlo	
$c_{\text{temeljno tlo}}$ (kPa)	0,00
$\phi_{\text{temeljno tlo}}$	38,00
$\gamma_{\text{temeljno tlo}}$ (kN/m ³)	20,00
q_c (kPa)	423,00

dodatno opterećenje	
g (kN/m ²)	0,00
q (kN/m ²)	5,00



projektna nosivost temeljnog tla (podaci preuzeti iz geotehničkog elaborata)

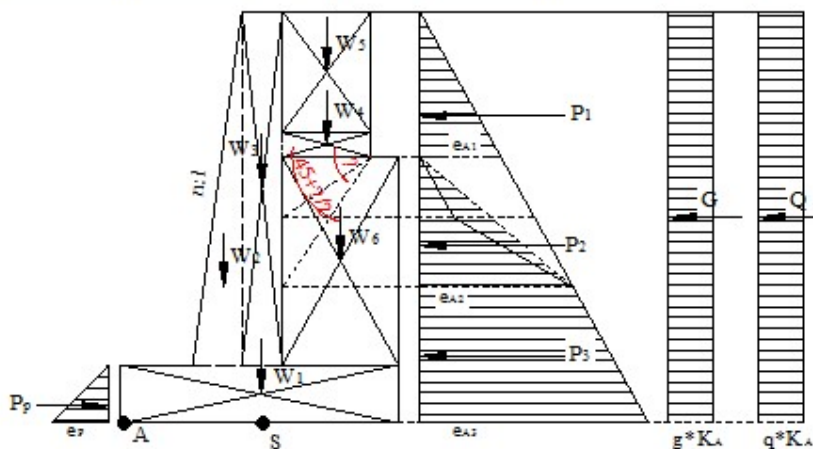
sidra				
sidro	sila u sidru (kN)	vertikalna udaljenost iz među sidara (m)	hvatarište sidra (udaljenost od vrha zida)	nagib od horizontalne (°)
S1	0,00	/	0,00	20,00
S2	0,00	0,00	0,00	0,00
S3	0,00	0,00	0,00	0,00
S4	0,00	0,00	0,00	0,00

HRN ENV 1997-1:2001	Slučaj C	Slučaj B	Opis faktora
trajno nepovoljno	$\gamma_{G, \text{det}}$ 1,00	$\gamma_{G, \text{det}}$ 1,35	Parcijalni faktori djelovanja γ_s
trajno povoljno	$\gamma_{G, \text{sto}}$ 1,00	$\gamma_{G, \text{sto}}$ 1,00	
promjenljivo nepovoljno	$\gamma_{Q, \text{det}}$ 1,30	$\gamma_{Q, \text{det}}$ 1,50	Parcijalni faktori svojstva materijala γ_M
efektivni kut trenja	$\gamma_{\phi s}$ 1,25	$\gamma_{\phi s}$ 1,00	
efektivna kohezija	γ_c 1,60	γ_c 1,00	

Parametri zasipa iz zida i temeljnog tla-projekttni parametri HRN ENV 1997-1:2001

Zasip - Slučaj C		Zasip - Slučaj B	
tg φ_p	0,46188	tg φ_p	0,57735
φ_p (°)	24,79	φ_p (°)	30,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	8,26	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,00
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_A	0,409	K_A	0,333
K_p	2,444	K_p	3,000

Temeljno tlo - Slučaj C		Temeljno tlo - Slučaj B	
tg φ_p	0,62503	tg φ_p	0,78129
φ_p (°)	32,01	φ_p (°)	38,00
$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	10,67	$\delta(1/3 \varphi_p)$ (°)	12,67
cp (kPa)	0,00	cp (kPa)	0,00
K_A	0,307	K_A	0,238
K_p	3,255	K_p	4,204



Djelovanja na potporni zid

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos tlaka na zid	HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos tlaka na zid
e_{A1} (kPa)	0,00	e_{A1} (kPa)	0,00
e_{A2} (kPa)	0,00	e_{A2} (kPa)	0,00
e_{A3} (kPa)	10,31	e_{A3} (kPa)	8,40
e_p (kPa)	52,09	e_p (kPa)	67,26
stalno opterećenje g (kPa)	0,00	stalno opterećenje g (kPa)	0,00
pokretno opterećenje q (kPa)	2,05	pokretno opterećenje q (kPa)	1,67

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj C	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{uh}	P _{iv}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20
P _{A3}	6,19	6,19	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40
P _y	20,83	20,83	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60
Q	2,45	2,45	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
W ₁	3,50	0,00	3,50	0,35	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,35	0,00
W ₃	5,00	0,00	5,00	0,10	0,00	-0,25	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,15	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,15	0,00
W ₆	10,50	0,00	10,50	0,45	0,00	0,10	0,00

HRN ENV 1997-1:2001 Slučaj B	iznos sile (kN/m')			udaljenost do točke A (m)		udaljenost do točke S (m)	
	P _i	P _{uh}	P _{iv}	x _A	y _A	x _S	y _S
P _{A1}	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20
P _{A2}	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	1,20
P _{A3}	5,04	5,04	0,00	0,00	0,40	0,00	0,40
P _y	26,90	26,90	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07
G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60
Q	2,00	2,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,60
S ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
S ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
S ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
S ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	-0,35	1,20
W ₁	3,50	0,00	3,50	0,35	0,00	0,00	0,00
W ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,35	0,00
W ₃	5,00	0,00	5,00	0,10	0,00	-0,25	0,00
W ₄	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,15	0,00
W ₅	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	-0,15	0,00
W ₆	10,50	0,00	10,50	0,45	0,00	0,10	0,00

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$$F_{sp} = \frac{M_{st,d}}{M_{pr,d}}$$

HRN ENV 1997-1:2001					
Slučaj C			Slučaj B		
$M_{st,d}$	$M_{pr,d}$		$M_{st,d}$	$M_{pr,d}$	
4,39	7,84	$\leq$	4,52	8,24	$\leq$
ZADOVOLJAVA			ZADOVOLJAVA		
$F_{sp} =$	1,79		$F_{sp} =$	1,82	

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$$F_{\tau} = \frac{T_{maguce}}{T_{potrebna}}; T_{maguce} = N \cdot tg\psi$$

$$tg\psi \leq tg\varphi$$

HRN ENV 1997-1:2001					
temeljno tlo		Slučaj C		Slučaj B	
$tg\varphi_{\text{temeljno tlo}} (^{\circ})$		0,63		0,78	
$\varphi_{\text{temeljno tlo}} (^{\circ})$		32,01		38,00	
Kontrola stabilnosti na klizanje po temeljnoj plohi	T_{maguce}	$T_{potrebna}$		T_{maguce}	$T_{potrebna}$
	11,88	> -11,46		14,84	> -17,10
	ZADOVOLJAVA		ZADOVOLJAVA		
	$F_{sp} =$	-1,04		$F_{sp} =$	-0,87

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN ENV 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_s}{A} \pm \frac{M_s}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

uzdužna proračunska sila
moment oko točke 5
površina
moment otpora
Naprezanje na dodiru temelj-tlo
za kruti temelj

HRN ENV 1997-1:2001	
$N_s =$	19,00 kN/m'
$M_s =$	1,62 kNm/m'
$A =$	0,70 m ²
$W =$	0,08 m ³
$\sigma_1 =$	47,01 kPa
$\sigma_2 =$	7,28 kPa

Ne javljaju se vlačna naprezanja
na dodirnoj plohi temelj - tlo

$$e = \frac{M_s}{N_s}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_s}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

Projektna nosivost tla $\rightarrow q_b = 423,00$

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_b = 423,00 \text{ kPa} > q = 47,01 \text{ kPa}$
ZADOVOLJAVA

SEIZMIČKA ANALIZA

EN 1998-5: 2004 dodatak E (ujecaj potresa na opterećenje potpornog zida) UKUPNA proračunska sila E_d kojom do djeluje na potpomu konstrukciju (sila djeluje u sredini visine H):

$$E_d = 0,5 \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2$$

$$K = \left[\frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \right]$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{(1 \pm k_v)}$$

nagib zida	ψ (°)	90,00
kut trenja zasipa	φ (°)	24,79
	θ (°)	4,92
nagib terena iza zida	β (°)	0,00
kut zakretanja sile	δ (°)	0,00
horizontalni potresni koef	k_h	0,09
vertikalni potresni koef	k_v	0,05

Seizmički pritisak tla na potporni zid

K	=	0,469
E_d	=	7,41 kN/m
$y_{d,pd}$	=	0,60 m
$E_{potresno} = E_d \cdot D_0$	=	1,23 kN/m

Seizmička inercijalna sila na potporni zid

W1	→	$F_{h,zid}$	=	0,32 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,16 kN/m
W2	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W3	→	$F_{h,zid}$	=	0,45 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,23 kN/m
W4	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W5	→	$F_{h,zid}$	=	0,00 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,00 kN/m
W6	→	$F_{h,zid}$	=	0,95 kN/m	$F_{v,zid}$	=	0,47 kN/m

Seizmički pritisak tla usljed djelovanja korisnog opterećenja na slobodnoj horizontalnoj površini nasipa uz potporni zid; djelovanje sile 0,28*H (od vrha potpornog zida)

promet	→	$E_d(x)$	=	1,02 kN/m
		$y_{d,pd}$	=	0,86 m
slojevi ceste	→	$E_d(x)$	=	0,00 kN/m
		$y_{d,pd}$	=	0,86 m

1. Kontrola na stabilnost na prevrtanje oko točke A

Odnos momenata svih sila oko točke A koje zadržavaju zida da se ne prevrne, prema momentu svih sila koje prevrću konstrukciju

Kontrola stabilnosti na prevrtanje
oko krajnje točke zida - točka A

$M_{st.d}$	$M_{pr.d}$
5,99	7,84
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	1,31

$$F_{sp} = \frac{M_{pr.d}}{M_{st.d}}$$

$$F_{st.d} = 1,0$$

2. Kontrola na klizanje

Odnos sile trenja na dodiru temelj-tlo prema horizontalnim silama koje guraju zid

$\tan \phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	0,63
$\phi_{p, temeljno tlo} (^{\circ})$	32,01
$T_{magu ba}$	$T_{potrebna}$
11,88	-10,16
ZADOVOLJAVA	
$F_{sp} =$	-1,17

$$F_{st} = \frac{T_{magu ba}}{T_{potrebna}}; T_{magu ba} = N \cdot \tan \phi$$

$$\tan \phi \leq \tan \phi$$

3. Nosivost tla ispod temelja

Kontrola nosivosti u tlu ispod stipe zida (prema prednormi HRN EN 1997-1:2001) proračun opterećenja se vrši sa karakterističnim vrijednostima parametara, a naprezanje u tlu ispod temelja se uspoređuje s projektnom nosivošću tla

uzdužna proračunska sila
moment oko točke S

$N_d =$	19,00	kN/m'
$M_d =$	1,27	kNm/m'
$A =$	0,70	m ²
$W =$	0,08	m ³
$\sigma_1 =$	42,69	kPa
$\sigma_2 =$	11,59	kPa

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_d}{A} \pm \frac{M_d}{W}$$

$$A = b \cdot h$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}; b = 1 \text{ m'}$$

Naprezanje na dodiru temelj-tlo (reaktivni
pritisak) za kruti temelj

Preraspodjela naprezanja, tlo ne
može primiti vlačna naprezanja

Ne javljaju se vlačna naprezanja na dodirnoj
plohi temelj - tlo

$$e = \frac{M_d}{N_d}$$

$$h' = 3 \cdot (0,5 \cdot h - e)$$

$$\sigma'_1 = \frac{2 \cdot N_d}{b \cdot h'}$$

$$\sigma'_2 = 0 \text{ kPa}$$

Projektna nosivost tla

→ $q_b =$ 423,00

Naprezanje ispod temeljne stope ne smije prekoračiti projektnu nosivost tla

$q_b =$ 423,00 kPa > $q =$ 42,69 kPa
ZADOVOLJAVA

10.5 Dimenzioniranje potpornih zidova

10.5.1 Analiza djelovanja

Vlastita težina elementa određena je prema zadanim karakteristikama materijala, dok su ostala djelovanja određena u skladu s važećim propisima i pravilima struke.

