INVESTITOR: **AGENCIJA ZA GOSPODARENJE OTPADOM d.o.o.**
Pred dvorom 1,
20 000 Dubrovnik
OIB:10713369361

GRAĐEVINA: **PRETOVARNA STANICA "KORČULA"**

ETAPA: **Etapa 2 – Pretovarna stanica**

LOKACIJA GRAĐEVINE: **Katastarske čestice br. 4743/3, 4745/2, 4745/3 i 4745/4 k.o. Pupnat**

RAZINA RAZRADE: **GLAVNI PROJEKT**

STRUKOVNA ODREDNICA: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**

NAZIV: **KONSTRUKCIJE I OGRADA**

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: PS_Korčula/24

BROJ MAPE: 4

OZNAKA MAPE: **G-K**

GLAVNI PROJEKTANT:
MARTINA CVJETIČANIN, dipl.ing.građ. (G 3737) (M.P.)

Martina Cvjetičanin
Digitally signed by Martina Cvjetičanin
Date: 2025.03.17 13:32:56 +01'00'

PROJEKTANT:
MARTINA CVJETIČANIN, dipl.ing.građ. (G 3737) (M.P.)

ODGOVORNA OSOBA PROJEKTANTSKOG UREDA
Goran Petković
(M.P.)

GORAN PETKOVIĆ
Digitally signed by GORAN PETKOVIĆ
Date: 2025.03.18 10:21:26 +01'00'

Zagreb, siječanj 2025.

I. OPĆI DIO

Popis projektanata i suradnika

Na izradi predmetnog Glavnog građevinskog projekta – Konstrukcije i ograda sudjelovali su:

GLAVNI PROJEKTANT:

MARTINA CVJETIČANIN, dipl. ing. građ. (G 3737)

PROJEKTANT:

MARTINA CVJETIČANIN, dipl.ing.građ. (G 3737)

SURADNICI:

mr.sc. Denis Stjepan Vedrina, dipl. ing. kem.

Sandra Mrgan Salopek, dipl. ing. građ.

Tea Polak, mag. ing. aedif.

Marina Demšić, mag. ing. aedif.

Marko Svirčić, mag. ing. aedif.

Popis mapa glavnog projekta

Zajedničke oznake PS_Korčula/24

Broj mape	Oznaka mape	Naziv
1	G-0	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT - OPĆI Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ. (G 3737)
ETAPA 1 - PRILAZNA CESTA		
2	G-P	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT – PRILAZNA CESTA Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ. (G 4229)
ETAPA 2 – PRETOVARNA STANICA		
3	A	GLAVNI PROJEKT ARHITEKTONSKI PROJEKT – ZGRADA ZA OSOBLJE I PRETOVARNA RAMPA Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Danijela Blažević, dipl.ing.arh. (A 3641)
4	G-K	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT – KONSTRUKCIJE I OGRADA Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ. (G 3737)
5	G-PM	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROMETNO MANIPULATIVNE POVRŠINE Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Marina Demšić, mag.ing.aedif. (G 5456)
6	G-VIO	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT – VODOOPSKRBA I ODVODNJA Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Tea Polak, mag.ing.aedif. (G 6141)
7	053.1-24-GL	GLAVNI PROJEKT ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – ELEKTRIČNE INSTALACIJE ML-DESIGN d.o.o. Viškovo Projektant: Marin Lučić, mag.ing.el. (E 2304)
8	S-PS	GLAVNI PROJEKT STROJARSKI PROJEKT – PRETOVARNA STANICA Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Predrag Veselinović, dipl.ing.stroj. (S 1456)
ETAPA 3 – TRAFOSTANICA		
9	G-TS	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT - TRAFOSTANICA Hidroplan d.o.o., Zagreb Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ. (G 3737)
10	053.2-24-GL	GLAVNI PROJEKT ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – TRAFOSTANICA ML-DESIGN d.o.o. Viškovo Projektant: Marin Lučić, mag.ing.el. (E 2304)

Prateća dokumentacija:

Naziv	
Elaborat zaštite na radu	Oznaka elaborata: EZNR_PS_Korčula Hidroplan d.o.o., Zagreb Izrađivač: Marina Demšić, mag.ing.aedif.

Glavni projektant:

Martina Cvjetičanin, dipl. ing. građ. (G 3737)

Sadržaj mape 4. G-K

I. OPĆI DIO

- Naslovnica
- Popis projektanata i suradnika
- Popis mapa glavnog projekta
- Sadržaj mape
- Izjava projektanta

II. TEHNIČKI DIO

A. TEKSTUALNI DIO

1. TEHNIČKI OPIS 13
2. PRORAČUNI 22
3. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 144
4. ZBRINJAVANJE GRAĐEVNOG OTPADA 159
5. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA 160

B. GRAFIČKI PRIKAZI

Na temelju članka 70. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) daje se:

IZJAVA PROJEKTANTA

da je ovaj projekt izrađen u skladu s:

- Lokacijskom dozvolom;
  KLASA: UP/I-350-05/24-01/000046, URBROJ: 2117-23-2/5-24-0008, izdana od Republike Hrvatske, Dubrovačko-neretvanska županije, Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju, Ispostava Korčula, 14.06.2024., Korčula;
- Rješenjem o ispravku pogreške Lokacijske dozvole
  KLASA: UP/I-350-05/24-01/000046, URBROJ: 2117-23-2/5-0011, izdano od Republike Hrvatske, Dubrovačko-neretvanska županija, Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju, Ispostava Korčula, 17.10.2024., Korčula;
- Rješenjem o prihvatljivosti zahvata za okoliš
  KLASA: UP/I-351-03/21-09/380, URBROJ: 517-05-1-23-24, izdano od Republike Hrvatske, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Uprava za procjenu utjecaja na okoliš i održivo gospodarenje otpadom, Sektor za procjenu utjecaja na okoliš, 6. veljače 2023., Zagreb;
- Posebnim uvjetima građenja i uvjetima priključenja javnopravnih tijela;

- Zakonom o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23);
- Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24);
- Zakonom o normizaciji (NN 80/13);
- Zakonom o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20);
- Zakonom o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22);
- Zakonom o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18);
- Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19, 155/23);
- Zakonom o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22);
- Zakonom o vodama (NN 66/19, 84/21, 47/23);
- Zakonom o komunalnom gospodarstvu (NN 68/18, 110/18, 32/20, 145/24);
- Zakonom o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23 – Odluka USRH);
- Zakonom o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 114/22, 114/22, 04/23, 133/23);
- Zakonom o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21);
- Zakonom o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18);
- Zakonom o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19);
- Zakonom o rudarstvu (NN 56/13, 14/14, 52/18, 115/18, 98/19, 83/23);
- Odlukom o donošenju Plana gospodarenja otpadom RH za razdoblje od 2023. do 2028. godine (NN 84/23);
- Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 106/22);
- Pravilnikom o odlagalištima otpada (NN 4/23);

- Uredbom o gospodarenju komunalnim otpadom (NN 50/17, 84/19, 14/20 – Rješenje USRH);
- Pravilnikom o kontroli projekata (32/14, 72/20, 90/23);
- Pravilnikom o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti mjera zaštite od požara (NN 56/12, 61/12);
- Pravilnikom o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03);
- Pravilnikom o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06);
- Pravilnikom o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15);
- Pravilnikom o vatrogasnim aparatima (NN 101/11, 74/13);
- Pravilnikom o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11);
- Pravilnikom o tehničkom pregledu građevine (NN 46/18, 98/19);
- Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11, 118/19);
- Pravilnikom o načinu utvrđivanje obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19);
- Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11, 47/13);
- Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19, 103/24);
- Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22);
- Tehničkim propisom kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19, 150/22, 142/23);

kao i odredbama posebnih propisa i drugih akata donesenih na temelju gore navedenih zakona, drugim propisima kojima se uređuju zahtjevi i uvjeti za građenje te pravilima struke.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

II. TEHNIČKI DIO

A. TEKSTUALNI DIO

SADRŽAJ

1. TEHNIČKI OPIS 13
1.1. Općenito 13
1.2. Nadstrešnica 13
1.3. Pretovarna rampa 14
1.4. Stepenice uz pretovarnu rampu 15
1.5. Temeljna ploča pretovarne rampe 15
1.6. Temeljna ploča zgrade za osoblje 15
1.7. Mosna vaga kapaciteta 50 t 15
1.8. Spremnik protupožarne vode 16
1.9. Bazen za sanitarne otpadne vode 17
1.10. Temelji vrata i ograde 17
1.11. Način održavanja i projektirani vijek uporabe građevine 19
1.12. Popis primjenjenih propisa 21
2. PRORAČUNI 22
2.1. Nadstrešnica 22
2.1.1. Analiza opterećenja 22
2.1.2. Provjera nosivosti pokrova i fasade 26
2.1.3. Statički proračun i dimenzioniranje 27
2.1.4. Dimenzioniranje temelja 43
2.1.5. Proračun priključaka 47
2.2. Pretovarna rampa 53
2.2.1. Analiza opterećenja 53
2.2.2. Provjera nosivosti pokrova i fasade 54
2.2.3. Statički proračun i dimenzioniranje 55
2.2.4. Proračun priključaka 68
2.3. Stepenice uz pretovarnu rampu 71
2.3.1. Statički proračun i dimenzioniranje 71
2.3.2. Proračun priključaka 72
2.4. Temeljna ploča pretovarne rampe 73
2.4.1. Analiza opterećenja 73
2.4.2. Statički proračun i dimenzioniranje 73
2.5. Mosna vaga 79
2.5.1. Analiza opterećenja 79
2.5.2. Statički proračun i dimenzioniranje 79
2.6. Spremnik protupožarne vode 94
2.6.1. Analiza opterećenja 94
2.6.2. Statički proračun i dimenzioniranje 94
2.7. Bazen za sanitarne otpadne vode 100
2.7.1. Analiza opterećenja 100

2.7.2. Statički proračun i dimenzioniranje 101
3. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 144
3.1. Općenito 144
3.2. Zemljani radovi 145
3.2.1. Definicije 145
3.2.2. Iskopi za temelje i građevne jame 146
3.2.3. Prijevoz materijala 147
3.2.4. Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem 148
3.3. Betonski i armiranobetonski radovi 149
3.3.1. Općenito 149
3.3.2. Izvođenje betonskih radova 150
3.3.3. Čelik za armiranje 154
3.4. Čelične konstrukcije 154
3.4.1. Opći uvjeti za izradu i montažu čelične konstrukcije 154
3.4.2. Osnovni dokument za izvođenje 154
3.4.3. Podloge za izradu tehnologije zavarivanja i dokaze kvalitete 155
3.4.4. Dokazi kvalitete prlje početka izrade čellčne konstrukcije 155
3.4.5. Kontrola u tijeku izrade, transporta i montaže 155
3.4.6. Fazne kontrole (fazni tehnički pregledi) koji se provode u tijeku izvedbe čelične konstrukcije 156
3.4.7. Tehnički pregled konstrukcije u sklopu pregleda građevine 157
3.4.8. Održavanje i praćenje čelične nosive konstrukcije za vrijeme korištenja građevine 157
4. ZBRINJAVANJE GRAĐEVNOG OTPADA 159
5. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA 160

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. Općenito

Ovim projektom obuhvaćene su sljedeće građevine:

- *Nadstrešnica*
- *Pretovarna rampa*
- *Stepenice uz pretovarnu rampu*
- *Temeljna ploča pretovarne rampe*
- *Temeljna ploča zgrade za osoblje*
- *Mosna vaga kapaciteta 50 t*
- *Spremnik protupožarne vode*
- *Bazen za sanitarne otpadne vode*
- *Temelji vrata i ograde*
- *Vrata i ograda*
- *Stepenište na nogostupu*
- *Stepenište na pokosu*
- *Rasvjetni stup*
- *Temelj rasvjetnog stupa*

1.2. Nadstrešnica

Nadstrešnica je polumontažna, prizemna, jednostrešna građevina. S tri stane nadstrešnica je zatvorena trapeznim limom, a s četvrte industrijskim rolo vratima. Pokrov će se izvesti kao trapezni lim u poprečnom nagibu od 5°.

Tlocrtne dimenzije nadstrešnice koje se odnose na osi glavne nosive čelične konstrukcije su 11,0 m x 5,0 m, a ukupna visina iznosi 7,4 m. Svijetla visina mjereno od kolne površine do donjeg ruba grede okvira iznosi 7,04 m.

Glavnu nosivu čeličnu konstrukciju čine 3 okvira koji su postavljeni na rasteru od 5,50 m. Okviri se sastoje od dva stupa profila HEA 220 i grede istog profila. Stupovi su upeto spojeni u temeljne čašice.
Na uzdužnim stranama nadstrešnice između stupova okira postavljen je po jedan fasadni stup profila HEA 180 za prihvat fasadnih sekundarnih elemenata. Fasadni stup se spaja na temelj naknadnim sidrenjem sa 4 ankera, a na roženicu zglobno-kliznom vezom. Podrožnice su profila HEA 140, postavljene na rasteru od oko 1150 mm te naliježu direktno na pojasnicu grede.

U krovnoj ravnini postavljeni su poprečni i uzdužni vlačno-tlačni spregovi u svrhu globalne stabilizacije krovne ravnine i za preuzimanje reakcije fasadnih stupova. Spregovi su profila 60 x 60 x 3 mm koji zajedno s podrožnicama i gredama okvira čine sustav krovne stabilizacije. Svi elementi spregova povezuju se vijčanim vezama preko čvornih ploči koje su zavarene u radionici. Vertikalna poprečna stabilizacija konstrukcije ostvaruje se djelovanjem okvira, a stabilizacija u uzdužnom smjeru ostvarena je vlačno-tlačnim „X“ spregovima postavljenim između stupova okvira. Spregovi se izvode od profila 90 x 90 x 3 mm.

Pokrov nadstrešnice izvodi se trapeznim limom minimalne nosivosti 2,70 kN/m² za raspon od 1,25 m za odizanje i 0,60 kN/m^2 za pritisak. Fasada nadstrešnice izvodi se trapeznim limom minimalne nosivosti 2,70 kN/m² za raspon od 2,00 m.

Nadstrešnica se temelji na temeljima samcima dimenzija 250 x 250 x 60 cm sa čašicom dimenzija 85 x 85 x 100 cm. Gornji rub čašice izvodi se 30 cm ispod gornjeg ruba temeljne ploče. Temelj se izvodi betonom razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 te armira čelikom za armiranje kvalitete B500B. Nakon pozicioniranja stupa u temelju preostali prostor je potrebno ispuniti mortom za podlijevanje čvrstoće minimalno 50 MPa. S obzirom na utjecaj okoliša svi navedeni armiranobetonski elementi nalaze se u razredu izloženosti XC4, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm na svim stranicama elemenata. Temelj se izvodi na sloju podložnog betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C12/15, debljine 10 cm, ispod kojeg se nalazi uređeno temeljno tlo zbijeno do modula stišljivosti od minimalno 40 MPa. Ukoliko nije moguće postići zahtijevanu zbijenost potrebno je izvršiti zamijenu tla kamenom.

Svi elementi čelične konstrukcije izvode se od čelika kvalitete S355JR. Svi elementi čelične konstrukcije su vruće valjani ili vruće oblikovani. Montaža elemenata na gradilištu izvodi se isključivo vijčanim spojevima. Antikorozivnu zaštitu izvesti vrućim cinčanjem sukladno HRN EN ISO 14713 za razred korozivnosti C5 s minimalno debljinom prevlake od 210 mikrona.
Konstrukciju je potrebno zaštititi protupožarnim premazima za razinu protupožarne zaštite R30.

1.3. Pretovarna rampa

Konstrukcija pretovarne rampe se sastoji od niza stupova HEA 160 s kojima je povezana izlomljena greda HEA 220 na koju se montira trakasti transporter s pripadajućom opremom. Greda je poduprta i parom kosnika koji su profila HEA 160. Greda se sastavlja s tri montažna priključka. Stupovi su međusobno povezani X spregom profila 80 x 80 x 4 mm. Na gredu se oslanjaju okviri čiji su stupovi profila IPE 160, a prečke HEA 100. Okviri su u razini krova povezani vlačnim dijagonalama Ø12 i vačno-tlačnim spregom iznas usipnog koša. Okviri su na vrhu, po vanjskim rubovima međusobno povezani prečkom 80 x 80 x 4 mm. Na okvire se montira čelični trapezni lim.

Pokrov se izvodi trapeznim limom minimalne nosivosti 0,95 kN/m² za raspon od 2,1 m.
Fasada se izvodi trapeznim limom minimalne nosivosti 0,95 kN/m² za raspon od 1,9 m.

Svi elementi čelične konstrukcije izvode se od čelika kvalitete S355JR. Svi elementi čelične konstrukcije su vruće valjani ili vruće oblikovani. Montaža elemenata na gradilištu izvodi se isključivo vijčanim spojevima. Antikorozivnu zaštitu izvesti vrućim cinčanjem sukladno HRN EN ISO 14713 za razred korozivnosti C5 s minimalno debljinom prevlake od 210 mikrona. *Konstrukciju je potrebno zaštititi protupožarnim premazima za razinu protupožarne zaštite R30.*

NAPOMENA: *S obzirom na to da će se na konstrukciju rampe ugraditi transportna traka koja proizvodi vibracije na vijčanim spojevima koristiti odgovarajuće elastične podloške.*

1.4. Stepenice uz pretovarnu rampu

Čelične stepenice se nalaze uz pretovarnu rampu, a vode na razinu utovarnog ljevka za punjenje poluprikolice. Stepenice su sastavljene od 2 nosača na svjetlom razmaku od 1,10 m. Nosače čine hladnooblikovani otvoreni profili C 200 x 60 x 5 mm. Nosači su poduprti stupom i kosnikom profila UPE 100. Stupovi su povezani dijagonalama od kutnika L 50 x 5 mm i prečkom istog profila. Spojevi su modelirani kao zglobovi. Gazišta su tipska te naliježu na kutnike zavarene na krak. Spajanje gazišta je vijčano. Konstrukcija se spaja na temeljnu ploču pretovarne rampe mehaničkim sidrima.

Svi elementi čelične konstrukcije izvode se od čelika kvalitete S355JR. Svi elementi čelične konstrukcije su vruće valjani ili vruće oblikovani. Montaža elemenata na gradilištu izvodi se isključivo vijčanim spojevima. Antikorozivnu zaštitu izvesti vrućim cinčanjem sukladno HRN EN ISO 14713 za razred korozivnosti C5 s minimalno debljinom prevlake od 210 mikrona. *Konstrukciju je potrebno zaštititi protupožarnim premazima za razinu protupožarne zaštite R30.*

1.5. Temeljna ploča pretovarne rampe

Ploča je dimenzija 21,70 m x 6,20 m i debljine 30 cm. Svi armiranobetonski elementi izvode se od betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 te armiraju čelikom za armiranje kvatitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša svi navedeni armiranobetonski elementi nalaze se u razredu izloženosti XC4, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm na svim stranicama elemenata. Armatura je opisana u proračunu.

1.6. Temeljna ploča zgrade za osoblje

Zgrada za osoblje čine dva uredska kontejnera ukupne tlocrtne dimenzije 12,10 m x 2,45 m. Kontejneri će se položiti na armiranobetonsku temeljnu ploču debljine 20 cm.

Ukupne tlocrtne dimenzije temeljne ploče su 12,30 m x 2,65 m, a izvodi se na sloju podložnog betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C12/15, debljine 10 cm. Gornja površina temeljne ploče mora se izvesti 10 cm iznad razine okolnog tla.

Temeljna ploča se izvodi od betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 te armira čelikom za armiranje kvatitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša ploča se nalazi u razredu izloženosti XC4, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm na svim stranicama ploče. Armatura je opisana u proračunu.

1.7. Mosna vaga kapaciteta 50 t

Mosna vaga je nosivosti 50 t. Sveukupne tlocrtne dimenzije vage, uključujući i prilazne rampe, su 30,67 m x 4,00 m. Širina svijetlog prolaza za vozila je 3,00 m. Na vagu se pristupa preko armiranobetonske rampe. Pravilan pristup vozila na vagu osiguran je armiranobetonskim usmjerivačima.

Za montiranje vage potrebno je izvesti četiri armiranobetonska poprečna trakasta temelja, međusobno povezana sa uzdužnim armiranobetonskim gredama. Vanjski temelji vage su poprečnog presjeka oblika slova L, ukupnih dimenzija 150 cm x 110 cm. Unutarnji temelji vage su pravokutnog poprečnog presjeka

ukupnih dimenzija 100 cm x 80 cm. Uzdužne armiranobetonske grede koje povezuju trakaste temelje su pravokutnog poprečnog presjeka dimenzija 30 cm x 80 (75) cm. U jednu od uzdužnih greda potrebno je ugraditi PVC cijev promjera Ø75 mm za provlačenje kablova koji povezuju mjerne doze vage s računalom u porti.

Kako bi se spriječilo slijeganje kolničke konstrukcije ispred i iza vage izvode se ukopane armiranobetonske ploče (prijelazna ploča) debljine 20 cm, duljine 2,0 m, širine jednake širini prilaznih rampi.

Armiranobetonski temelji mosne vage izvode se od betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 i armiraju čelikom za armiranje kvatitete B500B prema statičkom proračunu. Temelji vage izvode se na sloju podložnog betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 12/15 debljine 10 cm. S obzirom na utjecaj okoliša temelji se nalaze u razredu izloženosti XD1, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 4,0 cm.

Nakon izvedbe temelja vage, potrebno je prostor između temelja zatrpati probranim materijalom iz iskopa (maksimalne veličine zrna 63 mm) u slojevima debljine 30 cm uz nabijanje do modula stišljivosti minimalno 50 MPa. Nakon zatrpavanja između trakastih temelja izvodi se betonska ploča debljine 10 cm čija je uloga prikupljanje i odovdnja oborinske vode.

Na prethodno izvedene armiranobetonske temelje postavlja se most vage sveukupnih tlocrtnih dimenzija 18,04 x 3,44 m, koji se sastoji od tri modula pojedinačnih tlocrtnih dimenzija 6,00 x 3,44 m. Konstrukcija modula vage sastoji se od čeličnih nosača profila IPE 600 i armiranobetonske ploče debljine 18 cm. Betoniranje mosta vage izvodi se betonom razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 35/45 (XF3,XM1) otpornim na smrzavanje, habanje i sol, a najveća dozvoljena veličina agregata u betonu je 16 mm. S obzirom na utjecaj okoliša potrebno je osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm. Prije betoniranja ploče mosta vage potrebno je preko cijele površine temelja postaviti PVC foliju. Čelični nosači mosta vage su vruće valjani, a izvode se od čelika minimalne kvalitete S 355. Svi vijci koji se koriste u spojevima moraju biti minimalne kvalitete 10.9. Nakon izvedbe svih zavarenih spojeva i potrebnih rupa za vijke u radionici sve čelične nosače potrebno je antikorozivno zaštititi vrućim pocinčavanjem sukladno normi HRN EN ISO 14713 za razred korozivnosti C5. Nakon završene montaže na gradilištu potrebno je popraviti sva oštećenja antikorozivne zaštite. Čeličnu konstrukciju potrebno je povezati s uzemljivačem. Armatura ploče mosta i armatura temeljna navedena je u proračunu.

Napomena: temelje mosne vage potrebno je prilagoditi tipu vage koja će se ugraditi.

1.8. Spremnik protupožarne vode

Za potrebe osiguranja dovoljne količine vode za gašenje požara na pretovarnoj stanici izvodi se ukopani armiranobetonski spremnik ukupnih tlocrtnih dimenzija 10,0 m x 4,0 m, ukupne visine 5,20 m. Spremnik će se nalaziti u zelenoj površini s nadslojem tla debljine 60 cm iznad pokrovne ploče. Korisni volumen spremnika je 72 m³. Pristup u spremnik omogućen je kroz tri okna, dva svijetlih dimenzija 85 x 85 cm te jedno 100 x 100 cm (za spuštanje opreme crpke). Spuštanje kroz okno omogućeno je penjalicama širine 40 cm od betonskog željeza promjera Φ16 mm, koje se postavljaju na međusobnom razmaku od 30 cm.

Na sve unutarnje stijenke spremnika nakon izvođenja nanosi se polimercementni premaz radi sprječavanja propusnosti.

Okna su zatvorena s lijevanoželjeznim poklopcima klase B125 prema normi HRN EN-124:2005. U sklopu spremnika izvodi se komora za smještaj crpke kojom se vodom iz spremnika opskrbljuje nadzemni hidrant.

Temeljna ploča spremnika je debljine 40 cm, a izvodi se na sloju podložnog betona razreda tlačne čvrstoće C 12/15 debljine 10 cm. Zidovi spremnika i pokrovna ploča su debljine 30 cm. Svi AB elementi izvode se od vodonepropusnog betona karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 te armiraju čelikom za armiranje kvalitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša navedeni armiranobetonski element nalazi se u razredu izloženosti XD2, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 4,0 cm na svim stranicama elementa. Armatura je navedena u proračunu.

1.9. Bazen za sanitarne otpadne vode

Građevina je dimenzija 4,5 x 2,5 m, ukupne visine 3,2 m ukopana u zemlju, namjenjena prikupljanju otpadne sanitarne vode. Bazen će se nalaziti u zelenoj površini s nadslojem tla debljine oko 50 cm. Građevina je projektirana kao monolitna armiranobetonska, od AB zidova preko kojih je oslonjena AB ploča, temeljna konstrukcija je AB temeljna ploča.

Pristup u spremnik omogućen je kroz okno svijetlih dimenzija 60 cm x 60 cm. Spuštanje kroz okno omogućeno je penjalicama širine 40 cm od betonskog željeza promjera Φ16 mm, koje se postavljaju na međusobnom razmaku od 30 cm. Okno je zatvoreno lijevanoželjeznim poklopcem klase B125 prema normi HRN EN-124:2005.

Na sve unutarnje stijenke bazena nakon izvođenja nanosi se polimercementni premaz radi sprječavanja propusnosti.

Temeljna konstrukcija građevine je AB ploča 30 cm koja se izvodi na sloju podložnog betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 12/15 debljine 10 cm. Zidovi bazena su debljine 25 cm. Ploča iznad zidova je monolitna AB debljine 20 cm nosiva u jednom smjeru.

Svi AB elementi izvode se od vodonepropusnog betona karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 te armiraju čelikom za armiranje kvalitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša navedeni armiranobetonski element nalazi se u razredu izloženosti XD2, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 4,0 cm na svim stranicama elementa. Armatura je navedena u proračunu.

1.10. Vrata i ograde

Oko Etape 2, pretovarne stanice, izvodi se ograda ukupne visine 2,0 m. Ukupna duljina ograde iznosi oko 334,0 m (uključujući i vrata).

Na ulazu u pretovarnu stanicu predviđena su klizna vrata kao ulaz za kamione i ostala vozila te krilna vrata kao ulaz za pješake. Ulaz u ograđeni dio pretovarne stanice je sa sjeverne strane. Klizna vrata su širine 8,0 m, visine 2,00 m te se ugrađuju na pocinčanu šinu ubetoniranu u trakasti temelj. Krilna vrata su širine 1,2 m i visine 2,00 m. Nosivi stup vrata temeljen je direktno u AB temeljnu traku. Sva vrata se izvode od čeličnih profila te su antikorozivno zaštićena vrućim pocinčavanjem. Ispuna vrata je od pravokutnih cijevi 20/30

mm u okviru od kvadratnih cijevi 60/60 mm, s nosivim stupovima od kvadratnih cijevi 80/80 mm visine 2,5 m. Boja kompletne ograde je RAL 6005 (tamno zelena).

Armiranobetonski temelji izvodi se od betona karakteristične tlačne čvrstoće C25/30 te armiraju konstruktivno čelikom za armiranje kvalitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša navedeni armiranobetonski elementi nalaze se u razredu izloženosti XC2, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm na svim stranicama elementa. Dimenzije su prikazane na nacrtu.

Ostatak ograde oko pretovarne stanice se izvodi od čeličnih pocinčanih stupova i pocinčanog žičanog pletiva. Ispuna je vruće cinčana i plastificirana pletena mreža u roli promjera žice 2,6 mm i otvora oka: 60,0 x 60,0 mm. Ograda je visine 2,0 m. Stupovi ograde će biti ubetonirani u temelje samce, dimenzija prema nacrtu. Na svakom 10 polju ograde ugraditi razupore za stabilizaciju stupova.

1.11. Rasvjetni stup

Predviđeno je postavljenje čeličnih rasvjetnih stupova visine 8 metara. Stupovi su dimenzionirani na opterećenja vjetra od 35 m/s . Potrebno je u skladu s planom pozicija postaviti stup kao gotov proizvod, ubetoniran u temeljnu stopu.

Stup je visine 8 m, ukupne duljine 8,5 m (prvih 0,5 m se ubetoniravaju u temelj), napravljen od cijevi promjenjivog promjera koja je na dnu promjera Ø161 mm, Ø156 mm u razini vrha temelja, a na vrhu stupa Ø76 mm, debljine stjenke 3 mm od čelika S235 JR EN 10025. Na vrh stupa se postavljaju nosači rasvjete, koji se pričvršćuje na stup mehaničkim spajalima 4×M12 kvalitete 8.8.

Otvor se u stupu nalazi na visin od 1,25m, mjereno od od vrha temelja, veličine 500×100 mm. Otvor je ojačan čeličnom pločom debljine 6mm i širine 60 mm sa svake strane otvora.

1.12. Stepenište na nogostupu

Visinska razlika nogostupa uz pretovarnu rampu savladava se betonskim jednokrakim stepeništem, zaštićenim čeličnom ogradom visine 1,2 m.

Stepenište se izvodi od betona karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 i konstruktivno armira čelikom za armiranje kvalitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša navedeni armiranobetonski elementi nalaze se u razredu izloženosti XC2, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm na svim stranicama elementa. Izvodi se na sloju podložnog betona karakteristične tlačne čvrstoće C 12/15 debljine 10 cm. Površinu betonskog stepeništa potrebno je izvesti protuklizno (tzv. metlani betonski pod).

Zaštitna čelična ograda se sastoji od stupova profila 40x40x3,2 mm, rukohvata profila 60x40x3,2 mm i horizontalnih prečki profila Φ25,0/3,2 mm. Stupovi su na svojem donjem kraju vijčano spojeni s armirano betonskom konstrukcijom stepeništa. Spojevi stupa ograde s rukohvatom i horizontalnim prečkama izvode se zavarivanjem.

Svi elementi čelične konstrukcije stepeništa su vruće valjani ili vruće oblikovani, a izvode se od čelika minimalne kvalitete S 355. Svi vijci koji se koriste u spojevima moraju biti minimalne kvalitete 10.9.

Detalj stepeništa dan je na nacrtu br 07. u grafičkom dijelu projekta.

1.13. Stepenište na pokosu

Visinska razlika nasipa kod separatora masti i ulja savladava se betonskim jednokrakim stepeništem, zaštićenim čeličnom ogradom visine 1,2 m.

Stepenište se izvodi od betona karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37 i konstruktivno armira čelikom za armiranje kvalitete B500B. S obzirom na utjecaj okoliša navedeni armiranobetonski elementi nalaze se u razredu izloženosti XC2, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 3,0 cm na svim stranicama elementa. Izvodi se na sloju podložnog betona karakteristične tlačne čvrstoće C 12/15 debljine 10 cm. Površinu betonskog stepeništa potrebno je izvesti protuklizno (tzv. metlani betonski pod).

Zaštitna čelična ograda se sastoji od stupova profila 40x40x3,2 mm, rukohvata profila 60x40x3,2 mm i horizontalnih prečki profila Φ25,0/3,2 mm. Stupovi su na svojem donjem kraju vijčano spojeni s armirano betonskom konstrukcijom stepeništa. Spojevi stupa ograde s rukohvatom i horizontalnim prečkama izvode se zavarivanjem.

Svi elementi čelične konstrukcije stepeništa su vruće valjani ili vruće oblikovani, a izvode se od čelika minimalne kvalitete S 355. Svi vijci koji se koriste u spojevima moraju biti minimalne kvalitete 10.9.

Detalj stepeništa dan je na nacrtu br 08. u grafičkom dijelu projekta.

1.13. Temelj rasvjetnog stupa

Temelj je tlocrtnih dimenzija 1,15 m x 1,15 m i visine 95 cm. Izvodi se od betona klase C 30/37 i armira čelikom za armiranje kvalitete B500B. Izvodi se na sloju podložnog betona karakteristične tlačne čvrstoće C 12/15 debljine 10 cm. Ugrađenu armaturu potrebno je povezati s uzemljivačem. S obzirom na utjecaj okoliša navedeni armiranobetonski element nalazi se u razredu izloženosti XD2, zbog čega je potrebno osigurati zaštitni sloj betona minimalno 4,0 cm na svim stranicama elementa.

Temeljno tlo treba biti uređeno i zbijeno prije ugradnje betona. U temelju je potrebno izvesti utor u koji se polaže stup, a preostali prostor se ispunjava mortom za podlijevanje. Vrh temelja se izvodi 10 cm iznad okolnog terena, za stup smješten na zelenoj površini.

1.1. Način održavanja i projektirani vijek uporabe građevine

Proračunski radni vijek pretpostavljeno je razdoblje u kojem se konstrukcija upotrebljava za namijenjenu svrhu, uz pretpostavku održavanja, ali bez potrebe za većim popravcima. Prema HRN EN 1990:2011/NA:2011 ovisno o vrsti konstrukcije razlikuju se pet razreda s različitim proračunskim uporabnim vijekom prema sljedećoj tablici:

Razred	Zahtijevani proračunski uporabni vijek [godine]	Primjer
1	**≤10**	Privremene konstrukcije, konstrukcije tijekom izvedbe
2	10-25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije, npr. kranski nosači, ležajevi

Razred	Zahtijevani proračunski uporabni vijek [godine]	Primjer
3	15-30	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	50	Konstrukcije zgrada, mostova i frugih inženjerskih građevina uobičajenih dimenzija ili obične važnosti
5	100	Konstrukcije zgrada, mostova i frugih inženjerskih građevina velikih dimenzija ili velike važnosti

Sukladno navedenoj tablici građevine obrađene u ovoj mapi svrstavamo u razred 4 što znači da je zahtijevani proračunski uporabni vijek ove građevine: **50 godina**

Pogramom kontrole i osiguranja kvalitete definirana su svojstva građevnih proizvoda koji se ugrađuju u konstrukciju, ispitivanja i postupke dokazivanja uporabljivosti istih, kao i uvjeti građenja i ostali zahtjevi.

Radi očuvanja tehničkih svojstva građevine predviđa se redovno održavanje, a posebnu pozornost treba obratiti na antikorozivnu zaštitu, protupožarnu zaštitu i cjelovitost betonskih površina. Sve uočene nedostatke i oštećenja potrebno je što hitnije ukloniti i objekt dovesti u projektirano stanje.

1.2. Popis primjenjenih propisa

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)
2. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
3. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
4. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
5. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
6. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
7. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
8. Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20, 90/23)
9. Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16)
10. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
11. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
12. EN 1991-1-3:2012: Djelovanja na konstrukcije: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom
13. EN 1991-1-4:2012: Djelovanja na konstrukcije: Opća djelovanja – Djelovanja vjetra
14. EN 1991-1-5:2012: Djelovanja na konstrukcije: Opća djelovanja – Toplinska djelovanja
15. EN 1992-1-1:2013: Projektiranje betonskih konstrukcija: Opća pravila i pravila za zgrade
16. EN 1993-1-1:2014: Projektiranje čeličnih konstrukcija: Opća pravila i pravila za zgrade
17. EN 1997-1:2012: Geotehničko projektiranje: Opća pravila
18. EN 1998-1:2011: Projektiranja potresne otpornosti konstrukcija: Opće pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade
19. nHRN EN 1991-1-3:2012/NA: Djelovanja na konstrukcije: Opća djelovanja – Opterećenje snijegom
20. nHRN EN 1991-1-4:2012/NA: Djelovanja na konstrukcije: Opća djelovanja – Djelovanja vjetra
21. nHRN EN 1991-1-5:2012/NA: Djelovanja na konstrukcije: Opća djelovanja – Toplinska djelovanja

Projektant:

Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

2. PRORAČUNI

2.1. Nadstrešnica

2.1.1. Analiza opterećenja

Vlastita težina

Vlastita težina elemenata konstrukcije uzet će se u obzir automatski tijekom proračuna u računalnom programu.

Dodatno stalno opterećenje

Trapezni lim: g_k = 0,10 kN/m

Instalacije u krovnoj ravnini

Težina instalacija u krovnoj ravnini procjenjuje se na g_i = 0,25 kN/m².

Opterećenje snijegom

Građevina se nalazi na otoku Korčuli u 1. snježnom području (priobalje i otoci) na nadmorskoj visni od oko 500 m n.m., gdje mjerodavno karakteristično opterećenje snijegom na tlu iznosi:

s_k = 0,50 kN/m²

Ploha je horizontalna, α =0°

μ_1 = 0,8 (koeficijent oblika opterećenja snijegom za jednostrešne krovove, 0°≤α≤30°)

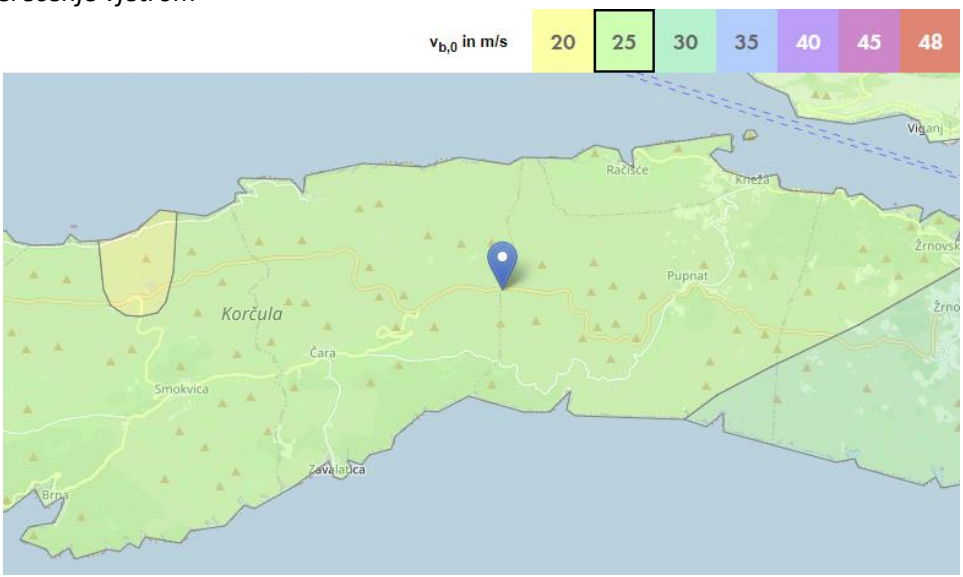
C_0 = 1,0 (koeficijent izloženosti)

C_1 = 1,0 (temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja građevine)

Opterećenje snijegom na krovu dobiva se prema izrazu:

$s = s_k \cdot \mu_1 \cdot C_0 \cdot C_1$ = 0,50·0,8·1,0·1,0 = 0,40 kN/m²

Opterećenje vjetrom



Karta osnovne brzine vjetra

Kao mjerodavna referentna brzina vjetra uzeti će se vrijednost od: $v_{b,0}$ = 25 m/s.
Gustoća zraka uzima se s vrijednosti od 1,25 kg/m³.
Referentni pritisak vjetra određuje se prema izrazu:

$$q_{ref} = \rho/2 \cdot v^2_{ref} = (1{,}25/2) \cdot 25^2 = 0{,}39 \text{ kN/m}^2$$

Građevina se nalazi na II kategoriji terena, a njezina visina iznosi 8,0 m, što će se uzeti za referentnu visinu.

$c_e(z) = 2{,}30$ (koeficijent izloženosti)

$$q_b(z) = c_e(z) \cdot q_{ref} = 2{,}30 \cdot 0{,}39 = 0{,}90 \text{ kN/m}^2$$

Pritisak vjetra koji djeluje na građevinu određuje se prema izrazu:

$$w_e = q_{ref} \cdot c_e(z) \cdot c_{pe}$$

Vrata će se razmotriti kao dominantni otvor.

I. slučaj
Vrata su otvorena – slučaj mjerodavan za odizanje

- vjetar djeluje na kraću stranu građevine
e = min. (b;2h) = min. (5,00 m; 16,00 m) = 5,00 m
e<d
Djelovanje vjetra na zidove građevine:

	površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]	c_{pi}	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	11,00	-1,20	-1,40	-1,20	-1,08	0,80	0,72	-1,80
B	32,00	-0,80	-1,10	-0,80	-0,72	0,80	0,72	-1,44
C	48,00	-0,50	-0,50	-0,50	-0,45	0,80	0,72	-1,17
D	40,00	0,80	1,00	0,80	0,72	0,80	0,72	0,00
E	40,00	-0,50	-0,50	-0,50	-0,45	0,80	0,72	-1,17

Djelovanje vjetra na krov građevine:

	Površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]	c_{pi}	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
F	1,25	-2,10	-2,60	-2,60	-2,34	0,80	0,72	-3,06
G	2,50	-1,80	-2,00	-2,00	-1,80	0,80	0,72	-2,52
H	10,00	-0,60	-1,20	-1,20	-1,08	0,80	0,72	-1,80
I	42,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,45	0,80	0,72	-1,17

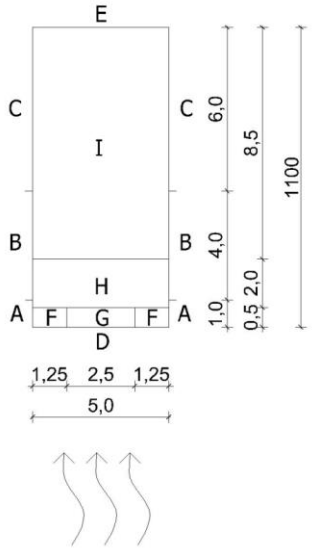
II. slučaj

Vrata zatvorena - sila mjerodavna za uzdužnu vertikalnu stabilizaciju

- vjetar djeluje na kraću stranu građevine

Djelovanje vjetra na zidove građevine:

	površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]
D	40,00	0,80	1,00	0,80	0,72
E	40,00	-0,50	-0,50	-0,50	-0,45



Površine na koje djeluje vjetar – djelovanje na poprečnu stranu

III. slučaj

Vrata su spuštena - unutarnji pritisak c_{pi}=+0,20

- vjetar djeluje na dužu stranu građevine

Djelovanje vjetra na zidove građevine:

	površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]	c_{pi}	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	17,60	-1,20	-1,40	-1,20	-1,08	0,20	0,18	-1,26
B	22,40	-0,80	-1,10	-0,80	-0,72	0,20	0,18	-0,90
D	88,00	0,80	1,00	0,80	0,72	0,20	0,18	0,54
E	88,00	-0,50	-0,50	-0,50	-0,45	0,20	0,18	-0,63

Djelovanje vjetra na krov građevine:

	Površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]	c_{pi}	w_i [kN/m²]	W [kN/m²]
F	3,03	-2,30	-2,50	-2,50	-2,25	0,20	0,18	-2,43
G	6,05	-1,30	-2,00	-1,58	-1,42	0,20	0,18	-1,60
H	42,90	-0,80	-1,20	-0,80	-0,72	0,20	0,18	-0,90

IV. slučaj

Vrata su spuštena - unutarnji pritisak c_{pi}=-0,30

- vjetar djeluje na dužu stranu građevine

Djelovanje vjetra na zidove građevine:

	površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]	c_{pi}	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	17,60	-1,20	-1,40	-1,20	-1,08	-0,30	-0,27	-0,81
B	22,40	-0,80	-1,10	-0,80	-0,72	-0,30	-0,27	-0,45
D	88,00	0,80	1,00	0,80	0,72	-0,30	-0,27	0,99
E	88,00	-0,50	-0,50	-0,50	-0,45	-0,30	-0,27	-0,18

Djelovanje vjetra na krov građevine:

	Površina [m²]	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	c_{pe}	w_e [kN/m²]	c_{pi}	w_i [kN/m²]	W [kN/m²]
F	3,03	-2,30	-2,50	-2,50	-2,25	-0,30	-0,27	-1,98
G	6,05	-1,30	-2,00	-1,58	-1,42	-0,30	-0,27	-1,15
H	42,90	-0,80	-1,20	-0,80	-0,72	-0,30	-0,27	-0,45

Imperfekcije okvira

Ekvivalentne horizontalne sile od imperfekcija su zanemarive.

Seizmičko opterećenje

Građevina se nalazi u zoni seizmičkog ubrzanja a_g = 0,24g, a temeljno tlo svrstava se u razred B.

Parametri koji opisuju elastični spektar titranja tla razreda B:

razred tla	**S**	**T_B**	**T_C**	**T_D**
B	1,2	0,15	0,50	2,0

Faktor ponašanja konstrukcije uzima se u iznosu q = 2,5 (stabilizacija dijagonalnim spregovima).

- EN 1998-1:2004, Tablica 6.2.

Koeficijent kvazistalne vrijednosti za opterećenje snijegom i vjetrom uzima u iznosu ψ_2 = 0.

M = 6,6 t - Masa građevine preuzeta iz statičkog proračuna

Ordinata proračunskog spektra dobiva se prema izrazu:

$S_d(T_1) = 2,5 \cdot a_g \cdot S / q = 2,5 \cdot 0,24 \cdot 1,2 / 2,5 = 0,29g$

Potresna sila dobiva se prema izrazu:

$F_b = S_d(T_1) \cdot W = 0{,}29g \cdot 6{,}6 = 19{,}1$ kN

Maksimalna sila vjetra koji djeluje na građevinu iznosi:

- *uzdužno: $F_{w,u}$ = 1,5 x 0,90 x (0,72 + 0,45) x (5 x 8) = 63 kN*
- poprečno: $F_{w,p}$ =1,5 x 0,90 x (0,72 + 0,45) x (11 x 8) = 139 kN

S obzirom da je maksimalna sila vjetra u pojedinom smjeru građevine veća od pripadne potresne sile, utjecaj potresa neće se razmatrati u nastavku proračuna.

Toplinsko opterećenje

S obzirom na dimenzije građevine nije potrebno razmatrati.

2.1.2. Provjera nosivosti pokrova i fasade

Promatra se traka pokrovnog panela širine 1,0 m.

Razmak roženica je 1,15 m.

Ukupno opterećenje pokrovnog lima za najnepovoljniju kombinaciju djelovanja iznosi:

$q = 1{,}5 \times w_{odizanje} = 1{,}5 \times 1{,}80 = -2{,}70$ kN/m^2

$q = 1{,}5\ s = 1{,}50 \times 0{,}40 = 0{,}60$ kN/m^2

Razmak sekundarnih nosača je 2 m.

Maksimalno opterećenje fasadnog lima za najnepovoljniju kombinaciju djelovanja iznosi:

$q = 1{,}5 \times w = 1{,}5 \times 1{,}80 = 2{,}70$ kN/m^2

<u>Kontrola spojnih sredstava</u>

- Pretpostavlja se samonarezni vijak d5,5 ($t_{N,I}$ 0,55 mm, $t_{N,II}$ 2,50 mm) nosivosti N_{Rd} = 1,54 kN

Krov: F = 2,70 x 1,15 = 3,11 kN/m' – minimalno 3 vijka po m'

Fasada: F = 2,70 x 2 = 5,40 kN/m' – minimalno 4 vijka po m'

2.1.3. Statički proračun i dimenzioniranje

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun, rezultati proračuna i dimenzioniranje elemenata konstrukcije.

Osnovni podaci o modelu, Ulazni podaci - Konstrukcija

Datoteka: Nadstrešnica izna transportera_twr8.twp
Datum proračuna: 24.10.2024

Način proračuna: 3D model

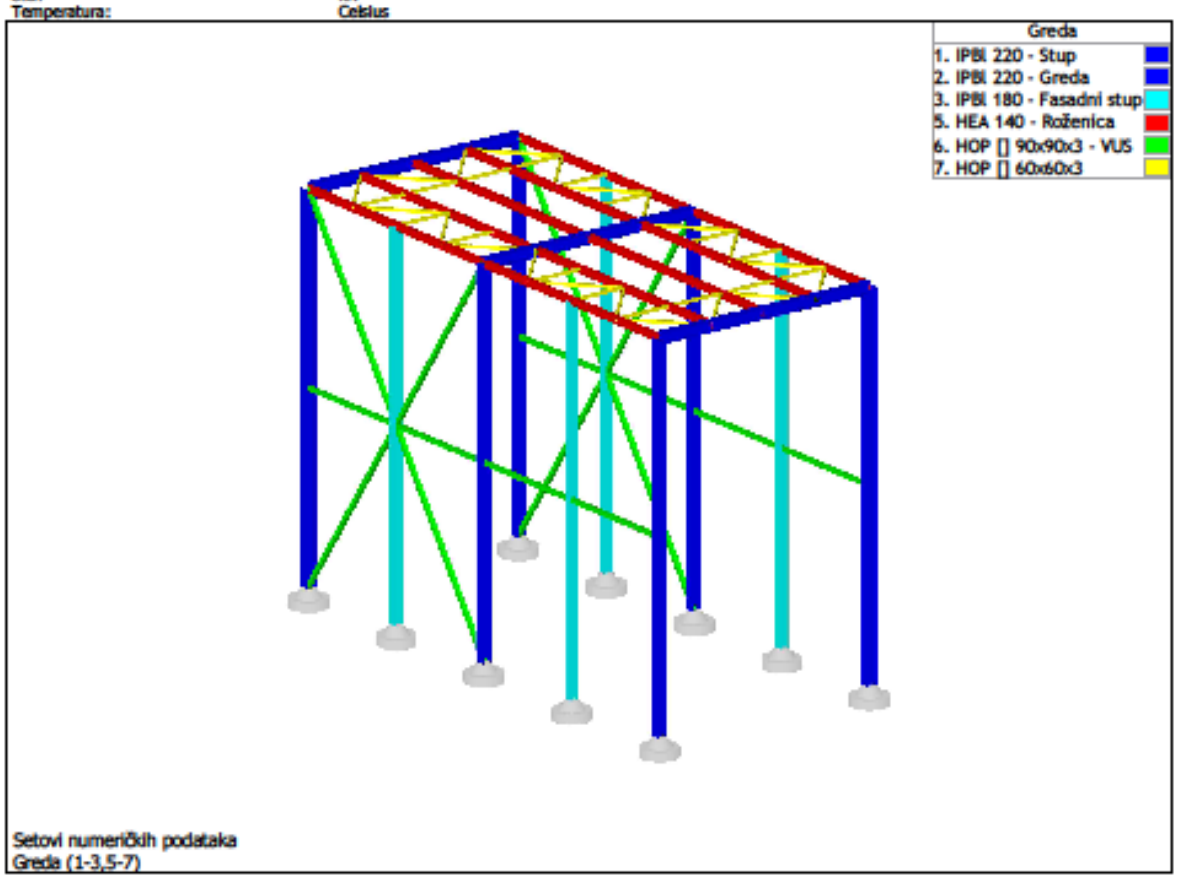
- [x] Teorija I-og reda
- [ ] Modalna analiza
- [ ] Stabilnost
- [ ] Teorija II-og reda
- [ ] Seizmički proračun
- [ ] Faze građenja
- [ ] Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova:	64
Broj pločastih elemenata:	0
Broj grednih elemenata:	120
Broj graničnih elemenata:	48
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	8
Broj kombinacija opterećenja:	11

Jedinice mjera

Dužina:	m [cm,mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius

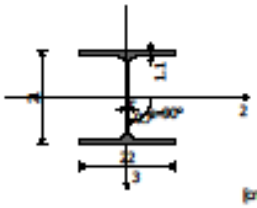


Ulazni podaci - Konstrukcija

Setovi greda

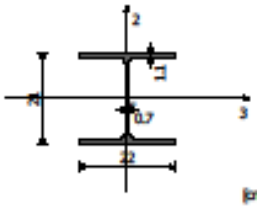
Set: 1 Presjek: IPBI 220 - Stup, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.430e-3	4.367e-3	2.063e-3	2.860e-7	5.410e-5	1.950e-5



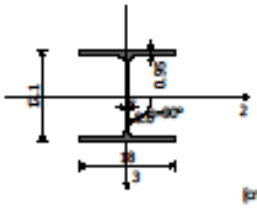
Set: 2 Presjek: IPBI 220 - Greda, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.430e-3	2.063e-3	4.367e-3	2.860e-7	1.950e-5	5.410e-5



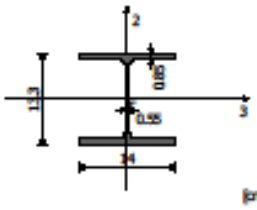
Set: 3 Presjek: IPBI 180 - Fasadni stup, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	4.530e-3	3.078e-3	1.452e-3	1.490e-7	2.510e-5	9.250e-6



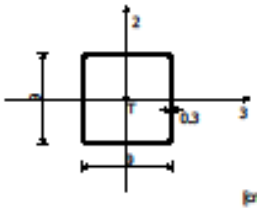
Set: 5 Presjek: HEA 140 - Roženica , Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.140e-3	1.011e-3	2.129e-3	8.160e-8	3.890e-6	1.030e-5



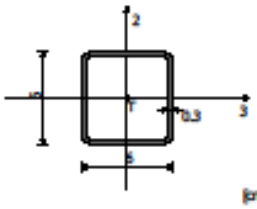
Set: 6 Presjek: HOP [] 90x90x3 - VUS, Jednostavni štap, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.021e-3	5.400e-4	5.400e-4	1.976e-6	1.253e-6	1.253e-6

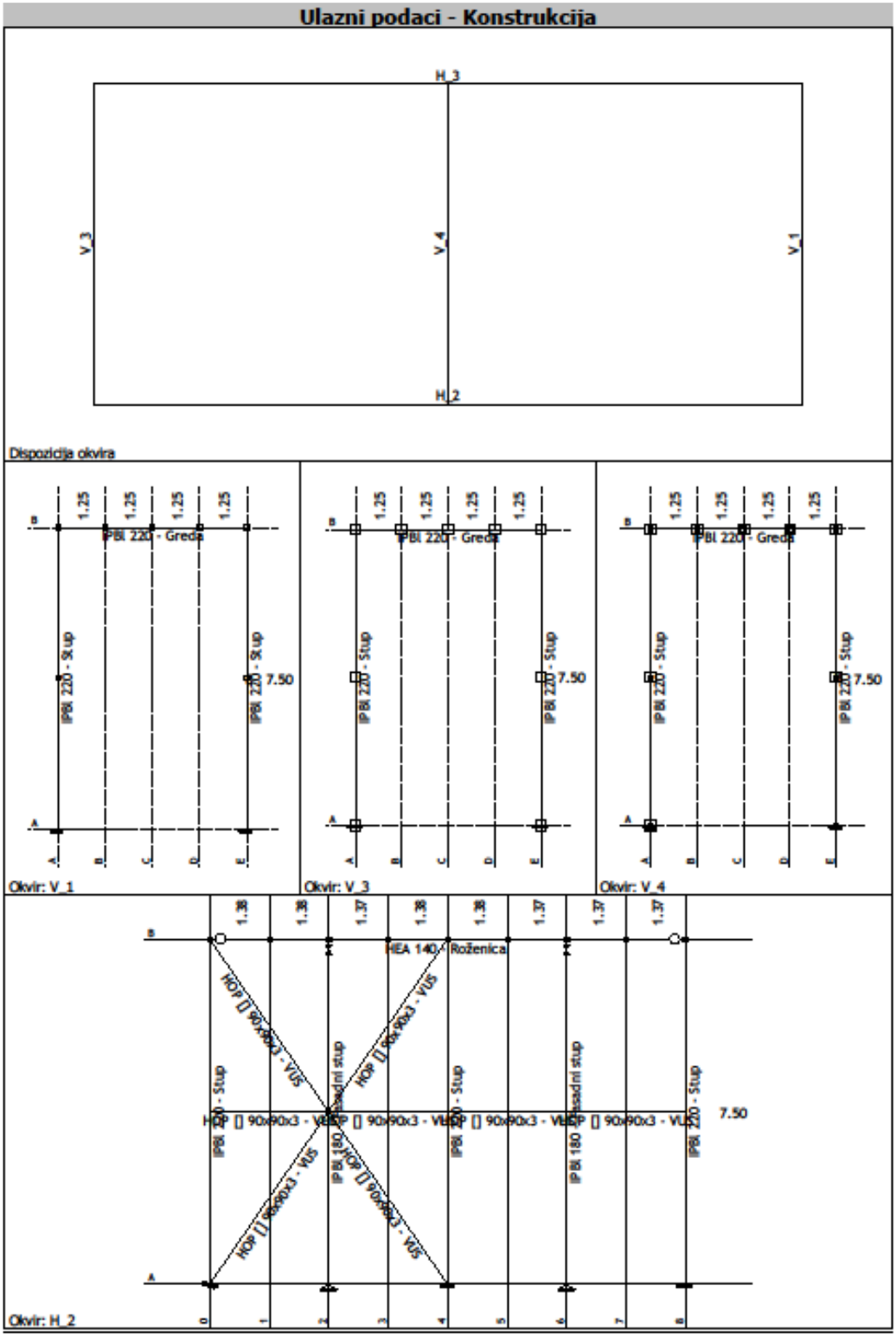


Set: 7 Presjek: HOP [] 60x60x3, Jednostavni štap, Fiktivna ekscentričnost

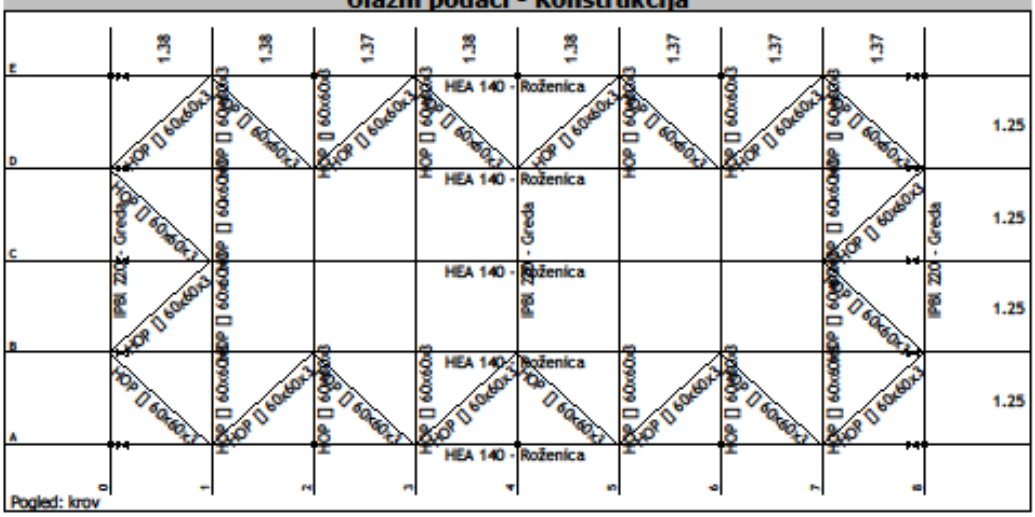
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.610e-4	3.600e-4	3.600e-4	5.689e-7	3.392e-7	3.392e-7



Ulazni podaci - Konstrukcija



Ulazni podaci - Konstrukcija



Grede - količine po setovima						
Set	Presjek/Materijal	γ [kN/m³]	L [m]	O [m²]	V [m³]	m [T]
1	IPBI 220 - Stup Čelik	78.500	48.001	60.246	0.309	2.471
2	IPBI 220 - Greda Čelik	78.500	15.000	18.826	0.096	0.772
3	IPBI 180 - Fasadni s Čelik	78.500	31.998	32.774	0.145	1.160
5	HEA 140 - Roženica Čelik	78.500	55.000	43.692	0.173	1.382
6	HOP [] 90x90x3 - VUS Čelik	78.500	60.834	21.274	0.062	0.497
7	HOP [] 60x60x3 Čelik	78.500	57.165	13.131	0.038	0.302
		Ukupno:	268.00	189.94	0.823	6.585

Grede - količine po poprečnim presjecima					
Presjek/Materijal	γ [kN/m³]	L [m]	O [m²]	V [m³]	m [T]
IPBI 220 - Stup Čelik	78.500	63.001	79.072	0.405	3.243
IPBI 180 - Fasadni stup Čelik	78.500	31.998	32.774	0.145	1.160
HEA 140 - Roženica Čelik	78.500	55.000	43.692	0.173	1.382
HOP [] 90x90x3 - VUS Čelik	78.500	60.834	21.274	0.062	0.497
HOP [] 60x60x3 Čelik	78.500	57.165	13.131	0.038	0.302
	Ukupno:	268.00	189.94	0.823	6.585

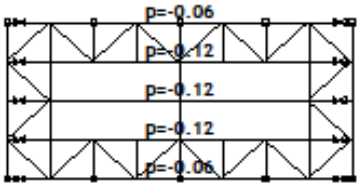
Rekapitulacija količina materijala				
Materijal	γ [kN/m³]	O [m²]	V [m³]	m [T]
Čelik	78.500	189.94	0.823	6.585