LC1 - vlastita težina konstrukcije

Uzima se iz materijalnih i geometrijskih karakteristika proračunskog modela

LC2 - dodatno stalno djelovanje; tlo iza konstrukcije (pritisak tla u mirovanju)

$$p_i = \gamma \cdot h_i \cdot K_0 \text{ (ovisno o visini tla tj. zasipanja)}$$

Karakteristične vrijednosti

$$\varphi_{\text{soil}} = 38^\circ$$

$$c_{\text{soil}} = 0 \text{ kPa}$$

$$\gamma_{\text{soil}} = 21 \text{ kN/m}^3$$

Projektne vrijednosti

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi_k}{\gamma_{\tan \varphi}}; \quad \varphi_d = \arctg \left(\frac{\tan \varphi_k}{\gamma_{\tan \varphi}} \right)$$

$$\gamma_{\tan \varphi} = 1,0$$

$$\varphi_d = \arctg \left(\frac{\tan \varphi_k}{\gamma_{\tan \varphi}} \right) = 30^\circ$$

Koeficijent tlaka mirovanja (Jaky)

$$K_0 = 1 - \sin \varphi_d = 1 - \sin(30^\circ) = 0,50$$

Opterećenje tlom

$$E_d = K_0 \cdot \gamma \cdot H = 0,50 \cdot 20,0 \cdot 4,0 = 40 \text{ kPa}$$

$$E_d = K_0 \cdot \gamma \cdot H = 0,50 \cdot 20,0 \cdot 3,5 = 35 \text{ kPa}$$

$$E_d = K_0 \cdot \gamma \cdot H = 0,50 \cdot 20,0 \cdot 3,0 = 30 \text{ kPa}$$

$$E_d = K_0 \cdot \gamma \cdot H = 0,50 \cdot 20,0 \cdot 1,75 = 17,5 \text{ kPa}$$

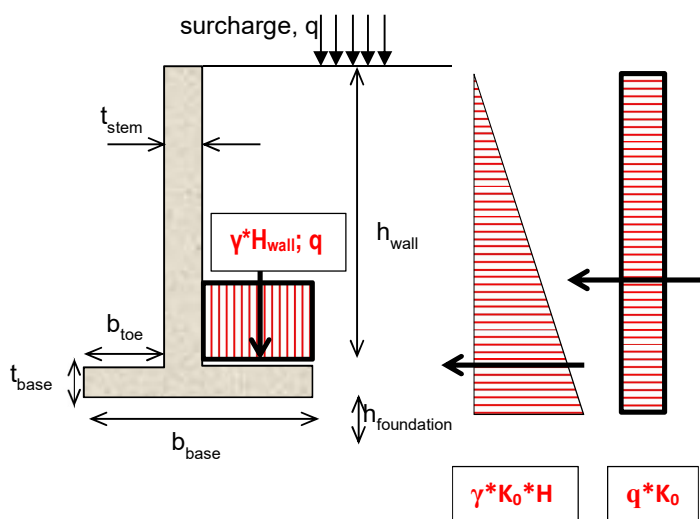
$$E_d = K_0 \cdot \gamma \cdot H = 0,50 \cdot 20,0 \cdot 1,0 = 10 \text{ kPa}$$

LC3 - pokretno, korisno djelovanje:

- mogućnosti pristupa ili gomilanja materijala; usvaja se opterećenje u iznosu **5,00 kN/m²** te opterećenja vatrogasnog vozila **33,3 kN/m²** i po cijeloj površini.

$$q_z = q \cdot K_0 = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ kN/m}^2 \text{ (mogućnost pristupa ili gomilanja materijala)}$$

$$q_z = q \cdot K_0 = 33,3 \cdot 0,5 = 16,65 \text{ kN/m}^2 \text{ (vatrogasno vozilo)}$$



LC4 – djelovanje potresa

E.9 Sila prouzročena tlakom zemlje na krute konstrukcije

Za krute konstrukcije koje su potpuno upete tako da ne može doći do aktivnog stanja u tlu i za vertikalni zid te horizontalni nasip, dodatna dinamička sila prouzročena tlakom zemlje smije se uzeti jednakom

$$\Delta P_d = \alpha \times S \times \gamma H^2 \quad (\text{E.19})$$

gdje je H visina zida.

Potresna sila je modelirana kao jednoliko raspodjeljeno plošno (linijsko) opterećenje po cijloj visini zida iz čega sljede:

$\Delta e_p = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot h$ – dodatni dinamički pritisak na krute konstrukcije

$$\alpha = a_g/g = 0,09g/g = 0,009$$

$$S = 1,00 \text{ (za tlo tipa A)}$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

za h vrijedi :

$$\Delta e_p = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot h = 0,009 \cdot 1,00 \cdot 20,0 \cdot 4,0 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta e_p = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot h = 0,009 \cdot 1,00 \cdot 20,0 \cdot 3,5 = 0,63 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta e_p = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot h = 0,009 \cdot 1,00 \cdot 20,0 \cdot 3,0 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta e_p = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot h = 0,009 \cdot 1,00 \cdot 20,0 \cdot 1,75 = 0,32 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta e_p = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot h = 0,009 \cdot 1,00 \cdot 20,0 \cdot 1,0 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

10.5.2 Kombinacija djelovanja koja se koristi pri dimenzioniranju zid

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se slijedeće kombinacije:

- Za linearnu **statičku provjeru graničnog stanja nosivosti** koristi se kombinacija **CO1-GSN**:

$$\sum_i (\gamma_G * G_{k,i}) + \gamma_Q * Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q * \psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

- Za linearnu **dinamičku** provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija **CO3-potres**:

$$\sum_i (G_i) + \sum_i (\psi_{2,i} * Q_{k,i}) + \gamma_i * A_{Ed}$$

γ_i – koeficijent važnosti, za uobičajene građevine 1,0

A_{Ed} – potresna sila

Za provjeru graničnog stanja naprezanja se koristi sljedeća kombinacija

- Za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija **CO2-GSU**:

$$\sum_i (G_{k,i}) + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} * Q_{k,i})$$

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Materijal	Beton (γ_c)	Čelik (γ_s)
Kombinacija		
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno (γ_G)	Pokretno (γ_Q)	Prednap. (γ_P)
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije (ψ)

Promjenjivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji ψ_0	Česta vrijednost ψ_1	Kvazistalna vrijednost ψ_2
Uporabna opterećenja u zgradama			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
Prometna opterećenja u zgradama			
-Težine vozila ≤ 30 kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila ≤ 30 kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
Opterećenje vjetrom na zgrade	0.6	0.5	0.0
Opterećenje snijegom	0.6	0.2	0.0
Temperatura u zgradama (ne požar)	0.6	0.5	0.0

10.5.3 Odabir zaštitnih slojeva i klase betona elemenata konstrukcije

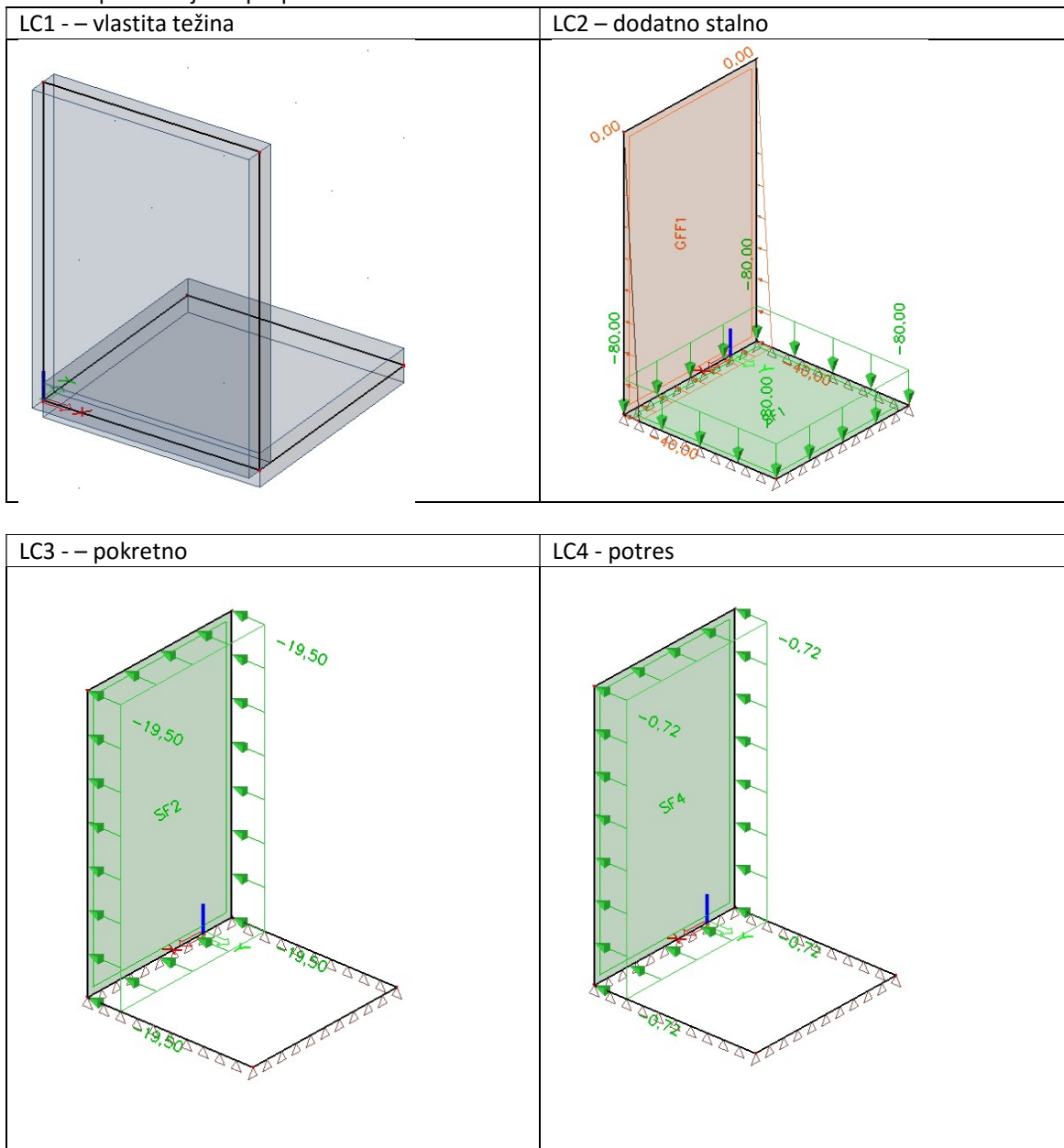
Za odabrani razred izloženosti XC2

- najmanji zaštitni sloj za armaturu 35 mm
- zaštitni sloj s stražnje strane zida 50 mm
- dopuštene odstupanja zaštitnog sloja 5 mm

Potporni zid - zaštitni sloj je 35 mm za sve strane potpornog zida osim za stražnju stranu potpornog zida. Zaštitni sloj s stražnje strane potpornog zida je 50 mm. Ispod temeljne stope se postavlja mršavi beton C12/15 debljine 5 cm čime je spriječen direktni dodir temeljne ploče sa tlom pa zaštitni sloj zadovoljava. Beton za izradu elemenata je C30/37.

10.5.3.1 Tip 1-zid opterećen vatrogasnim vozilom

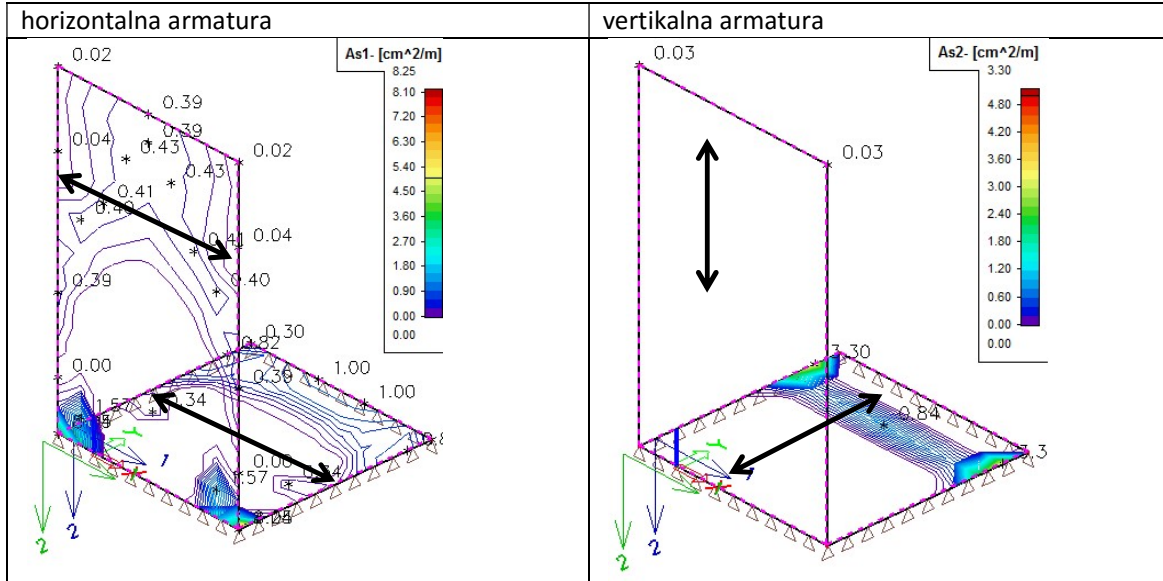
Prikaz opterećenja na potporni zid



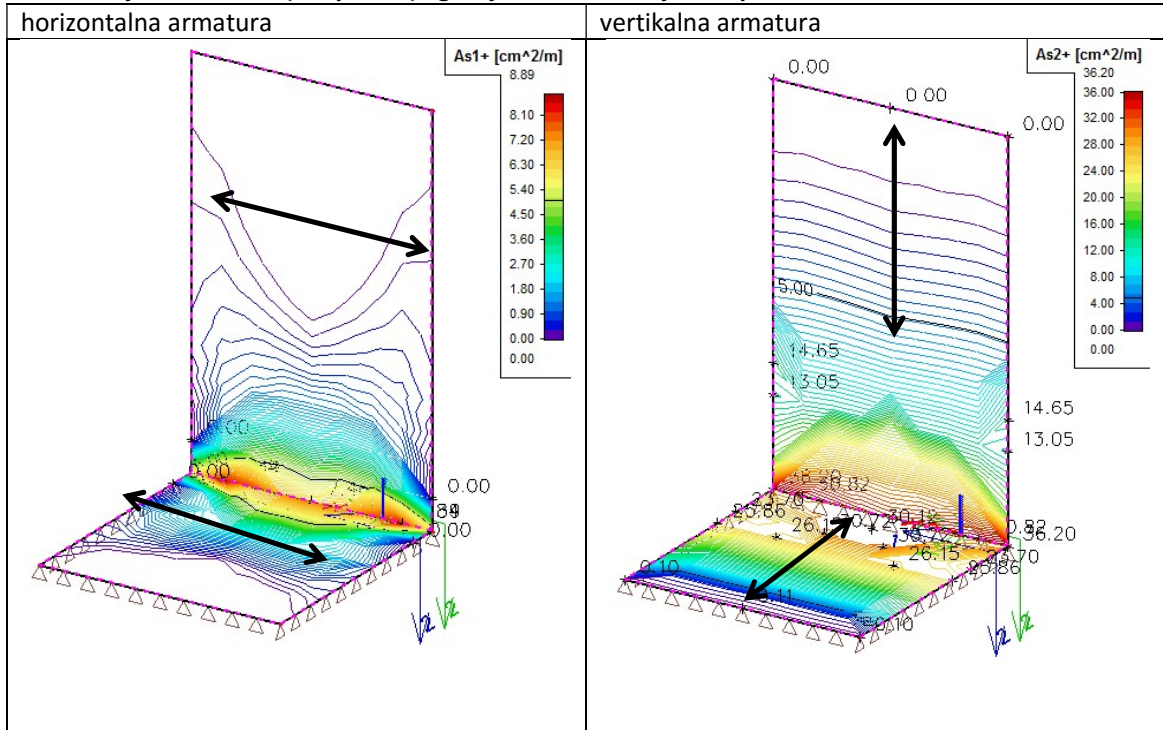
10.5.3.1.1 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja CO1-GSN

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



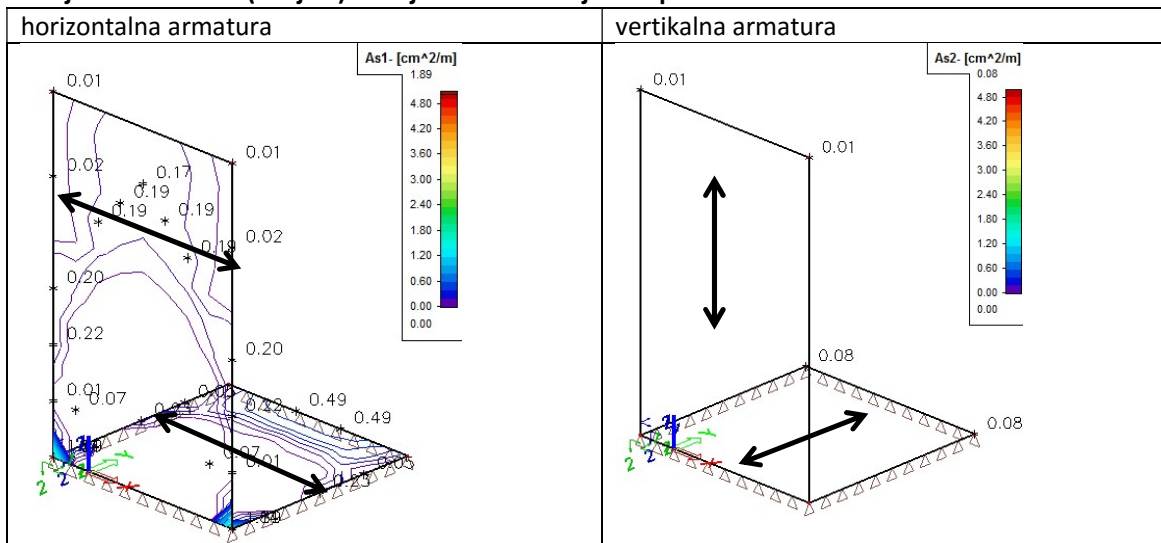
Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



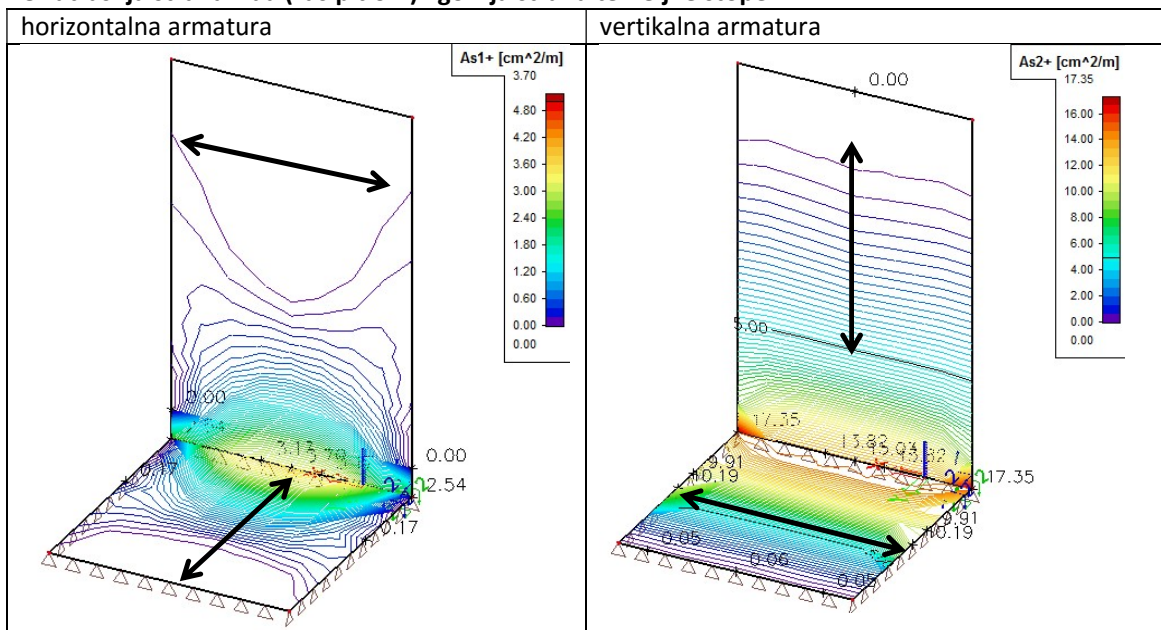
10.5.3.1.2 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C03 - potres

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



10.5.3.1.3 Usvojena armatura potpornog zida

Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN / cm}^2$$

Armatura B 500 B

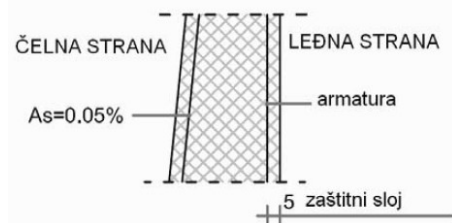
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

Minimalna armatura zidova, debljina zidova b=30 cm

$$A_{s \min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,022 \frac{3,0}{50,0} \cdot 40 \cdot 100 = 5,28 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

$$A_{s \min} = 0,0015 b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 40 \cdot 100 = 6,0 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

Usvojena minimalna armatura za zidove debljine 40 cm; $A_{s \min} = 6,0 \text{ cm}^2 / \text{m}'$



$$A_s, \min = 0,05 A_c = 0,05 \cdot 40 \text{ cm}^2$$

$$A_s, \min = 2,0 \text{ cm}^2$$

Zid

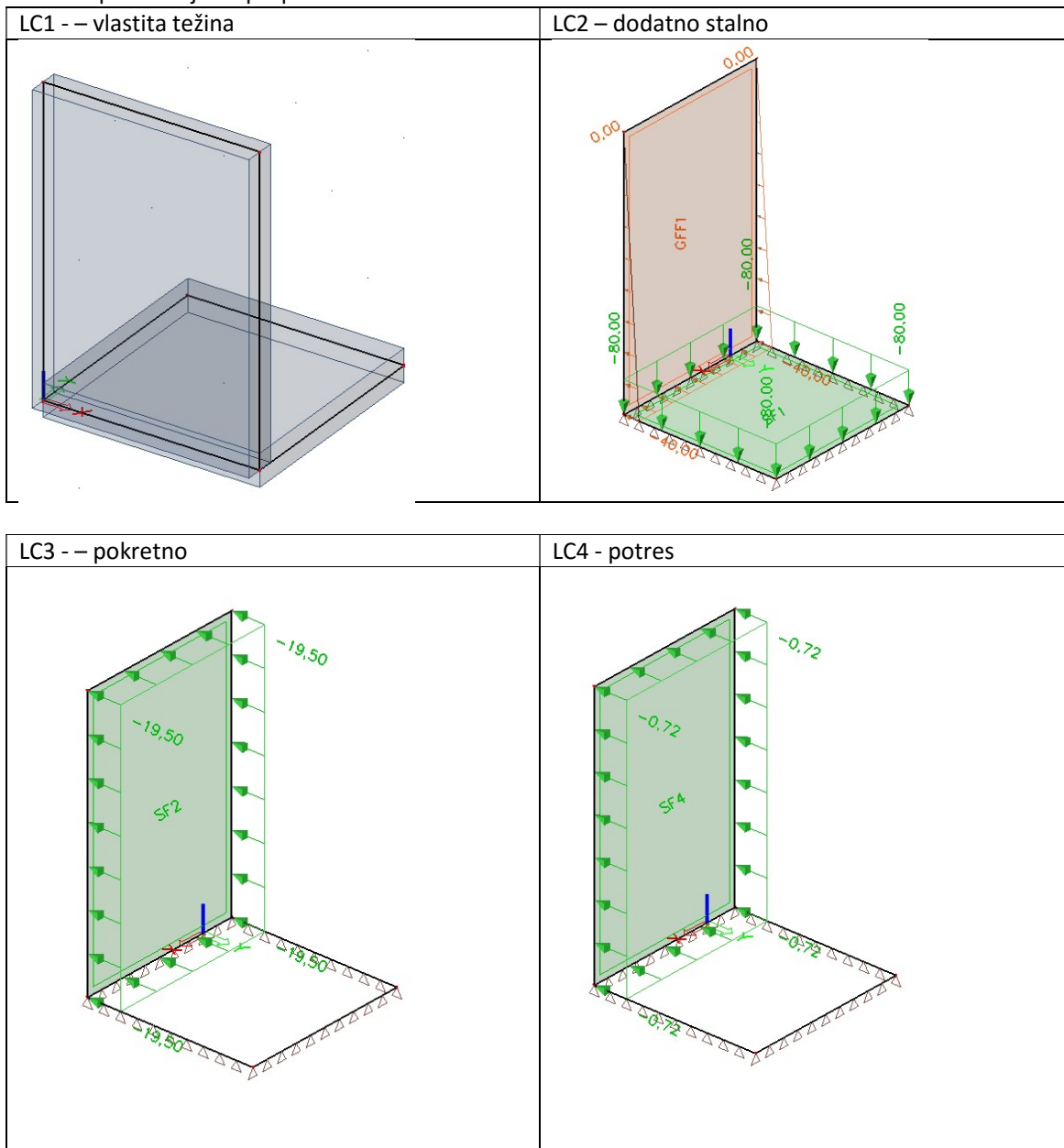
Stražnju stranu potpornog zida armirati mrežama Q636 (preklop mreža 40 cm); prednju stranu zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 30 cm).

Temeljna stopa

Temeljnu stopu armirati mrežama Q503 u gornjoj i Q283 u donjoj zoni, dodatno postaviti šipke (ankere) Ø22/10 sa unutrašnje strane i Ø12/15 sa vanjske strane za povezivanje sa armaturom zida prema prikazanom detalju.