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

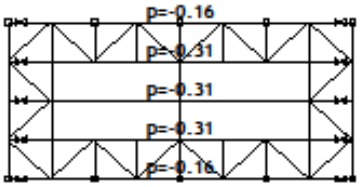
LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	dodatno stalno
3	instalacije
4	snijeg
5	vjetar 1 - odizanje
6	vjetar 2
7	vjetar 3
8	vjetar 4
9	Komb.: gsn 1 (I+II+1.5xV)
10	Komb.: gsn 2 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV+0.9xVI)
11	Komb.: gsn 3 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV+0.9xVII)
12	Komb.: gsn 4 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV+0.9xVIII)
13	Komb.: gsn 5 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+0.75xIV+1.5xVI)
14	Komb.: gsn 6 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+0.75xIV+1.5xVII)
15	Komb.: gsn 7 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+0.75xIV+1.5xVIII)
16	Komb.: gsn 8 (I+II+III+IV)
17	Komb.: gsu 1 (I+II+III+IV)
18	Komb.: gsu 2 (I+II+III+V)
19	Komb.: gsu 3 (I+II+III+VI)
20	Komb.: gsu 4 (I+II+III+VII)
21	Komb.: gsu 5 (I+II+III+VIII)

Opt. 2: dodatno stalno



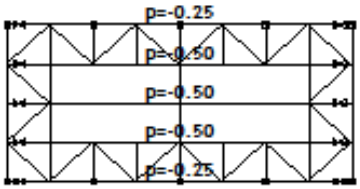
Nivo: [8.00 m]

Opt. 3: instalacije



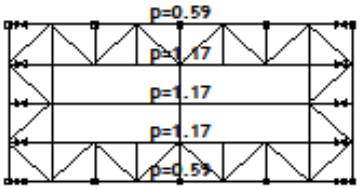
Nivo: [8.00 m]

Opt. 4: snijeg



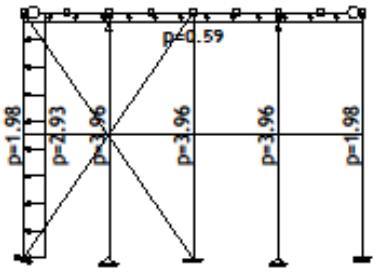
Nivo: [8.00 m]

Opt. 5: vjetar 1 - odizanje



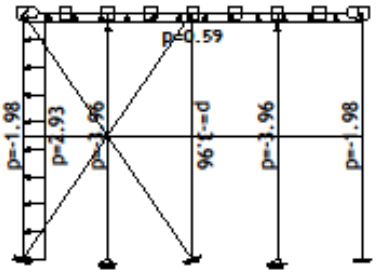
Nivo: [8.00 m]

Opt. 5: vjetar 1 - odizanje



Okvir: H_2

Opt. 5: vjetar 1 - odizanje



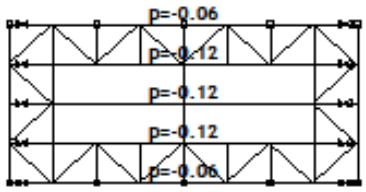
Okvir: H_3

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

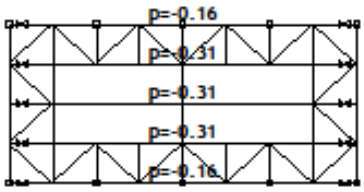
LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	dodatno stalno
3	instalacije
4	snijeg
5	vjetar 1 - odizanje
6	vjetar 2
7	vjetar 3
8	vjetar 4
9	Komb.: gsn 1 (I+II+1.5xV)
10	Komb.: gsn 2 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV+0.9xVI)
11	Komb.: gsn 3 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV+0.9xVII)
12	Komb.: gsn 4 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+1.5xIV+0.9xVIII)
13	Komb.: gsn 5 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+0.75xIV+1.5xVI)
14	Komb.: gsn 6 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+0.75xIV+1.5xVII)
15	Komb.: gsn 7 (1.35xI+1.35xII+1.35xIII+0.75xIV+1.5xVIII)
16	Komb.: gsn 8 (I+II+III+IV)
17	Komb.: gsu 1 (I+II+III+IV)
18	Komb.: gsu 2 (I+II+III+V)
19	Komb.: gsu 3 (I+II+III+VI)
20	Komb.: gsu 4 (I+II+III+VII)
21	Komb.: gsu 5 (I+II+III+VIII)

Opt. 2: dodatno stalno



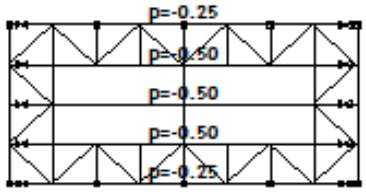
Nivo: [8.00 m]

Opt. 3: instalacije



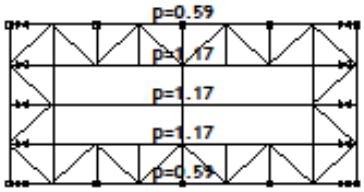
Nivo: [8.00 m]

Opt. 4: snijeg



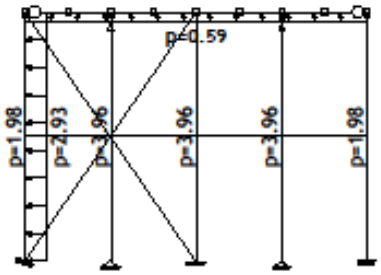
Nivo: [8.00 m]

Opt. 5: vjetar 1 - odizanje



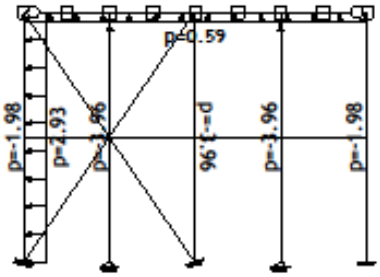
Nivo: [8.00 m]

Opt. 5: vjetar 1 - odizanje



Okvir: H_2

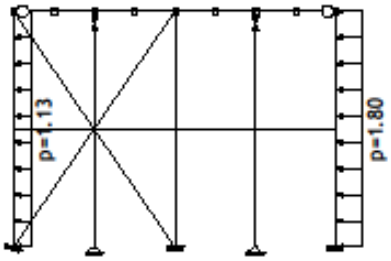
Opt. 5: vjetar 1 - odizanje



Okvir: H_3

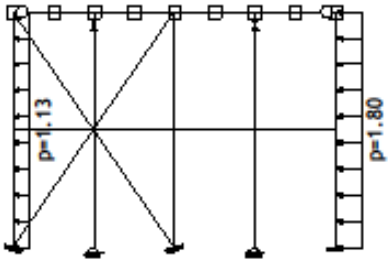
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 6: vjetar 2



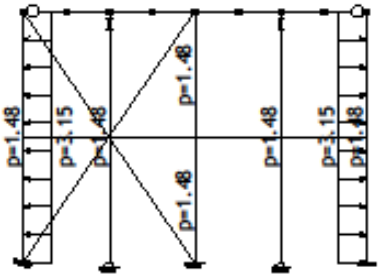
Okvir: H_2

Opt. 6: vjetar 2



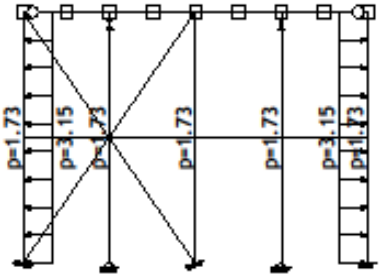
Okvir: H_3

Opt. 7: vjetar 3



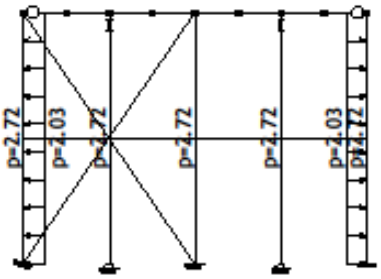
Okvir: H_2

Opt. 7: vjetar 3



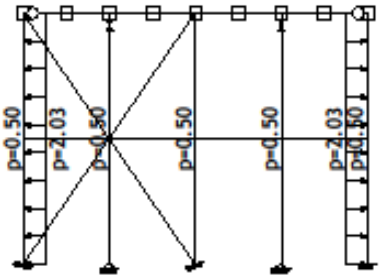
Okvir: H_3

Opt. 8: vjetar 4



Okvir: H_2

Opt. 8: vjetar 4



Okvir: H_3

Statički proračun

GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

- Unutarnje sile glavnih nosivih elemenata

Rezne sile u presjecima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 9-16

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	T3 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
Set 1: IPBl 220 - Stup							
(49 - 16)	14	8.000	**|-39.316|**	-0.149	28.190	87.795	0.324
(49 - 16)	15	8.000	**|-39.017|**	-0.091	19.838	75.462	0.202
(27 - 4)	14	4.000	-25.314	**|11.392|**	16.764	-2.869	-7.770
(9 - 1)	15	8.000	5.124	5.776	**|32.707|**	91.960	-3.729
(9 - 1)	15	8.000	5.124	5.776	32.707	**|91.960|**	-3.729
(27 - 4)	14	4.000	-25.314	11.392	16.764	-2.869	**|-7.770|**
Set 2: IPBl 220 - Greda							
(49 - 31)	9	3.750	**|42.266|**	-4.038	0.143	0.252	5.425
(49 - 31)	15	1.250	**|-14.675|**	-33.271	-0.224	-0.039	-17.130
(49 - 31)	15	0.000	-14.675	**|-34.122|**	-0.224	0.242	-59.250
(52 - 64)	9	5.000	4.272	-3.050	**|2.614|**	2.482	9.460
(52 - 64)	9	5.000	4.272	-3.050	2.614	**|2.482|**	9.460
(49 - 31)	15	0.000	-14.675	-34.122	-0.224	0.242	**|-59.250|**
Set 3: IPBl 180 - Fasadni stup							
(19 - 2)	9	4.000	**|31.407|**	0.071	0.000	47.524	0.284
(19 - 2)	13	4.000	**|20.445|**	0.076	0.000	0.000	0.305
(43 - 10)	14	4.002	-4.639	**|0.192|**	0.000	-17.768	-0.372
(43 - 10)	9	0.000	1.850	-0.029	**|23.765|**	0.000	0.085
(43 - 10)	9	4.002	0.427	-0.029	0.000	**|47.541|**	0.201
(43 - 10)	14	0.000	-2.718	0.192	-8.879	0.000	**|0.397|**
Set 5: HEA 140 - Rožnica							
(9 - 52)	9	4.125	**|20.475|**	-0.179	-0.856	-0.271	-0.045
(27 - 64)	14	4.125	**|17.935|**	-0.324	0.426	0.158	0.336
(21 - 63)	10	5.500	-0.110	**|5.871|**	-0.011	-0.011	-6.201
(27 - 64)	9	9.625	6.633	0.097	**|11.971|**	6.417	-0.234
(27 - 64)	9	8.250	6.631	-0.863	-11.791	**|-10.043|**	0.516
(21 - 63)	10	5.500	-0.110	5.871	-0.011	-0.011	**|-6.201|**
Set 6: HOP [] 90x90x3 - VUS							
(7 - 1)	9	4.854	**|-43.130|**	0.110	0.000	0.000	0.000
(7 - 1)	13	4.854	**|-42.938|**	0.149	0.000	0.000	0.000
(22 - 11)	15	2.750	13.748	**|0.149|**	0.000	0.000	0.000
(22 - 16)	15	2.429	-1.401	0.000	0.000	0.000	**|0.181|**
Set 7: HOP [] 60x60x3							
(53 - 46)	9	1.862	**|22.632|**	0.048	0.000	0.000	0.000
(19 - 24)	9	1.250	**|21.849|**	0.032	0.000	0.000	0.000
(35 - 36)	15	0.000	-8.493	**|-0.065|**	0.000	0.000	0.000
(35 - 36)	15	0.931	-8.493	0.000	0.000	0.000	**|0.030|**

- Reakcije ležajeva

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 9-16

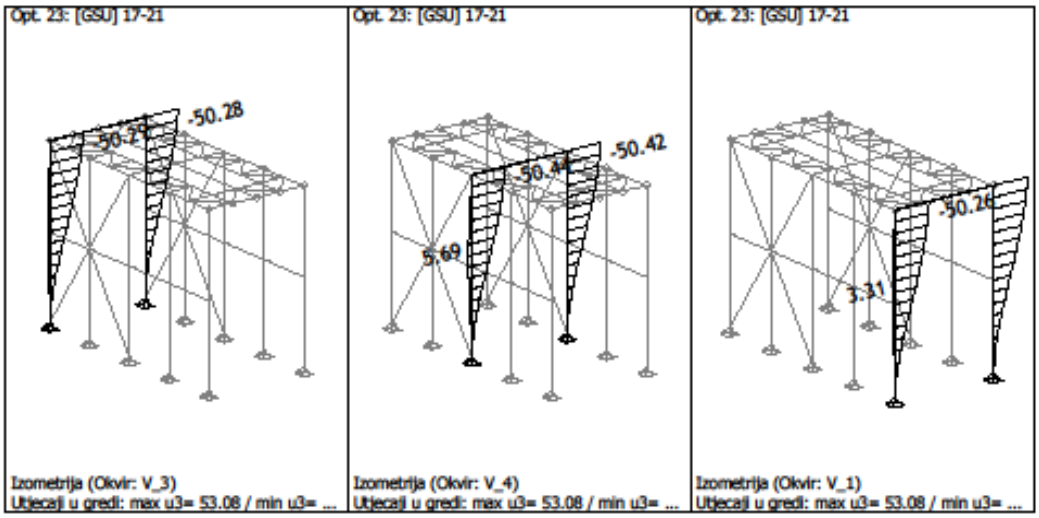
Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
1	9	**|33.430|**	13.017	39.590	-18.547	7.347	0.000
1	15	6.154	**|-32.707|**	-4.312	91.960	3.729	0.000
1	13	28.148	0.449	**|48.780|**	-0.879	3.983	0.000
1	15	6.154	-32.707	-4.312	**|91.960|**	3.729	0.000
1	9	33.430	13.017	39.590	-18.547	**|7.347|**	0.000

Statički proračun

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

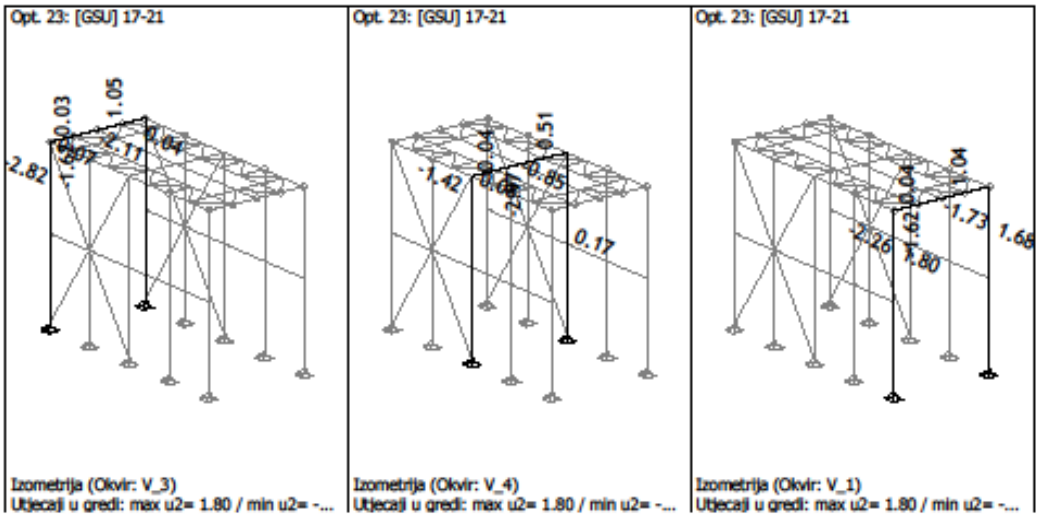
- Progib grede

u_{dop} = L / 250 = 5000 / 250 = 20 mm - Zadovoljeno



- Pomak vrha stupa

u_{dop} = H / 150 = 8000 / 150 = 53 mm - Zadovoljeno



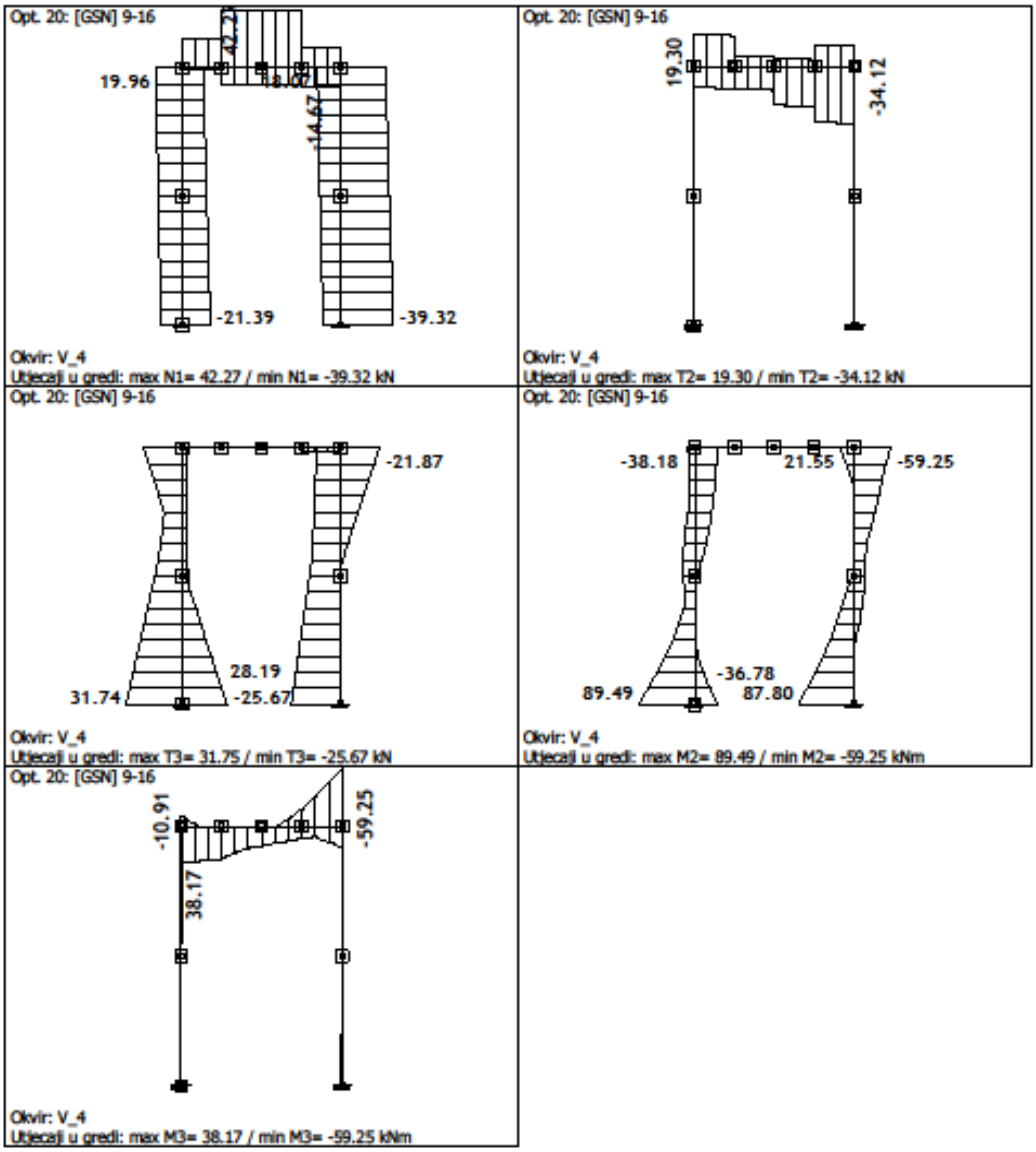
- Progib podrožnice

u_{dop} = L / 250 = 5500 / 250 = 22 mm - Zadovoljeno

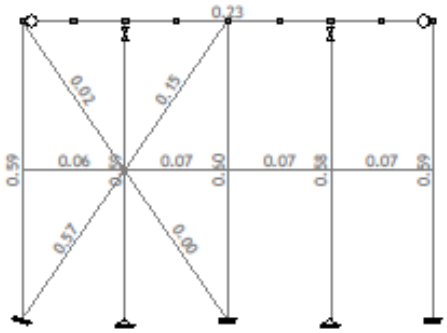
Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 17-21			
Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
Set 5: HEA 140 - Rožnica			
(17 - 61)	17	8.594	**[-5.107]**

Statički proračun

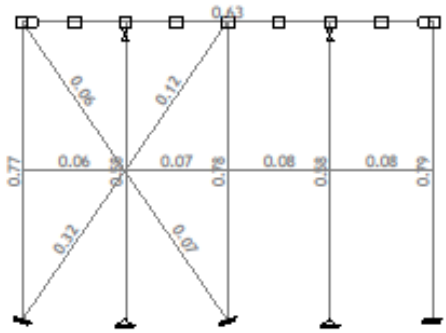
PRIKAZ UNUTARNJIH SILA ZA MJERODAVNI OKVIR



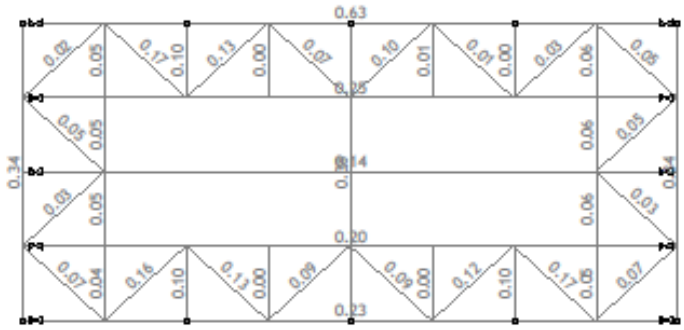
Dimenzioniranje (čelik)



Okvir: H_2
Kontrola stabilnosti



Okvir: H_3
Kontrola stabilnosti

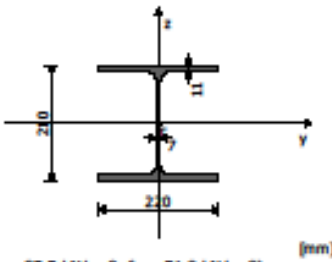


Pogled: krov
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 40-64
POPREČNI PRESJEK: IPBl 220 [S 355] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	64.300	cm2
Ay =	43.670	cm2
Az =	20.630	cm2
Ix =	28.600	cm4
Iy =	5410.0	cm4
Iz =	1950.0	cm4
Wy =	515.24	cm3
Wz =	177.27	cm3
Wy,pl =	561.84	cm3
Wz,pl =	266.20	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

[mm]

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

14. γ=0.79	15. γ=0.66	18. γ=0.54
11. γ=0.54	12. γ=0.46	19. γ=0.45
13. γ=0.15	10. γ=0.15	9. γ=0.13
17. γ=0.10	16. γ=0.09	

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 14, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-31.081 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-9.223 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-27.136 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	84.916 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	6.395 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	800.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	2282.7 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (31.08 <= 2282.65)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	440.65 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	156.43 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (84.92 <= 156.43)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	144.33 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	51.238 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (6.39 <= 51.24)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	422.83 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	422.83 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (27.14 <= 422.83)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	957.74 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	957.74 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (9.22 <= 957.74)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.014
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	199.45 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})$^α		0.181
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	94.501 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer $(M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})$^β		0.068

Uvjet 6.41: (0.25 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	400.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.571
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	7008.0 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.851
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1766.9 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (31.08 <= 1766.95)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	1600.0 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	3.802
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.061
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	127.01 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (31.08 <= 127.01)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torzijno izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.565
Koeficijent	C2 =	1.267
Koeficijent	C3 =	2.640
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	400.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	1.93e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	545.71 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	561.84 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.605
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.888
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	161.06 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (84.92 <= 161.06)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.418
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.994
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.418
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.421
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.801
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.855
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.334

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.851
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.018
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.222
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.060

Uvjet 6.61: (0.30 <= 1)

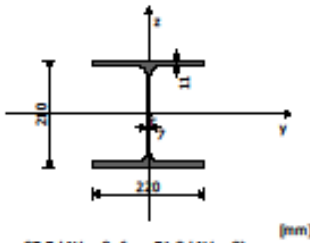
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.061
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.245
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.451
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.099

Uvjet 6.62: (0.79 <= 1)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 31-49
POPREČNI PRESJEK: IPBl 220 [S 355] [Set: 2]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	64.300	cm2
Ay =	43.670	cm2
Az =	20.630	cm2
Ix =	28.600	cm4
Iy =	5410.0	cm4
Iz =	1950.0	cm4
Wy =	515.24	cm3
Wz =	177.27	cm3
Wy,pl =	561.84	cm3
Wz,pl =	266.20	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
[mm] Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

15. γ=0.38	14. γ=0.35	12. γ=0.26
11. γ=0.25	19. γ=0.25	18. γ=0.23
9. γ=0.14	10. γ=0.13	13. γ=0.10
16. γ=0.09	17. γ=0.06	

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 15, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-14.675 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.225 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-34.122 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-59.250 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.243 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	500.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 2282.7 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (14.67 <= 2282.65)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 440.65 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 156.43 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (59.25 <= 156.43)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 144.33 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 51.238 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.24 <= 51.24)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 422.83 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 422.83 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (34.12 <= 422.83)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 957.74 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 957.74 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.23 <= 957.74)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.006
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 199.45 kNm
Koeficijent α = 2.000
Omjer $(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^{\alpha}$ 0.088
Uvjet 6.41: (0.09 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l_y =	500.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.713
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	4485.1 kN
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.776
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1610.5 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (14.67 <= 1610.49)

Dužina izvijanja z-z	l_z =	500.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.188
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.439
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	911.83 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (14.67 <= 911.83)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torzijno izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.285
Koeficijent	C2 =	1.562
Koeficijent	C3 =	0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	125.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	1.93e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	3454.9 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	561.84 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.240
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.991
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	179.71 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (59.25 <= 179.71)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.479
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.400
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.479
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.481
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.245
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.993
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.409

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.776
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.009
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.159
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.001

Uvjet 6.61: (0.17 <= 1)

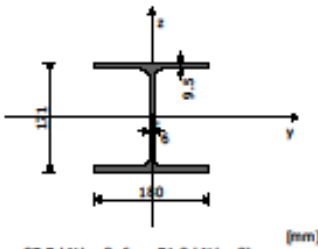
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.439
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.016
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.327
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.001

Uvjet 6.62: (0.34 <= 1)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 2-19
POPREČNI PRESJEK: IPBl 180 [S 355] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	45.300	cm2
Ay =	30.780	cm2
Az =	14.520	cm2
Ix =	14.900	cm4
Iy =	2510.0	cm4
Iz =	925.00	cm4
Wy =	293.57	cm3
Wz =	102.78	cm3
Wy,pl =	321.03	cm3
Wz,pl =	153.90	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
[mm] Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.58	15. γ=0.42	19. γ=0.28
12. γ=0.27	14. γ=0.24	11. γ=0.16
18. γ=0.16	16. γ=0.04	10. γ=0.03
13. γ=0.03	17. γ=0.02	

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 400.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-0.015 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.066 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	47.524 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.284 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	800.03 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	1608.2 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (0.01 <= 1608.15)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	251.88 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	89.419 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (47.52 <= 89.42)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	83.446 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	29.623 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.28 <= 29.62)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	676.75 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	676.75 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.07 <= 676.75)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.000
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	113.96 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.174

Uvjet 6.41: (0.18 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l_y =	400.02 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.703
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	3251.2 kN
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.782
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	1143.0 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (0.01 <= 1143.02)

Dužina izvijanja z-z	l_z =	800.03 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	2.317
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.152
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	221.79 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (0.01 <= 221.79)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	400.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	60211 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	M_{cr} =	174.51 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	321.03 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.808
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.791
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	81.954 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (47.52 <= 81.95)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.907
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.544
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	1.000
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.907

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.782
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.000
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.551
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.003

Uvjet 6.61: (0.55 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.152
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.000
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.580
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.005

Uvjet 6.62: (0.59 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	1.408 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.066 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-23.761 kN
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.021 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	800.03 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	297.60 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	297.60 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (23.76 <= 297.60)

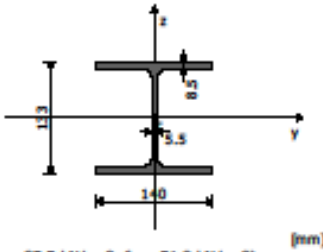
Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	630.87 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	630.87 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.07 <= 630.87)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 61-17
POPREČNI PRESJEK: IPBl 140 [S 355] [Set: 5]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	31.400	cm2
Ay =	21.293	cm2
Az =	10.107	cm2
Ix =	8.160	cm4
Iy =	1030.0	cm4
Iz =	389.00	cm4
Wy =	154.89	cm3
Wz =	55.571	cm3
Wy,pl =	171.54	cm3
Wz,pl =	83.300	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.14	10. γ=0.13	11. γ=0.13
12. γ=0.13	13. γ=0.10	14. γ=0.10
15. γ=0.10	16. γ=0.09	17. γ=0.05
18. γ=0.05	19. γ=0.05	

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 550.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-2.359 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	-0.035 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	4.684 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	5.056 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.081 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1100.0 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 1114.7 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (2.36 <= 1114.70)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 134.00 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 47.568 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (5.06 <= 47.57)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 45.172 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 16.036 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.08 <= 16.04)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 207.16 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 207.16 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (4.68 <= 207.16)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 470.96 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 470.96 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.03 <= 470.96)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.002
Uvjet 6.41: (0.01 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l_y =	1100.0 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	2.514
Krivulja izvijanja za os y-y: B	α =	0.340
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	176.43 kN
Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.138
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	140.14 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (2.36 <= 140.14)

Dužina izvijanja z-z	l_z =	1100.0 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	4.090
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.053
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	54.067 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (2.36 <= 54.07)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torzijno izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	140.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	15064 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	M_{cr} =	344.54 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	171.54 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.420
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.947
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	52.444 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (5.06 <= 52.44)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.950
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.976
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.950
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.963
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.622
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.994
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	1.036

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.138
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.017
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.093
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.002

Uvjet 6.61: (0.11 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.053
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.044
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.096
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.003

Uvjet 6.62: (0.14 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 10, na 550.0 cm od početka štapa)

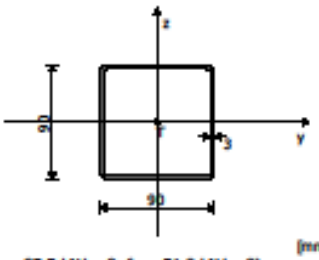
Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-0.033 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-5.728 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-5.892 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.013 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	1100.0 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 207.16 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 207.16 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (5.73 <= 207.16)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 1-7
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 90x90x3 [S 355] [Set: 6]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	10.210	cm2
Ay =	5.105	cm2
Az =	5.105	cm2
Ix =	197.55	cm4
Iy =	125.32	cm4
Iz =	125.32	cm4
Wy =	27.849	cm3
Wz =	27.849	cm3
Wy,pl =	34.074	cm3
Wz,pl =	34.074	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

[mm]

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.56	13. γ=0.56	17. γ=0.38
10. γ=0.34	14. γ=0.01	11. γ=0.01
15. γ=0.01	12. γ=0.01	18. γ=0.01
19. γ=0.01	16. γ=0.01	

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-43.130 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.110 kN
Sistemska dužina štapa	L =	485.39 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	362.46 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (43.13 <= 362.46)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	104.63 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	104.63 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.11 <= 104.63)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	l,y =	485.39 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	1.813
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	110.25 kN
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.232
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	76.336 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (43.13 <= 76.34)

Dužina izvijanja z-z	l,z =	485.39 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.813
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,z =	0.232
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	76.336 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (43.13 <= 76.34)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-42.938 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.149 kN
Sistemska dužina štapa	L =	485.39 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	104.63 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	104.63 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.15 <= 104.63)

2.1.4. Dimenzioniranje temelja

atički sistem i poprečni presjek

Dimenzije temelja:

a = 250 cm
b = 250 cm
h = 60 cm
a_1 = 85 cm
b_1 = 85 cm
h_1 = 100 cm
a' = 35 cm
b' = 35 cm
h' = 100 cm

Dubina temeljenja:

D_f = 145 cm

Statička visina temeljne stope:

d_s = 16 mm
c = 30 mm

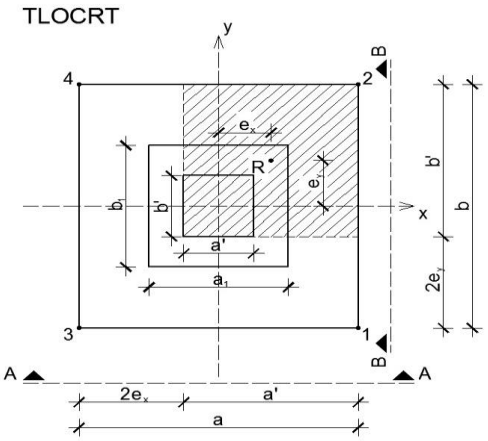
$d_y = h - c - d_s/2 =$ 56.2 cm
$d_x = d_y - d_s =$ 54.6 cm

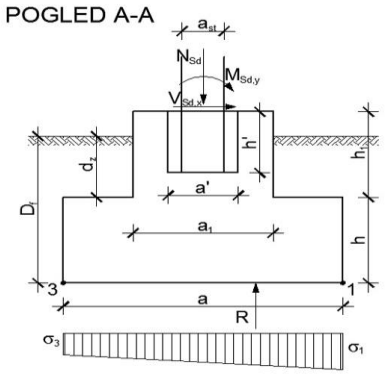
Dubina zemlje:

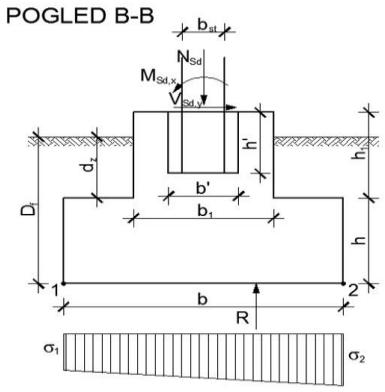
$d_z = D_f - h =$ 85 cm

Dimenzije stupa:

a_{st} = 24.0 cm
b_{st} = 23.0 cm







aterijali

Beton: C30/37

f_{ck} = 30 N/mm²
$f_{cd} = f_{ck}/1.5 =$ 2.0 kN/cm²
E_{cm} = 30500 N/mm²
γ_b = 25 kN/m³

Čelik: B500 B

f_{yk} = 500 N/mm²
$f_{yd} = f_{yk}/1.15 =$ 43.478 kN/cm²
E_s = 205000 N/mm²

Tlo: šljunak (zamjensko tlo)

c = 0 kN/m²
φ = 30.0 °
γ_z = 20 kN/m³

Naprezanja ispod temeljne stope

Prema statičkom proračunu određen je mjerodavni slučaj opterećenja za provjeru naprezanja ispod temeljne stope.

mjerodavni slučaj opterećenja	$V_{Sd,x}$	$V_{Sd,y}$	N_{Sd}	$M_{Sd,x}$	$M_{Sd,y}$
LC 15	6.20 kN	-32.70 kN	0.00 kN	91.90 kNm	3.70 kNm

Vertikalna sila za proračun naprezanja ispod temeljne stope:

$N_{Ed,t} = 1{,}35\ (a \cdot b \cdot h + a_1 \cdot b_1 \cdot h_1) \cdot \gamma_b = 150.95$ kN
$N_{Sd,z} = 1{,}35\ (a \cdot b - a_1 \cdot b_1) \cdot d_z \cdot \gamma_z = 126.86$ kN
$N_{Sd,uk} = N_{Sd} + N_{Sd,t} + N_{Sd,z} = 277.80$ kN

Momenti za proračun naprezanja ispod temeljne stope:

$M_{Sd,uk,x} = M_{Sd,x} - V_{Sd,y} \cdot (h + h_1) = 144.22$ kNm
$M_{Sd,uk,y} = M_{Sd,y} + V_{Sd,x} \cdot (h + h_1) = 13.62$ kNm

Ekscentricitet vertikalne sile:

$e_x = M_{Sd,uk,y}/N_{Sd,uk} = 4.90$ cm
$e_y = -(M_{Sd,uk,x}/N_{Sd,uk}) = -51.91$ cm
$e_x/a + e_y/b = 0.19 < 1/3 = 0.33$ m

Rezultanta se nalazi u jezgri poprečnog presjeka.

Naprezanja ispod temeljne stope:

$A_{temelja} = a \cdot b = 6.25$ m²
$W_x = a \cdot b^2/6 = 2.60$ m³
$W_y = a^2 \cdot b/6 = 2.60$ m³

$\sigma_1 = N_{Sd,uk}/A + M_{Sd,uk,x}/W_x + M_{Sd,uk,y}/W_y = 105$ kN/m²
$\sigma_2 = N_{Sd,uk}/A - M_{Sd,uk,x}/W_x + M_{Sd,uk,y}/W_y = -6$ kN/m²
$\sigma_3 = N_{Sd,uk}/A + M_{Sd,uk,x}/W_x - M_{Sd,uk,y}/W_y = 95$ kN/m²
$\sigma_4 = N_{Sd,uk}/A - M_{Sd,uk,x}/W_x - M_{Sd,uk,y}/W_y = -16$ kN/m²

$a' = a \cdot (1 - 2e_x/a) = 240.19$ cm

$b' = b \cdot (1 - 2e_y/b) = 146.17$ cm

$A'_{temelja} = a' \cdot b' = 3.51$ m²

Pretpostavljena dopuštena nosivost tla iznosi:
$\sigma_{Rd} = 300$ kN/m²

$\sigma_0 = N_{Sd}/A' = 79.12$ kN/m² $< \sigma_{Rd} = 300$ kN/m²

Temelj zadovoljava.

Dimenzioniranje temeljne stope

Prema statičkom proračunu određen je mjerodavni slučaj opterećenja za dimenzioniranje stope temelja.

mjerodavni slučaj opterećenja	$V_{Sd,x}$	$V_{Sd,y}$	N_{Sd}	$M_{Sd,x}$	$M_{Sd,y}$
LC 15	6.20 kN	-32.70 kN	0.00 kN	91.90 kNm	3.70 kNm

Vertikalna sila za proračun naprezanja ispod temeljne stope:

$N_{Sd,uk} = N_{Sd} + N_{Sd,t} + N_{Sd,z} =$ 277.80 kN

Momenti za proračun naprezanja ispod temeljne stope:

$M_{Sd,uk,x} = M_{Sd,x} - V_{Sd,y} \cdot (h + h_1) =$ 144.22 kNm
$M_{Sd,uk,y} = M_{Sd,y} + V_{Sd,x} \cdot (h + h_1) =$ 13.62 kNm

Naprezanja ispod temeljne stope:

$\sigma_1 = N_{Sd,uk}/A + M_{Sd,uk,x}/W_x + M_{Sd,uk,y}/W_y =$ 105 kN/m²
$\sigma_2 = N_{Sd,uk}/A - M_{Sd,uk,x}/W_x + M_{Sd,uk,y}/W_y =$ -6 kN/m²
$\sigma_3 = N_{Sd,uk}/A + M_{Sd,uk,x}/W_x - M_{Sd,uk,y}/W_y =$ 95 kN/m²
$\sigma_4 = N_{Sd,uk}/A - M_{Sd,uk,x}/W_x - M_{Sd,uk,y}/W_y =$ -16 kN/m²

smjer x | ***smjer y***

Proračunski momenti:

$\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_2)/2$
$\sigma'' = (\sigma_3 + \sigma_4)/2$

$M_{Sd,y} = 1/48\ (5\sigma' + \sigma'')\ a^2 b =$ 93.62 kNm

$\sigma' = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$
$\sigma'' = (\sigma_2 + \sigma_4)/2$

$M_{Sd,x} = 1/48\ (5\sigma' + \sigma'')\ ab^2 =$ 158.92 kNm

Potrebna armatura:

$A_{s1,x} = M_{Sd,y}/(\zeta \cdot d_x \cdot f_{yd}) =$ 4.38 cm²

$A_{s1,y} = M_{Sd,x}/(\zeta \cdot d_y \cdot f_{yd}) =$ 7.2 cm²

Minimalna armatura:

$A_{s,min,x} = 0{,}022 \cdot (f_{ck}/f_{yk}) \cdot b \cdot h =$ 19.8 cm²
$A_{s,min,x} = 0{,}6 \cdot (b \cdot h)/f_{yk} =$ 18.0 cm²

$A_{s,min,y} = 0{,}022 \cdot (f_{ck}/f_{yk}) \cdot a \cdot h =$ 19.8 cm²
$A_{s,min,y} = 0{,}6 \cdot (a \cdot h)/f_{yk} =$ 18.0 cm²

Maksimalna armatura:

$A_{s,max,x} = 0{,}4 \cdot (f_{ck}/f_{yk}) \cdot b \cdot h =$ 360.00 cm²
$A_{s,max,x} = 0{,}310 \cdot (f_{cd}/f_{yd}) \cdot b \cdot h =$ 213.90 cm²

$A_{s,max,y} = 0{,}4 \cdot (f_{ck}/f_{yk}) \cdot a \cdot h =$ 360.00 cm²
$A_{s,max,y} = 0{,}310 \cdot (f_{cd}/f_{yd}) \cdot a \cdot h =$ 213.90 cm²

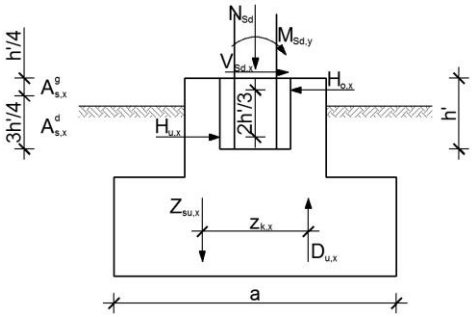
odabrano:	15 Φ 12	$A_{s,prov,x} =$ 17.0 cm²	u smjeru x
	15 Φ 12	$A_{s,prov,y} =$ 17.0 cm²	u smjeru y

Dimenzioniranje temeljne čašice

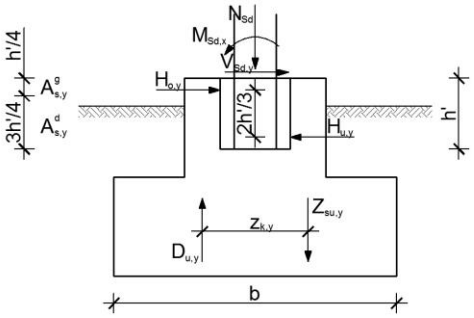
Prema statičkom proračunu određen je mjerodavni slučaj opterećenja za dimenzioniranje temeljne čašice.

mjerodavni slučaj opterećenja	$V_{Sd,x}$	$V_{Sd,y}$	N_{Sd}	$M_{Sd,x}$	$M_{Sd,y}$
LC 15	6.20 kN	-32.70 kN	0.00 kN	91.90 kNm	3.70 kNm

smjer x



smjer y



Proračunske sile:

$H_{o,x} = (3M_{Sd,y})/(2h') + (5V_{Sd,x})/4 =$ 13.30 kN
$H_{u,x} = (3M_{Sd,y})/(2h') + V_{Sd,x}/4 =$ 7.10 kN
$Z_{su,x} = (H_o \cdot h')/z_{k,x} =$ 26.60 kN

$H_{o,y} = (3M_{Sd,x})/(2h') - (5V_{Sd,y})/4 =$ 178.7 kN
$H_{u,y} = (3M_{Sd,x})/(2h') - V_{Sd,y}/4 =$ 146.0 kN
$Z_{su,y} = (H_o \cdot h')/z_{k,y} =$ 357.5 kN

Potrebna armatura:

$A_{s,x}^g = H_{o,x}/f_{yd} =$ 0.31 cm²
$A_{s,x}^d = H_{u,x}/f_{yd} =$ 0.16 cm²
$A_{s,x}^v = Z_{su,x}/f_{yd} =$ 0.61 cm²

$A_{s,y}^g = H_{o,y}/f_{yd} =$ 4.1 cm²
$A_{s,y}^d = H_{u,y}/f_{yd} =$ 3.36 cm²
$A_{s,y}^v = Z_{su,y}/f_{yd} =$ 8.2 cm²

odabrano:

smjer x

	zidova		reznost		komada				$A_{s,prov}$
$A_{s,x}^g$ =	2	x	2	x	3	Φ	10	=	9.4 cm²
$A_{s,x}^d$ =	2	x	2	x	3	Φ	10	=	9.4 cm²
$A_{s,x}^v$ =	2	x	1	x	4	Φ	14	=	12.3 cm²

6 vilica Φ10 na svakoj stranici šalice.

smjer y

	zidova		reznost		komada				$A_{s,prov}$
$A_{s,y}^g$ =	2	x	2	x	3	Φ	10	=	9.4 cm²
$A_{s,y}^d$ =	2	x	2	x	3	Φ	10	=	9.4 cm²
$A_{s,y}^v$ =	2	x	1	x	4	Φ	14	=	12.3 cm²

4 vertikalne šipke Φ14 u svakom uglu.

Provjera na prevrtanje

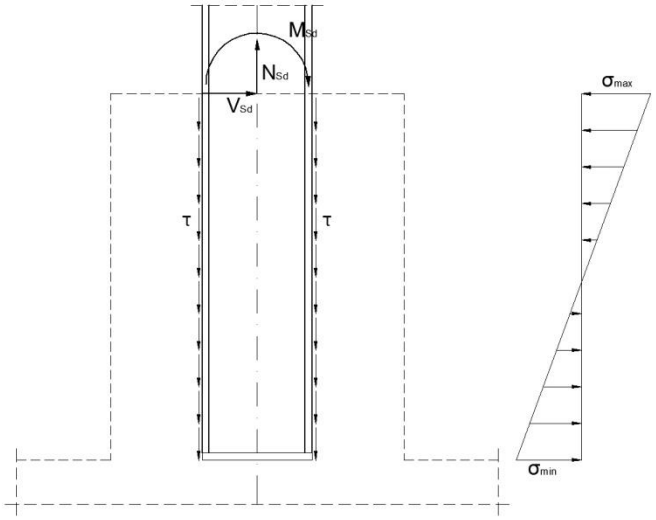
Fs = (Nsd,t+Nsd,z) x L x 0,5 / (Msd+Nsd x L x 0,5)

3.78 > 1.5 ***Temelj zadovoljava na prevrtanje***

2.1.5. Proračun priključaka

2.1.5.1. Spoj stupa i temelja

Kruti spoj stupa s temeljem ostvaruje se umetanjem stupa (HEA 220) u temeljnu čašicu.



Spoj stupa i temelja

Dokaz otpornosti odabrane tlačne čvrstoće betona na pritisak

Mjerodavna kombinacija opterećenja za dokaz otpornosti odabranog betona na pritisak prema statičkom proračunu konstrukcije daje sljedeće unutarnje sile u spoju:

M_{Ed} = 92 kNm

V_{Ed} = 33 kN

Površina na pojasnici stupa preko koje se ostvaruje pritisak na beton:

A = b · h = 22 · 100 = 2200 cm²

Moment tromosti površine na pojasnici stupa preko koje se ostvaruje pritisak na beton

W = b · h² / 6 = 22 · 100² / 6 = 3666667 cm³

Maksimalni pritisak na beton temelja određuje se prema izrazu:

$\sigma_{max} = V_{Ed} / A + M_{Ed,uk} / W$ = 33 / 2200 + (92 + 33 · 100 / 2) / 3666667 = 0,02 kN/cm²

Temelji se izvode od betona razreda karakteristične tlačne čvrstoće C 30/37, čija računska tlačna čvrstoća iznosi:

$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$ = 30/1,50 = 20,00 N/mm² = 2,000 kN/cm²

$\sigma_{max} < f_{cd}$ (uvjet nosivosti)

0,02 kN/cm² < 2,00 kN/cm² → *beton temelja zadovoljava!*

Dokaz otpornosti stupa na izvlačenje

Mjerodavna kombinacija opterećenja za dokaz otpornosti odabranog betona na izvlačenje stupa iz temelja prema statičkom proračunu konstrukcije daje sljedeće unutarnje sile u spoju:

N_{Ed} = -4 kN

Dopušteno trenje po površini betona razreda tlačne čvrstoće C30/37 iznosi:

$\tau_{dop} = \tau_{Rd} / \gamma_c = 0{,}34/1{,}5 = 0{,}23$ N/mm^2 = 0,023 kN/cm²

Površina betona na kojoj se javlja trenje prilikom čupanja stupa iz temelja:

A = 2·22·100 = 4400 cm²

Dopuštena sila trenja:

$F_{tr,dop} = \tau_{dop} \cdot A = 0{,}023 \cdot 4400 = 101$ kN

$N_{Ed} < F_{tr,dop}$ (uvjet nosivosti)

4 kN < 101 kN

NAPOMENA:

Na kraju stupa ugraditi čeoni lim t = 12 mm. Nakon fiksiranja stupa preostali prostor unutar temeljne čašice zaliti visokovrijednim mortom.

2.1.5.2. Spoj stupa i grede

Profil stupa: HEA 220
Profil grede: HEA 220
Kvaliteta čelika: S 355
Vijci: 4 x 2 x M16, 8.8
Kutni varovi: a = 5 mm
Spojni lim: t = 20 mm
Limovi za ukrute: t = 8 mm
e_1=40 mm $p_{1\,min}$=40 mm p_2=100 mm
Unutarnje sile: $M_{y,Ed}$ = 59 kNm $T_{z,Ed}$ = 34 kN

Dokaz otpornosti vijaka

z = 480 mm

F_1 = (59 / 0,48) / 2 = 61 kN < $F_{t,Rd}$ = 90,4 kN

T_1 = 34 / 8 = 4,25 kN < $F_{v,Rd}$ = 60, 3 kN

Dokaz otpornosti vara na pri vrhu spojnog lima

a = 5 mm

z = 400 mm

F = 59 / 0,4 = 147,5 kN < $F_{\perp,Rd}$

$F_{\perp,Rd}$ = 25,2 x 22 = 554 kN (25,2 kN je otpornost dvostranog kutnog vara od 5 mm)

2.1.5.3. Stopa fasadnog stupa

Spoj se izvodi kao zglobni, preko 2 naknadno ugrađena ankera

Profil stupa: HEA 180

Kvaliteta čelika: S 355

Ankeri: 2 x M16
Kutni varovi: a = 4 mm
Lim stope: t = 12 mm
Unutarnje sile: $T_{z,Ed}$ = 24 kN
F_1 = 24 / 2 = 12 kN < $F_{v,Rd}$
$F_{v,Rd}$ = 27,8 kN (za anker Hilti HST3)

2.1.5.4. Fasadni stup - spoj s roženicom

- izvesti kao klizni spoj s produženim rupama
- proračunati će se spoj fasadnog stupa na uzdužnoj strani
- dimenzioniranje na reakciju sekundarnog stupa: R_{Ed} = 24 kN
- minimalno dva vijka za spriječavanje torzije - viličasto pridržanje – UPN 80 se zavaruje na roženicu
- izduženje rupe: L_{min} = 40 mm > max. progib = 22 mm

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima.
Profil roženice: HEA 140
Profil fasadnog stupa: HEA 180
Kvaliteta čelika: S 355
Vijci: 2 x M16, 8.8
e_1=40 mm p_1=40 mm

Dokaz otpornosti vara u uvali
Duljina vara: L = 80 + 2 x 50 + 70 + 2 x 40= 330 mm
Pretpostavljena debljina vara: a = 4 mm

$$F_{\mathrm{w,Rk}} = \frac{f_u}{\sqrt{3}\cdot\beta_w}\cdot a\cdot L = \frac{510}{\sqrt{3}\cdot 0{,}9}\cdot 4\cdot 330 = 431\mathrm{kN}$$

$$F_{\mathrm{w,Rd}} = \frac{F_{\mathrm{w,Rk}}}{\gamma_{\mathrm{M2}}} = \frac{431}{1{,}25} = 345\mathrm{kN}$$

$R_{Ed} < F_{w,Rd}$ (uvjet nosivosti)
24 kN < 345 kN → *var debljine a=4 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vijaka na posmik
S obzirom da se u spoju nalaze 2 vijka, posmična sila u pojednom vijku dobiva se prema izrazu:
$F_{v,Ed} = R_{Ed}/2$ = 24/2 = 12 kN
Odabrani su vijci M16 – 8.8. Nosivost jednoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:
$F_{v,Rd} = F_{v,Rk}/\gamma_{Mb}$ = 75,4/1,25 = 60 kN
$F_{v,Ed}<F_{v,Ed}$ (uvjet nosivosti)
12 kN < 60 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

Dokaz otpornosti osnovnog materijala na pritisak po omotaču rupe

t = 4 mm (debljina hrpta UPN 80)
e_1 = 40 mm (udaljenost vijaka od ruba lima)
p_1 = 40 mm (međusobna udaljenost vijaka)
$F_{b,Rk,10}$ = 100,1 kN (za debljinu lima t = 10 mm)
Za debljinu lima t = 4 mm karakteristična vrijednost otpornosti osnovnog materijala po omotaču rupe određuje se prema izrazu:
$F_{b,Rk} = F_{b,Rk,10} \cdot t_p/10 = 100,1 \cdot 4/10 = 40$ kN
Računska otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za jedan vijak određuje se:
$F_{b,Rd} = F_{b,Rk}/\gamma_{Mb} = 40/1,25 = 32$ kN
$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$ (uvjet nosivosti)
12 kN < 32 kN → *osnovni materijal zadovoljava!*

2.1.5.5. <u>VUS - spoj dijagonale na stup preko čvorne ploče</u>

Sile mjerodavne za dimenzioniranje priključka:
$N_{c,Ed}$ = 43 kN (vlačna sila 14 kN)
Profil dijagonale: 90x90x3
Profil stupa: HEA 220
Lim zavaren na stup: t = 12 mm
Dvostruki lim zavaren za dijagonalu: t = 6 mm
Priključak je dvorezni spoj izveden vijcima
Kvaliteta čelika: S 355
Vijci: 2 x M20, 8.8
e_1=40 mm p_2=50 mm

Otpornost pločice na vlačnu silu - lom neto presjeka

$$N_{\mathrm{u,Rd}} = \frac{0{,}9 \times A_{\mathrm{net}} \times f_u}{\gamma_{\mathrm{M2}}} = \frac{0{,}9 \times 1056 \times 510}{1{,}25} = 388\mathrm{kN}$$

$$A_{\mathrm{net}} = (110\text{-}22) \times 12 = 1056\mathrm{mm}^2$$

$N_{t,Ed} < N_{u,Rd}$ (uvjet nosivosti)
43 kN < 388 kN → *pločica t=12 mm zadovoljava!*

Otpornost pločice na vlačnu silu - tečenje bruto presjeka

$$N_{\mathrm{pl,Rd}} = \frac{A_{bruto} \cdot f_y}{\gamma_{\mathrm{M0}}} = \frac{1320 \cdot 355}{1{,}0} = 375\mathrm{kN}$$

$$A_{\mathrm{net}} = 110 \cdot 12 = 1320\mathrm{mm}^2$$

$N_{t,Ed} < N_{u,Rd}$ (uvjet nosivosti)
43 kN < 375 kN → *pločica t=12 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vara u uvali

Duljina vara: L = 4 x 60 = 240 mm
Pretpostavljena debljina vara: a = 3 mm

$$F_{\mathrm{w,Rk}} = \frac{f_u}{\sqrt{3}\times\beta_w}\times a\times L = \frac{510}{\sqrt{3}\times 0{,}9}\times 3\times 240 = 236\mathrm{kN}$$

$$F_{\mathrm{w,Rd}} = \frac{F_{\mathrm{w,Rk}}}{\gamma_{\mathrm{M2}}} = \frac{236}{1{,}25} = 189\mathrm{kN}$$

$N_{c,Ed} < F_{w,Rd}$ (uvjet nosivosti)

43 kN < 189 kN → *var debljine a=3 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vijaka na posmik

S obzirom da se u spoju nalaze 2 vijka, posmična sila u pojednom vijku dobiva se prema izrazu:

$F_{v,Ed} = N_{t,Ed} / 2 = 43 / 2 = 21{,}5$ kN

Odabrani su vijci M20 – 8.8. Nosivost dvoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:

$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{Mb} = 2 \times 117{,}6 / 1{,}25 = 188$ kN

$N_{c,Ed} < F_{v,Ed}$ (uvjet nosivosti)

21,5 kN < 188 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

Dokaz otpornosti osnovnog materijala na pritisak po omotaču rupe

t = 12 mm (debljina lima)

e_1 = 40 mm (udaljenost vijaka od ruba lima)

$F_{b,Rk,10}$ = 109,1 kN (za debljinu lima t = 10 mm)

Za debljinu lima t = 12 mm karakteristična vrijednost otpornosti osnovnog materijala po omotaču rupe određuje se prema izrazu:

$F_{b,Rk} = F_{b,Rk,10} \cdot t_p/10 = 109{,}1 \cdot 12/10 = 131$ kN

Računska otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za jedan vijak određuje se prema izrazu:

$F_{b,Rd} = F_{b,Rk}/\gamma_{Mb} = 131/1{,}25 = 105$ kN

$N_{c,Ed} < F_{b,Rd}$ (uvjet nosivosti)

21,5 kN < 105 kN → *osnovni materijal zadovoljava!*

2.1.5.6. <u>HPS - Spoj dijagonale sprega na čvornu ploču</u>

Sile mjerodavna za dimenzioniranje priključka:

$N_{t,Ed}$ = 23 kN

Profil dijagonale: 60 x 60 x 3

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima.

Kvaliteta čelika: S 355

Vijci: 1 x M16, 8.8

Čvorni lim: t = 10 mm

e_1=30 mm

Otpornost pločice na vlačnu silu - lom neto presjeka

$$N_{u,Rd} = \frac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0{,}9 \cdot 520 \cdot 510}{1{,}25} = 191kN$$

$A_{net} = (70 - 18) \cdot 10 = 520mm^2$

$N_{t,Ed} < N_{u,Rd}$ (uvjet nosivosti)

23 kN < 191 kN → *pločica t=10 mm zadovoljava!*

Otpornost pločice na vlačnu silu - tečenje bruto presjeka

$$N_{\mathrm{pl,Rd}} = \frac{A_{bruto} \cdot f_y}{\gamma_{\mathrm{M0}}} = \frac{700 \cdot 355}{1{,}0} = 249\mathrm{kN}$$

$$A_{\mathrm{net}} = 70 \cdot 10 = 700\mathrm{mm}^2$$

$N_{t,Ed} < N_{u,Rd}$ (uvjet nosivosti)

23 kN < 249 kN → *pločica t=10 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vara u uvali

Duljina vara: L = 4 x 50 = 200 mm

Pretpostavljena debljina vara: a = 3 mm

$$F_{\mathrm{w,Rk}} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w} \cdot a \cdot L = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0{,}9} \cdot 3 \cdot 200 = 196\mathrm{kN}$$

$$F_{\mathrm{w,Rd}} = \frac{F_{\mathrm{w,Rk}}}{\gamma_{\mathrm{M2}}} = \frac{196}{1{,}25} = 157\mathrm{kN}$$

$N_{t,Ed} < F_{w,Rd}$ (uvjet nosivosti)

23 kN < 157 kN → *var debljine a=3 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vijaka na posmik

Odabran je vijak M16 – 8.8. Nosivost jednoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:

$F_{v,Rd} = F_{v,Rk}/\gamma_{Mb}$ = 75,4/1,25 = 60 kN

$N_{t,Ed} < F_{v,Ed}$ (uvjet nosivosti)

23 kN < 60 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

Dokaz otpornosti osnovnog materijala na pritisak po omotaču rupe

t = 10 mm (debljina lima)

e_1 = 30 mm (udaljenost vijaka od ruba lima)

$F_{b,Rk,10}$ = 84,4 kN (za debljinu lima t = 10 mm)

Računska otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za jedan vijak određuje se prema izrazu:

$F_{b,Rd} = F_{b,Rk}/\gamma_{Mb}$ = 84,4/1,25 = 106 kN

$N_{c,Ed} < F_{b,Rd}$ (uvjet nosivosti)

23 kN < 106 kN → *osnovni materijal zadovoljava!*

2.1.5.7. <u>Spoj podrožnice na gredu</u>

Profil roženice: HEA 140

Profil prečke: HEA 220

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima.

Kvaliteta čelika: S 355
Vijci: 4 x M16, 8.8

NAPOMENA:
Spoj ostvariti direktnim nalijeganjem s 4 vijka M16.
Rebro grede HEA 220 ispod roženice ojačati obostrano rebrom t = 8 mm.

2.2. Pretovarna rampa

2.2.1. Analiza opterećenja

Vlastita težina
Vlastita težina elemenata konstrukcije uzet će se u obzir automatski tijekom proračuna u računalnom programu.

Dodatno stalno opterećenje
Obloga od lima: g_k = 0,50 kN/m

Korisno opterećenje – opad
Težina otpada je procijenjena na 333 kg/m^2
q_k = 3,33 x 3 / 2 = 5 kN/m'

Transporter
Težina transportne trake i pripadajuće opreme iznosi 160 kg/m'
q_k = 1,6 / 2 = 0,80 kN/m'

Opterećenje snijegom
Građevina se nalazi na otoku Korčuli u 1. snježnom području (priobalje i otoci) na nadmorskoj visni od oko 500 m n.m., gdje mjerodavno karakteristično opterećenje snijegom na tlu iznosi:
sk = 0,50 kN/m²
Ploha je horizontalna, α =0°
μ1 = 0,8 (koeficijent oblika opterećenja snijegom za jednostrešne krovove, 0°≤α≤30°)
C0 = 1,0 (koeficijent izloženosti)
C1 = 1,0 (temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja građevine)
Opterećenje snijegom na krovu dobiva se prema izrazu:
s = sk·μ1·C0·C1 = 0,50·0,8·1,0·1,0 = 0,40 kN/m²

Opterećenje vjetrom
Kao mjerodavna referentna brzina vjetra uzeti će se vrijednost od: vb,0 = 25 m/s.
Gustoća zraka uzima se s vrijednosti od 1,25 kg/m³.
Referentni pritisak vjetra određuje se prema izrazu: qref = ρ/2·v²ref = (1,25/2)·25² = 0,39 kN/m²
Građevina se nalazi na II kategoriji terena, a njezina visina iznosi oko 7,0 m, što će se uzeti za referentnu visinu.

ce(z) = 2,30 (koeficijent izloženosti)

qb(z)= ce(z) · qref = 2,30 · 0,39 = 0,90 kN/m2

Pritisak vjetra koji djeluje na građevinu određuje se prema izrazu: we = qref · ce(z) · cpe

Građevina je zatvorena sa svih strana.