10.5.3.2 Tip 2-zid opterećen vatrogasnim vozilom

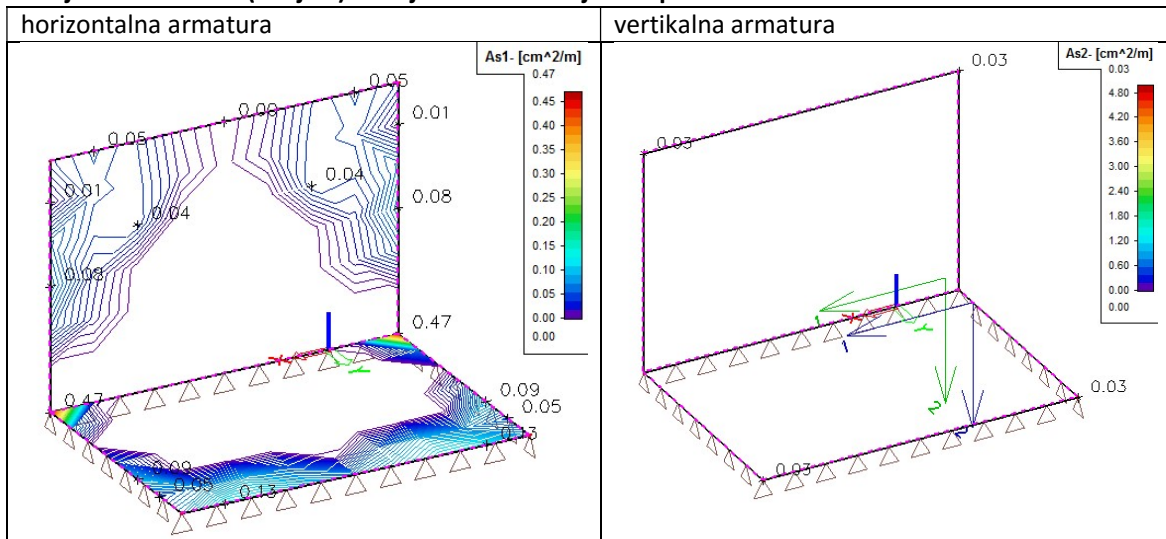
Prikaz opterećenja na potporni zid



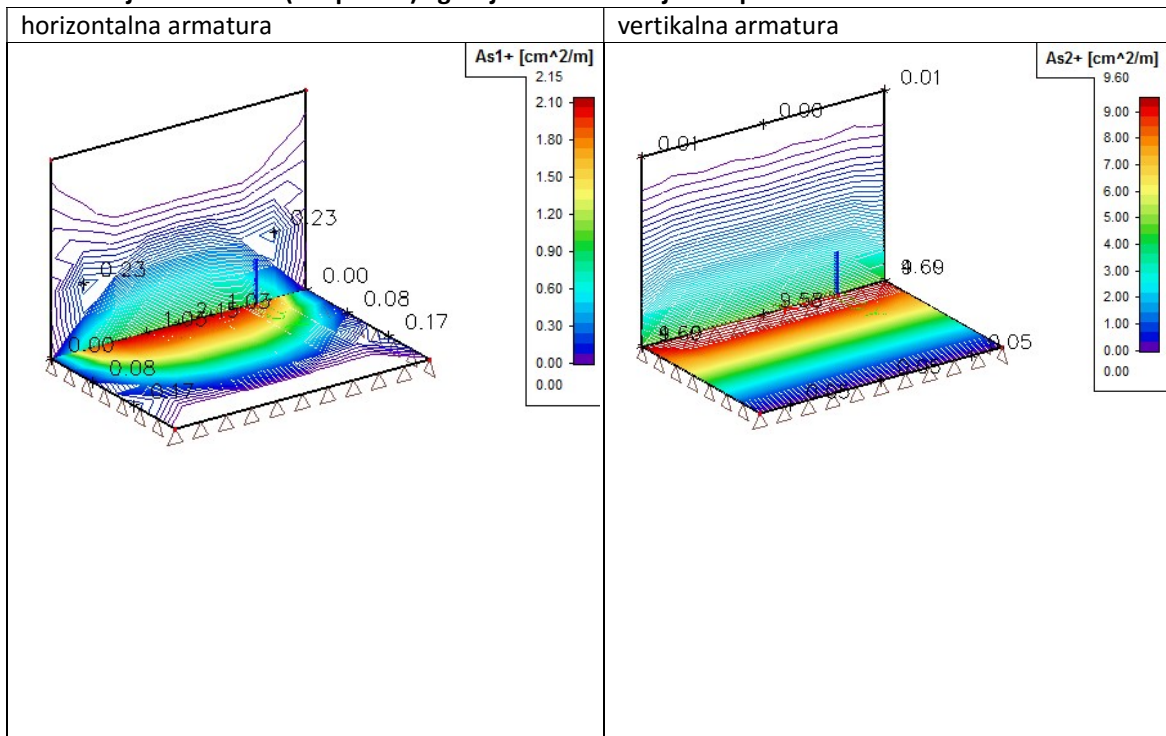
10.5.3.2.1 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C01-GSN

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



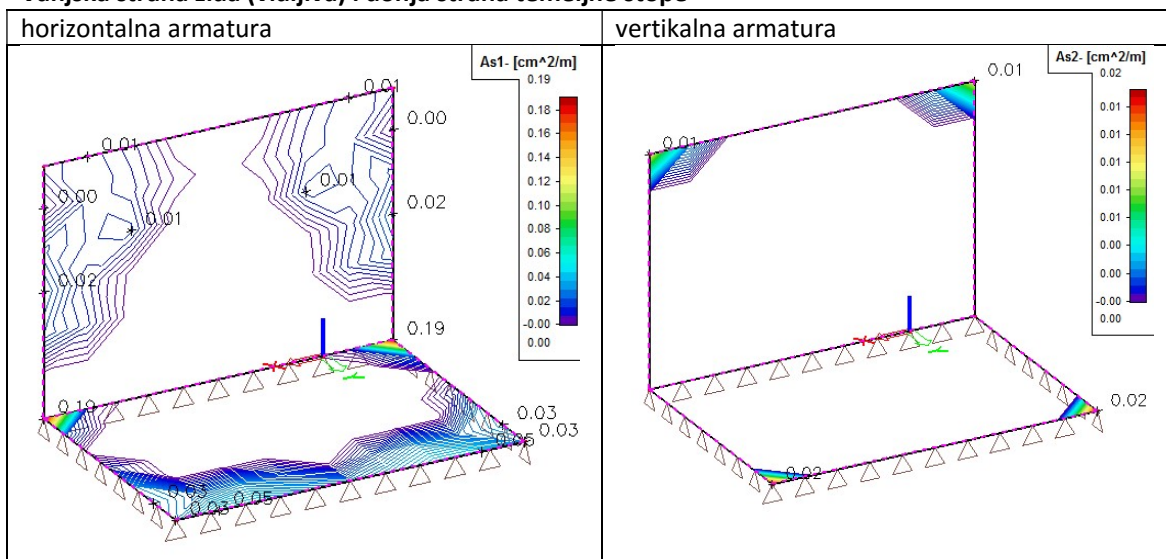
Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



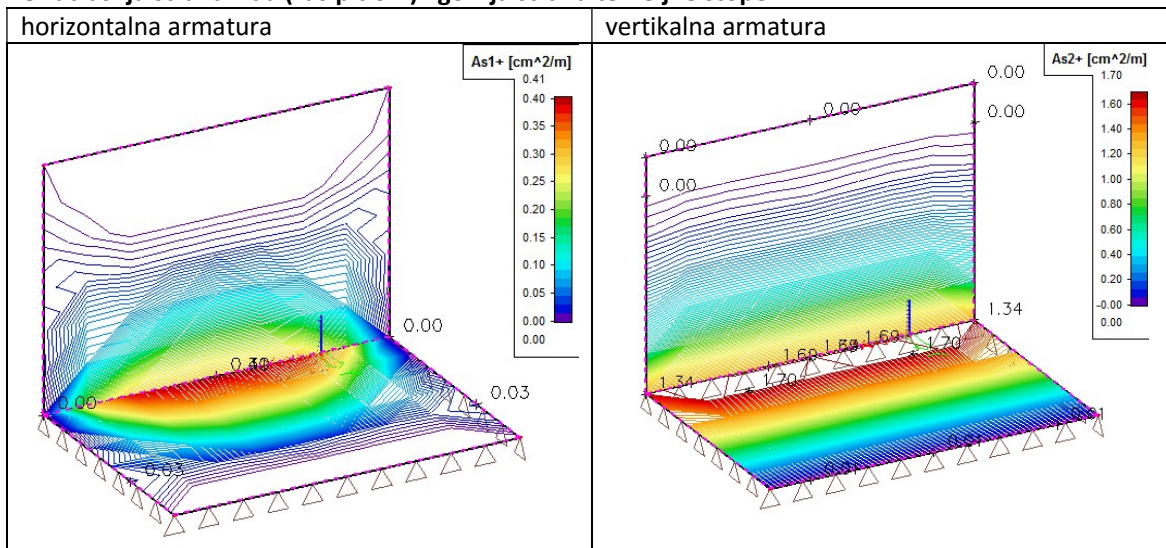
10.5.3.2.2 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C03 - potres

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



10.5.3.2.3 Usvojena armatura potpornog zida

Armaturu možemo usvojiti kao za potporni zid visine 2 m (TIP 1)

Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN / cm}^2$$

Armatura B 500 B

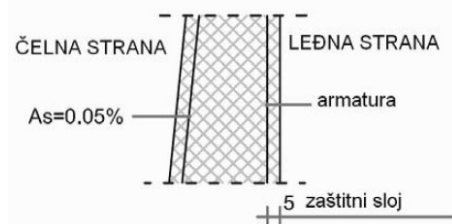
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

Minimalna armatura zidova, debljina zidova b=40 cm

$$A_{s \min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,022 \frac{3,0}{50,0} \cdot 40 \cdot 100 = 5,28 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

$$A_{s \min} = 0,0015 b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 40 \cdot 100 = 6,0 \text{ cm}^2 / \text{m}'$$

Usvojena minimalna armatura za zidove debljine 40 cm; $A_{s \min} = 6,0 \text{ cm}^2 / \text{m}'$



$$A_{s, \min} = 0,05 A_c = 0,05 \cdot 40 \text{ cm}^2$$

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

Zid

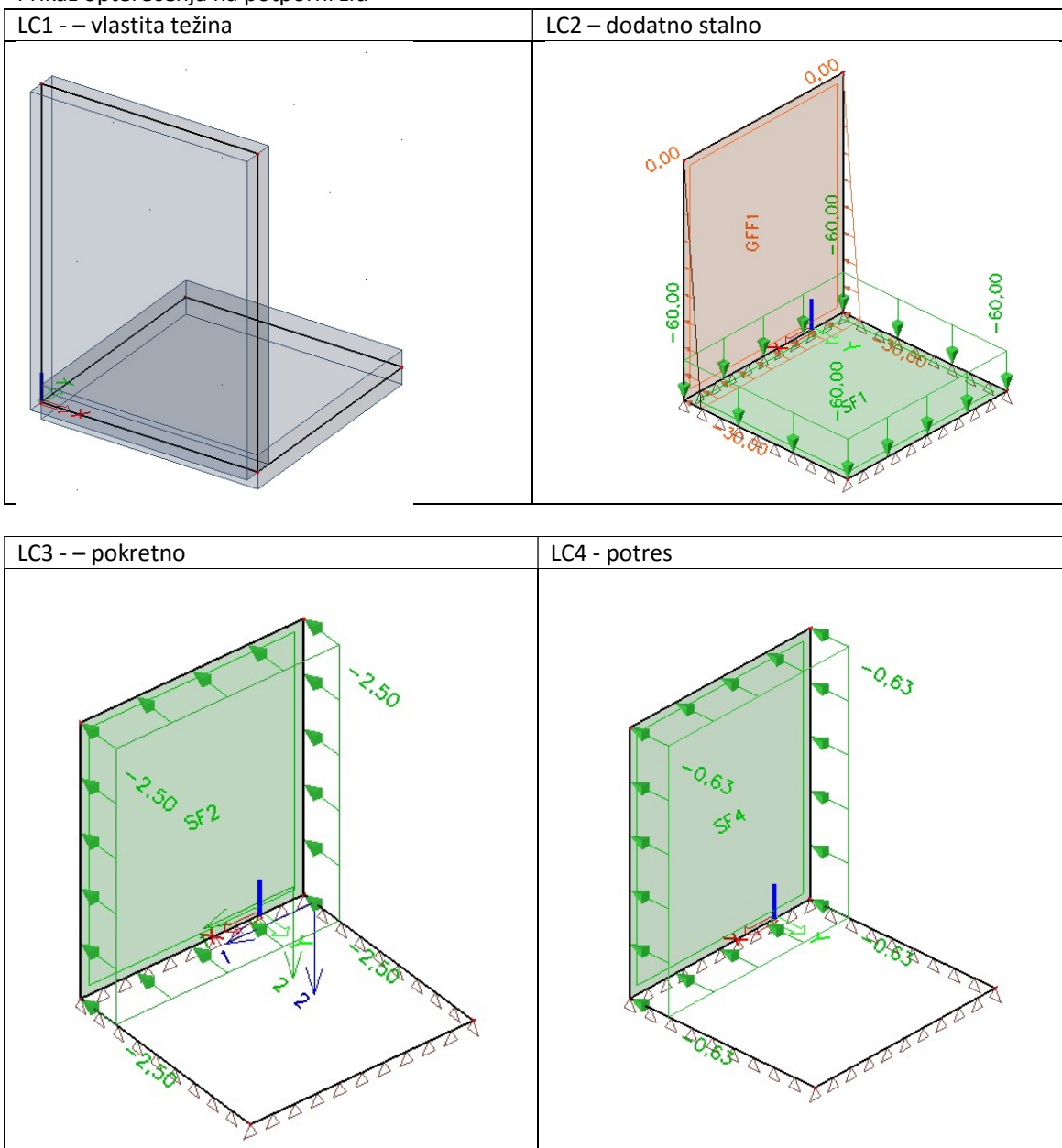
Stražnju stranu potpornog zida armirati mrežama Q636 (preklop mreža 40 cm); prednju stranu zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 30 cm).

Temeljna stopa

Temeljnu stopu armirati mrežama Q503 u gornjoj i Q283 u donjoj zoni, dodatno postaviti šipke (ankere) Ø16/20 sa unutrašnje strane i Ø12/15 sa vanjske strane za povezivanje sa armaturom zida prema prikazanom detalju.

10.5.3.3 Tip 3

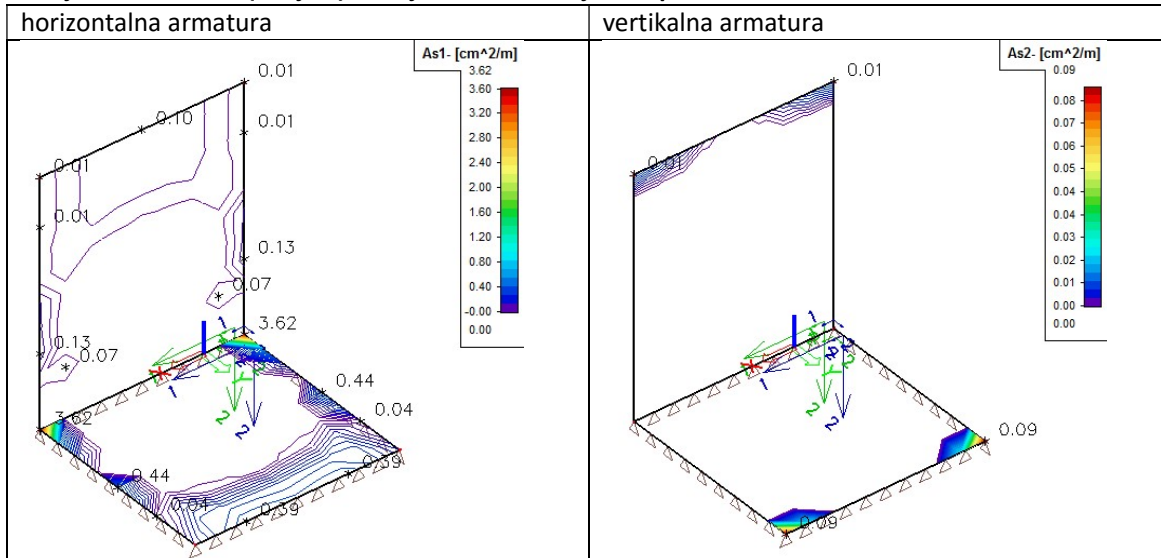
Prikaz opterećenja na potporni zid



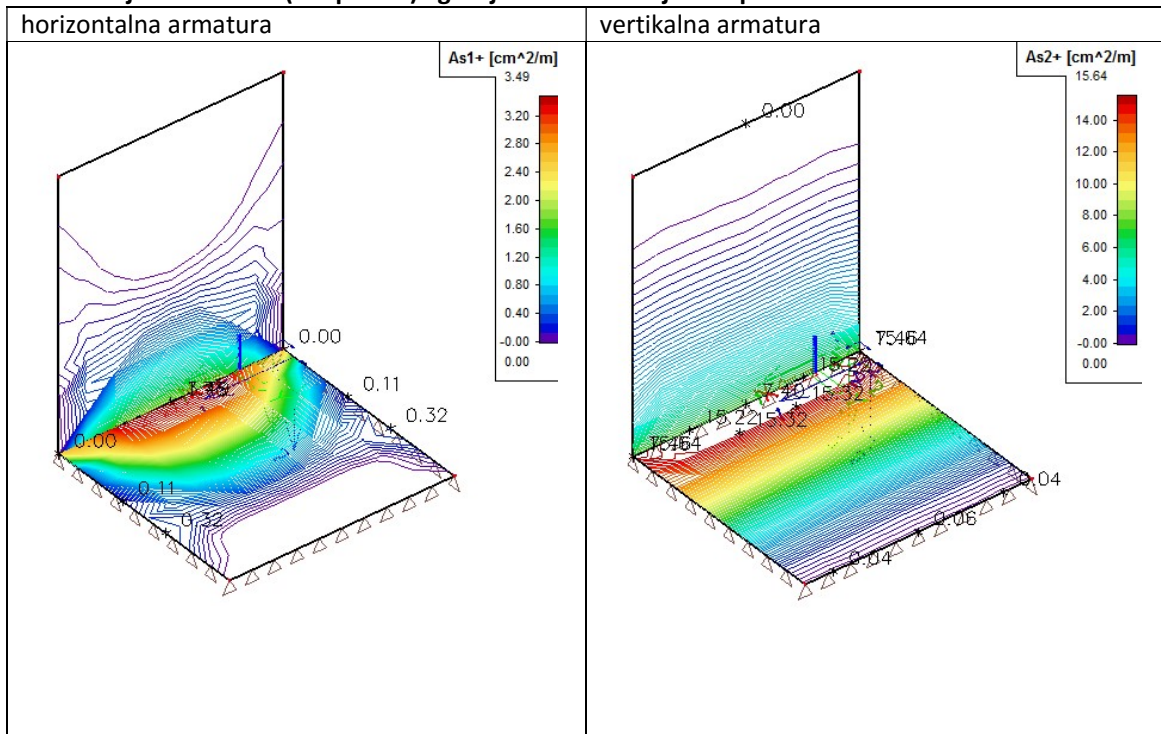
10.5.3.3.1 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C01-GSN

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



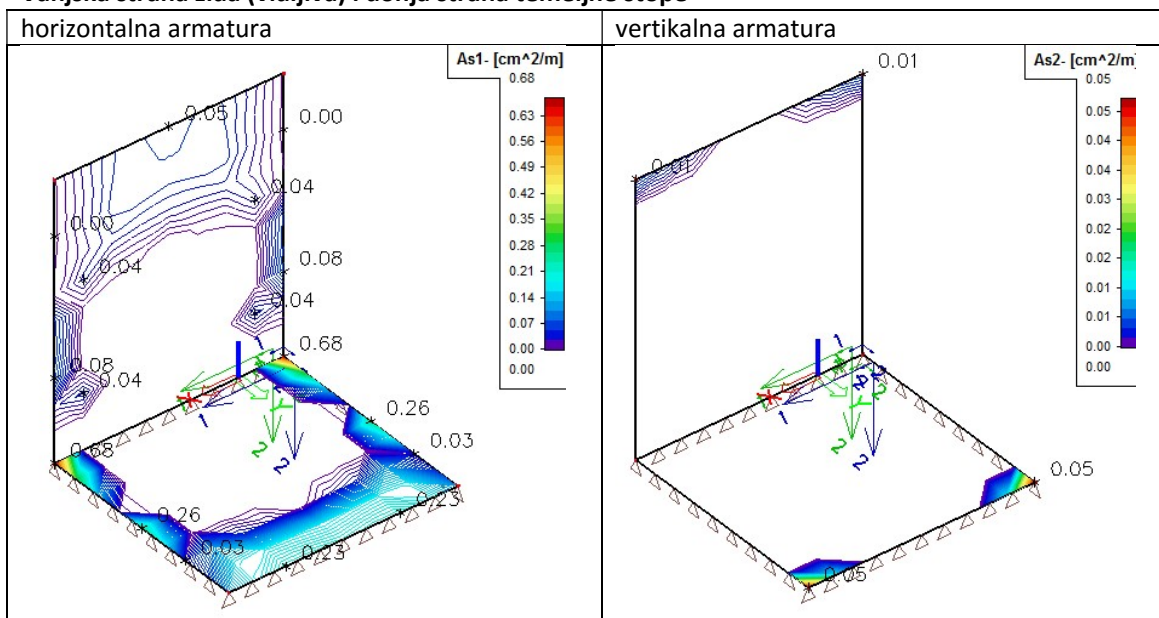
Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



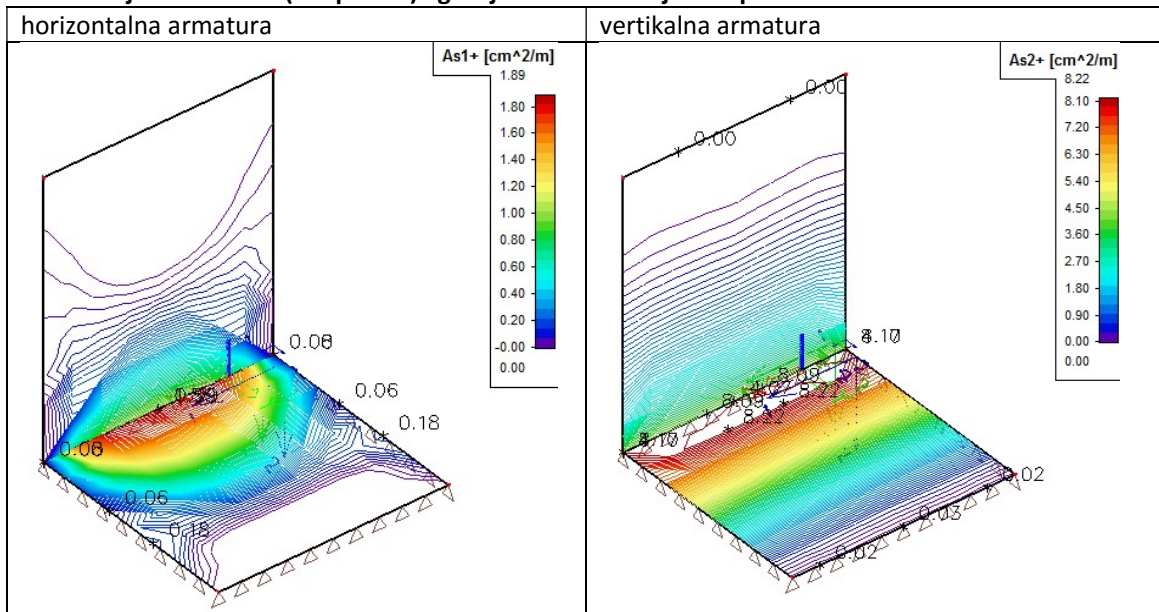
10.5.3.3.2 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C03 - potres

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



10.5.3.3.3 Usvojena armatura potpornog zida

Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN / cm}^2$$

Armatura B 500 B

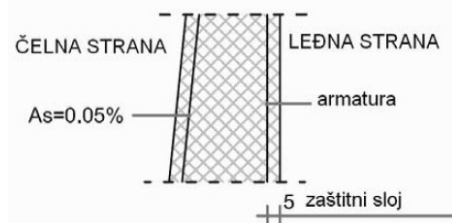
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

Minimalna armatura zidova, debljina zidova b=40 cm

$$A_{s \min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,022 \frac{3,0}{50,0} \cdot 20 \cdot 100 = 2,64 \text{ cm}^2 / m'$$

$$A_{s \min} = 0,0015 b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2 / m'$$

Usvojena minimalna armatura za zidove debljine 40 cm; $A_{s \min} = 6,0 \text{ cm}^2 / m'$



$$A_s, \min = 0,05 A_c = 0,05 \cdot 20 \text{ cm}^2$$

$$A_s, \min = 1,0 \text{ cm}^2$$

Zid

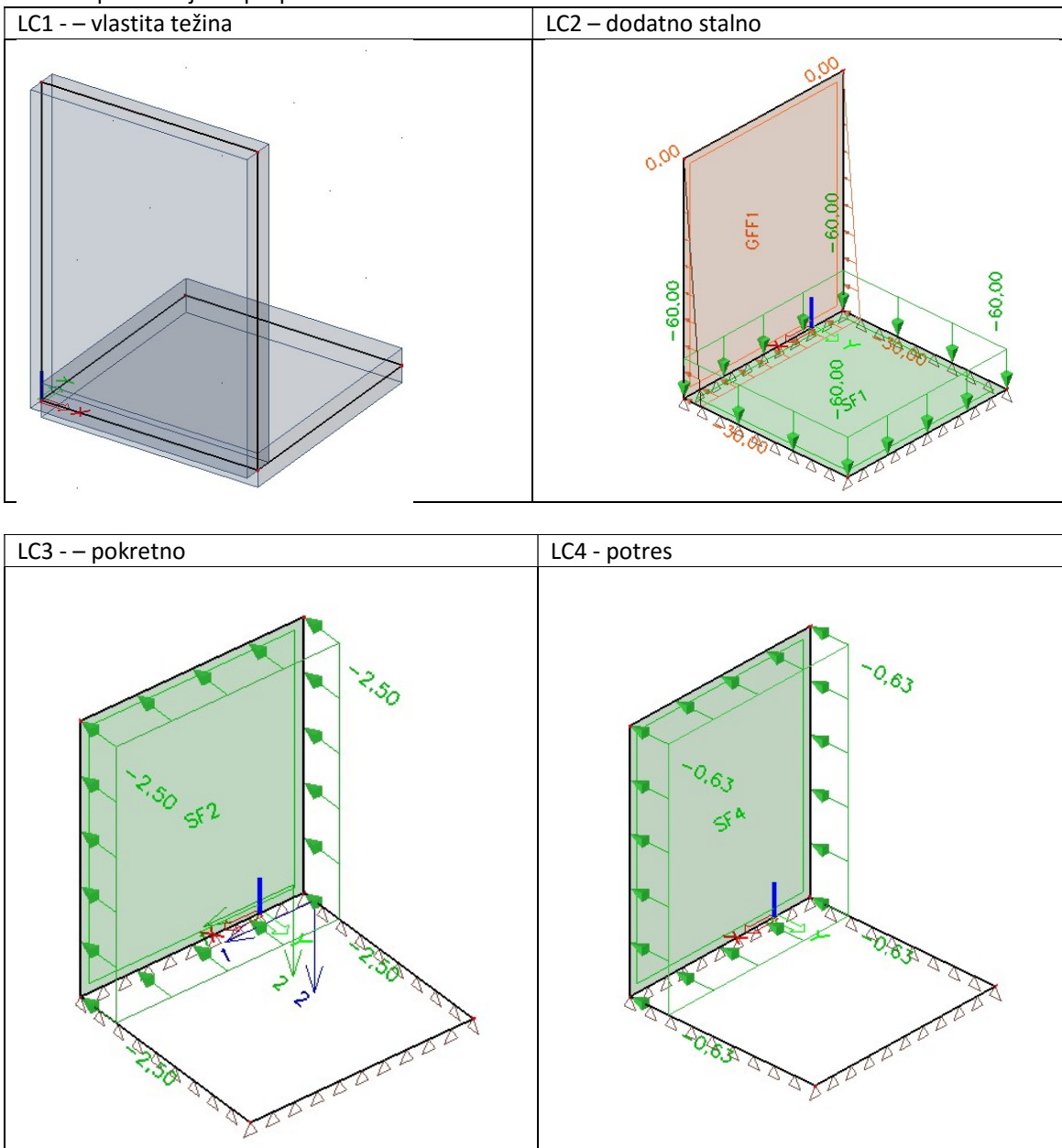
Stražnju stranu potpornog zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 40 cm); prednju stranu zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 30 cm).

Temeljna stopa

Temeljnu stopu armirati mrežama Q503 u gornjoj i Q283 u donjoj zoni, dodatno postaviti šipke (ankere) Ø14/20 sa unutrašnje strane i Ø12/15 sa vanjske strane za povezivanje sa armaturom zida prema prikazanom detalju.