Djelovanje vjetra na zidove:

	$c_{pe,10}$	w_e [kN/m²]
D	+0,80	+0,72
E	-0,70	-0,63

Djelovanje vjetra na krov:

	$c_{pe,10}$	w_e [kN/m²]
H	-0,70	-0,63

Seizmičko opterećenje

Građevina se nalazi u zoni seizmičkog ubrzanja a_g = 0,24g, a temeljno tlo svrstava se u razred B.

Parametri koji opisuju elastični spektar titranja tla razreda B:

razred tla	**S**	**T_B**	**T_C**	**T_D**
B	1,2	0,15	0,50	2,0

Faktor ponašanja konstrukcije uzima se u iznosu q = 2,5 (stabilizacija dijagonalnim spregovima).

- EN 1998-1:2004, Tablica 6.2.

Koeficijent kvazistalne vrijednosti za opterećenje snijegom i vjetrom uzima u iznosu ψ_2 = 0.

M = 4,4 t - Masa građevine preuzeta iz statičkog proračuna

Ordinata proračunskog spektra dobiva se prema izrazu:

$S_d(T_1) = 2,5 \cdot a_g \cdot S / q = 2,5 \cdot 0,24 \cdot 1,2 / 2,5 = 0,29g$

Potresna sila dobiva se prema izrazu:

$F_b = S_d(T_1) \cdot W = 0,29g \cdot 4,4 = 12,7$ kN

Maksimalna sila vjetra koji djeluje na građevinu iznosi:

- *uzdužno: $F_{w,u}$ = 1,5 x 0,90 x (0,80 + 0,70) x (6,3 x 3,7) = 47 kN*
- poprečno: $F_{w,p}$ =1,5 x 0,90 x (0,80 + 0,70) x (25) = 51 kN

S obzirom da je maksimalna sila vjetra u pojedinom smjeru građevine veća od pripadne potresne sile, utjecaj potresa neće se razmatrati u nastavku proračuna.

2.2.2. Provjera nosivosti pokrova i fasade

Promatra se traka pokrovnog panela širine 1,0 m.

Razmak roženica je 2,1 m (mjerodavni razmak).

Ukupno opterećenje pokrovnog lima za najnepovoljniju kombinaciju djelovanja iznosi:

$q = 1,5 \times w_{odizanje} = 1,5 \times 0,63 = -0,95\ kN/m^2$

$q = 1,5\ s = 1,50 \times 0,40 = 0,60\ kN/m^2$

Razmak nosača fasade 1,9 m (mjerodavni razmak).

Maksimalno opterećenje fasadnog lima za najnepovoljniju kombinaciju djelovanja iznosi:

$q = 1,5 \times w = 1,5 \times 0,63 = -0,95\ kN/m^2$

<u>Kontrola spojnih sredstava</u>

- Pretpostavlja se samonarezni vijak d5,5 ($t_{N,I}$ 0,55 mm, $t_{N,II}$ 2,50 mm) nosivosti N_{Rd} = 1,54 kN

Krov: F = 0,95 x 2,1 = 2,00 kN/m' – minimalno 3 vijka po m'

Fasada: F = 0,95 x 1,9 = 1,81 kN/m' – minimalno 3 vijka po m'

2.2.3. Statički proračun i dimenzioniranje

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun, rezultati proračuna i dimenzioniranje elemenata konstrukcije.

Osnovni podaci o modelu, Ulazni podaci - Konstrukcija

Datoteka: Pretovarna rampa_twr8-2.twp
Datum proračuna: 9.11.2024

Način proračuna: 3D model

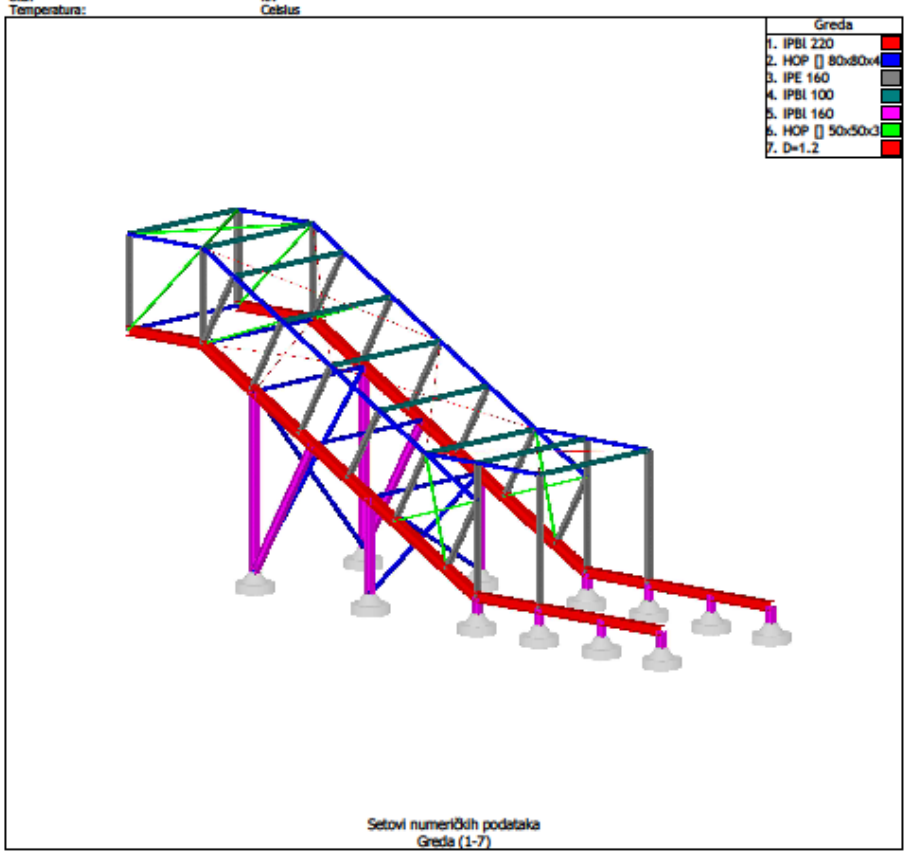
- [x] Teorija I-og reda
- [ ] Modalna analiza
- [ ] Stabilnost
- [ ] Teorija II-og reda
- [ ] Seizmički proračun
- [ ] Faze građenja
- [x] Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova:	68
Broj pločastih elemenata:	0
Broj gredni elemenata:	130
Broj graničnih elemenata:	36
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	6
Broj kombinacija opterećenja:	6

Jedinice mjera

Dužina:	m [cm,mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius



Ulazni podaci - Konstrukcija

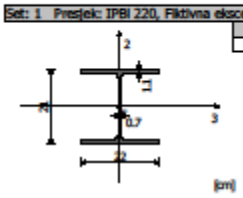
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

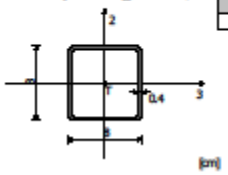
Set: 1 Presjek: IPBI 220, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	6.430e-3	2.063e-3	4.367e-3	2.860e-7	1.950e-5	5.410e-5



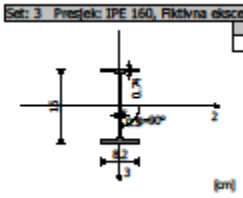
Set: 2 Presjek: HOP [] 80x80x4, Jednostavni štap, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.175e-3	6.400e-4	6.400e-4	1.798e-6	1.072e-6	1.072e-6



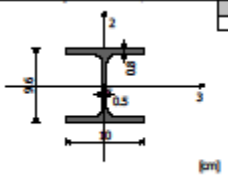
Set: 3 Presjek: IPE 160, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.010e-3	1.043e-3	9.666e-4	3.620e-8	8.690e-6	6.830e-7



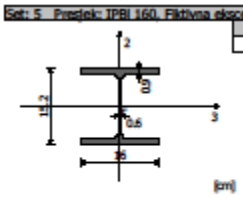
Set: 4 Presjek: IPBI 100, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.120e-3	7.520e-4	1.368e-3	5.260e-8	1.340e-6	3.490e-6



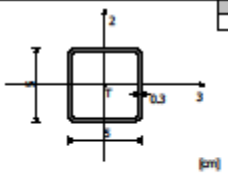
Set: 5 Presjek: IPBI 160, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.880e-3	1.324e-3	2.556e-3	1.230e-7	6.160e-6	1.670e-5



Set: 6 Presjek: HOP [] 50x50x3, Jednostavni štap, Fiktivna ekscentričnost

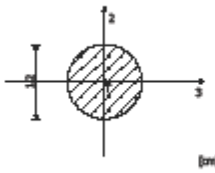
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	5.410e-4	3.000e-4	3.000e-4	3.197e-7	1.851e-7	1.851e-7



Ulazni podaci - Konstrukcija

Set: 7 Presjek: D=1.2, Jednostavan nelinearan (vlačni) štap, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.131e-4	1.018e-4	1.018e-4	2.036e-9	1.018e-9	1.018e-9

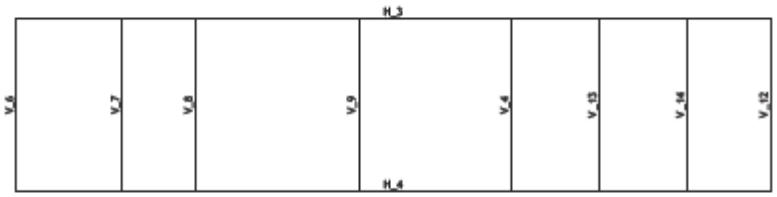


Grede - količine po setovima

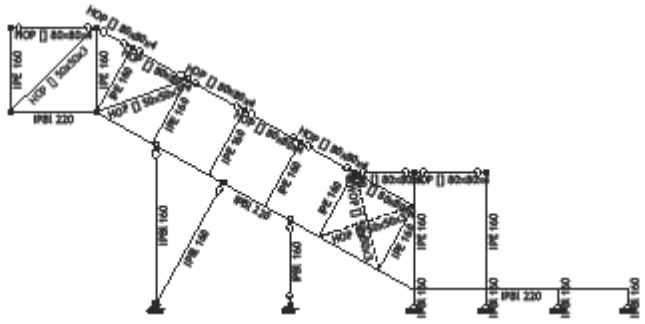
Set	Presjek/Materijal	γ [kN/m³]	L [m]	O [m²]	V [m³]	m [T]
1	IPBl 220 Čelik	78.500	33.219	41.694	0.214	1.710
2	HOP [] 80x80x4 Čelik	78.500	65.399	20.029	0.077	0.615
3	IPE 160 Čelik	78.500	42.093	26.205	0.085	0.677
4	IPBl 100 Čelik	78.500	31.500	17.684	0.067	0.535
5	IPBl 160 Čelik	78.500	22.054	19.986	0.086	0.685
6	HOP [] 50x50x3 Čelik	78.500	29.165	5.533	0.016	0.126
7	D=1.2 Čelik	78.500	37.828	1.426	0.004	0.034
		Ukupno:	261.26	132.56	0.547	4.382

Rekapitulacija količina materijala

Materijal	γ [kN/m³]	O [m²]	V [m³]	m [T]
Čelik	78.500	132.56	0.547	4.382

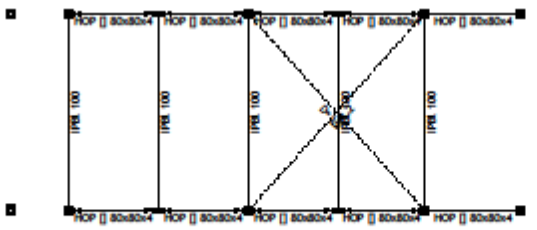


Dispozicija okvira

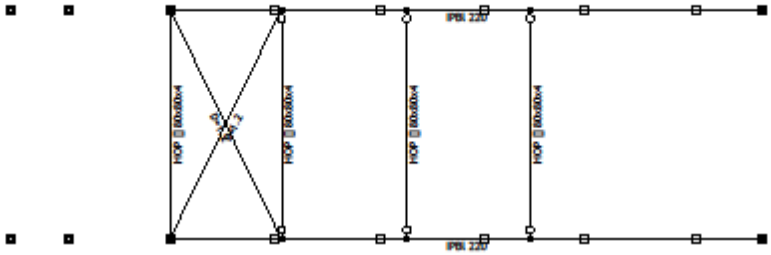


Okvir: H_4

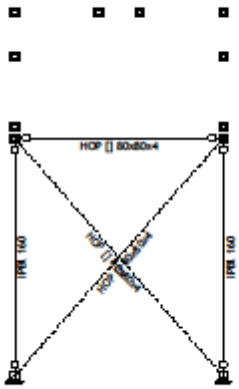
Ulazni podaci - Konstrukcija



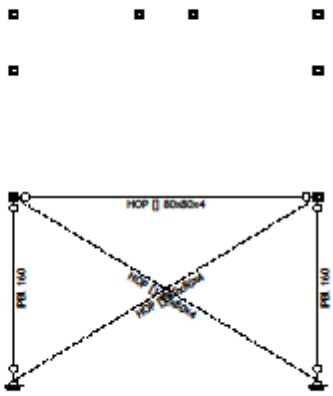
Pogled: krov 2



Pogled: kosa ravnina glavnog nosača



Okvir: V_8



Okvir: V_9

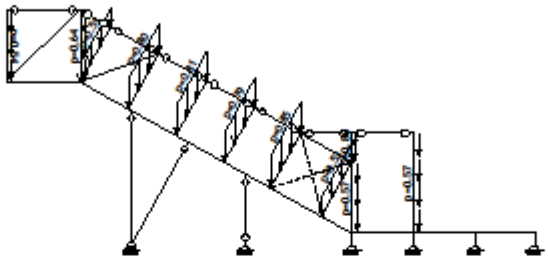
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	dodatno stalno
3	snijeg
4	vjetar
5	transporter
6	otpad

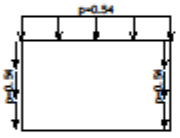
LC	Naziv
7	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.35xV+1.5xVI
8	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+0.9xIV+1.35xV+1.35xVI
9	Komb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xIV+1.35xV+1.35xVI
10	Komb.: I+II+V+VI
11	Komb.: I+II+III+0.6xIV+V+VI
12	Komb.: I+II+0.5xIII+IV+V+VI

Opt. 2: dodatno stalno



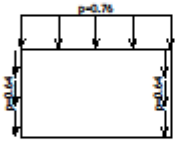
Okvir: H_4

Opt. 2: dodatno stalno



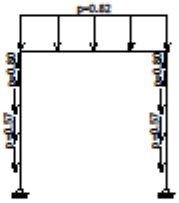
Okvir: V_6

Opt. 2: dodatno stalno



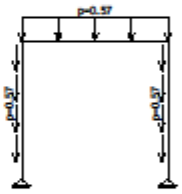
Okvir: V_7

Opt. 2: dodatno stalno



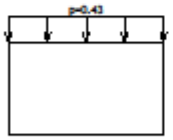
Okvir: V_4

Opt. 2: dodatno stalno



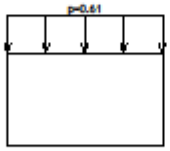
Okvir: V_13

Opt. 3: snijeg



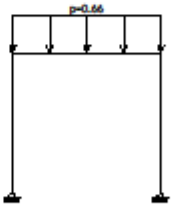
Okvir: V_6

Opt. 3: snijeg



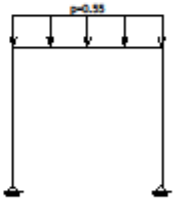
Okvir: V_7

Opt. 3: snijeg



Okvir: V_4

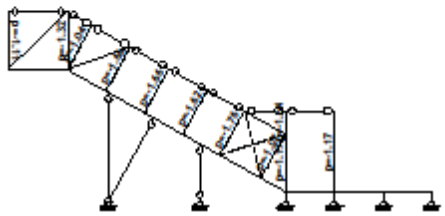
Opt. 3: snijeg



Okvir: V_13

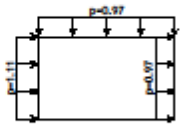
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 4: vjetar



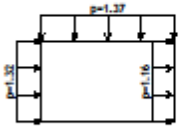
Okvir: H_4

Opt. 4: vjetar



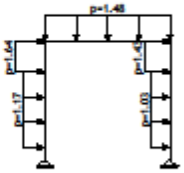
Okvir: V_6

Opt. 4: vjetar



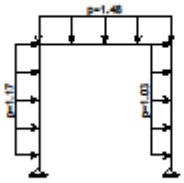
Okvir: V_7

Opt. 4: vjetar



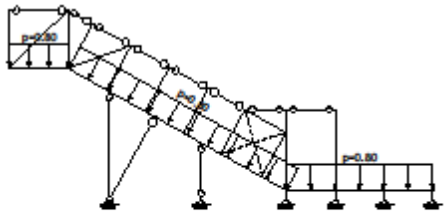
Okvir: V_4

Opt. 4: vjetar



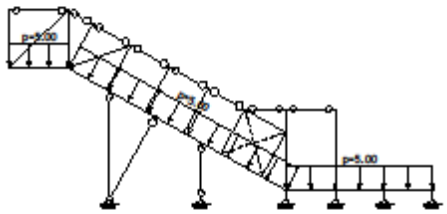
Okvir: V_13

Opt. 5: transporeter



Okvir: H_4

Opt. 6: otpad



Okvir: H_4

Statički proračun

GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI
- Unutarnje sile glavnih nosivih elemenata

Rezne sile u gredama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 7-9

Oznaka	LC	x [m]	N1 [kN]	T2 [kN]	T3 [kN]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
Set 1: IPBl 220							
(23 - 46)	9	1.705	**|-82.081|**	66.288	4.953	5.521	-24.425
(23 - 46)	8	1.705	**|-74.529|**	61.770	3.116	3.204	-22.599
(23 - 46)	9	1.705	-82.081	**|66.288|**	4.953	5.521	-24.425
(23 - 46)	9	6.375	6.081	-44.688	**|-10.939|**	-1.012	21.106
(23 - 46)	9	9.110	38.446	12.972	-2.899	**|-11.258|**	-10.478
(23 - 46)	9	1.705	-82.081	66.288	4.953	5.521	**|-24.425|**
Set 2: HOP [] 80x80x4							
(42 - 48)	9	0.000	**|45.493|**	-0.088	0.000	0.000	0.000
(48 - 49)	9	0.000	**|44.543|**	-0.088	0.000	0.000	0.000
(4 - 23)	9	0.000	-6.210	**|-0.218|**	0.000	0.000	0.000
(28 - 1)	9	2.887	12.896	0.020	0.000	0.000	**|0.286|**
Set 3: IPE 160							
(42 - 27)	9	1.831	**|-46.126|**	0.750	-5.792	0.000	-0.316
(42 - 27)	8	1.831	**|-42.697|**	0.751	-3.858	0.000	-0.318
(19 - 7)	9	1.831	-37.669	**|0.754|**	-2.727	0.000	-0.323
(57 - 46)	9	2.930	7.880	0.061	**|7.752|**	5.676	-0.098
(57 - 46)	9	0.000	-10.651	-0.135	1.495	**|-9.249|**	0.000
(40 - 23)	9	1.831	-7.770	0.631	-3.738	-0.182	**|-0.425|**
Set 4: IPBl 100							
(33 - 52)	9	3.500	**|-5.231|**	9.254	2.499	4.047	-7.294
(26 - 48)	9	3.500	**|-4.153|**	9.525	3.550	4.459	-8.036
(41 - 57)	9	3.500	-1.495	**|10.446|**	0.010	0.023	-9.249
(26 - 48)	9	3.500	-4.153	9.525	**|3.550|**	4.459	-8.036
(26 - 48)	9	3.500	-4.153	9.525	3.550	**|4.459|**	-8.036
(41 - 57)	9	3.500	-1.495	10.446	0.010	0.023	**|-9.249|**
Set 5: IPBl 160							
(28 - 6)	9	3.971	**|-113.24|**	0.000	0.000	0.000	0.000
(28 - 6)	8	3.971	**|-99.299|**	0.000	0.000	0.000	0.000
(54 - 51)	9	0.370	-20.179	**|16.723|**	8.802	0.000	0.000
(54 - 51)	9	0.370	-20.179	16.723	**|8.802|**	0.000	0.000
(54 - 51)	9	0.000	-20.027	16.723	8.802	**|-3.257|**	6.188
(54 - 51)	9	0.000	-20.027	16.723	8.802	-3.257	**|6.188|**
Set 6: HOP [] 50x50x3							
(23 - 42)	9	2.438	**|46.672|**	0.066	0.000	0.000	0.000
(23 - 42)	8	2.438	**|44.337|**	0.066	0.000	0.000	0.000
(3 - 36)	9	4.113	-1.488	**|0.130|**	0.000	0.000	0.000
(3 - 36)	9	2.056	-1.488	0.012	0.000	0.000	**|0.146|**
Set 7: D=1.2							
(23 - 8)	9	0.000	**|22.468|**	-0.037	0.000	0.000	0.000
(23 - 8)	8	0.000	**|13.522|**	-0.037	0.000	0.000	0.000
(23 - 8)	9	0.000	22.468	**|-0.037|**	0.000	0.000	0.000
(23 - 8)	7	1.947	0.140	0.000	0.000	**|0.011|**	0.017
(23 - 8)	9	1.947	22.463	-0.014	0.000	0.000	**|0.049|**

GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI
Dopušteni progib greda

HEA 220 - u_{dop} = H / 150 = 3860 / 150 = 25,7 mm (konzola)

IPE 120 - u_{dop} = L / 250 = 3500 / 250 = 14,0 mm

Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 10-12

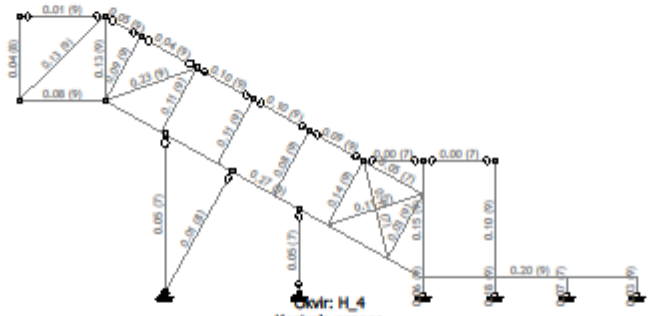
Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
Set 1: IPBl 220			
(10 - 22)	12	0.000	**|-6.459|**
Set 4: IPE 120			
(3 - 21)	12	2.000	**|-7.780|**

REAKCIJE LEŽAJEVA (GSN)

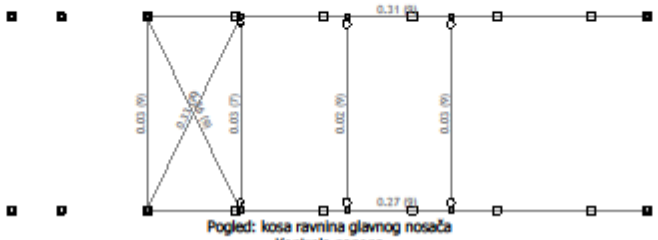
Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 7-9

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
51	9	**|16.723|**	-8.802	20.179	*	*	*
6	9	5.042	**|-27.374|**	154.40	*	*	*
6	9	5.042	-27.374	**|154.40|**	*	*	*

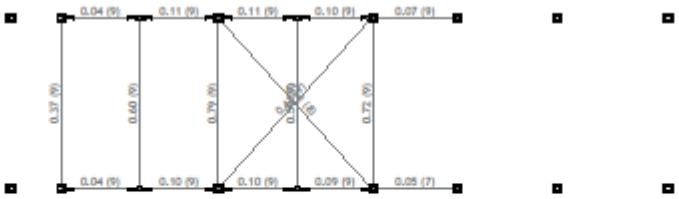
Dimenzioniranje (čelik)



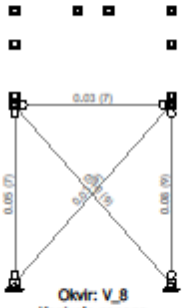
Okvir: H_4
Kontrola napona



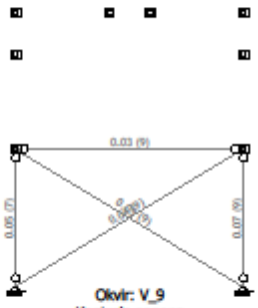
Pogled: kosa ravnina glavnog nosača
Kontrola napona



Pogled: krov 2
Kontrola napona

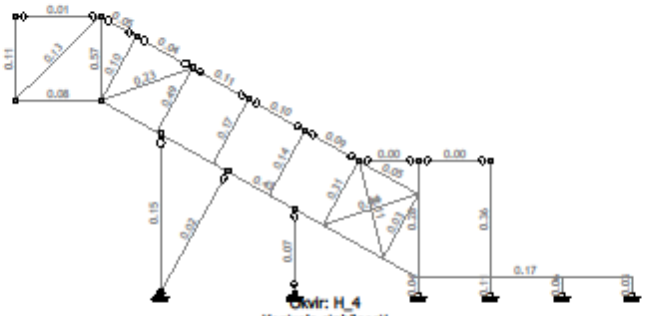


Okvir: V_8
Kontrola napona

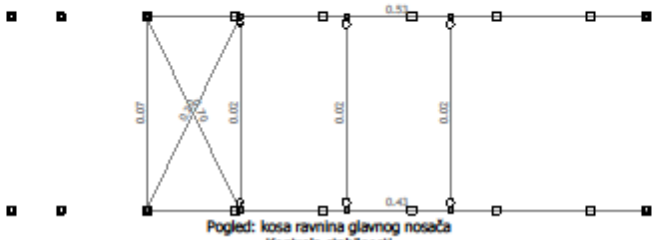


Okvir: V_9
Kontrola napona

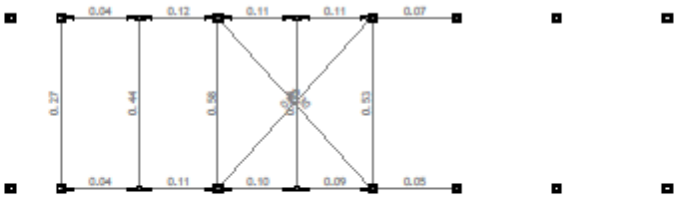
Dimenzioniranje (čelik)



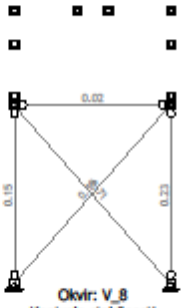
Okvir: H_4
Kontrola stabilnosti



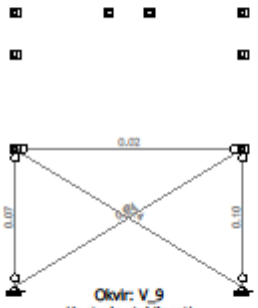
Pogled: kosa ravnina glavnog nosača
Kontrola stabilnosti



Pogled: krov 2
Kontrola stabilnosti



Okvir: V_8
Kontrola stabilnosti

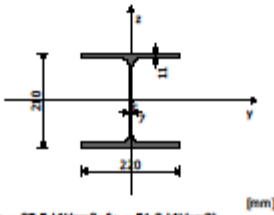


Okvir: V_9
Kontrola stabilnosti

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 24-4
POPREČNI PRESJEK: IPBl 220 [S 355] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	64.300	cm2
Ay =	43.670	cm2
Az =	20.630	cm2
Ix =	28.600	cm4
Iy =	5410.0	cm4
Iz =	1950.0	cm4
Wy =	515.24	cm3
Wz =	177.27	cm3
Wy,pl =	561.84	cm3
Wz,pl =	266.20	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
[mm] Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.43	8. γ=0.40	7. γ=0.36
12. γ=0.31	11. γ=0.29	10. γ=0.24

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 170.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-64.019 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	3.350 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	55.107 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-19.935 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-5.815 kNm
Moment torzije	M_t =	-0.050 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	910.97 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 2282.7 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (64.02 <= 2282.65)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 440.65 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 156.43 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (19.94 <= 156.43)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 144.33 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 51.238 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (5.81 <= 51.24)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 422.83 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 422.83 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (55.11 <= 422.83)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 957.74 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 957.74 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (3.35 <= 957.74)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.028
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 94.501 kNm
Koeficijent ρ = 1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^ρ 0.062
Uvjet 6.41: (0.07 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y l,y = 910.97 cm
Relativna vitkost y-y λ_y = 1.300
Krivulja izvijanja za os y-y: B α = 0.340
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 1351.2 kN
Redukcijski koeficijent χ,y = 0.427
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 886.07 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (64.02 <= 886.07)

Dužina izvijanja z-z l,z = 910.97 cm
Relativna vitkost z-z λ_z = 2.165
Krivulja izvijanja za os z-z: C α = 0.490
Redukcijski koeficijent χ,z = 0.171
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 354.82 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (64.02 <= 354.82)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torzijno izvijanje
Koeficijent C1 = 1.285
Koeficijent C2 = 1.562
Koeficijent C3 = 0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja k = 1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja kw = 1.000
Koordinata zg = 0.000 cm
Koordinata zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka L = 910.97 cm
Sektorski moment inercije Iw = 1.93e+5 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje M_{cr} = 149.86 kNm
Odgovarajući moment otpora W_y = 561.84 cm3
Koeficijent imperf. αLT = 0.210
Bezdimenzionalna vitkost λLT_ = 1.154
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.) χLT = 0.560
Računska otpornost na izvijanje $M_{b,Rd}$ = 101.52 kNm
Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (19.94 <= 101.52)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)
Koeficijent uniformnog momenta C_{my} = 0.976
Koeficijent uniformnog momenta C_{mz} = 0.667
Koeficijent uniformnog momenta C_{mLT} = 0.976
Koeficijent interakcije k_{yy} = 1.033
Koeficijent interakcije k_{yz} = 0.501
Koeficijent interakcije k_{zy} = 0.975
Koeficijent interakcije k_{zz} = 0.836

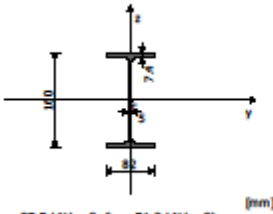
Redukcijski koeficijent χ_y = 0.427
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1) 0.072
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.203
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.034
Uvjet 6.61: (0.31 <= 1)

Redukcijski koeficijent χ_z = 0.171
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1) 0.180
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.191
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.057
Uvjet 6.62: (0.43 <= 1)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 7-19
POPREČNI PRESJEK: IPE 160 [S 355] [Set: 3]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	20.100	cm2
Ay =	10.434	cm2
Az =	9.666	cm2
Ix =	3.620	cm4
Iy =	869.00	cm4
Iz =	68.300	cm4
Wy =	108.62	cm3
Wz =	16.659	cm3
Wy,pl =	123.03	cm3
Wz,pl =	24.879	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.49	8. γ=0.47	7. γ=0.40
12. γ=0.35	11. γ=0.34	10. γ=0.28

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 81.4 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-36.515 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.112 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.201 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	1.453 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	0.107 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	183.11 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 713.55 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (36.52 <= 713.55)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{y,eff}$ = 85.283 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 30.276 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (1.45 <= 30.28)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.
Efektivni moment otpora $W_{z,eff}$ = 13.518 cm3
Računska otpornost na savijanje $M_{c,Rd}$ = 4.799 kNm
Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (0.11 <= 4.80)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 198.11 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 198.11 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.20 <= 198.11)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 240.15 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 240.15 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.11 <= 240.15)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ = 0.051
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,z,Rd}$ = 8.832 kNm
Koeficijent β = 1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β = 0.012
Uvjet 6.41: (0.01 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y $l_{,y}$ = 366.22 cm
Relativna vitkost y-y $\lambda_{,y}$ = 0.729
Krivulja izvijanja za os y-y: A α = 0.210
Elastična kritična sila $N_{cr,y}$ = 1342.9 kN
Redukcijski koeficijent $\chi_{,y}$ = 0.834
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,y}$ = 540.83 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (36.52 <= 540.83)

Dužina izvijanja z-z $l_{,z}$ = 366.22 cm
Relativna vitkost z-z $\lambda_{,z}$ = 2.600
Krivulja izvijanja za os z-z: B α = 0.340
Redukcijski koeficijent $\chi_{,z}$ = 0.130
Računska otpornost na izvijanje $N_{b,Rd,z}$ = 84.265 kN
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (36.52 <= 84.26)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	183.11 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	3958.9 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	53.906 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	123.03 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.900
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.734
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	29.138 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (1.45 <= 29.14)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.979
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.400
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.979
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	1.014
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.386
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.941
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.643

Redukcijski koeficijent χ_y = 0.834
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1) 0.068
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.051
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.005
Uvjet 6.61: (0.12 <= 1)

Redukcijski koeficijent χ_z = 0.130
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1) 0.433
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ... 0.047
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ... 0.009
Uvjet 6.62: (0.49 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-37.669 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	0.754 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	2.727 kN
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-0.323 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	183.11 cm

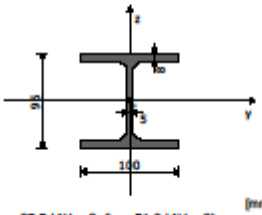
6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 198.11 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 198.11 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (2.73 <= 198.11)

Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,y}$ = 213.85 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,y}$ = 213.85 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (0.75 <= 213.85)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 48-26
POPREČNI PRESJEK: IPBl 100 [S 355] [Set: 4]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	21.200	cm2
Ay =	13.680	cm2
Az =	7.520	cm2
Ix =	5.260	cm4
Iy =	349.00	cm4
Iz =	134.00	cm4
Wy =	72.708	cm3
Wz =	26.800	cm3
Wy,pl =	81.053	cm3
Wz,pl =	40.000	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
Anet/A =	0.900	

[mm]

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.58	8. γ=0.41	12. γ=0.39
11. γ=0.28	7. γ=0.11	10. γ=0.08

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-4.153 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{Ed,y}$ =	3.550 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	9.525 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-8.036 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{Ed,z}$ =	-4.459 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	350.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak

Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd}$ =	752.60 kN

Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (4.15 <= 752.60)

6.2.5 Savijanje y-y
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{y,eff}$ =	62.430 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	22.163 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (8.04 <= 22.16)

6.2.5 Savijanje z-z
U obzir su uzete i rupe za spojna sredstva.

Efektivni moment otpora	$W_{z,eff}$ =	21.696 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	7.702 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,z}$ <= $M_{c,Rd,z}$ (4.46 <= 7.70)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	154.13 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	154.13 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (9.53 <= 154.13)

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,y}$ =	316.61 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,y}$ =	316.61 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,y}$ <= $V_{c,Rd,y}$ (3.55 <= 316.61)

6.2.10 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$; $V_{Ed,y}$ <= 50%$V_{pl,Rd,y}$

6.2.9 Savijanje i centrična sila

Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$		0.006
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,y,Rd}$ =	28.774 kNm
Koeficijent	α =	2.000
Omjer ($M_{y,Ed}$ / $M_{N,y,Rd}$)^α		0.078
Reduc.moment plast.otp.na savijanje	$M_{N,z,Rd}$ =	14.200 kNm
Koeficijent	β =	1.000
Omjer ($M_{z,Ed}$ / $M_{N,z,Rd}$)^β		0.314

Uvjet 6.41: (0.39 <= 1)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$l_{,y}$ =	350.00 cm
Relativna vitkost y-y	λ_y =	1.129
Krivulja izvijanja za os y-y: A	α =	0.210
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	590.48 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,y}$ =	0.576
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	394.33 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (4.15 <= 394.33)

Dužina izvijanja z-z	$l_{,z}$ =	350.00 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	1.822
Krivulja izvijanja za os z-z: B	α =	0.340
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,z}$ =	0.247
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	168.86 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (4.15 <= 168.86)

6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.285
Koeficijent	C2 =	1.562
Koeficijent	C3 =	0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	350.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	2581.3 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	41.880 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	81.053 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT_ =	0.829
Koeficijent redukcije (6.3.2.2.)	χLT =	0.779
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd}$ =	20.372 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y}$ <= $M_{b,Rd}$ (8.04 <= 20.37)

6.3.3 Elementi konstantnog poprečnog presjeka opterećeni savijanjem i normalnim tlakom
Proračun koeficijenata interakcije izvršen je alternativnom metodom br. 2 (Aneks B)

Koeficijent uniformnog momenta	C_{my} =	0.527
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mz} =	0.446
Koeficijent uniformnog momenta	C_{mLT} =	0.527
Koeficijent interakcije	k_{yy} =	0.531
Koeficijent interakcije	k_{yz} =	0.277
Koeficijent interakcije	k_{zy} =	0.991
Koeficijent interakcije	k_{zz} =	0.462

Redukcijski koeficijent	χ_y =	0.576
N_{Ed} / (χ_y N_{Rk} / γM1)		0.011
kyy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.209
kyz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.096

Uvjet 6.61: (0.32 <= 1)

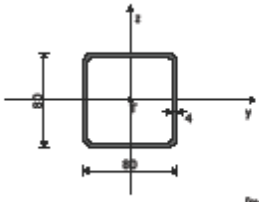
Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.247
N_{Ed} / (χ_z N_{Rk} / γM1)		0.025
kzy * (M_{yEd} + ΔM_{yEd}) / ...		0.391
kzz * (M_{zEd} + ΔM_{zEd}) / ...		0.159

Uvjet 6.62: (0.57 <= 1)

Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 6-8
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 80x80x4 [S 355] [Set: 2]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRISKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	11.750	cm2
Ay =	5.875	cm2
Az =	5.875	cm2
Ix =	179.81	cm4
Iy =	107.22	cm4
Iz =	107.22	cm4
Wy =	26.805	cm3
Wz =	26.805	cm3
Wy,pl =	34.688	cm3
Wz,pl =	34.688	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
[mm] Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.71	8. γ=0.51	12. γ=0.49
11. γ=0.35	7. γ=0.19	10. γ=0.13

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 9, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	-41.646 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.218 kN
Sistemska dužina štapa	L =	529.31 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.4 Tlak
Računska otpornost na tlak $N_{c,Rd}$ = 417.13 kN
Uvjet 6.9: N_{Ed} <= $N_{c,Rd}$ (41.65 <= 417.13)

6.2.6 Posmik
Računska nosivost na posmik $V_{pl,Rd,z}$ = 120.41 kN
Računska nosivost na posmik $V_{c,Rd,z}$ = 120.41 kN
Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.22 <= 120.41)

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.1.1 Nosivost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$l_{,y}$ =	529.31 cm
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{,y}$ =	2.293
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Elastična kritična sila	$N_{cr,y}$ =	79.318 kN
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,y}$ =	0.155
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y}$ =	58.592 kN

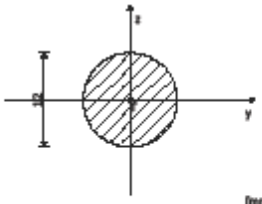
Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,y}$ (41.65 <= 58.59)

Dužina izvijanja z-z	$l_{,z}$ =	529.31 cm
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{,z}$ =	2.293
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{,z}$ =	0.155
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z}$ =	58.592 kN

Uvjet 6.46: N_{Ed} <= $N_{b,Rd,z}$ (41.65 <= 58.59)

ŠTAP 60-33
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 355] [Set: 7]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRISKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	1.131	cm2
Ay =	1.018	cm2
Az =	1.018	cm2
Ix =	0.204	cm4
Iy =	0.102	cm4
Iz =	0.102	cm4
Wy =	0.170	cm3
Wz =	0.170	cm3
Wy,pl =	0.288	cm3
Wz,pl =	0.288	cm3
γM0 =	1.000	
γM1 =	1.100	
γM2 =	1.250	
[mm] Anet/A =	0.900	

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.35	8. γ=0.34	12. γ=0.25
11. γ=0.25	7. γ=0.00	10. γ=0.00

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 9, na 240.5 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	6.360 kN
Moment savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	0.035 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	481.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	$N_{pl,Rd}$ =	40.150 kN
Granična rač.otpornost neto pres.	$N_{u,Rd}$ =	37.376 kN
Računska otp. na vlak	$N_{t,Rd}$ =	37.376 kN

Uvjet 6.5: N_{Ed} <= $N_{t,Rd}$ (6.36 <= 37.38)

6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	$W_{y,pl}$ =	0.288 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	0.102 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (0.03 <= 0.10)

6.2.9 Savijanje i centrična sila
Omjer N_{Ed} / $N_{pl,Rd}$ 0.158
Reduc.moment plast.otp.na savijanje $M_{N,y,Rd}$ = 0.100 kNm
Omjer $M_{Ed,y}$ / $M_{N,y,Rd}$ 0.348
Uvjet 6.41: (0.35 <= 1)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Računska uzdužna sila	N_{Ed} =	6.360 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	0.029 kN
Sistemska dužina štapa	L =	481.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	20.862 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	20.862 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (0.03 <= 20.86)

2.2.4. Proračun priključaka

2.2.4.1. Spoj stupa s temeljnom pločom

Sile mjerodavne za dimenzioniranje priključka:

$T_{Ed,y}$ = 27,4 kN

$T_{Ed,z}$ = 16,7 kN

$T_{Ed,uk}$ = 32 kN

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima

Profil stupa: HEA 160

Kvaliteta čelika: S 355

Prirubnica: t = 20 mm, var a = 6 mm

Sidreni vijci: 4 x M16, 5.6 (4 reda stupova na ulaznom dijelu rampe se mogu sidriti sa po 2 sidra M16)

Dokaz otpornosti vijaka na posmik

S obzirom da se u spoju nalaze 4 vijaka, posmična sila u pojedinom vijku dobiva se prema izrazu:

$F_{v,Ed} = T_{Ed,uk} / 4 = 32 / 4 = 8$ kN

Odabrani su vijci M16 – 5.6. Nosivost jednoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:

$F_{v,Rd} = 37,7$ kN

$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ (uvjet nosivosti)

8,25 kN < 37,7 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

2.2.4.2. Spoj stupa i grede

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima

Profil stupa: HEA 160

Profil grede: HEA 220

Kvaliteta čelika: S 355

Prirubnica: t = 15 mm, var a = 5 mm

Sidreni vijci: 4 x M16, 8.8

2.2.4.3. Spoj okvira i grede

Sile mjerodavne za dimenzioniranje priključka:

$T_{Ed,z} = 4,2$ kN

Priključak je jednorezni zglobni spoj izveden vijcima.

Profil stupa okvira: IPE 160

Profil grede: HEA 220

Kvaliteta čelika: S 355

Prirubnica: t = 15 mm, var a = 5 mm

Vijci: 2 x M16, 8.8

Dokaz otpornosti vijaka na posmik

S obzirom da se u spoju nalaze 2 vijaka, posmična sila u pojedinom vijku dobiva se prema izrazu:

$F_{v,Ed} = T_{Ed,z} / 2 = 4,2 / 2 = 2,1$ kN

Odabrani su vijci M16 – 8.8. Nosivost jednoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:

$F_{v,Rd} = 60,3$ kN

$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ (uvjet nosivosti)

2.2.4.4. Spoj stupa i prečke (okvir)

Sile mjerodavne za dimenzioniranje priključka:

$M_{Ed} = 9,2$ kN

$T_{Ed,z} = 9,5$ kN

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima

Profil stupa okvira: IPE 160

Profil grede okvira: HEA 100

Kvaliteta čelika: S 355
Prirubnica: t = 15 mm, var a = 5 mm
Vijci: 6 x M16, 8.8

Dokaz otpornosti vijaka na vlak

Vijci su raspoređeni u 3 reda po 2 vijka, vlačna sila na jedan vijak iznosi:
$F_{t,Ed} = M_{Ed} \times y_{max} / (2 \times \Sigma y^2) = 9{,}2 \times 0{,}17 / (2 \times (0{,}17^2 + 0{,}14^2)) = 16{,}1$ kN
Odabrani su vijci M16 – 8.8. Nosivost vijaka na vlak određuje se prema izrazu:
$F_{t,Rd} = 90{,}4$ kN
$F_{t,Ed} < F_{t,Rd}$ (uvjet nosivosti)
16,1 kN < 90,4 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

Dokaz otpornosti vijaka na posmik

S obzirom da se u spoju nalazi 6 vijaka, posmična sila u pojedinom vijku dobiva se prema izrazu:
$F_{v,Ed} = T_{Ed,z} / 6 = 9{,}5 / 6 = 1{,}6$ kN
Odabrani su vijci M16 – 8.8. Nosivost jednoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:
$F_{v,Rd} = 60{,}3$ kN
$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ (uvjet nosivosti)
1,6 kN < 60 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

2.2.4.5. Spoj dijagonale

Sile mjerodavna za dimenzioniranje priključka:
$N_{t,Ed} = 48$ kN
Profil dijagonale: 50x50x3
Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima.
Kvaliteta čelika: S 355
Vijci: 1 x M20, 8.8
Čvorni lim: t = 10 mm e_1=30 mm b = 60 mm

Otpornost pločice na vlačnu silu - lom neto presjeka

$$N_{u,Rd} = \frac{0{,}9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0{,}9 \cdot 420 \cdot 510}{1{,}25} = 154kN$$

$$A_{net} = (60 - 18) \cdot 10 = 420mm^2$$

$N_{t,Ed} < N_{u,Rd}$ (uvjet nosivosti)
48 kN < 154 kN → *pločica t=10 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vara u uvali

Duljina vara: L = 4 x 50 = 200 mm
Pretpostavljena debljina vara: a = 3 mm

$$F_{\mathrm{w,Rk}} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w} \cdot a \cdot L = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0{,}9} \cdot 3 \cdot 200 = 196\mathrm{kN}$$

$$F_{\mathrm{w,Rd}} = \frac{F_{\mathrm{w,Rk}}}{\gamma_{\mathrm{M2}}} = \frac{196}{1{,}25} = 157\mathrm{kN}$$

$N_{t,Ed} < F_{w,Rd}$ (uvjet nosivosti)
48 kN < 157 kN → *var debljine a=3 mm zadovoljava!*

Dokaz otpornosti vijaka na posmik
Odabran je vijak M20 – 8.8. Nosivost jednoreznog vijka na posmik određuje se prema izrazu:
$F_{v,Rd}$ = 94,1 kN
$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$ (uvjet nosivosti)
48 kN < 94,1 kN → *odabrani vijci zadovoljavaju!*

Dokaz otpornosti osnovnog materijala na pritisak po omotaču rupe
t = 8 mm (debljina lima)
e_1 = 30 mm (udaljenost vijaka od ruba lima)
$F_{b,Rk,10}$ =100,1 kN (za debljinu lima t = 10 mm, S355)
Računska otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala za jedan vijak određuje se prema izrazu:
$F_{b,Rd} = F_{b,Rk}/\gamma_{Mb}$ = 100,1/1,25 = 64 kN
$N_{c,Ed} < F_{b,Rd}$ (uvjet nosivosti)
48 kN < 80 kN → *osnovni materijal zadovoljava!*

2.2.4.6. Spoj prečke na okvir

Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima
Profil prečke: 80 x 80 x 4
Kvaliteta čelika: S 355
Lim: t = 10 mm, var a = 4 mm
Vijci: 1 x M16, 8.8

2.3. Stepenice uz pretovarnu rampu

2.3.1. Statički proračun i dimenzioniranje

Kvaliteta mateijala: S355JR
Profili: C 200 x 60 x 5 mm, hladnooblikovani
q = 5 kN/m^2 - opterećenje stubišta (EN 1991-1-1)

Dimenzioniranje kraka stepenica
- mjerodavan je moment konzole L = 3170 mm
$M_{Ed} = 1,5 \times [(q \times L^2) / 2] / 2 = 1,5 \times [(5 \times 3,17^2) / 2] / 2 = 18,9$ kNm
(moment savijanja za jedan krak)
$W_{req} = (M_{Ed} / f_y) / 1,0 = (1890 / 35,5) / 1,0 = 53,2\ cm^3 < W_{prov} = 81,9\ cm^3$
→ *hladnooblikovani profil C 200 x 60 x 5 mm zadovoljava!*
NAPOMENA:
Kontinuitet kraka ostvari zavarivanjem po cijelom opsegu, a = 5 mm.

Kontrola stupa UPE 100 na izvijanje:

A = 4 x 1,2 = 4,8 m^2 – površina koju preuzimaju dva stupa

N_{Ed} = 4,8 x (1,35 x 0,3 + 1,5 x 5) / 2 = 19 kN – sila za 1 stup

L = 3,5 m

$N_{b,Rd}$ = 54,1 kN – otpornost na izvijanje oko slabije osi

Zadovoljava!

2.3.2. Proračun priključaka

2.3.2.1. Spoj stupa i kosnika na temeljnu ploču

Profil stupa: UPN 100
Profil kosnika: UPN 100
Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima
Kvaliteta čelika: S 355
Limovi: t = 15 mm
Kutni var: a = 5 mm
Sidreni vijci: M16, 5.6 (kemijsko sidro ili sidro s ekspandirajućom glavom), sidrenje minimalno 200 mm
Vijci: 2 x M16, 8.8

2.3.2.2. Spoj stupa i kosnika na krak

Profil kraka: C 200 x 60 x 5 mm
Profil stupa: UPN 100
Profil kosnika: UPN 100
Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima
Kvaliteta čelika: S 355
Lim: t = 12 mm
Kutni var: a = 5 mm
Vijci: 3 x M16, 8.8

2.3.2.3. Spoj stupa i dijagonale

Profil stupa: UPN 100
Profil dijagonale: L 50 x 5
Priključak je jednorezni spoj izveden vijcima
Kvaliteta čelika: S 355
Lim: t = 10 mm
Kutni var: a = 3 mm
Vijci: 1 x M16, 8.8

2.4. Temeljna ploča pretovarne rampe

2.4.1. Analiza opterećenja

Vlastita težina

Vlastita težina elemenata konstrukcije uzet će se u obzir automatski tijekom proračuna u računalnom programu.

Opterećenja od konstrukcija

Reakcije ležajeva pretovarne rampe i stepenica će se preuzeti iz pretkodno provedenih proračuna.

Prometno opterećenje

Prometno opterećenje uzeto je prema modelu opterećenja 1 sukladno normi HRN EN 1991-2. U obzir će se uzeti položaji prometnog opterećenja koji daju najnepovoljnje utjecaje u elementima konstrukcije.

Opterećenje pojedinog kotača iznosi 50 kN, a nanosi se na kontaktnoj površini dimenzija 40 cm x 40 cm između kotača i vozne površine. Širenje koncentriranog opterećenja kroz armiranobetonsku ploču mosta vage pretpostavlja se pod kutem od 45°. S obzirom da je ploča ukupne debljine 18,0 cm, površina na koju se nanosi koncentrirano opterećenje u težištu ploče iznosi 58 cm x 58 cm, a iznos opterećenja je prema navedenom: 50 / (0,58 x 0,58) = 149 kN/m².

Q = 4 x 50 kN

q = 9 kN/m^2 – dodatno opterećenje

2.4.2. Statički proračun i dimenzioniranje

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun, rezultati proračuna i dimenzioniranje elemenata konstrukcije.

Osnovni podaci o modelu, Ulazni podaci - Konstrukcija

Datoteka: Temeljna ploca-PS Korcula.twp
Datum proračuna: 10.11.2024

Način proračuna: 3D model

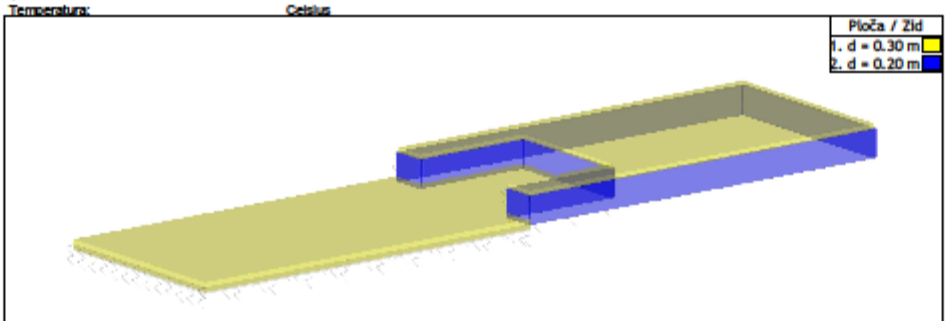
- [x] Teorija I-og reda
- [ ] Modalna analiza
- [ ] Stabilnost
- [ ] Teorija II-og reda
- [ ] Seizmički proračun
- [ ] Faze građenja
- [ ] Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 4840
Broj pločastih elemenata: 4686
Broj gredni elemenata: 0
Broj graničnih elemenata: 45384
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 3
Broj kombinacija opterećenja: 1

Jedinice mjera

Duljina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius



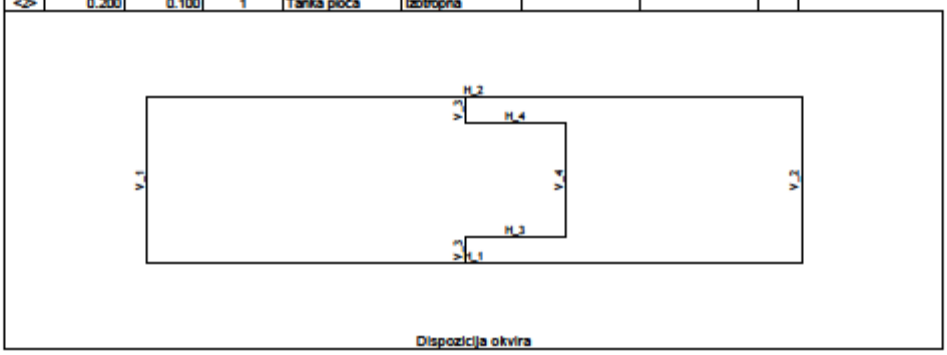
Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1,2)

Tabela materijala

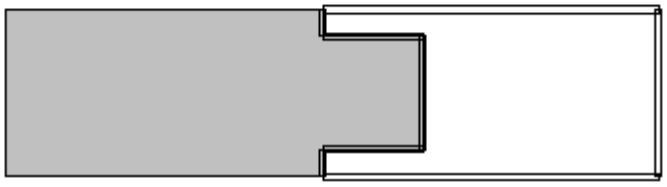
No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	α[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	Beton C30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

Setovi ploča

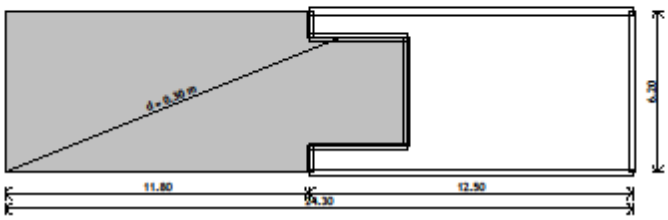
No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			



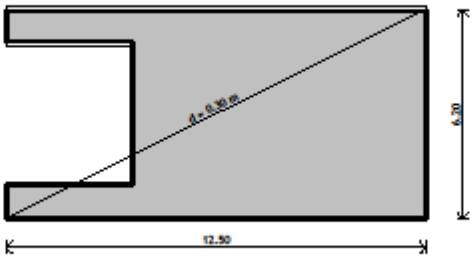
Dispozicija okvira



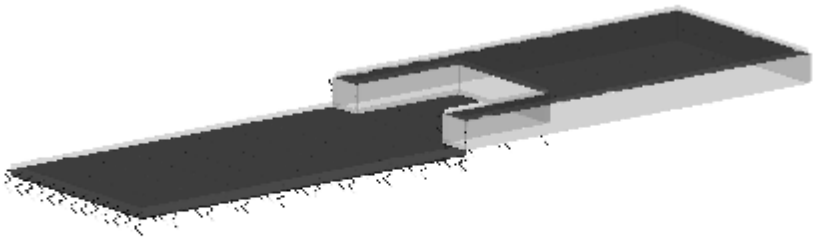
Nivo: [0.00 m]



Nivo: [0.00 m]



Nivo: [0.85 m]



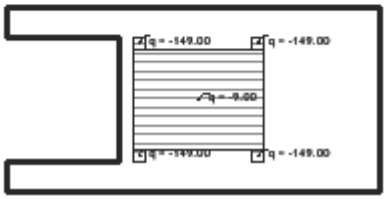
Izometrija

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

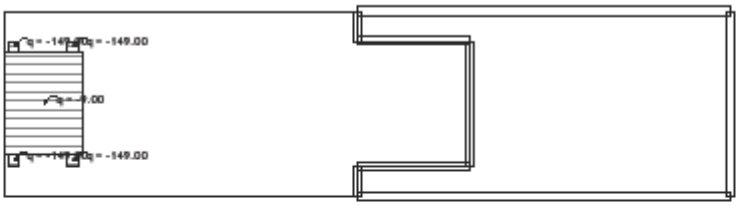
LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	promet
3	reakcije ležajeva
4	Komb.: 1.35xI+1.5xII+III

Opt. 2: promet



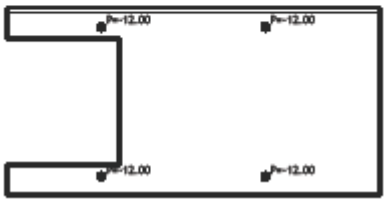
Nivo: [0.85 m]

Opt. 2: promet



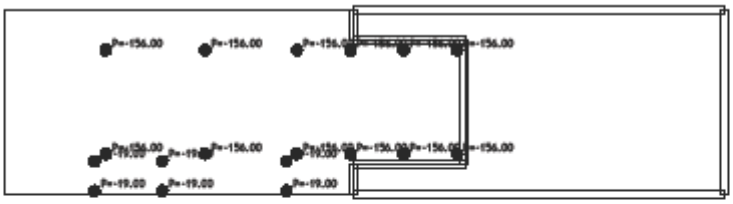
Nivo: [0.00 m]

Opt. 3: reakcije ležajeva

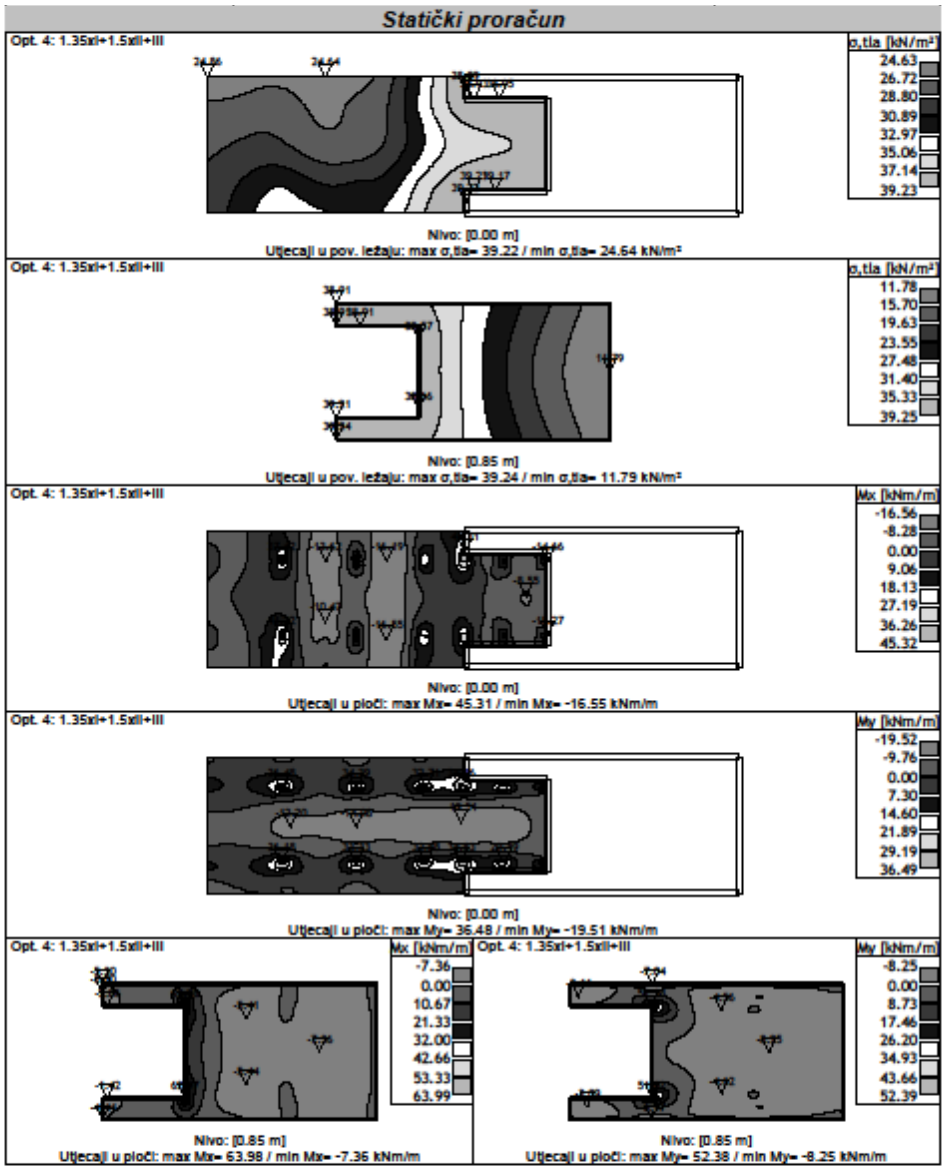


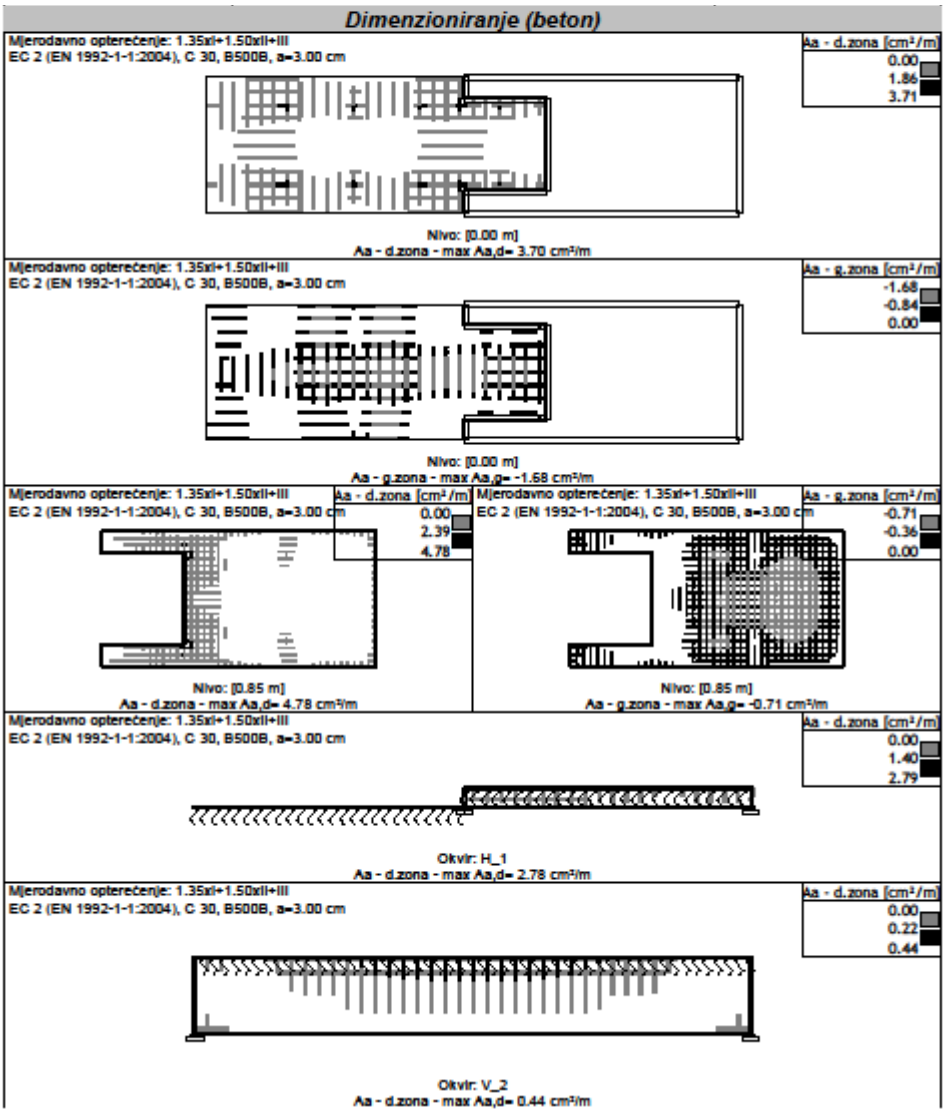
Nivo: [0.85 m]

Opt. 3: reakcije ležajeva



Nivo: [0.00 m]


Statički proračun
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+III
σ,tla [kN/m²]
24.63
26.72
28.80
30.89
32.97
35.06
37.14
39.23
Nivo: [0.00 m]
Utjecaji u pov. ležaju: max σ,tla= 39.22 / min σ,tla= 24.64 kN/m²
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+III
σ,tla [kN/m²]
11.78
15.70
19.63
23.55
27.48
31.40
35.33
39.25
Nivo: [0.85 m]
Utjecaji u pov. ležaju: max σ,tla= 39.24 / min σ,tla= 11.79 kN/m²
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+III
Mx [kNm/m]
-16.56
-8.28
0.00
9.06
18.13
27.19
36.26
45.32
Nivo: [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max Mx= 45.31 / min Mx= -16.55 kNm/m
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+III
My [kNm/m]
-19.52
-9.76
0.00
7.30
14.60
21.89
29.19
36.49
Nivo: [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max My= 36.48 / min My= -19.51 kNm/m
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+III
Mx [kNm/m]
-7.36
0.00
10.67
21.33
32.00
42.66
53.33
63.99
Nivo: [0.85 m]
Utjecaji u ploči: max Mx= 63.98 / min Mx= -7.36 kNm/m
Opt. 4: 1.35xI+1.5xII+III
My [kNm/m]
-8.25
0.00
8.73
17.46
26.20
34.93
43.66
52.39
Nivo: [0.85 m]
Utjecaji u ploči: max My= 52.38 / min My= -8.25 kNm/m



ODABRANA ARMATURA

Ploča d=30cm - donja zona: Q424, gornja zona: Q335
Vezne grede d=20cm - Q335 obostrano
Detalji:
Jahači Ø12, 3 kom/m2
Na spojevima ploča i zidova: vertikalno 4 Ø14, horizontalno 4 Ø14, U vilice Ø8/15
Preklopi mreža: 40 cm ili 3 polja
Preklopi šipki: 60 fi

2.5. Mosna vaga

2.5.1. Analiza opterećenja

U prvom koraku će se provesti proračun mosta vage. Reakcije mosta vage će se potom unijeti kao opterećenje u model za proračun temelja.

Vlastita težina konstrukcije

Vlastita težina elemenata konstrukcije uzet će se u obzir automatski tijekom proračuna u računalnom programu.

Prometno opterećenje

Prometno opterećenje uzeto je prema modelu opterećenja 1 sukladno normi HRN EN 1991-2. U obzir će se uzeti položaji prometnog opterećenja koji daju najnepovoljnje utjecaje u elementima konstrukcije.

Opterećenje pojedinog kotača iznosi 50 kN, a nanosi se na kontaktnoj površini dimenzija 40 cm x 40 cm između kotača i vozne površine. Širenje koncentriranog opterećenja kroz armiranobetonsku ploču mosta vage pretpostavlja se pod kutem od 45°. S obzirom da je ploča ukupne debljine 18,0 cm, površina na koju se nanosi koncentrirano opterećenje u težištu ploče iznosi 58 cm x 58 cm, a iznos opterećenja je prema navedenom: 50 / (0,58 x 0,58) = 149 kN/m².

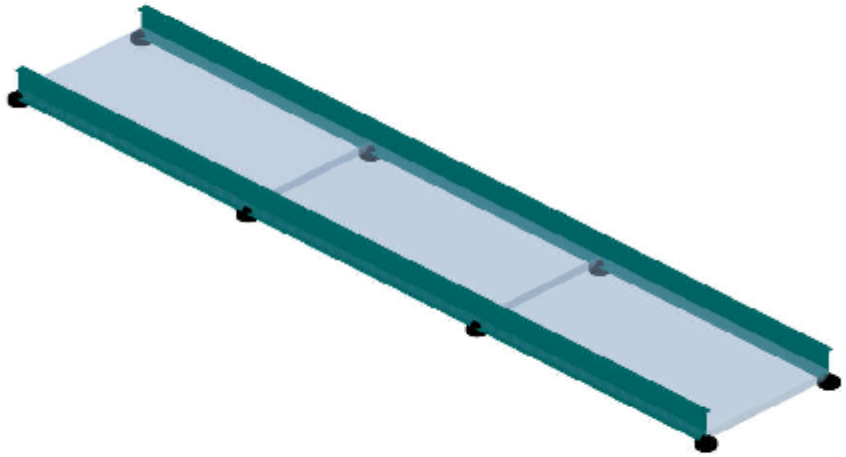
Q = 4 x 50 kN

q = 9 kN/m^2 – dodatno opterećenje

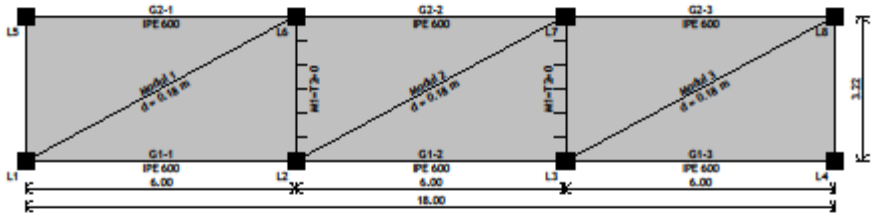
2.5.2. Statički proračun i dimenzioniranje

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun, rezultati proračuna i dimenzioniranje elemenata bazena.

Ulazni podaci - Konstrukcija



Most vage - prostorni prikaz konstrukcije



Plan pozicija - tlocrt mosta vage

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 35/45	3.350e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.350e+7	0.20
2	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

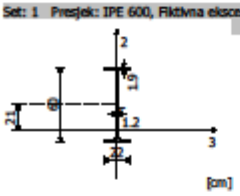
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.180	0.090	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi greda

Set: 1 Presjek: IPE 600, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Čelik	1.560e-2	8.380e-3	7.220e-3	1.660e-6	3.390e-5	9.208e-4



Setovi točkastih ležajeva

	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture točkastih ležajeva

Čvorovi	Set
1, 92, 260, 455, 624, 819, 987, 1078	1

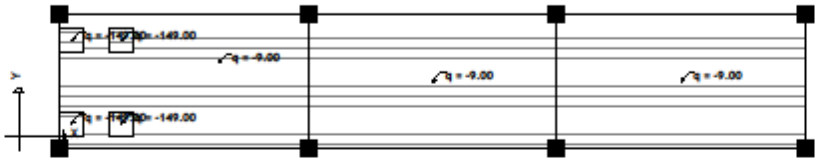
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

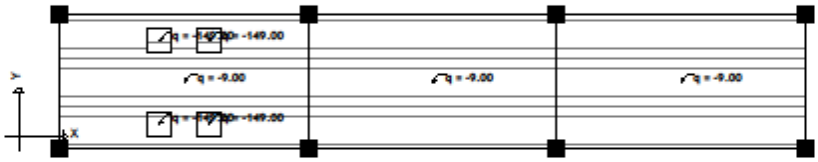
LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	promet 1
3	promet 2
4	promet 3
5	promet 4
6	Komb.: gsn 1 (1.35xI+1.5xII)
7	Komb.: gsn 2 (1.35xI+1.5xIII)

LC	Naziv
8	Komb.: gsn 3 (1.35xI+1.5xIV)
9	Komb.: gsn 4 (1.35xI+1.5xV)
10	Komb.: gsu 1 (I+II)
11	Komb.: gsu 2 (I+III)
12	Komb.: gsu 3 (I+IV)
13	Komb.: gsu 4 (I+V)

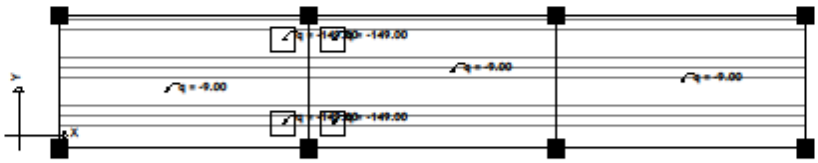
Opt. 2: promet 1



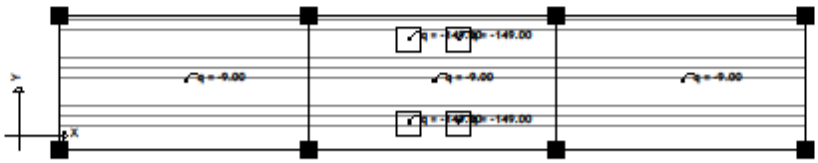
Opt. 3: promet 2



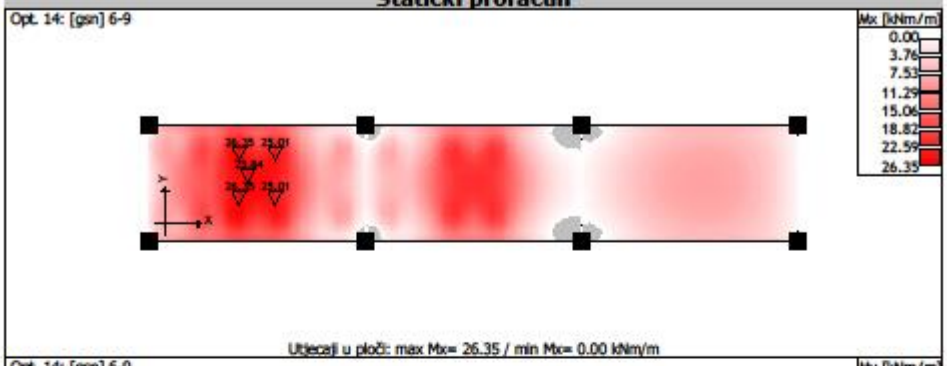
Opt. 4: promet 3



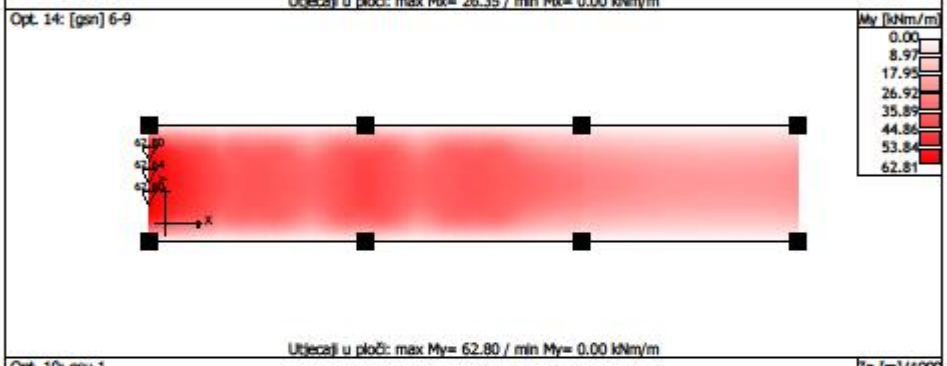
Opt. 5: promet 4



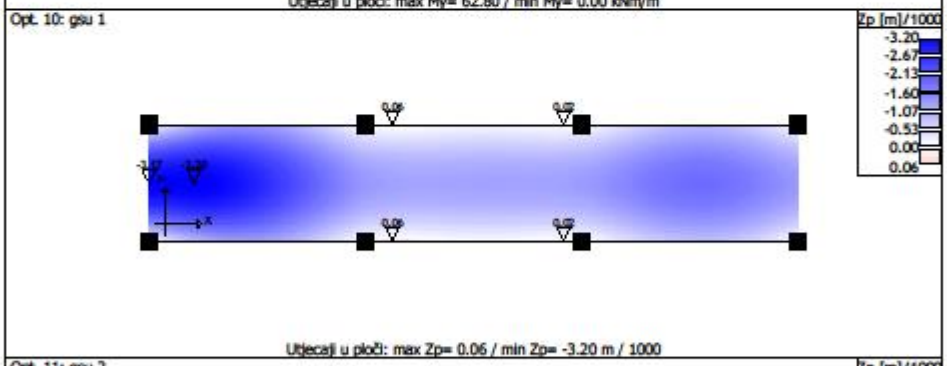
Statički proračun



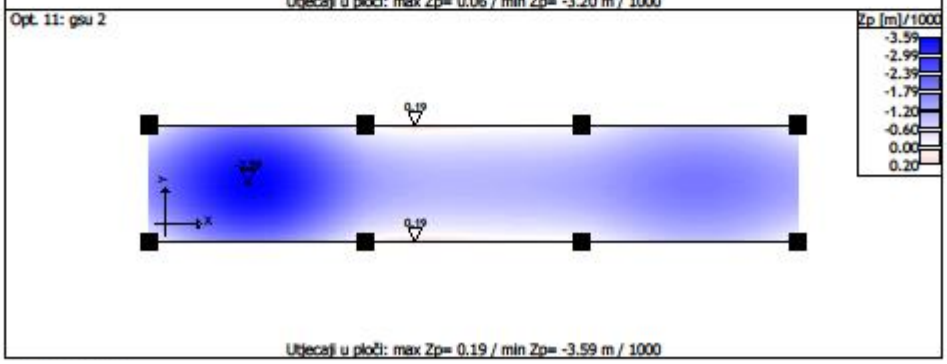
Utjecaji u ploči: max Mx= 26.35 / min Mx= 0.00 kNm/m



Utjecaji u ploči: max My= 62.80 / min My= 0.00 kNm/m



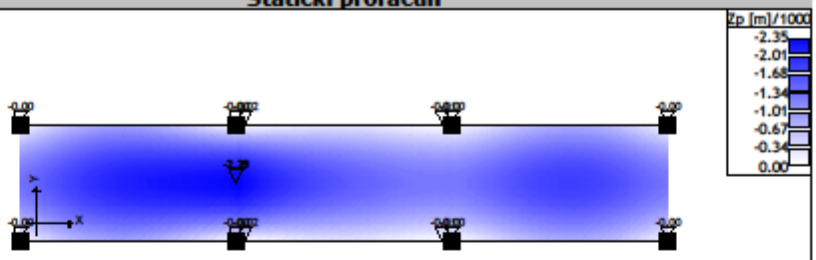
Utjecaji u ploči: max Zp= 0.06 / min Zp= -3.20 m / 1000



Utjecaji u ploči: max Zp= 0.19 / min Zp= -3.59 m / 1000

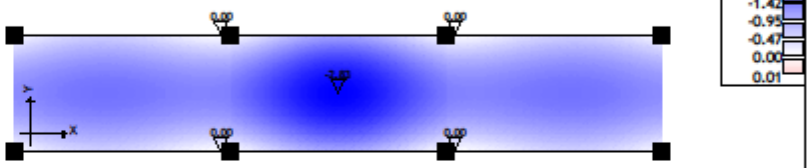
Statički proračun

Opt. 12: gsu 3



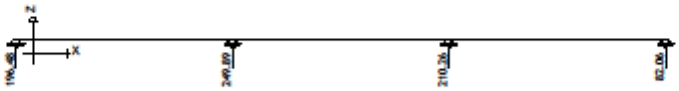
Utjecaji u ploči: max Zp= -0.00 / min Zp= -2.35 m / 1000

Opt. 13: gsu 4



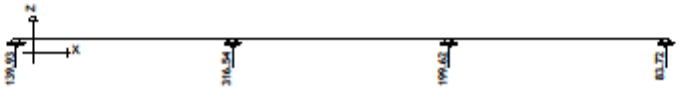
Utjecaji u ploči: max Zp= 0.00 / min Zp= -2.83 m / 1000

Opt. 6: gsn 1



Reakcije ležajeva

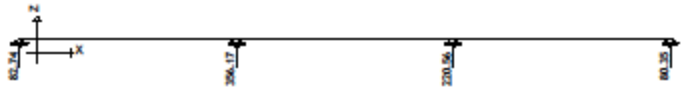
Opt. 7: gsn 2



Reakcije ležajeva

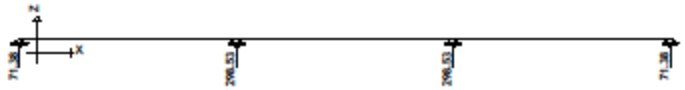
Statički proračun

Opt. 8: gsn 3

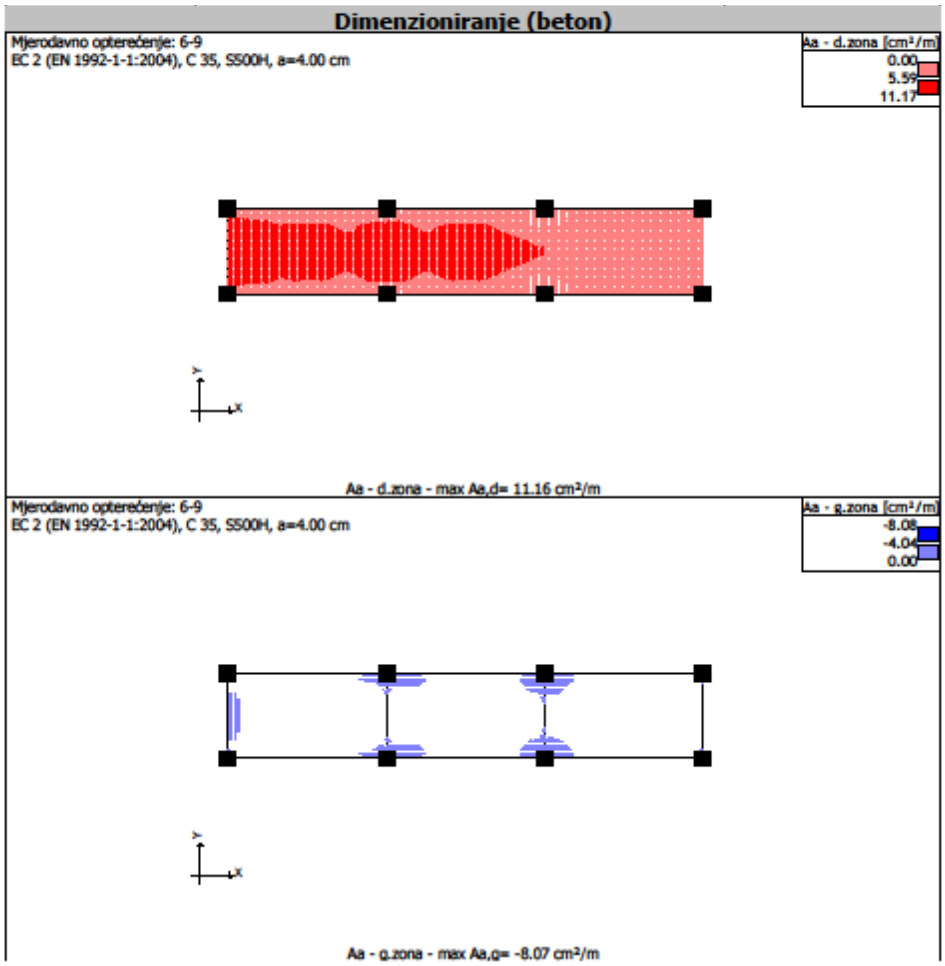


Reakcije ležajeva

Opt. 9: gsn 4

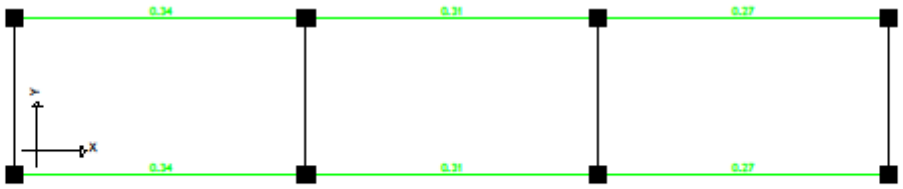


Reakcije ležajeva



ODABRANA ARMATURA PLOČE MOSTA:
Φ14/10 cm (= 15,4 cm2/m') u donjoj zoni u smjeru x
Φ14/10 cm (= 15,4 cm2/m') u donjoj zoni u smjeru y
Φ12/10 cm (= 11,3 cm2/m') u gornjoj zoni u smjeru x
Φ12/10 cm (= 11,3 cm2/m') u gornjoj zoni u smjeru y
Po obodu ploče ugraditi "U" vilice Φ14/10 cm

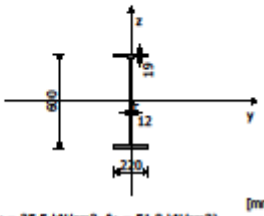
Dimenzioniranje (čelik)



Kontrola stabilnosti

G1-2 (624-260)
POPREČNI PRESJEK: IPE 600 [S 355] [Set: 1]
EUROCODE 3 (EN 1993-1-1:2005)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



	Ax =	156.00 cm2
	Ay =	72.200 cm2
	Az =	83.800 cm2
	Ix =	166.00 cm4
	Iy =	92080 cm4
	Iz =	3390.0 cm4
	Wy =	3069.3 cm3
	Wz =	308.18 cm3
	Wy,pl =	3544.4 cm3
	Wz,pl =	459.80 cm3
	γM0 =	1.100
	γM1 =	1.100
	γM2 =	1.250
[mm]	Anet/A =	0.900

(fy = 35.5 kN/cm2, fu = 51.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

7. γ=0.31	9. γ=0.29	8. γ=0.24
6. γ=0.24	11. γ=0.21	13. γ=0.20
12. γ=0.17	10. γ=0.17	

ŠTAP IZLOŽEN SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z}$ =	-114.69 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y}$ =	-185.79 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	600.00 cm

5.5 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.5 Savijanje y-y

Plastični moment otpora	Wy,pl =	3544.4 cm3
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd}$ =	1143.9 kNm

Uvjet 6.12: $M_{Ed,y}$ <= $M_{c,Rd,y}$ (185.79 <= 1143.87)

6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z}$ =	1561.4 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z}$ =	1561.4 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z}$ <= $V_{c,Rd,z}$ (114.69 <= 1561.42)

6.2.8 Savijanje i posmik
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{Ed,z}$ <= 50%$V_{pl,Rd,z}$

6.3 NOSIVOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
6.3.2.1 Nosivost na bočno-torziono izvijanje

Koeficijent	C1 =	1.285
Koeficijent	C2 =	1.562
Koeficijent	C3 =	0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	600.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	2.85e+6 cm6
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	979.82 kNm
Odgovarajući moment otpora	W_y =	3544.4 cm3
Koeficijent imperf.	αLT =	0.340

Dimenzioniranje (čelik)

Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda LT_ =$	1.133
Koeficijent redukcije	$\chi LT =$	0.516
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd} =$	589.85 kNm

Uvjet 6.54: $M_{Ed,y} <= M_{b,Rd}$ (185.79 <= 589.85)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 9, početak štapa)

Poprečna sila u z pravcu	$V_{Ed,z} =$	-170.89 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{Ed,y} =$	-168.78 kNm
Moment torzije	$M_t =$	-0.079 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	600.00 cm

6.2 NOSIVOST POPREČNIH PRESJEKA
6.2.6 Posmik

Računska nosivost na posmik	$V_{pl,Rd,z} =$	1561.4 kN
Računska nosivost na posmik	$V_{c,Rd,z} =$	1561.4 kN

Uvjet 6.17: $V_{Ed,z} <= V_{c,Rd,z}$ (170.89 <= 1561.42)

Iskaz materijala

Ovaj iskaz materijala može poslužiti samo orijentaciono.
Stvarne količine matrijala potrebno je odrediti nakon izrade izvedbene dokumentacije.

Ploče - količine

Set	d [m]/Materijal	γ [kN/m3]	P [m2]	V [m3]	m [T]
1	d=0.180 C 35/45	25.000	57.960	10.433	26.596

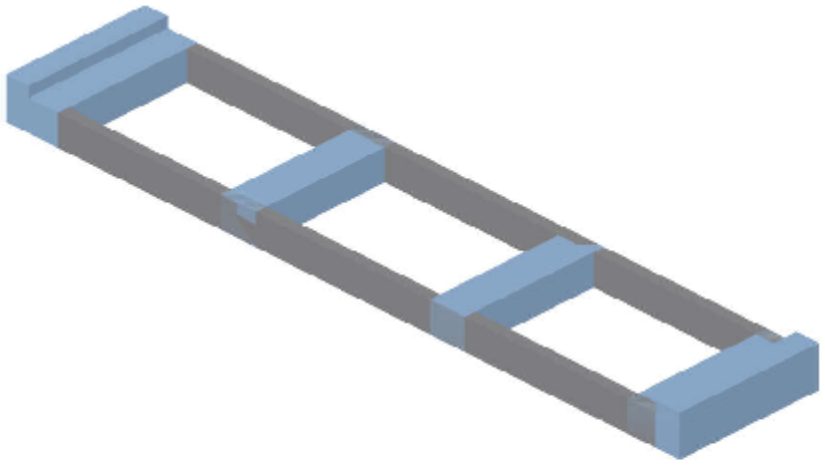
Grede - količine po setovima

Set	Presjek/Materijal	γ [kN/m3]	L [m]	V [m3]	m [T]
1	IPE 600 Čelik	78.500	36.000	0.562	4.495

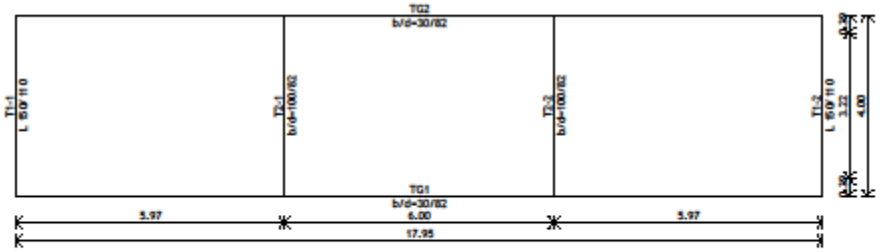
Rekapitulacija količina materijala

Materijal	γ [kN/m3]	V [m3]	m [T]
Čelik	78.500	0.562	4.495
C 35/45	25.000	10.433	26.596
	Ukupno:	10.994	31.092

Ulazni podaci - Konstrukcija



Temelji vage - prostorni prikaz konstrukcije



Plan pozicija - tlocrt temelja vage

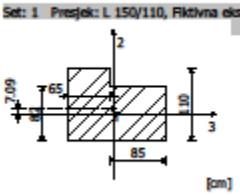
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m2]	μ	γ[kN/m3]	αt[1/C]	Em[kN/m2]	μm
1	C 30/37	3.200e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.200e+7	0.20

Setovi greda

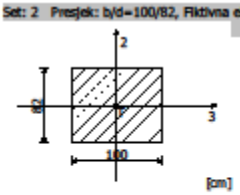
Set: 1 Presjek: L 150/110, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 30/37	1.412e+0	1.235e+0	1.144e+0	3.013e-1	2.657e-1	1.181e-1



Set: 2 Presjek: b/d=100/82, Fiktivna ekscentričnost

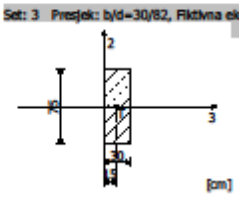
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 30/37	8.200e-1	6.833e-1	6.833e-1	9.242e-2	6.833e-2	4.595e-2



Ulazni podaci - Konstrukcija

Set: 3 Presjek: b/d=30/82, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 30/37	2.460e-1	2.050e-1	2.050e-1	5.682e-3	1.845e-3	1.378e-2



Setovi linijskih ležajeva

Set	K.R1	K.R2	K.R3	K.M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	2.000e+4			1.500
2	1.000e+10	2.000e+4			1.000
3	1.000e+10	2.000e+4			0.300

Ulazni podaci - Opterećenje

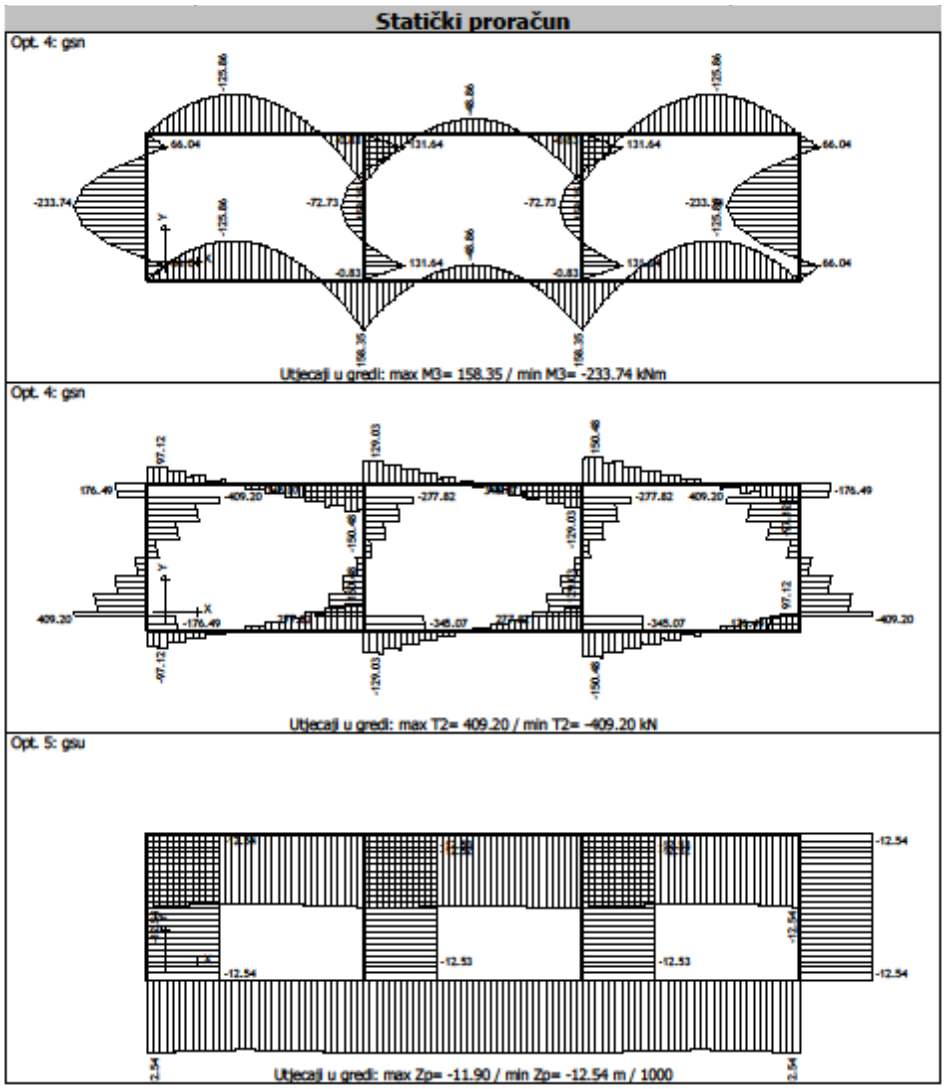
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	težina mosta
3	promet

LC	Naziv
4	Komb.: gsn (1.35xI+1.35xII+1.5xIII)
5	Komb.: gsu (I+II+III)

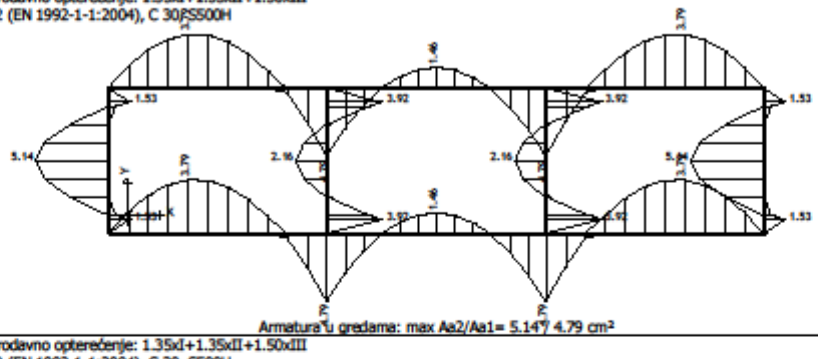
Opt. 2: težina mosta

Opt. 3: promet


Statički proračun
Opt. 4: gsn
Utjecaji u gredi: max M3= 158.35 / min M3= -233.74 kNm
Opt. 4: gsn
Utjecaji u gredi: max T2= 409.20 / min T2= -409.20 kN
Opt. 5: gsu
Utjecaji u gredi: max Zp= -11.90 / min Zp= -12.54 m / 1000

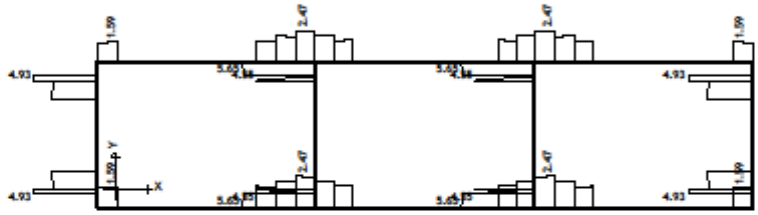
Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/S500H



Armatura u gredama: max Aa2/Aa1= 5.14 / 4.79 cm²

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, S500H



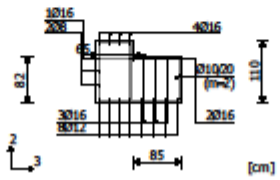
Armatura u gredama: max Asw= 5.65 cm²

Dimenzioniranje (beton)

ODABRANA ARMATURA VANJSKIH TEMELJA (T1-1 i T1-2):

T1-1 (1-16)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Presjek 1-1 x = 2.00m



T2u = 68.55 kN
M3u = -233.74 kNm

cb/ca = -1.232/25.000 ‰
As1 = 0.00 cm²
As2 = 5.14 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø10/20(m=2) = 3.80 cm²/m]

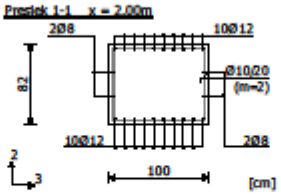
Postotak armiranja: 0.21%

Na krajevima grede (100 cm) progustiti vilice na razmak od 10 cm.

ODABRANA ARMATURA UNUTARNJIH TEMELJA (T2-1 i T2-2):

T2-1 (23-46)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Presjek 1-1 x = 2.00m



T2u = 45.56 kN
M3u = -72.73 kNm

cb/ca = -0.585/25.000 ‰
As1 = 0.00 cm²
As2 = 2.16 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø10/20(m=2) = 3.80 cm²/m]

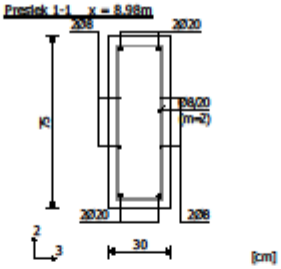
Postotak armiranja: 0.30%

Na krajevima grede (100 cm) progustiti vilice na razmak od 10 cm.

ODABRANA ARMATURA TEMELJNIH GREDA (TG1 i TG2):

TG1 (83-1)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 30 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
S500H
Dimenzioniranje jednog slučaja opterećenja: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Presjek 1-1 x = 8.98m



T2u = 13.54 kN
M3u = -48.86 kNm

cb/ca = -0.911/25.000 ‰
As1 = 0.00 cm²
As2 = 1.46 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.59%

Na krajevima grede (100 cm) progustiti vilice na razmak od 10 cm.

Iskaz materijala

Ovaj iskaz materijala može poslužiti samo orijentaciono.
Stvarne količine matrijala potrebno je odrediti nakon izrade izvedbene dokumentacije.

Grede - količine po setovima

Set	Presjek/Materijal	γ [kN/m3]	L [m]	V [m3]	m [T]
1	L 150/110 C 30/37	25.000	8.000	11.296	28.797
2	b/d=100/82 C 30/37	25.000	8.000	6.560	16.723
3	b/d=30/82 C 30/37	25.000	35.900	8.831	22.514
	Ukupno:		51.900	26.687	68.034

Rekapitulacija količina materijala

Materijal	γ [kN/m3]	V [m3]	m [T]
C 30/37	25.000	26.687	68.034

2.6. Spremnik protupožarne vode

2.6.1. Analiza opterećenja

Vlastita težina konstrukcije

Vlasitita težina uzet će se u obzir automatski tijekom proračuna konstrukcije.

Opterećenje od djelovanja tla

Pretpostavljaju se sljedeće karakteristike temeljnog tla:

γ_z = 20,0 kN/m³

φ = 25°

c = 0 kN/m³

$K_A = tg^2(45° - \varphi/2) = 0,33$

Vertikalno opterećenje na pokrovnu ploču određuje se prema sljedećem izrazu:

$g_z = \gamma_z \cdot h = 20 \cdot h$

Horizontalno opterećenje od djelovanja tla na zidove određuje se prema sljedećem izrazu:

$p_z = K_A \cdot \gamma_z \cdot z = 6,6 \cdot h$

Dodatno opterećenje

U obzir će se uzeti i dodatno opterećenje na pokrovnu ploču u iznosu q_p = 5,00 kN/m² i horizontalno opterećenje na zidove.

Horizontalno opterećenje na zidove određuje se prema sljedećem izrazu:

$p_p = K_A \cdot q_p = 0,33 \cdot 5,00 = 1,65$ kN/m²

Opterećenje od djelovanja vode

S obzirom na namjenu građevine u obzir se uzima vertikalno djelovanje težine vode na temeljnu ploču i horizontalno djelovanje vode na zidove.

Zapreminska težina vode pretpostavlja se u iznosu:

γ_v = 10,00 kN/m³

Vertikalno opterećenje na temeljnu ploču određuje se prema sljedećem izrazu:

$q_v = \gamma_v \cdot h = 10,00 \cdot h$

Horizontalno opterećenje od djelovanja vode na donjem rubu zidova po iznosu je jednako vertikalnom opterećenju na temeljnu ploču i iznosi $q_h = \gamma_v \cdot h = 10,00 \cdot h$

2.6.2. Statički proračun i dimenzioniranje

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun, rezultati proračuna i dimenzioniranje elemenata.

Osnovni podaci o modelu, Ulazni podaci - Konstrukcija

Datoteka: Spremnik protupožarne_hw8.twp
Datum proračuna: 14.11.2024

Način proračuna: 3D model

- [x] Teorija I-og reda
- [ ] Modalna analiza
- [ ] Stabilnost
- [ ] Teorija II-og reda
- [ ] Seizmički proračun
- [ ] Faze građenja
- [ ] Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 5510
Broj pločastih elemenata: 5520
Broj gredni elemenata: 0
Broj graničnih elemenata: 11280
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 4
Broj kombinacija opterećenja: 3

Jedinice mjera

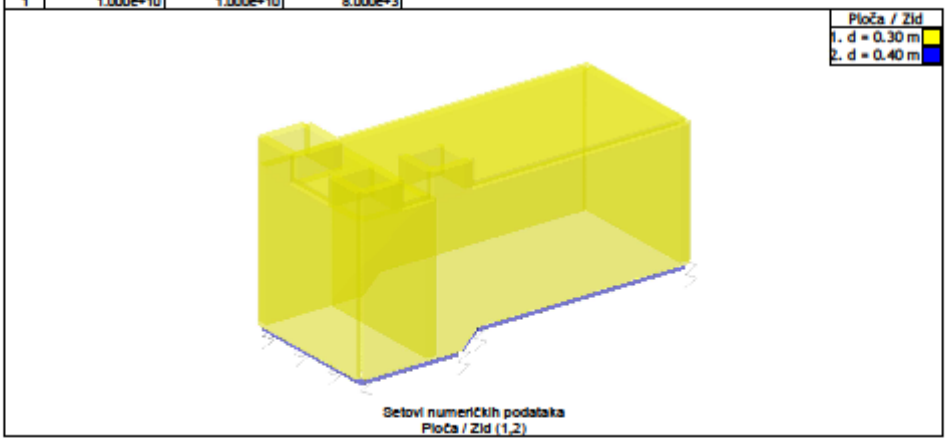
Duljina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

Setovi ploča

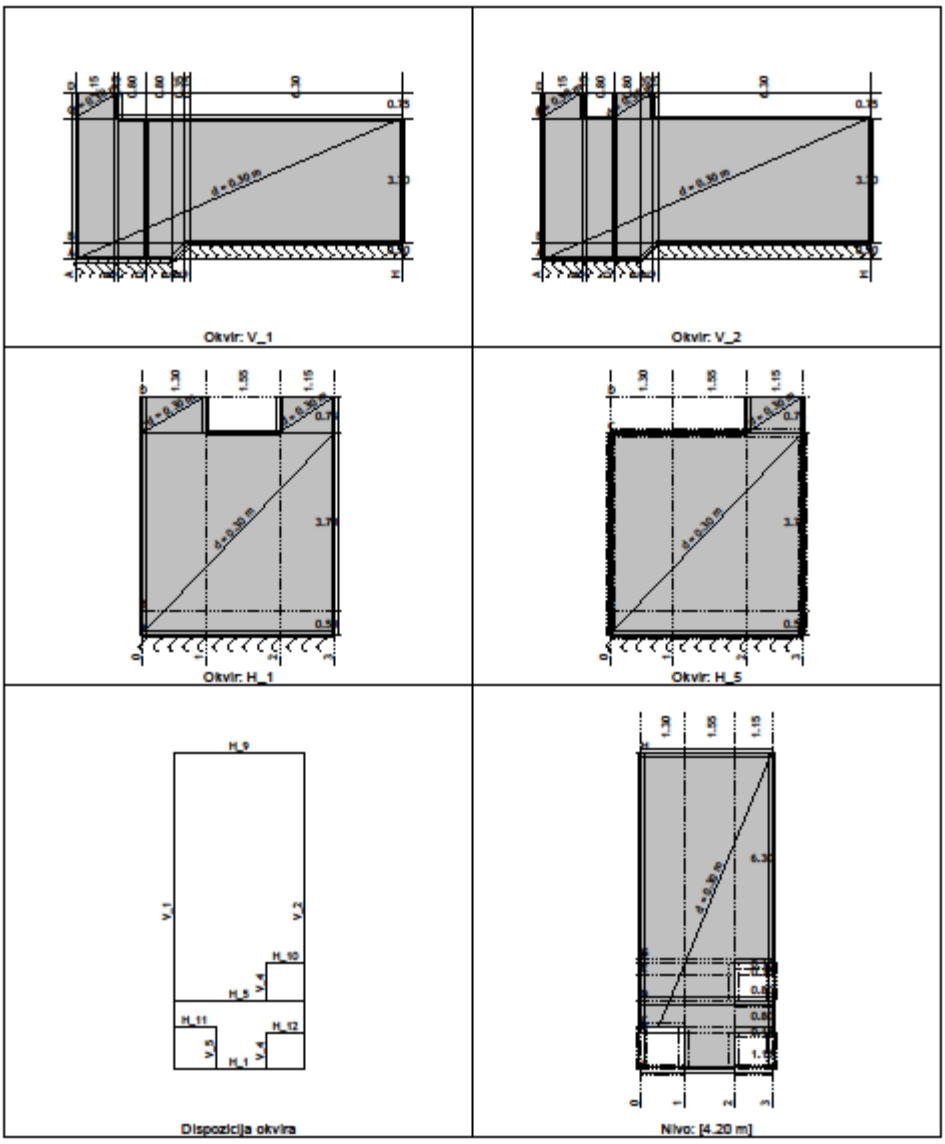
No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi površinskih ležajeva

Set	K.R1	K.R2	K.R3
1	1.000e+10	1.000e+10	8.000e+3



Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1,2)


Okvir: V_1
Okvir: V_2
Okvir: H_1
Okvir: H_5
Dispozicija okvira
Nivo: [4.20 m]

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	voda
3	dodatno
4	tlo
5	Komb.: Pun spremnik 1 (1.35xI+1.5xII)
6	Komb.: Pun spremnik 2 (1.35xI+1.5xII+1.5xIII+1.35xIV)
7	Komb.: Prazan spremnik (1.35xI+1.5xIII+1.35xIV)

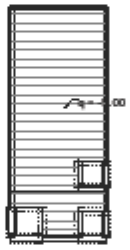
Opt. 2: voda

Okvir: H_5

Opt. 2: voda

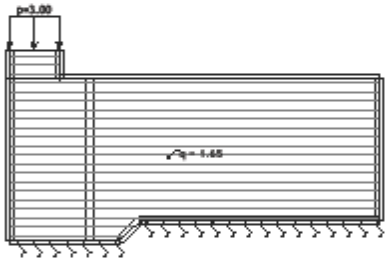
Okvir: H_9

Opt. 3: dodatno



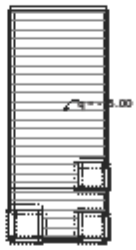
Nivo: [4.20 m]

Opt. 3: dodatno



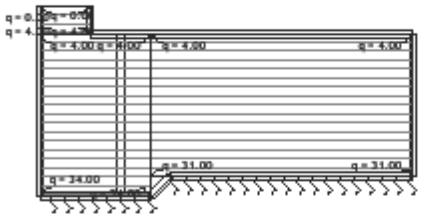
Okvir: V_1

Opt. 4: tlo

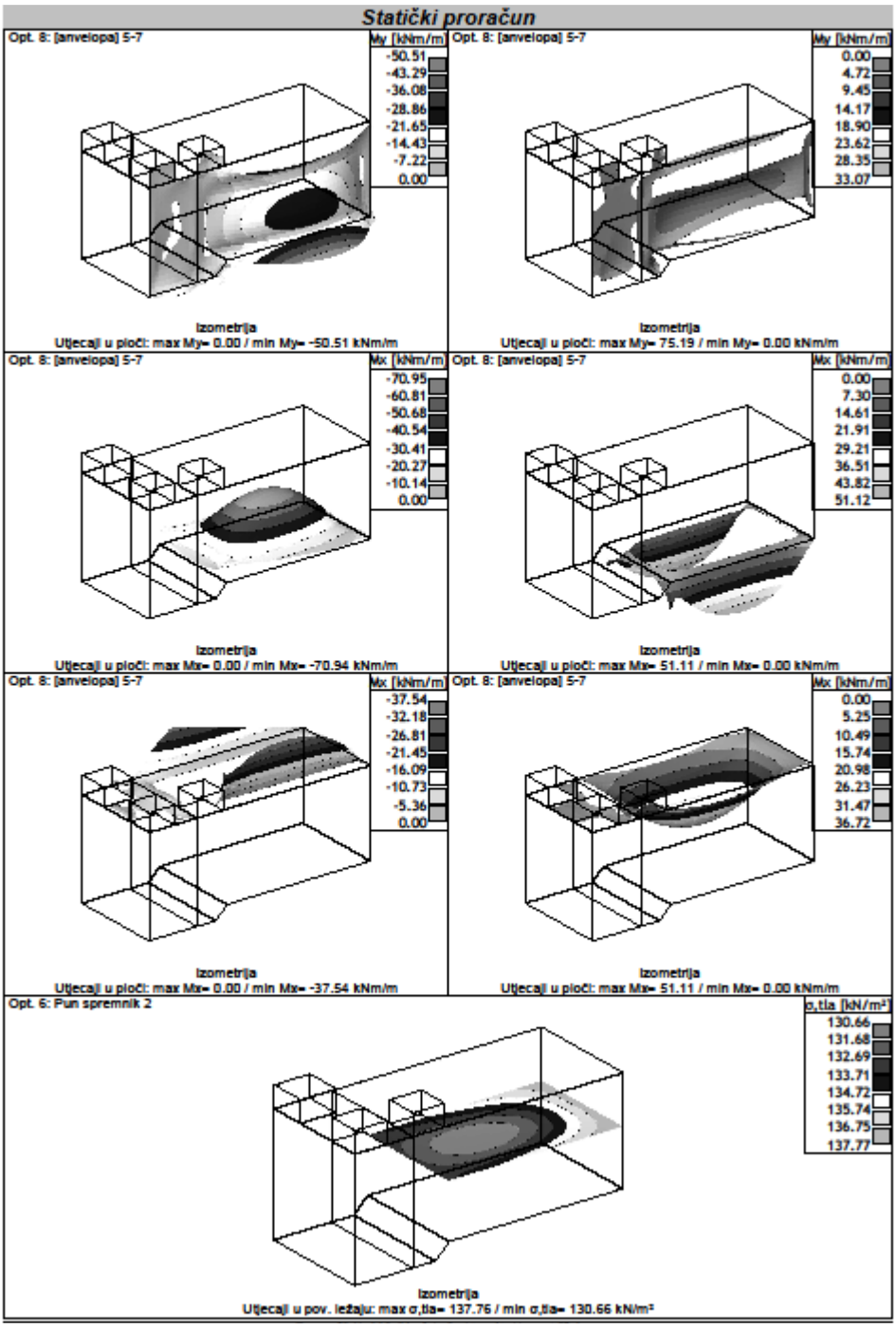


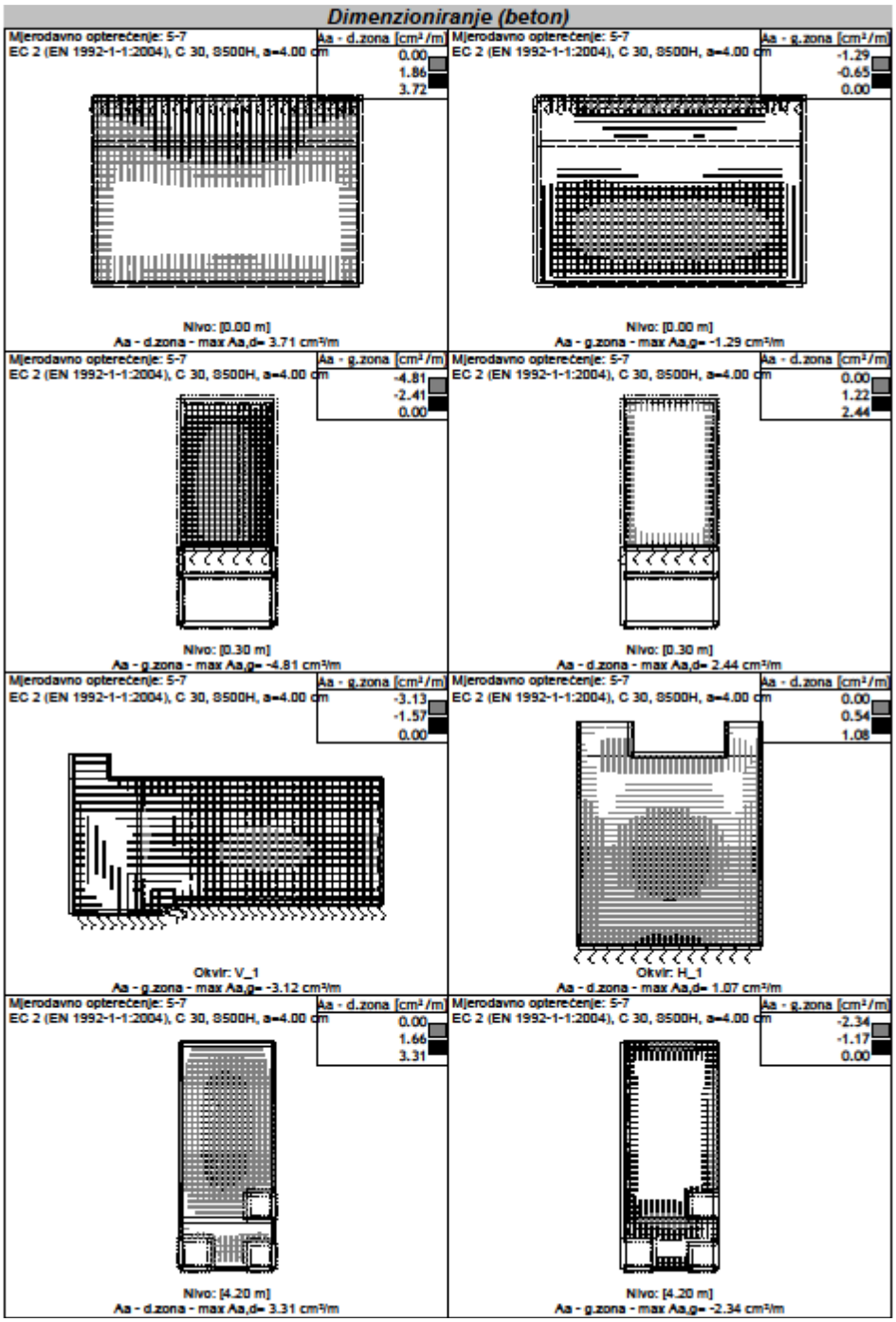
Nivo: [4.20 m]

Opt. 4: tlo



Okvir: V_1


Statički proračun
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
-50.51
-43.29
-36.08
-28.86
-21.65
-14.43
-7.22
0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 0.00 / min My= -50.51 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
0.00
4.72
9.45
14.17
18.90
23.62
28.35
33.07
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 75.19 / min My= 0.00 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
Mx [kNm/m]
-70.95
-60.81
-50.68
-40.54
-30.41
-20.27
-10.14
0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max Mx= 0.00 / min Mx= -70.94 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
Mx [kNm/m]
0.00
7.30
14.61
21.91
29.21
36.51
43.82
51.12
Izometrija
Utjecaji u ploči: max Mx= 51.11 / min Mx= 0.00 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
Mx [kNm/m]
-37.54
-32.18
-26.81
-21.45
-16.09
-10.73
-5.36
0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max Mx= 0.00 / min Mx= -37.54 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
Mx [kNm/m]
0.00
5.25
10.49
15.74
20.98
26.23
31.47
36.72
Izometrija
Utjecaji u ploči: max Mx= 51.11 / min Mx= 0.00 kNm/m
Opt. 6: Pun spremnik 2
σ,tla [kN/m²]
130.66
131.68
132.69
133.71
134.72
135.74
136.75
137.77
Izometrija
Utjecaji u pov. ležaju: max σ,tla= 137.76 / min σ,tla= 130.66 kN/m²


Dimenzioniranje (beton)
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - d.zona [cm²/m]
0.00
1.86
3.72
Nivo: [0.00 m]
Aa - d.zona - max Aa,d= 3.71 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - g.zona [cm²/m]
-1.29
-0.65
0.00
Nivo: [0.00 m]
Aa - g.zona - max Aa,g= -1.29 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - g.zona [cm²/m]
-4.81
-2.41
0.00
Nivo: [0.30 m]
Aa - g.zona - max Aa,g= -4.81 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - d.zona [cm²/m]
0.00
1.22
2.44
Nivo: [0.30 m]
Aa - d.zona - max Aa,d= 2.44 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - g.zona [cm²/m]
-3.13
-1.57
0.00
Okvir: V_1
Aa - g.zona - max Aa,g= -3.12 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - d.zona [cm²/m]
0.00
0.54
1.08
Okvir: H_1
Aa - d.zona - max Aa,d= 1.07 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - d.zona [cm²/m]
0.00
1.66
3.31
Nivo: [4.20 m]
Aa - d.zona - max Aa,d= 3.31 cm²/m
Mjerodavno opterećenje: 5-7
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30, 8500H, a=4.00 cm
Aa - g.zona [cm²/m]
-2.34
-1.17
0.00
Nivo: [4.20 m]
Aa - g.zona - max Aa,g= -2.34 cm²/m

ODABRANA ARMATURA

Temeljna ploča:
- donja zona: Q335
- gornja zona: Q335 + dodatno Ø8/15 u poprečnom smjeru
- na mjestu loma ploče: Q335 + dodatno Ø8/15 u uzdužnom smjeru

Zidovi:
- Q335 obostrano

Pokrovna ploča:
- donja zona: Q424
- gornja zona: Q257

Jahači Ø12, 3 kom/m2
S kuke za povezivanje mreža zidova: Ø8, 4 kom/m2
Na spojevima ploča i zidova: vertikalno 4 Ø14, horizontalno 4 Ø12, U vilice Ø8/15
Preklopi mreža: 40 cm ili 3 polja
Preklopi šipki: 60 fi

2.7. Bazen za sanitarne otpadne vode

2.7.1. Analiza opterećenja

Vlastita težina konstrukcije

Vlasitita težina uzet će se u obzir automatski tijekom proračuna konstrukcije.

Opterećenje od djelovanja tla

Pretpostavljaju se sljedeće karakteristike temeljnog tla:

$\gamma_z = 20{,}0\ kN/m^3$

$\varphi = 25°$

$c = 0\ kN/m^3$

$K_A = tg^2(45°-\varphi/2) = 0{,}33$

Vertikalno opterećenje na pokrovnu ploču određuje se prema sljedećem izrazu:

$g_z = \gamma_z \cdot h = 20 \cdot h$

Horizontalno opterećenje od djelovanja tla na zidove određuje se prema sljedećem izrazu:

$p_z = K_A \cdot \gamma_z \cdot z = 6{,}6 \cdot h$

Dodatno opterećenje

U obzir će se uzeti i dodatno opterećenje na pokrovnu ploču u iznosu $q_p = 5{,}00\ kN/m^2$ i horizontalno opterećenje na zidove.

Horizontalno opterećenje na zidove određuje se prema sljedećem izrazu:

$p_p = K_A \cdot q_p = 0{,}33 \cdot 5{,}00 = 1{,}65\ kN/m^2$

Opterećenje od djelovanja vode

S obzirom na namjenu građevine u obzir se uzima vertikalno djelovanje težine vode na temeljnu ploču i horizontalno djelovanje vode na zidove.

Zapreminska težina vode pretpostavlja se u iznosu:

$\gamma_v = 10{,}00\ kN/m^3$

Vertikalno opterećenje na temeljnu ploču određuje se prema sljedećem izrazu:

$q_v = \gamma_v \cdot h = 10{,}00 \cdot h$

Horizontalno opterećenje od djelovanja vode na donjem rubu zidova po iznosu je jednako vertikalnom opterećenju na temeljnu ploču i iznosi $q_h = \gamma_v \cdot h = 10{,}00 \cdot h$

2.7.2. Statički proračun i dimenzioniranje

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun, rezultati proračuna i dimenzioniranje elemenata bazena.