10.5.3.4 Tip 4

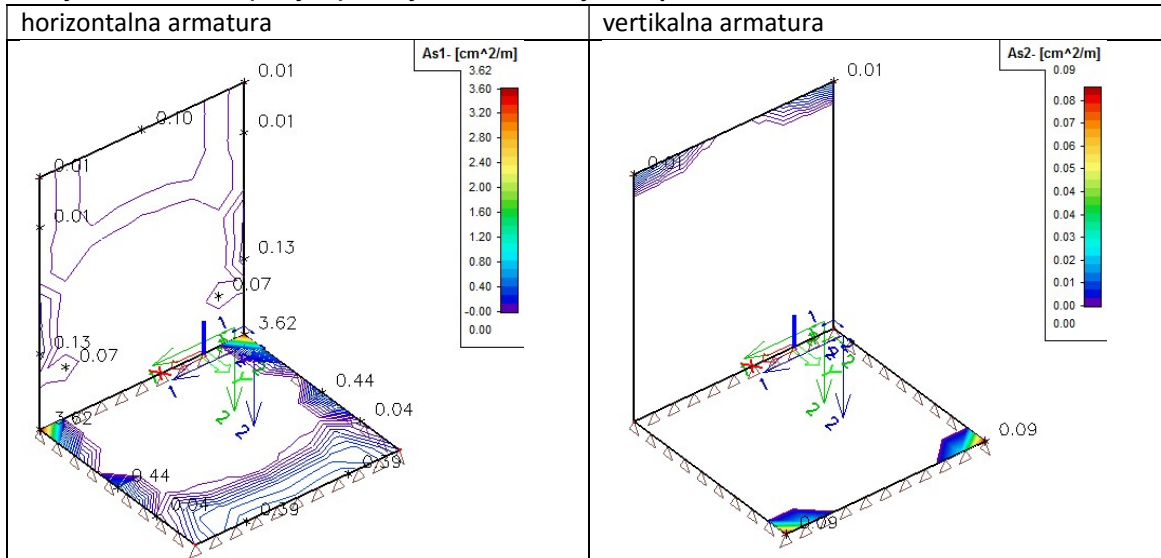
Prikaz opterećenja na potporni zid



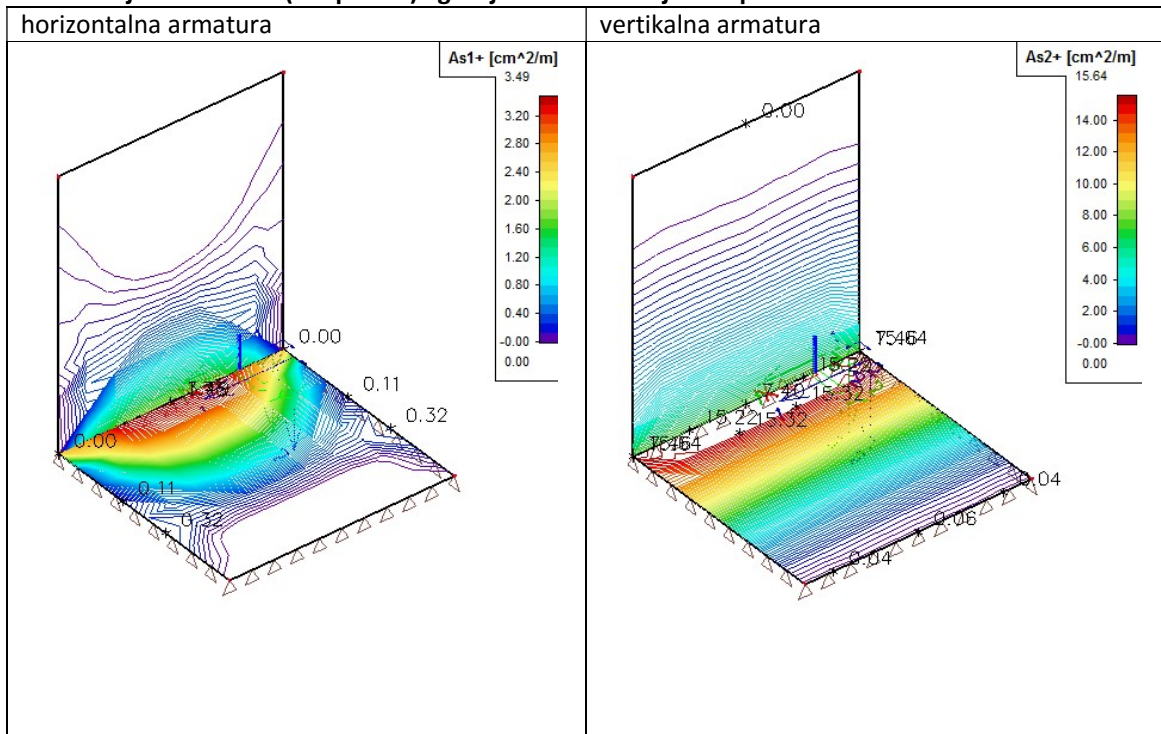
10.5.3.4.1 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C01-GSN

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



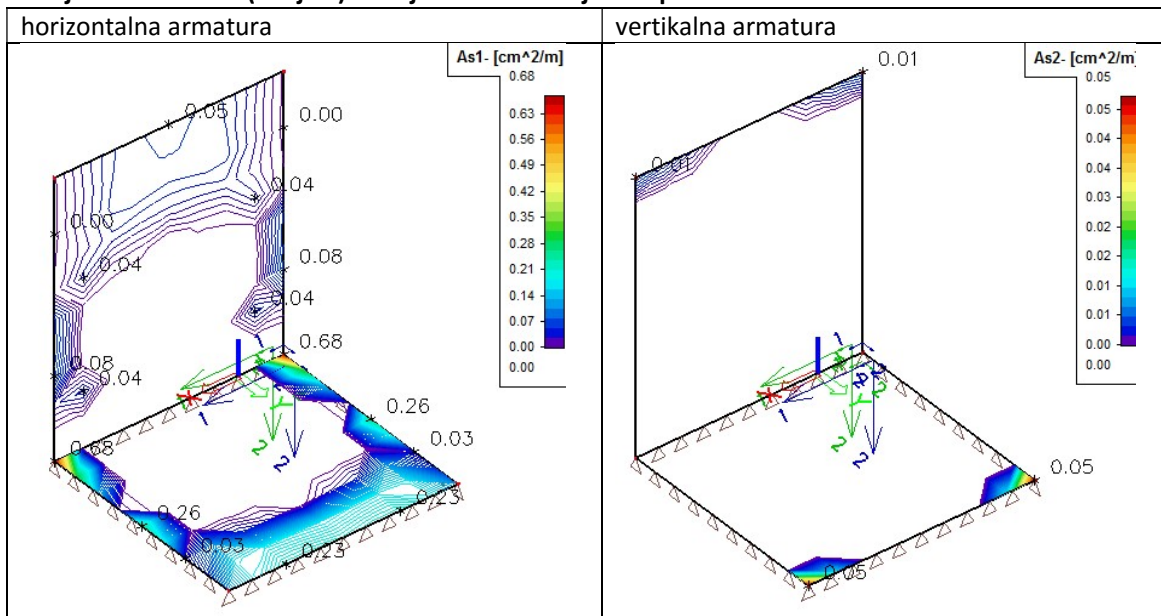
Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



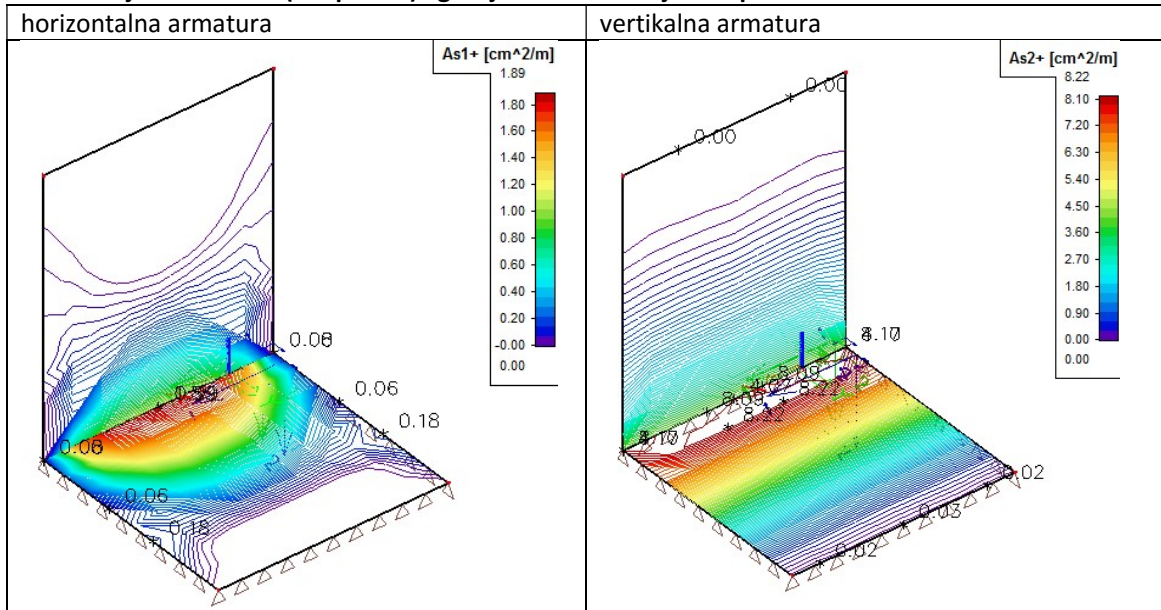
10.5.3.4.2 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C03 - potres

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



10.5.3.4.3 Usvojena armatura potpornog zida

Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN / cm}^2$$

Armatura B 500 B

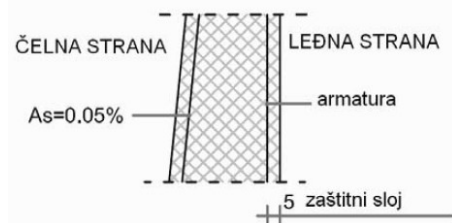
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

Minimalna armatura zidova, debljina zidova b=40 cm

$$A_{s \min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,022 \frac{3,0}{50,0} \cdot 20 \cdot 100 = 2,64 \text{ cm}^2 / m'$$

$$A_{s \min} = 0,0015 b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2 / m'$$

Usvojena minimalna armatura za zidove debljine 40 cm; $A_{s \min} = 6,0 \text{ cm}^2 / m'$



$$A_s, \min = 0,05 A_c = 0,05 \cdot 20 \text{ cm}^2$$

$$A_s, \min = 1,0 \text{ cm}^2$$

Zid

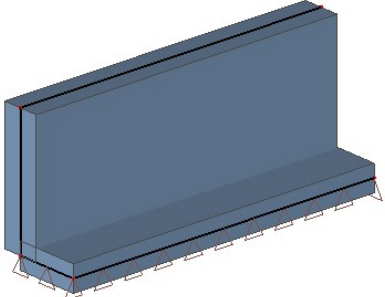
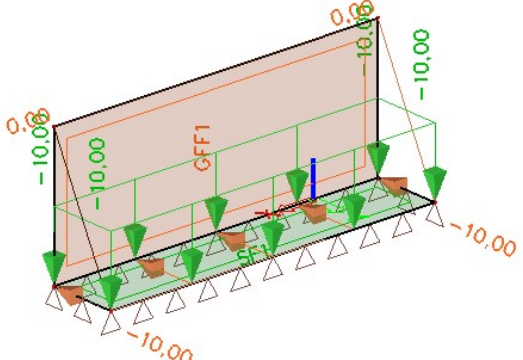
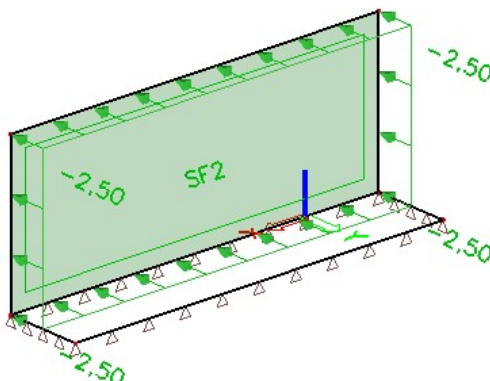
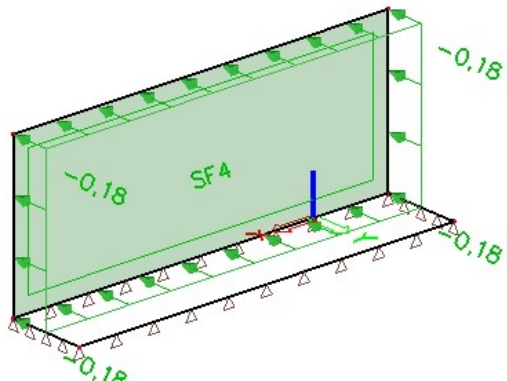
Stražnju stranu potpornog zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 40 cm); prednju stranu zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 30 cm).

Temeljna stopa

Temeljnu stopu armirati mrežama Q503 u gornjoj i Q283 u donjoj zoni, dodatno postaviti šipke (ankere) Ø14/20 sa unutrašnje strane i Ø12/15 sa vanjske strane za povezivanje sa armaturom zida prema prikazanom detalju.