Osnovni podaci o modelu, Ulazni podaci - Konstrukcija

Datoteka: bazen za otpadne sanitarne_twr8.twp
Datum proračuna: 26.10.2024

Način proračuna: 3D model

☒ Teorija I-og reda ☐ Modalna analiza ☐ Stabilnost
☐ Teorija II-og reda ☐ Seizmički proračun ☐ Faze građenja
☐ Nelinearni proračun

Veličina modela

Broj čvorova: 1424
Broj pločastih elemenata: 1415
Broj grednih elemenata: 0
Broj graničnih elemenata: 3168
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 4
Broj kombinacija opterećenja: 3

Jedinice mjera

Duljina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

Tabela materijala

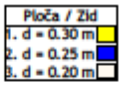
No	Naziv materijala	Elk[kN/m2]	ν	γ[kN/m3]	α[1/C]	Em[kN/m2]	νm
1	Beton C30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

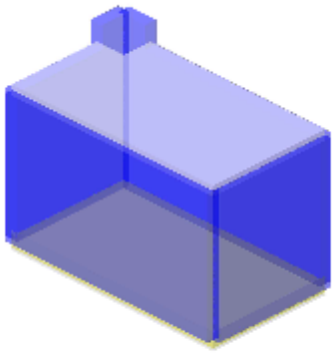
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m2]	G[kN/m2]	α
<1>	0.300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.250	0.125	1	Tanka ploča	Izotropna			
<3>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			

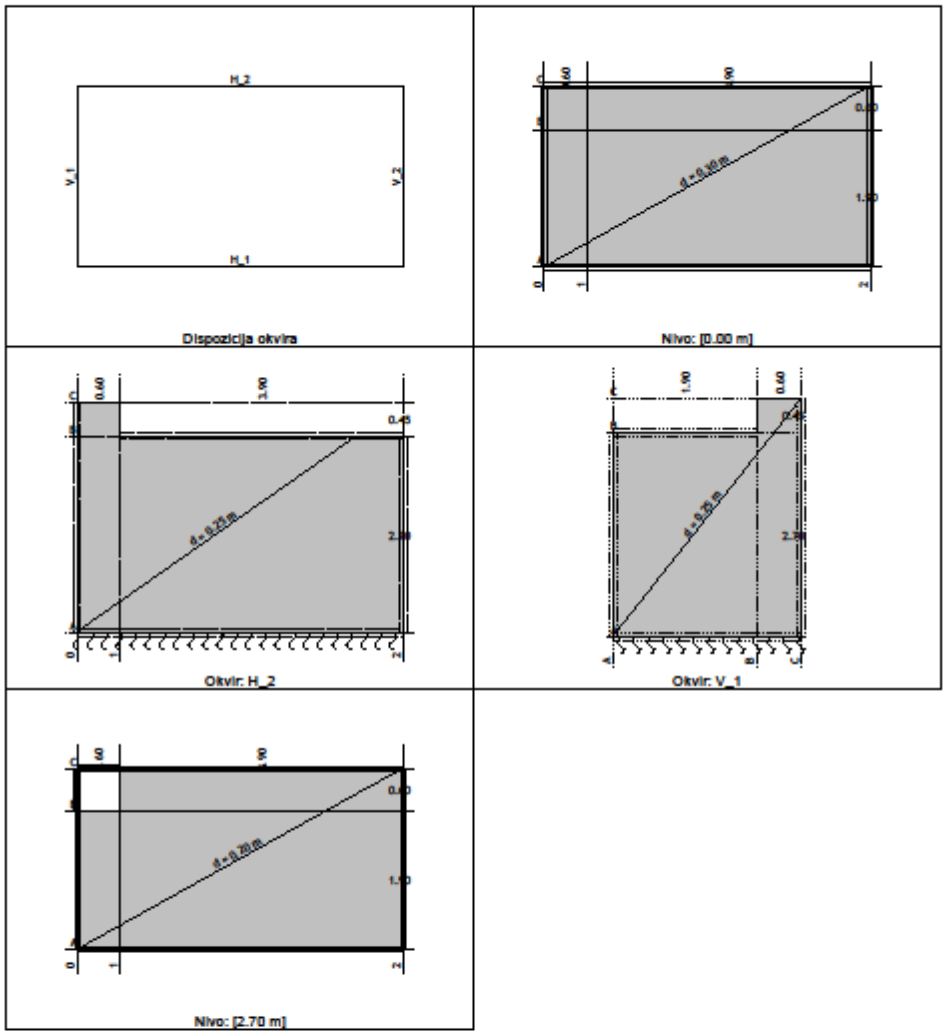
Setovi površinskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.000e+10	1.000e+10	8.000e+3





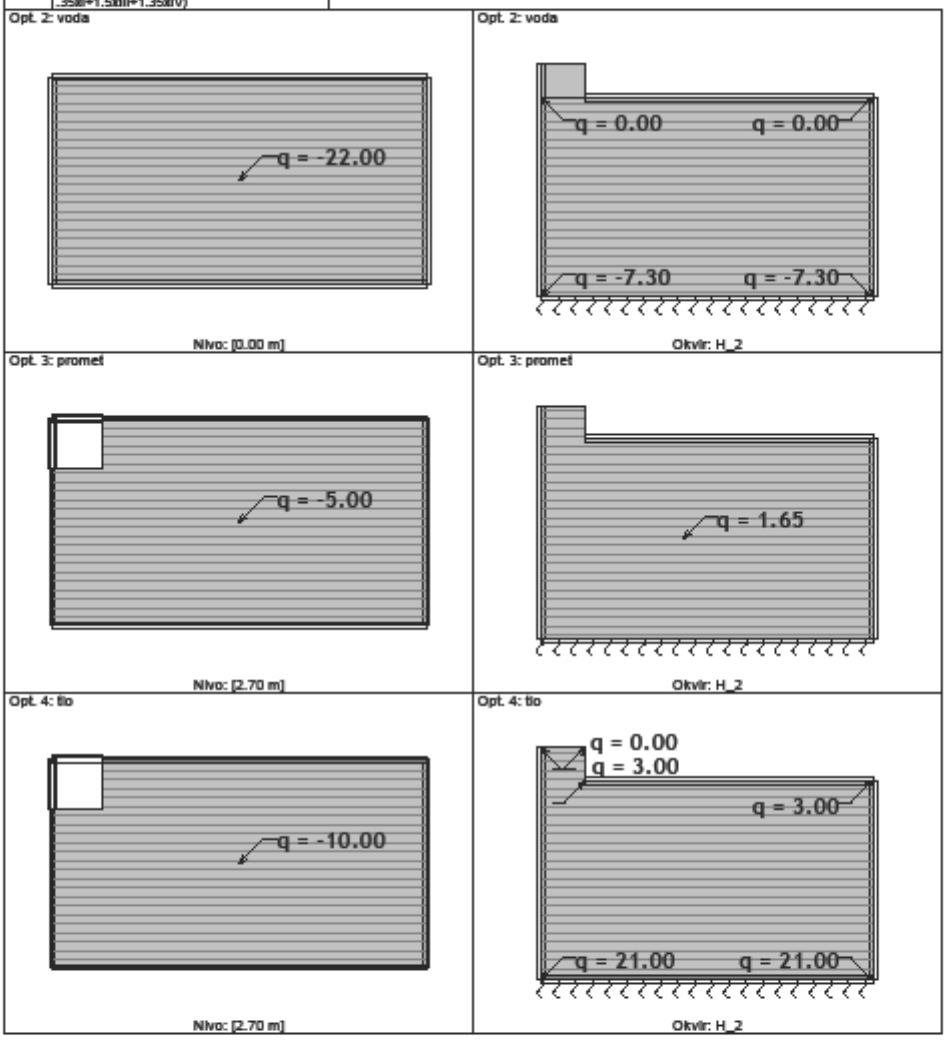
Setovi numeričkih podataka
Ploča / Zid (1-3)

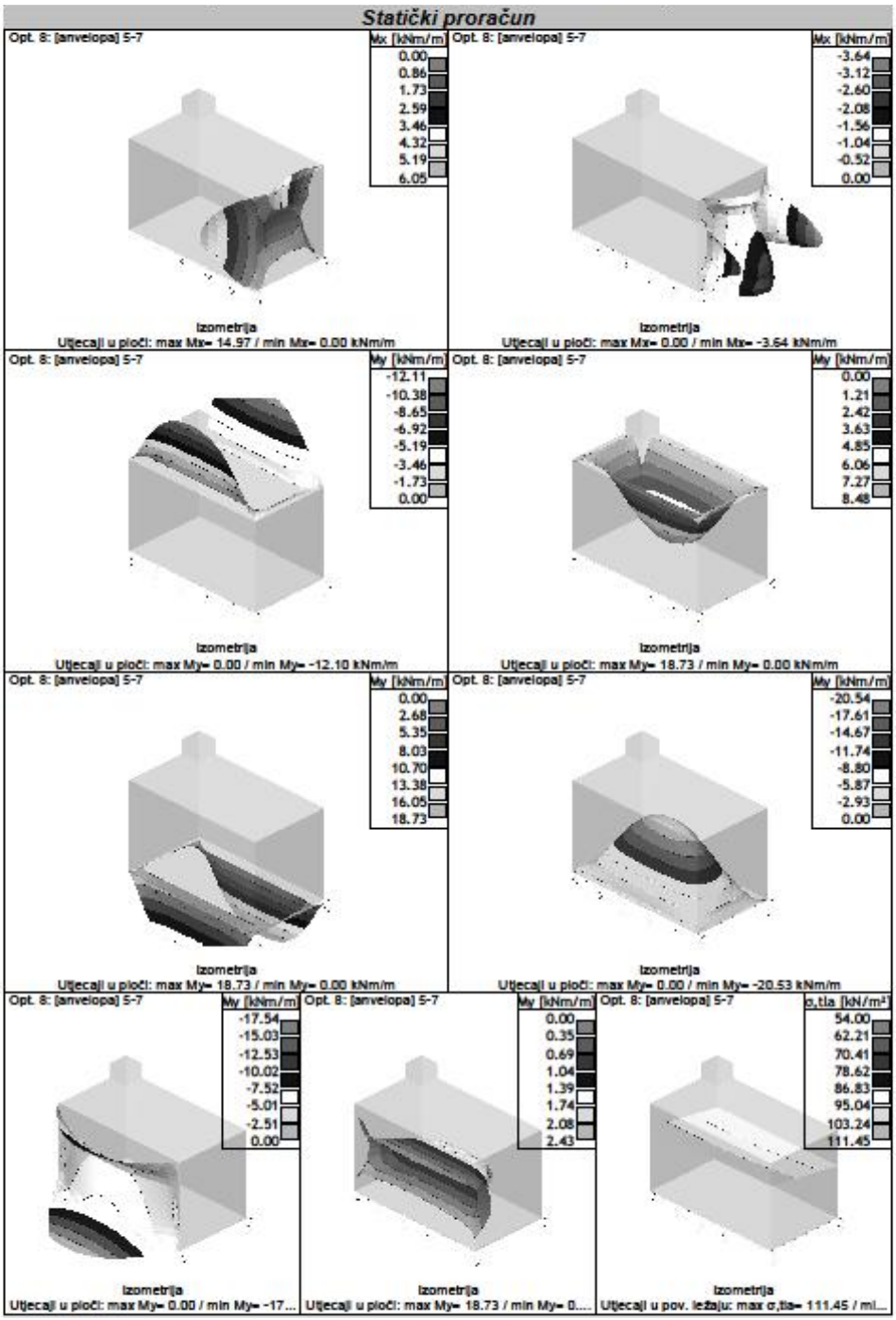

H_2
V_1
V_2
H_1
Dispozicija okvira
Nivo: [0.00 m]
Okvir: H_2
Okvir: V_1
Nivo: [2.70 m]

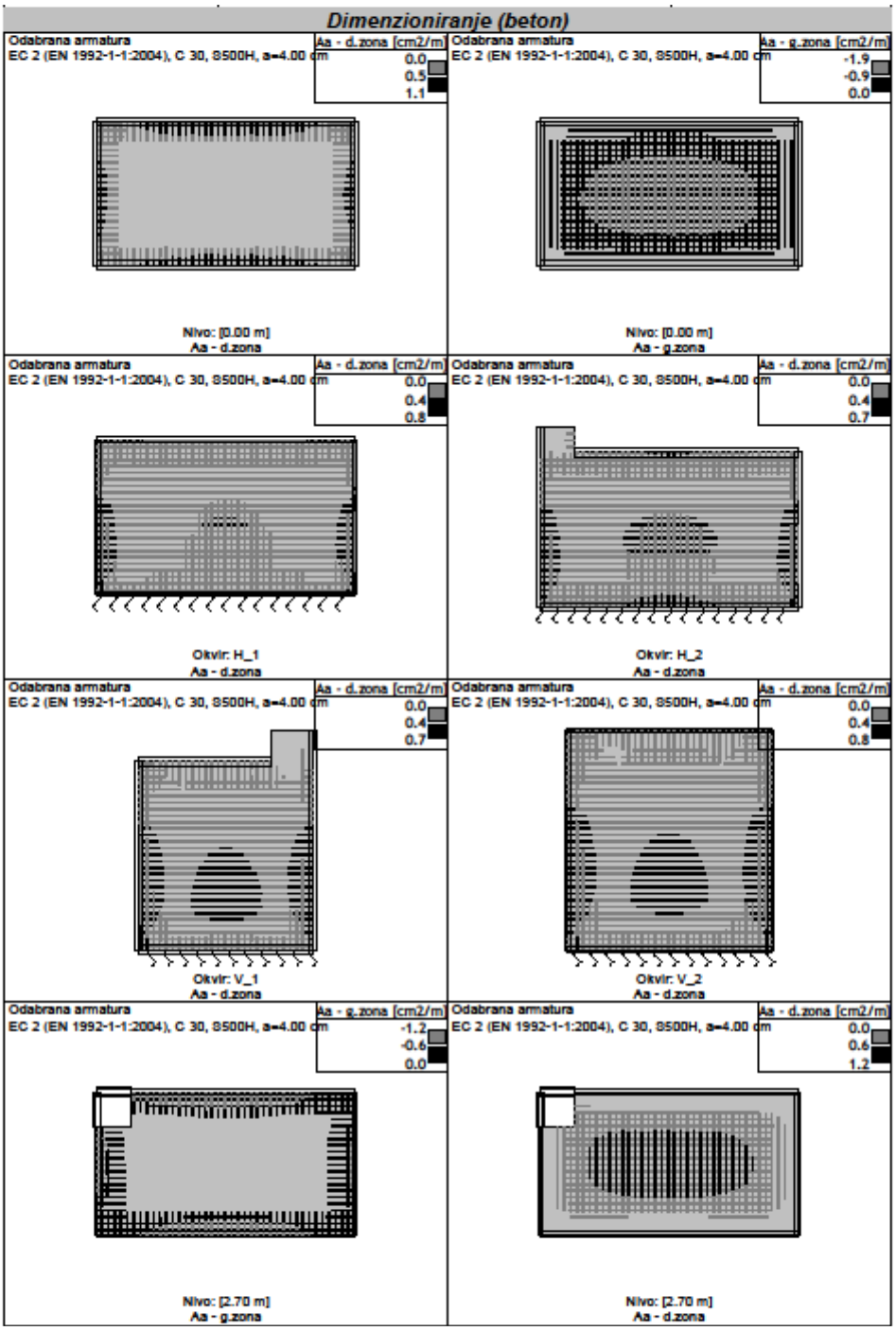
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

No	Naziv
1	vlastita težina (g)
2	voda
3	promet
4	tlo
5	Komb.: Pun spremnik 1 (1.35xI+1.5xII)
6	Komb.: Pun spremnik 2 (1.35xI++1.5xII+1.5xIII+1.35xIV)
7	Komb.: Prazan spremnik (1.35xI+1.5xIII+1.35xIV)




Statički proračun
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
Mx [kNm/m]
0.00 0.86 1.73 2.59 3.46 4.32 5.19 6.05
Izometrija
Utjecaji u ploči: max Mx= 14.97 / min Mx= 0.00 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
Mx [kNm/m]
-3.64 -3.12 -2.60 -2.08 -1.56 -1.04 -0.52 0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max Mx= 0.00 / min Mx= -3.64 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
-12.11 -10.38 -8.65 -6.92 -5.19 -3.46 -1.73 0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 0.00 / min My= -12.10 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
0.00 1.21 2.42 3.63 4.85 6.06 7.27 8.48
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 18.73 / min My= 0.00 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
0.00 2.68 5.35 8.03 10.70 13.38 16.05 18.73
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 18.73 / min My= 0.00 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
-20.54 -17.61 -14.67 -11.74 -8.80 -5.87 -2.93 0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 0.00 / min My= -20.53 kNm/m
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
-17.54 -15.03 -12.53 -10.02 -7.52 -5.01 -2.51 0.00
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 0.00 / min My= -17...
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
My [kNm/m]
0.00 0.35 0.69 1.04 1.39 1.74 2.08 2.43
Izometrija
Utjecaji u ploči: max My= 18.73 / min My= 0....
Opt. 8: [anvelopa] 5-7
σ,tla [kN/m²]
54.00 62.21 70.41 78.62 86.83 95.04 103.24 111.45
Izometrija
Utjecaji u pov. ležaju: max σ,tla= 111.45 / mi...



ODABRANA ARMATURA

Sve ploče i zidove armirati dvostrukim mrežama Q335

Jahači Ø12, 3 kom/m2
S kuke za povezivanje mreža zidova: Ø8, 4 kom/m2
Na spojevima ploča i zidova: vertikalno 4 Ø14, horizontalno 4 Ø12, vilice Ø8/15
Preklopi mreža: 40 cm ili 3 polja
Preklopi šipki: 60 fi

2.8. Rasvjetni stup

2.8.1. Analiza opterećenja

Opterećenja na građevinu uzeta su prema normi HRN EN 40-3-1 Rasvjetni stupovi – Projektiranje i verifikacija – Specifikacija za karakteristična opterećenja.

Vlastita težina:

Uz vlastitu težinu stupa u obzir se mora uzeti i vlastita težina opreme stupa.

Vlastita težina čeličnog stupa je izračunata iz dimenzija stupa odnosno mase čeličnih segmenata po dužnom metru.

Vlastita težina stupa izračunata je računalnim programom temeljem mase masenog obujma čelika od 7 850 kg/m³.

Težina svjetiljke na vrhu stup od 15,00 kg te je u skladu sa elektrotehničkim projektom i tehničkim podacima odabrane svjetiljke.

Opterećenje vjetrom:

Karakteristično opterećenje vjetrom $q_{(z)}$ [N/m] za danu visinu iznad razine tla, z, dana je formulom:

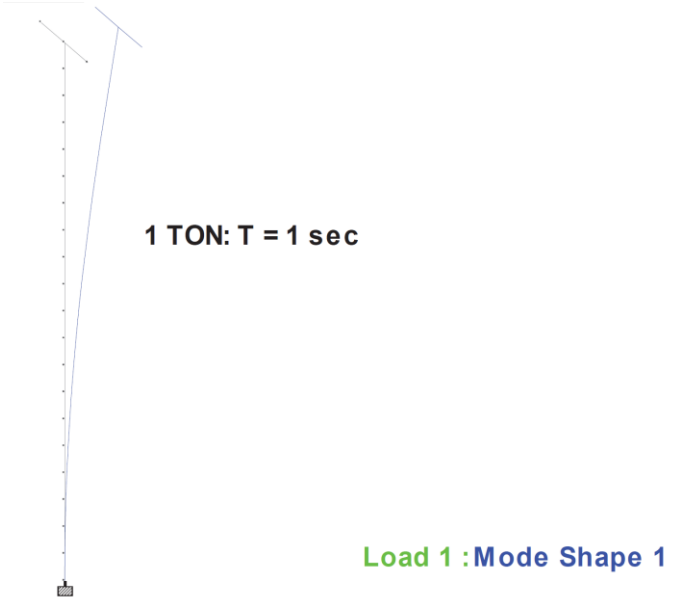
$q_{(z)} = \delta \times \beta \times f \times c_{e(z)} \times q_{(10)}$

δ - koeficijent ovisan o visini stupa, visina h [m]

$\delta = 1 - 0{,}01 \times h = 1 - 0{,}01 \times 8{,}00 = 0{,}92$

β - dinamički koeficijent za čije očitovanje je potrebno izračunati period vibracije stupa

Koeficijent stišljivosti tla, k, je $3{,}235 \times 10^3$ N/m,



$$T_{(s)} = \frac{1}{f_n} = \frac{1}{\frac{1}{2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{k}{m}}} = \frac{1}{\frac{1}{2 \times \pi} \times \sqrt{\frac{3{,}235 \times 10^3}{81{,}88}}} = 1{,}00\ s$$

Očitano za prvi ton slobodnog istitravanja konstrukcije → *β = 1,50*

f – topografski faktor *f = 1,00*

$c_{e(z)}$ – faktor ovisan o tipu terena i visina na kojoj djeluje opterećenje vjetrom

Očitano za:

visinu 0 – 4 m → $c_{e(z)} = 1{,}80$
visinu 8 m → $c_{e(z)} = 2{,}21$

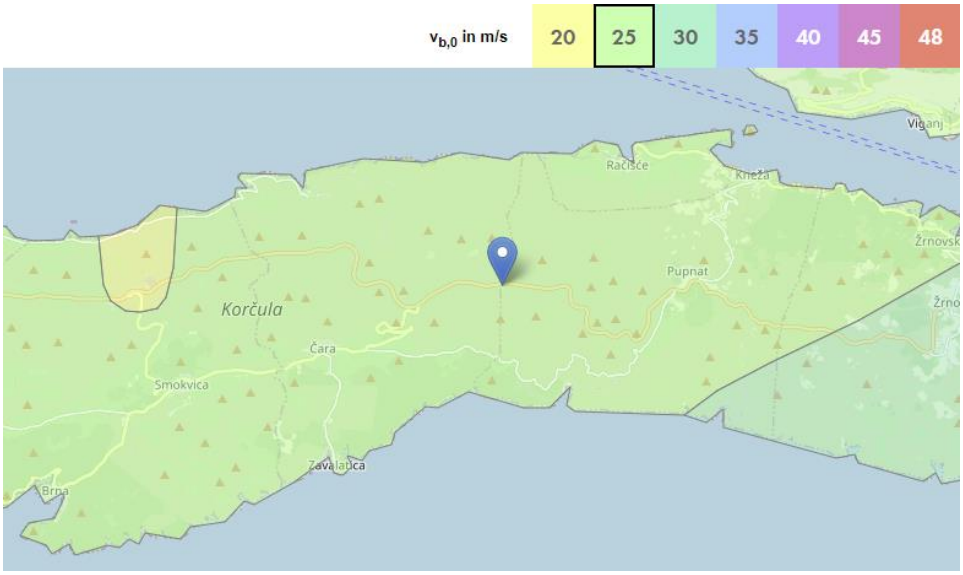
$q_{(10)}$ – iznos u N/m² ovisan o lokaciji stupa

$$q_{(10)} = \frac{1}{2} \times \rho \times (c_s)^2 \times v_{ref}^2$$

ρ – gustoća zraka → $\rho = 1{,}25\ kg/m^3$

c_s – iznosi 1,00 ili $\sqrt{0{,}92}$ za povratni period manj od 25 godina

v_{ref} – najveća 10-minutna brzina vjetra na visini od 10 m, očitana iz karte osnovnih brzina vjetra na području Republike Hrvatske → $v_{ref,0} = 25\ m/s$ uvećana za 20% → $v_{ref} = 30\ m/s$ → **odabrano 35m/s**



$$q_{(10)} = \frac{1}{2} \times \rho \times (c_s)^2 \times v_{ref}^2 = \frac{1}{2} \times 1{,}25 \times 0{,}92 \times 35^2 = 700{,}00\ N/m^2$$

<u>h = 0 do 4 m:</u>

$$q_{(z=0-4)} = \delta \times \beta \times f \times c_{e(0-4)} \times q_{(10)} = 0{,}92 \times 1{,}50 \times 1{,}00 \times 1{,}80 \times 700{,}00 = 1\,738{,}80\ N/m^2$$
$$= 1{,}74\ kN/m^2$$

$w = c \times q_{(z)}$

V – brzina vjetra [m/s]

$$V = \frac{1}{C_s} \times \sqrt{\frac{q_{(z=0-4)}}{\frac{1}{2} \times \rho \times \delta \times \beta}} = \frac{1}{\sqrt{0{,}92}} \times \sqrt{\frac{1\,738{,}80}{\frac{1}{2} \times 1{,}25 \times 0{,}92 \times 1{,}5}} = 46{,}81\ m/s$$

v – kinematička viskoznost zraka na 20°C → $v = 15{,}10 \times 10^{-6}\ m^2/s$

Za *D* = 156 mm

$$Re_{(0-4)} = \frac{V \times D}{v} = \frac{46{,}81 \times 0{,}156}{15{,}10 \times 10^{-6}} = 4{,}84 \times 10^5\ očitano\ iz\ dijagrama\ \rightarrow c_{(0-4)} = 0{,}51$$

$w = c \times q_{(z)} = 0{,}51 \times 1{,}74 = 0{,}89\ kN/m^2$

Opterećenje po m^1 na spoju sa temeljem:

$w' = w \times D = 0{,}89 \times 0{,}156 = 0{,}14\ kN/m^1$

Za *D* = 116 mm

Opterećenje po m^1 stupa na visini od 4 m:

$$Re_{(4)} = \frac{V \times D}{v} = \frac{46{,}81 \times 0{,}116}{15{,}10 \times 10^{-6}} = 3{,}60 \times 10^5\ očitano\ iz\ dijagrama\ \rightarrow c_{(0-4)} = 0{,}64$$

$w = c \times q_{(z)} = 0{,}64 \times 1{,}74 = 1{,}11\ kN/m^2$

$w' = w \times D = 1{,}11 \times 0{,}116 = 0{,}13\ kN/m^1$

<u>h = 8 m:</u>

$$q_{(z=8)} = \delta \times \beta \times f \times c_{e(8)} \times q_{(10)} = 0{,}92 \times 1{,}50 \times 1{,}00 \times 2{,}21 \times 700{,}00 = 2\,134{,}86\ N/m^2 = 2{,}14\ kN/m^2$$

$w = c \times q_{(z)}$

$$V = \frac{1}{C_s} \times \sqrt{\frac{q_{(z=8)}}{\frac{1}{2} \times \rho \times \delta \times \beta}} = \frac{1}{\sqrt{0{,}92}} \times \sqrt{\frac{2\,134{,}86}{\frac{1}{2} \times 1{,}25 \times 0{,}92 \times 1{,}5}} = 51{,}87\ m/s$$

v – kinematička viskoznost zraka na 20°C → $v = 15{,}10 \times 10^{-6}\ m^2/s$

Za *D* = 76 mm

Opterećenje po m^1 stupa na visini od 8 m:

$$Re_{(8)} = \frac{V \times D}{v} = \frac{51{,}87 \times 0{,}076}{15{,}10 \times 10^{-6}} = 2{,}61 \times 10^5\ očitano\ iz\ dijagrama\ \rightarrow c_{(8)} = 1{,}00$$

$w = c \times q_{(z)} = 1{,}00 \times 2{,}14 = 2{,}14\ kN/m^2$

$w' = w \times D = 2{,}14 \times 0{,}076 = 0{,}16\ kN/m^1$

<u>Nosači rasvjetnih tijela Ø76,1×3,2 mm; h = 8 m:</u>

$$q_{(z=8)} = \delta \times \beta \times f \times c_{e(8)} \times q_{(10)} = 0{,}92 \times 1{,}50 \times 1{,}00 \times 2{,}21 \times 700 = 2\,134{,}86\ N/m^2$$
$$= 2{,}14 kN/m^2$$

$w = c \times q_{(z)}$

$$V = \frac{1}{C_s} \times \sqrt{\frac{q_{(z=8)}}{\frac{1}{2} \times \rho \times \delta \times \beta}} = \frac{1}{\sqrt{0{,}92}} \times \sqrt{\frac{2\,134{,}86}{\frac{1}{2} \times 1{,}25 \times 0{,}92 \times 1{,}5}} = 51{,}87\ m/s$$

v – kinematička viskoznost zraka na 20°C → $v = 15{,}10 \times 10^{-6}\ m^2/s$

Za D = 76,1 mm

Opterećenje po m^1 nosača na visini od 8 m:

$$Re_{(8)} = \frac{V \times D}{v} = \frac{51{,}87 \times 0{,}0761}{15{,}10 \times 10^{-6}} = 2{,}61 \times 10^5\ očitano\ iz\ dijagrama\ \rightarrow c_{(8)} = 1{,}00$$

$w = c \times q_{(z)} = 1{,}00 \times 2{,}14 = 2{,}14\ kN/m^2$

$w' = w \times D = 2{,}14 \times 0{,}0761 = 0{,}16\ kN/m^1$

<u>Rasvjetno tijelo; h = 8 m:</u>

Površina rasvjetnog tijela $A_l = 0{,}075\ m^2$

Sila na rasvjetno tijelo:

$F_l = c \times q_{(z)} \times A_l$

$C = 1{,}00$

$F_w = 1{,}00 \times 2{,}14 \times 0{,}075 = 0{,}16\ kN$

2.8.2. Statički proračun

Statički proračun je proveden računalom. U nastavku slijede ulazni podaci za proračun i rezultati proračuna.

Prijevod obrazaca računalnog proračuna:

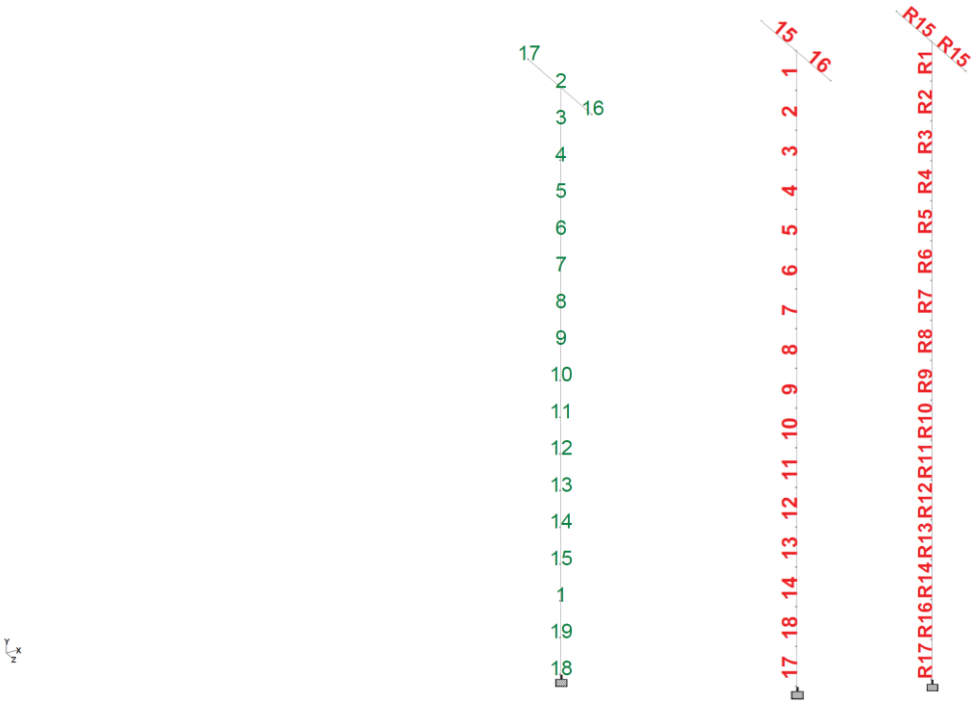
Prop	Svojstvo
Section	Presjek
Properties	Svojstva/Svojstvo
Round	Okruglo
Area	Površina
Material	Material
Steel	Čelik
Basic load cases	Osnovni slučajevi opterećenja

Number	Broj
Name	Naziv/ime
Dead weight	Stalno opterećenje
Column	Stup
Symmetrical	Simetrično
Ansymetrical	Asimetrično
Brackets	Nosači rasvjetnog tijela
Luminaites	Rasvjetna tijela
Wind load	Opterećenje vjetra
On	Na
Comb.	Kombinacija
Combination L/C Name	Naziv kombinacije slučaja opterećenja
Primary	Glavni
Primary L/C Name	Naziv glavne kombinacije slučaja opterećenja
Factor	Faktor
Direction	Smjer
Beam	Greda
Type	Vrsta
Node	Čvor/točka
Load	Opterećenje
And	I
Selfweight	Vlastita težina
Reactions	Reakcije
L/C (load case)	Slučaj opterećenja
Horizontal	Horizontalno
Vertical	Vertikalno
Moment	Moment
Dsiplacements	Pomaci
Resultant	Rezultanta
Forces	Sile
Sign convention is as the action of the joint on the beam	Konvencija označavanje je na mjestu djelovanja na spoj grede

End	Kraj
Bending	Savijanje
Combined	Kombinirani
Axial	Osno
Stresses	Naprezanja
Summary	Rekapitulacija
Deflections	Otkloni/progibi

Model i geometrijska svojstva konstrukcije

Slika 2.8.1.-1 Model konačnih elemenata



Slika 2.8.1.-2 Oznaka čvorova (lijevo), elemenata (sredina) i svojstava (desno)

Section Properties

Prop	Section	Area (cm^2)	I_{yy} (cm^4)	I_{zz} (cm^4)	J (cm^4)	Material
1	Round 0.1X0.1X0.0	7.116	50.740	50.740	101.403	STEEL
2	Round 0.1X0.1X0.0	7.587	61.504	61.504	122.913	STEEL
3	Round 0.1X0.1X0.0	8.058	73.691	73.691	147.268	STEEL
4	Round 0.1X0.1X0.0	8.529	87.390	87.390	174.645	STEEL
5	Round 0.1X0.1X0.0	9.001	102.689	102.689	205.221	STEEL
6	Round 0.1X0.1X0.0	9.472	119.677	119.677	239.171	STEEL
7	Round 0.1X0.1X0.0	9.943	138.443	138.443	276.674	STEEL
8	Round 0.1X0.1X0.0	10.414	159.075	159.075	317.905	STEEL
9	Round 0.1X0.1X0.0	10.886	181.660	181.660	363.042	STEEL
10	Round 0.1X0.1X0.0	11.357	206.288	206.288	412.261	STEEL
11	Round 0.1X0.1X0.0	11.828	233.048	233.048	465.739	STEEL
12	Round 0.1X0.1X0.0	12.299	262.027	262.027	523.652	STEEL
13	Round 0.1X0.1X0.0	12.771	293.313	293.313	586.177	STEEL
14	Round 0.1X0.1X0.0	13.242	326.996	326.996	653.492	STEEL
15	PIP602.9	5.230	21.592	21.592	43.185	STEEL
16	Round 0.2X0.1X0.0	13.713	363.164	363.164	725.772	STEEL
17	Round 0.2X0.2X0.0	14.184	401.905	401.905	803.194	STEEL

Tablica 2.8.1.-1 Svojstva presjeka

Djelovanja na konstrukciju

Basic Load Cases

Number	Name
1	DEAD WEIGHT OF COLUMN
2	SYMMETRICAL BRACKETS
3	ANSYMMETRICAL BRACKETS
4	SYMMETRIC LUMINAITES
5	ANSYMMETRIC LUMINAITES
6	WIND LOAD ON COLUMN
7	WIND LOAD ON SYMMETRICAL BRACKETS AND LUMINAIRES
8	WIND LOAD ON ANSYMMETRICAL BRACKET AND LUMINAIRE

Tablica 2.8.1.-2 Osnovni slučajevi opterećenja

Combination Load Cases

Comb.	Combination L/C Name	Primary	Primary L/C Name	Factor
9	A1	1	DEAD WEIGHT OF COLUMN	1.00
		2	SYMMETRICAL BRACKETS	1.00
		4	SYMMETRIC LUMINAITES	1.00
		6	WIND LOAD ON COLUMN	1.00
		7	WIND LOAD ON SYMMETRICAL BRACKETS	1.00
10	A2	1	DEAD WEIGHT OF COLUMN	1.00
		3	ANSYMMETRICAL BRACKETS	1.00
		5	ANSYMMETRIC LUMINAITES	1.00
		6	WIND LOAD ON COLUMN	1.00
		8	WIND LOAD ON ANSYMMETRICAL	1.00
11	B1	1	DEAD WEIGHT OF COLUMN	1.20
		2	SYMMETRICAL BRACKETS	1.20
		4	SYMMETRIC LUMINAITES	1.20
		6	WIND LOAD ON COLUMN	1.40
		7	WIND LOAD ON SYMMETRICAL BRACKETS	1.40
12	B2	1	DEAD WEIGHT OF COLUMN	1.20
		3	ANSYMMETRICAL BRACKETS	1.20
		5	ANSYMMETRIC LUMINAITES	1.20
		6	WIND LOAD ON COLUMN	1.40
		8	WIND LOAD ON ANSYMMETRICAL	1.40

Tablica 2.8.1.-3 Kombinacije slučajeva opterećenja

Selfweight : 1 DEAD WEIGHT OF COLUMN

Direction	Factor
Y	-1.100

Tablica 2.8.1.-4 Vlastita težina

Beam Loads : 2 SYMMETRICAL BRACKETS

Beam	Type	Direction	Fa	Da (m)	Fb	Db	Ecc. (m)
15	CON kN	GY	-0.050	-	-	-	-
16	CON kN	GY	-0.050	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-5 Opterećenje greda: simetrični nosači rasvjetnog tijela

Beam Loads : 3 ANSYMMETRICAL BRACKETS

Beam	Type	Direction	Fa	Da (m)	Fb	Db	Ecc. (m)
16	CON kN	GY	-0.050	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-6 Opterećenje greda: asimetrični nosači rasvjetnog tijela

Node Loads : 4 SYMMETRIC LUMINAITES

Node	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
16	-	-0.2	-	-	-	-
17	-	-0.2	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-7 Opterećenje čvora: simetrična rasvjetna tijela

Node Loads : 5 ANSYMMETRIC LUMINAITES

Node	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
16	-	-0.2	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-8 Opterećenje čvora: asimetrična rasvjetna tijela

Beam Loads : 6 WIND LOAD ON COLUMN

Beam	Type	Direction	Fa	Da (m)	Fb	Db	Ecc. (m)
1	TRAP kN/m	GX	0.160	-	0.156	-	-
2	TRAP kN/m	GX	0.156	-	0.153	-	-
3	TRAP kN/m	GX	0.153	-	0.149	-	-
4	TRAP kN/m	GX	0.149	-	0.145	-	-
5	TRAP kN/m	GX	0.145	-	0.141	-	-
6	TRAP kN/m	GX	0.141	-	0.137	-	-
7	TRAP kN/m	GX	0.137	-	0.134	-	-
8	TRAP kN/m	GX	0.134	-	0.130	-	-
9	TRAP kN/m	GX	0.130	-	0.131	-	-
10	TRAP kN/m	GX	0.131	-	0.132	-	-
11	TRAP kN/m	GX	0.132	-	0.134	-	-
12	TRAP kN/m	GX	0.134	-	0.135	-	-
13	TRAP kN/m	GX	0.135	-	0.136	-	-
14	TRAP kN/m	GX	0.136	-	0.138	-	-
17	TRAP kN/m	GX	0.140	-	0.139	-	-
18	TRAP kN/m	GX	0.139	-	0.138	-	-

Tablica 2.8.1.-9 Opterećenje greda: opterećenje vjetra na stup

Node Loads : 7 WIND LOAD ON SYMMETRICAL BRACKETS AND LUMINAIRES

Node	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
16	0.2	-	-	-	-	-
17	0.2	-	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-10 Opterećenje čvora: opterećenje vjetra na simerične nosače i rasvjetna tijela

Beam Loads : 7 WIND LOAD ON SYMMETRICAL BRACKETS AND LUMINAIRES

Beam	Type	Direction	Fa	Da (m)	Fb	Db	Ecc. (m)
15	UNI kN/m	GX	0.160	-	-	-	-
16	UNI kN/m	GX	0.160	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-11 Opterećenje greda: opterećenje vjetra na simerične nosače i rasvjetna tijela

Node Loads : 8 WIND LOAD ON ANSYMMETRICAL BRACKET AND LUMINAIRE

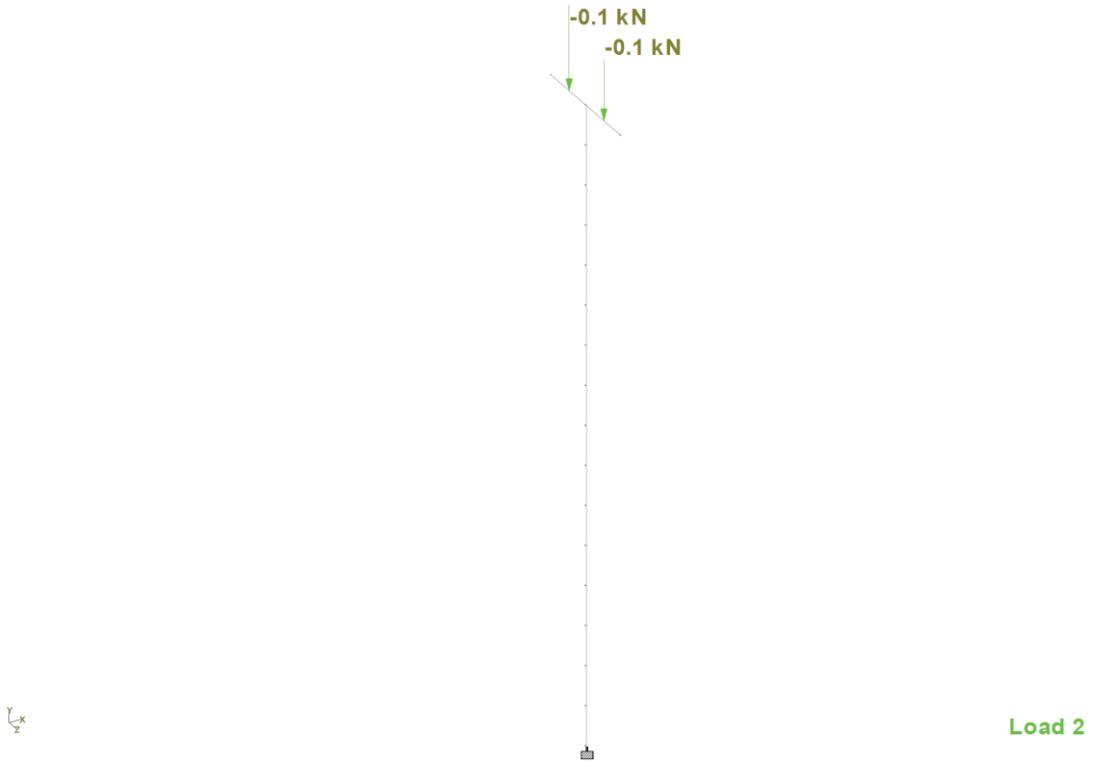
Node	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
16	0.2	-	-	-	-	-

Tablica 2.8.1.-12 Opterećenje čvora: opterećenje vjetra na asimerične nosače i rasvjetna tijela

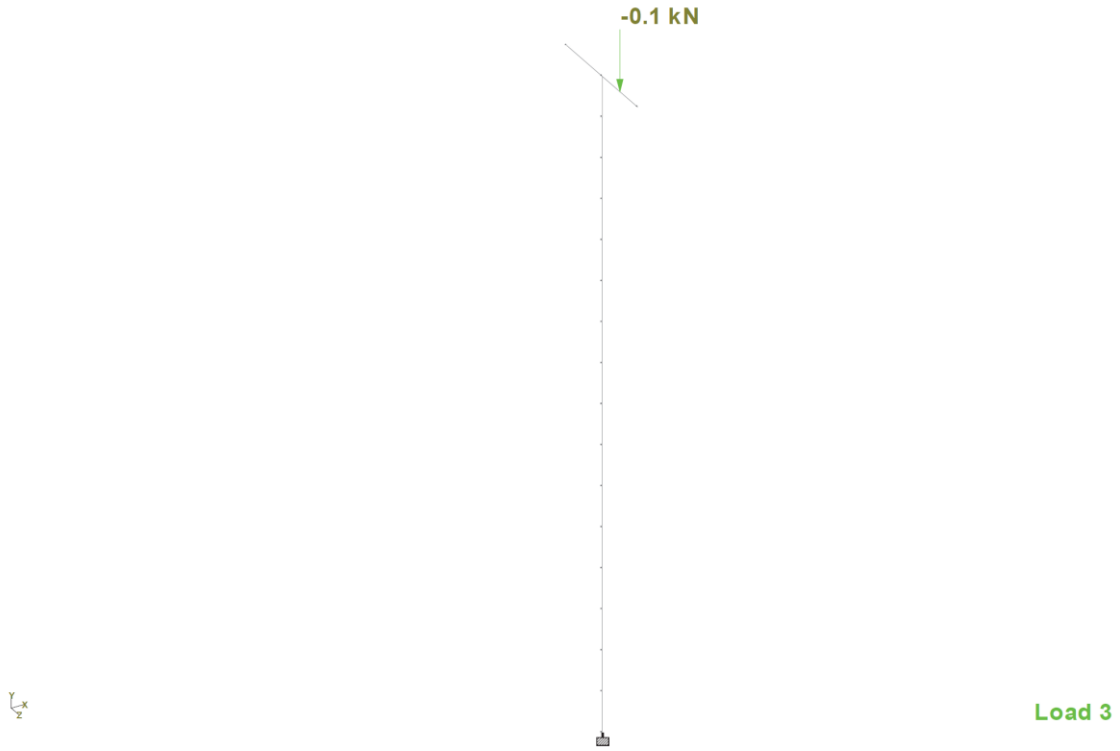
Beam Loads : 8 WIND LOAD ON ANSYMMETRICAL BRACKET AND LUMINAIRE

Beam	Type	Direction	Fa	Da (m)	Fb	Db	Ecc. (m)
16	UNI kN/m	GX	0.160	-	-	-	-

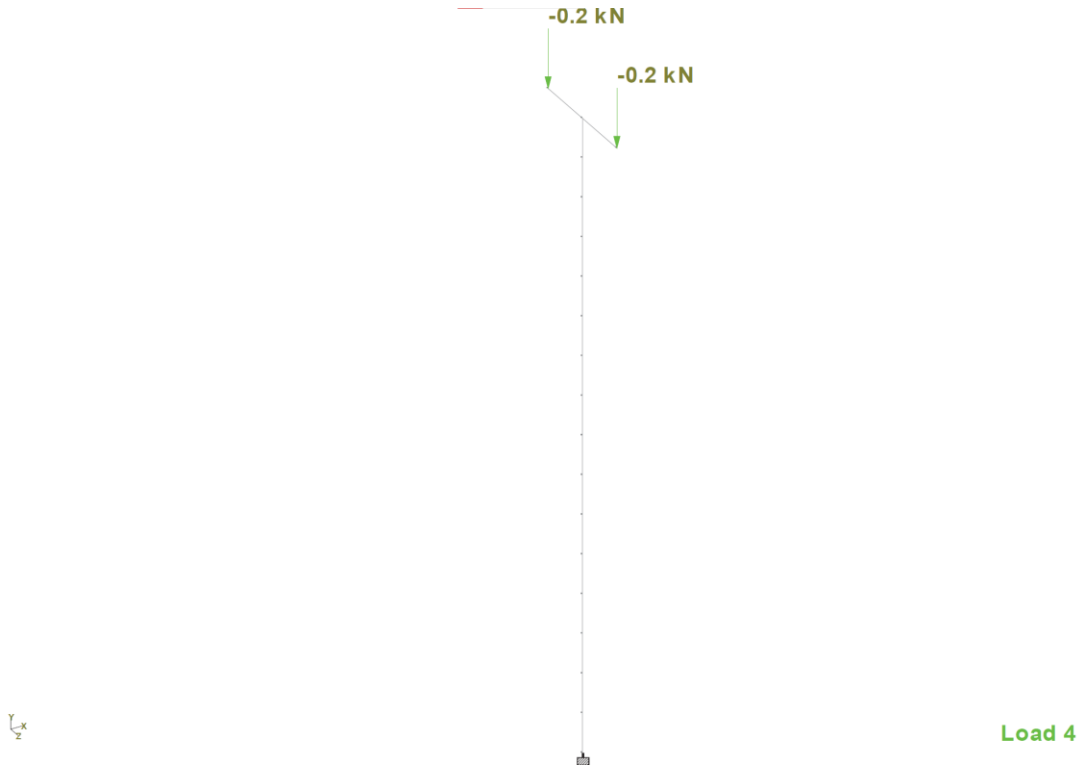
Tablica 2.8.1.-13 Opterećenje greda: opterećenje vjetra na asimerične nosače i rasvjetna tijela



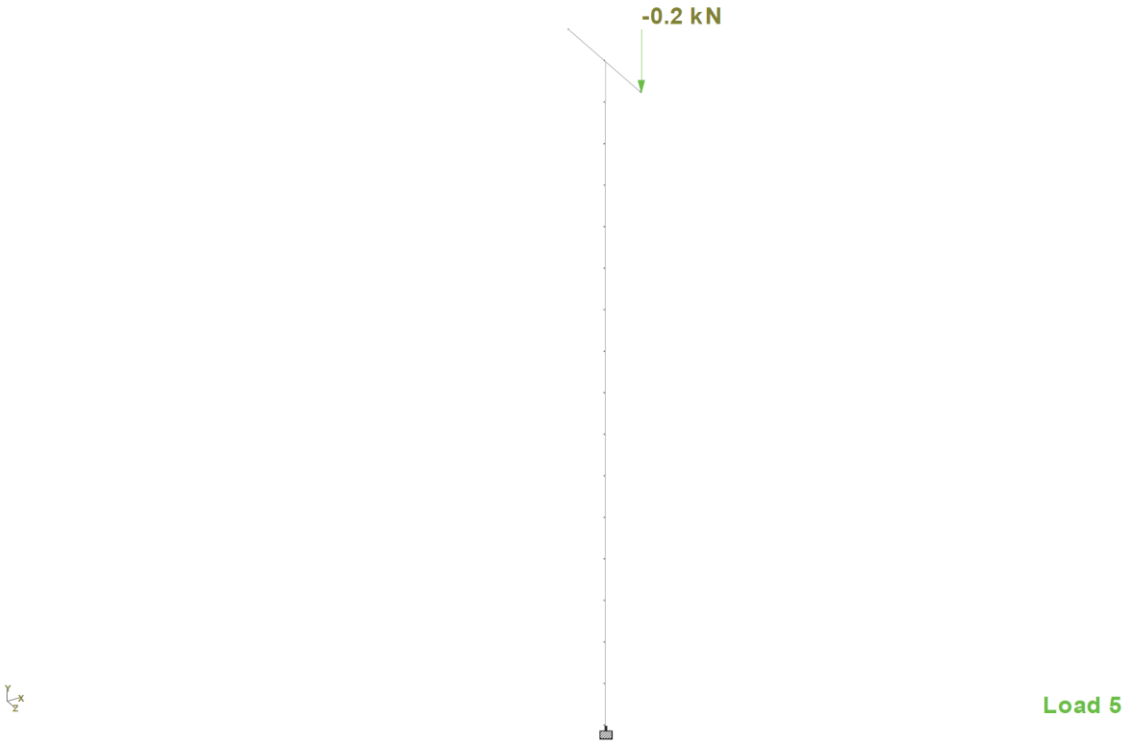
Slika 2.8.1.-3 Simetrični nosači rasvjetnih tijela



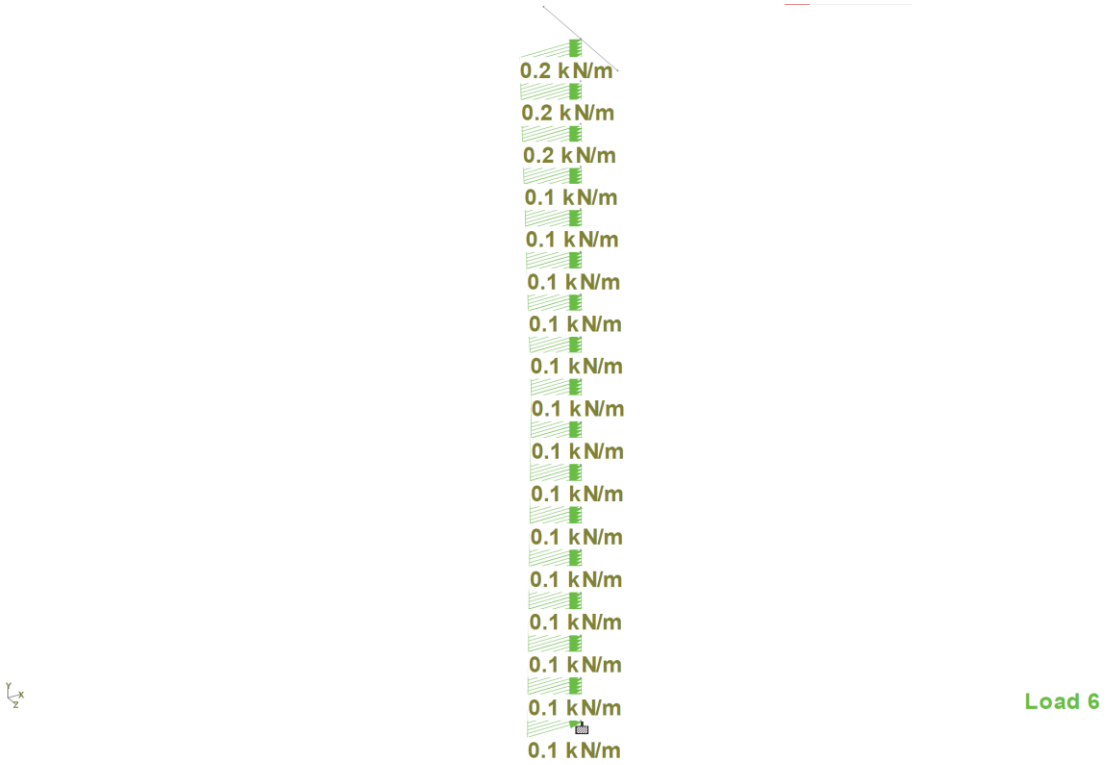
Slika 2.8.1.-4 Asimetrični nosači rasvjetnih tijela



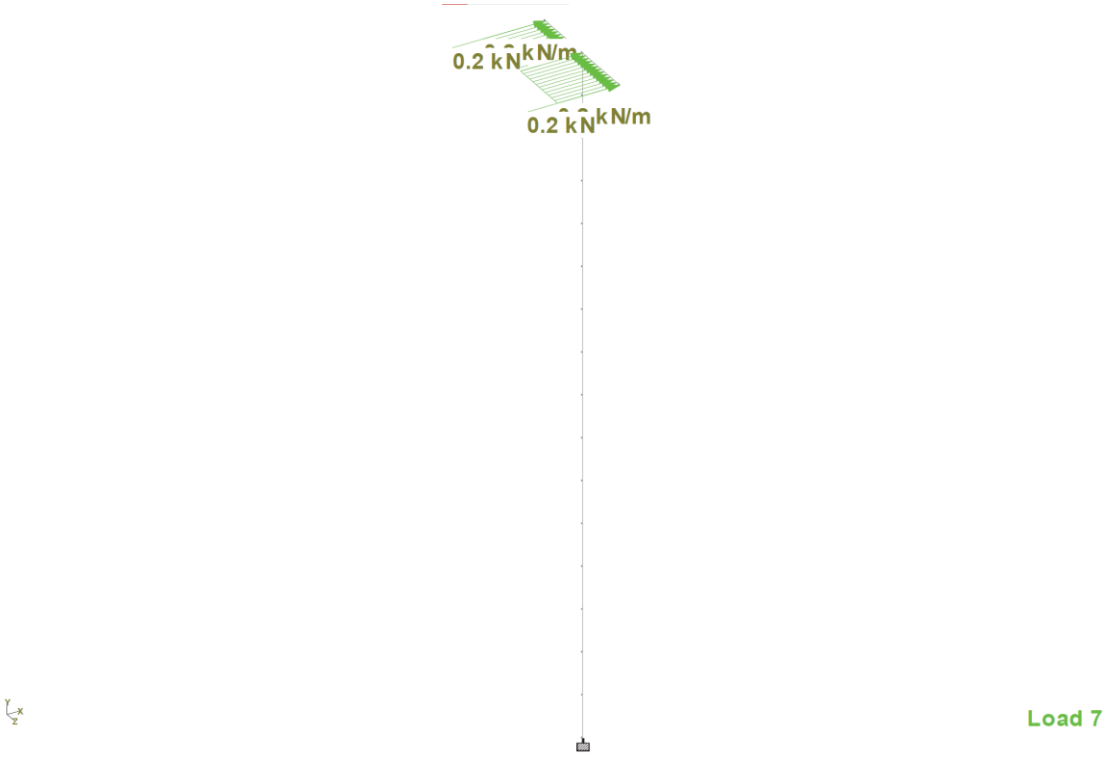
Slika 2.8.1.-5 Simetrična rasvjetna tijela



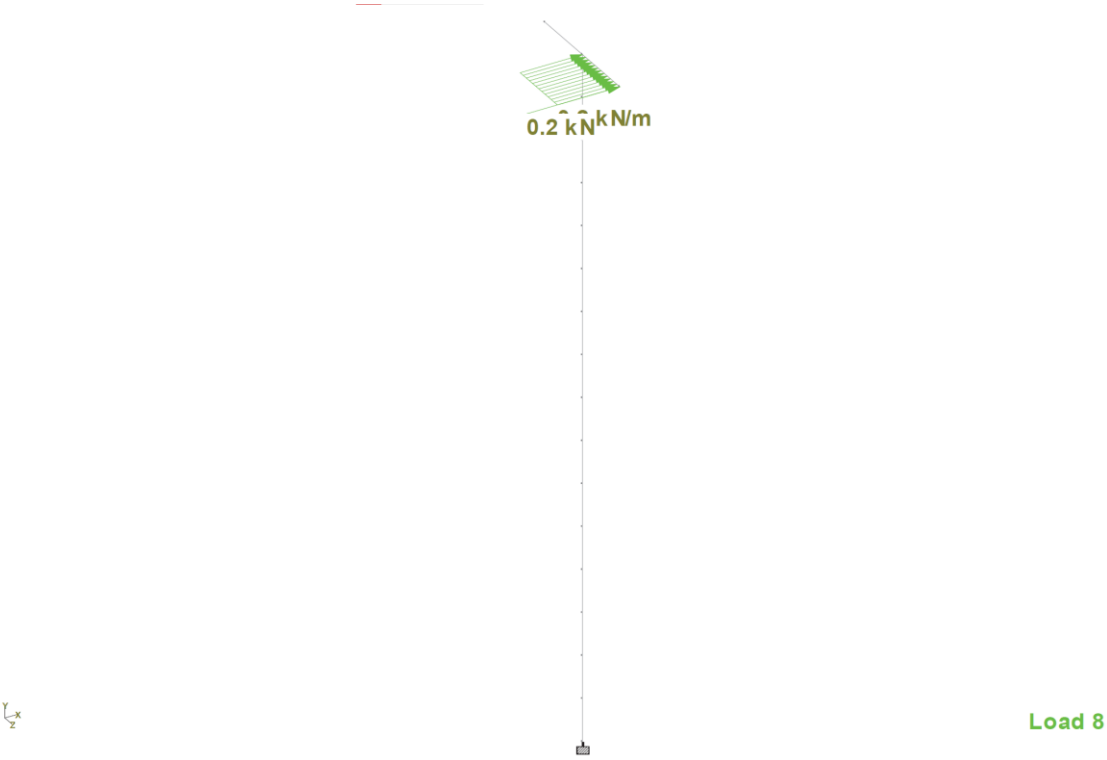
Slika 2.8.1.-6 Asimetrična rasvjetna tijela



Slika 2.8.1.-7 Opterećenje vjetra na stup



Slika 2.8.1.-7 Opterećenje vjetra na simetrične nosače i rasvjetna tijela



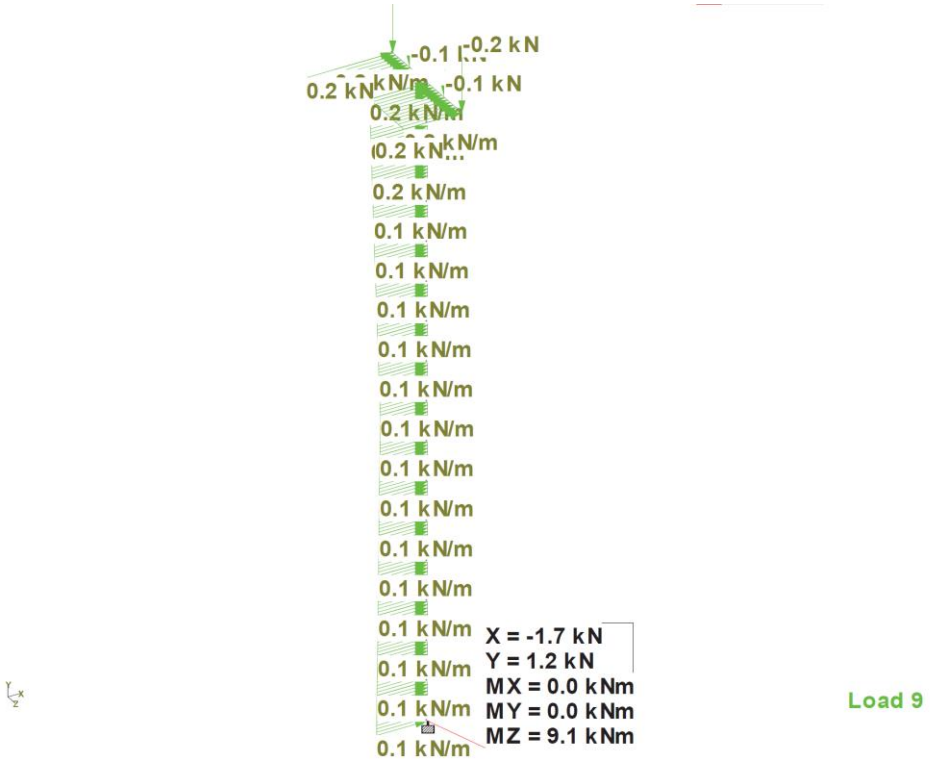
Slika 2.8.1.-8 Opterećenje vjetra na asimetrične nosače i rasvjetna tijela

Reakcije

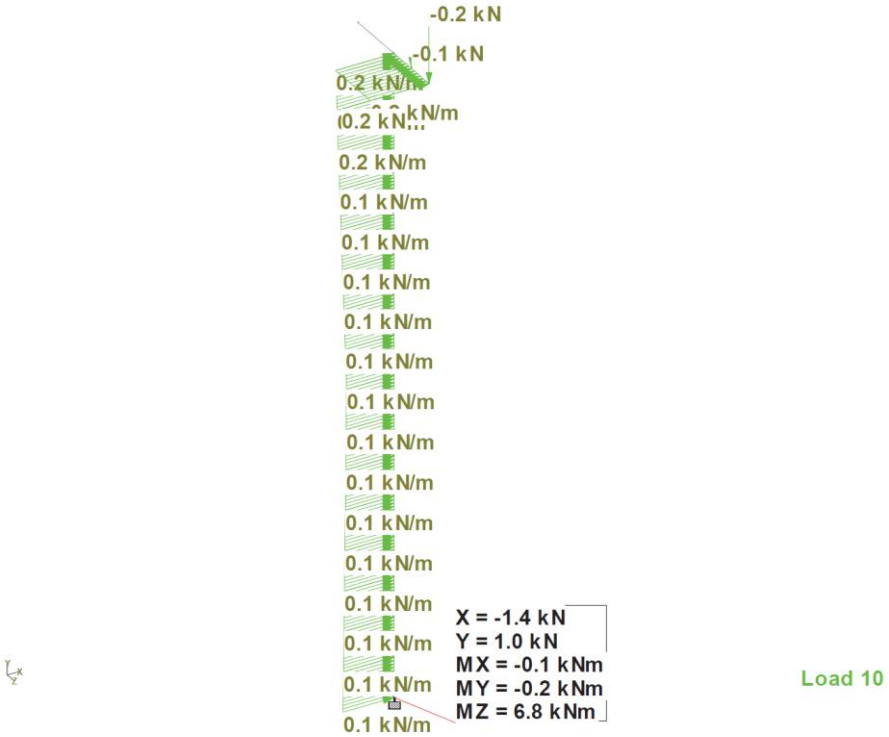
Reactions

Node	L/C	Horizontal FX (kN)	Vertical FY (kN)	Horizontal FZ (kN)	Moment MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
18	1:DEAD WEIGHT	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	2:SYMMETRICAL	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	3:ANSYMMETRICAL	0.0	0.1	-0.0	-0.0	0.0	0.0
	4:SYMMETRIC	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	5:ANSYMMETRIC	0.0	0.2	-0.0	-0.1	0.0	0.0
	6:WIND LOAD ON	-1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
	7:WIND LOAD ON	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
	8:WIND LOAD ON	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.2	2.2
	9:A1	-1.7	1.2	0.0	0.0	0.0	9.1
	10:A2	-1.4	1.0	-0.0	-0.1	-0.2	6.8
	11:B1	-2.4	1.4	0.0	0.0	0.0	12.7
	12:B2	-2.0	1.2	-0.0	-0.2	-0.2	9.6

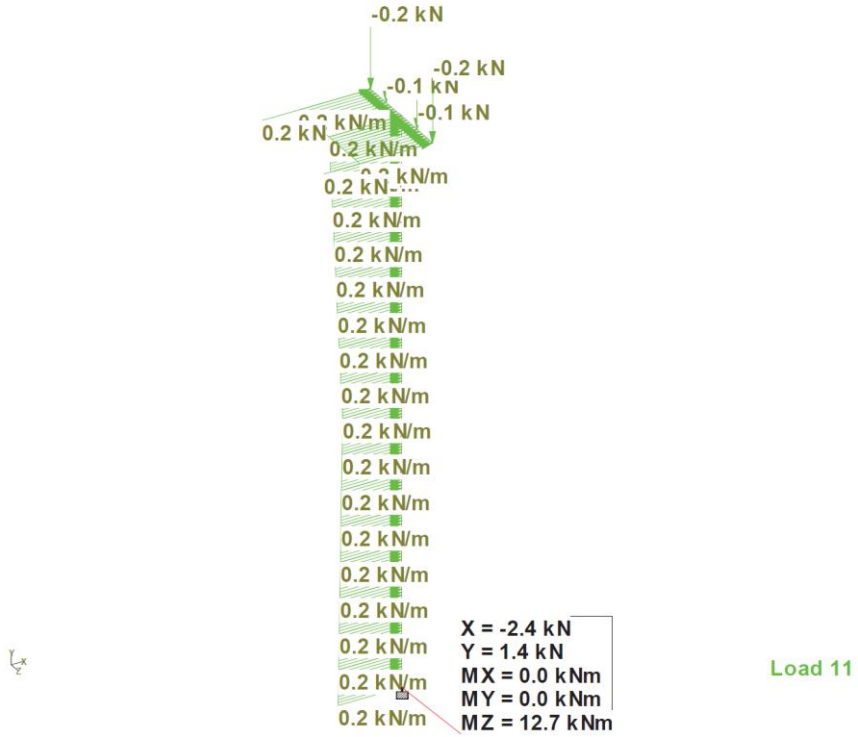
Tablica 2.8.1.-14 Reakcije



Slika 2.8.1.-9 Reakcije za kombinaciju opterećenja A1



Slika 2.8.1.-10 Reakcije za kombinaciju opterećenja A2



Slika 2.8.1.-11 Reakcije za kombinaciju opterećenja B1

Slika 2.8.1.-12 Reakcije za kombinaciju opterećenja B2

Node Displacements

Node	L/C	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Resultant (mm)	rX (rad)	rY (rad)	rZ (rad)
1	9:A1	5	-0	-0	5	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	4	-0	0	4	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	7	-0	-0	7	-0.0	-0.0	-0.0
	12:B2	6	-0	0	6	0.0	0.0	-0.0
2	9:A1	315	-0	-0	315	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	222	-0	10	223	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	442	-0	-0	442	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	311	-0	12	311	0.0	0.0	-0.1
3	9:A1	282	-0	-0	282	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	199	-0	8	199	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	394	-0	-0	394	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	279	-0	10	279	0.0	0.0	-0.1
4	9:A1	248	-0	-0	248	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	177	-0	7	177	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	348	-0	-0	348	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	247	-0	8	247	0.0	0.0	-0.1
5	9:A1	216	-0	-0	216	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	154	-0	6	155	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	303	-0	-0	303	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	216	-0	7	216	0.0	0.0	-0.1
6	9:A1	186	-0	-0	186	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	133	-0	4	133	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	260	-0	-0	260	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	187	-0	5	187	0.0	0.0	-0.1
7	9:A1	157	-0	-0	157	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	113	-0	4	113	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	220	-0	-0	220	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	158	-0	4	159	0.0	0.0	-0.1
8	9:A1	130	-0	-0	130	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	94	-0	3	94	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	183	-0	-0	183	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	132	-0	3	132	0.0	0.0	-0.1

9	9:A1	106	-0	-0	106	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	77	-0	2	77	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	148	-0	-0	148	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	108	-0	3	108	0.0	0.0	-0.0
10	9:A1	84	-0	-0	84	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	61	-0	2	61	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	118	-0	-0	118	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	86	-0	2	86	0.0	0.0	-0.0
11	9:A1	64	-0	-0	64	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	47	-0	1	47	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	90	-0	-0	90	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	66	-0	1	66	0.0	0.0	-0.0
12	9:A1	47	-0	-0	47	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	35	-0	1	35	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	66	-0	-0	66	-0.0	-0.0	-0.0
	12:B2	49	-0	1	49	0.0	0.0	-0.0
13	9:A1	33	-0	-0	33	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	24	-0	1	24	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	46	-0	-0	46	-0.0	-0.0	-0.0
	12:B2	34	-0	1	34	0.0	0.0	-0.0
14	9:A1	21	-0	-0	21	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	16	-0	0	16	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	29	-0	-0	29	-0.0	-0.0	-0.0
	12:B2	22	-0	0	22	0.0	0.0	-0.0
15	9:A1	12	-0	-0	12	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	9	-0	0	9	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	17	-0	-0	17	-0.0	-0.0	-0.0
	12:B2	12	-0	0	12	0.0	0.0	-0.0
16	9:A1	316	-1	-0	316	0.0	0.0	-0.1
	10:A2	228	-4	10	228	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	443	-1	-0	443	0.0	0.0	-0.1
	12:B2	319	-4	12	319	0.0	0.0	-0.1
17	9:A1	316	-1	-0	316	-0.0	-0.0	-0.1
	10:A2	217	3	10	218	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	443	-1	-0	443	-0.0	-0.0	-0.1
	12:B2	304	3	12	305	0.0	0.0	-0.1
18	9:A1	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	10:A2	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	11:B1	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
	12:B2	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
19	9:A1	1	-0	-0	1	-0.0	-0.0	-0.0
	10:A2	1	-0	0	1	0.0	0.0	-0.0
	11:B1	2	-0	-0	2	-0.0	-0.0	-0.0
	12:B2	1	-0	0	1	0.0	0.0	-0.0

Tablica 2.8.1.-15 Pomaci čvorova

Slika 2.8.1.-13 Pomak vrha stupa za kombinaciju opterećenja A1 [mm]

fmax = 315 < 0,04 × (h + w) = 0,04 × (8000 + 750) = 350 mm – razred 1

Beam End Forces

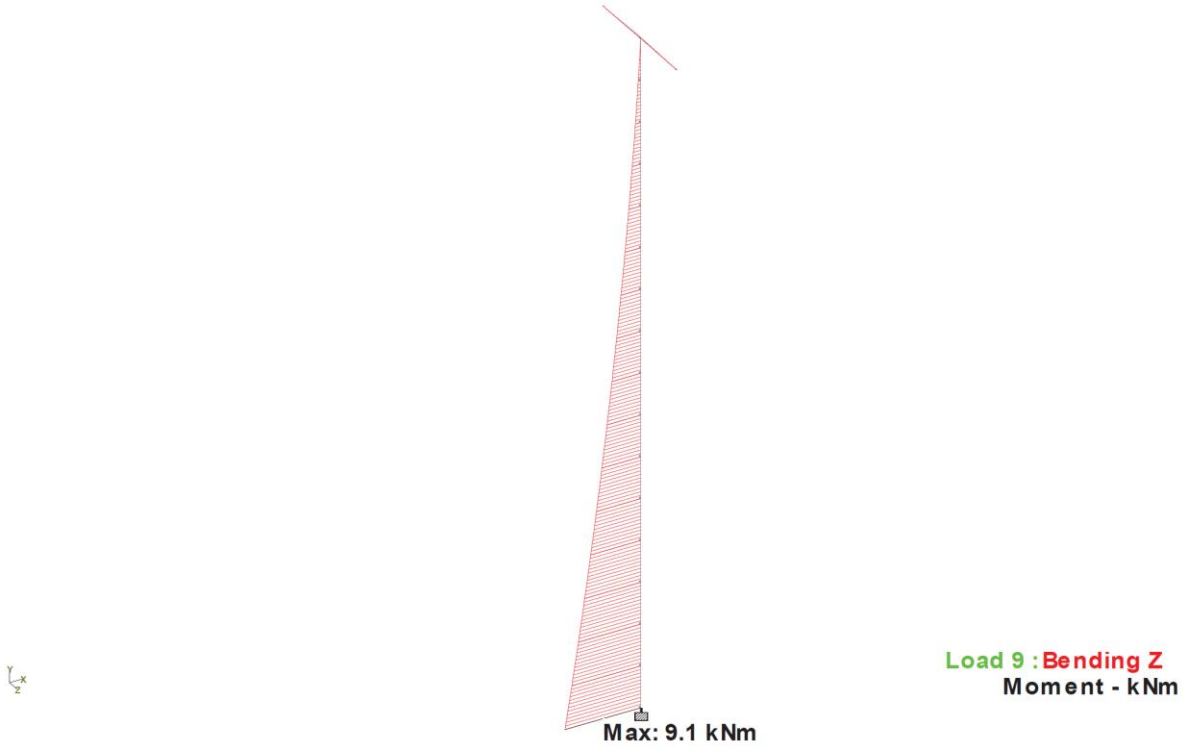
Sign convention is as the action of the joint on the beam.

			Axial	Shear		Torsion	Bending	
Beam	Node	L/C	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1	2	9:A1	0.5	0.6	0.0	0.0	-0.0	-0.0
		10:A2	0.3	0.3	0.0	-0.2	0.1	-0.0
		11:B1	0.6	0.8	0.0	0.0	-0.0	-0.0
		12:B2	0.3	0.4	0.0	-0.2	0.2	-0.0
	3	9:A1	-0.5	-0.6	0.0	-0.0	0.0	0.3
		10:A2	-0.3	-0.4	-0.0	0.2	-0.1	0.2
		11:B1	-0.6	-0.9	0.0	-0.0	0.0	0.4
		12:B2	-0.4	-0.5	-0.0	0.2	-0.2	0.2
2	3	9:A1	0.5	0.6	0.0	0.0	-0.0	-0.3
		10:A2	0.3	0.4	0.0	-0.2	0.1	-0.2
		11:B1	0.6	0.9	0.0	0.0	-0.0	-0.4
		12:B2	0.4	0.5	0.0	-0.2	0.2	-0.2
	4	9:A1	-0.5	-0.7	0.0	-0.0	0.0	0.6
		10:A2	-0.3	-0.4	-0.0	0.2	-0.1	0.4
		11:B1	-0.6	-1.0	0.0	-0.0	0.0	0.9
		12:B2	-0.4	-0.6	-0.0	0.2	-0.2	0.5
3	4	9:A1	0.5	0.7	0.0	0.0	-0.0	-0.6
		10:A2	0.3	0.4	0.0	-0.2	0.1	-0.4
		11:B1	0.6	1.0	0.0	0.0	-0.0	-0.9
		12:B2	0.4	0.6	0.0	-0.2	0.2	-0.5
	5	9:A1	-0.6	-0.8	0.0	-0.0	0.0	1.0
		10:A2	-0.4	-0.5	-0.0	0.2	-0.1	0.6
		11:B1	-0.7	-1.1	0.0	-0.0	0.0	1.4
		12:B2	-0.4	-0.7	-0.0	0.2	-0.2	0.8
4	5	9:A1	0.6	0.8	0.0	0.0	-0.0	-1.0
		10:A2	0.4	0.5	0.0	-0.2	0.1	-0.6
		11:B1	0.7	1.1	0.0	0.0	-0.0	-1.4
		12:B2	0.4	0.7	0.0	-0.2	0.2	-0.8
	6	9:A1	-0.6	-0.9	0.0	-0.0	0.0	1.4
		10:A2	-0.4	-0.6	-0.0	0.2	-0.1	0.9
		11:B1	-0.7	-1.2	0.0	-0.0	0.0	2.0
		12:B2	-0.5	-0.8	-0.0	0.2	-0.2	1.2
5	6	9:A1	0.6	0.9	0.0	0.0	-0.0	-1.4
		10:A2	0.4	0.6	0.0	-0.2	0.1	-0.9
		11:B1	0.7	1.2	0.0	0.0	-0.0	-2.0
		12:B2	0.5	0.8	0.0	-0.2	0.2	-1.2
	7	9:A1	-0.6	-0.9	0.0	-0.0	0.0	1.9
		10:A2	-0.4	-0.7	-0.0	0.2	-0.1	1.2
		11:B1	-0.8	-1.3	0.0	-0.0	0.0	2.6
		12:B2	-0.5	-0.9	-0.0	0.2	-0.2	1.7
6	7	9:A1	0.6	0.9	0.0	0.0	-0.0	-1.9
		10:A2	0.4	0.7	0.0	-0.2	0.1	-1.2
		11:B1	0.8	1.3	0.0	0.0	-0.0	-2.6
		12:B2	0.5	0.9	0.0	-0.2	0.2	-1.7
	8	9:A1	-0.7	-1.0	0.0	-0.0	0.0	2.4
		10:A2	-0.5	-0.7	-0.0	0.2	-0.1	1.5
		11:B1	-0.8	-1.4	0.0	-0.0	0.0	3.3
		12:B2	-0.6	-1.0	-0.0	0.2	-0.2	2.1
7	8	9:A1	0.7	1.0	0.0	0.0	-0.0	-2.4
		10:A2	0.5	0.7	0.0	-0.2	0.1	-1.5
		11:B1	0.8	1.4	0.0	0.0	-0.0	-3.3
		12:B2	0.6	1.0	0.0	-0.2	0.2	-2.1
	9	9:A1	-0.7	-1.1	0.0	-0.0	0.0	2.9
		10:A2	-0.5	-0.8	-0.0	0.2	-0.1	1.9
		11:B1	-0.9	-1.5	0.0	-0.0	0.0	4.0
		12:B2	-0.6	-1.1	-0.0	0.2	-0.2	2.7
8	9	9:A1	0.7	1.1	0.0	0.0	-0.0	-2.9
		10:A2	0.5	0.8	0.0	-0.2	0.1	-1.9
		11:B1	0.9	1.5	0.0	0.0	-0.0	-4.0
		12:B2	0.6	1.1	0.0	-0.2	0.2	-2.7
	10	9:A1	-0.8	-1.1	0.0	-0.0	0.0	3.4
		10:A2	-0.6	-0.9	-0.0	0.2	-0.1	2.3
		11:B1	-0.9	-1.6	0.0	-0.0	0.0	4.8
		12:B2	-0.7	-1.2	-0.0	0.2	-0.2	3.2

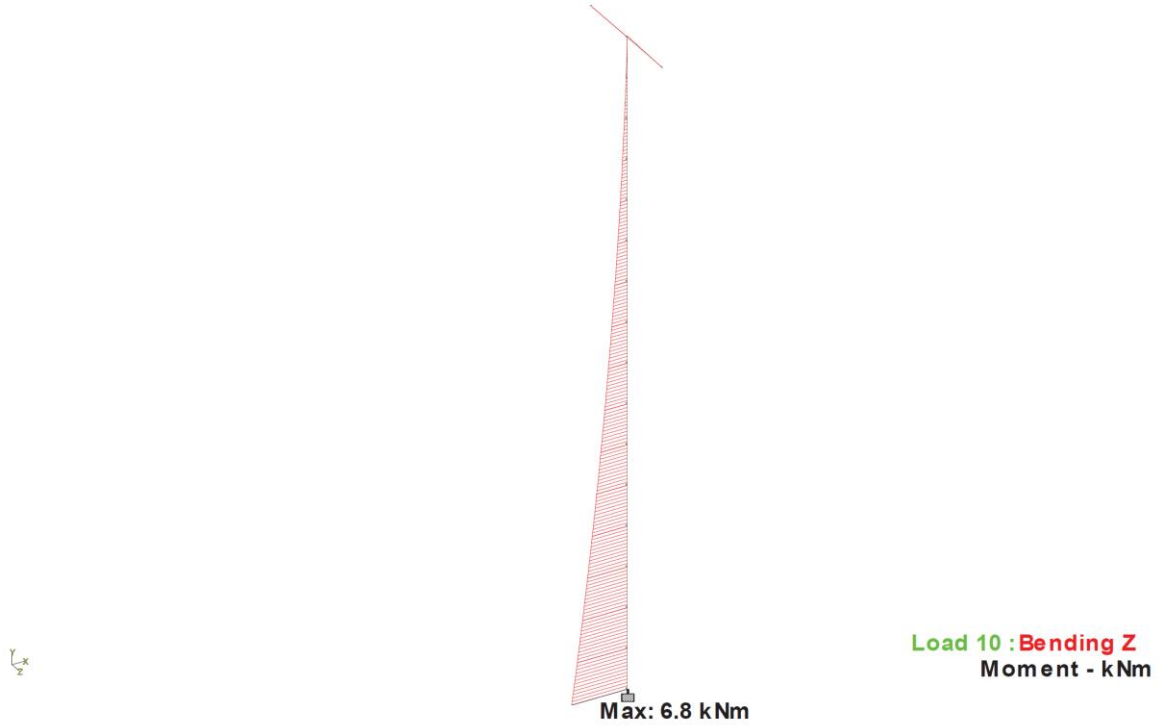
9	10	9:A1	0.8	1.1	0.0	0.0	-0.0	-3.4
		10:A2	0.6	0.9	0.0	-0.2	0.1	-2.3
		11:B1	0.9	1.6	0.0	0.0	-0.0	-4.8
		12:B2	0.7	1.2	0.0	-0.2	0.2	-3.2
	11	9:A1	-0.8	-1.2	0.0	-0.0	0.0	4.0
		10:A2	-0.6	-0.9	-0.0	0.2	-0.1	2.8
		11:B1	-1.0	-1.7	0.0	-0.0	0.0	5.6
		12:B2	-0.7	-1.3	-0.0	0.2	-0.2	3.9
10	11	9:A1	0.8	1.2	0.0	0.0	-0.0	-4.0
		10:A2	0.6	0.9	0.0	-0.2	0.1	-2.8
		11:B1	1.0	1.7	0.0	0.0	-0.0	-5.6
		12:B2	0.7	1.3	0.0	-0.2	0.2	-3.9
	12	9:A1	-0.9	-1.3	0.0	-0.0	0.0	4.6
		10:A2	-0.7	-1.0	-0.0	0.2	-0.1	3.2
		11:B1	-1.0	-1.8	0.0	-0.0	0.0	6.5
		12:B2	-0.8	-1.4	-0.0	0.2	-0.2	4.5
11	12	9:A1	0.9	1.3	0.0	0.0	-0.0	-4.6
		10:A2	0.7	1.0	0.0	-0.2	0.1	-3.2
		11:B1	1.0	1.8	0.0	0.0	-0.0	-6.5
		12:B2	0.8	1.4	0.0	-0.2	0.2	-4.5
	13	9:A1	-0.9	-1.3	0.0	-0.0	0.0	5.3
		10:A2	-0.7	-1.1	-0.0	0.2	-0.1	3.8
		11:B1	-1.1	-1.9	0.0	-0.0	0.0	7.4
		12:B2	-0.8	-1.5	-0.0	0.2	-0.2	5.3
12	13	9:A1	0.9	1.3	0.0	0.0	-0.0	-5.3
		10:A2	0.7	1.1	0.0	-0.2	0.1	-3.8
		11:B1	1.1	1.9	0.0	0.0	-0.0	-7.4
		12:B2	0.8	1.5	0.0	-0.2	0.2	-5.3
	14	9:A1	-1.0	-1.4	0.0	-0.0	0.0	6.0
		10:A2	-0.8	-1.1	-0.0	0.2	-0.1	4.3
		11:B1	-1.2	-2.0	0.0	-0.0	0.0	8.4
		12:B2	-0.9	-1.6	-0.0	0.2	-0.2	6.0
13	14	9:A1	1.0	1.4	0.0	0.0	-0.0	-6.0
		10:A2	0.8	1.1	0.0	-0.2	0.1	-4.3
		11:B1	1.2	2.0	0.0	0.0	-0.0	-8.4
		12:B2	0.9	1.6	0.0	-0.2	0.2	-6.0
	15	9:A1	-1.0	-1.5	0.0	-0.0	0.0	6.7
		10:A2	-0.8	-1.2	-0.0	0.2	-0.1	4.9
		11:B1	-1.2	-2.1	0.0	-0.0	0.0	9.4
		12:B2	-1.0	-1.7	-0.0	0.2	-0.2	6.8
14	15	9:A1	1.0	1.5	0.0	0.0	-0.0	-6.7
		10:A2	0.8	1.2	0.0	-0.2	0.1	-4.9
		11:B1	1.2	2.1	0.0	0.0	-0.0	-9.4
		12:B2	1.0	1.7	0.0	-0.2	0.2	-6.8
	1	9:A1	-1.1	-1.5	0.0	-0.0	0.0	7.5
		10:A2	-0.9	-1.3	-0.0	0.2	-0.1	5.5
		11:B1	-1.3	-2.2	0.0	-0.0	0.0	10.4
		12:B2	-1.0	-1.8	-0.0	0.2	-0.2	7.7
15	17	9:A1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	-0.0
		10:A2	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
		11:B1	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	-0.0
		12:B2	0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
	2	9:A1	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	-0.1
		10:A2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0
		11:B1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.2	-0.2
		12:B2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0
16	16	9:A1	0.0	-0.2	0.2	0.0	-0.0	-0.0
		10:A2	0.0	-0.2	0.2	0.0	-0.0	-0.0
		11:B1	0.0	-0.2	0.2	0.0	-0.0	-0.0
		12:B2	0.0	-0.2	0.2	0.0	-0.0	-0.0
	2	9:A1	0.0	0.2	-0.3	0.0	-0.2	-0.1
		10:A2	0.0	0.2	-0.3	0.0	-0.2	-0.1
		11:B1	0.0	0.3	-0.4	0.0	-0.2	-0.2
		12:B2	0.0	0.3	-0.4	0.0	-0.2	-0.2

17	18	9:A1	1.2	1.7	0.0	0.0	-0.0	9.1
		10:A2	1.0	1.4	-0.0	-0.2	0.1	6.8
		11:B1	1.4	2.4	0.0	0.0	-0.0	12.7
		12:B2	1.2	2.0	-0.0	-0.2	0.2	9.6
	19	9:A1	-1.1	-1.6	0.0	-0.0	0.0	-8.2
		10:A2	-0.9	-1.3	0.0	0.2	-0.1	-6.1
		11:B1	-1.4	-2.3	0.0	-0.0	0.0	-11.5
		12:B2	-1.1	-1.9	0.0	0.2	-0.2	-8.6
18	19	9:A1	1.1	1.6	0.0	0.0	-0.0	8.2
		10:A2	0.9	1.3	-0.0	-0.2	0.1	6.1
		11:B1	1.4	2.3	0.0	0.0	-0.0	11.5
		12:B2	1.1	1.9	-0.0	-0.2	0.2	8.6
	1	9:A1	-1.1	-1.5	0.0	-0.0	0.0	-7.5
		10:A2	-0.9	-1.3	0.0	0.2	-0.1	-5.5
		11:B1	-1.3	-2.2	0.0	-0.0	0.0	-10.4
		12:B2	-1.0	-1.8	0.0	0.2	-0.2	-7.7

Tablica 2.8.1.-16 Sile na krajevima greda

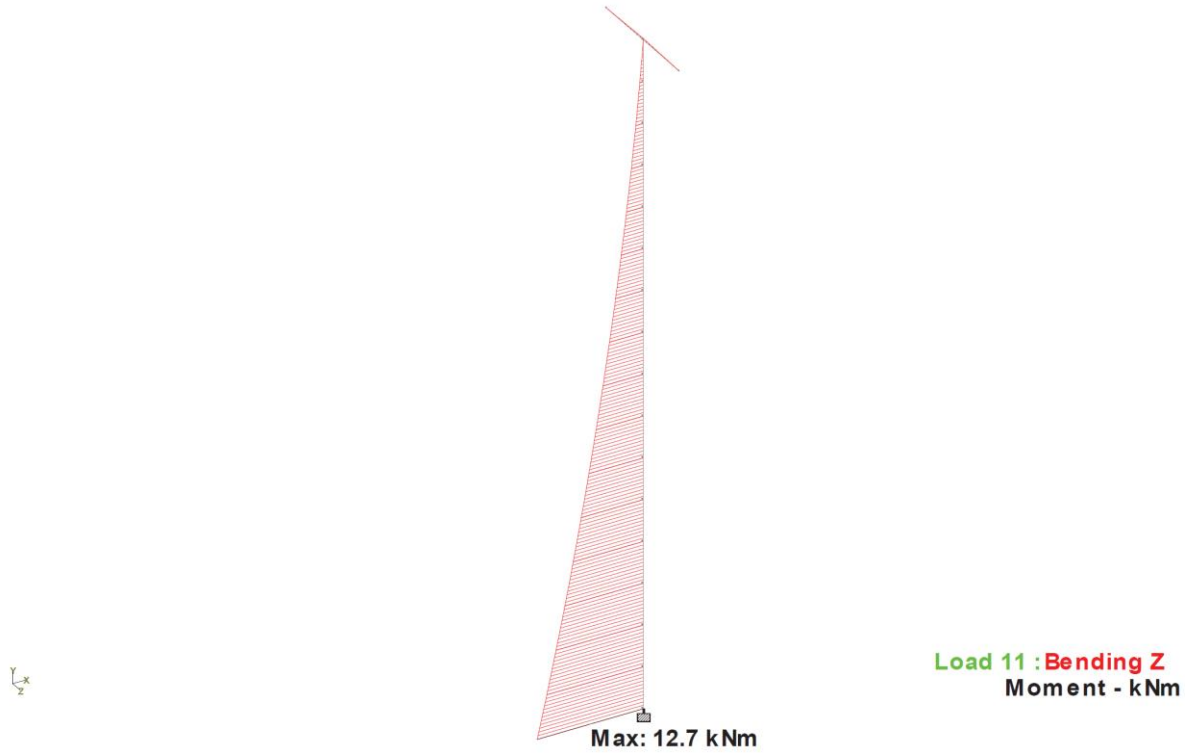


Slika 2.8.1.-14 Moment savijanja M_X za kombinaciju opterećenja A1 [mm]

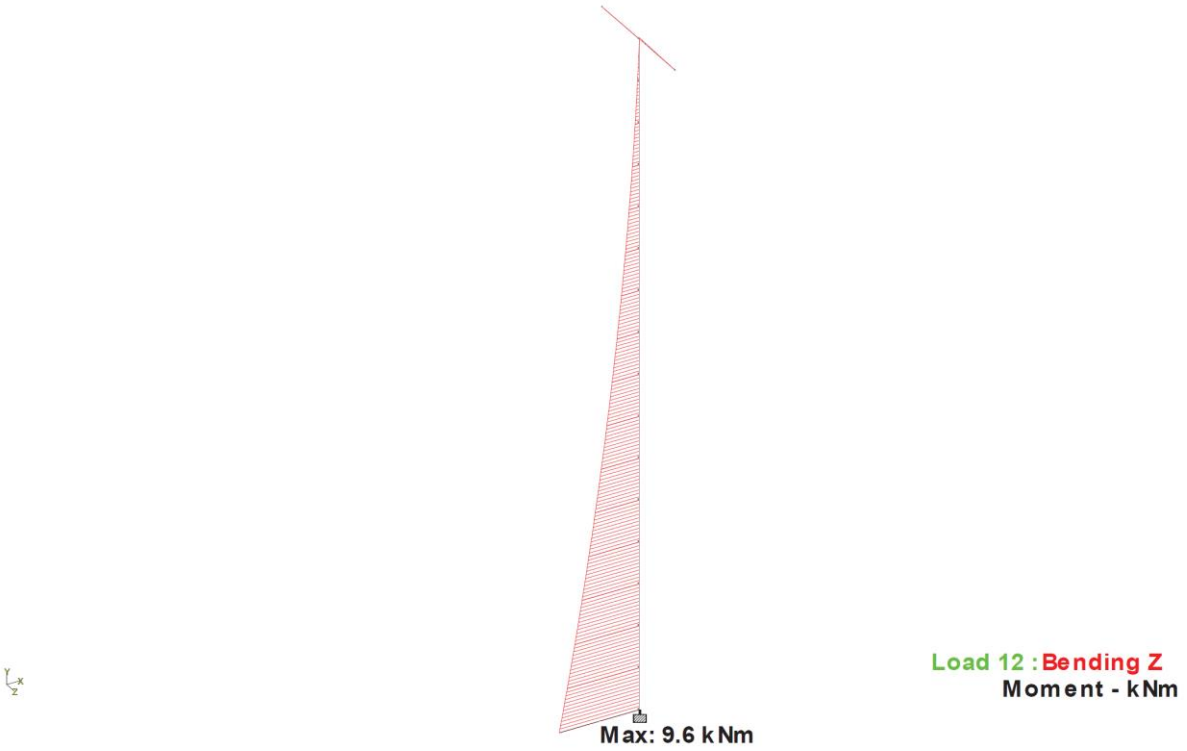


Slika 2.8.1.-15 Moment savijanja M_X za kombinaciju opterećenja A2 [mm]

Slika 2.8.1.-16 Moment savijanja M_Y za kombinaciju opterećenja A2 [mm]



Slika 2.8.1.-17 Moment savijanja M_X za kombinaciju opterećenja B1 [mm]



Slika 2.8.1.-18 Moment savijanja M_X za kombinaciju opterećenja B2 [mm]

Slika 2.8.1.-19 Moment savijanja M_Y za kombinaciju opterećenja B2 [mm]

Beam Combined Axial and Bending Stresses Summary

			Max Comp			Max Tens		
Beam	L/C	Length (m)	Stress (N/mm^2)	d (m)	Corner	Stress (N/mm^2)	d (m)	Corner
1	9:A1	1	22	1	1	-21	1	3
	10:A2	1	12	1	1	-11	1	3
	11:B1	1	31	1	1	-30	1	3
	12:B2	1	17	1	1	-16	1	3
2	9:A1	1	41	1	1	-40	1	3
	10:A2	1	23	1	1	-22	1	3
	11:B1	1	58	1	1	-56	1	3
	12:B2	1	33	1	1	-32	1	3
3	9:A1	1	58	1	1	-57	1	3
	10:A2	1	34	1	1	-33	1	3
	11:B1	1	81	1	1	-80	1	3
	12:B2	1	48	1	1	-47	1	3
4	9:A1	1	73	1	1	-72	1	3
	10:A2	1	44	1	1	-44	1	3
	11:B1	1	102	1	1	-100	1	3
	12:B2	1	62	1	1	-61	1	3

5	9:A1	1	86	1	1	-85	1	3
	10:A2	1	54	1	1	-53	1	3
	11:B1	1	121	1	1	-119	1	3
	12:B2	1	76	1	1	-75	1	3
6	9:A1	1	98	1	1	-97	1	3
	10:A2	1	63	1	1	-62	1	3
	11:B1	1	137	1	1	-135	1	3
	12:B2	1	88	1	1	-87	1	3
7	9:A1	1	109	1	1	-107	1	3
	10:A2	1	72	1	1	-71	1	3
	11:B1	1	152	1	1	-150	1	3
	12:B2	1	100	1	1	-99	1	3
8	9:A1	1	118	1	1	-117	1	3
	10:A2	1	80	1	1	-79	1	3
	11:B1	1	165	1	1	-163	1	3
	12:B2	1	111	1	1	-110	1	3
9	9:A1	1	126	1	1	-125	1	3
	10:A2	1	87	1	1	-86	1	3
	11:B1	1	177	1	1	-175	1	3
	12:B2	1	122	1	1	-120	1	3
10	9:A1	1	134	1	1	-133	1	3
	10:A2	1	94	1	1	-93	1	3
	11:B1	1	188	1	1	-186	1	3
	12:B2	1	131	1	1	-130	1	3
11	9:A1	1	141	1	1	-140	1	3
	10:A2	1	100	1	1	-99	1	3
	11:B1	1	197	1	1	-196	1	3
	12:B2	1	140	1	1	-139	1	3
12	9:A1	1	147	1	1	-146	1	3
	10:A2	1	106	1	1	-105	1	3
	11:B1	1	206	1	1	-204	1	3
	12:B2	1	148	1	1	-147	1	3
13	9:A1	1	153	1	1	-152	1	3
	10:A2	1	112	1	1	-111	1	3
	11:B1	1	215	1	1	-213	1	3
	12:B2	1	156	1	1	-155	1	3
14	9:A1	1	159	1	1	-157	1	3
	10:A2	1	117	1	1	-116	1	3
	11:B1	1	222	1	1	-220	1	3
	12:B2	1	164	1	1	-162	1	3
15	9:A1	1	31	1		-31	1	
	10:A2	1	2	1		-2	1	
	11:B1	1	40	1		-40	1	
	12:B2	1	2	1		-2	1	
16	9:A1	1	31	1		-31	1	
	10:A2	1	31	1		-31	1	
	11:B1	1	40	1		-40	1	
	12:B2	1	40	1		-40	1	
17	9:A1	1	168	0	2	-167	0	1
	10:A2	1	127	0	2	-125	0	1
	11:B1	1	236	0	2	-234	0	1
	12:B2	1	177	0	2	-176	0	1
18	9:A1	1	164	0	2	-162	0	1
	10:A2	1	122	0	2	-121	0	1
	11:B1	1	229	0	2	-227	0	1
	12:B2	1	171	0	2	-169	0	1

Tablica 2.8.1.-17 Zbirna rekapitulacija osnih naprezanja i naprezanja od savijanja u gredama

2.8.3. Dimenzioniranje

Materijal: čelik S235 JR EN 10025

$f_y = 235\ N/mm^2$

f_u = 360 N/mm²
E = 210 000 N/mm²
γ_m = 1,15

U nastavku sljede dimenzioniranje elemenata stupa.

Presjek stupa na mjestu sidrenja:

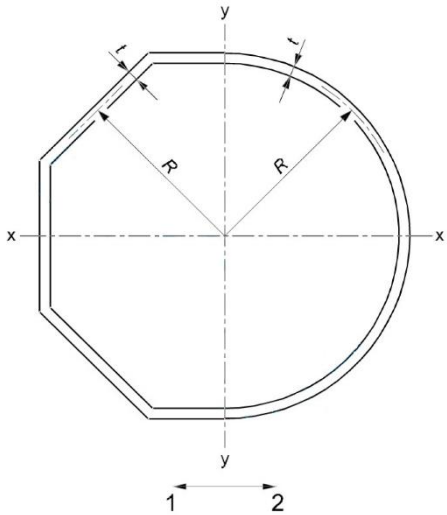
a) *Simetrični nosači, bez torzije*

Dimenzije: 161,0 × 3,00 mm

zatvoreni kružni poprečni presjek - kod zatvorenih kružnih poprečnih presjeka momenti savijanja oko osi x i y mogu se kombinirati kao jedan dominirajući moment M_p dan formulom:

$$M_p = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{12{,}70^2 + 0^2} = 12{,}70\ kNm$$

M_x = 12,70 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B1



Moment otpora poprečnog presjeka [Nm] dat je formulom:

$$M_{up} = \frac{f_y \times Ø_1 \times Z_p}{10^3 \times \gamma_m}$$

f_y – karakteristična vrijednost granice popuštanja mterijala [N/mm²]
Z_p – modul plastičnosti [mm³]
za kružni poprečni presjek $Z_p = 4 \times R^2 \times t$ = 99 856 mm³
R – srednja vrijednost radijusa poprečnog presjeka [mm]
5 – debljina stijenke [mm]
ϕ_1 – faktor poprečnog presjeka očitan iz dijagrama

vrijednost ε je dana izrazom $\varepsilon = \frac{1}{2} \times \frac{R}{t} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0{,}42\ \rightarrow$
očitano $Ø_1 = 1{,}00$

$$M_{up} = \frac{f_y \times Ø_1 \times Z_p}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 1{,}00 \times 99\,856}{10^3 \times 1{,}15} = 20\,405{,}36\ Nm = 20{,}41\ kNm$$

$M_{up} > M_p$ → 20,41 kNm > 12,70 kNm (62,24%)

Odabrani presjek zadovoljava

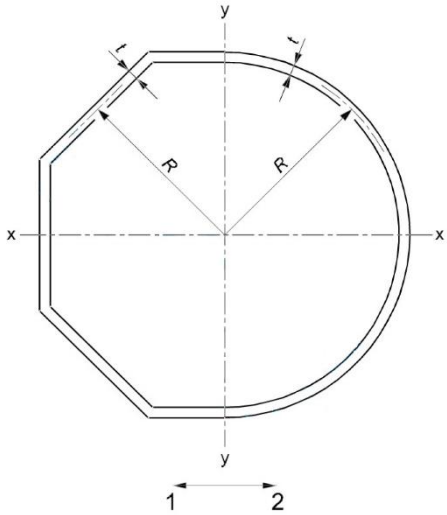
b) *Asimetrični nosači, torzija*

Dimenzije: 161,0 × 3,00 mm

zatvoreni kružni poprečni presjek - kod zatvorenih kružnih poprečnih presjeka momenti savijanja oko osi x i y mogu se kombinirati kao jedan dominirajući moment M_p dan formulom:

$$M_p = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{9{,}60^2 + 0^2} = 9{,}60\ kNm$$

M_x = 9,60 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B2



Moment otpora poprečnog presjeka [Nm] dat je formulom:

$$M_{up} = \frac{f_y \times Ø_1 \times Z_p}{10^3 \times \gamma_m}$$

f_y – karakteristična vrijednost granice popuštanja mterijala [N/mm²]
Z_p – modul plastičnosti [mm³]
za kružni poprečni presjek $Z_p = 4 \times R^2 \times t = 99\,856$ mm³
R – srednja vrijednost radijusa poprečnog presjeka [mm]
t – debljina stijenke [mm]
ϕ_1 – faktor poprečnog presjeka očitan iz dijagrama

vrijednost ε je dana izrazom $\varepsilon = \frac{1}{2} \times \frac{R}{t} \times \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0{,}42 \rightarrow$

$očitano\ Ø_1 = 1{,}00$

$$M_{up} = \frac{f_y \times Ø_1 \times Z_p}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 1{,}00 \times 99\,856}{10^3 \times 1{,}15} = 20\,405{,}36\ Nm = 20{,}41\ kNm$$

$M_{up} > M_p$ → 20,41 kNm > 9,60 kNm (47,05%)

Odabrani presjek zadovoljava

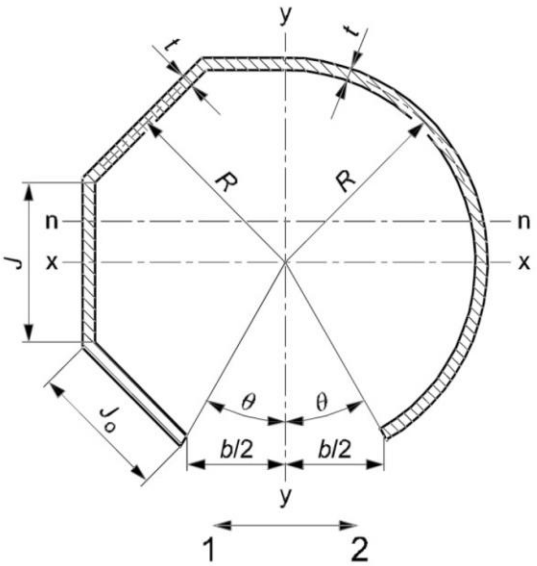
Ojačanje otvora na dnu otvora:

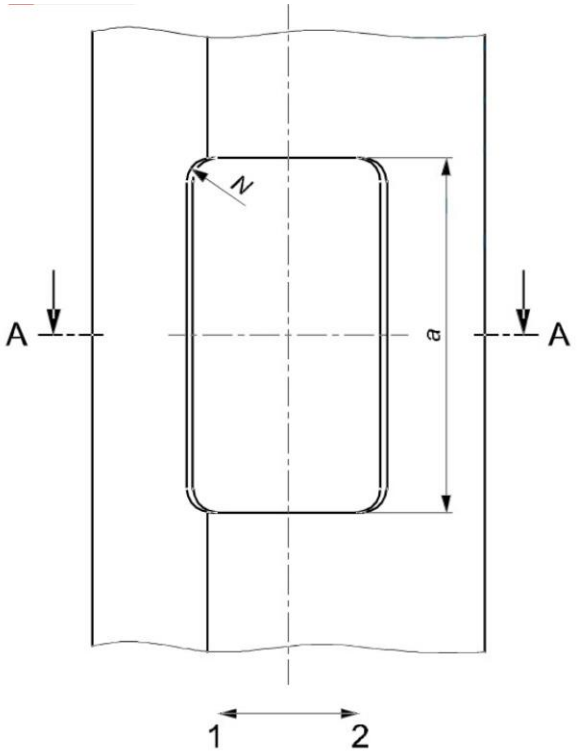
a) Simetrični nosači, bez torzije

Dimenzije: 148,50 × 3,00 mm

kod kružnih poprečnih presjeka s otvorom (sa ojačanjem) moment savijanja oko slabije osi x - M_x je očitan iz dijagrama, na najnižoj točci otvora na stupu (z = 1,25 m). U slučaju simetričnog nosača, bez torzije M_y ne postoji stoga M_y=0

M_x = 8,90 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B1 za najnižu točku otvora, 1,25 m od vrha temelja, kao srednja vrijednost momenta savijanja za grede 14 i 13 (9,40+8,40)÷2





$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m}$$

f_y – karakteristična vrijednost granice popuštanja mterijala [N/mm²]
Z_{pnr} – modul plastičnosti, uključujući efektivno ojačanje otvora [mm³]
za poprečni presjek tip 3:

$$Z_{pnr} = F \times R^2 \times t \times \left[2 \times cos\left(\frac{\theta}{2} - \frac{90 \times B_x}{\pi}\right) - sin\,\theta + B_x \times cos\,\theta\right] =$$

$$2{,}00 \times 72{,}75^2 \times 3{,}00 \times \left[2 \times cos\left(\frac{42{,}33°}{2} - \frac{90 \times 1{,}72}{\pi}\right) - sin\,42{,}33° + 1{,}72 \times cos\,42{,}33°\right]$$
$$= 74\,988{,}35\ mm^3$$

F – za kružni poprečni presjek F = 2,00
R – srednja vrijednost radijusa poprečnog presjeka [mm]
t – debljina stijenke [mm]
Θ – polovica kuta otvora poprečnog presjeka ϑ = 42,33°
$B_x = \frac{A_e}{R \times t} \times \frac{m_{ox}}{m_x} = \frac{753{,}10}{72{,}75 \times 3{,}00} \times \frac{31{,}58}{63{,}46}$ *= 1,72 mm*
A_e – efektivni poprečni prejsek ojačanja otvora [mm]
m_{ox} – udaljenost središta stijenke ojačanja vrate okomito do osi x-x [mm]
m_x – udaljenost od središta stijenke stupa okomito do osi x-x [mm]
ϕ_6 – faktor za ojačani otvor tipa 3, očitano iz tablice ϕ_6 = 3,15
L – efektivna visina otvora [mm] L = (a – 0,43 × N) =478,50 mm
a – ukupna visina otvora [mm] a = 500 mm
N – radijus ugla otvora [mm] a = 20 mm N ≤ b÷2 b ≈ 96 mm

$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 3{,}15 \times 74\,988{,}35}{10^3 \times 1{,}15} = 48\,269{,}67\ Nm = 48{,}27\ kNm$$

$M_{ux} > M_x$ → 48,27 kNm > 8,90 kNm (18,44%)

Odabrani prejsek zadovoljava

Napomena: **Zavariti čeličnu ploču debljine 6 mm i širine 60 mm od čelika S235 sa obje strane otvora. Čelične ploče postaviti sa unutrašnje strane otvora. Prepust ploča,u odnosu na vanjsku točku na vrhu i dnu otvora, je 25 mm.**

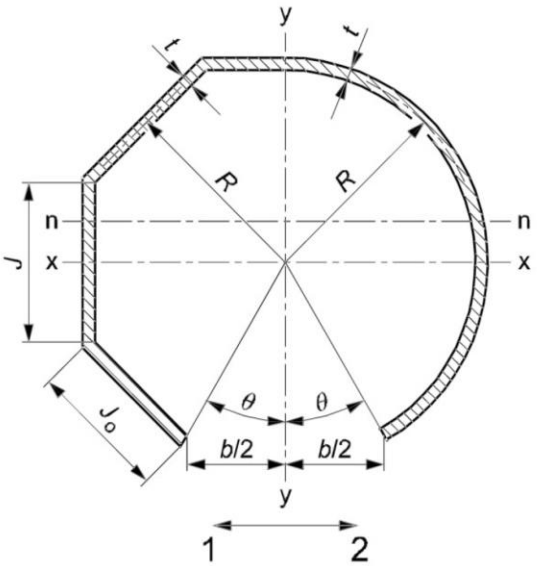
Napomena: **Proračun je napravljen za otvor od 500. Očito, istinit je i za manje otovore.**

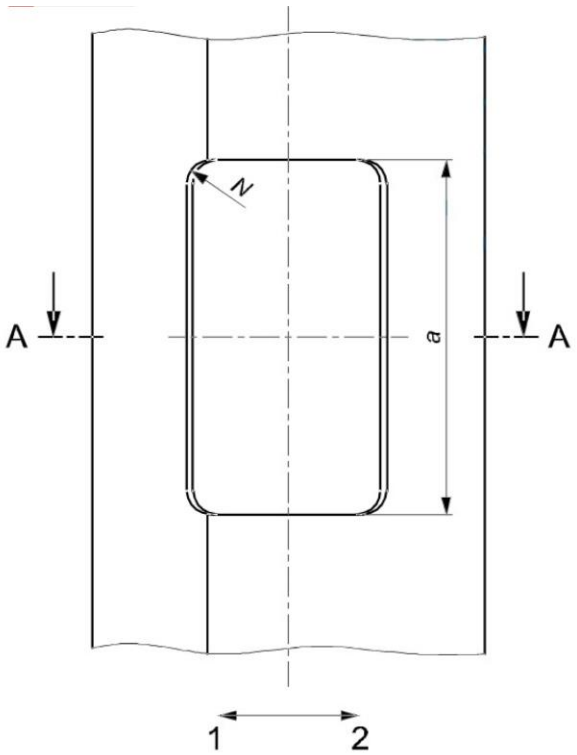
b) Asimetrični nosači, torzija

Dimenzije: 148,50 × 3,00 mm

kod kružnih poprečnih presjeka s otvorom (sa ojačanjem) moment savijanja oko slabije osi x - M_x je očitan iz dijagrama, na najnižoj točci otvora na stupu (z = 1,25 m). U slučaju asimetričnog nosača, M_y je također očitan iz dijagrama.

M_x = 6,40 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B2 za najnižu točku otvora, 1,25 m od vrha temelja, kao srednja vrijednost momenta savijanja za grede 14 i 13 (6,80+6,00)÷2
M_y = 0,20 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B2 za najnižu točku otvora, 1,25 m od vrha temelja, kao srednja vrijednost momenta savijanja za grede 14 i 13 (0,20+0,20)÷2





$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m}$$

f_y – karakteristična vrijednost granice popuštanja mterijala [N/mm²]
Z_{pnr} – modul plastičnosti oko normalne osi, uključujući efektivno ojačanje otvora [mm³]
Z_{pyr} – modul plastičnosti oko osi y, uključujući efektivno ojačanje otvora [mm³]
za poprečni presjek tip 3:

$$Z_{pnr} = F \times R^2 \times t \times \left[2 \times cos\left(\frac{\theta}{2} - \frac{90 \times B_x}{\pi}\right) - sin\,\theta + B_x \times cos\,\theta\right] =$$

$$2{,}00 \times 72{,}75^2 \times 3{,}00 \times \left[2 \times cos\left(\frac{42{,}33°}{2} - \frac{90 \times 1{,}72}{\pi}\right) - sin\,42{,}33° + 1{,}72 \times cos\,42{,}33°\right]$$
$$= 74\,988{,}35\ mm^3$$

$$Z_{pyr} = F \times R^2 \times t \times \left[1 + cos\,\theta + B_y \times sin\,\theta\right] =$$
$$2 \times 72{,}75^2 \times 3 \times [1 + cos\,42{,}33° + 4{,}36 \times sin\,42{,}33°] = 148\,476{,}50\ mm^3$$

F – za kružni poprečni presjek F = 2,00
R – srednja vrijednost radijusa poprečnog presjeka [mm]
t – debljina stijenke [mm]
Θ – polovica kuta otvora poprečnog presjeka ϑ = 42,33°

$B_x = \frac{A_e}{R \times t} \times \frac{m_{ox}}{m_x} = \frac{753{,}10}{72{,}75 \times 3{,}00} \times \frac{31{,}58}{63{,}46}$ *=1,72 mm*

$B_y = \frac{A_e}{R \times t} \times \frac{m_{oy}}{m_y} = \frac{753{,}10}{72{,}75 \times 3{,}00} \times \frac{61{,}92}{49{,}00}$ *=4,36 mm*

A_e – efektivni poprečni prejsek ojačanja otvora [mm]
m_{ox} – udaljenost središta stijenke ojačanja vrate okomito do osi x-x [mm]
m_x – udaljenost od središta stijenke stupa okomito do osi x-x [mm]
m_{oy} – udaljenost središta stijenke ojačanja vrate okomito do osi y-y [mm]
m_y – udaljenost od središta stijenke stupa okomito do osi y-y [mm]
ϕ_6 – faktor za ojačani otvor tipa 3očitano iz tablice ϕ_6 = 3,15
L – efektivna visina otvora [mm] L = (a – 0,43 × N) =478,50 mm
a – ukupna visina otvora [mm] a = 500 mm
N – radijus ugla otvora [mm] a = 20 mm N ≤ b÷2 b ≈ 96 mm

$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 3{,}15 \times 74\,988{,}35}{10^3 \times 1{,}15} = 48\,269{,}67\ Nm = 48{,}27\ kNm$$

$M_{ux} > M_x$ → 48,27 kNm > 6,40 kNm (13,26%)

$$M_{uy} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pyr}}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 3{,}15 \times 148\,476{,}50}{10^3 \times 1{,}15} = 95\,573{,}65\ Nm = 95{,}57\ kNm$$

$M_{uy} > M_y$ → 95,57 kNm > 0,20 kNm (0,21%)

Odabrani presjek zadovoljava

Napomena: **Zavariti čeličnu ploču debljine 6 mm i širine 60 mm od čelika S235 sa obje strane otvora. Čelične ploče postaviti sa unutrašnje strane otvora. Prepust ploča,u odnosu na vanjsku točku na vrhu i dnu otvora, je 25 mm.**

Napomena: **Proračun je napravljen za otvor od 500. Očito, istinit je i za manje otovore.**

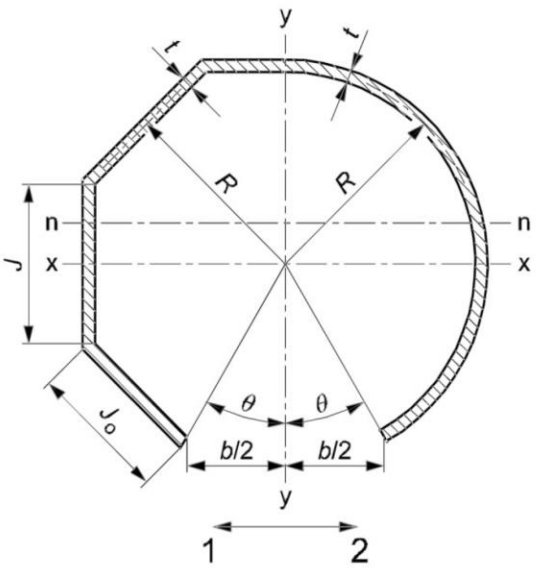
Ojačanje otvora na vrhu otvora:

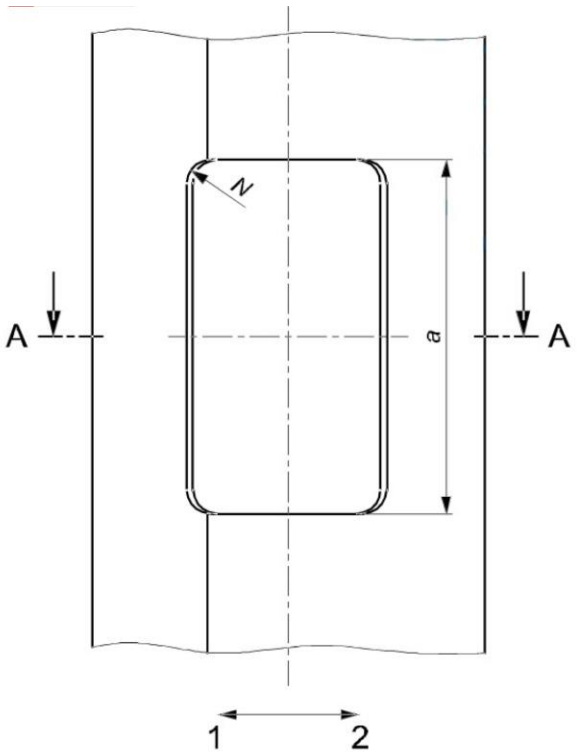
a) Simetrični nosači, bez torzije

Dimenzije: 143,50 × 3,00 mm

kod kružnih poprečnih presjeka s otvorom (sa ojačanjem) moment savijanja oko slabije osi x - M_x je očitan iz dijagrama, na najnižoj točci otvora na stupu (z = 1,25 m). U slučaju simetričnog nosača, bez torzije M_y ne postoji stoga M_y=0

M_x = 7,90 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B1 za najvišu točku otvora, 1,25 m od vrha temelja, kao srednja vrijednost momenta savijanja za grede 13 i 12 (7,40+8,40)÷2





$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m}$$

f_y – karakteristična vrijednost granice popuštanja mterijala [N/mm²]
Z_{pnr} – modul plastičnosti, uključujući efektivno ojačanje otvora [mm³]
za poprečni presjek tip 3:

$$Z_{pnr} = F \times R^2 \times t \times \left[2 \times cos\left(\frac{\theta}{2} - \frac{90 \times B_x}{\pi}\right) - sin\,\theta + B_x \times cos\,\theta\right] =$$

$$2{,}00 \times 70{,}25^2 \times 3{,}00 \times \left[2 \times cos\left(\frac{42{,}33°}{2} - \frac{90 \times 1{,}78}{\pi}\right) - sin\,42{,}33° + 1{,}78 \times cos\,42{,}33°\right]$$
$$= 70\,386{,}34\ mm^3$$

F – za kružni poprečni presjek F = 2,00
R – srednja vrijednost radijusa poprečnog presjeka [mm]
t – debljina stijenke [mm]
Θ – polovica kuta otvora poprečnog presjeka ϑ = 42,33°
$B_x = \frac{A_e}{R \times t} \times \frac{m_{ox}}{m_x} = \frac{753{,}10}{70{,}250 \times 3{,}00} \times \frac{31{,}58}{63{,}46}$ *=1,78 mm*
A_e – efektivni poprečni prejsek ojačanja otvora [mm]

m_{ox} – udaljenost središta stijenke ojačanja vrate okomito do osi x-x [mm]
m_x – udaljenost od središta stijenke stupa okomito do osi x-x [mm]
ϕ_6 – faktor za ojačani otvor tipa 3očitano iz tablice ϕ_6 = 3,05
L – efektivna visina otvora [mm] L = (a – 0,43 × N) =478,50 mm
a – ukupna visina otvora [mm] a = 500 mm
N – radijus ugla otvora [mm] a = 20 mm N ≤ b÷2 b ≈ 96 mm

$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 3{,}15 \times 70\,386{,}34}{10^3 \times 1{,}15} = 45\,307{,}38\ Nm = 45{,}31\ kNm$$

$M_{ux} > M_x$ → 45,31 kNm > 7,90 kNm (17,44%)

Odabrani presjek zadovoljava

Napomena: **Zavariti čeličnu ploču debljine 6 mm i širine 60 mm od čelika S235 sa obje strane otvora. Čelične ploče postaviti sa unutrašnje strane otvora. Prepust ploča,u odnosu na vanjsku točku na vrhu i dnu otvora, je 25 mm.**

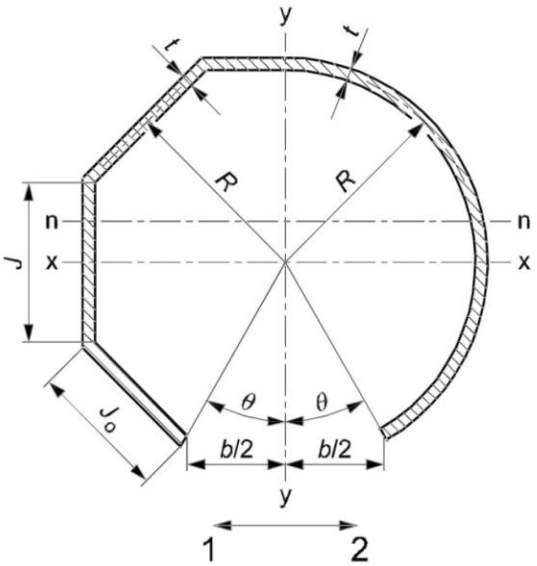
Napomena: **Proračun je napravljen za otvor od 500. Očito, istinit je i za manje otovore.**

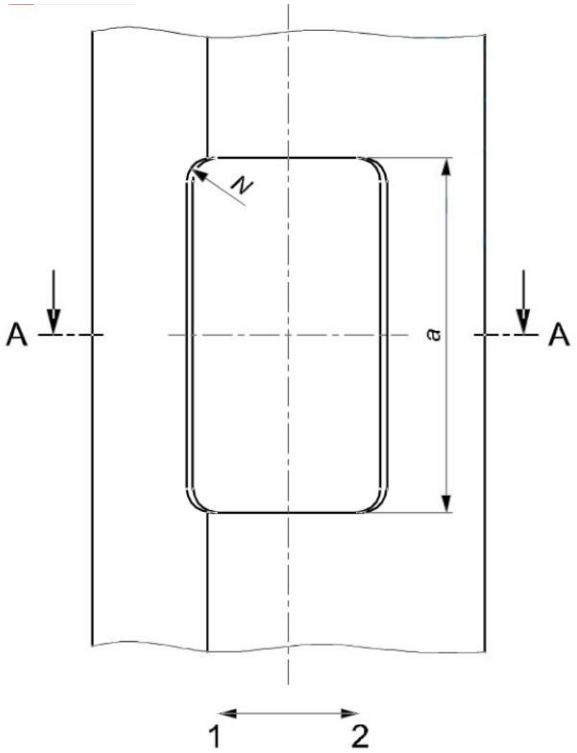
b) Asimetrični nosači, torzija

Dimenzije: 143,50 × 3,00 mm

kod kružnih poprečnih presjeka s otvorom (sa ojačanjem) moment savijanja oko slabije osi x - M_x je očitan iz dijagrama, na najnižoj točci otvora na stupu (z = 1,25 m). U slučaju asimetričnog nosača, M_y je također očitan iz dijagrama.