10.5.3.5 Tip 5

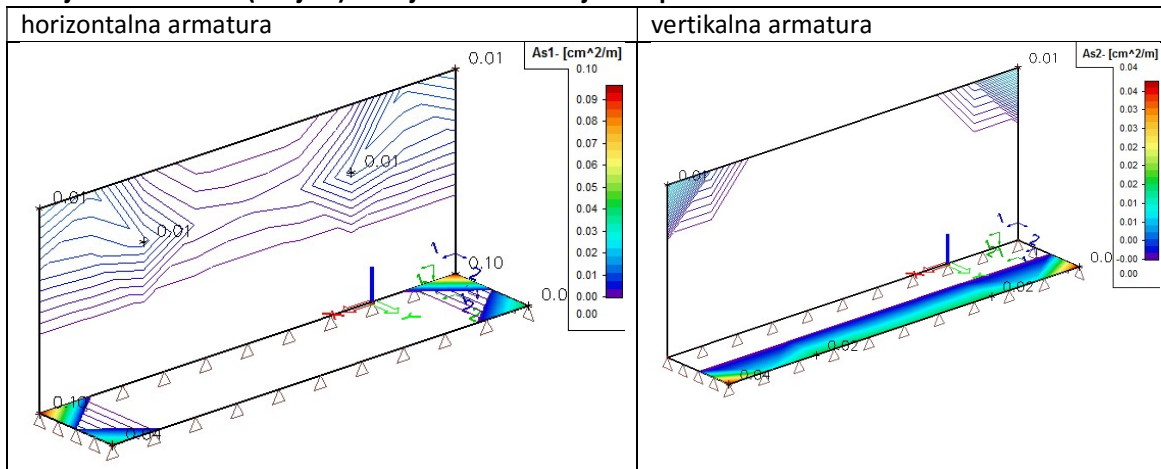
Prikaz opterećenja na potporni zid

LC1 – – vlastita težina	LC2 – dodatno stalno
	
LC3 – – pokretno	LC4 - potres
	

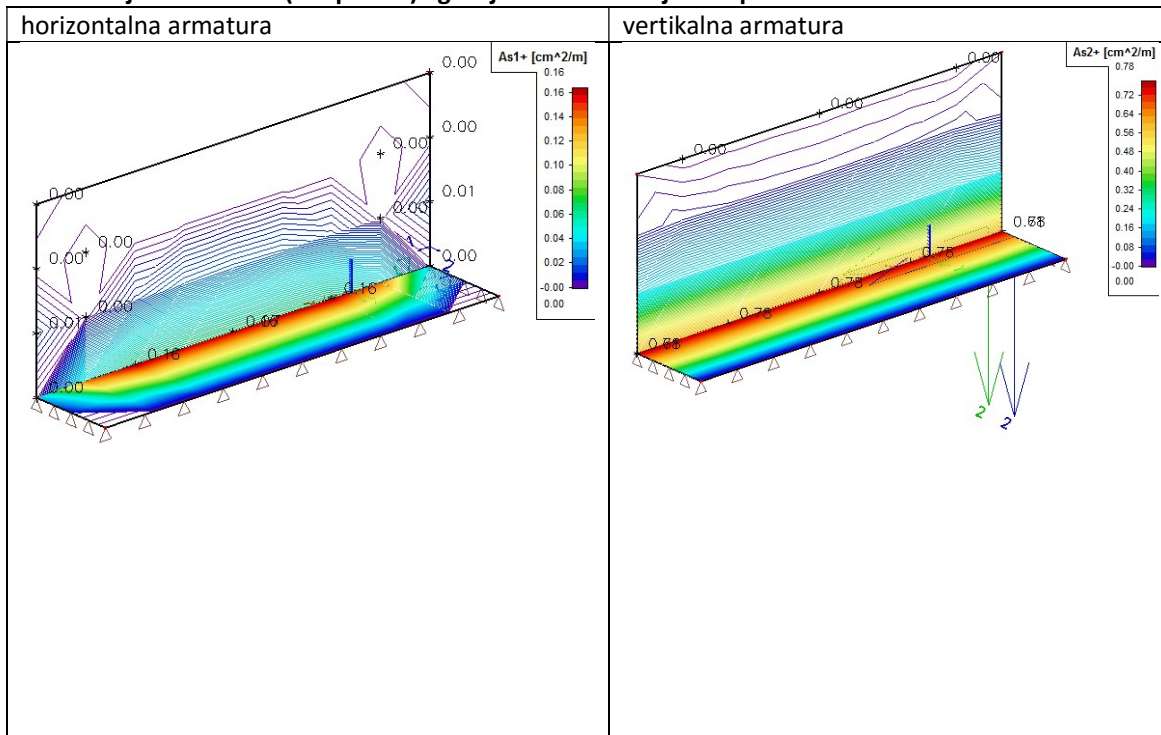
10.5.3.5.1 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C01-GSN

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



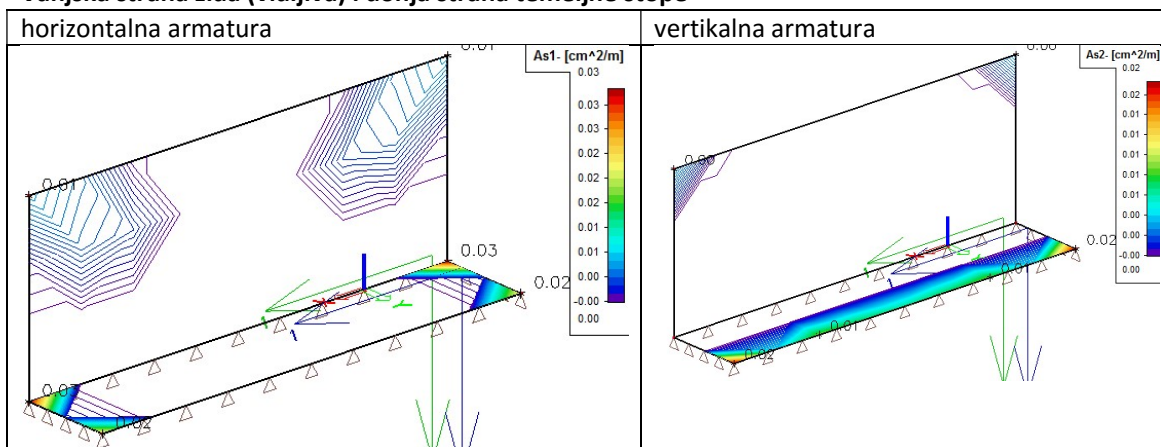
Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



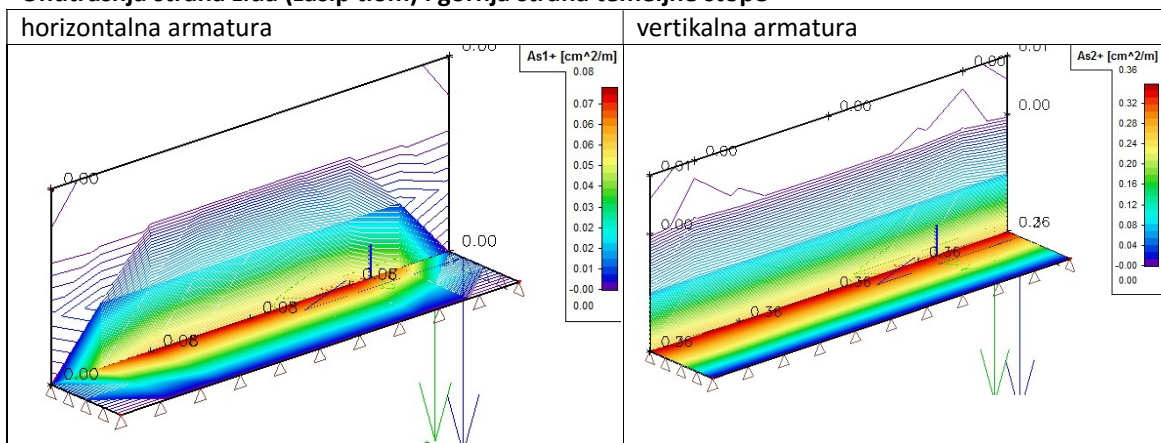
10.5.3.5.2 Armatura potpornog zida za kombinaciju opterećenja C03 - potres

Prikazana je proračunska armatura, nije prikazana minimalna armatura. Ukoliko je proračunska armatura manja od minimalne ugrađuje se minimalna armatura.

Vanjska strana zida (vidljiva) i donja strana temeljne stope



Unutrašnja strana zida (zasip tlom) i gornja strana temeljne stope



10.5.3.5.3 Usvojena armatura potpornog zida

Dimenzioniranje konstruktivnih elemenata

Karakteristike materijala

Beton C 30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20,00 \text{ MPa} = 2,00 \text{ kN / cm}^2$$

Armatura B 500 B

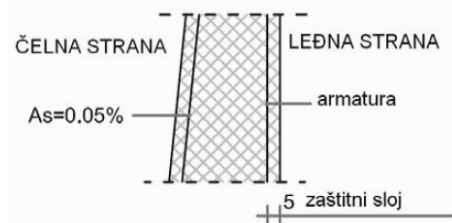
$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2; f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434,78 \text{ MPa} = 43,48 \text{ kN / cm}^2$$

Minimalna armatura zidova, debljina zidova b=40 cm

$$A_{s \min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d = 0,022 \frac{3,0}{50,0} \cdot 20 \cdot 100 = 2,64 \text{ cm}^2 / m'$$

$$A_{s \min} = 0,0015 b_w \cdot d = 0,0015 \cdot 20 \cdot 100 = 3,0 \text{ cm}^2 / m'$$

Usvojena minimalna armatura za zidove debljine 40 cm; $A_{s \min} = 6,0 \text{ cm}^2 / m'$



$$A_s, \min = 0,05 A_c = 0,05 \cdot 20 \text{ cm}^2$$

$$A_s, \min = 1,0 \text{ cm}^2$$

Zid

Stražnju stranu potpornog zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 40 cm); prednju stranu zida armirati mrežama Q283 (preklop mreža 30 cm).

Temeljna stopa

Temeljnu stopu armirati mrežama Q283 u gornjoj i Q283 u donjoj zoni, dodatno postaviti šipke (ankere) Ø12/20 sa unutrašnje strane i Ø12/20 sa vanjske strane za povezivanje sa armaturom zida prema prikazanom detalju.

11 AB STUBIŠTE ST1

PRORAČUN AB STUBIŠTA

Dimenzije stubišta

L=	4 [m]
H=	1,80 [m]
α =	24,2 [°]
L'=	4,39 [m]

Ploča stubišta

h=	20 [cm]
c=	2,5 [cm]
d1=	3,5 [cm]
d=	16,5 [cm]

Opterećenje

g_k =	8,5 [kN/m ²]
q_k =	3 [kN/m ²]
q'_k =	2,74 [kN/m ²]

Proračunska vrijednost opterećenja

$$q_{Ed} = 1,35 \cdot g_k + 1,5 \cdot q'_k = 15,58 \quad [\text{kNm/m}^2]$$

Proračunska poprečna sila nad ležajem

$$V_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'}{2} = 34,17 \quad [\text{kN}]$$

Proračunski moment savijanja u polju

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot \frac{L'^2}{8} = 37,47 \quad [\text{kNm/m}^2]$$

Dimenzioniranje uzdužne armature

γ_s =	1,15
γ_c =	1,5

Materijal:

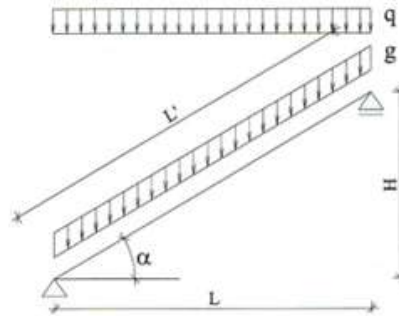
Beton:	C 25/30	f_{ck} =	25,00 [N/mm ²]	→	2,50 [kN/cm ²]
		$f_{ck, cube}$ =	30,00 [N/mm ²]	→	3,00 [kN/cm ²]
		f_{ctm} =	2,60 [N/mm ²]	→	0,26 [kN/cm ²]
		f_{cd} =	16,67 [N/mm ²]	→	1,667 [kN/cm ²]
Čelik:	B500B	f_{yk} =	500,00 [N/mm ²]	→	50,00 [kN/cm ²]
		f_{yd} =	434,78 [N/mm ²]	→	43,478 [kN/cm ²]

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,083 \leq \mu_{lim} = 0,296$$

Za $\mu_{Ed} = 0,085$ očitano:

ε =	-2,7	[‰]
ε =	20	[‰]
ξ =	0,119	
ζ =	0,953	

$$A_{s1, req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = 5,48 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$



Minimalna armatura

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 2,145 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 2,23 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Maksimalna armatura

$$A_{s1,max} = 0,040 \cdot A_c = 80 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c = 44 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 23,086 \quad [\text{cm}^2/\text{m}]$$

Odabrano: **Q283 + ojačanje šipkama Ø10/20 u uzdužnom smjeru**

Dimenzioniranje poprečne armature:

Nosivost elementa na poprečne sile bez poprečne armature

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

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,10 < 2 \quad 2$$

$$A_{s1,prov} = 3,35 \quad \text{cm}^2$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = 0,0020 < 0,02 \quad 0,00203$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = 0$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 68,06 \quad \text{kN}$$