M_x = 5,65 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B2 za najnižu točku otvora, 1,25 m od vrha temelja, kao srednja vrijednost momenta savijanja za grede 13 i 12 (6,00+5,30)÷2
M_y = 0,20 kNm – očitano sa momentnog dijagrama za kombinaciju opterećenja B2 za najnižu točku otvora, 1,25 m od vrha temelja, kao srednja vrijednost momenta savijanja za grede 13 i 12 (0,20+0,20)÷2





$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m}$$

f_y – karakteristična vrijednost granice popuštanja mterijala [N/mm^2]
Z_{pnr} – modul plastičnosti oko normalne osi, uključujući efektivno ojačanje otvora [mm^3]
Z_{pyr} – modul plastičnosti oko osi y, uključujući efektivno ojačanje otvora [mm^3]
za poprečni presjek tip 3:

$$Z_{pnr} = F \times R^2 \times t \times \left[2 \times cos\left(\frac{\theta}{2} - \frac{90 \times B_x}{\pi}\right) - sin\,\theta + B_x \times cos\,\theta\right] =$$

$$2{,}00 \times 70{,}25^2 \times 3{,}00 \times \left[2 \times cos\left(\frac{42{,}33°}{2} - \frac{90 \times 1{,}78}{\pi}\right) - sin\,42{,}33° + 1{,}78 \times cos\,42{,}33°\right]$$
$$= 70\,386{,}34\ mm^3$$

$$Z_{pyr} = F \times R^2 \times t \times \left[1 + cos\,\theta + B_y \times sin\,\theta\right] =$$
$$2 \times 70{,}25^2 \times 3 \times [1 + cos\,42{,}33° + 4{,}52 \times sin\,42{,}33°] = 141\,541{,}40\ mm^3$$

F – za kružni poprečni presjek F = 2,00
R – srednja vrijednost radijusa poprečnog presjeka [mm]
t – debljina stijenke [mm]
Θ – polovica kuta otvora poprečnog presjeka ϑ = 42,33°

$B_x = \frac{A_e}{R \times t} \times \frac{m_{ox}}{m_x} = \frac{753{,}10}{70{,}25 \times 3{,}00} \times \frac{31{,}58}{63{,}46}$ *=1,78 mm*

$B_y = \frac{A_e}{R \times t} \times \frac{m_{oy}}{m_y} = \frac{753{,}10}{70{,}25 \times 3{,}00} \times \frac{61{,}92}{49{,}00}$ *=4,52 mm*

A_e – efektivni poprečni prejsek ojačanja otvora [mm]
m_{ox} – udaljenost središta stijenke ojačanja vrate okomito do osi x-x [mm]
m_x – udaljenost od središta stijenke stupa okomito do osi x-x [mm]
m_{oy} – udaljenost središta stijenke ojačanja vrate okomito do osi y-y [mm]
m_y – udaljenost od središta stijenke stupa okomito do osi y-y [mm]

ϕ_6 – faktor za ojačani otvor tipa 3očitano iz tablice ϕ_6 = 3,05
L – efektivna visina otvora [mm] L = (a – 0,43 × N) =478,50 mm
a – ukupna visina otvora [mm] a = 500 mm
N – radijus ugla otvora [mm] a = 20 mm N ≤ b÷2 b ≈ 96 mm

$$M_{ux} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pnr}}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 3{,}05 \times 70\,386{,}34}{10^3 \times 1{,}15} = 45\,307{,}38\ Nm = 45{,}31\ kNm$$

$M_{ux} > M_x$ → 45,31 kNm > 5,65 kNm (12,47%)

$$M_{uy} = \frac{f_y \times Ø_6 \times Z_{pyr}}{10^3 \times \gamma_m} = \frac{235 \times 3{,}05 \times 141\,541{,}40}{10^3 \times 1{,}15} = 91\,109{,}59\ Nm = 91{,}11\ kNm$$

$M_{uy} > M_y$ → 91,11 kNm > 0,20 kNm (0,22%)

Odabrani presjek zadovoljava

Napomena: **Zavariti čeličnu ploču debljine 6 mm i širine 60 mm od čelika S235 sa obje strane otvora. Čelične ploče postaviti sa unutrašnje strane otvora. Prepust ploča,u odnosu na vanjsku točku na vrhu i dnu otvora, je 25 mm.**

Napomena: **Proračun je napravljen za otvor od 500. Očito, istinit je i za manje otovore.**

2.9. Temelj rasvjetnog stupa

Izvršit će se proračun temelja za predgotovljeni čelični rasvjetni stup visine 8m. Analiza opterećenja je provedena prema normi „HRN EN 40-3 Rasvjetni stupovi“.

2.9.1. Analiza opterećenja

- **Vlastita težina elemenata**

g = 1,10 kN - stup

g = 2 x 0,042 = 0,084 kN – 2 lampe

- **Opterećenje vjetrom**

- *osnovna brzina vjetra na lokaciji*
  v =25 m/s
- *karakteristično opterećenje vjetrom*
  $q_{(z)} = \delta \times \beta \times f \times c_e(z) \times q(10)$
- *koeficijent visine stupa*

  $\delta = 1 – 0{,}01 \times h = 1 – 0{,}01 \times 8 = 0{,}92$
- *dinamički koeficijent β*

T = 0,54 s

$\beta = 1{,}00240 – 0{,}00500T^4 + 0{,}05144T^3 – 0{,}22793T^2 + 0{,}67262T = 1{,}31$

- *koeficijent topografije*

f = 1,0

- *koeficijent izloženosti ce(z) - kategorija II, (prema tablici 1 i 2, norme HRN EN 40-3-1:2013)*
- *referentno opterećenje vjetrom*

$q(10) = 0,5 \times \rho \times (C_s)^2 \times V_{ref}^2$

$V_{ref}^2 = C_{alt} \times V_{ref,0} = 1,0 \times 25 = 25$ m/s

$c_s = \sqrt{0,92} = 0,96$

$q(10) = 0,5 \times 1,25 \times 10^{-3} \times 0,96^2 \times 25^2 = 0,36$ kN/m^2

h (m)	0-4 m	4–8 m
$c_e(z)$	1,80	2,21
$q_{(z)}$ [kN/m^2]	**0,78**	**0,96**

- *koeficijent tlaka na stupu*

Re = VD/v

$V = (1/C_s) \times \sqrt{(q(z) / 0,5 \times \rho \times \delta \times \beta)}$

$v = 15,1 \times 10^{-6}$ m^2/s – kinematička viskoznost zraka

h (m)	0-4 m	4-8 m
V [m/s]	33,52	37,19
D [m]	0,161	0,111
Re	$4,02 \times 10^5$	$3,35 \times 10^5$
c	1,30	1,30

c – koeficijent oblika očitan iz dijagrama

c = 1,00 – koeficijent tlaka za svjetiljku

- *opterećenje na stup*

$F_c = A_c \times c \times q(z)$

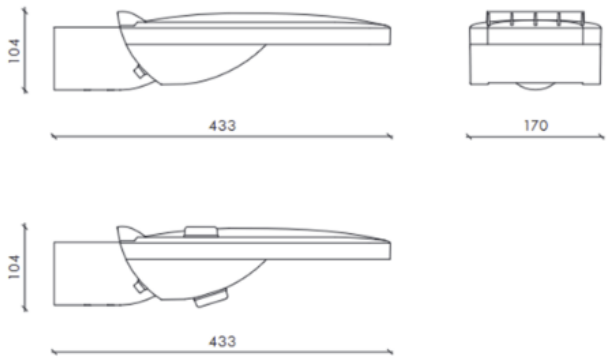
A_c – projicirana površina stupa okomito na smjer djelovanja vjetra [m^2]

- *opterećenje na svjetiljku*

$F_l = A_l \times c \times q(z) = 2 \times 0,033 \times 1,00 \times 0,96 = 0,06$ kN

$A_l = 0,033$ m^2

Neto weight:	Up to 4.2 kg
Max. wind load area, SCd:	0.033 m²



Dimensions with 2 Zhaga connectors

Podaci o svjetiljci

- ukupno opterećenje

h (m)	0-4 m	4-8 m	8 m - Svjetiljka	∑Ek	∑Ed
F_{Ek} [kN]	**0,65**	**0,55**	**0,06**	**1,26**	**1,89**
M_{Ek} [kNm]	**1,30**	**3,30**	**0,48**	**5,08**	**7,62**

- kombinacije opterećenja za kontrolu temelja

1,00 x G + 1,50 x W

1,35 x G + 1,50 x W

2.9.2. Kontrola temelja

Projektni pristup 3, prema EN 1997-1:

ULAZNI PODACI		
M_Ed	7.62	kNm
V_Ed	1.89	kN
M_M + M_V	9.42	kNm
L	1.15	m
D	1.15	m
H	0.95	m
Nadsloj zemlje	0	m
γ_beton	25	kN/m3
γ_zemlja	19	kN/m3
V_beton	1.26	m3
V_zemlja	0.00	m3
G_beton+zemlja	31.4	kN
G_konstrukcija	1.18	kN
G_ukupno	32.6	kN

NAPON ISPOD TEMELJA			PREVRTANJE			KLIZANJE			EKSCENTRICITET REZULTANTE		
A	1.3225	m2	Mstab	16.9	kNm	Fw	1.89	kN	e_dop = b/6	0.19	m
W	0.25	m3	Mdestab	9.42	kNm	Frd	8.15	kN	e_1 = M/N	0.19	m
σ_max	49.41	kPa	faktor za G	0.9		μ	0.25				
σ_min	-0.12	kPa	**56%**			**23%**					
σ_dop	150	kPa									
qmax	49	kPa									
33%											

Armatura

Usvaja se konstruktivna armatura: ±Q335, vilice Φ8/15

Projektant:

Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ

3. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1. Općenito

Program kontrole i osiguranja kvalitete obuhvaća skup sustavno planiranih aktivnosti radi postizanja propisanih tehničkih svojstava materijala, proizvoda i radova, čime se ostvaruje propisana razina kakvoće građevine tijekom uporabe.

Svi materijali i proizvodi, bez obzira na vrstu i količinu, bit će odobreni ako zadovoljavaju odredbe programa kontrole i osiguranja kvalitete te ako su proizvedeni prema važećim normama i tehničkim propisima.

Građevni proizvod može se staviti u promet i koristiti za građenje samo ako je dokazana njegova uporabljivost na način propisan Zakonom o gradnji i drugim posebnim propisima. Građevni proizvod je uporabljiv ako su njegova tehnička svojstva takva da udovoljavaju bitnim zahtjevima za građevinu, a određena su tehničkim specifikacijama ili tehničkim propisom.

Uporabljivost građevnog proizvoda dokazuje se ocjenjivanjem sukladnosti tehničkih svojstava proizvoda s tehničkim specifikacijama, što se dokazuje izjavom o sukladnosti. Dokaz uporabljivosti izvođač mora pravodobno predati nadzornom inženjeru na odobrenje. Nadzorni inženjer ima pravo i dužnost provjere dokaza uporabljivosti pomoću kontrolnih ispitivanja, prema odredbama programa kontrole i osiguranja kvalitete.

Za materijale, proizvode i radove za koje nije utvrđen postupak dokazivanja uporabljivosti provode se ispitivanja prema odredbama iz programa kontrole i osiguranja kvalitete. Ta ispitivanja obuhvaćaju najmanje:

- prethodna ispitivanja (izvođač) kao dokaz uporabljivosti,
- vlastita ispitivanja proizvođača (izvođača) tijekom proizvodnje (tekuća ispitivanja),
- kontrolna ispitivanja materijala, proizvoda i radova od strane investitora (nadzornog inženjera). Provode se na osnovi izrađenog programa ispitivanja uzimajući u obzir: tekuća ispitivanja, vizualna zapažanja mjesta (uzoraka) ispitivanja, uz primjenu provjerenih statističkih metoda.

Vrsta i opseg svih ispitivanja utvrđena su programom kontrole i osiguranja kvalitete. Sva ispitivanja provodi ovlašteni laboratorij ili laboratorij pod nadzorom ovlaštenog tijela.

Sve materijale, proizvode i radove mora odobriti nadzorni inženjer i ne mogu se mijenjati bez njegova odobrenja.

Izvođač mora nadzornom inženjeru omogućiti nesmetan pristup proizvodnom pogonu i laboratoriju radi potrebnih provjera i/ili uzimanja uzoraka za kontrolna ispitivanja.

Posebnu pažnju treba posvetiti kontroli radova o kojima ovisi ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu, te o pravodobnom uključivanju geodetskih mjerenja.

U slučaju odstupanja materijala, proizvoda i radova od propisane kakvoće, nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati dodatna ispitivanja i/ili sanaciju radova na teret izvođača radova.

U slučaju bitnog odstupanja materijala, proizvoda i radova od propisane kakvoće, nadzorni inženjer će propisati otklanjanje tih radova i njihovu zamjenu s novim materijalima, proizvodima ili radovima koji su u skladu s propisanom kakvoćom.

Investitor će (nadzorni inženjer) provoditi kontrolna ispitivanja u skladu s odredbama programa kontrole i osiguranja kvalitete, ali i prema vlastitoj procjeni.

Izvođač je dužan u svakom trenutku omogućiti nadzornom inženjeru i/ili od njega ovlaštenom tijelu provedbu kontrolnih ispitivanja, uključivo fizičko otkrivanje (skidanje) prethodno porivenih slojeva ili konstrukcija.
Materijali koji odstupaju od projektom propisanih normi smiju se ugrađivati ako izvođač dostavi jedan primjerak mjerodavnih tehničkih pravila nadzornom inženjeru najkasnije 90 dana prije početka one faze radova na koje se pravila odnose. Nakon dovršetka ugovorenih radova ti dokumenti postaju vlasništvo investitora.

3.2. Zemljani radovi

U ovom poglavlju propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se koriste pri izvođenju zemljanih radova.
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, obavezna je primjena odgovarajuće EN (europska norma). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi izvan snage, vrijedit će zamjenjujuća norma ili propis.
Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera.

3.2.1. Definicije

"Sraslo tlo" je onaj dio litosfere na kojem je predviđena izgradnja ceste ili kojeg drugog cestovnog objekta.
"Temeljno tlo" (uređeno sraslo tlo) sraslo je tlo na kojem se izgrađuje nasip, a obrađeno je tako da zadovoljava propisane geomehaničke uvjete.
"Slabo temeljno tlo" je onaj sloj koji se uobičajenim načinom ne može urediti tako da zadovoljava propisane geomehaničke uvjete, pa ga zbog nepogodnih svojstava ili stanja treba ili ukloniti ili posebnim načinima osposobiti za namijenjenu funkciju.
"Humus" je površinski sloj tla koji sadrži organske tvari u takvoj količini da mu u građevinskom smislu daju nepovoljna svojstva.
"Posteljica" je uređeni završni sloj nasipa, u usjeku uređeno sraslo tlo ili zamijenjeno sraslo tlo, određene ravnosti i nagiba, koji svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima zadovoljavaju tražene uvjete, tako da mogu bez štetnih posljedica primiti opterećenje kolničke konstrukcije i prometno opterećenje.
"Nasip" je dio ceste izgrađen od zemljanih, kamenih ili miješanih materijala na temeljnom tlu (uređenom sraslom tlu).
"Stepenica" je stepeničasti oblik iskopa u nagnutom sraslom tlu.
"Građevna jama" je iskop u sraslom tlu jamastog oblika koji služi za izradu temelja neke građevine.
"Rov" je plitki ili duboki iskop u sraslom tlu za postavljanje instalacija.
"Vrtača" je oblik prirodnog udubljenja u području kraškog terena.
"Geotekstili" su vodopropusni netkani, tkani, šivani i kompozitni materijali koji ne trunu.
"Netkani geotekstil" nastaje učvršćivanjem ravno položenih jedni na druge beskonačnih vlakana (filamenti) ili vlakana ograničene duljine (kratka vlakna). Učvršćivanje može biti mehaničko (iglanjem ili šivanjem) i/ili adhezivno (pomoću veziva) odnosno kohezivno (termičkim djelovanjem).

"Tkani geotekstil" sastoji se od međusobno okomito položenih sustava vlakana (mreže). Razlikuju se po vrsti vlakana i načinu njihova povezivanja, kao i po broju niti (vlakna) u jediničnoj duljini.
"Šivani geotekstil" je zajednički pojam za plosnate tvorevine proizvedene međusobnim omčanjem jedne ili više grupa prediva, vlakana, niti ili drugih elemenata.
"Geokompoziti" jesu kombinacije dviju ili više prethodno navedenih pojedinačnih sastavnica.
"Geomreže" jesu polimerne, ravninske strukture koje se koriste u geotehničkim i građevinskim zahvatima, čiji su otvori znatno veći od strukturnih elemenata koji su spajani u čvorovima.
"Drenaža" služi za prikupljanje površinskih i podzemnih voda i/ili drugih fluida i njihov pronos do drugih sustava odvodnje.

3.2.2. Iskopi za temelje i građevne jame

Temeljne konstrukcije mogu biti: trake, samci, nosači ili ploče. Prema dubini temeljenja razlikujemo:

- plitko temeljenje,
- temeljenje u otvorenoj jami.

Temeljenje u otvorenoj jami može biti:

- bez podgrađivanja i razupiranja s iskopom u nagibu pokosa koji osigurava najmanji faktor sigurnosti F = 1,3 protiv klizanja, i
- podgrađivanjem, koje može biti pomoću:
    - drvene oplate,
    - zabijenih čeličnih i drvenih talpi (žmurje),
    - zabijenih i usidrenih stupova s odgovarajućom oplatom između njih, te
    - izrade posebnih obodnih zidova od betona kružnog oblika (bunari), ili pravokutnog oblika (sanduci).

Prema prisutnosti vode razlikujemo:

- temeljenje u suhom,
- temeljenje u vodi.

Građevne jame treba oblikovati prema projektu.
Ako je projektom predviđeno podgrađivanje, a tijekom rada nastanu okolnosti koje iziskuju promjenu načina razupiranja, izvođač o tome treba obavijestiti nadzornog inženjera. Iskopani materijal treba odbaciti od stijenki i ruba iskopa na potrebnu sigurnu udaljenost od urušavanja, te ga razvrstati po upotrebljivosti za nasipavanje oko temelja, za ugradnju u nasipe ili prijevoz u odlagalište.
Ako se građevna jama podgrađuje, izvođaču se priznaje iskop za radni prostor širi za 50 cm, koji se računa kao svijetli razmak između oplate građevne jame i oplate građevinskog objekta.
Ako je dno građevne jame u nevezanom materijalu, treba ga neposredno prije izrade temelja urediti nabijanjem. Ako je dno temeljne jame u vezanom materijalu, te ako je došlo do oštećenja dna, potrebno je neposredno prije izrade temelja urediti oštećeni dio uz eventualnu zamjenu pogodnim materijalom.
Ako je krivnjom izvođača građevna jama iskopana preduboko, izvođač je dužan popraviti jamu prema zahtjevima statičkog proračuna, odnosno prema odredbi nadzornog inženjera.
Ako se pri iskopu pojavljuju prepreke kao što su kabeli, kanali, drenaže, ostaci objekata, izvođač je dužan o tome obavijestiti nadzornog inženjera koji odlučuje na koji će način izvođač odstraniti ili osigurati takve prepreke, poštujući sve propise i upute vezane za njihovo djelovanje i upravljanje.

Ako se prilikom iskopa obavlja i crpljenje vode, onda se to treba raditi tako da se ne smanji zbijenost tla ili da se ne odnose sitnije čestice. Radi smanjenja brzine i količine dotoka vode, izrađuje se žmurje od dasaka, betonskih ili čeličnih talpi sa žljebovima.
Pri iskopu treba primijeniti sigurnosne mjere radi zaštite pokosa, što je dužnost izvođača.
Način preuzimanja iskopa ovisi o značaju objekta i sastavu tla, a određen je projektom (npr. hoće li pregled i prijam obaviti specijalisti - geomehaničari, geolozi ili nadzorni inženjer).

3.2.3. Prijevoz materijala

Opis rada
Rad obuhvaća prijevoz iskopanog materijala od mjesta iskopa do mjesta istovara.
Izrada
Vrsta vozila za prijevoz kao i načini prijevoza mogu biti različiti s obzirom na: kategoriju i količinu materijala, način iskopa, utovara, te dužine prijevoza. Kapacitet prijevoza treba biti usklađen s kapacitetom iskopa, ali i s kapacitetom strojeva za zbijanje pri izradi nasipa.
Kod prijevoza mora se računati s masom materijala u rastresitom stanju zbog ograničene veličine sanduka prijevoznog sredstva, pa prema tome treba planirati broj prijevoznih sredstava.
Prijevoz treba biti brz i ekonomičan. Da bi se tome udovoljilo, treba:

- primjenjivati prijevozna sredstva većeg kapaciteta,
- primjenjivati prijevozna sredstva koja mogu obavljati više radnji.

Za guranje i prijevoz iskopanog materijala dolaze uglavnom u obzir buldozeri, skrejperi, damperi, vozila za prijevoz materijala koja se kreću izvan javnih cesta i vozila za prijevoz materijala na veće daljine po javnim cestama.
Prijevozne dužine, po prethodno izrađenom putu ili cestama javnog prometa prema ovim tehničkim uvjetima, dijele se u ove grupe:

- guranje ili odlaganje do dužine 10 m (obračunato u iskopu)
- guranje na dužinu 10-60 m
- guranje na dužinu 60-100 m
- prijevoz na dužinu 100-300 m
- prijevoz na dužinu 300-600 m
- prijevoz na dužinu 600-1500 m
- prijevoz na dužinu 1500-5000 m
- prijevoz na dužinu veću od 5000 m.

Izvođač je dužan u potpunosti osigurati prijevoz, i onaj na samom gradilištu i onaj na javnim prometnim površinama.
To osiguranje izvođač će postići:
Na gradilištu:

- pravilnim postavljanjem i održavanjem gradilišnih prometnica,
- izradom i održavanjem privremenih objekata,
- opremanjem prekopa odgovarajućim oznakama, koje noću treba osvijetliti;

Na javnim prometnicama:

- postavljanjem odgovarajuće prometne i svjetlosne signalizacije,
- primjenom vozila propisanog gabarita i dopuštene nosivosti (osovinskog opterećenja),
- sprječavanjem nanošenja blata na kolnik, a ako do toga dođe, čišćenjem kolnika.

Za sve posljedice do kojih dođe zbog toga što se ne postupi u skladu s važećim zakonima i propisima te navedenim zahtjevima bit će odgovoran isključivo izvođač.

3.2.4. Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem

Obuhvaća sve radove koji se moraju obaviti kako bi se sraslo tlo osposobilo da bez štetnih posljedica preuzme opterećenje od izvedene građevine. Dubina do koje se uređuje temeljno tlo određena je projektom, a iznosi do 30 cm, ovisno o vrsti tla.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete, projektom organizacije građenja i zahtjevima nadzornog inženjera.

Kontrola kakvoće

Propisi na osnovi kojih se kontrolira kakvoća materijala u temeljnom tlu:

HRN U.B1.010/79	Uzimanje uzoraka tla
HRN U.B1.012/79	Određivanje vlažnosti uzoraka tla
HRN U.B1.014/68	Određivanje specifične težine tla
HRN U.B1.016/68	Određivanje zapreminske težine tla
HRN U.B1.018/80	Određivanje granulometrijskog sastava
HRN U.B1.020/80	Određivanje granica konzistencije tla. Aterbergove granice
HRN U.B1.024/68	Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla
HRN U.B1.038/68	Određivanje optimalnog sadržaja vode
HRN U.B1.046/68	Određivanje modula stišljivosti metodom kružne ploče
HRN U.E1.010/81	Zemljani radovi na izgradnji putova

Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom fi 30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje jedno ispitivanje na svakih 1000 m2 uređenog temeljnog tla.

Kontrolna ispitivanja

Vrste ovih ispitivanja iste su kao kod tekućih ispitivanja, a njihov broj ovisi o materijalima, stanju vlažnosti tla i slično. Minimalni je broj ovih ispitivanja jedno ispitivanje na svakih 2000 m2 uređenog temeljnog tla.

Kriteriji za ocjenu kakvoće ugrađivanja

Očišćeno, izravnano i uređeno temeljno tlo treba zbiti u skladu s propisanim zahtjevima:

Zemljani materijali:

- Srasla tla od koherentnih zemljanih materijala, nasip nije viši od 2 m
  $\rightarrow S_{z\,min}$=97%, $M_{s\,min}$=20 MPa
- Srasla tla od koherentnih zemljanih materijala, nasip viši od 2 m
  $\rightarrow S_{z\,min}$=95%, $M_{s\,min}$=20 MPa

Nekoherentni i miješani materijali:

- Srasla tla od nekoherentnih zemljanih i miješanih materijala, nasip nije viši od 2 m

→ $S_{z\ min}$=100%, $M_{s\ min}$=25 MPa

- Srasla tla od nekoherentnih zemljanih i miješanih materijala, nasip viši od 2 m

  → $S_{z\ min}$=95%, $M_{s\ min}$=25 MPa

Pod visinom nasipa podrazumijeva se visina od kote planuma temeljnog tla do kote planuma posteljice.
Ako se sastav temeljnog tla često mijenja (vrtače, škrape, manji ponori itd.) potrebno je da se prije gradnje nasipa temeljno tlo pripremi, odnosno sanira, kako je to dano u projektu.
Kada se prethodno navedeni uvjeti zbijenosti ne mogu postići kako treba, ovisno o uzrocima koji su do toga doveli, poduzeti ove mjere:

- poboljšati površinsku odvodnju sustavom drenaža i jaraka,
- zamijeniti slabi materijal i nadomjestiti ga boljim,
- poboljšati materijal dodavanjem vapna, cementa ili nekog drugog hidrauličnog veziva,
- primijeniti ojačanje tla pomoću geotekstila ili polimernih geomreža.

Kako bi se postigli traženi uvjeti, način sanacije temeljnog tla treba odabrati na osnovi potrebnih laboratorijskih ispitivanja i/ili vizualne ocjene stanja i kakvoće materijala u temeljnom tlu. Način sanacije predlaže izvođač, a odobrava ga nadzorni inženjer.

3.3. Betonski i armiranobetonski radovi

3.3.1. Općenito

Program kontrole i osiguranja kvalitete osnovni je uvjet za postizanje zahtijevanih svojstava betona i konstruktivnih elemenata u fazi građenja i eksploatacije. Tehnička svojstva za betonske konstrukcije u građevinama, zahtjevi za projektiranje, izvođenje radova na izradi, uporabljivost, održavanje i drugi zahtjevi za betonske konstrukcije, te tehnička svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene ugradnji u betonsku konstrukciju propisana su Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (dalje: TPGK).
Izvođenje betonske konstrukcije mora biti prema hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA.
Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se prema kriterijima norme HRN EN 206-1. Unutarnja kontrola proizvodnje betona provodi se prema normi HRN EN 206-1 i mora obuhvatiti sve mjere nužne za održavanje i osiguranje svojstava betona sukladno zahtjevima norme HRN EN 206-1. Sustav potvrđivanja sukladnosti betona je 2+, s time da pravna osoba ovlaštena po posebnom propisu za poslove ocjenjivanja sukladnosti betona (u daljnjem tekstu: ovlašteno tijelo) u cjelini postupa prema HRN EN 206-1 Dodatku C, i dodatno, za ispitivanje tlačne čvrstoće najmanje 4 puta godišnje nenajavljeno uzima uzorke betona, po 3 uzorka za svaki sastav betona.
Ovlašteno tijelo treba certificirati, nadzirati i ocjenjivati sukladnost tvorničke kontrole proizvodnje betona u svim slučajevima proizvodnje projektiranog betona (beton čija su zahtijevana svojstva uvjetovana proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanih svojstava i dodatnih osobina) i betona zadanog sastava (beton čiji su sastav i sastavni materijali koji će se koristiti uvjetovani proizvođaču koji je odgovoran za isporuku betona uvjetovanog sastava).
Proizvođačevu tvorničku kontrolu proizvodnje za sve projektirane betone mora certificirati ovlašteno tijelo, a nakon dobivanja certifikata tvorničke kontrole proizvodnje, vrednovati i pregledavati ovlašteno tijelo.

Ovlašteno tijelo treba najprije provesti početni nadzor pogona za proizvodnju betona sa svrhom utvrđivanja jesu li ispunjeni preduvjeti koji se odnose na osoblje i opremu, koji omogućuju urednu proizvodnju i odgovarajuću tvorničku kontrolu proizvodnje.
Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se dva puta godišnje na temelju rezultata nadzora unutarnje kontrole proizvodnje i ocjene (vrednovanja) rezultata ispitivanja proizvođača i rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće betona na slučajno uzetim uzorcima.

3.3.2. Izvođenje betonskih radova

Općenito

Izvođač radova treba izvesti betonske i armirano-betonske radove u skladu sa zahtjevima norme HRN ENV 13670-1 - Izvođenje betonskih konstrukcija i TPGK.
Pogon za proizvodnju betona mora ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1 - Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost. Za svaku vrstu betona proizvođač odnosno izvođač je dužan dostaviti odgovarajuću ispravu o sukladnosti.

Plan betoniranja

Plan betoniranja sadrži:

- vrstu i mjesto izrade betona
- vrstu i mjesto izrade oplate
- vrstu(e) i mjesto(a) izrade armature(a)
- udaljenost pogona za izradu betona od gradilišta i vrijeme trajanja transporta
- potreban broj automiksera za transport betona do gradilišta
- broj i kapacitet potrebnih sredstava za transport betona na gradilištu (kranovi, pumpe, pervibratori)
- potrebne skele
- redoslijed betoniranja, debljine ugrađivanja betona, mjesta radnih prekida betoniranja
- ostalo eventualno potrebno

Svježi beton

Proizvođač betona je odgovoran za proizvodnju i transport, a izvođač radova za ugradnju, zbijanje i njegu svježeg betona. Ako se ne posveti dovoljno pozornosti svim postupcima prilikom projektiranja sastava betona (prethodna ispitivanja, utvrđivanje sastava betona), proizvodnji, transportu, ugradnji, zbijanju i njezi betona, neće se postići željena čvrstoća i trajnost konstruktivnog elementa.
Važno je naglasiti da nije dovoljno samo ispravno ugraditi beton. Tretman betona u prvih šest do deset sati nakon ugrađivanja, te prvih nekoliko dana nakon očvršćivanja (postupak njege betona prema HRN EN 13670-1) značajno utječu na kasnija svojstva betona.
U praksi se obradivost najčešće definira pomoću konzistencije betona. Konzistencija je svojstvo materijala kojim se on odupire trajnom mijenjanju oblika. Ovisno o načinu određivanja konzistencije definiraju se razredi konzistencije svježeg betona. Također se prema vrsti konstrukcijskog elementa odabire konzistencija slijeganjem.

Vodocementni faktor je vrlo važno svojstvo svježeg betona. Mali vodocementni faktor smanjuje obradivost betona, a veliki vodocementni faktor umanjuje sva ostala svojstva očvrslog betona. Vodocementni faktor betona se izračunava na osnovi utvrđene količine cementa i efektivne količine vode. Apsorpciju vode normalnog agregata treba utvrditi prema HRN EN 1097-6:2004/A1:2007 Ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava agregata -- 6. dio: Određivanje gustoće i upijanja vode (EN 1097-6:2000/A1:2005).
Količinu zraka u betonu mjeriti prema HRN EN 12350-7. Količina zraka uvjetovana je minimalnom vrijednošću, a gornja granica ne smije biti veća od + 4% apsolutne vrijednosti.
Maksimalnu gornju veličinu agregata u svježem betonu treba mjeriti prema HRN EN 933-1:2003/A1:2007 Ispitivanje geometrijskih svojstava agregata -- 1. dio: Određivanje granulometrijskog sastava - Metoda sijanja (EN 933-1:1997/A1:2005).

Izrada betonske konstrukcije

Treba posvetiti posebnu pažnju oplati svih vanjskih, vidljivih površina betona. I materijal i oplatna ulja moraju ostaviti zatvorenu površinu jednolika izgleda, bez mrlja, segregacija i velikih zračnih pora. Posebnu pažnju treba posvetiti dobrom brtvljenju oplatnih elemenata na spojevima.
Bočna oplata temelja i zidova propusta ne smije se skidati dok beton ne dostigne 30 % uvjetovanog razreda tlačne čvrstoće (najmanje 24 sata normalnog njegovanja), a oplata ploče i donja oplata greda dok beton ne dostigne 70 % uvjetovanog razreda tlačne čvrstoće (najmanje 7 dana normalnog njegovanja).
Beton dopremljen na gradilište mora biti proizveden i specificiran prema HRN EN 206-1. Nadzorni inženjer ili njegov pomoćnik-specijalist za kontrolu proizvodnje i ugradnje betona mora izvršiti vizualnu kontrolu svake isporuke betona i njegove popratne dokumentacije (otpremnice i izjave o sukladnosti). Ako posumnja u konzistenciju mora ju provjeriti ispitivanjem (ili narediti ispitivanje) istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji. Korekcija konzistencije dodavanjem vode nije dopuštena. Dopuštena je samo dodavanjem superplastifikatora u količini i na način koji utvrdi proizvođač betona i na gradilištu potvrdi njegov ovlašteni predstavnik.
Za kontrolu specificiranih razreda tlačne čvrstoće betona na građevini treba svaki dan na svakih 100 m^3 ugrađenog betona uzorkovati po jedan kontrolni uzorak betona. Uzorkovanju mora prisustvovati i zapisnik supotpisati nadzorni inženjer ili njegov pomoćnik specijalist za kontrolu proizvodnje i ugradnje betona. Ispitivanje ovih uzoraka može vršiti akreditirani laboratorij a obradu i ocjenu rezultata ispitivanja prema kriterijima ispitivanja identičnosti tlačne čvrstoće betona, danih u Dodatku B HRN EN 206-1, institucija ovlaštena za nadzor i potvrđivanje sukladnosti kvalitete proizvodnje betona.
Ugrađeni beton treba na odgovarajući način zaštiti:

- od neumjerenog skupljanja
- od štetnih vibracija, udara ili bilo kakvih oštećivanja.

Trajanje njegovanja svježeg betona treba biti sukladno tablici E.1 dodatka E HRN EN 13670-1.
Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0ºC dok čvrstoća betona ne dosegne 10 N/mm2. Temperatura ugrađenog betona ne smije prijeći 65 ºC.
Dovršenje konstrukcije mora biti unutar dopuštenih geometrijski tolerancija danih točkom 9 i dodatkom F HRN EN 13670-1.

Ovdje uvjetovani nadzor razreda 3 za kontrolu kvalitete izvedbe betonske konstrukcije građevine mora u cjelini (u svim fazama izvedbe) djelovati prema specifikacijama danim točkom 11 i Prilogom G HRN EN 13670-1.

Skele i oplate

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, moraju biti projektirane i konstruirane tako da su otporni na svako djelovanje kojem su izloženi tijekom izvedbe i dovoljno čvrsti da osiguraju zadovoljenje tolerancija specificiranih za konstrukciju, te da ne utječu na cjelovitost konstrukcijskih elemenata. Oblik, funkcija, izgled i trajnost stalnih građevina ne smiju biti ugroženi ili oštećeni zbog svojstava skele i oplate ili njihovog uklanjanja.

Unutarnje plohe oplata moraju biti čiste i, prema potrebi, premazane zaštitnim sredstvom neškodljivim za beton u smislu degradacije kakvoće, promjene boje površinskog sloja ili slabljenja prionjivosti betona i armature.

Oplata za koju je vjerojatno da upija znatnu količinu vode iz betona ili omogućava isparivanje mora se prikladno navlažiti kako bi se spriječio gubitak vode iz betona.

Skela i oplata se ne smiju ukloniti sve dok beton ne postigne dovoljnu čvrstoću zahtjevanu projektom betona zbog mogućih oštećenja površine, preuzimanja uporabnih djelovanja, te izbjegavanja progiba.

Ugradnja betona

Beton se ugrađuje u pogledu načina i dinamike u svemu prema projektu betona. Beton se mora pregledati na mjestu ugradnje. Beton se mora transportirati i ugrađivati na način da bude izbjegnuta segregacija i promjena sastava mješavine pa time i njegovih svojstava. Beton se mora ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i ugrađeni predmeti dobro obuhvate betonom unutar dopuštenih tolerancija za zaštitni sloj i da beton postigne predviđenu čvrtoću i trajnost.

Brzina ugradnje i zbijanje betona mora biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenja oplate i skele. Beton se mora tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega. Vibriranje treba primjenjivati sustavno nakon istovara betona dok praktički ne prestane izdvajanje zarobljenog zraka. Tijekom završne obrade površine ne treba dodavati vodu, cement, očvršćivač površine niti druge materijale, osim ako je to specificirano ili dogovoreno.

Njegovanje ugrađenog betona

Neposredno po ugradnji beton mora biti zaštićen od prebrzog isušivanja zbog vjetra i (ili) visoke temperature zraka, od degradacije prouzročene utjecajem niske temperature zraka kao i od eventualnih vibracija i udara na oplatu.

Beton se njeguje polijevanjem vodom ne suviše hladnijom od betona kako bi se izbjeglo nastajanje površinskih pukotina, sve ovisno o klimatskim uvjetima lokacije gradilišta, vrsti i dodacima betonu. Trajanje promjenjene njege mora biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju. Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C sve dok površina betona ne dostigne čvrstoću pri kojoj se smrzavanje može podnijeti bez oštećenja. Najviša temperatura betona u dijelu ne smije prijeći 65°C, osim

ako su osigurani podaci koji potvrđuju da s kombinacijom upotrebljenih materijala više temperature neće imati znatan nepovoljni učinak na uporabna svojstva betona.

Očvrsli beton

Kontrolni uzorci na kojima će se provjeravati tražena svojstva očvrslog betona su kocke brida 150 mm ili valjci dimenzija 150 x 300 mm, sukladni HRN EN 12390-1/AC : ispitivanje očvrsloga betona - 1.dio: oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe (EN 12390-1:2000/AC:2004), izrađeni i njegovani prema HRN EN 12350-1: ispitivanje svježega betona - 1.dio: uzorkovanje (EN 12350-1:1999) = testing fresh concrete - part 1: sampling (EN 12350-1:1999) i HRN EN 12390-2 : ispitivanje očvrsloga betona - 2.dio: izradba i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće (EN 12390-2:2000). Uzorci se uzorkuju na mjestu ugradnje. Ugrađivanje uzoraka betona vršiti vibratorima ili nabijanjem metalnom šipkom i gumenim čekićem.
Uzorke označavati odabranom oznakom, a osnovne podatke o uzimanju istih upisivati u za to određene tiskanice za kontrolu kvalitete betona, koje trebaju supotpisivati predstavnik izvođača radova i predstavnik ovlaštene organizacije. Sve potrebne radnje kod uzimanja uzoraka do dopreme istih u laboratorij ispitivača vršit će radnik-laborant izvođača radova. Izvođač radova mora osigurati stručnu osobu, koja će voditi brigu o kontroli betona i dokumentaciji na građevini.
Tlačnu čvrstoću betona treba izraziti kao fc/koc kad se određuje na uzorcima kocke i kao fc/valj kad se određuje na uzorcima valjka. Tlačnu čvrstoću treba utvrditi na uzorcima ispitanim pri starosti od 28 dana, a u posebnim slučajevima uvjetuje se tlačna čvrstoća betona pri starosti manjoj od 28 dana (tehnološki uvjeti, npr. skidanje oplate).

Kontrola identičnosti na mjestu ugradnje betona

Kontrola svojstava svježeg betona

Za beton koji se doprema na gradilište iz tvornice betona, mora se provesti kontrola svojstava svježeg betona koja obuhvaća slijedeće radnje:

- pregled svake otpremnice
- vizualna kontrola konzistencije kod svake dopreme betona
- mjerenje konzistencije prema normi HRN EN 12350-2 i to kod izrade kontrolnih uzoraka za dokaz tlačne čvrstoće i kod svake opravdane sumnje
- ispitivanje sadržaja zračnih pora (samo kod aeriranih betona) kod izrade kontrolnih uzoraka za dokaz tlačne čvrstoće
- mjerenje temperature svježeg betona i zraka na početku ugradnje betona u ljetnim i zimskim uvjetima, te kod izrade kontrolnih uzoraka za dokaz tlačne čvrstoće u ovim uvjetima

Kontrola svojstava očvrslog betona

Identičnost tlačne čvrstoće betona na gradilištu dokazuje se na kockama dim. 15x15x15 cm koje se uzimaju i njeguju prema normi HRN EN 12390-2, a ispituju pri starosti betona 28 dana prema normi HRN EN 12390-3. Uzimanje i ispitivanje kontrolnih uzoraka betona odrediti će se prema stvarnoj dinamici izvođenja radova, prema navedenim kriterijima:

- min. jedan uzorak za svaki dan betoniranja za svaku vrstu betona,
- min. jedan uzorak na svakih 100 m3 ugrađenog betona

- min. jedan uzorak dnevno betona za konstrukcijske elemente koji su značajni za sigurnost konstrukcije, bez obzira i na manju količinu betona koja se ugrađuje u njega

Završna ocjena kakvoće betona u konstrukciji

Dokumentacija s kojom se isporučuje građevni proizvod mora sadržavati podatke kojim se osigurava sljedivost identifikacije građevnog proizvoda i isprava o sukladnosti za taj proizvod, podatke koji su u vezi označavanja građevnih proizvoda propisani u TPGK te druge podatke značajne za rukovanje, prijevoz, skladištenje, ugradnju i uporabu građevnog proizvoda te njegova utjecaja na svojstva i trajnost betonske konstrukcije. Završnom ocjenom kakvoće betona u konstrukciji dokazuje se sigurnost i trajnost iste ili se, u protivnom, traže naknadni dokazi kakvoće.

3.3.3. Čelik za armiranje

Armatura se izrađuje prema projektu betonske konstrukcije, a dokazivanje uporabljivosti i potvrđivanje sukladnosti provodi se prema TPGK.

Kvalitetu čelika za armiranje garantira proizvođač, a izvođač radova treba pribaviti odgovarajuću dokumentaciju o kvaliteti od proizvođača. Ukoliko se dokumentacija o kvaliteti ne nabavi prije ugradnje, provest će se kontrolna ispitivanja armaturnih šipki i mreže.

Pri transportu, odlaganju na gradilištu i manipulaciji tijekom ugradnje ne smije doći do prljanja armature organskim tvarima, masnoćama općenito, zemljom ili bilo čime što bi umanjivalo prionjivost čelika i betona a neisperivo je prije ugradnje, te do bilo kakvih mehaničkih oštećenja, poput lomova na mjestima zavarivanja, zakrivljenja ili smanjenja presjeka šipki zbog korodiranosti a sve nastale defekte treba prije ugradnje ukloniti primjerenim postupcima.

Armatura se savija i nastavlja na način dan u projektu konstrukcije, a projektom predviđeni položaj osigurava se ugradnjom graničnika i podmetača (distancera).

Prije početka pojedine faze betoniranja treba izvršiti pregled položene armature i zapisnički utvrditi da li ista odgovara projektom konstrukcije zahtijevanoj kakvoći, promjeru, broju šipki odnosno armaturnih mreža i njihovoj dispoziciji u tlocrtu i presjeku armiranobetonskog elementa te da li je ta dispozicija osigurana sredstvima fiksiranja za oplatu.

3.4. Čelične konstrukcije

3.4.1. Opći uvjeti za izradu i montažu čelične konstrukcije

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.

3.4.2. Osnovni dokument za izvođenje

Sve radove potrebno je izvoditi prema:

- Glavnom projektu (građevna dozvola)

- U obavezi izvođača je izrada radioničke dokumentacije i plana montaže čelične konstrukcije koja 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.

3.4.3. Podloge za izradu tehnologije zavarivanja i dokaze kvalitete

Tehnologiju zavarivanja potrebno je uskladiti sa slijedećim zahtjevima:

- Potrebno je izvršiti kontrolu zavara nerazornim metodama i to: Dimenzionalna i vizualna kontrola 100% prema HRN EN ISO 17637 te penetrantima 10% od ukupne dužine zavara prema HRN EN ISO 3452-1:2013.
- Dopuštena razina pogrešaka (kvalitata zavara) određuje se prema HRN EN ISO 5817 za grupu C
- Prilikom nabave materijala obvezatno je posjedovati odgovarajuće ateste za osnovni i dodatni materijal. Kvaliteta elektrode definirana je prema EN 499 i usvaja se u ovisnosti o odabranoj kvaliteti čelika. Izjava o svojstvima dodatnog materijala za zavarivanje prema HRN EN 10204.
- Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu prije, u tijeku i nakon izvedenih radova. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene, bez masnoća, hrđe i drugih prljavština. Prije izvedenih zavarivačkih radova potrebno je obaviti dimenzionalnu i vizualnu kontrolu te ostale kontrole predviđene u točki 1. ovog 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 pregledanju svih dijelova konstrukcije (posebna pozornost na ležajeve).

3.4.4. Dokazi kvalitete prlje početka izrade čellčne konstrukcije

Prije početka izrade čelične konstrukcije potrebno je posjedovati sljedeće:

- rješenja za voditelja izrade i montaže čelične nosive konstukcije
- 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.

3.4.5. Kontrola u tijeku izrade, transporta i montaže

Tijekom izrade kontrukcije u radionici i montaže izvoditelj je dužan voditi zakonom propisane dnevnike i provoditi svoju kontrolu u skladu s planom kontrole. Dužnost je nadzornog inženjera kontrolirati izvedbu u svim fazama izrade i montaže, tj. uskladenost 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.

3.4.6. Fazne kontrole (fazni tehnički pregledi) koji se provode u tijeku 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 kostrukcija. Sve daljnje aktivnosti prigodom transporta, skladištenja i montažnih radova moraju biti u skladu s navedenim Pravilnikom. Posebno se naglašava potreba pažljivog postupanja prigodom utovara, istovara i transporta dijelova konstrukcije.

Dijelovi konstrukcije ne smiju se odlagati neposredno na zemlju nego na drvene grede i sl. Dijelovi konstrukcije se slažu tako da se omogući lagano pronalaženje pozicija i pristup zbog dizanja i transporta.

Prigodom prijema u radionici izvoditelj radova na izradi čelične konstrukcije dužan je staviti na uvid potrebnu tehničku dokumentaciju:

- radioničke nacrte sa specifikacijama,
- ateste osnovnog materijala,
- ateste dodatnog materijala,
- ateste zavarivača,
- ateste priključnih elemenata,
- dnevnik izrade elemenata,
- dnevnik zavarivanja,
- podatke o tehnologiji zavarivanja,

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

3.4.7. Tehnički pregled konstrukcije u sklopu pregleda građevine

Nakon izvedbe građevine prema Zakonu o gradnji provodi se postupak tehničkog pregleda. Stručnoj komisiji za tehnički pregled izvedene gradevine predočuje se sva projektna dokumentacija i dokumentacija praćenja izvedbe sa svim elaboriranim dokazima kvalitete i izvještajima o izvršenim ispitivanjima i pregledima prema Pravilniku o tehničkom pregledu građevine.

3.4.8. 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 kostrukcija i provoditi slijedeće:

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

3.5. Rasvjetni stup

Rasvjetni stup će biti gotov proizvod koji će imati Izjavu o svojstvima u skladu s Uredbom za građevne proizvode (EU) br. 305/2011 Europskog parlamenta i Vijeća od 09.03.2011.

Izjava o svojstvima treba sadržavati:

- *Uputu na vrstu proizvoda - Rasvjetni stup*
- *Sustav ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava građevnog proizvoda: 1*
- *Prijavljeno certifikacijsko tijelo za identificirani Rasvjetni stup*
- *Referentni broj i datum izdavanja usklađene norme: HRN EN 40-5:2002*
- *Tolerancije: HRN EN 40-2:2008*
- *Zavarljivost: S235JR, HRN EN 1025-2:2019*
- *Otpor na horizontalno opterećenje : prema proračunu na vjetar za predmetnu mikrolokaciju HRN 1991-1-4-2012/NA:2012*

Presliku izjave o svojstvima za proizvod potrebno je dostaviti u papirnatom ili elektroničkom obliku i uz istu priložiti upute i sigurnosne obavijesti na hrvatskom jeziku i latiničnom pismu. Proizvod mora na sebi imati oznaku u skladu s Općim načelima u članku 30.Uredbe (EZ) br. 765/2008 na vidljiv, čitljiv i neizbrisiv način.

Bitne značajke sadrže popis bitnih značajki ,kako je utvrđeno u usklađenim tehničkim specifikacijama za namjeravanu uporabu. Za svaku bitnu značajku navedenu u stupcu 1, stupac 2 treba sadržavati objavljeno svojstvo, izraženo razinom, razredom ili opisom, glede odgovarajućih bitnih značajki.

Za svaku bitnu značajku navedenu u stupcu 1, stupac 3 sadrži datiranu uputu na referentni broj specifične ili prikladne tehničke dokumentacije ili prikladne tehničke dokumentacije ili datiranu uputu na odgovarajući europski dokument za ocjenjivanje i, prema potrebi, referentni broj upotrijebljene europske tehničke ocijene.

Antikorozivna zaštita čelika

Prema klimatskim uvjetima, zagađenju i agresivnosti tla, moguća je izvedba stupova iz čeličnog lima sa toplim pocinčanjem. Predmetna lokacija spada u korozivnu atmosferu C3 (HRN EN ISO 12944-2) te za čelične profile debljine stijenke 3-6mm srednja debljina zaštitnog cinka za vijek trajanja preko 30 godina iznosi 70 µm (HRN EN ISO 1461:2010).

Predviđa se dodatna zaštita vanjske površine stupa do 0,8m iznad razine zemlje. Taj dio stupa potrebno je zaštititi epoksidnim premazom u debljini od 70µm (HRN EN ISO 12944-5).

Prijevoz i podizanje stupa

Čelična konstrukcija prevozi se u skladu s odredbama propisa o gabaritima i prometnim uvjetima transporta u cestovnom, željezničkom i vodnom prometu te u skladu s aneksom B norme HRN EN 40-5:2002).

Mjesta za pričvršćenje za dizanje konstrukcije moraju se nalaziti na dijelu konstrukcije koje neće izazvati deformacije i oštećenje konstrukcije. Za vrijeme prijevoza i uskladištenja potrebno je osigurati nalijeganje konstrukcije na drvenim podmetačima, odnosno osigurati položaj koji neće prouzročiti deformacije

Montaža konstrukcije

Za montažu nosive čelične konstrukcije nije potrebno izraditi projekt montaže. Dovoljno je izraditi tehnološki postupak montaže. Prije početka radova na montaži potrebno je izvršiti preuzimanje oslonaca, odnosno pregledati i provjeriti geometrijske odnose svih oslonaca. Također prije radova na montaži potrebno je pregledati svu konstrukciju na skladištu gradilišta, te provjeriti mehanički i geometrijsku ispravnost nosača. Nakon prethodno navedenih obveznih provjera i potrebnih pripremnih radnji, pristupa se montaži čelične konstrukcije.

Rasvjetni stupovi se mogu montirati direktno u armiranobetonski temelj prije njegove betonaže, a nakon ugradnje armature i izvedbe oplate.

Tehnološkim postupkom montaže potrebno je predvidjeti način osiguranje vertikalnosti stupa tijekom betoniranja i očvršćavanja betona.

Projektant:

Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

4. ZBRINJAVANJE GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti u skladu s propisima o otpadu. Osnovni propisi iz tog područja su:

- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23 – Odluka USRH)
- Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16)

Prema navedenim propisima, građevni otpad je otpad nastao prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, te otpad nastao od iskopanog materijala, koji se ne može bez prethodne oporabe koristiti za građenje građevine zbog kojeg građenja je nastao. Propisi također definiraju pojam „posjednik građevnog otpada“ – osobu koja ima pravo raspolaganja odnosno posjedništva nad građevnim otpadom a to može biti vlasnik građevine, investitor, izvođač ili neka treća osoba.

U tom smislu je propisano da se građevni otpad ne smije odložiti na mjestu nastanka kao niti na lokacijama koje nisu za to predviđene te da posjednik građevnog otpada dužan je snositi sve troškove gospodarenja građevnim otpadom.

Posjednik građevnog otpada dužan je osigurati uvjete za odvojeno skupljanje i privremeno skladištenje građevnog otpada.

Građevni proizvod nastao materijalnom oporabom građevnog otpada može se ponovo uporabiti u građevne svrhe ukoliko udovoljava normama i uvjetima propisanim posebnim propisom.

Građevni otpad predviđen za odlaganje predaje se ovlaštenim osobama koje upravljaju odlagalištima otpada sukladno uvjetima propisanim posebnim propisom.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje najkasnije u roku od mjesec dana nakon izdavanja uporabne dozvole.

Sve zemljane i druge površine terena koje su na bilo koji način degradirane otpadnim materijalom kao posljedica izvođenja radova, izvoditelj radova je dužan dovesti u stanje urednosti.

Projektant:

Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

5. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

Temeljem članka 32. Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20) daje se

ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

za dio građevina (radova) obrađenih u mapi

G-K GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT – KONSTRUKCIJE I OGRADA

Troškovi izvođenja radova opisanih u ovoj mapi glavnoga projekta procjenjuju se na iznos od 295.000,00 € (bez PDV-a), odnosno 368.750,00 € s PDV-om.

Projektant:

Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

B. GRAFIČKI PRIKAZI

01 Pretovarna rampa i prateće građevine

1/5 Temeljna ploča i temelji samci – plan oplate

2/5 Pozicije ležajeva

3/5 Presjek A-A, presjek 1-1

4/5 Presjek B-B, pogled 2-2

5/5 Tlocrt

02 Temeljna ploča zgrade za osoblje

03 Mosna vaga

04 Spremnik protupožarne vode

05 Bazen za sanitarne otpadne vode

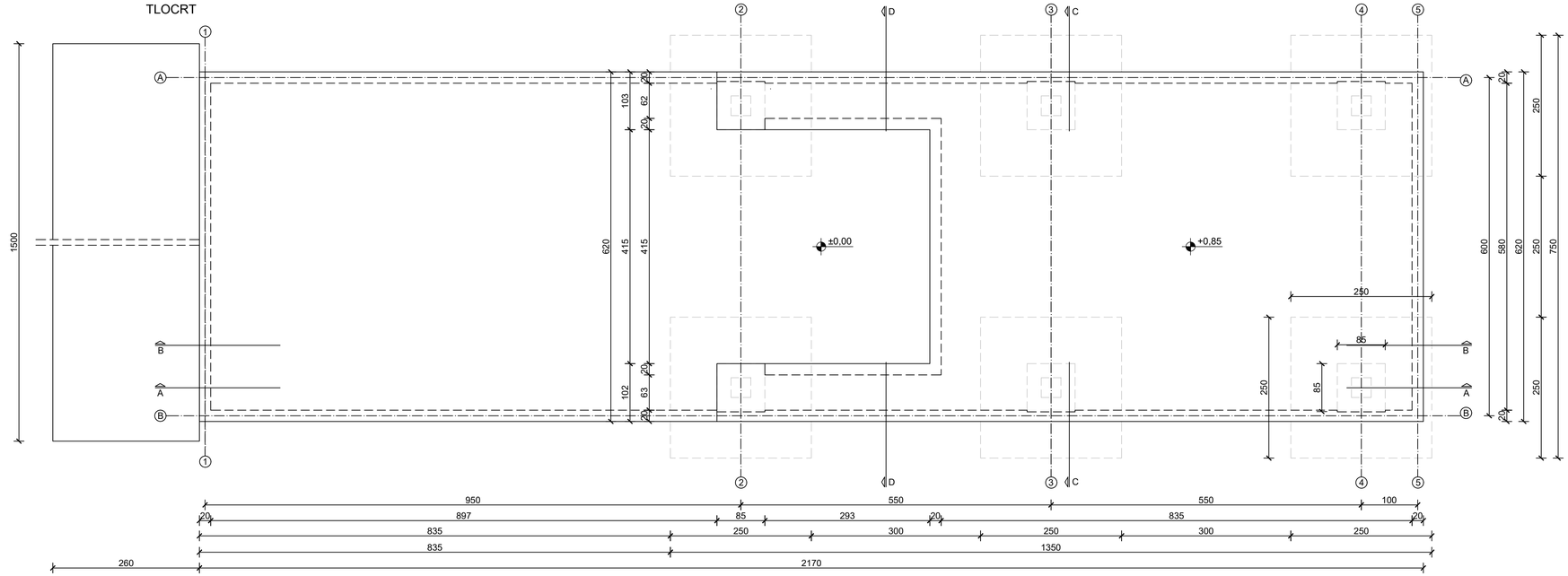
06 Temelji ograde i vrata

07 Stepenište na nogostupu

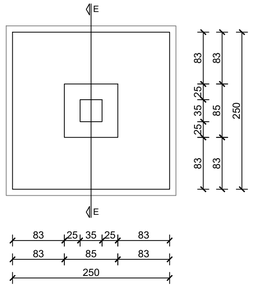
08 Stepenište na pokosu

09 Temelj rasvjetnog stupa

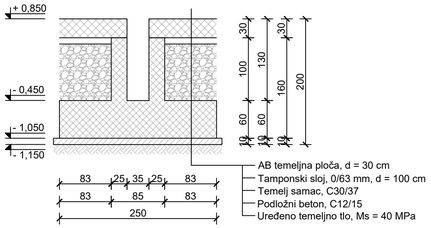
TLOCRT



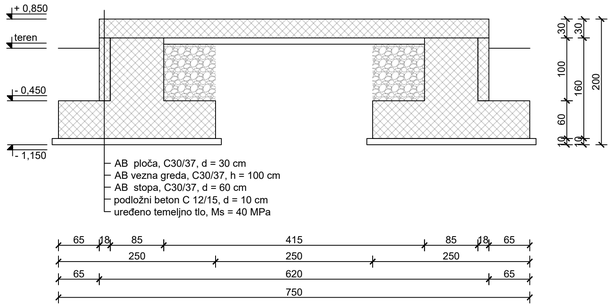
TLOCRT TEMELJA SAMCA



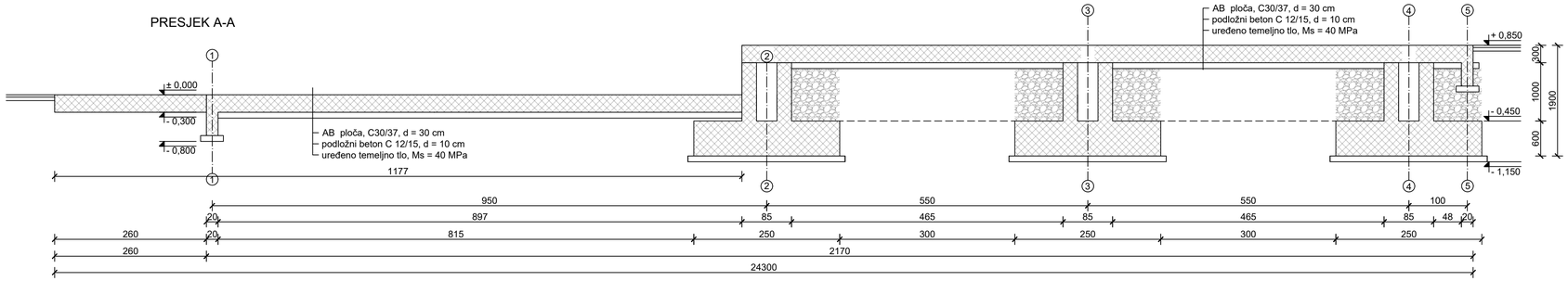
PRESJEK E-E



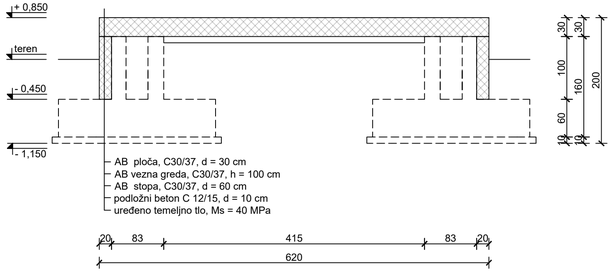
PRESJEK C-C



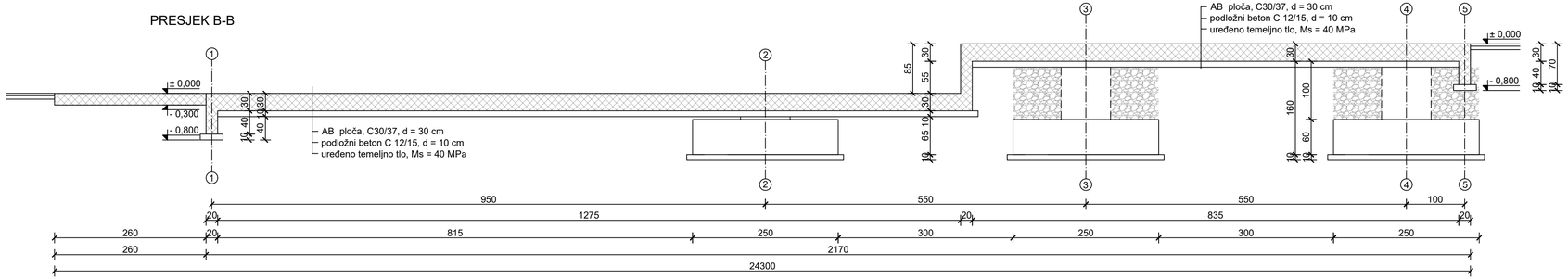
PRESJEK A-A



PRESJEK D-D



PRESJEK B-B



NAPOMENA:

Beton: C30/37, XC4

Armatura: B500B

Zaštitni sloj betona: c = 3,0 cm

Prije betoniranja izvesti sve potrebne prodore za instalacije.

± 0.00 = 444.20 m.n.m.

hidroplan d.o.o.
Horvatovska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr , hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
TEMELJNA PLOČA I TEMELJI SAMCI
- PLAN OPLATE

Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

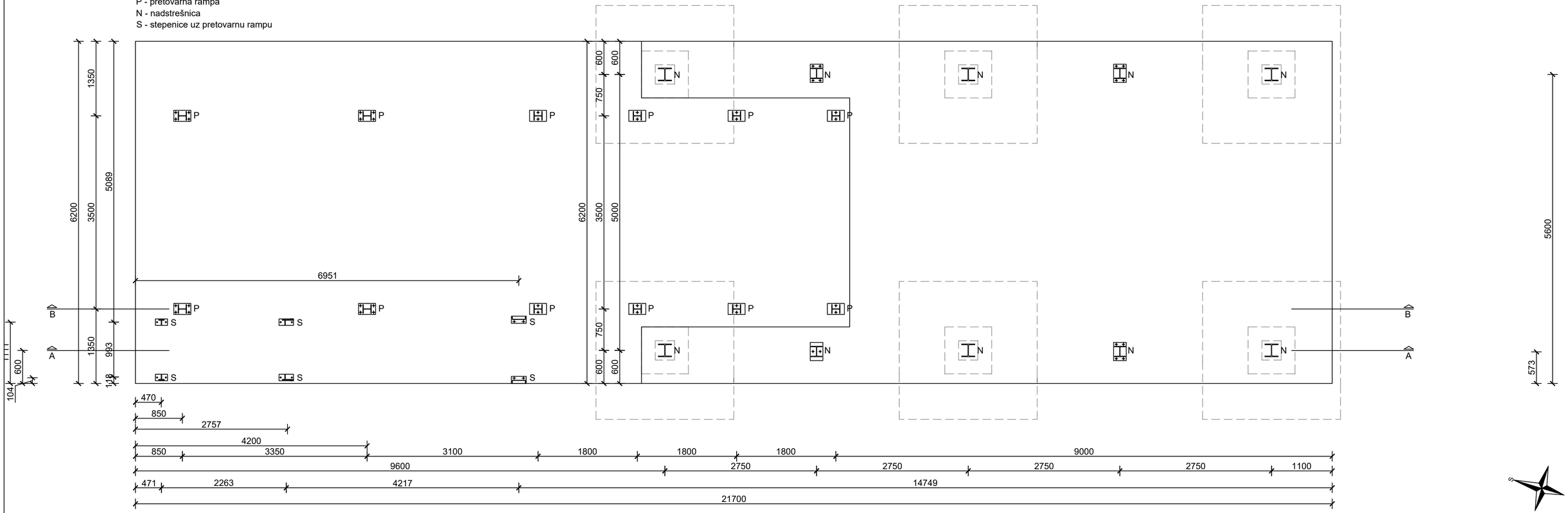
Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Suradnici:
mr.sc. Denis Stjepan Vedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svrčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo:	1:50
Datum:	siječanj 2025.
Etapa :	Etapa 2 - Pretovarna stanica
ZOP:	PS_Korčula/24
Mapa:	4. Konstrukcije i ograda
Rev: 0	List: 1/5
Broj nacrta:	01

POZICIJE LEŽAJEVA

P - pretovarna rampa
N - nadstrešnica
S - stepenice uz pretovarnu rampu



± 0.00 = 444.20 m.n.m.

HIDROPLAN d.o.o.
Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
POZICIJE LEŽAJEVA

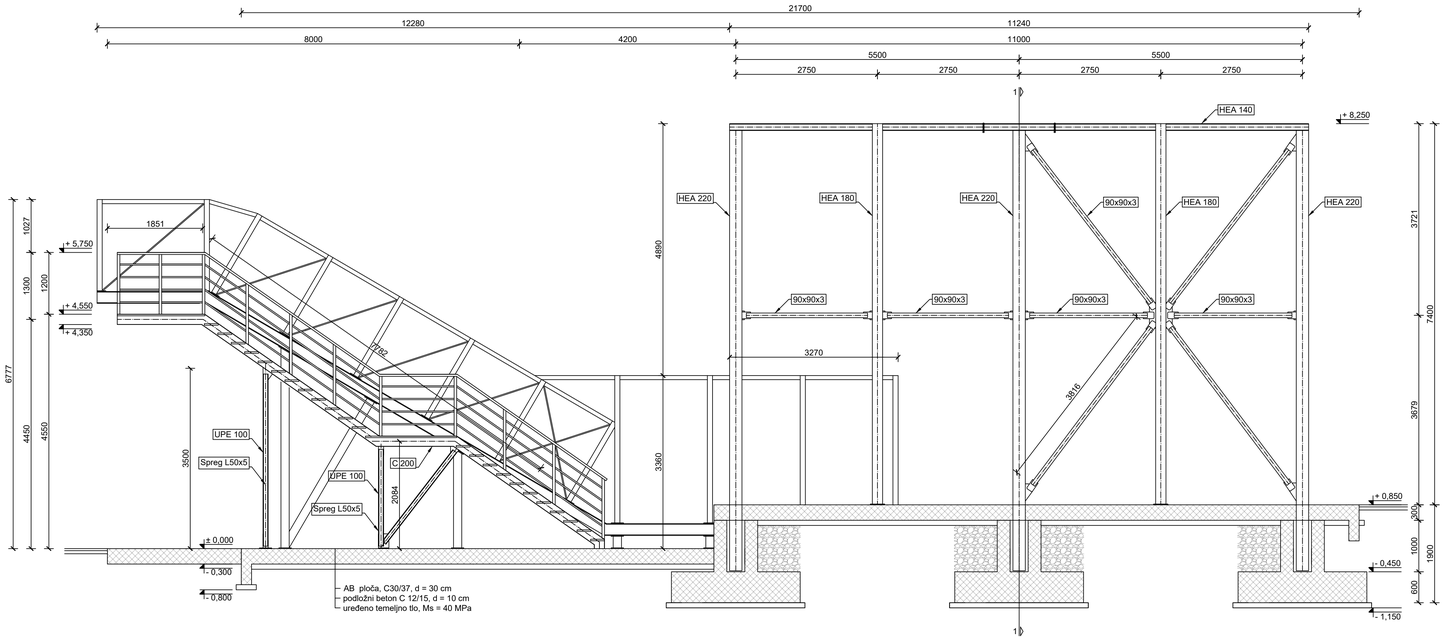
Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

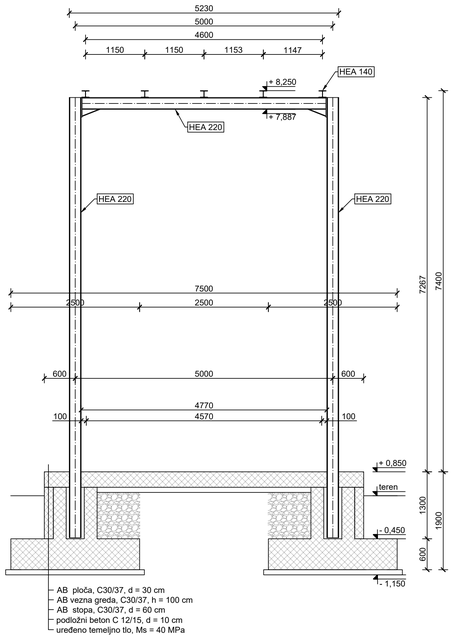
Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:50
Datum: siječanj 2025.
Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica
ZOP: PS_Korčula/24
Mapa: 4. Konstrukcije i ograda
Rev: 0
List: 2/5
Broj nacrta: 01

PRESJEK A-A



PRESJEK 1-1



HIDROPLAN d.o.o.
Horvatinska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 38 40 029, Fax: +385 1 38 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
PRETOVARNA STANICA
- PRESJEK A-A, PRESJEK 1-1

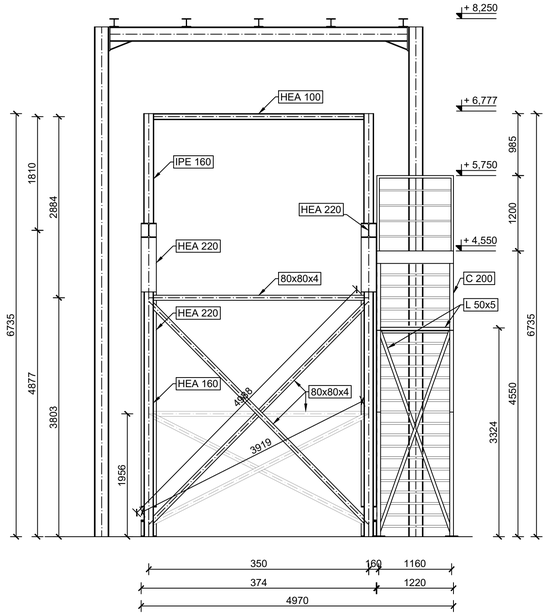
Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

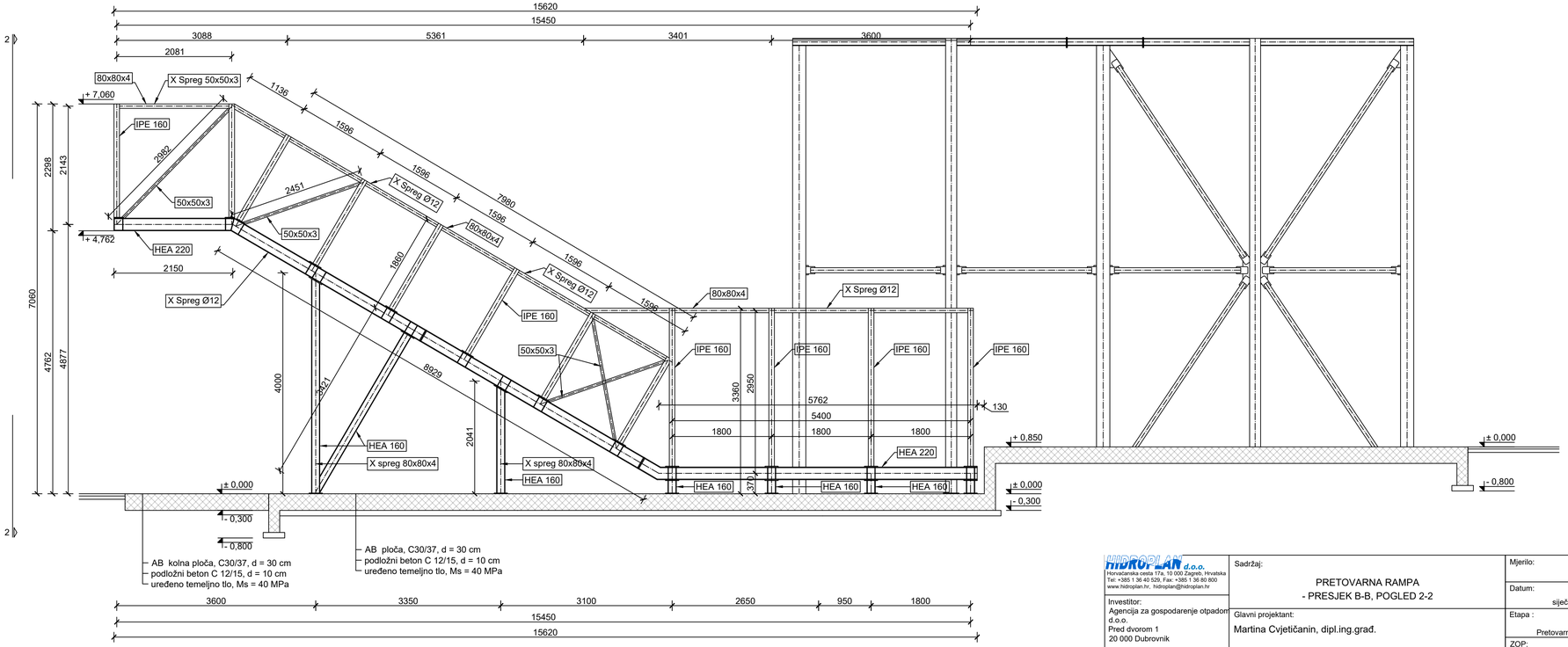
Suradnici:
mr.sc. Denis Stjepan Vedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svrčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo:	1:50
Datum:	siječanj 2025.
Etapa :	Etapa 2 - Pretovarna stanica
ZOP:	PS_Korčula/24
Mapa:	4. Konstrukcije i ograda
Rev: 0	List: 3/5
Broj nacrta:	01

POGLED 2-2

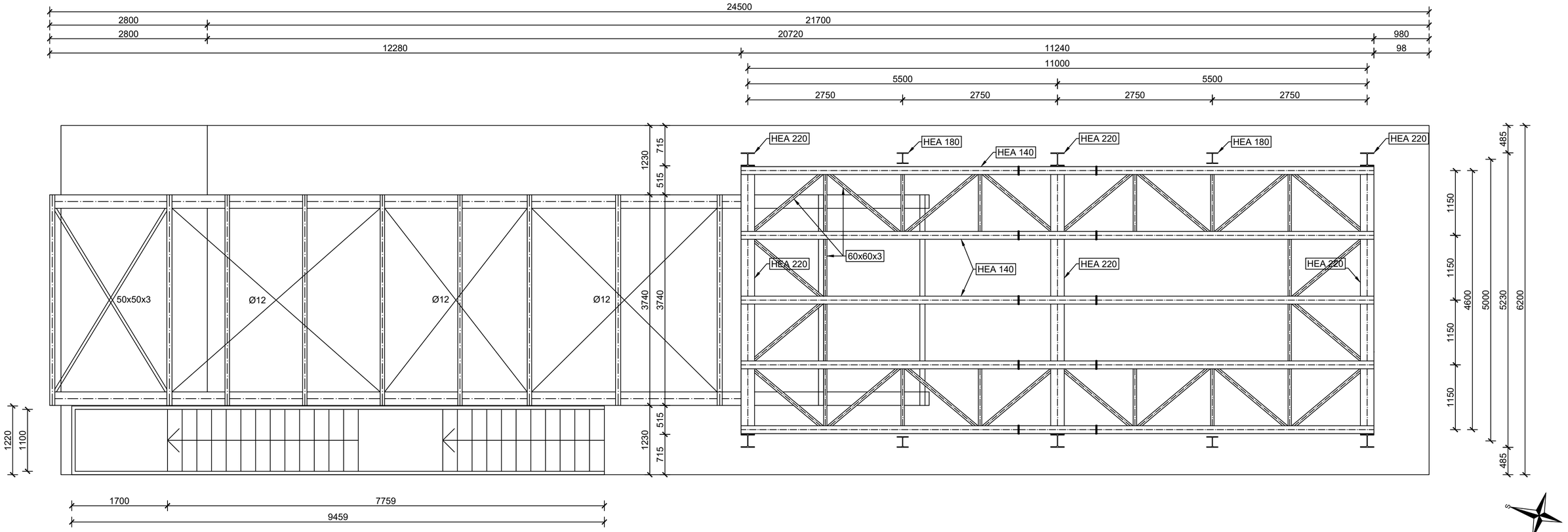


PRESJEK B-B



HIDROPLAN d.o.o. Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800 www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr	Sadržaj: PRETOVARNA RAMPA - PRESJEK B-B, POGLED 2-2	Mjerilo: 1:50 Datum: siječanj 2025.
Investitor: Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o. Pred dvorom 1 20 000 Dubrovnik	Glavni projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica ZOP: PS_Korčula/24
Građevina: PRETOVARNA STANICA KORČULA k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4 k.o. Pupnat	Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Mapa: 4. Konstrukcije i ograda
Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Suradnici: mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing. Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ. Tea Polak, mag.ing.aedif. Marina Demšić, mag.ing.aedif. Marko Svirčić, mag.ing.aedif.	Rev: 0 List: 4/5
Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT		Broj nacrta: 01

TLOCRT



HIDROPLAN d.o.o.
Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
PRETOVARNA STANICA
- TLOCRT

Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:50

Datum: siječanj 2025.

Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica

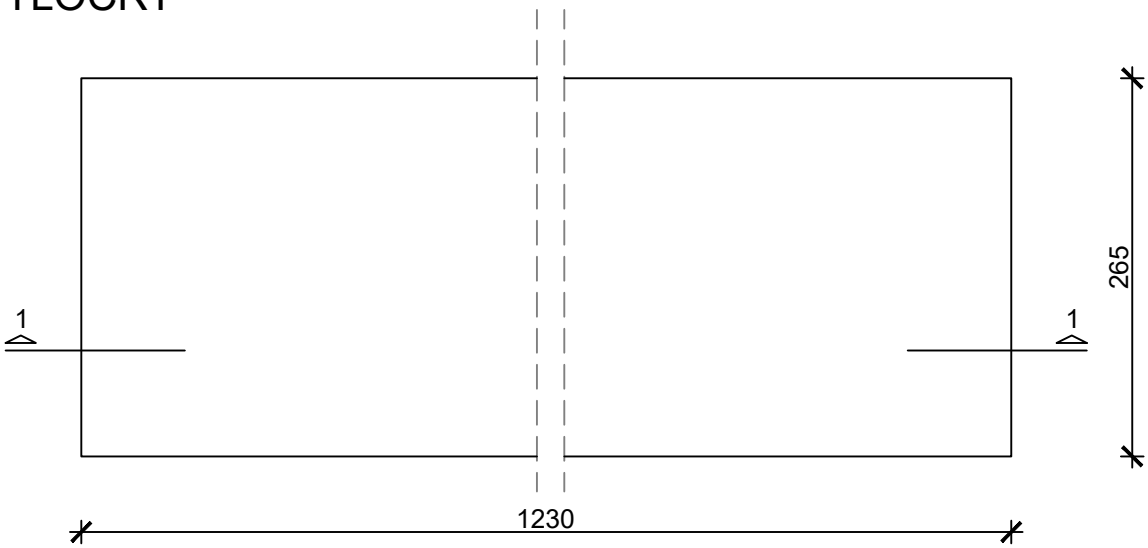
ZOP: PS_Korčula/24

Mapa: 4. Konstrukcije i ograda

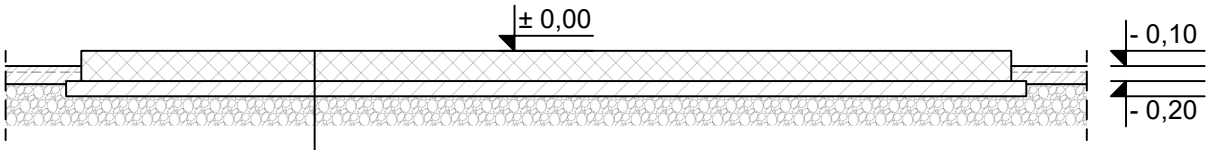
Rev: 0 | List: 5/5

Broj nacrta: 01

TLOCRT



PRESJEK 1-1



AB ploča, C30/37, d = 20 cm
podložni beton C 12/15, d = 10 cm
uređeno temeljno tlo, Ms = 40 MPa

NAPOMENA:

Beton: C30/37, XC4
Armatura: B500B
Zaštitni sloj betona: c = 3,0 cm
Prije betoniranja izvesti sve potrebne prodore za instalacije.

S

± 0.00 = 444.90 m n.m.

HIDROPLAN d.o.o.
Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
TEMELJNA PLOČA ZGRADE ZA OSOBLJE
- PLAN OPLATE

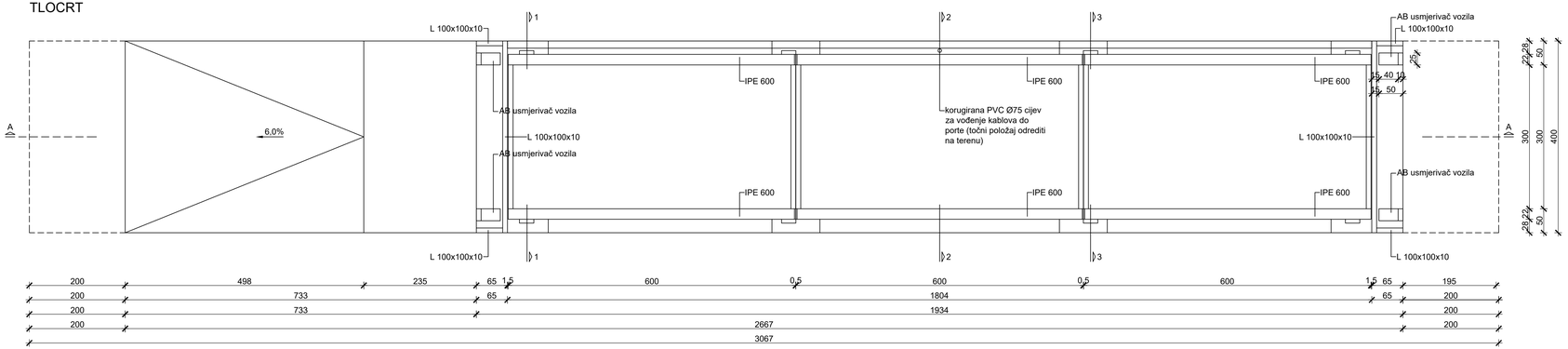
Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

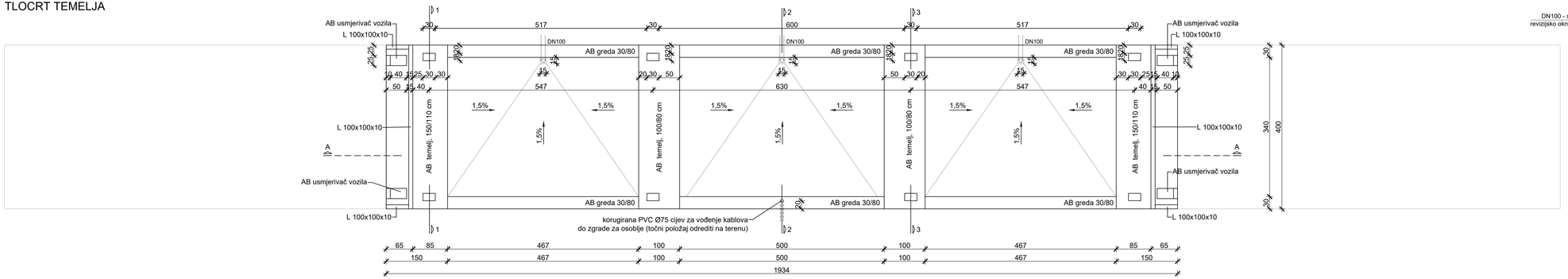
Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:50
Datum: siječanj 2025.
Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica
ZOP: PS_Korčula/24
Mapa: 4. Konstrukcije i ograda
Rev: 0
List: 1/1
Broj nacrta: 02

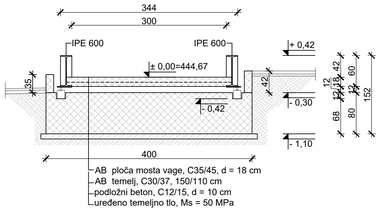
TLOCRT



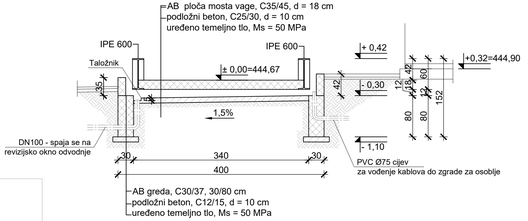
TLOCRT TEMELJA



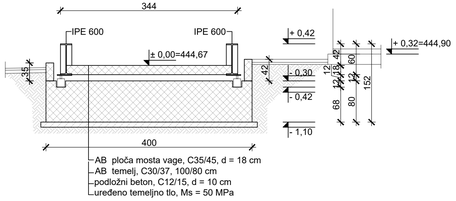
PRESJEK 1-1



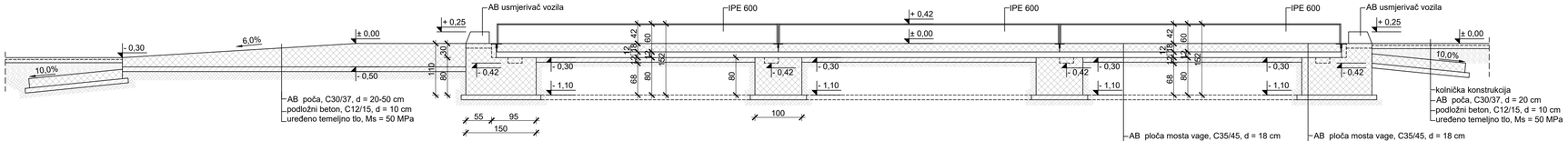
PRESJEK 2-2



PRESJEK 3-3



PRESJEK A-A

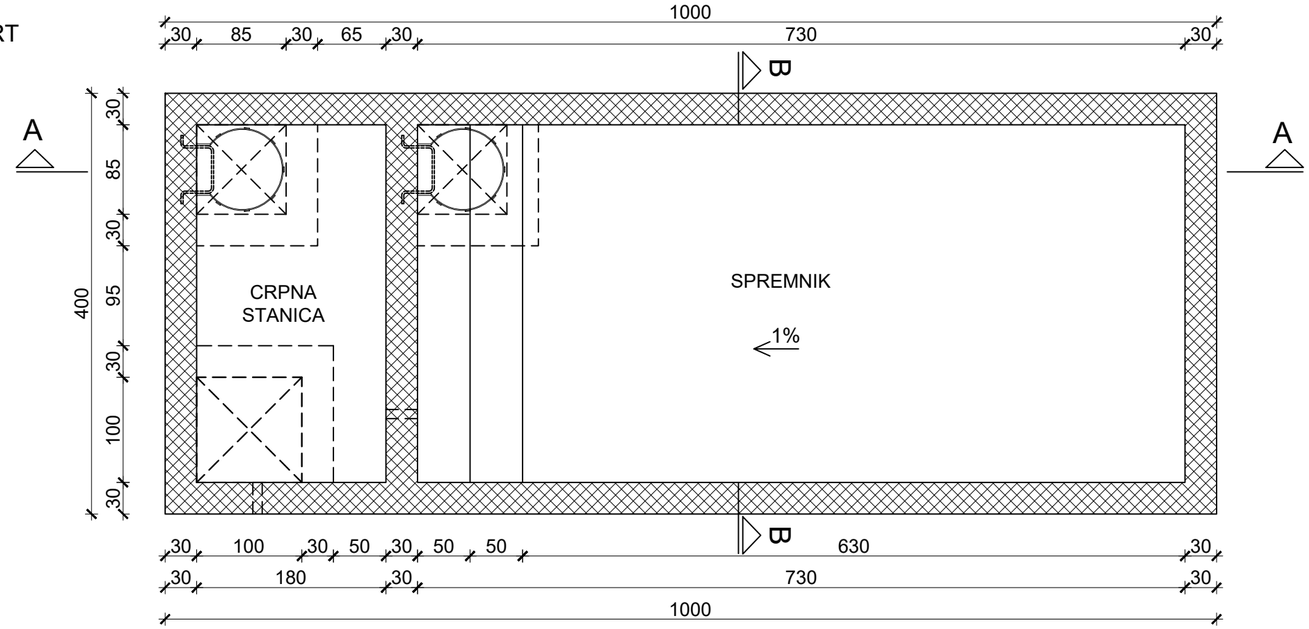


NAPOMENA:
Ugraditi uzemljenje prema uputama proizvođača vage.
Temelje vage potrebno je prilagoditi tipu vage koji će se ugraditi.

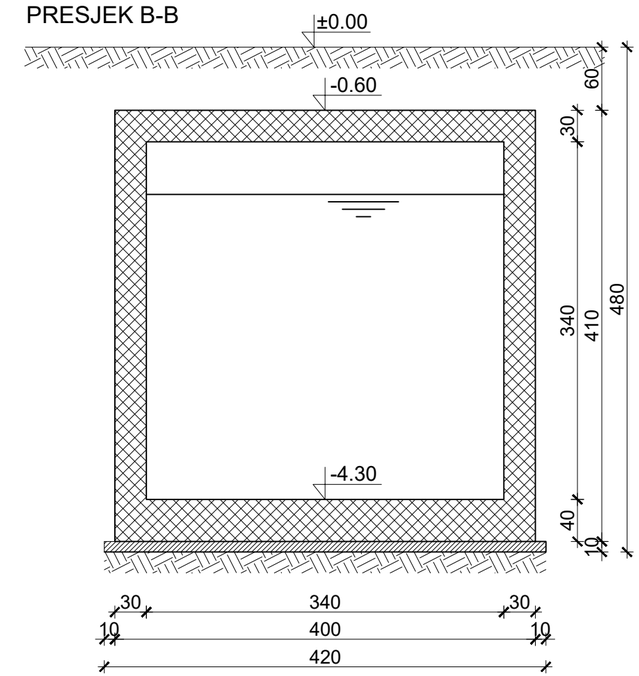
± 0.00 = 444.67 m n.m.

HIDROPLAN d.o.o. Horvatovska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800 www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr	Sadržaj: MOSNA VAGA	Mjerilo: 1:50
Investitor: Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o. Pred dvorom 1 20 000 Dubrovnik		Datum: siječanj 2025.
	Glavni projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Etapa: Etapa 2 - Pretovarna stanica
Građevina: PRETOVARNA STANICA KORČULA k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4 k.o. Pupnat		ZOP: PS_Korčula/24
	Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Mapa: 4. Konstrukcije i ograda
Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Suradnici: mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing. Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.grad. Tea Polak, mag.ing.aedif. Marina Demšić, mag.ing.aedif. Marko Svrčić, mag.ing.aedif.	Rev: 0 List: 1/1
Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT		Broj nacrta: 03

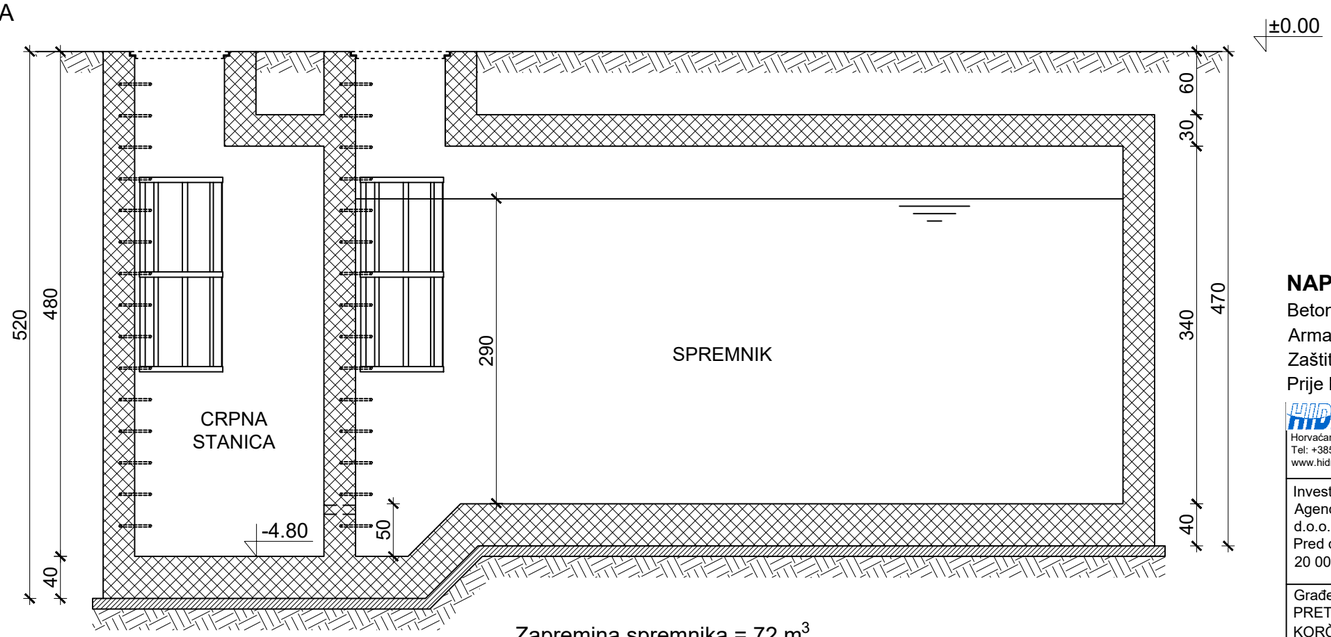
TLOCRT



PRESJEK B-B



PRESJEK A-A



Zapremina spremnika = 72 m^3

NAPOMENA:

Beton: C30/37 VDP2, XD2

Armatura: B500B

Zaštitni sloj betona: c = 4,0 cm

Prije betoniranja izvesti sve potrebne prodore za instalacije.

S

±0.00 = 444.23 m n.m.

HIDROPLAN d.o.o.
Horvačanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
SPREMNIK PROTUPOŽARNE VODE
V = 72 m3

Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:50

Datum: siječanj 2025.

Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica

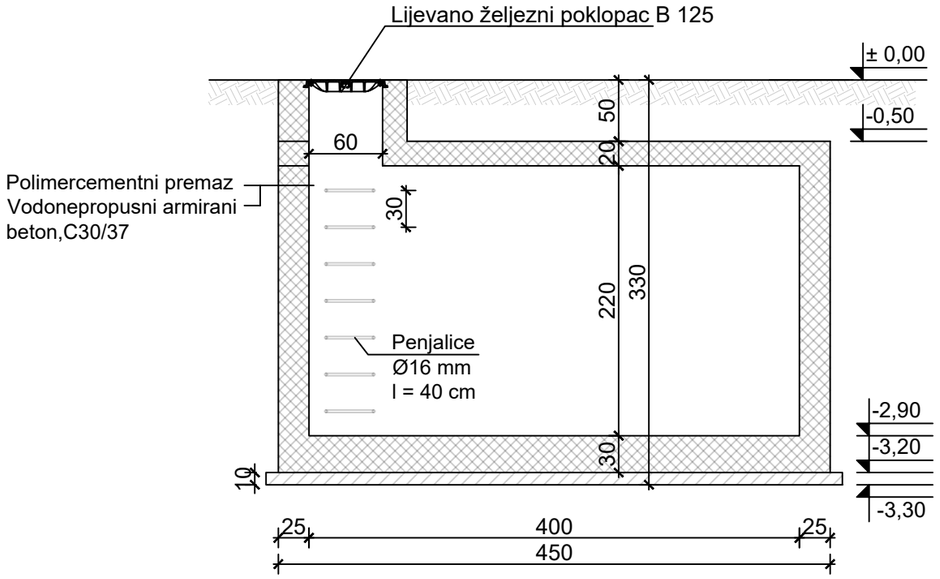
ZOP: PS_Korčula/24

Mapa: 4. Konstrukcije i ograda

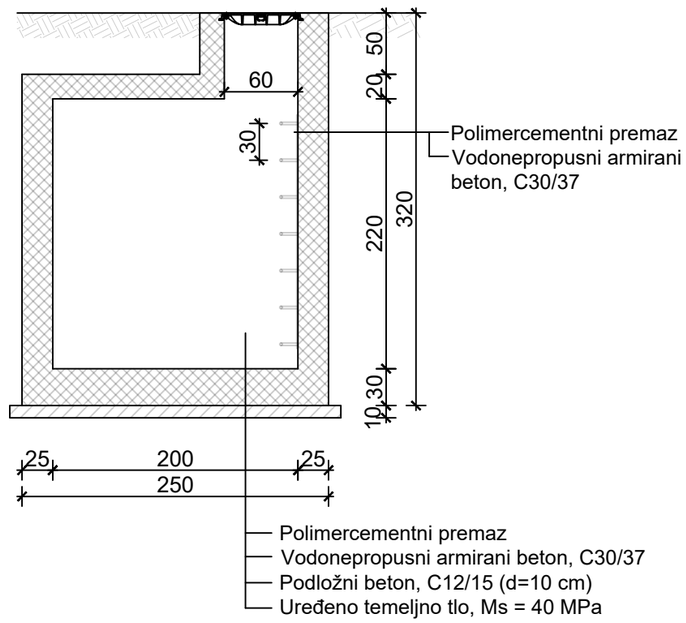
Rev: 0 | List: 1/1

Broj nacrta: 04

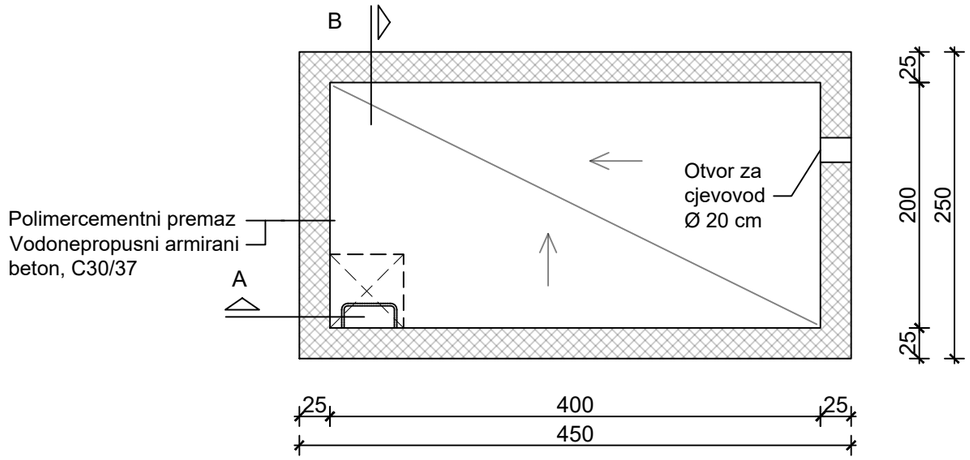
PRESJEK A - A



PRESJEK B - B



TLOCRT



NAPOMENA:

Beton: C30/37 VDP2, XD2

Armatura: B500B

Zaštitni sloj betona: c = 4,0 cm

Prije betoniranja izvesti sve potrebne prodore za instalacije.

±0.00 = 444.80 m n.m.

HIDROPLAN d.o.o.
Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
BAZEN ZA SANITARNE OTPADNE VODE
- PLAN OPLATE

Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:50

Datum: siječanj 2025.

Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica

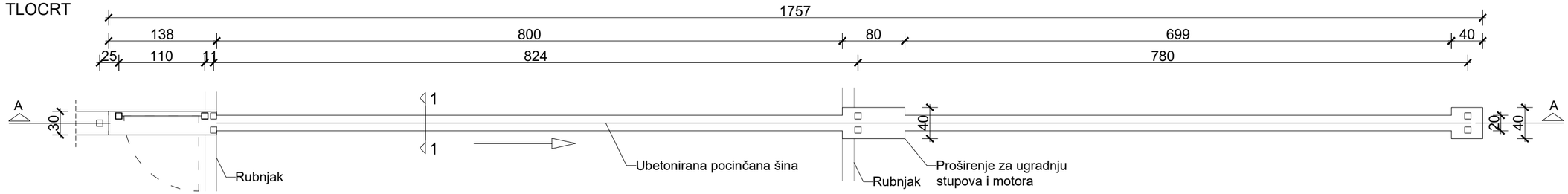
ZOP: PS_Korčula/24

Mapa: 4. Konstrukcije i ograda

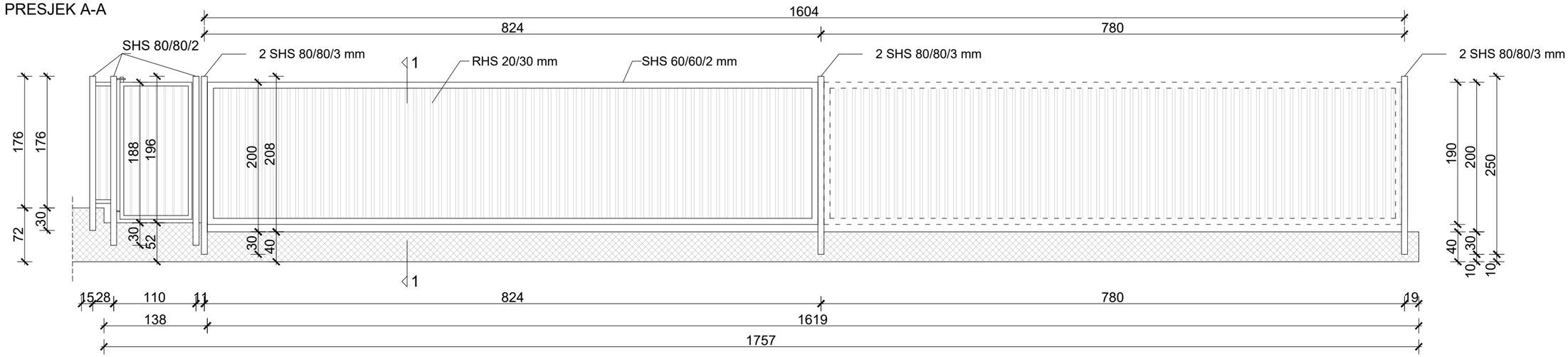
Rev: 0 List: 1/1

Broj nacrta: 05

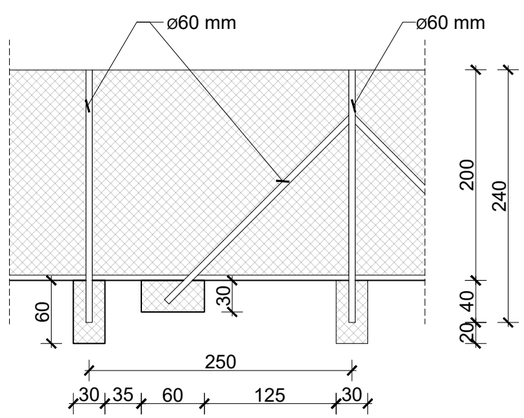
TLOCRT



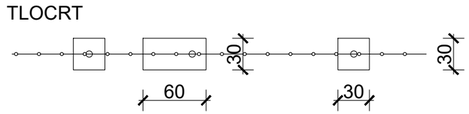
PRESJEK A-A



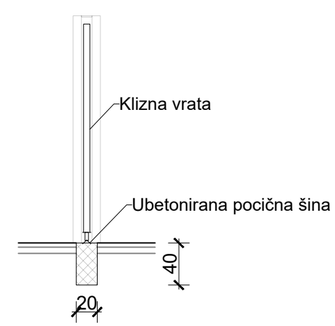
SEGMENT OGRADE - ŽIČANO PLETIVO



TLOCRT



PRESJEK 1-1



NAPOMENA:

Beton: C25/30

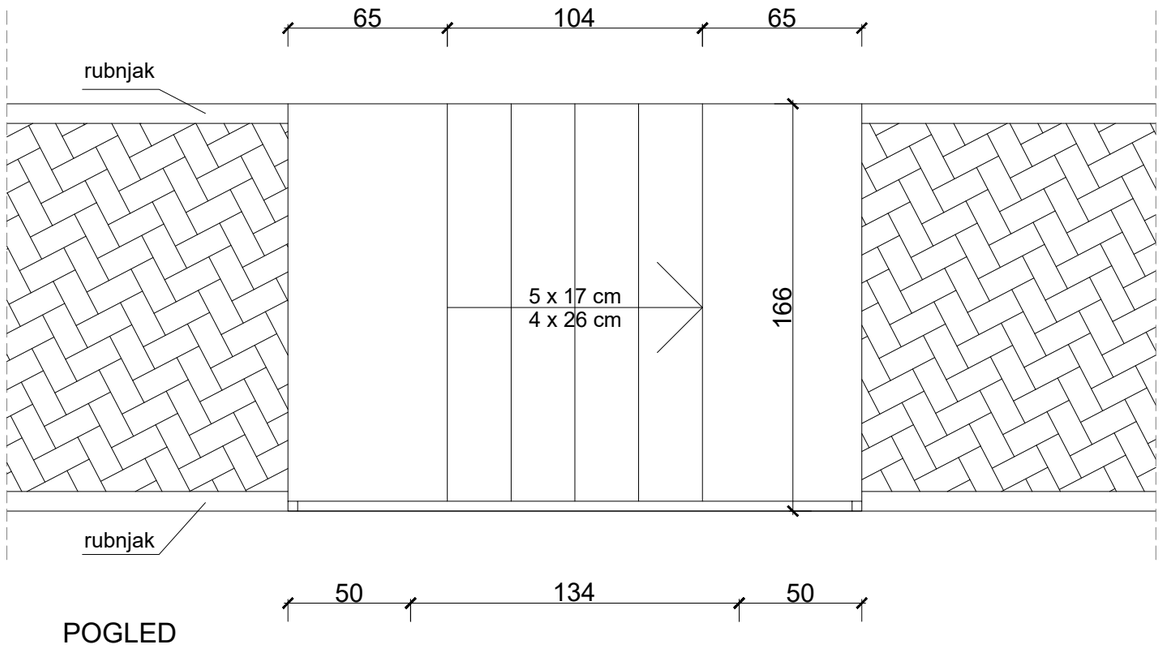
Armatura: B500B

Zaštitni sloj betona: c = 3,0 cm

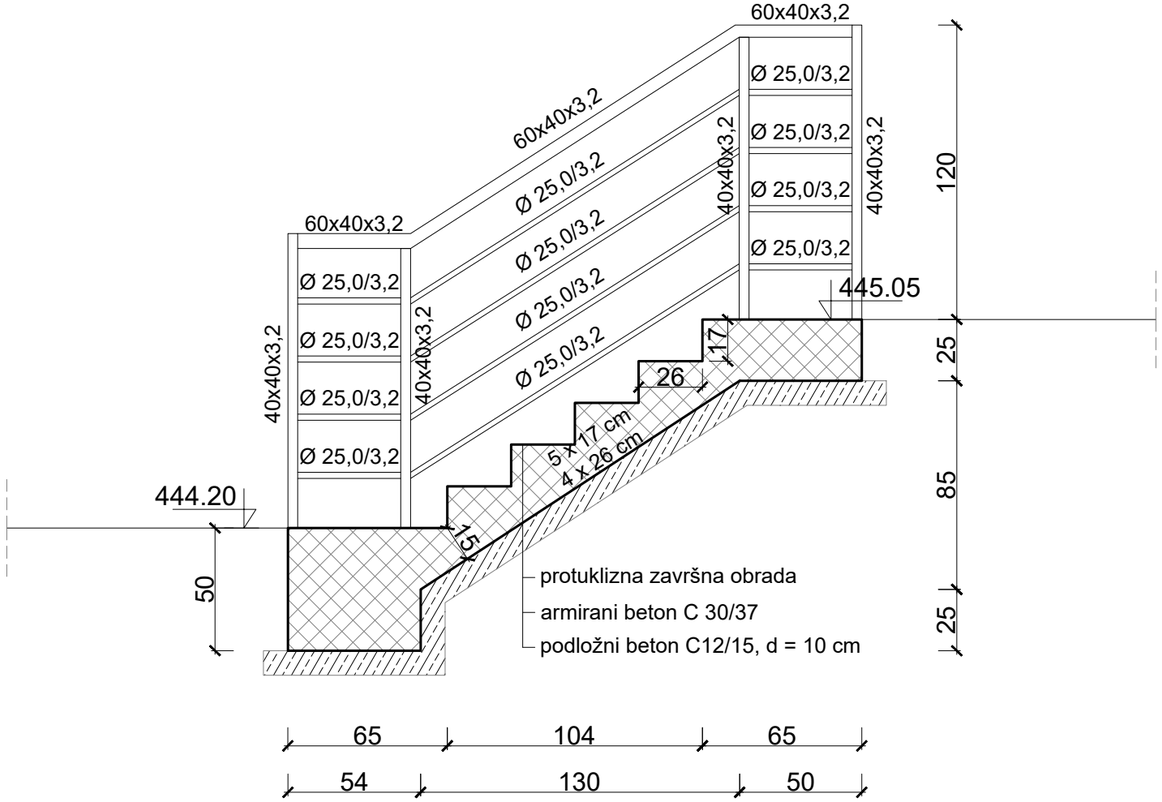
Ugraditi razuporne stupove na promjenama smjera te na svakih 10 polja.

HIDROPLAN d.o.o. Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800 www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr	Sadržaj: TEMELJI OGRADE I ULAZNIH VRATA - PLAN OPLATE	Mjerilo: 1:50 Datum: siječanj 2025.
Investitor: Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o. Pred dvorom 1 20 000 Dubrovnik	Glavni projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica ZOP: PS_Korčula/24
Građevina: PRETOVARNA STANICA KORČULA k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4 k.o. Pupnat	Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Mapa: 4. Konstrukcije i ograda
Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Suradnici: mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing. Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ. Tea Polak, mag.ing.aedif. Marina Demšić, mag.ing.aedif. Marko Svirčić, mag.ing.aedif.	Rev: 0 List: 1/1
Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT		Broj nacrta: 06

TLOCRT



POGLED



HIDROPLAN d.o.o.
Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
STEPENIŠTE NA NOGOSTUPU
TLOCRT I POGLED

Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:25

Datum: siječanj 2025.

Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica

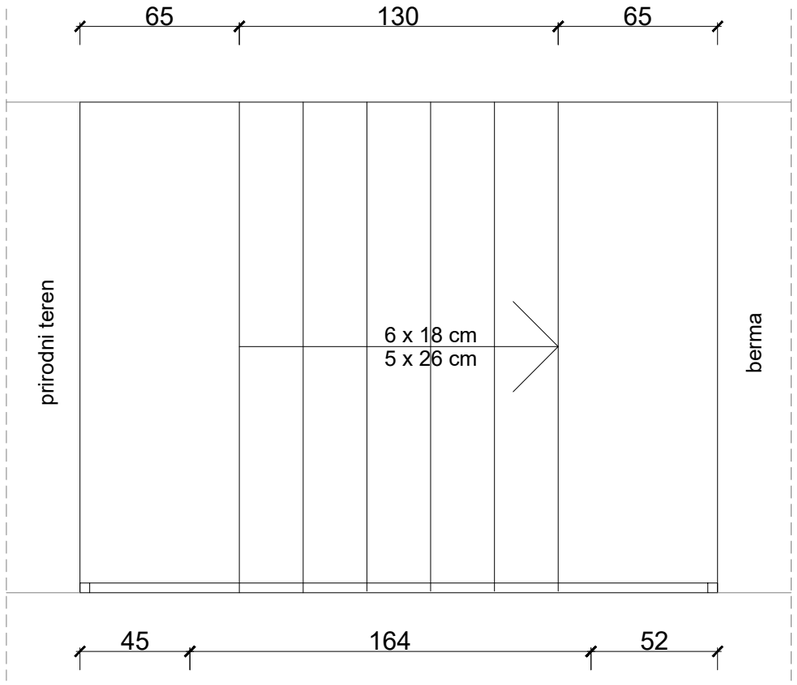
ZOP: PS_Korčula/24

Mapa: 4. Konstrukcije i ograda

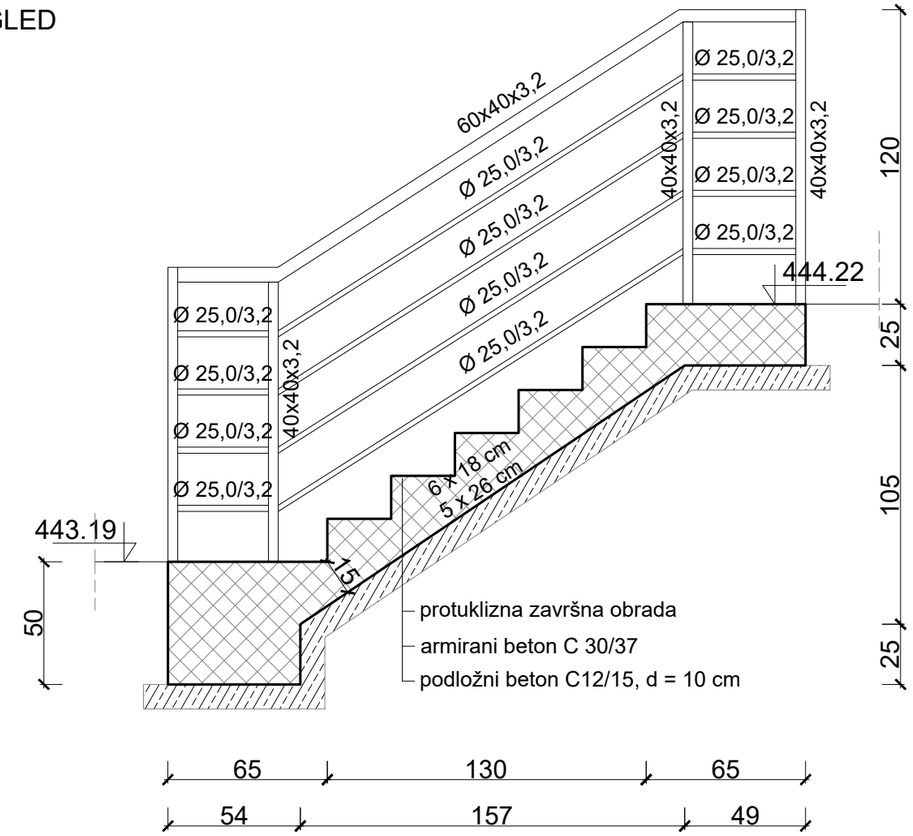
Rev: 0 List: 1/1

Broj nacrta: 07

TLOCRT



POGLED



HIDROPLAN d.o.o.
Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800
www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr

Investitor:
Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o.
Pred dvorom 1
20 000 Dubrovnik

Građevina:
PRETOVARNA STANICA KORČULA
k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4
k.o. Pupnat

Razina razrade:
GLAVNI PROJEKT

Strukovna odrednica:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

Sadržaj:
STEPENIŠTE NA POKOSU
TLOCRT I POGLED

Glavni projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Projektant:
Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.

Suradnici:
mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing.
Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ.
Tea Polak, mag.ing.aedif.
Marina Demšić, mag.ing.aedif.
Marko Svirčić, mag.ing.aedif.

Mjerilo: 1:25

Datum: siječanj 2025.

Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica

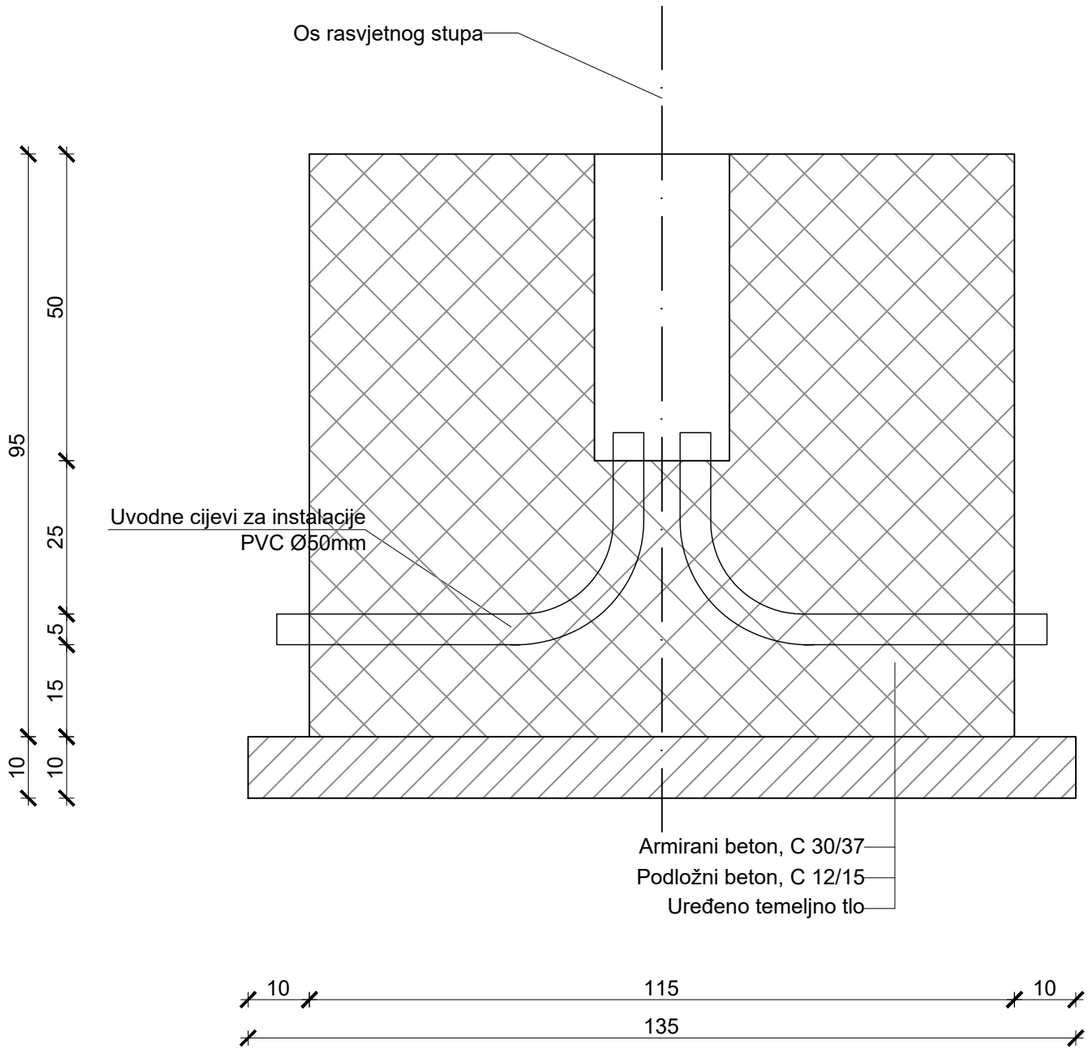
ZOP: PS_Korčula/24

Mapa: 4. Konstrukcije i ograda

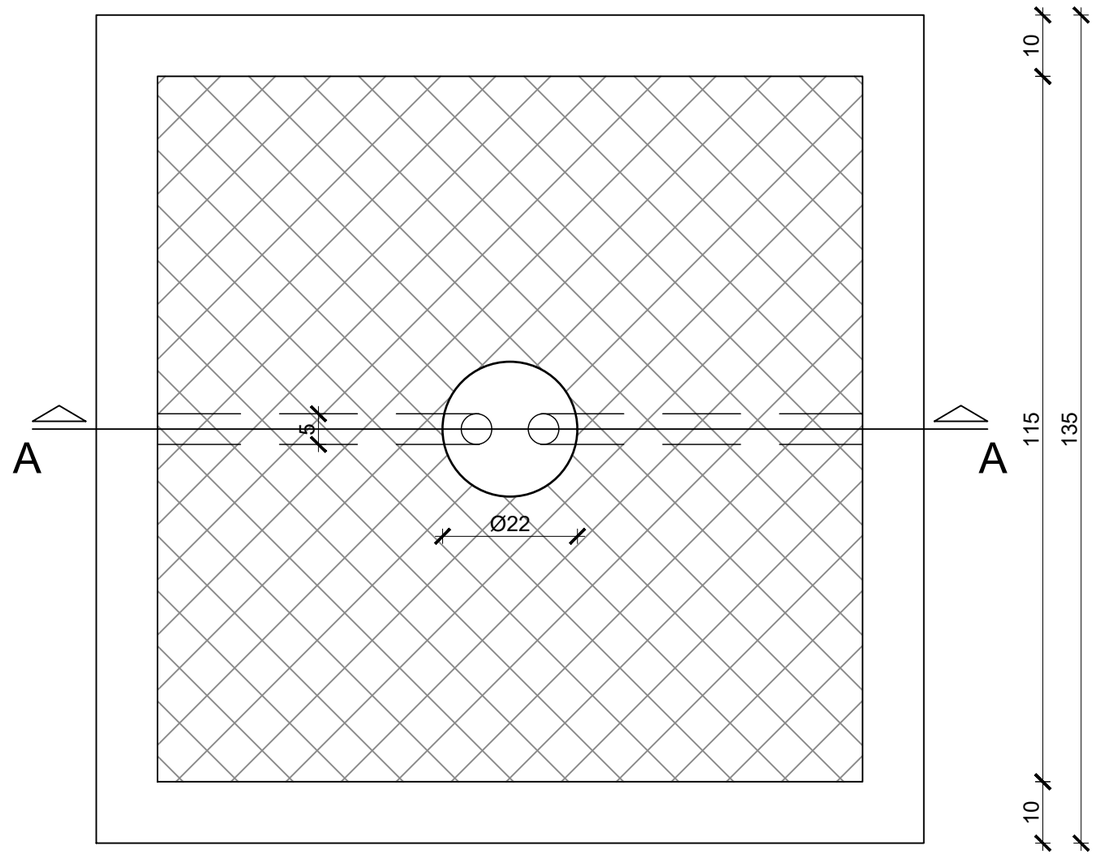
Rev: 0 | List: 1/1

Broj nacrta: 08

PRESJEK A-A



TLOCRT



NAPOMENA:
Ukupno je potrebno izvesti 15 stupova.

HIDROPLAN d.o.o. Horvaćanska cesta 17a, 10 000 Zagreb, Hrvatska Tel: +385 1 36 40 529, Fax: +385 1 36 80 800 www.hidroplan.hr, hidroplan@hidroplan.hr	Sadržaj: TEMELJ RASVJETNOG STUPA	Mjerilo: 1:10 Datum: siječanj 2025.
Investitor: Agencija za gospodarenje otpadom d.o.o. Pred dvorom 1 20 000 Dubrovnik	Glavni projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Etapa : Etapa 2 - Pretovarna stanica ZOP: PS_Korčula/24
Građevina: PRETOVARNA STANICA KORČULA k.č. 4743/3,4745/2,4745/3 i 4745/4 k.o. Pupnat	Projektant: Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ.	Mapa: 4. Konstrukcije i ograda
Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Suradnici: mr.sc. Denis StjepanVedrina,dipl.kem.ing. Sandra Mrgan Salopek, dipl.ing.građ. Tea Polak, mag.ing.aedif. Marina Demšić, mag.ing.aedif. Marko Sviršić, mag.ing.aedif.	Rev: 0 List: 1/1
Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT		Broj nacrta: 09