Minimalna vrijednost za $V_{Rd,c,min}$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,49$$

$$V_{Rd,c,min} = 81,67 \quad \text{kN}$$

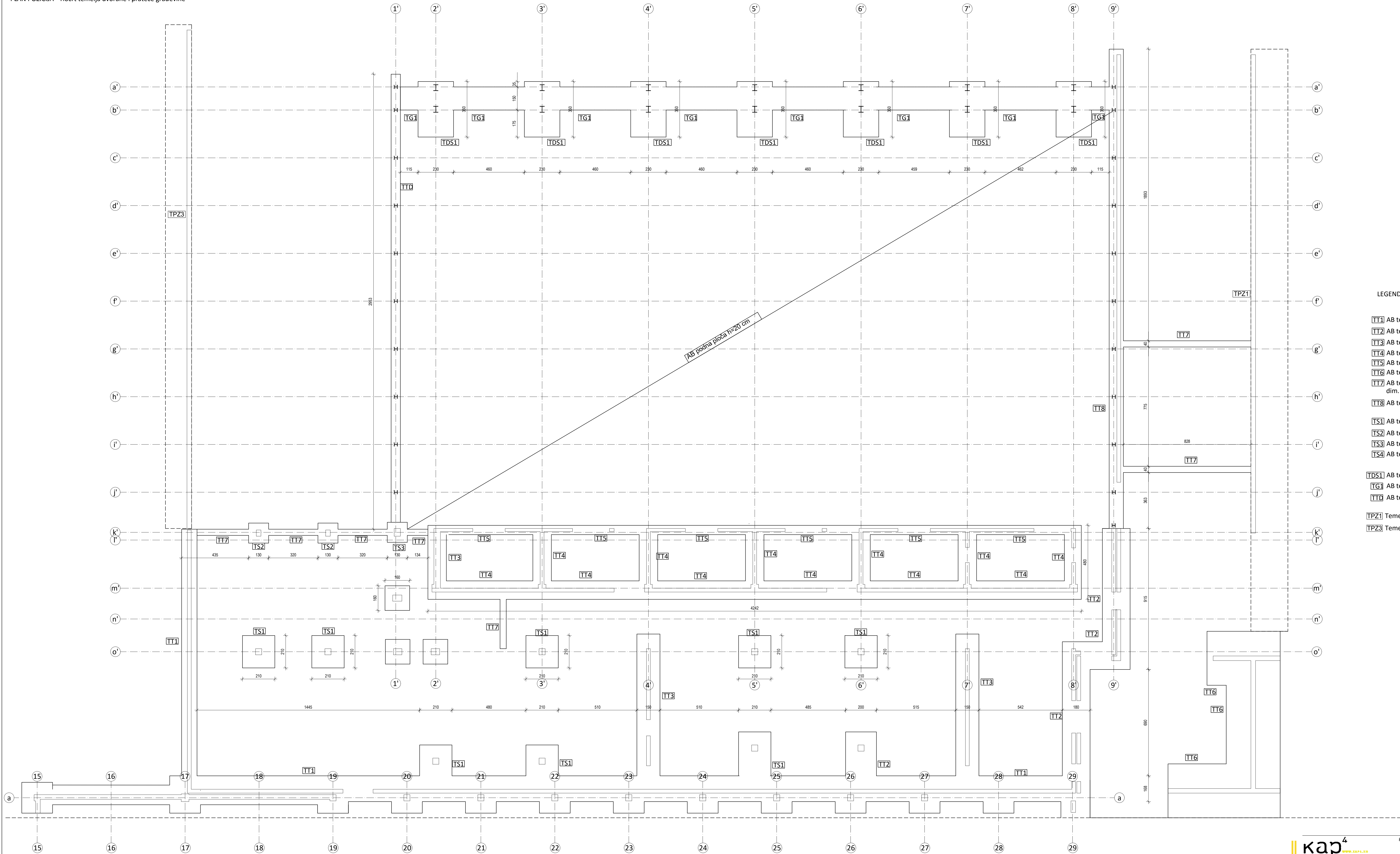
Provjera: $V_{Ed} < V_{Rd,c}$

$$34,17 < 68,06 \quad \text{Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu}$$

ZAKLJUČAK:

Stubište armirati u donjoj zoni mrežom Q283 uz ojačanje šipkama Ø10/20 u uzdužnom smjeru
Spoj kraka i ploče ojačati sa Ø12/20 cm u gornjoj i donjoj zoni na način da prate oplatu stubišta

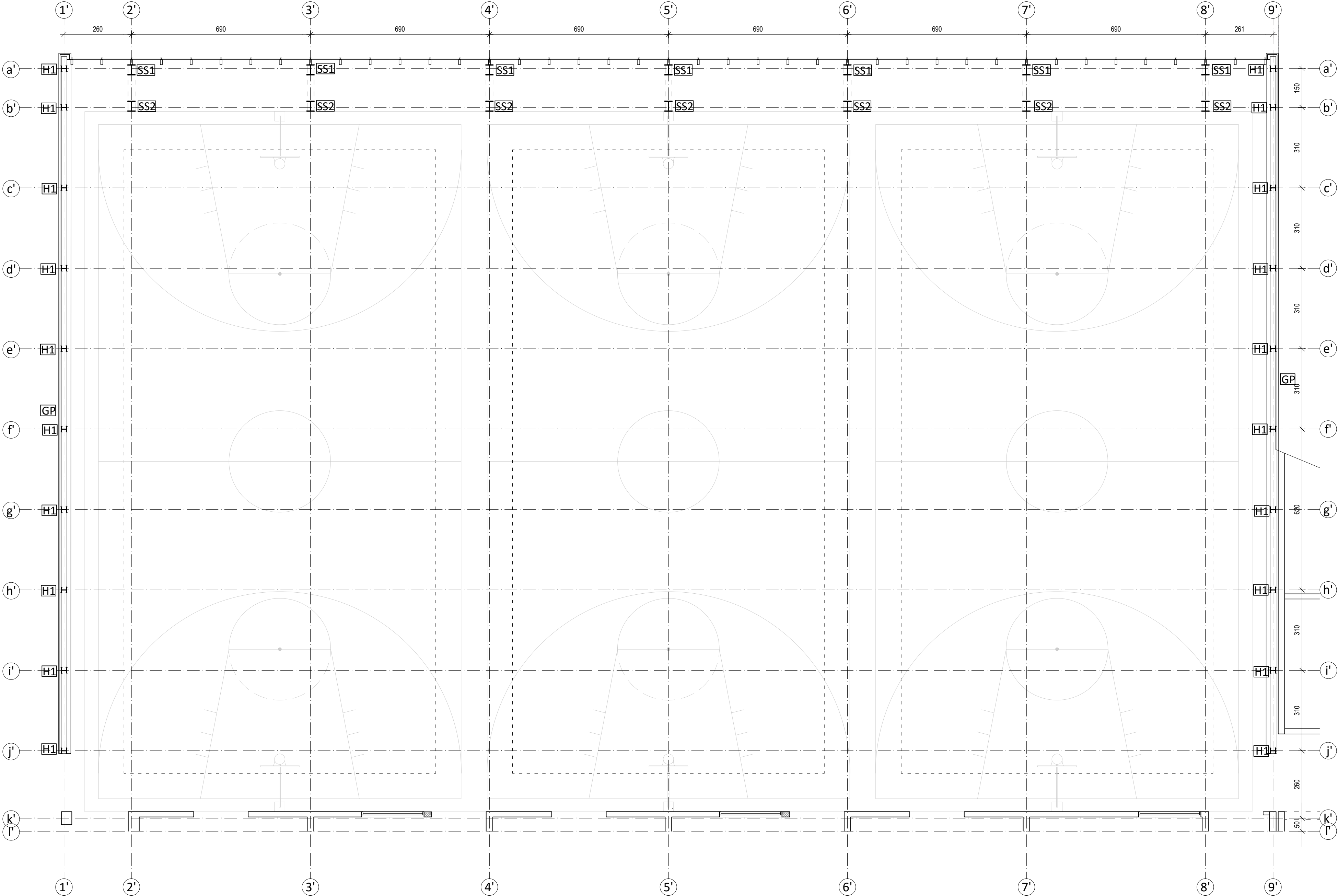
E. PLANOVI POZICIJA



LEGENDA:

- TT1** AB temeljna traka zida dim. 100×60 cm
TT2 AB temeljna traka zida dim. 180×60 cm
TT3 AB temeljna traka zida dim. 150×60 cm
TT4 AB temeljna traka zida dim. 120×60 cm
TT5 AB temeljna traka zida dim. 60×60 cm
TT6 AB temeljna traka zida dim. 250×60 cm
TT7 AB temeljna traka stubišta i zidanih zidova dim. 40×60 cm
TT8 AB temeljna traka zida dim. 95×60 cm
- TS1** AB temeljna stopa stupa dim. 210×210×60 cm
TS2 AB temeljna stopa stupa S1 dim. 130×130×60 cm
TS3 AB temeljna stopa stupa S2 dim. 130×130×60 cm
TS4 AB temeljna stopa stupa dim. 160×160×60 cm
- TDS1** AB temeljna stopa stupa rešetke dim. 360×230×60 cm
TG1 AB temeljna greda dim. 150×60cm
TTD AB temeljna traka zabatnih stijena dim. 60×60cm
- TPZ1** Temelj potpornog zida d=40 cm
TPZ3 Temelj potpornog zida d=30 cm

PLAN POZICIJA - Tlocrt dvorane



- LEGENDA:
- SS1** Čelični stup HEA 300
 - SS2** Čelični stup HEA 260
 - SS3** Čelični stup HEA 400
 - V1** Čelična ispuna QRO140x5
 - V2** Čelična ispuna QRO150x5.6
 - H1** Čelična ispuna QRO120x5
 - GP** Gornji pojas čelične rešetke HEA300
 - DP** Donji pojas čelične rešetke HEA260
 - Z1** AB zid d = 25 cm

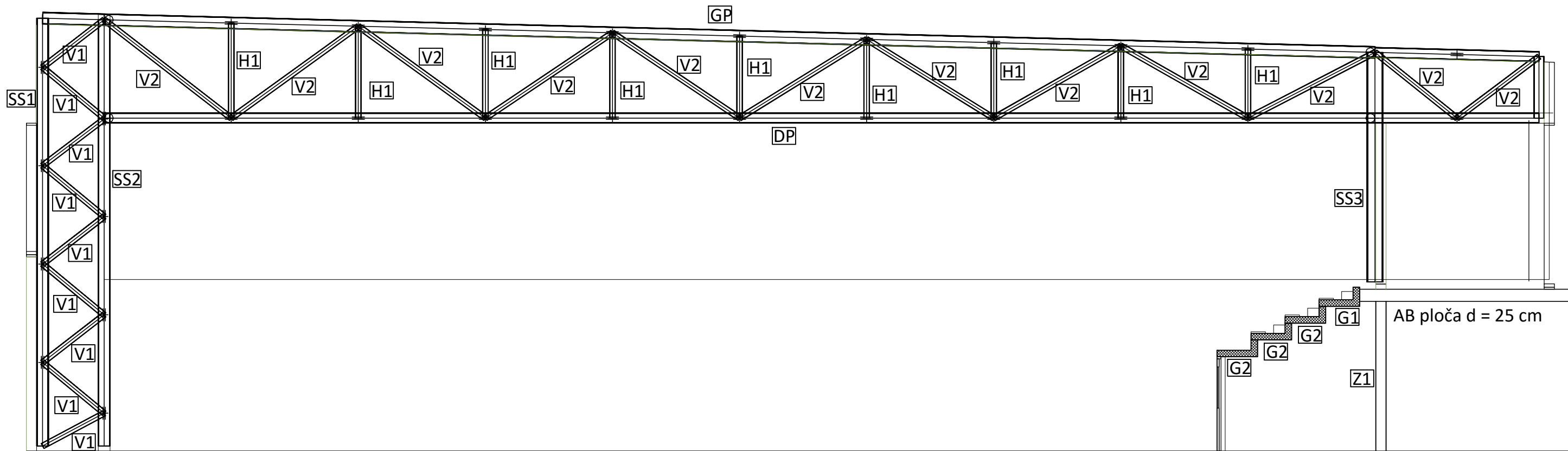
kap⁴
www.kap4.hr
Kap4 d.o.o. za projektiranje, građenje i nadzor
Ksaver 210, Zagreb, t 01 4820 885, f 01 4820 887

građevina: OSNOVNA ŠKOLA I
SPORTSKA DVORANA "FINIDA"
Poreč, Zona društvenih djelatnosti Finida
k.č. 3396/1 k.o. Poreč

projektant konstrukcije: faza: GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE Knjiga II
PLAN POZICIJA - Tlocrt dvorane

Nikola Miletić dig datum: 10/2016 td: 22/16-GR mjerilo: 1:100 list: 03

PLAN POZICIJA - Presjek dvorane
PRESJEK 5-5



LEGENDA:

- G1** Prefabricirane AB L grede
- G1** Prefabricirane AB L grede
- SS1** Čelični stup HEA 300
- SS2** Čelični stup HEA 260
- SS3** Čelični stup HEA 400
- V1** Čelična ispuna QRO140x5
- V2** Čelična ispuna QRO150x5.6
- H1** Čelična ispuna QRO120x5
- GP** Gornji pojas čelične rešetke HEA300
- DP** Donji pojas čelične rešetke HEA260
- Z1** AB zid d = 25 cm

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:

OSNOVNA ŠKOLA I
SPORTSKA DVORANA "FINIDA"
Poreč, Zona društvenih djelatnosti Finida
k.č. 3396/1 k.o. Poreč

faza:

GLAVNI PROJEKT KONSTRUKCIJE Knjiga II
PLAN POZICIJA - Presjek dvorane

datum:

10/2016

td:

22/16-GR

mjerilo:

1:100

list:

04